

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 พื้นที่ศึกษา

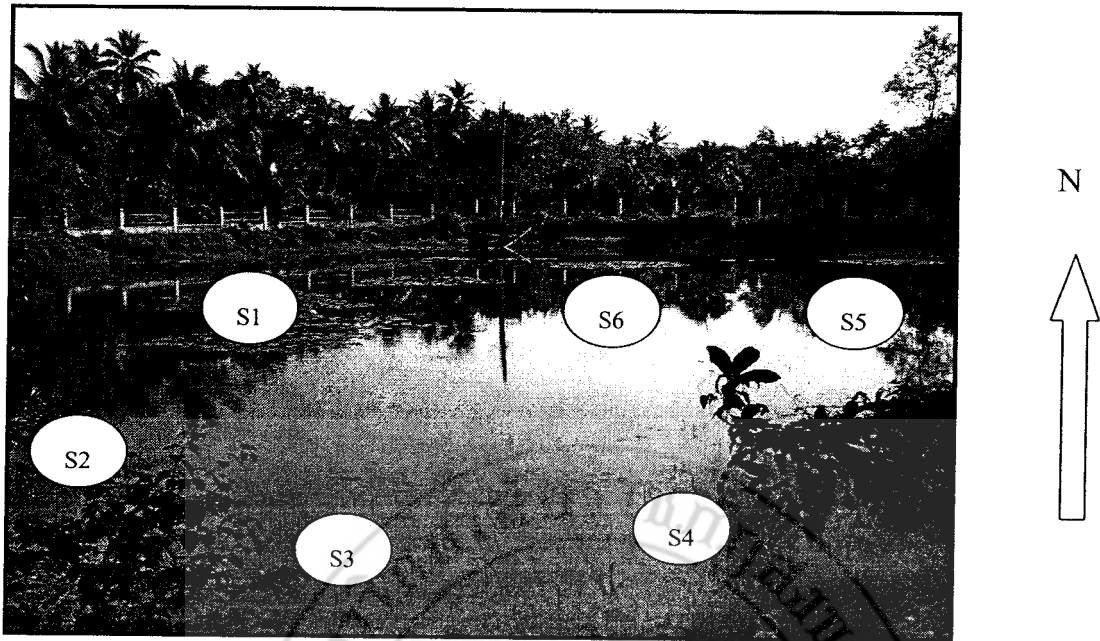
พื้นที่ศึกษาเป็นสระน้ำตั้งอยู่หมู่ที่ 6 บ้านไร่ ตำบลทุ่งหวัง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ซึ่งสระน้ำนี้มีประชากรที่ใช้ประโยชน์รวม 2 หมู่บ้านคือ หมู่ที่ 6 บ้านไร่ ซึ่งเป็นที่ตั้งของสระน้ำ และหมู่ที่ 7 บ้านทรายขาว รวมจำนวนครัวเรือน 478 หลังคาเรือน มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น หมู่ 6 บ้านไร่ 1,003 คน และหมู่ 7 บ้านทรายขาว 1,210 คน

การวางแผนเก็บตัวอย่างน้ำได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง จำนวน 7 จุด ได้ทำการเก็บตัวอย่าง คือ S1 ขอบสระทิศตะวันออกเฉียงเหนือ S2 ขอบสระทิศตะวันออกเฉียงใต้ S3 ขอบสระทิศตะวันตกเฉียงใต้ S4 ขอบสระทิศตะวันตกเฉียงเหนือ S5 กึ่งกลางสระ S6 บ่อสูบน้ำ และ S7 บ้านที่มีการใช้น้ำเป็นจุดแรก ดังแผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ (ภาพที่ 3.1) โดยแสดงพิกัดจุดเก็บตัวอย่าง ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงพิกัดจุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 7 จุด

จุดเก็บตัวอย่าง	บริเวณเก็บตัวอย่าง	UTM	
		X	Y
1	ขอบสระทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	0678481	0779171
2	ขอบสระทิศตะวันออกเฉียงใต้	0768475	0779143
3	ขอบสระทิศตะวันตกเฉียงใต้	0678561	0779165
4	ขอบสระทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	0678548	0779121
5	กึ่งกลางสระ	0678514	0779125
6	บ่อสูบน้ำ	0678637	0779119
7	บ้านที่มีการใช้น้ำเป็นจุดแรก	0678715	0779030

หมายเหตุ \* บ้านที่มีการใช้น้ำเป็นจุดแรก คือ บ้านนายนิคม อุไรรัตน์



S7 บ้านที่มีการใช้น้ำเป็นจุดแรก

ภาพที่ 3.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

### 3.2 สถานที่ใช้ในการวิจัย

- ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
- สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 1 สงขลา

### 3.3 ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำ

การวางแผนการเก็บตัวอย่างน้ำจะเก็บตัวอย่างจำนวน 7 จุดเก็บและทำการเก็บ 2 ครั้งคือ  
ครั้งที่ 1 วันที่ 28 มกราคม ปี 2552 เป็นตัวแทนฤดูฝน  
ครั้งที่ 2 วันที่ 29 มีนาคม ปี 2552 เป็นตัวแทนฤดูแล้ง

### 3.4 การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างน้ำในสระน้ำหมู่ที่ 6 บ้านไร่ จำนวน 7 จุดเก็บ โดยการเก็บแบบจ้วง

### 3.5 วัสดุและอุปกรณ์

#### 3.5.1 สารเคมีที่ใช้

1. กรดออกซาลิก (Oxalic Acid : $H_2C_2O_4 \cdot H_2O$ ) Australia, Ajax Finechem
2. บรูซีนซัลเฟต (Brucine Sulfate Salhydrate:  $C_{23}H_{26}N_2O_4 \cdot I_2 \cdot H_2SO_4 \cdot 7H_2O$ ), CARLO ERBA
3. โซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride: NaCl) Lab-scan, Thailand

5. กรดซัลฟานิลิก (Sulphanilic Acid:  $\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H}$ ) Australia, Ajax Finechem
6. แอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium Molybdate  $(\text{NH}_4)_6\text{MO}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) Australia, Ajax Finechem
7. โพแทสเซียมแอนติโมนิโมนิลเทอร์เตรต (Potassium Antimonyl Tartrate:  $(\text{KSbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6\cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$ ) Australia, Ajax Finechem
8. กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid:  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ) Australia, Ajax Finechem
9. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide:  $\text{NaOH}$ ) Lab-scan, Thailand
10. สารละลายมาตรฐานไนเตรต
11. โซเดียมไทโอซัลเฟต Stock Standard Turbidity Suspension
12. สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน
13. โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต :  $(\text{KMNO}_4)$
14. กรดบอริก (Boric Acid :  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) Australia, Ajax Finechem
15. กรดฟอสฟอริก (Phosphoric Acid :  $\text{H}_3\text{PO}_4$ )

### 3.5.2 วัสดุอุปกรณ์อื่นๆ

1. กระดาษกรองใยแก้ว GF/C
2. ปากกาเคมี
3. หลอดหยด
4. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ
5. บีกเกอร์
6. ปิเปต (Pipette)
7. น้ำกลั่น
8. ลูกดิ่ง
9. ถังน้ำพร้อมชั้นน้ำ
10. กระดาษทิชชู
11. ถังโฟม
12. พาราฟิล์ม

### 3.5.3. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างภาคสนาม

1. เครื่องเก็บตัวอย่างน้ำ (Water Sampler)
2. เครื่องวัดพีเอช (pH meter)
3. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ
4. ขวดบีโอดี
5. บีกเกอร์
6. ปิเปต (Pipette)
7. น้ำกลั่น
8. ลูกดิ่ง
9. ถังน้ำพร้อมขันทันน้ำ
10. กรรไกร
11. กระดาษทิชชู
12. ลังโฟมบรรจุน้ำแข็ง
13. ถุงมือ
14. ถุงพลาสติก

### 3.5.4. เครื่องมือวิเคราะห์และเครื่องมือสำหรับเตรียมตัวอย่าง

1. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) Shimadzu (Japan) รุ่น UV- 1601 ขนาด 325-1100 นาโนเมตร
2. เครื่องย่อยสลาย (Micro Kjeldahl)
3. เครื่องกลั่น (Micro Kjeldahl)
4. เครื่องวัดพีเอช (pH meter) Mettler Toledo (MP 120 FK)
5. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ
6. บีกเกอร์
7. เตาไฟฟ้า (Hot Plate) Bibby Sterilin Limited ขนาด Heatarea 360 x 260 นาโนเมตร
8. ขวดวัดปริมาตร (Volumetric Flask)
9. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmayer Flask)
10. กระบอกตวง (Cylinder)
11. บิวเรต (Burette)
12. กรวยบุนเนอร์
13. ปิเปต (Pipette)

14. เครื่องดูดอากาศ (Suction air pump)
15. ชุดขาตั้งพร้อมเสา (Stand & rod)
16. หลอดทดลองฝาเกลียว (Test tube screw cap)

### 3.6 การเก็บรักษาตัวอย่าง

เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำมาแล้วจะต้องทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำนั้นทันที หากทิ้งไว้นาน ส่วนประกอบน้ำอาจจะเปลี่ยนไป เนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำ ทั้งนี้ความผิดพลาดนี้จะลดน้อยลงเมื่อเก็บตัวอย่างน้ำไว้ในที่มืด และอุณหภูมิต่ำ เช่น ในตู้เย็น หรือแช่ในน้ำแข็ง

การเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณสระน้ำของชาวบ้านหมู่ที่ 6 บ้านไร่ และชาวบ้านหมู่ที่ 7 บ้านทรายขาว ตำบลทุ่งหวัง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 7 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ และทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทันที

ตารางที่ 3.2 วิธีการวิเคราะห์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดิน

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์และเครื่องมือ
ความลึก (Depth)	ลูกดิ่ง
อุณหภูมิ (Temperature)	วิธีไฟฟ้า (Electrometric Method) โดย pH meter
ความขุ่น (Turbidity)	Turbidity meter
สภาพนำไฟฟ้า (Conductivity)	วิธีไฟฟ้า (Electrometric Method) โดย Conductivity meter
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solid: TS)	ทำให้แห้งที่ 103-105 °C
ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solid: TSS)	ใช้แผ่นกรองใยแก้ว Glass fiber filters (GF/C)
ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (Total Dissolved Solids: TDS)	ทำให้แห้งที่ 103-105 °C
pH	วิธีไฟฟ้า (Electrometric Method) โดย Conductivity meter
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Oxygen Demand: DO)	วัดโดยวิธี Azide Modification
ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD)	วัดโดยวิธี Azide Modification
ไนเตรต (Nitrate)	วิธีบรูซีน (Brucine Method) โดย Spectrophotometer 410 nm
ฟอสเฟต (Phosphate)	วิธีกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid Method)
ซัลเฟต (Sulfate)	วิธี Turbidimetric (วิธีวัดความขุ่น)

### 3.7 วิธีการวิเคราะห์

#### 3.7.1 การวิเคราะห์ความขุ่น (Turbidity)

วิธีการวิเคราะห์: วิธี Turbidity meter (มันติน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

##### (1) หลักการ

หลักการของวิธีเนฟฟีโลเมตริก เป็นการวัดความขุ่นโดยเปรียบเทียบความเข้มข้นของแสงที่กระจัดกระจายของตัวอย่างกับสารละลายมาตรฐานภายใต้สภาวะเดียวกัน ความเข้มของแสงที่กระจัดกระจายมากก็จะมีค่าความขุ่นมาก สารละลายความขุ่นมาตรฐานที่ใช้คือ Formazin Polymer ประกอบด้วยสารละลาย 2 อย่าง คือ สารละลาย Hydrazine Sulfate กับสารละลาย Hexamethylene Tetramine

##### (2) วิธีการ

1. เปิดเครื่องวัดความขุ่นและเตรียมเครื่องตามคู่มือการใช้งาน และวัดความขุ่นของน้ำตัวอย่างตามวิธีการของเครื่องนั้น ๆ
2. นำตัวอย่างที่นำมาต้องเขย่าให้เข้ากันดีก่อนก่อนเทใส่หลอดวัดตัวอย่างเพื่อนำไปวัดความขุ่น
3. เครื่องวัดความขุ่นบางรุ่นจะมีสารละลายมาตรฐานความขุ่นมาให้แล้ว ต้องมีการตรวจเช็คว่าคุณภาพหรือไม่โดยเทียบกับสารละลายมาตรฐานความขุ่นที่เตรียมขึ้น
4. ถ้าตัวอย่างน้ำมีความขุ่นเกินที่เครื่องจะวัดได้ให้เจือจางตัวอย่างน้ำลงก่อน

#### 3.7.2 การวิเคราะห์สภาพนำไฟฟ้า (Conductivity)

วิธีการวิเคราะห์: วิธีไฟฟ้า (Electrometric Method) โดย Conductivity meter (มันติน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

##### (1) หลักการ

สภาพการนำไฟฟ้า (K) เป็นการวัดความสามารถของน้ำในการนำกระแสไฟฟ้า สภาพนำไฟฟ้านี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและชนิดของอิออนที่มีอยู่ในน้ำและอุณหภูมิขณะทำการวัดค่าสภาพนำไฟฟ้า นำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ใช้ตรวจความบริสุทธิ์ของน้ำกลั่นและน้ำปอดคิออนใช้เป็นตัวชี้แนะว่าจะใช้ปริมาณตัวอย่างมากน้อยเท่าใดในการวิเคราะห์สารต่างๆ ทางเคมี เช่น วิเคราะห์คลอไรด์ ความกระด้างของแข็งละลาย เป็นต้น นอกจากนี้ยังทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของสารที่ละลายในน้ำดิบและน้ำเสียอย่างรวดเร็ว

##### (2) วิธีการ

1. นำสารละลายโพแทสเซียม คลอไรด์ ความเข้มข้นต่างๆ ไป Calibration เครื่องมือตามคู่มือการใช้งาน
2. เมื่อ Calibration ถ้างอเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น และซับให้แห้งด้วยกระดาษหรือผ้านุ่มๆ

3. นำตัวอย่างน้ำใส่ในบีกเกอร์ แล้วจุ่มอิเล็กโทรดลงในน้ำตัวอย่างลึกลงไป 1 เซนติเมตร  
 อย่านำ Probe ถูกับบีกเกอร์ ( อ่านค่า )

### 3.7.3 ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solids: TS)

วิธีการวิเคราะห์ : วิธีทำให้แห้งที่ 103-105 °C (มันสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

#### (1) หลักการ

ตัวอย่างน้ำที่ผสมเข้ากันอย่างดีในถ้วยระเหยซึ่งทราบน้ำหนักจะถูกนำไปประเหยด้วยไอน้ำจนแห้ง  
 แล้วนำไปอบที่ 103-105°C ทำให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก น้ำหนักส่วนที่เพิ่มคือน้ำหนักของของแข็ง  
 ทั้งหมดในน้ำ

#### (2) วิธีการ

1. นำถ้วยระเหย ไปอบที่อุณหภูมิ 103-105°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง
2. เมื่อจะใช้ นำถ้วยระเหยมาชั่งน้ำหนัก สมมติมีน้ำหนักเป็น A กรัม
3. เขย่าตัวอย่างน้ำให้เข้ากันดี เทตัวอย่างน้ำที่ทราบปริมาตรแน่นอนในถ้วยระเหยนี้ (การเลือก  
 ปริมาตรตัวอย่างน้ำ ควรเลือกให้เหมาะสมโดยพิจารณาจากลักษณะน้ำและแหล่งที่มา) นำไประเหยบน  
 เครื่องอังน้ำที่ปรับอุณหภูมิไว้ที่ 100°C จนแห้ง ปริมาตรตัวอย่างที่พอเหมาะควรเลือกจากแห้งภายหลัง  
 การอบอยู่ในช่วง 10-200 มิลลิลิตร
4. นำเข้าอบในตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 103-105 °C เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง
5. นำออกจากตู้อบ ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนัก สมมติมีน้ำหนัก B กรัม
6. ควรทำข้อ 4-5 ซ้ำ จนได้น้ำหนักคงที่ หรือจนกระทั่งมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักน้อย  
 กว่า 4 % ของน้ำหนักหนก่อนหรือประมาณ 0.5 มิลลิลิตร

#### (3) การคำนวณ

$$\text{ของแข็งทั้งหมด (มก/ล)} = \frac{(B-A) \times 10^6}{C}$$

C

### 3.7.4 ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solids: TSS)

วิธีการวิเคราะห์ : วิธี Glass fiber fillters (GF/C) (มันสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

#### (1) หลักการ

กรองน้ำตัวอย่างผ่านกระดาษกรอง GF/C ที่ทราบน้ำหนักตะกอนที่ติดอยู่บนกระดาษกรอง  
 จะนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105°C และทำให้เย็นในโถทำแห้ง แล้วชั่งน้ำหนักที่เพิ่ม คือ น้ำหนัก  
 ของของแข็งแขวนลอยทั้งหมดต่อปริมาตรตัวอย่างน้ำที่ใช้

## (2) วิธีการ

1. อบกระดาษกรองใยแก้ว (GF/C) ให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105°C นาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน Desiccator ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง (g).....A

2. ปิเปิดตัวอย่างน้ำ 20 ml วางกระดาษกรองลงบนกรวยบุคเนอร์ ซึ่งต่อเข้ากับเครื่อง Suction ใช้น้ำกลั่นฉีดกระดาษกรองให้เปียกและให้ถูกดูดติดแน่นกับกรวยบุคเนอร์ กรองตัวอย่างน้ำตามปริมาตรที่ต้องการ โดยอาศัยแรงดูดช่วย

3. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างของแข็งที่ติดอยู่ข้างกรวยจนหมดและรองจนกว่าจะแห้ง ปิดเครื่องดูดอากาศ ใช้ปากคีบกระดาษกรองใส่ภาชนะทนไฟ เช่น จานเพาะเชื้อ ถ้วยอลูมิเนียม หรือกระจกนาฬิกา

4. นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105°C จนกว่าจะแห้งใช้เวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน Desiccator ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง (g)..... B

## (3) การคำนวณ

$$\text{ของแข็งแขวนลอย (มก/ล)} = \frac{(B-A) \times 10^6}{C}$$

## 3.7.5 ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (Total Dissolved Solids)

วิธีการวิเคราะห์ :วิธีทำให้แห้งที่ 103-105 °C (มันลิน ตัมพุลเวศน์, 2546)

## (1) หลักการ

ตัวอย่างน้ำที่กรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ในถ้วยระเหยที่ทราบน้ำหนัก จะถูกนำไประเหยด้วยไอน้ำจนแห้ง แล้วนำไปอบที่ 103-105°C ทำให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่เพิ่ม คือน้ำหนักของของแข็งละลายน้ำทั้งหมด หรืออาจหาได้จากการนำค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมาหักออกจากค่าของแข็งทั้งหมด

## (2) วิธีการ

1. กรองของแข็งที่สามารถกรองได้ออกทิ้ง หรือใช้ส่วนที่ได้จากการกรอง ที่เหลือจากการหาปริมาณของแข็งแขวนลอย

2. นำจานระเหยไปอบที่อุณหภูมิ 103-105°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และปล่อยให้เย็น Desiccator ชั่งน้ำหนัก (g).....A

3. ตวงน้ำส่วนที่ได้จากการกรอง 20 ml ใส่จานระเหย นำไปตั้งบนเครื่อง Water bath ให้น้ำระเหยจนแห้ง

4. นำจานระเหยที่แห้งไปเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 103-105°C อบจนแห้ง 1 ชั่วโมง ปล่อยให้แห้งใน Desiccator จนถึงอุณหภูมิห้อง (g).....B



(3) การคำนวณ

$$\text{ของแข็งแขวนลอยน้ำ (มก/ล)} = \frac{(B-A) \times 10^6}{C}$$

C

### 3.7.6 การวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดและด่าง (pH)

วิธีการวิเคราะห์ : วิธีไฟฟ้า (Electrometric Method) โดย pH meter (มันสิน ตัณฑุเทศน์, 2546)

(1) หลักการ

การวัด pH คือ การวัดสภาพความเป็นกรด-ด่างของสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (Aqueous Solution) โดยวัดความต่างศักย์ที่เกิดขึ้น (Potential) ระหว่างอิเล็กโทรดอ้างอิง (Referent Electrode) กับอิเล็กโทรดตรวจวัด (Sensing Electrode) ความต่างศักย์ที่ได้เกิดขึ้นจากจำนวนของไฮโดรเจนไอออน ( $H^+$ ) อิเล็กโทรดจะเปลี่ยนความต่างศักย์ที่เกิดจากไอออน (Ionic Potential) ให้เป็นความต่างศักย์ไฟฟ้า (Electronic potential) แล้วขยายให้มีความต่างศักย์สูงขึ้นด้วยเครื่องวัด pH (Potentiometer)

(2) วิธีการ

1. หลังจากเปิดเครื่องวัด pH ควรปล่อยให้เครื่องร้อนอย่างน้อย 15 นาที ก่อนใช้งาน

2. ปรับเทียบมาตรฐาน (Standardization) เครื่องให้พร้อมก่อนที่จะวัด pH ตัวอย่างโดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่ทราบค่า pH แน่นอน วิธีปรับเทียบโดยทั่วไป มี 2 วิธี คือ

การเทียบมาตรฐาน pH แบบจุดเดียว (Single point Standardization) คือ การใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานตัวเดียวกันเป็นตัวเทียบ โดยการจุ่มอิเล็กโทรดในสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานดูค่า pH ที่ได้ ถ้าค่า pH ที่ได้ไม่เท่ากับค่า pH จริงของสารละลายบัฟเฟอร์ ให้ใช้ปุ่ม Calibrate ปรับค่าให้ได้เท่ากัน จากนั้นเครื่องก็พร้อมวัดตัวอย่างต่อไป วิธีนี้มีข้อเสียคือ ถ้าตัวอย่างน้ำมีค่า pH ไม่ใกล้เคียงกับสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน ค่าที่ได้จะมีโอกาสผิดพลาดมาก

การเทียบมาตรฐาน pH แบบ 2 จุด (Two point Standardization) คือ การใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน 2 ตัว เป็นตัวเทียบมาตรฐานโดยการจุ่มอิเล็กโทรดในสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน ตัวแรก (มีค่า pH 7) ใช้ปุ่ม Calibrate และปรับค่าให้ได้เท่ากับค่าของสารละลายบัฟเฟอร์ ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นซับด้วยกระดาษนุ่มๆ เบบๆ แล้วจุ่มลงในสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานตัวที่ 2 (มีค่า pH 4 หรือ 10) ถ้าอ่านค่าไม่ตรงให้ใช้ slope Control ปรับให้ตรง สำหรับเครื่องวัด pH ควรจะทำการ Calibrate สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

3. ตัวอย่างน้ำที่จะนำมาวัด pH ต้องปล่อยให้อุณหภูมิคงที่เสียก่อน

4. ก่อนวัดเขย่าตัวอย่างน้ำให้เข้ากันดี เทใส่บีกเกอร์ วางบีกเกอร์บน stirrer จุ่มอิเล็กโทรดแล้วเปิดเครื่อง stirrer ให้หมุนเบาๆ จนตัวเลขแสดงค่า pH หยุดนิ่งอ่านค่า pH ของตัวอย่างน้ำ

5. เมื่อวัดตัวอย่างน้ำต่อไปให้ฉีดล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น และซับด้วยกระดาษหรือผ้านุ่มๆ แล้วจึงวัดตัวอย่างถัดไป แต่ถ้าเลิกวัดหลังจากที่ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นจนสะอาดและซับให้แห้งแล้วให้แช่อิเล็กโทรดไว้ในสารละลายที่มีไอออนมากพอควร มีฤทธิ์เป็นกรด เช่น สารละลายบัฟเฟอร์ 4 หรือน้ำยาอิเล็กโทรด

### 3.7.7 ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen: DO)

วิธีการวิเคราะห์: วิธี Azide Modification of Iodometric (มันสิน ตันกุลเวศน์, 2546)

#### (1) หลักการ

$O_2$  จะออกซิไดส์  $Mn^{+2}$  ไปเป็น  $Mn^{+4}$  ภายใต้สภาวะเป็นด่างนี้จะสามารถออกซิไดส์  $I^-$  ไปเป็น  $I_2$  อิสระภายใต้สภาวะที่เป็นกรดนั้นคือปริมาณของ  $I_2$  อิสระที่ถูกขับออกมาจะสมมูลกับออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำตอนเริ่มต้นและวัดได้โดยการไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไทโอซัลเฟต

#### (2) วิธีการ

1. ตัวอย่างน้ำมา 300 ml ใส่ในขวด BOD เดิม เติม  $MnSO_4$  1 ml
2. เติม AIA 1 ml เขย่า 15 ครั้ง
3. เติมกรด  $H_2SO_4$  เขย่า 15 ครั้ง เทใส่ขวดวัดปริมาตร ขนาด 200 ml + 1 ml เทใส่ขวดรูปชมพู่
4. ไทเทรตด้วย  $Na_2S_2O_3$  0.025N จนเป็นสีเหลืองฟางข้าว (A) ml
5. หยคน้ำแข็ง 3-4 หยด จะได้เป็นสีน้ำเงิน
6. ไทเทรตจนสารละลายใสไม่มีสี (B) ml

#### (3) การคำนวณ

$$DO = A+B$$

### 3.7.8 ปริมาณความต้องการทางชีวเคมี (Biochemical oxygen demand)

วิธีการวิเคราะห์: วิธี Azide Modification of Iodometric แบบโดยตรง (มันสิน ตันกุลเวศน์, 2550)

#### (1) หลักการ

การวิเคราะห์ BOD เป็นการวิเคราะห์เพื่อที่จะทราบปริมาณความสกปรกของน้ำ เช่น น้ำในแม่น้ำ ลำคลอง น้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน และโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น เพื่อประโยชน์ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งและประสิทธิภาพของระบบนั้นๆ โดยคิดเปรียบเทียบในรูปของปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์

การวิเคราะห์ค่าบีโอดี โดยทั่วไปเป็นการวัดปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้หมดไปในเวลา 5 วัน ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ  $20^{\circ}C$

เนื่องจากออกซิเจนในอากาศสามารถละลายน้ำได้ในปริมาณจำกัด คือ ปริมาณ 9 mg/l ในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 20°C ดังนั้นในน้ำเสียซึ่งมีความสกปรกมากจำเป็นต้องทำให้ความสกปรกเจือจางลงอยู่ในระดับซึ่งสมดุลพอดีกับปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ การวิเคราะห์นี้เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ในน้ำ จึงจำเป็นต้องทำให้มีสภาพที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ กล่าวคือ ไม่มีสารพิษ แต่มีอาหารเสริมเพียงพอ สำหรับจุลินทรีย์ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เป็นต้น นอกจากนี้การย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ กระทำโดยจุลินทรีย์หลายชนิดในตัวอย่างน้ำที่ทำการวิเคราะห์จึงจำเป็นต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ เหล่านี้้อย่างเพียงพอ ถ้าไม่มีหรือมีปริมาณน้อยไปควรเติมจุลชีพซึ่งเรียกว่าหัวเชื้อลงไป

### (2) วิธีการ

1. ตัวอย่างน้ำมา 300 ml ใส่ในขวด BOD 2 ขวด ขวดที่ 1 ทำ  $DO_0$  ขวดที่ 2 ใส่ตู้อินคิวเบเตอร์เพื่อทำ  $DO_5$
2. ขวดที่ 1 ทำ  $DO_0$  เติม  $MnSO_4$  1 ml
3. เติม AIA 1 ml
4. เติมกรด  $H_2SO_4$  เขย่า 15 ครั้ง เทใส่ขวดวัดปริมาตร ขนาด 200 ml + 1 ml เทใส่ขวดรูปชมพู่
5. ไทเทรตด้วย  $Na_2S_2O_3$  0.025 N จนเป็นสีเหลืองฟางข้าว
6. หยดน้ำแฉ่ง 3-4 หยด
7. ไทเทรตจนสารละลายใสไม่มีสี

### (3) การคำนวณ

$$BOD = DO_0 - DO_5$$

### 3.7.9 ไนเตรต (Nitrate)

วิธีการวิเคราะห์ : วิธีบรูซีน (Brucine Method) (มันสิน ตันกุลเวศน์, 2546)

#### (1) หลักการ

Brucine จะรวมกับ  $NO_3^-$  เกิดเป็นสารสีเหลืองภายใต้สภาวะที่เป็นกรดและอุณหภูมิสูงซึ่งสามารถวัดความเข้มของสีที่เกิดขึ้นที่ความยาวคลื่น 410 nm

#### (2) วิธีการ

##### 1. การสร้างกราฟมาตรฐาน

- 1.1 จัดหลอดทดลองลงในที่วางหลอดให้ห่างกันพอสมควร
- 1.2 ปิเปตสารละลายมาตรฐานไนเตรต (Standard Nitrate Solution) เข้มข้น 1,2,3,4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองแต่ละหลอดที่ได้เตรียมไว้ แล้วเติมน้ำกลั่นให้แต่ละหลอดมีปริมาตรครบ

10 มิลลิลิตร ซึ่งแต่ละหลอดจะมีความเข้มข้น 2 ,4 ,6, 8 และ 10 ไมโครกรัม ตามลำดับแบลงค์ ใช้น้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร โดยไม่เติมสารละลายมาตรฐานไนเตรต

1.3 เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เข้มข้น 5 นอร์มัล 2 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนในหลอดทดลองให้เข้ากันอย่างดี

1.4 เติมกรดซัลฟิวริก ( $H_2SO_4$ ) (4+1) จำนวน 10 มิลลิลิตร คนให้ทั่วกัน นำหลอดทดลองไปแช่น้ำให้เย็น

1.5 เมื่อเย็นแล้วนำมาเติมสารละลายบรูซีน-กรดซัลฟานิลิก (Brucine- Sulfanilic Acid Solution) 0.5 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน นำหลอดไปใส่ในเครื่องอังน้ำ (Water Bath) ซึ่งมีอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส (ควรเตรียมพร้อมไว้ก่อนเพราะเวลาจะนำไปแช่ในอ่างน้ำเย็น ทั้งไว้นมีอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสพอดี) เป็นเวลา 20 นาที

การเตรียมสารละลายบรูซีน- กรดซัลฟานิลิก (Brucine-Sulfanilic Acid Solution) เข้มข้น 0.025 นอร์มัล และ 0.005 นอร์มัล ตามลำดับ ดำเนินการโดย ละลาย Brucine Sulfanilic 1 กรัม และกรดซัลฟานิลิก 0.1 กรัม ในน้ำร้อน 70 มิลลิลิตร เติม Conc. HCl 3 มิลลิลิตร ทำให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร สารละลายนี้จะคงตัวอยู่ได้นานหลายเดือน ถ้าสีชมพูเกิดขึ้นจะไม่มีผลต่อการวิเคราะห์

1.6 เมื่อครบเวลานำหลอดทดลองทั้งหมดมาแช่ในอ่างน้ำเย็น ทั้งไว้นมีอุณหภูมิเท่าอุณหภูมิห้องนำไปวัด Absorbance ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร พล็อต (Plot) กราฟระหว่างความเข้มข้นเป็นไมโครกรัม กับ Absorbance ที่ได้

2. วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

2.1 จัดหลอดทดลองวางลงในที่ตั้งหลอดทดลอง ปิดเปิดตัวอย่างน้ำ 10 มิลลิลิตร หรือปริมาณน้อยกว่า แล้วเติมน้ำให้เป็น 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง

2.2 แล้วทำตามขั้นตอนเหมือนทำกราฟมาตรฐาน

2.3 นำไปวัด Absorbance มาอ่านค่าความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน

(3) การคำนวณ

$$\text{ไนเตรต-ไนโตรเจน (มล/ล)} = \frac{\text{ไมโครกรัมที่อ่านได้จากกราฟ}}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (มล.)}}$$

### 3.7.10 ฟอสเฟต (phosphate)

วิธีการวิเคราะห์ : วิธีกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid) (มันสิน ตันฑุลเวศน์, 2546)

(1) หลักการ

แอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium Molybdate) และ โปแตสเซียมแอนติโมนิคาเตรท



(Potassium Antimonyl Tartrate) จะทำปฏิกิริยากับอโรฟอสเฟตในสภาวะที่เป็นกรดเกิดเป็นกรดฟอสฟอโมลิบดิก (Phosphomolybdic Acid) ซึ่งถูกรีดิวส์โดยกรดแอสคอร์บิก ได้สีโมลิบดัมบลู (Molybdenum Blue) วิธีนี้สามารถใช้วัดฟอสเฟตได้ต่ำถึง 10 ไมโครกรัม/ลิตร

(2) วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง

ปิเปตตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปกรวยขนาด 125 มิลลิลิตร เติสารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 1 หยด ถ้าเป็นสีแดงให้หยดกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 5 นอร์มัล ( $H_2SO_4$  5N) ลงไปที่ละหยดจนกระทั่งสีแดงจางหายไป เติมน้ำยารวม 8 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที นำไปวัดการดูดกลืนแสง Absorbance ที่ความยาวคลื่นแสง 880 นาโนเมตร โดยใช้ Reagent Blank เทียบ  $A=0$

2. การเตรียมกราฟมาตรฐาน

เตรียมอนุภาคความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต (Standard Phosphate) ดังนี้ 5 10 15 20 25 และ 30  $\mu P$  โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต (1 มิลลิลิตร = 2.5  $\mu P$ ) มา 2, 4, 6, 8, 10, และ 12 มิลลิลิตรตามลำดับ ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร แต่ละขวด แล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน เทใส่ขวดรูปกรวย ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมน้ำยารวม 8 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที นำไปวัด Absorbance ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร โดยใช้ขวดที่มีความเข้มข้น 0  $\mu gP$  เป็นแบลนด์

การเตรียมน้ำยารวม

กรดซัลฟิวริก 5 นอร์มัล ( $H_2SO_4$ 5N)	50 มิลลิลิตร
โปแตสเซียมแอนติโมนิตาเตรท ( $K(SbO)C_4H_4O_6 \cdot 0.5H_2O$ )	50 มิลลิลิตร
สารละลายแอมโมเนียโมลิบเดต ( $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ )	15 มิลลิลิตร
กรดแอสคอร์บิก 0.1 นอร์มัล (Ascorbic Acid 0.1 N)	30 มิลลิลิตร

(3) การคำนวณ

$$SO_4/\text{ลิตร} = \frac{\text{ไมโครกรัมซัลเฟต}}{\text{ปริมาณตัวอย่างน้ำ (มล.)}}$$

๑  
๖๒๙-๑๖  
๖๓๗๗

162275

10 ต.ค. 2553

### 3.7.11 ซัลเฟต (Sulfate)

วิธีการวิเคราะห์ : วิธีแบบวัดความขุ่น (Turbidimetric) (มันสิน ตัณฑุลเวศน์, 2546)

#### (1) หลักการ

ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกซึ่งมีกลีเซอรอล (Glycerol) ซัลเฟตสามารถทำปฏิกิริยากับแบเรียมคลอไรด์ ( $\text{BaCl}_2$ ) และเกิดคอลลอยด์ของแบเรียมซัลเฟต ( $\text{BaSO}_4$ ) ซึ่งสามารถวัดปริมาณได้ในรูปของความขุ่น วิธีนี้สามารถหาซัลเฟตได้ต่ำถึง 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

#### (2) วิธีการ

1. นำตัวอย่างน้ำ 100 มล. (ถ้าตัวอย่างน้ำขุ่นควรกรองตัวอย่างน้ำก่อน) ใส่ในขวดรูปกรวยเติมคอนดิชันนิ่ง รีเอเจนต์ 5 มล. ผสมแล้วกวนโดยใช้เครื่องกวนแม่เหล็ก ขณะเดียวกันก็เติมผลึกแบเรียมคลอไรด์ ประมาณ 1 เริ่มจับเวลาทันที

2. เมื่อตั้งกวนไว้ครบ 1 นาที หยุดกวน นำไปวัดความขุ่น ภายในเวลา 10 นาที (น่าจะเจาะจงเวลาให้คงที่เท่ากันทุกครั้งทั้งการวิเคราะห์ตัวอย่างและเตรียมกราฟมาตรฐาน) นำไปอ่านค่าปริมาณซัลเฟตจากกราฟมาตรฐาน

3. การเตรียมกราฟมาตรฐาน เตรียมสารละลายมาตรฐานซัลเฟต ให้มีความเข้มข้น 500, 1000, 1500, 2000, 2500, และ 3000 ไมโครกรัม โดยปีเปตสารละลายมาตรฐานซัลเฟตมา 5, 10, 15, 20, 25, และ 30 มล. ตามลำดับ ใส่ในขวดรูปกรวยแล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 100 มล. ในแต่ละขวด แล้วทำเหมือนการวิเคราะห์ตัวอย่าง นำความขุ่นที่ได้แต่ละความเข้มข้นนำมาเขียนกราฟมาตรฐาน

#### (3) การคำนวณ

$$\text{SO}_4/\text{ลิตร} = \frac{\text{ไมโครกรัมซัลเฟต}}{\text{ปริมาณตัวอย่างน้ำ (มล.)}}$$