บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

การเก็บตัวอย่างน้ำ

1. ในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างและในคลอง

1.1 สถานีเก็บตัวอย่าง ในแม่น้ำเจ้าพระยาทำการเก็บตัวอย่างน้ำตั้งแต่บริเวณจังหวัดปทุมธานีจนถึงบริเวณปากแม่น้ำ จังหวัดสมุทรปราการ เป็นจำนวนทั้งหมด 15 สถานี (รูปที่ 3.1) ได้แก่

สถานี	สถานที่	ระยะทางจากปากแม่น้ำ
1.	ปากแม่น้ำ ป้อมพระจุล	0 กม.
2.	พระสมุทรเจดีย์	7 กม.
3.	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	12 กม.
4.	พระประแดง	18 กม.
5.	วัดไชยธินประดิษฐ์	22.8 กม.
6.	คลังน้ำมันปิโตรเลียม	26.5 กม.
7.	วัดด่าน	34.5 กม.
8.	สะพานกรุงเทพฯ	41.5 กม.
9.	สะพานพุทธฯ	48 กม.
10.	สะพานกรุงธน	53.5 กม.
11.	สะพานพระรามหก	58 กม.
12.	วัดตำหนักใต้	65 กม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานีที่	สถานที่
1.	ปากแม่น้ำ ข้อมพระจุล
2.	พระสมุทรเจดีย์
3.	โรงจักรพระนครใต้
4.	พระประแดง
5.	วัดไชยภินชระดิษฐ์
6.	คลังน้ำมันบริไดรเลียม
7.	วัดด่าน
8.	สะพานกรุงเทพฯ
9.	สะพานพุทธฯ
10.	สะพานกรุงธน
11.	สะพานพระราม๕
12.	วัดตำหนักใต้
13.	สะพานนนทบุรี
14.	วัดโส จังหวัดปทุมธานี
15.	คลองประปา ต.ขยองสาม

รูปที่ 3.1 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานี	สถานที่	ระยะทางจากปากแม่น้ำ
13.	สะพานนนทบุรี	83 กม.
14.	วัดโส จังหวัดปทุมธานี	93 กม.
15.	คลองประปา ตำบลสำแล	96 กม.

ในคลอง ทำการเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณปากคลองก่อนระบายลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา จำนวน 5 สถานี คือ คลองบางซื่อ คลองสามแสน คลองบางกอกใหญ่ คลองผดุงกรุงเกษม และคลองพระโขนง

1.2 ความถี่ในการเก็บตัวอย่างน้ำ ทำการเก็บ 2 ครั้ง คือ ในช่วงฤดูน้ำมาก (เดือนตุลาคม,2534) และช่วงฤดูน้ำน้อย (เดือนเมษายน,2535) โดยเก็บในช่วงน้ำลงต่ำสุด

1.3 วิธีการเก็บตัวอย่าง ทำการเก็บตัวอย่างที่ระดับกึ่งกลางความลึกในบริเวณกลางลำน้ำ

2. ในน้ำเสียชุมชน

2.1 สถานที่เก็บตัวอย่าง ทำการเลือกศึกษาจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่มีการทำงานของระบบเป็นปกติต่อเนื่องในขณะทำการศึกษา คือระบบบำบัดน้ำเสียของการเคหะแห่งชาติชุมชนห้วยขวาง และระบบบำบัดน้ำเสียของหมู่บ้านสัมมากร โดยทำการศึกษา 2 ระบบ ภายในหมู่บ้าน คือ ระบบ bioreel และระบบ biodrum

2.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด (influent) และน้ำทิ้งหลังผ่านระบบบำบัด (effluent)

2.3 ความถี่และวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำแบบรวม (composite) โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำทุก 3 ชั่วโมง ใน 24 ชั่วโมง ติดต่อกันเป็นเวลา 7 วัน

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

1. พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์และการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ

ตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยา ทำการวิเคราะห์หา สารลดแรงตึงผิวแอลเอเอส อุณหภูมิ พีเอช ค่าการนำไฟฟ้า ความเค็ม ออกซิเจนละลายในน้ำ บีโอดี ฟอสเฟต ไนเตรท และความกระด้าง

ตัวอย่างน้ำจากคลอง พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์เช่นเดียวกับตัวอย่างในแม่น้ำเจ้า-พระยา ยกเว้นค่าความเค็ม

ตัวอย่างน้ำเสียชุมชน พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ ได้แก่ สารลดแรงตึงผิวแอลเอเอส พีเอช ออกซิเจนละลายในน้ำ และบีโอดี

สามารถสรุปพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์และวิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำได้ดังในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์และวิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์	แม่น้ำเจ้าพระยา	คลอง	น้ำเสียชุมชน	วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ
1. สารลดแรงตึงผิวแอลเอเอส	x	x	x	เก็บตัวอย่างในขวดแก้วและเติมกรด H_2SO_4 จนพีเอชน้อยกว่า 2
2. อุณหภูมิ	x	x		วัดในภาคสนาม
3. พีเอช	x	x	x	วัดในภาคสนาม
4. ค่าการนำไฟฟ้า	x	x		วัดในภาคสนาม
5. ความเค็ม	x			วัดในภาคสนาม
6. ออกซิเจนละลายในน้ำ	x	x	x	วัดในภาคสนาม

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

พารามิเตอร์	แม่น้ำเจ้าพระยา	คลอง	น้ำเสียชุมชน	วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ
7. บีโอดี	x	x	x	แช่เย็นที่อุณหภูมิน้อยกว่า 4 องศาเซลเซียส
8. ฟอสเฟต	x	x		แช่เย็นที่อุณหภูมิน้อยกว่า 4 องศาเซลเซียส
9. ไนเตรท	x	x		แช่เย็นที่อุณหภูมิน้อยกว่า 4 องศาเซลเซียส
10. ความกระด้าง	x	x		เติมกรด HNO_3 จนพีเอช น้อยกว่า 2

2. วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ใช้วิธีวิเคราะห์ตาม Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WPCF, 1989) ดังนี้คือ

2.1 สารลดแรงตึงผิวแอลเอเอส

การวิเคราะห์หาสารลดแรงตึงผิวแอลเอเอส มีขั้นตอนการวิเคราะห์ 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 Surfactant Seperation by Sublation

sublation เป็นวิธีการแยกเอาสารลดแรงตึงผิว (surfactant) ออกจากสารอื่น ๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำตัวอย่าง โดยอาศัยการเป่าก๊าซไนโตรเจนขึ้นไปตามคอลัมน์ (column) ที่ใส่น้ำตัวอย่าง และมี ethyl acetate อยู่ชั้นบน สารลดแรงตึงผิวจะเกาะติดอยู่ที่ผิวของฟองอากาศ ซึ่งจะถูกนำขึ้นไปและละลายอยู่ในชั้น ethyl acetate จึงนำ

ethyl acetate ที่ได้จากการ sublation ไประเหย สิ่งที่เหลือจากการระเหยก็คือ สารลดแรงตึงผิว จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารลดแรงตึงผิวแอลเอเอส ในขั้นตอนต่อไป

<u>เครื่องมือ</u>

1) อุปกรณ์ sublator เป็นคอลัมน์ (column) ที่ทำด้วยแก้ว ดังแสดงในรูปที่ 3.2

2) กรวยแยก (seperatory funnel) ขนาด 250 mL และจุกปิดแบบเทฟลอน

3) อุปกรณ์ในการกรองตัวอย่างน้ำ ใช้กระดาษกรองแบบหยาบปานกลาง

4) เครื่องมือวัดอัตราไหลของก๊าซ (gas flowmeter)

<u>สารเคมี</u>

1) ก๊าซไนโตรเจน

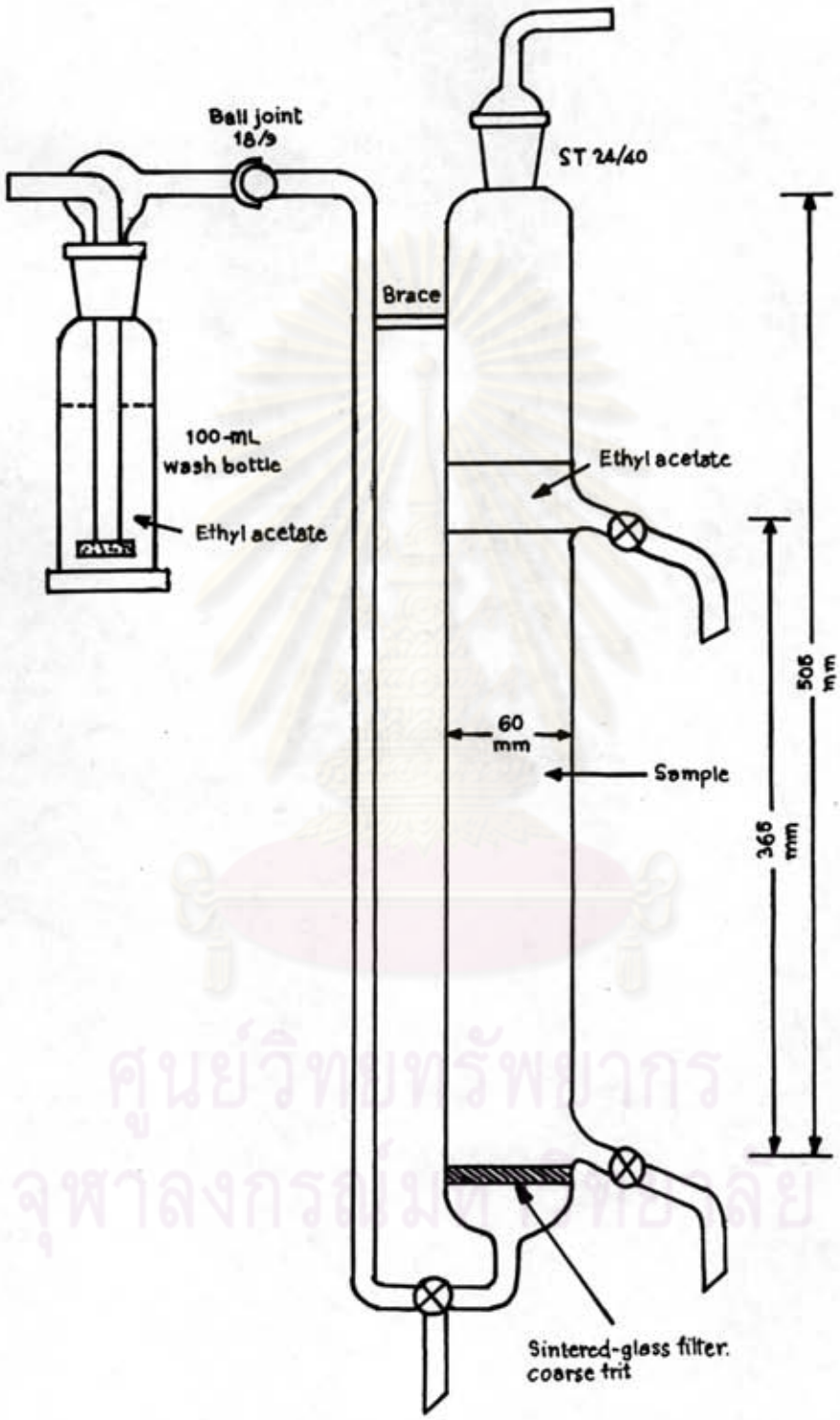
2) ethyl acetate (EtOAc)

3) sodium bicarbonate ($NaHCO_3$)

4) sodium chloride (NaCl)

5) น้ำกลั่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 อุปกรณ์ Sublator

I16669010

วิธีวิเคราะห์

การทำ sublation มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

น้ำตัวอย่าง

↓

กรองผ่านกระดาษกรอง (ถ้าน้ำขุ่น)

↓

น้ำตัวอย่าง 1 L + $NaHCO_3$ 5g + NaCl 100 g.

↓

ถ่ายลง sublator

↓

เติม EtOAc 100 mL ลงใน sublator

↓

ปล่อย N_2 gas (rate 1 L/min) นาน 5 นาที

↓

ถ่ายชั้น EtOAc ลงใน seperatory funnel

↓

กรองสารละลายที่ได้ผ่านกระดาษกรอง

↓

ทำ sublation อีกครั้งด้วย 100 mL EtOAc

↓

ถ่าย EtOAc ที่ได้ทั้งหมดลงใน 250 mL beaker

↓

ระเหย EtOAc ในบีกเกอร์โดยใช้ steam Bath

พร้อมกับเป่า N_2 gas หรืออากาศเบา ๆ เหนือผิวสารละลาย จน EtOAc ระเหยออกมาหมด

↓

เติม CH_3OH 20 mL ลงใน beaker

เพื่อละลาย sublate residue แล้วถ่ายลงใน beaker ที่มีน้ำอยู่ 25-50 mL

ด้วยปริมาตรที่แน่นอน

↓

ระเหย CH_3OH จนกระทั่งหมดโดยไม่ให้เกิดการเดือด

จนปริมาตรเหลือน้อยกว่า 10 mL อย่าให้แห้ง

↓

เจือจางให้ได้ปริมาตรประมาณ 100 mL ด้วยน้ำกลั่น ถ่ายใส่ seperatory funnel

↓

ทำต่อไปโดยใช้ขั้นตอนการวิเคราะห์ MBAS

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนที่ 2 Anionic Surfactant as MBAS

การวิเคราะห์หาปริมาณสารลดแรงตึงผิวกลุ่มประจุลบ (anionic surfactant) โดยใช้วิธี MBAS (Methylene Blue Active Substances) คือการใช้ Methylene blue เป็นสารสีที่มีประจุบวก (cationic dye) ทำปฏิกิริยาแบบ ion pair formation กับสารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบ แล้วเกิดเป็นเกลือสีน้ำเงิน ซึ่งละลายได้ใน chloroform จากนั้นนำมาวัดความเข้มสีน้ำเงิน (blue) ของ MBAS ความเข้มของสีจะเป็นสัดส่วนกับปริมาณสารลดแรงตึงผิว ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้วิเคราะห์สารลดแรงตึงผิวกลุ่มประจุลบที่อยู่ในรูปของสารลดแรงตึงผิวแอลเอเอส

เครื่องมือ

1) เครื่องมือวัดความเข้มสี : เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ของ Milton Roy Model 301

2) กรวยแยก (seperatory funnel) ขนาด 500 mL และจุกปิดแบบเทฟลอน

สารเคมี

1) สารละลาย LAS : ละลาย LAS 1.00 g ในน้ำกลั่นจนกระทั่งละลายหมด แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 mL ด้วยน้ำกลั่น เก็บสารละลายที่ได้ไว้ในตู้เย็นเพื่อให้เกิดการย่อยสลายน้อยที่สุด (LAS : sodium dodecyl sulfate : $C_{12}H_{25}OSO_3.Na$, MW. = 288.38 g)

2) สารละลายมาตรฐาน LAS : นำสารละลาย LAS ในข้อ 1) 10 mL เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1,000 mL จะมีความเข้มข้นเท่ากับ 10.0 ug LAS/mL หรือ 10.0 mg LAS/L

3) สารละลาย phenolphthalein

4) sodium hydroxide (NaOH) ความเข้มข้น 1 N

5) sulfuric acid (H_2SO_4) ความเข้มข้น 1 N และ 6 N

6) chloroform ($CHCl_3$)

7) สารละลาย methylene blue : ละลาย methylene blue 100 mg ในน้ำ 100 mL นำสารละลายมา 30 mL ใส่ลงในขวดขนาด 1,000 mL เติมน้ำลง

ไป 500 mL , 6N H_2SO_4 41 mL และ $NaH_2PO_4.H_2O$ 50 g เขย่าจนกระทั่งละลายหมด จึงปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 mL

8) สารละลาย wash solution : เติม 6N H_2SO_4 41 mL ลงในขวดขนาด 1,000 mL และใส่ $NaH_2PO_4.H_2O$ 50 g เขย่าจนละลาย ปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 mL

9) methanol (CH_3OH)

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

การวิเคราะห์ MBAS (Methylene Blue Active Substances) มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

เตรียม calibration curve โดยใส่ Std.LAS ปริมาตรต่าง ๆ ลงใน
seperatory funnel ที่มีน้ำกลั่นอยู่ 100 mL
↓
ทำให้เป็นด่างด้วย 1N NaOH ใช้ phenolpthalein ($\phi\phi$) และทำลายสี $\phi\phi$
ด้วย 1N H_2SO_4
↓
เติม $CHCl_3$ 10 mL + methylene blue reagent 25 mL
↓
เขย่านาน 30 วินาที - ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น
↓
ถ่ายชั้น $CHCl_3$ ลงใน seperatory funnel ใบที่สอง
↓
สกัดซ้ำโดยใช้ $CHCl_3$ ครั้งละ 10 mL อีก 2 ครั้ง
↓
เติม wash solution ลงใน seperatory funnel ใบที่สอง 50 mL
↓
เขย่านาน 30 วินาที - ทิ้งไว้ให้แยกชั้น
↓
ถ่าย $CHCl_3$ ลงใน 100 mL volumetric flask
↓
สกัด wash solution ด้วย $CHCl_3$ อีก 2 ครั้ง ๆ ละ 10 mL
↓
ปรับปริมาตร $CHCl_3$ ใน volumetric flask ให้เป็น 100 mL
วัด absorbance ที่ 652 nm. โดยใช้ $CHCl_3$ ปรับ zero

2.2 อุณหภูมิ วัดด้วยเครื่อง conductivity meter ของ ORION Model 122

2.3 พีเอช วัดด้วยเครื่อง pH meter ของ ORION Model SA 250

2.4 ค่าการนำไฟฟ้า วัดด้วยเครื่อง conductivity meter ของ ORION Model 122

2.5 ความเค็ม วัดด้วยเครื่อง S-C-T meter ของ YSI Model 33

2.6 ออกซิเจนละลายในน้ำ วัดด้วยเครื่อง DO meter ของ ORION Model 820

2.7 บีโอดี (biochemical oxygen demand) เจือจางตัวอย่างโดยใช้วิธีเปอร์เซนต์มิกเจอร์ (percent mixture) แล้วนำไปหาค่าออกซิเจนที่เหลือในขวดด้วยเครื่อง DO meter ของ ORION Model 820

2.8 ฟอสเฟต วิเคราะห์ด้วยวิธี ascorbic acid method

2.9 ไนเตรท วิเคราะห์ด้วยวิธี cadmium reduction mehtod

2.10 ความกระด้าง วิเคราะห์ด้วยวิธี EDTA titrimetric method

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การทดสอบความแตกต่างของปริมาณสารลดแรงตึงผิวแอลเอเอสในระหว่าง 2 ฤดู

การวิเคราะห์ถึงความแตกต่างของปริมาณสารลดแรงตึงผิวแอลเอเอสในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างในฤดูน้ำน้อยกับฤดูน้ำมาก โดยใช้การทดสอบทางสถิติแบบ T-value แบบ Paired test

2. การหาค่าสมมูลประชากรของสารลดแรงตึงผิวแอลเอเอส

ค่าสมมูลประชากรของสารลดแรงตึงผิวแอลเอเอสคือ ค่าความสกปรกหรือมลสารในรูปสารอินทรีย์ที่วัดสารลดแรงตึงผิวแอลเอเอสในรูป MBAS ที่เกิดจากการดำเนินชีวิตของคน ๆ หนึ่งในสภาพสังคมหนึ่ง ๆ โดยสามารถหาได้จากสูตร

สมมูลประชากร (สป.) = $\frac{\text{LAS ในรูป MBAS (มิลลิกรัม/ลิตร) x ปริมาณน้ำเสียชุมชน (ลิตร/วัน)}}{\text{จำนวนประชากร (คน)}}$

= LAS ในรูป MBAS หน่วยเป็น มิลลิกรัม หรือ กรัม/คน-วัน

LAS : ค่าความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวแอลเอเอสในรูป MBAS ที่วิเคราะห์พบในน้ำเสียชุมชนแห่งหนึ่ง

ปริมาณน้ำเสียชุมชน : คำนวณจากปริมาณการใช้น้ำของคนในชุมชนนั้น ปริมาณน้ำเสียเท่ากับ 85% ของปริมาณน้ำใช้ (Tennobanoglous and Burton, 1991)

จำนวนประชากร : จำนวนคนที่อยู่อาศัยในชุมชนนั้น ๆ

3. การหาประสิทธิภาพในการบำบัดสารลดแรงตึงผิวแอลเอเอสของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน สามารถหาได้จากสูตร

ประสิทธิภาพในการบำบัด = $\frac{A - B}{A} \times 100$ หน่วยเป็นเปอร์เซนต์

A : ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวแอลเอเอสในน้ำก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย

B : ความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวแอลเอเอสในน้ำที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย