

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์เครื่องมือและสารเคมี

1. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำเสีย ภาชนะสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ ตะกร้าพลาสติก ปากกา ฉลากสำหรับปิดขวด ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขวดโพลีโพรพรีลีน (Polypropylene) ขนาด บรรจุน้ำ 2.5 ลิตร

2. อุปกรณ์และเครื่องมือเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์

2.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด 3 ตำแหน่ง (Analytical Balance) รุ่น HF 200 G ยี่ห้อ A&D Company

2.2 ตู้อบ (Oven) รุ่น 1375 FX ยี่ห้อ SHEL LB

2.3 โถดูดความชื้น (Desiccater)

2.4 อุปกรณ์เครื่องแก้วพื้นฐาน

2.4.1 กระบอกตวง (Measuring Cylinder)

2.4.2 กรวยบुकเนอร์ (Buckner Funnel)

2.4.3 ขวดคูด (Side Armed Flask)

2.4.4 ขวดวัดปริมาตร (Volumetric Flask)

2.4.5 แท่งแก้ว (Glass rod)

2.4.6 ปีกเกอร์ (Beaker)

2.4.7 ปิเปตต์ (Pipette)

2.4.8 หลอดหยด (Dropper)

2.5 เครื่องดูดอากาศ (Suction Pump) ยี่ห้อ Millipore

2.6 เครื่องล้างปิเปตต์ (Pipette Washer)

2.7 เครื่องให้ความร้อน (Heat Block) รุ่น Model 45600 ยี่ห้อ HACH

2.8 ตู้เย็น (Refrigerator)

3. เครื่องเติมอากาศแบบหัวทราย

4. กระดาษกรองเส้นผ่าศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร เบอร์ 1 ยี่ห้อ Whatman

5. กระดาษชั่งสาร ขนาด 100 มม. × 100 มม.

6. สายยางความยาว 70 ซม.

7. ตัวดูดพลาสติกที่ติดกระงก
8. ปั๊มน้ำ (Air Pump) รุ่น AP 3000 ยี่ห้อ YAMANO
9. โหลแก้วขนาดบรรจุน้ำ 12 ลิตร
10. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) รุ่น UV 1601 ยี่ห้อ SHIMADZU
11. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์
 - 11.1 ไดโครเมตโพแทสเซียมไดโครเมตออกซาลेट ($K_2Cr_2O_7$)
 - 11.2 กรดซัลฟูริกเข้มข้น (HCl)
 - 11.3 เมอร์คิวรีซัลเฟต ($HgSO_4$)
 - 11.4 ซิลเวอร์ซัลเฟต (Ag_2SO_4)
 - 11.5 โพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต ($KOOC.C_6H_4.COOH$)
 - 11.6 เอทิลีนไดอะมีนเตตระอะซิติก (EDTA)
 - 11.7 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
 - 11.8 เมอร์คิวรีไอโอดรายด์ (HgI_2)
 - 11.9 โพแทสเซียมไอโอดรายด์ (KI)
 - 11.10 แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl)
 - 11.11 โซเดียมซาลิไซเลต ($C_7H_5NaO_3$)
 - 11.12 แอนไฮดรัสโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3)
 - 11.13 85% กรดฟอสฟอริก
 - 11.14 ซัลฟานิลาไมด์ ($C_6H_8N_2O_2S$)
 - 11.15 เนฟทิลเอสรีลินไดไฮโดรคลอไรด์ ($C_{12}H_{14}N_2 \cdot 2HCl$)
 - 11.16 โซเดียมไนไตรต์ ($NaNO_2$)
 - 11.17 โพแทสเซียมทาร์เตรต ($K(SbO)C_4H_4O_6$)
 - 11.18 แอมโมเนียมโมลิบเดต ($(NH_4)_6 Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$)
 - 11.19 กรดแอสคอร์บิก ($COCOH:COHCHCHOCH_2OH$)
 - 11.20 แอนไฮดรัสโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)
 - 11.21 ฟีนอลทาลิน ($C_{20}H_{14}O_4$)
 - 11.22 กรดไนตริกเข้มข้น (HNO_3)
 - 11.23 โซเดียมเตตระโบเรต ($Na_2B_4O_7$)
 - 11.24 เรดเมอร์คิวรีออกไซด์ (HgO)

การดำเนินการทดลอง

1. ขั้นตอนการทดลอง

1.1 การเตรียมน้ำเลี้ยงสังเคราะห์

เตรียมน้ำเลี้ยงสังเคราะห์ปริมาตร 9 ลิตร สำหรับใช้ในการทดลอง 8 ชุดการทดลอง
เตรียมน้ำเลี้ยงสังเคราะห์ทุกวัน โดยน้ำเลี้ยงสังเคราะห์มีส่วนประกอบดังนี้ คือ ซูโคส (Sucrose)
301 มก./ล. กรดอะซิติก (Acetic acid) 0.133 มก./ล. โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต
(KH_2PO_4) 65.8 มก./ล. ยูเรีย (Urea) 53.6 มก./ล. แมกนีเซียมซัลเฟต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 31.2 มก./ล.
เฟอร์รอสคลอไรด์ (FeCl_3) 1.0 มก./ล. และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] 85 มก./ล. (Penswad
& Chadarut, 1999)

1.2 การเตรียมหัวเชื้อ

เก็บตัวอย่างน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสีย เทศบาลเมืองพญา จังหวัดชลบุรี เก็บตัวอย่าง
น้ำเสียปริมาตร 2.5 ลิตร จำนวน 10 ชุด โดยเก็บจากบ่อเดิมอากาศของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ
แอกติเวเต็ดสลัดจ์และเขียนฉลากบันทึกข้อมูลติดไว้ข้างขวด แล้วจึงนำมาเก็บรักษาตัวอย่างไว้ที่
อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาใช้ในการทดลอง

1.3 การเตรียมวัสดุสำหรับยัดเกาะ โดยเติมตัวกลางลงไป 10% ของปริมาตรน้ำเสีย
เพื่อให้ตัวกลางเคลื่อนที่ได้ง่ายและ จุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำได้เป็นอย่างดีด้วย แบ่งออกเป็น 6 ชนิด
คือ

1.3.1 โรล์ม้วนผม นำโรล์ม้วนผมที่ใช้งานแล้วขนาดกลางมาล้างทำความสะอาด
ให้ทั่ว จำนวน 20 ชิ้น

1.3.2 ออกซิบอล นำวัสดุจำพวกพลาสติก มีลักษณะกลม พื้นผิวเป็นซี่ ๆ ล้างทำ
ความสะอาด จำนวน 15 ลูก

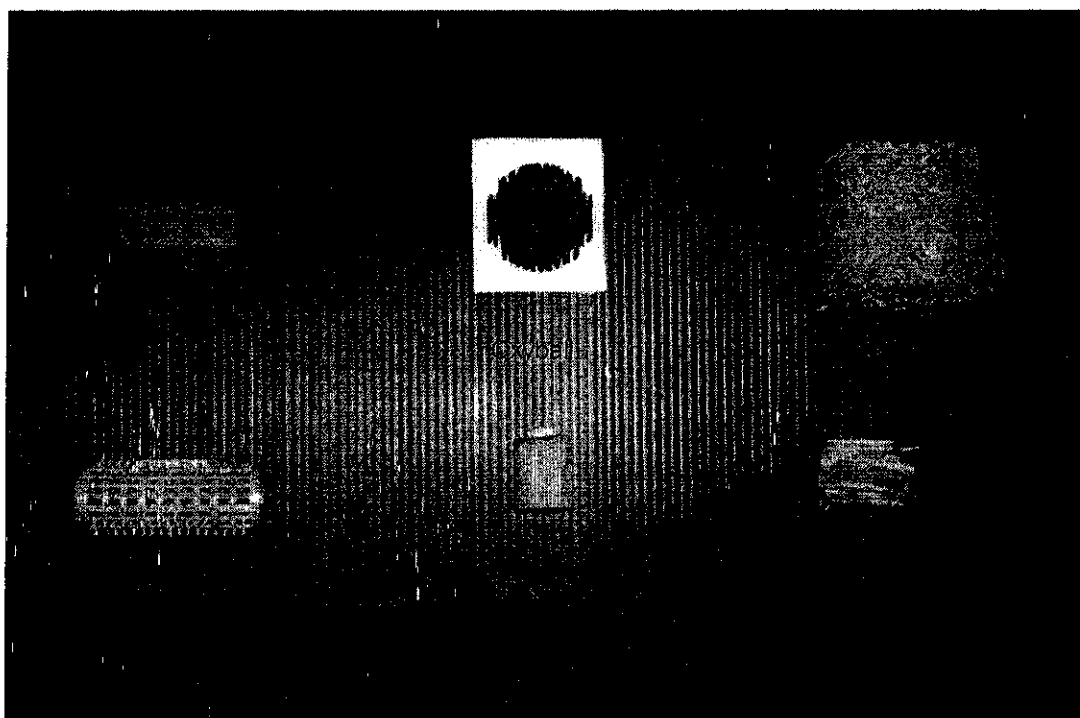
1.3.3 ไม้ไผ่ นำไม้ไผ่แห้งเอาเปลือกด้านนอกออก แล้วจึงตัดให้มีขนาดกว้าง 2
นิ้ว ยาว 2 นิ้ว จำนวน 50 ชิ้น

1.3.4 ไม้ระกำ นำไม้ระกำแห้ง ลอกเปลือกด้านนอกออกแล้วตัดให้มีความยาว
1 นิ้วจำนวน 50 ชิ้น

1.3.5 รั้วบวบ นำบวบแก่ตากแดดให้แห้ง ลอกเปลือกด้านนอกออก นำมาตัด
เป็นชิ้นให้มีความยาว 2 นิ้ว จำนวน 15 ชิ้น

1.3.6 หลอดกาแฟ นำหลอดกาแฟที่เหลือจากใช้ ล้างทำความสะอาดแล้วจึงนำ
มาตัดให้มีความยาว 1 นิ้วแล้วจึงใช้กาวติดหลอดกาแฟ 10 อันให้ติดกันเป็นรูปปริมาตรสามเหลี่ยม
จำนวน 40 ชิ้น

นำตัวกลางทั้งหมดของแต่ละชุดการทดลองซึ่งน้ำหนักและจุดบันทึกก่อนนำตัวกลางมา
แช่ในน้ำเสียสังเคราะห์ 24 ชั่วโมงก่อนนำมาใช้ในการทดลอง วัสดุที่ใช้ในการทดลองดังแสดงดัง
ภาพที่ 8



ภาพที่ 8 วัสดุที่นำมาเป็นตัวกลางยัดเกาะของจุลินทรีย์

1.4 การเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับชุดการทดลอง

เครื่องเติมอากาศแบบหัวทราย โดยติดเครื่องเติมอากาศแบบหัวทรายจำนวน 3 หัว
ลงในแต่ละโหลแก้ว ใช้ที่ติดกระจกเป็นตัวยึดสายยาง และติดให้หัวเติมอากาศเป็นรูปแบบ
สามเหลี่ยมด้านเท่าที่บริเวณก้นของโหลแก้ว

2. ขั้นตอนการทดลอง การทดลองแบ่งออกเป็นแบบจำลอง 3 ระบบ คือ

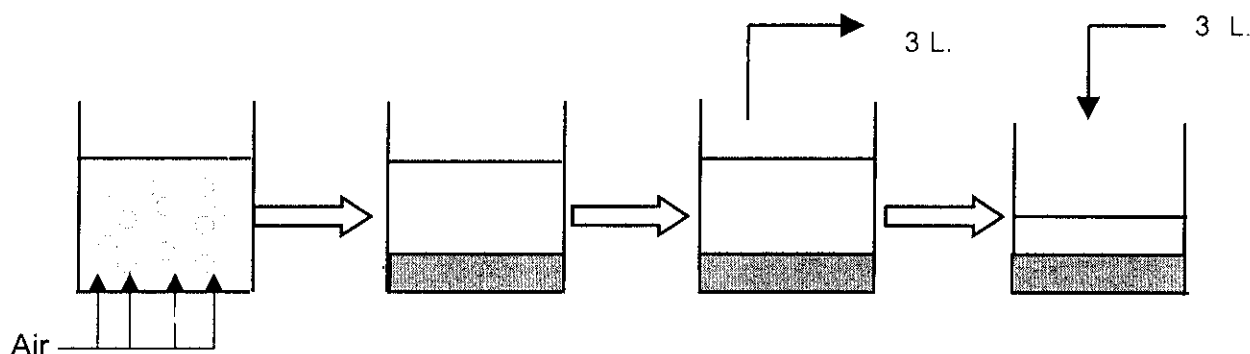
2.1 ชุดการทดลองระบบบำบัดน้ำเสียแอกติเวตเต็ดสลัดจ์แบบกึ่งต่อเนื่อง

(Semi-Continuous Activated Sludge: SCAS)

นำน้ำเสียสังเคราะห์ปริมาตร 9 ลิตรใส่ในโหลแก้วที่เตรียมไว้ เติมน้ำเสียที่เก็บจาก
ระบบบำบัดน้ำเสียจำนวน 900 มิลลิลิตร (10% ของปริมาตรน้ำเสีย) ผสมให้เข้ากัน เติมน้ำ
24 ชั่วโมง และเปลี่ยนถ่ายน้ำเสียของระบบทุกวันโดย ปิดเครื่องเติมอากาศ 1 ชั่วโมงเพื่อให้เกิด

การตกตะกอน นำน้ำเสียออกปริมาณ 3 ลิตร จากนั้นเติมน้ำเสียสังเคราะห์ที่เตรียมใหม่ในแต่ละวันลงไป 3 ลิตร แล้วจึงเปิดเครื่องเติมอากาศ ดังแสดงในภาพที่ 9

ตรวจวัดค่า MLSS เพื่อดูปริมาณตะกอนของระบบ โดยควบคุมปริมาณที่ 1,500–2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าพบว่าปริมาณตะกอนมากเกินไปในช่วงที่กำหนดต้องมีการนำตะกอนออกจากระบบให้ค่า MLSS อยู่ในช่วงที่เหมาะสม



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการทดลองของชุดการทดลองระบบบำบัดน้ำเสียแบบ SCAS

2.2 ชุดการทดลองระบบบำบัดน้ำเสียแบบซีควเอนซ์แบตช์รีแอกเตอร์ (Sequencing Batch Reactors: SBR)

นำน้ำเสียสังเคราะห์ปริมาณ 9 ลิตรใส่ในโหลแก้วที่เตรียมไว้ เติมน้ำเสียที่เก็บจากระบบบำบัดน้ำเสียปริมาณ 900 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน โดยแต่ละวันดำเนินการทดลองดังนี้ เติมน้ำอากาศ 5 ชั่วโมง ตกตะกอน 1.5 ชั่วโมง นำน้ำเสียออกปริมาณ 3 ลิตร 0.5 ชั่วโมง ไม่เติมน้ำอากาศ 17 ชั่วโมง เติมน้ำเสีย สังเคราะห์ปริมาณ 3 ลิตร 0.1 ชั่วโมง ดังในภาพที่ 10 และทำการตรวจวัดค่า MLSS เพื่อดูปริมาณตะกอนของระบบ โดยควบคุมปริมาณที่ 1,500–2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เช่นเดียวกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบ SCAS

Aeration 5 hrs.	Settle 1.5 hrs.	Decant 0.5 hr.	Anoxic 17 hrs.
-----------------	--------------------	-------------------	----------------

ภาพที่ 10 แผนผังขั้นตอนการทำการทดลองระบบบำบัดน้ำเสียแบบ SBR

2.3 ชุดการทดลองระบบบำบัดน้ำเสียแบบจุลินทรีย์บนตัวกลางยึดเกาะ (Biofilm Suspended Carrier: BSC)

นำน้ำเสียสังเคราะห์ปริมาตร 9 ลิตรใส่ในโหลแก้วที่เตรียมไว้ เติมน้ำเสียจากที่เก็บจากระบบบำบัดน้ำเสียปริมาณ 900 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากัน จำนวน 6 โหล นำวัสดุที่ใช้เป็นตัวยัดเกาะของจุลินทรีย์ที่เตรียมไว้ แยกใส่แต่ละโหล เติมอากาศ 24 ชั่วโมง และดำเนินการเปลี่ยนถ่ายน้ำเสียของระบบทุกวันโดย ปิดเครื่องเติมอากาศ 1 ชั่วโมงเพื่อให้เกิดการตกตะกอน นำน้ำเสียออกปริมาตร 3 ลิตร จากนั้นเติมน้ำเสียสังเคราะห์ที่เตรียมใหม่ในแต่ละวันลงไป 3 ลิตรจึงเปิดเครื่องเติมอากาศ ตรวจวัดค่า MLSS เพื่อดูปริมาณตะกอนในระบบเช่นเดียวกับระบบ SCAS และ SBR

3. ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

3.1 การเก็บตัวอย่างน้ำเสียสำหรับวิเคราะห์ โดยเก็บตัวอย่างน้ำเป็น 3 ระยะดังนี้ ระยะที่ 1 เก็บตัวอย่างน้ำทุก ๆ 2 วัน ในช่วง 45 วันแรกของการทดลอง ระยะที่ 2 หลังจากวันที่ 45 เก็บตัวอย่างน้ำทุกสัปดาห์ ๆ ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ และระยะที่ 3 เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการทดลองครบ 100 วัน

3.2 การเก็บตัวอย่างสำหรับหามวลชีวภาพ (Biomass) บนตัวกลางยัดเกาะ 1 ครั้งต่อสัปดาห์

4. ขั้นตอนการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ตัวอย่างจากชุดการทดลองระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 8 ชุดการทดลอง โดยพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาได้แก่ NH_4^+-N NO_2^--N NO_3^--N COD $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ และ MLSS ตามขั้นตอนการวิเคราะห์จาก Standard Method for the Examination of Water and Wastewater (1992)

การวิเคราะห์หามวลชีวภาพที่ยึดเกาะบนวัสดุยัดเกาะของจุลินทรีย์ อ้างอิงจาก Lundar (1993) โดยนำตัวอย่างวัสดุยัดเกาะของแต่ละระบบบอให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นแล้วจึงนำมาชั่งน้ำหนัก จดบันทึกเป็นค่าที่ 1 แล้วจึงนำตะกอนแห้งที่ติดอยู่ที่วัสดุยัดเกาะออกให้หมด นำวัสดุยัดเกาะเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นแล้วจึงนำมาชั่งน้ำหนัก จดบันทึกเป็นค่าที่ 2 แล้วจึงนำมาคำนวณดังสูตร

$$\text{มวลชีวภาพของวัสดุยัดเกาะ} = \text{น้ำหนักหลังอบครั้งที่ 1} - \text{น้ำหนักหลังอบครั้งที่ 2}$$

จำนวนซ้ำในการทดลองวิเคราะห์ตัวอย่างจากชุดการทดลอง โดยทำการทดลองซ้ำจำนวน 3 ซ้ำ

5. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

นำข้อมูลผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ ของทั้ง 8 ชุดการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นแต่ละพารามิเตอร์