บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ลักษณะการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

น้ำเสียจากมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

3.3 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

3.4 เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.4.1 ชุดโมเดลระบบบำบัดน้ำเสียแบบสลับเป็นกะ ประกอบด้วย 1) ถังปฏิกรณ์ 2) เครื่องกวน 3) Adaptor ปรับรอบเครื่องกวน 4) เครื่องวัดอัตราการเติมอากาศ 5) ถังน้ำเสียที่จะบำบัด และ 6) ถังรองน้ำที่ผ่านการบำบัด (รูปที่ 3-1) โดยรายละเอียดส่วนประกอบต่างๆ ของชุดทดลอง มีดังนี้

1) ถังพักน้ำเสีย (Influent Tank) เป็นถังพลาสติก ขนาดความจุ 7 ลิตร ใช้บรรจุน้ำเสียที่จะสูบเข้าสู่ถังปฏิกิริยา

2) ท่อกระจายน้ำเสีย (Influent Discharge Pipe) ทำจากสายยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.3 นิ้ว โดยต่อสายยางระหว่างท่อและปิดเปิดวาล์ว เพื่อควบคุมปริมาณการไหลของน้ำเสียเข้าถังปฏิกิริยาตามที่ต้องการ

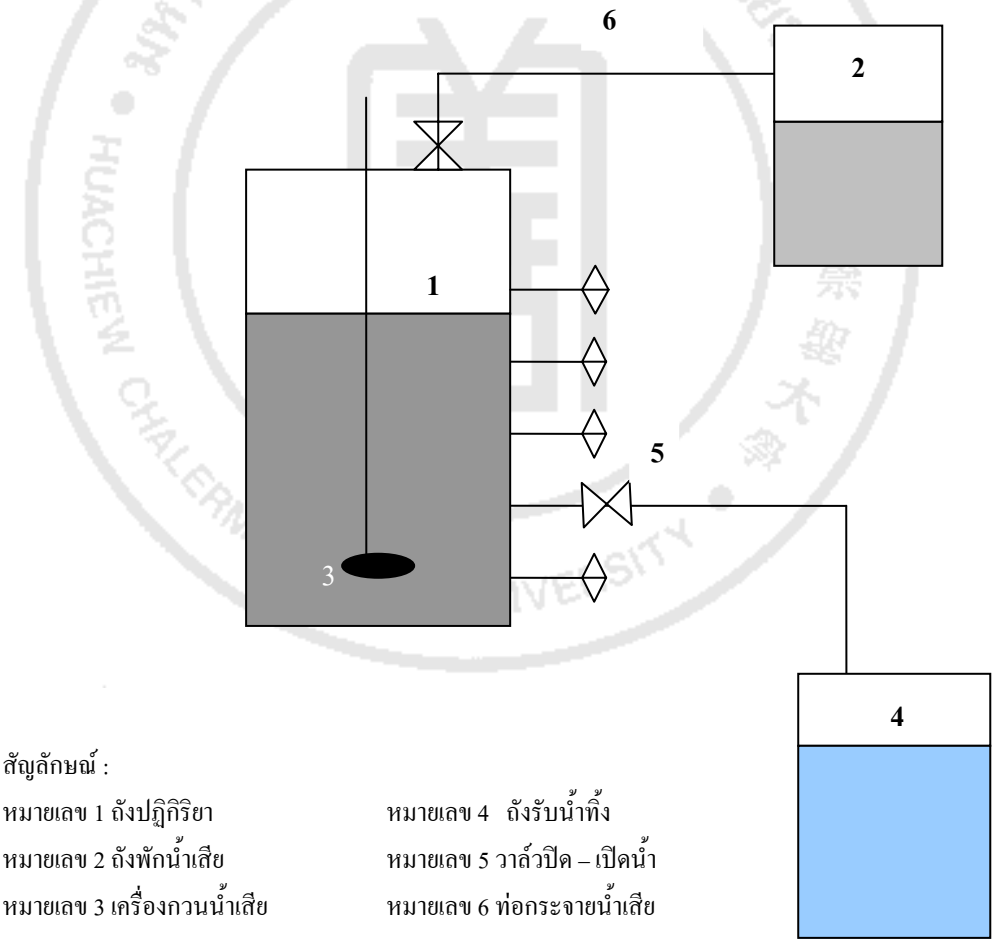
3) ถังปฏิกิริยา (Reactor Tank) เป็นถังอะคลิลิกใส ขนาดความจุ 10 ลิตร ปริมาตรใช้งาน 5 ลิตร ทำหน้าที่เป็นถังปฏิกิริยาและถังตกตะกอนในใบเดียวกัน โดยในถังปฏิกิริยามีตะกอนจุลินทรีย์ (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids, MLVSS) เริ่มต้นประมาณ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร

4) เครื่องกวนน้ำเสีย (Mixer) เป็นใบพัดที่ติดอยู่กับมอเตอร์ที่ควบคุมการทำงานโดยเครื่องปรับความเร็วรอบ (Adaptor) ทำหน้าที่กวนน้ำเสียในถังปฏิกิริยาที่ความเร็วรอบประมาณ 100 - 110 รอบ/นาที

5) วาล์วปิด – เปิดน้ำ เป็นวาล์วที่ทำหน้าที่สำหรับปิด- เปิด เพื่อควบคุมน้ำเสียไหลเข้าสู่ถังปฏิกิริยา และระบายน้ำทิ้งออกถังปฏิกิริยา

6) ถังรับน้ำทิ้ง (Effluent Tank) เป็นถังพลาสติกขนาดความจุ 5 ลิตร ทำหน้าที่รองรับน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว

7) เครื่องพ่นอากาศขนาดเล็ก (Air pump) สำหรับระบบฯ ชนิดเติมอากาศ ซึ่งสามารถเติมอากาศได้ในอัตราเฉลี่ย 70 ลิตร/นาที/เครื่อง จำนวน 1 เครื่อง พร้อมหัวกระจายอากาศแบบหัวฟู่ จำนวน 1 ชุด



สัญลักษณ์ :

หมายเลข 1 ถังปฏิกิริยา
หมายเลข 2 ถังพักน้ำเสีย
หมายเลข 3 เครื่องกวนน้ำเสีย
หมายเลข 4 ถังรับน้ำทิ้ง
หมายเลข 5 วาล์วปิด – เปิดน้ำ
หมายเลข 6 ท่อกระจายน้ำเสีย

รูปที่ 3-1 ชุดทดลองระบบบำบัดน้ำเสียแบบสลับเป็นกะ

3.4.2 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

1) อุปกรณ์ ได้แก่

1.1) เครื่องวัดพีเอช

1.2) เครื่องวัดดีโอ

1.3) เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

1.4) บิวเรต

1.5) เตาเผาอุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส

1.6) ตู้ดูดความชื้น (Desiccator)

1.7) ตู้อบ (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 103 – 105 องศาเซลเซียส

1.8) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ

1.9) ชุดเครื่องมือสำหรับย่อยสลาย

1.10) หลอดย่อย

1.11) ขวด Kjeldahl Flask

1.12) ชุดเครื่องมือสำหรับทำการกลั่นแอมโมเนีย

1.13) สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

2) สารเคมี ได้แก่

2.1) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ซีโอดี

- สารละลายมาตรฐานตัสเซียมไดโครเมต เข้มข้น 0.1 N
- กรดซัลฟุริคและซิลเวอร์ซัลเฟต
- สารละลายมาตรฐานเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.05 N
- สารละลายเฟอโรอีนอินดิเคเตอร์

2.2) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ทีเคเอ็น

- สารละลายปรอทซัลเฟต
- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ – โซเดียมไธโอซัลเฟต
- น้ำยาสำหรับย่อยสลาย
- สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์

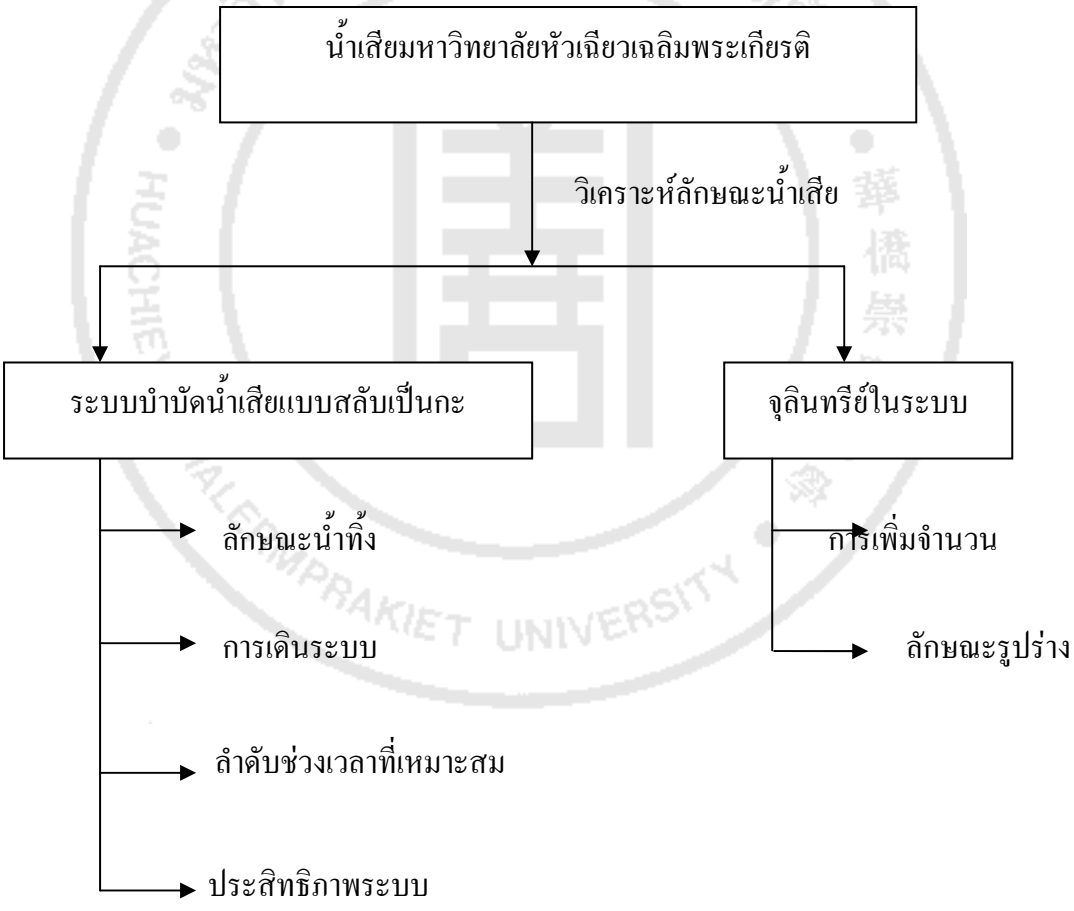
2.3) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ฟอสเฟต

- กรดแอสคอร์บิค
- สารละลายแอมโมเนียมโมริบเดท

- สารละลายกรดซัลฟุริค
- สารละลายแอนติโมนีโปตัสเซียมทาเทรต

3.5 วิธีการศึกษา

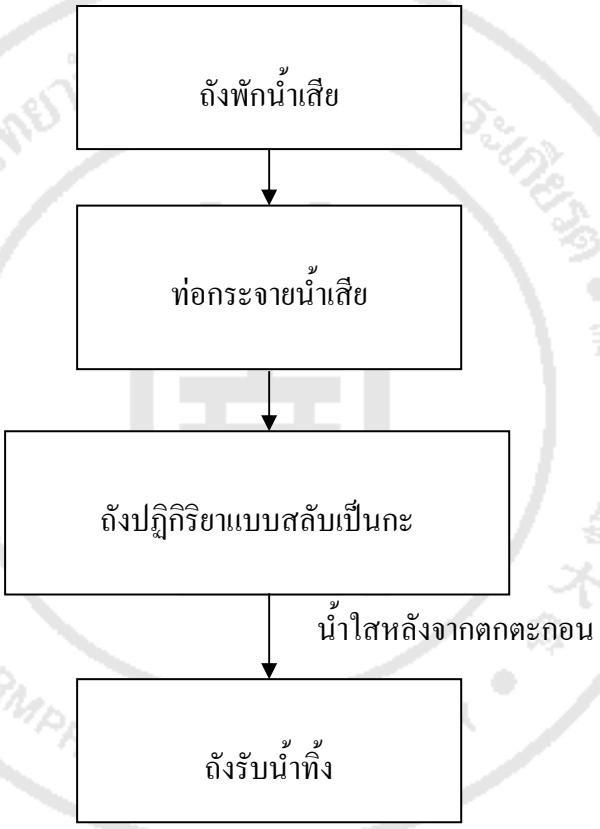
การศึกษา แบ่งเป็น 2 ส่วน (รูปที่ 3-2) ส่วนแรกเป็นการศึกษาการเดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบสลับเป็นกะทั้งชนิดเติมอากาศและไร้อากาศ เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบฯ จากลำดับช่วงเวลาที่เหมาะสม ส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบฯ โดยใช้ค่าความเข้มข้นของตะกอน (mg MLVSS/L) และศึกษาลักษณะรูปร่างของจุลินทรีย์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์และ SEM โดยมีรายละเอียดวิธีดำเนินการศึกษา ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3-2 วิธีการดำเนินการศึกษา

3.5.1 ทิศทางการไหลของน้ำเสีย

ทิศทางการไหลของน้ำเสียในระบบฯ แสดงดังรูปที่ 3-3 โดยเริ่มต้นจากน้ำเสียที่อยู่ในถังพักน้ำเสียไหลเข้าสู่ท่อกระจายน้ำเสียและถังปฏิกิริยา ทำการเปิดเครื่องกวนน้ำเสียเพื่อให้ตะกอนจุลินทรีย์บำบัดความสกปรกในน้ำเสียได้อย่างทั่วถึง จนเวลาการทำปฏิกิริยาสิ้นสุดลง จึงปิดเครื่องกวนน้ำเสีย แล้วปล่อยให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกตะกอน ส่วนของน้ำใสที่ผ่านการบำบัดแล้ว จะถูกระบายทิ้งสู่ถังรับน้ำทิ้ง เพื่อนำไปวิเคราะห์ลักษณะน้ำทิ้งต่อไป



รูปที่ 3-3 ทิศทางการไหลของน้ำเสียในชุดทดลอง

3.5.2 น้ำเสียที่ใช้ในการวิจัย

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียจากมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ บริเวณจุดปล่อยน้ำเสียด้านหลังอาคารโภชนาการ ซึ่งผ่านตะแกรงและถังดักไขมันมาแล้ว โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย ระหว่างเวลา 14.30 – 15.30 น. โดยประมาณ

3.5.3 ความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกอนจุลินทรีย์

ใช้ตะกอนจุลินทรีย์จากระบบบำบัดน้ำเสียนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบังในการเริ่มต้นเดินระบบ ที่ความเข้มข้นประมาณ 1,500 mg MLVSS/L โดยทำการเติมน้ำเสียและเปิดเครื่องกวนติดต่อกันเป็นเวลา 3 วัน เพื่อให้จุลินทรีย์คุ้นเคยกับน้ำเสียก่อนที่จะเริ่มวัฏจักรใหม่ และทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งเพื่อไปคำนวณหาประสิทธิภาพของระบบต่อไป

3.5.4 ระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเติมอากาศ

1) ขั้นตอนการเดินระบบ

เดินระบบ 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยา (Fill and React Period) 20, 7, 5, และ 3 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 2 ช่วงการตกตะกอน (Settle Period) 50 นาที

ขั้นตอนที่ 3 ช่วงระบายน้ำทิ้ง (Decant Period) 10 นาที

2) ลำดับช่วงเวลาเดินระบบ แสดงดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ลำดับช่วงเวลาเดินระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดเติมอากาศ

ลำดับช่วงเวลา	รูปแบบการทดลอง			
	Pre-test	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
เติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยา	20	7	5	3
ตกตะกอน	50	50	50	50
ระบายน้ำทิ้ง	10	10	10	10

3.5.5 ระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดไร้อากาศ

1) ขั้นตอนการเดินระบบ

เดินระบบ 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ช่วงป้อนน้ำเสียและทำปฏิกิริยา (Fill and React Period) 48, 24, 15, และ 5 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 2 ช่วงการตกตะกอน (Settle Period) 50 นาที

ขั้นตอนที่ 3 ช่วงระบายน้ำทิ้ง (Decant Period) 10 นาที

2) ลำดับช่วงเวลาเดินระบบ

ช่วงเวลาการเดินระบบ แบ่งเป็น 3 ช่วง คือ 1) ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยา โดยศึกษาที่ช่วงเวลาต่างๆ ได้แก่ 48, 24, 15 และ 5 ชั่วโมง 2) ช่วงตกตะกอนใช้เวลา 50 นาที และ 3) ช่วงระบายน้ำทิ้งใช้เวลา 10 นาที รายละเอียดช่วงเวลาเดินระบบทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ลำดับช่วงเวลาเดินระบบบำบัดแบบสลับเป็นกะชนิดไร้อากาศ

ลำดับช่วงเวลา	รูปแบบการทดลอง			
	Pre-test	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
เติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยา	48	24	15	5
ตกตะกอน	50	50	50	50
ระบายน้ำทิ้ง	10	10	10	10

3.5.6 การเก็บตัวอย่างน้ำและวิธีการวิเคราะห์

เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าสู่ถังปฏิกิริยา (Influent) และน้ำทิ้ง (Effluent) ที่ผ่านการบำบัดแล้วของแต่ละรอบวัฏจักรการบำบัด เพื่อนำมาวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียและน้ำทิ้ง โดยพารามิเตอร์แสดงลักษณะน้ำเสียและน้ำทิ้ง ประกอบด้วย 1) pH 2) DO 3) COD 4) TKN 5) PO_4^{3-} และใช้พารามิเตอร์ TS และ VS แสดงความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบ โดยทำการเก็บตัวอย่างตะกอนจุลินทรีย์และนำมาวิเคราะห์เดือนละ 2 ครั้ง (ตารางที่ 3-3)

3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย ประกอบด้วย 1) ลำดับช่วงเวลาการเดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบสลับเป็นกะชนิดเติมอากาศและไร้อากาศ โดยเน้นที่ช่วงเติมน้ำเสียและทำปฏิกิริยา และ 2) ข้อมูลประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากการเดินระบบฯ ชนิดเติมอากาศและไร้อากาศ

ตารางที่ 3-3 พารามิเตอร์ ความถี่ในการเก็บตัวอย่าง และวิธีวิเคราะห์/เครื่องมือ

พารามิเตอร์	น้ำเสีย*		น้ำทิ้ง*		ตะกอน**		วิธีวิเคราะห์/เครื่องมือ (APHA. 1998)
	เติมอากาศ	ไร้อากาศ	เติมอากาศ	ไร้อากาศ	เติมอากาศ	ไร้อากาศ	
pH	/	/	/	/	-	-	pH Meter
DO	/	/	/	-	-	-	DO Meter
COD	/	/	/	/	-	-	Close Reflux
TKN	/	/	/	/	-	-	Kjeldahl
PO_4^{3-}	-	/	-	/	-	-	Ascorbic acid
TS	-	-	-	-	/	/	อบที่ 103-105^{0}C
VS	-	-	-	-	/	/	เผาที่ 550^{0}C

หมายเหตุ : *วิเคราะห์ 1 ครั้ง (3 ซ้ำ) ใน 1 วัฏจักร

**วิเคราะห์เดือนละ 2 ครั้ง

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยค่าทางสถิติ ซึ่งสถิติที่ใช้สำหรับ 1) ข้อมูลลำดับช่วงเวลาการเดินระบบ คือ ค่าพิสัย ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ 2) ข้อมูลประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากการเดินระบบแบบเติมอากาศ และไร้อากาศ ใช้ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละโดยค่าเฉลี่ย แสดงลักษณะน้ำเสียและน้ำทิ้งโดยเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงความคลาดเคลื่อนจากการวิเคราะห์ ค่าร้อยละแสดงประสิทธิภาพของระบบในการกำจัดซีโอดีและทีเคเอ็น และใช้ One Way Anova ทดสอบความแตกต่างของประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในแต่ละช่วงเวลา

3.8 ระยะเวลาของการทำวิจัย

1 ปี (กรกฎาคม 2551 – มิถุนายน 2552)