

บทที่ 3

การวางแผนการวิจัย

3.1 แผนการทดลอง

การทดลองกระทำที่ห้องปฏิบัติการปริญญาโทของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย การทดลองใช้ระบบยูเอเอสบี จำนวน 3 ถัง ที่มีลักษณะเหมือนกัน น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียจริง นำมาเจือจางให้ได้ความเข้มข้นซีโอดีประมาณ 500 มก./ล. เติมน้ำตาลทรายเพื่อใช้เป็นแหล่งคาร์บอนลงในน้ำเสีย ให้มีความเข้มข้นซีโอดี 5 ค่า ใช้เวลากักน้ำ 24 ชั่วโมง อัตราการสูบน้ำเข้าระบบเท่ากับ 2.5 ลิตร/วัน แผนการทดลองแสดงในตารางที่ 3.1

พารามิเตอร์ที่เป็นตัวแปรอิสระที่ทำการศึกษา คือ

- ความเข้มข้นซีโอดีจากน้ำตาล ที่ใช้เป็นแหล่งคาร์บอนที่เติมให้น้ำเสีย โดยการเปลี่ยนแปลงค่าเป็น 5 ค่า

พารามิเตอร์ที่เป็นตัวแปรตามที่ต้องวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้

1. ซีโอดีรวมในน้ำเสียก่อนเข้าระบบ (Total COD)
2. ซีโอดีละลายในน้ำออก (Soluble COD)
3. ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solid)
4. ปริมาตรก๊าซรวม (Total Gas Volume)
5. ร้อยละของปริมาณก๊าซมีเทน ($\%CH_4$)
6. บีโอดี (BOD)
7. สภาพด่างรวม (Total Alkalinity)
8. กรดไขมันระเหย (Volatile Fatty Acid)
9. พีเอชและอุณหภูมิ (pH, Temperature)
10. โอรพี (ORP)
11. ความเข้มข้นสีวัดในหน่วย SU (space unit)

ตารางที่ 3.1 แผนการทดลอง

ชุดการทดลอง	เวลาเก็บกักน้ำ(ชั่วโมง)	ซีโอดีในน้ำชะมูลฝอย(มก./ล.)	ซีโอดีจากน้ำตาที่เติม (มก./ล.)	ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ (กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน)
ควบคุม	24	500	ไม่เติมน้ำตาล	1.13
2	24	500	500	2.27
3	24	500	1,000	3.40
4	24	500	1,500	4.54
5	24	500	2,000	5.68

ภาวะสารอินทรีย์คิดจากปริมาณซีโอดีในน้ำเข้าเทียบกับปริมาตร ของเชื้อในถังยูเอเอสบี โดยมีเชื้อประมาณ 1.1 ลิตร แต่ถังยูเอเอสบีมีปริมาตร 2.5 ลิตร

เนื่องจากถังยูเอเอสบีที่ใช้ในการทดลองมีเพียง 3 ถัง จึงไม่สามารถทำการทดลองพร้อมกันทั้ง 5 ชุดการทดลองได้ ดังนั้นจะได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วง โดยช่วงแรกจะทำการทดลองในชุด 1/1, 2 และ 3 โดยให้ชุดที่ 1/1 เป็นชุดควบคุม หลังจากนั้น จะใช้การทดลองชุดที่ 1/2 เป็นชุดควบคุมสำหรับการทดลองในชุดที่ 4 และ 5

การป้อนน้ำเสียเข้าระบบ ใช้เครื่องสูบน้ำแบบรีดสาย ด้วยอัตรา 2.5 ลิตรต่อวัน คิดเป็นความเร็วไหลขึ้นเท่ากับ 0.053 เมตร/ชั่วโมง แล้วทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากน้ำเสีย และน้ำออกจากระบบมาวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์

3.2 การเตรียมน้ำเสีย

3.2.1 น้ำชะมูลฝอย

น้ำชะมูลฝอยที่ใช้ในการทดลอง นำมาจากสถานฝังกลบมูลฝอยของเทศบาลนครบุรี ที่อำเภอไทรน้อย ตลอดทั้งการทดลองได้ทำการเก็บน้ำชะมูลฝอยมาทั้งสิ้น 5 ครั้ง ในการเก็บแต่ละครั้งใช้แกลลอนมีฝาปิดปริมาตร 20 ลิตร ในการเก็บน้ำเสียสองครั้งแรก ได้เก็บจากบ่อพักน้ำเสียซึ่งอยู่ติดกองฝังกลบ ภายหลังจากมีฝนตกน้ำฝนได้ไหลลงรวมกับน้ำชะมูลฝอย และยังมีขยะจำนวน

ยังด้านในหลุมขยะเป็นไปได้อย่าง รกขยะจึงปล่อยขยะลงในบ่อพัก ดังนั้นในระยะหลังจึงเก็บน้ำเสียจากร่องคูข้างกองขยะ

ในแต่ละวันจะนำน้ำเสียออกจากด้านบนของถังพักน้ำเสีย เพื่อหลีกเลี่ยงของแข็งขนาดใหญ่ซึ่งนอนกันอยู่ปะปนมากับน้ำเสีย เป็นการลดภาระของแข็งให้กับระบบยูเอเอสบี และในระหว่างช่วงการทดลอง จะมีการดูของแข็งที่อยู่ก้นถังพักน้ำทิ้งเป็นครั้งคราว

ก่อนเริ่มการทดลองในแต่ละชุดจะทำการวิเคราะห์น้ำเสียเพื่อหาค่าซีไอดี บีไอดี รวมทั้งธาตุที่จำเป็นในการสร้างเซลล์แบคทีเรีย คือไนโตรเจนและฟอสฟอรัส หากไม่เพียงพอ ก็จะมีการเติมยูเรียและโปตัสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต เพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสตามลำดับ โดยให้มีอัตราส่วน COD:N:P = 100:2:0.5

3.2.2 การเตรียมน้ำเสียสำหรับการทดลอง

จากการวิเคราะห์น้ำชะมูลฝอยที่เก็บมา ได้ค่าซีไอดีประมาณ 6,000 มก./ล. ดังนั้นในการเตรียมน้ำเสียจึงต้องเจือจางประมาณ 12 เท่า จากแผนการทดลองระบบยูเอเอสบีต้องการน้ำเสีย 2.5 ลิตรต่อวัน แต่การเตรียมน้ำเสียจะเตรียมวันละ 3 ลิตร ซึ่งเกินกว่าที่ระบบต้องการ เนื่องจากต้องมีการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์ และเป็นการเผื่อไว้หากเกิดความผิดพลาดของเครื่องสูบ เช่น มีอัตราสูบเกิน 2.5 ลิตรต่อวัน น้ำตาลทรายที่เติมให้แก่ระบบ ใช้น้ำตาลทรายขาวซึ่งให้ค่า ซีไอดีประมาณ 1,000 – 1,100 มก./ล. เมื่อละลายน้ำตาลทราย 1 กรัมในน้ำประปา 1 ลิตร ส่วนประกอบของน้ำเสียแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ส่วนประกอบน้ำเสีย

ชุดการทดลอง	น้ำชะมูลฝอย (มล.)	น้ำตาลทราย (กรัม)	น้ำประปา (มล.)
ควบคุม	250	-	2,750
2	250	1.4	2,750
3	250	2.8	2,750
4	250	4.2	2,750
5	250	5.6	2,750

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ถังยูเอเอสบี

ในการทดลองนี้จะใช้ถังยูเอเอสบีจำนวน 3 ถัง แต่ละถังมีความสูง 1.20 เมตร ทำด้วยท่อกลมอะคลิลิกใสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว (55 มม.) ยาว 30 ซม. 2 ท่อน และ ท่อพีวีซีสีฟ้า(ท่อน้ำดื่ม) ยาว 60 ซม. 1 ท่อน ประกอบกันโดยให้ท่อพีวีซีอยู่ตรงกลางและท่ออะคลิลิกอยู่หัวท้าย ที่ต้องใช้ท่อพีวีซีมาประกอบ ด้วยต้องการลดค่าใช้จ่าย เพราะราคาท่ออะคลิลิกแพงมาก ประมาณเมตรละ 800-1,000 บาท ตอนล่างจะมีข้อลดจาก 2 นิ้วเป็น $\frac{1}{4}$ นิ้ว ติดวาล์วตอนบนเป็นอุปกรณ์แยกสามสถานะ (GSS-device) ต่อกับท่อก๊าซขนาด $\frac{1}{4}$ นิ้ว อยู่ตอนบนของถังโดยท่อนำก๊าซจะต่อเข้ากับเครื่องวัดปริมาณก๊าซ (Gas meter) การเชื่อมต่อวัสดุใช้ซิลิโคนเป็นตัวเชื่อม การจัดวางเครื่องมือแสดงไว้ในรูปที่ 3.1 สัญลักษณ์ของถังยูเอเอสบีที่ใช้ในการทดลองได้ดังตารางที่ 3.3 การติดตั้งเครื่องมือแสดงในรูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.3 ลักษณะของถังยูเอเอสบีที่ใช้ในการทดลอง

ลักษณะของถังยูเอเอสบี	ขนาด
ความสูง (เมตร)	1.20
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (เมตร)	0.05
ปริมาตรทั้งหมด (ลิตร)	2.50

2. เครื่องสูบน้ำชนิดรีดสาย (Peristaltic pump)

เพื่อใช้ป้อนน้ำเสียเข้าถังยูเอเอสบี จำนวน 3 เครื่อง ใช้ร่วมกับสายยางซิลิโคน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 2 มม. และใช้อัตราหมุนประมาณ 3.5 รอบต่อนาที

3. เครื่องวัดปริมาตรก๊าซ (Gas meter)

ใช้วัดปริมาตรก๊าซโดยการแทนที่น้ำ จำนวน 3 เครื่อง

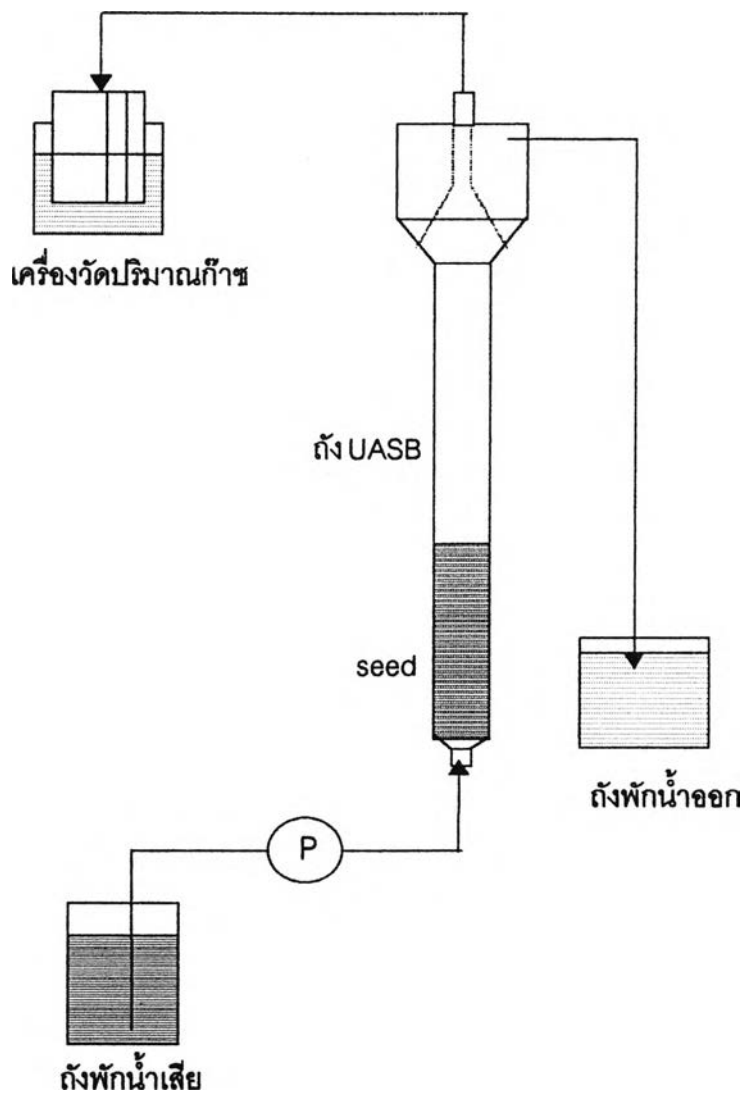
4. ถังเก็บน้ำเสียและถังเก็บน้ำทิ้งจากระบบ

5. สารเคมี อุปกรณ์ และเครื่องแก้วสำหรับการวิเคราะห์น้ำ

3.4 การเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์

3.4.1 จุดเก็บตัวอย่าง

- จากถังเก็บน้ำเสียก่อนป้อนเข้าระบบ
- จากน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ



รูปที่ 3.1 การติดตั้งระบบยูเอสบีที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 3.2 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.4.2 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจะวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี ทางกายภาพ และทางชีวภาพของน้ำได้แก่ พารามิเตอร์ต่างๆที่เป็นตัวแปรตามในแผนการทดลอง โดยวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำตามวิธีในหนังสือ Standard Method แผนการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แผนการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์

พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์	ความถี่	วิธีการวิเคราะห์
ซีโอดี	จ, พ, ศ	Closed Reflux
ความขุ่น	จ, พ, ศ	เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer
พีเอชและอุณหภูมิ	ทุกวัน	เครื่องวัดพีเอช HORIBRA รุ่น F – 13
ซีโอดี	จ, พ, ศ	Closed Reflux
สภาพต่างทั้งหมด	จ, พ, ศ	วิธีไทเทรต
กรดไขมันระเหย	จ, พ, ศ	วิธีไทเทรต
ของแข็งทั้งหมด	จ, พ, ศ	Standard Method 2540b
ของแข็งแขวนลอย	จ, พ, ศ	Standard Method 2540d
ไออาร์พี	จ, พ, ศ	เครื่องวัดไออาร์พี Metrohm รุ่น 744
ปริมาณก๊าซทั้งหมด	ทุกวัน	อุปกรณ์เก็บและวัดปริมาณก๊าซแบบแทนที่น้ำ
ร้อยละของก๊าซมีเทน	6 ครั้ง*	Gas Chromatography

หมายเหตุ * การวัดร้อยละของก๊าซมีเทนจะวัด 6 ครั้ง ในการทดลองแต่ละครั้ง