บทที่ 6

แผนการและการดำเนินการวิจัย

การวิจัย จะทำการศึกษาจากแบบจำลองที่สร้างขึ้น และกระทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.1 แผนการทดลอง

ในการวิจัย จะทำการศึกษาถึงผลของเวลากักน้ำในถังแอนแอโรบิกที่เวลากักน้ำต่าง ๆ กัน ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีและคุณสมบัติการจมตัวของตะกอน ในกระบวนการแอกทิเวเตดสลัดจ์แบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก

ในการทดลองจำเป็นต้องควบคุมพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของกระบวนการ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ พารามิเตอร์ที่ต้องควบคุมให้คงที่และพารามิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลง

พารามิเตอร์ที่ต้องควบคุมให้คงที่ได้แก่

- เวลากักน้ำในถังแอโรบิก (aerobic retention time)
- ค่าซีโอดีของน้ำเสียที่เข้าไปในระบบ (total influent COD)
- ค่าอายุตะกอน (sludge age)

ทั้งนี้ เพื่อให้ง่ายต่อการควบคุมพารามิเตอร์ต่าง ๆ จึงใช้ค่าเวลากักน้ำในถังแอโรบิกเท่ากับ 15 ชั่วโมง และความเข้มข้นซีโอดีที่เข้าระบบ (total Influent COD) ประมาณเท่ากับ 1,000 มก.ต่อลิตร โดยควบคุมค่าอายุตะกอนเท่ากับ 11 วัน

พารามิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงได้แก่

เวลากักน้ำในถังแอนแอโรบิก ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลง 4 ค่า คือ ที่เวลากัก 1.0 , 3.0 , 5.0 และ 7.0 ชั่วโมง

การทดลองทั้งหมดได้กำหนดพารามิเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงาน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 6.1

ตาราง 6.1 แผนการทดลอง

พารามิเตอร์	การทดลองที่			
	1	2	3	4
1. ค่าซีโอดีทั้งหมดของน้ำเสียเข้าระบบ (มก./ลิตร)	1,000	1,000	1,000	1,000
2. อัตราการไหลเข้าของน้ำเสีย (ลิตร/วัน)	24	24	24	24
3. อัตราการเวียนตะกอนกลับ (ลิตร/วัน)	24	24	24	24
4. ค่าอายุตะกอน (วัน)	11	11	11	11
5. เวลากักน้ำ (ชั่วโมง)				
5.1 ในถังแอนแอโรบิก	1.0	3.0	5.0	7.0
5.2 ในถังแอโรบิก	15	15	15	15

6.2 การเตรียมน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ซึ่งโดยปกติแล้วจะมีค่า COD ประมาณ 1,300 – 3,000 มก.ต่อลิตร มาทำการเจือจางลงโดยให้มีค่า COD ของน้ำเสียเหลือที่ประมาณ 1,000 มก./ลิตร เพื่อใช้เป็นค่า Total Influent COD ของน้ำเสียในการทดลอง หลังจากนั้นจะทำการปรับสภาพกรด–ด่างของน้ำเสีย โดยจะทำการปรับสภาพรักษาค่า pH ให้มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 6.0 – 8.0 และมีการเติมอาหารเสริม (nutrients) ให้แก่จุลชีพในระบบในกรณีที่น้ำเสียดิบที่นำมาใช้ทดลองมีค่าสารอาหารเสริมไม่เพียงพอ โดยจะรักษาค่าอัตราส่วนโดยประมาณของ COD : N และ COD : P ที่ 150 : 5 และ 150 : 2 ตามลำดับ

6.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

6.3.1 ถังเก็บน้ำเสียและถังเก็บน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว

ถังเก็บน้ำเสียและถังเก็บน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว จะเป็นถังพลาสติกขนาดบรรจุประมาณ 80 ลิตร โดยถังนี้สามารถบรรจุน้ำเสียได้ครั้งละ 2 วัน และมีการทำความสะอาดทุกครั้งเมื่อมีการเก็บน้ำเสียใหม่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

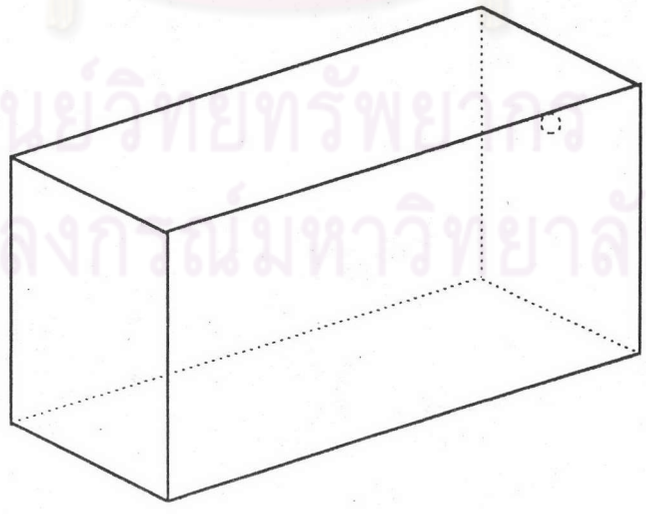
6.3.2 เครื่องสูบน้ำเสียเข้าระบบและเครื่องสูบตะกอนกลับ

ในการวิจัยนี้ จะทำการทดลองครั้งละ 2 ชุดการทดลอง โดยแต่ละชุดต้องการเครื่องสูบน้ำเสียเข้าระบบ ซึ่งเป็นเครื่องสูบแบบรีดสาย (Peristatic Pump) ที่ทำการปรับอัตราการไหลของน้ำเสียที่ 24 ลิตร/วันและเครื่องสูบตะกอนกลับซึ่งเป็นเครื่องสูบแบบรีดสายเช่นกัน โดยทำการปรับเพื่อให้ได้อัตราการไหลของน้ำตะกอนเวียนกลับที่ 24 ลิตร/วัน ดังนั้น ในการวิจัยนี้จะใช้เครื่องสูบน้ำเสียแบบรีดสายจำนวน 4 เครื่อง

6.3.3 ถังแอนแอโรบิก (anaerobic tank)

ถังแอนแอโรบิก (anaerobic tank) ที่ใช้ในการวิจัย ทำด้วยถังพลาสติกใส ในลักษณะรูปทรงกระบอก ดังในรูป 6.1 โดยจะมีการติดตั้งชุดการกวน (mixing) ที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับ จำนวนถังแอนแอโรบิกและปริมาตรที่ใช้ในการทดลองแต่ละชุด แสดงในตาราง 6.2

รูป 6.1 ถังแอนแอโรบิก (Anaerobic Tank) ที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 6.2 ถังแอโรบิก (Aerobic Tank) ที่ใช้ในการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 6.2 แสดงปริมาตรถังแอนแอโรบิกที่ใช้ในการทดลองแต่ละชุด

พารามิเตอร์	การทดลองที่			
	1	2	3	4
1. จำนวนถังแอนแอโรบิก (Stages)	1	1	1	1
2. ปริมาตรของถังแอนแอโรบิก (ลิตร)	1.0	3.0	5.0	7.0

6.3.4 ถังแอโรบิก (aerobic tank)

ถังแอโรบิก (aerobic tank) ที่ใช้ในการวิจัย เป็นถังอะคริลิกใสทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ดังในรูป 6.2 โดยถังแอโรบิกจะมีปริมาตรใช้งานเท่ากับ 15 ลิตร ภายในถังมีการเติมอากาศโดยใช้เครื่องปั๊มอากาศ (air pump) ส่งอากาศมาตามท่อพลาสติกใส แล้วผ่านหัวกระจายอากาศ (diffuser) ขนาดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

6.3.5 ท่อน้ำเข้าและท่อน้ำออก

ท่อน้ำเข้าและท่อน้ำออก ในแต่ละถังจะใช้ท่อพลาสติกใส (plastic pipe) ซึ่งหาซื้อได้ง่าย ราคาถูก มีความสะดวกในการทดลองและดูแลรักษาง่าย

แผนผังการติดตั้งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แสดงในรูป 6.3

6.4 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์

6.4.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ(sampling)

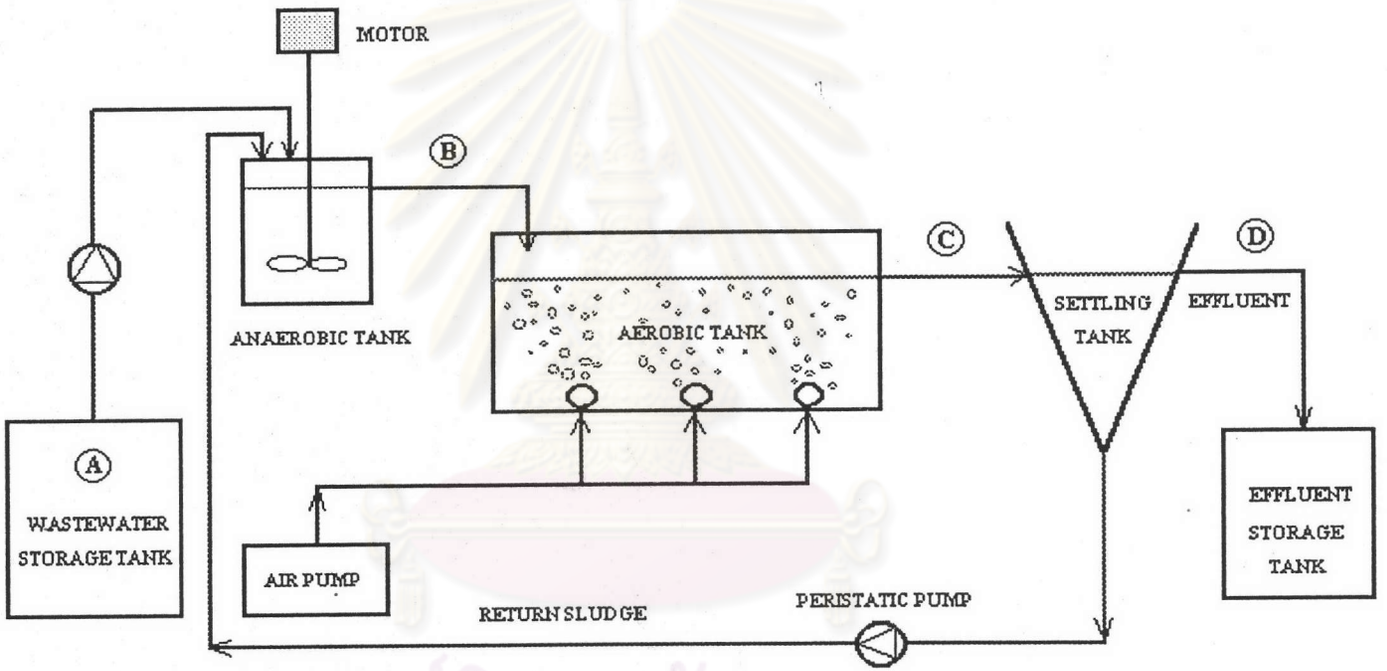
ตัวอย่างน้ำที่เก็บมาทำการวิเคราะห์ จะมีการจัดเก็บตามตำแหน่งต่างๆ ดังแสดงในรูป 6.3

1. น้ำเสียดิบ(raw wastewater) โดยเก็บจากถังเก็บน้ำเสียที่จุด A
2. น้ำที่ออกจากถังแอนแอโรบิกที่จุด B
3. น้ำที่ออกจากถังแอโรบิก ที่จุด C
4. น้ำออกจากส่วนบนของถังตกตะกอน ที่จุด D

ตัวอย่างน้ำที่จะจัดเก็บแต่ละจุดมีปริมาตรประมาณ 100 มิลลิลิตร โดยนำมาวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 6.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 16894066



รูป 6.3 แสดงแผนผังของกระบวนการที่ใช้ในการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 6.3 พารามิเตอร์และความถี่ในการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	ตำแหน่งการจัดเก็บตัวอย่าง				ความถี่
	A	B	C	D	
pH	*	*	*	–	2-3 ครั้งต่อสัปดาห์
TEMP.	–	–	*	–	,,
DO	–	*	*	–	,,
V_{30}	–	*	*	–	,,
MLSS	–	*	*	*	,,
SVI	–	*	*	*	,,
COD total	*	*	*	*	,,
COD Filtered	*	*	*	*	,,
P – Total	*	–	–	–	สัปดาห์ละครั้ง
TKN	*	–	–	–	สัปดาห์ละครั้ง
Microscopic Examination	–	–	*	–	ชุดการทดลองละครั้ง

6.4.2 วิธีที่ใช้วิเคราะห์น้ำตัวอย่าง

วิธีการวิเคราะห์สำหรับน้ำตัวอย่างในการวิจัย มีดังนี้

1. พีเอช(pH) ใช้เครื่องวัดพีเอช (pH Meter)
2. ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) วิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำ (DO Meter)
3. อุณหภูมิ(Temperature) ใช้เครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำ (DO Meter)
4. ความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย (MLSS) วิเคราะห์ตามวิธีของ Standard Methods โดยใช้กระดาษกรอง GF/C ของ WHATMAN
5. ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD) วิเคราะห์โดยวิธี Close Reflux Titrimetric Methods
6. Phosphorus วิเคราะห์โดยวิธี Vanadomolybdic Acid
7. TKN วิเคราะห์โดยวิธี Total Kjeldahl Nitrogen
8. Microscopic Examination ใช้กล้องจุลทรรศน์

6.5 การควบคุมการทดลอง

ในการทดลอง สิ่งที่จำเป็นต้องมีการควบคุมและปฏิบัติเป็นประจำทุกวัน ได้แก่

1. การป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบอย่างต่อเนื่อง ด้วยอัตรา 24 ลิตรต่อวัน
2. การระบายตะกอนจุลชีพออกจากถังแอโรบิกทิ้งไป เพื่อรักษาค่าอายุตะกอนของระบบให้คงที่เท่ากับ 11 วัน
3. การทำความสะอาดอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบ ตลอดจนการหมั่นตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ตรวจสอบการทำงานของเครื่องสูบน้ำเสียเข้าระบบ และตรวจสอบการรั่วไหลของรอยต่อต่าง ๆ

การควบคุมค่าอายุตะกอนของระบบให้คงที่ตลอดการวิจัย สามารถทำได้โดยการระบายตะกอนบางส่วนทิ้งออกจากระบบ โดยควบคุมให้มีค่าอายุตะกอนเท่ากับ 11 วัน ซึ่งสามารถทำการคำนวณหาปริมาณตะกอนที่ต้องระบายทิ้งแต่ละวันได้ ดังนี้คือ

จากนิยามของอายุตะกอน (Sludge Age, θ_c) หมายถึง ระยะเวลาเฉลี่ยของตะกอนจุลชีพที่ถูกรักษาให้อยู่ในระบบบำบัดน้ำเสีย และเขียนแทนได้ด้วยสูตร

$$\theta_c = \frac{\text{ปริมาณจุลชีพที่มีอยู่ทั้งหมดในถังปฏิกรณ์}}{\text{ปริมาณจุลชีพที่ระบายทิ้งจากระบบ}}$$

จากนิยามดังกล่าว สามารถเขียนสมการของอายุตะกอนในระบบได้เป็น

$$\theta_c = \frac{V_T X}{F_w X + (F - F_w) X_e}$$

โดยที่ θ_c = ค่าอายุตะกอน , วัน
V_T = ปริมาตรรวมของถังปฏิกรณ์ , ลิตร
X = ความเข้มข้นของตะกอนจุลชีพแขวนลอยในถังปฏิกรณ์, มก./ล.
F_w = อัตราการระบายตะกอนทิ้ง , ลิตร/วัน
F = อัตราการไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบ ,ลิตร/วัน
X_e = ความเข้มข้นของตะกอนจุลชีพแขวนลอยในน้ำทิ้ง ที่ออกจากถังตกตะกอน ,มก./ล.

ในกรณีที่น้ำทิ้งออกจากถังตกตะกอนมีลักษณะใสมาก กล่าวคือ ปริมาณตะกอนจุลชีพแขวนลอย Xe มีค่าต่ำมากเมื่อเทียบกับเซลล์จุลชีพในถังเติมอากาศ ดังนั้น เทอม (F–Fw)Xe จึงมีค่าน้อยมาก และอาจตัดทิ้งได้ ดังนั้น

$$\theta_c = \frac{V_T X}{F_w X} = \frac{V_T}{F_w}$$

เพราะฉะนั้น ในการวิจัยนี้จะมีอัตราการทิ้งตะกอนของระบบ เพื่อควบคุมให้ระบบมีค่าอายุตะกอนเท่ากับ 11 วัน ดังแสดงในตารางที่ 6.4

ตาราง 6.4 แสดงปริมาณน้ำตะกอนที่ต้องระบายทิ้งของการทดลองทั้ง 4 ชุด

การทดลองชุดที่	ปริมาณน้ำตะกอนที่ระบายทิ้ง (ลิตรต่อวัน)
1	1.45
2	1.64
3	1.82
4	2.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย