

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง และติดตั้งเครื่องมือทดสอบและทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ อุบลราชธานี และวิเคราะห์ตัวอย่าง ณ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ และส่งตรวจวิเคราะห์ยังห้องปฏิบัติการภายนอกมหาวิทยาลัย ทำการเก็บแบบสอบถามความคิดเห็นของประชาชนในพื้นที่เทศบาลนครอุบลราชธานีเกี่ยวกับความพึงพอใจในการจัดการน้ำเสียของเทศบาลนครอุบลราชธานี ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัย ดังนี้

วัสดุและอุปกรณ์

1. ถังปฏิกรณ์ (Reactor)

ในช่วงการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์จลพลศาสตร์ ถังปฏิกรณ์ที่ใช้เป็นแบบตะกอนเร่ง ขนาด 20 แกลลอน จำนวน 1 ถัง ทำการกวนผสมในลักษณะกวนทั่วถึง (Completed Mixing) ด้วยการเติมอากาศและทำการแยกระหว่างส่วนของแข็งกับของเหลวออกจาก โมดูลแผ่นกรองขนาดรูพรุน เท่ากับ 0.01-0.04 ไมครอน ซึ่งจุ่มอยู่ภายในถังปฏิกรณ์เชื่อมต่อกับปั๊มและท่อสูบน้ำออกจาก ถังปฏิกรณ์ เริ่มทำการทดลองโดยเติมน้ำเสียจากถังพักน้ำที่มีการกวนอย่างทั่วถึงขนาด 10 แกลลอน ถูกเทตามค่าการระบรทุกเชิงปริมาตรที่แตกต่างกันตามสัดส่วนสารอาหารต่อประชากรจุลินทรีย์ และระยะกักพักเข้าถังปฏิกรณ์ทางส่วนบน เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดจึงทำการสูบออกตามปริมาตรน้ำที่เท เข้าไปแล้วจึงเทน้ำเสียรอบใหม่เข้าแทนที่

ในการทดลองหาค่าความเข้มข้นสลัดจ์สูงสุดและค่าฟลักซ์จำเพาะ ใช้ถังปฏิกรณ์ขนาด 20 แกลลอนต่อด้วยโมดูลเยื่อกรองอัลตราฟิลเตรชันที่ทำจากโพลีซัลโฟนขนาดรูพรุน 0.01-0.04 ไมครอน พื้นที่กรองเท่ากับ 172 ตารางเซนติเมตร ซึ่งถูกขึงติดกับกรอบพลาสติกทรงกระบอก ทำการกวนผสมและควบคุมการอุดตันด้วยการเติมอากาศที่หัวจ่ายอากาศวางอยู่ใกล้บริเวณใต้แผ่นกรอง ดูดน้ำในถังปฏิกรณ์ออกอย่างต่อเนื่องผ่านสายยางซิลิโคนขนาดเล็กด้วยปั๊ม เพื่อสร้างความดันผ่าน แผ่นกรอง โดยวัดความดันผ่านแผ่นกรองอย่างต่อเนื่องด้วย มาตรวัดความดันดิจิตอลชนิดหน่วยวัด ละเอียด 0 ถึง -1 กิโลพาสคาลที่ต่ออยู่กับท่อน้ำออก วัสดุอุปกรณ์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ แผ่นกรอง โพลีซัลโฟนรูพรุน 0.01-0.04 ไมครอน พื้นที่กรอง 172 ตารางเซนติเมตร (Polysulfone Pore size 0.01-0.04 μm , Areas 172 cm^2) โครงสำหรับยึดแผ่นกรอง (Filter Cartridges) ปั๊มสูบน้ำเสีย (Peristaltic Pump and Suction Pump) ถังพักน้ำเสียขนาด 20 แกลลอน (Storage Tank 20 Gallons) เครื่องเติมอากาศและหัวจ่ายอากาศ (Aerator and Diffuser) มาตรวัดอัตราการไหลของน้ำ (Flow Meter) มาตรวัดความดันชนิดหน่วยวัดละเอียด 0 ถึง -1 กิโลพาสคาล (Pressure Gauge) และเครื่องแก้ววิทยาศาสตร์

2. เชื้อและน้ำเสียที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เชื้อที่ใช้ในการวิจัย (Seeding)

การวิจัยนี้ใช้วิธีการเลี้ยงตะกอนจุลินทรีย์ขึ้นจากมูลวัวในระบบตะกอนเร่ง (Activated sludge, AS) แบบ Extended Aeration มีค่า F/M ratio เท่ากับ 0.15 โดยคำนวณจาก

ระบบบำบัดน้ำเสียรับสารอินทรีย์เข้าระบบ	F	kg BOD/day
จุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ	M	kg MLSS
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของระบบ	F/M	kg BOD/ kg MLSS-day

$$\text{จะได้ F/M ratio} = \frac{\text{Flow rate (Q}_{in}) \times \text{BOD}}{\text{MLSS} \times \text{Volume of Aeration Tank}}$$

กำหนดใช้มูลวัว 2000 กรัม

ระหว่างการทำน้ำเสียทุกประเภทจะมีสภาวะการทำงานอยู่ 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 สภาวะก่อนคงตัว เป็นช่วงเวลาที่มีการเลี้ยงแบคทีเรียให้มีปริมาณเพียงพอและเคยชินกับน้ำเสียที่ต้องการบำบัด (ทั้งน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียจริง) ระยะนี้แบคทีเรียสามารถผลิตเอนไซม์ออกมาย่อยสารอินทรีย์แล้ว แต่ระบบยังไม่ได้รับน้ำเสียอย่างเต็มที่

ระยะที่ 2 สภาวะคงตัว เป็นช่วงเวลาที่แบคทีเรียแข็งแรงสมบูรณ์ในปริมาณที่สามารถบำบัดน้ำเสียทั้งหมดที่มีอยู่ได้แล้ว น้ำเสียจะถูกบำบัดได้เต็มขีดความสามารถของระบบและระบบมีเสถียรภาพดี ทำให้น้ำออกมาคุณภาพดีไม่แปรปรวน

ขั้นตอนในการเริ่มต้นระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge)

- 1) เติมน้ำเปล่าให้เต็มถังขนาด 75 ลิตร และทดสอบเดินระบบ เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องเติมอากาศ
- 2) ระบายน้ำออกครึ่งถัง ประมาณ 37 ลิตร
- 3) เติมน้ำมูลวัวบดละเอียดในถังเติมอากาศจึงเติมน้ำจนได้ปริมาตรตามที่ต้องการ
- 4) เมื่อเตรียมเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นเรียบร้อยแล้ว เปิดเครื่องเติมอากาศเพื่อให้ออกซิเจนและกวนให้เชื้อแบคทีเรียแขวนลอยอยู่ในน้ำตลอดเวลา ทิ้งไว้ 1 อาทิตย์ โดยยังไม่เติมน้ำเสีย
- 5) เริ่มเติมน้ำเสียให้กับถังเติมอากาศ โดยเดินระบบแบบเทกะ (Batch) จำนวน 10 ลิตร และอัตราการไหลของตะกอนเวียนกลับ (Q_r) เท่ากับ 2.0 L/day

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen) ปริมาณมวลตะกอนจุลินทรีย์ในระบบ (Mixed Liquor Volatile Suspended Solid) ค่าพีเอช ค่าดัชนีปริมาณตะกอน (Sludge Volume Index) ก่อนทำการเดินระบบเพื่อควบคุมการเดินระบบให้ใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมจริงและศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการทดลองโดยให้มีความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์เริ่มต้นในแต่ละถังปฏิบัติการเท่าๆ กัน โดยพิจารณาจากน้ำหนักบิสฟุทในการเตรียมครั้งแรก

ขั้นตอนในการเริ่มต้นระบบบำบัดน้ำเสีย

ทำการคำนวณค่าอัตราการไหล (Flow rate; Q) ที่เหมาะสมของระบบตะกอนเร่ง ดังนี้

$$\text{Flow Rate} = \frac{\text{MLSS} \times \text{Volume of Aeration Tank} \times \left(\frac{F}{M}\right)}{\text{BOD}_{in}}$$

กำหนด MLSS	=	1,800 mg/L
Volume of aeration tank (V)	=	10 L/day
F/M ratio	=	0.15 day ⁻¹
BOD _{in}	=	1,350 mg/L
ดังนั้น Flow rate (Q)	=	(0.15 × 1,800 × 10) / 1,350 L/day
Flow rate (Q)	=	2.0 L/day

โดยมีอัตราการสูบตะกอนกลับ เท่ากับ 100 % ของอัตราการไหลผ่านเส้นท่อรีเทนเทจจากโมดูลเยื่อกรอง เท่ากับ 2.0 L/day

2.2 น้ำเสียชุมชนที่ใช้ในการวิจัย

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียจากชุมชนในเขตเทศบาลนครอุบลราชธานี โดยนำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นเริ่มต้น พีเอช บีโอดี ซีโอดี ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยและความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพและค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์ เก็บรักษาน้ำเสียที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และก่อนป้อนน้ำเสียเข้าระบบตั้งทิ้งไว้ให้ได้อุณหภูมิตามอุณหภูมิห้อง

2.3 น้ำเสียสังเคราะห์

การเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์มีส่วนประกอบหลักของน้ำเสียสังเคราะห์ประกอบด้วย น้ำตาลทรายขาว ยูเรีย โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตและไอออนซัลเฟต ตามอัตราส่วนน้ำหนักโดยประมาณ BOD:N:P เท่ากับ 100: 5: 1 จากการทดสอบเบื้องต้นพบว่าน้ำตาลทรายขาว 1 กรัม เมื่อละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1 ลิตร จะให้ค่าบีโอดีเท่ากับ 1,130 mg/L ในการศึกษาครั้งนี้ ทำการควบคุมการะบรทุกสารอินทรีย์ให้มีค่าเป็นสัดส่วนกับปริมาณจุลินทรีย์ (Food/ Microorganism) ในถังเติมอากาศเท่ากับ 0.15 day⁻¹ ปรับค่าพีเอชในถังเติมอากาศเป็นครั้งคราว เพื่อให้ได้ค่าพีเอชไม่น้อยกว่า 7.0 และไม่สูงเกิน 8.0 โดยเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต (Na₂CO₃) และเติมอากาศ สารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในระบบชีวภาพ เพื่อป้องกันมิให้สารอาหารดังกล่าวเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบของน้ำเสียสังเคราะห์

BOD ₅ (mg/L)	น้ำตาลทรายขาว (g)	Urea (g)	KH ₂ PO ₄ (g)	FeSO ₄ (mg)
1,350	11.94	4.5	0.597	0.002

แผนดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการวิจัย

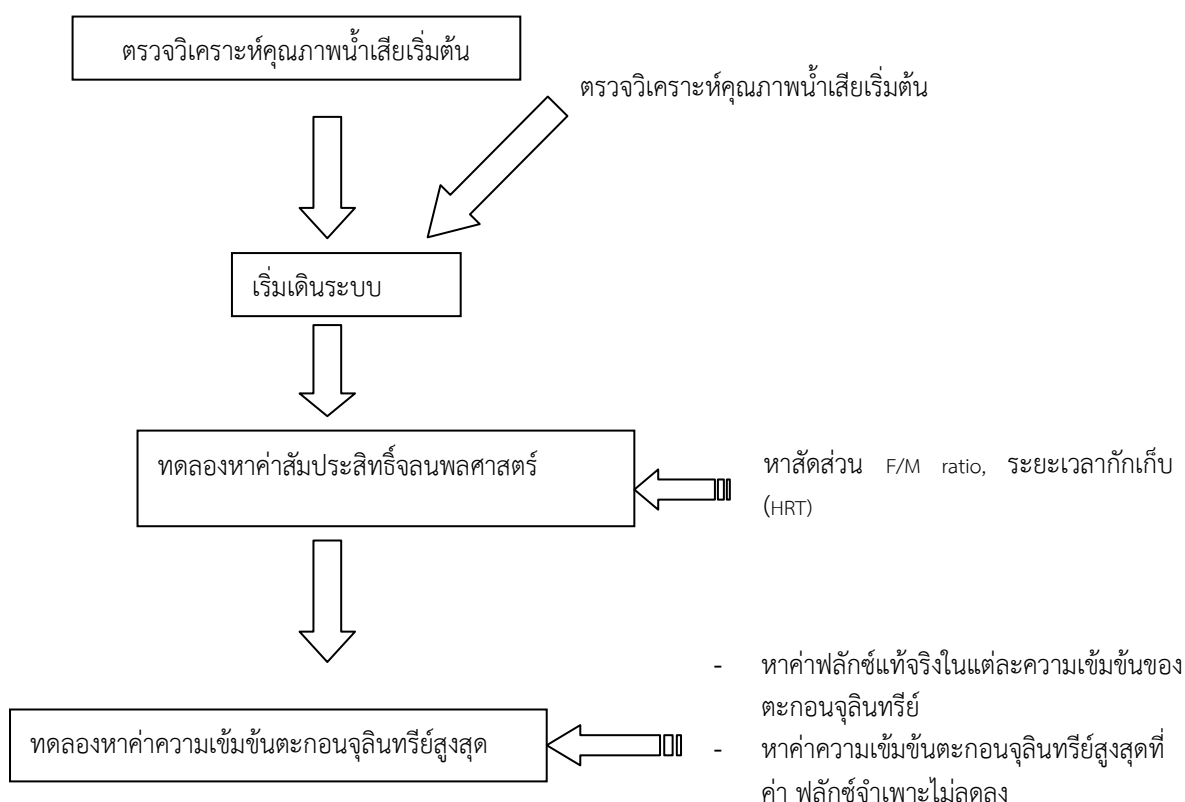
ขั้นที่ 1 นำน้ำเสียจากเทศบาลนครอุบลราชธานี มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าพีเอชของแข็งแขวนลอย บีโอดี ซีโอดี ของน้ำเข้าและออกจากระบบ

นำตะกอนจุลินทรีย์จากมูลวัวที่ได้เตรียมสำหรับเป็นหัวเชื้อของระบบชีวภาพ มาเลี้ยงด้วยน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียจากชุมชนก่อนการใช้งานแล้วนำมาเดินระบบโดยคุมสัดส่วนสารอาหารต่อประชากรจุลินทรีย์ เท่ากับ 0.15 กิโลกรัมบีโอดีต่อกิโลกรัมของของแข็งแขวนลอยระเหยต่อวัน และความเข้มข้นตะกอนจุลินทรีย์เท่ากับ 1,800 mg/L แล้วสูบออกผ่านโมดูลแผ่นกรองที่มีรูพรุน

0.01 μm ด้วยอัตราการกรอง อัตราการเป่าอากาศ และตำแหน่งการเป่าอากาศที่เหมือนกัน แล้วทำการวัดค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำที่ออกจากระบบ

ขั้นที่ 2 การหาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์ ทำได้โดยนำตะกอนเชื้อจุลินทรีย์ที่เตรียมไว้ลงในถังปฏิกรณ์ แล้วป้อนน้ำเสียเข้าระบบแบบเทกะเป็นลำดับสืบเนื่อง ที่มีค่าภาระบรรทุกทุกสารอินทรีย์แตกต่างกัน 3 ค่า เพื่อทดลองเปลี่ยนค่าสัดส่วนสารอาหารต่อประชากรจุลินทรีย์ ได้แก่ 0.15, 0.2 และ 0.5 กิโลกรัมบีโอดีต่อกิโลกรัมของแข็งแขวนลอยต่อวัน ตามลำดับ ทดลองเปลี่ยนค่าระยะเวลาพักเป็น 1, 2 และ 3 วัน ตามลำดับ ในแต่ละสัดส่วนค่าสารอาหารต่อประชากรจุลินทรีย์ เมื่อได้ค่าการบำบัดที่เหมาะสมแล้วจะเลือกใช้สำหรับการวิเคราะห์น้ำเสียชุมชนจริง และในแต่ละการทดลองจะทำการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ตามตารางที่ 3.3

ขั้นที่ 3 การหาค่าความเข้มข้นของจุลินทรีย์สูงสุด โดยนำตะกอนจุลินทรีย์ที่มีความเข้มข้นต่างกัน 7 ค่า ได้แก่ 5,000, 7,000, 9,000, 12,000, 16,000, 18,000 และ 20,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในถังปฏิกรณ์แบบมีแผ่นกรองจมตัว แล้วสูบน้ำใส่ออกผ่านแผ่นกรองด้วยปั๊มรีดสายยางโดยควบคุมค่าความดันผ่านแผ่นกรองที่ -1 กิโลพาสคาล ตลอดทุกการทดลองด้วยการปรับอัตราการไหลให้ได้ค่าความดันตามที่อ่านได้จากมาตรวัดแล้วทำการวัดอัตราการไหลที่ลดลงตามเวลาจนกระทั่งคงที่ ตามขั้นตอนที่แสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์

ตารางที่ 3.2 ขั้นตอนและค่าตัวแปรต่างๆ ในการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์

ตัวแปร	การทดลองที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
HRT (day)	1	2	3	1	2	3	1	2	3
F/M ratio (kg BOD/ MLVSS·day)	0.15	0.15	0.15	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5

ตารางที่ 3.3 ค่าพารามิเตอร์และความถี่ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียและน้ำออกจากระบบ

จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	พารามิเตอร์	ความถี่ในการวิเคราะห์
น้ำเข้าระบบ	COD	วันละครั้ง
	BOD,	5 วันครั้ง
	TSS, VSS	วันละครั้ง
	pH, EC	วันละครั้ง
	UV ₂₅₄ , NOM, TOC	ทุก 1 วัน, 2 วัน และ 3 วัน
น้ำออกจากระบบ	COD	วันละครั้ง
	BOD, TOC	5 วันครั้ง
	TSS, VSS	วันละครั้ง
	UV ₂₅₄ , NOM, TOC	ทุก 1 วัน, 2 วัน และ 3 วัน
น้ำตะกอนจุลินทรีย์	pH	วันละครั้ง
	Temperature	วันละครั้ง
	DO	วันละครั้ง
	TSS, VSS	วันละครั้ง

2. วิธีวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์

การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์จลนพลศาสตร์ของแบคทีเรียในการย่อยสลายน้ำเสียจากชุมชนในเขตพื้นที่เทศบาลนครอุบลราชธานี ศึกษาอัตราการใช้อาหารสูงสุดต่อหน่วยน้ำหนักจุลินทรีย์ (Maximum Rate of Substrate Utilization per unit Weight of Microorganisms, k) อัตราการเพิ่มของจุลินทรีย์ (Yield Coefficient, Y) อัตราการตายของจุลินทรีย์ (Microorganisms Decay Coefficient, k_d) ค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่มีการย่อยสลายเท่ากับครึ่งหนึ่งของอัตราสูงสุด (Half Velocity Coefficient, K_s) และอัตราการเติบโตสูงสุดสุทธิของจุลินทรีย์ (The Maximum Net Growth Rate per Unit Mass, μ_m)

2.1 การวิเคราะห์หาค่า k และ K_s ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ คือ ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ (S_0 (BOD), mg/L) ค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่ออกจากระบบ (S (BOD), mg/L) ค่าความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ (X (MLVSS), mg/L) และระยะเวลาเติมอากาศ (HRT, day)

จากสมการของ Metcalf and Eddy (1991) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\frac{X_\theta}{S_0 - S} = \left[\frac{K_s}{K} \right] \left[\frac{1}{S} \right] + \left[\frac{1}{k} \right]$$

จากสมการการหาค่า k และ K_s ขั้นตอนการทดลองจะเป็นดังนี้ คือ นำตะกอนเชื้อจุลินทรีย์มาเติมใส่ในถังปฏิกรณ์และทำการเติมอากาศตลอดเวลา ทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการกำจัดค่าบีโอดีในแต่ละรอบเทกะ (Batch) โดยควบคุมความเข้มข้นของตะกอนเลี้ยงจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศให้คงที่ตลอดเวลาจนเมื่อสามารถควบคุมให้อยู่ในสภาวะคงที่แล้ว กล่าวคือ เมื่อระบบมีประสิทธิภาพในการกำจัดค่าซีโอดีค่อนข้างคงที่ จึงเริ่มทำการทดลองหาค่า k และ K_s ดังนี้

- 1) วิเคราะห์หาค่าบีโอดีในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ
- 2) วิเคราะห์หาค่าบีโอดีในน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ
- 3) วิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ
- 4) คำนวณหาค่าระยะเวลาเติมอากาศที่เหมาะสม
- 5) สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $X_\theta / (S - S_0)$ บนแกน x และ $1/S$ บนแกน Y ทั้งนี้

จะได้ค่าจุดตัดแกน Y เท่ากับ $1/k$ และค่าความชัน เท่ากับ K_s / k

2.2 การวิเคราะห์หาค่า Y , k_d และ μ_m ข้อมูลที่ต้องใช้คือ ค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ (S_0 (BOD), mg/L) ค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่ออกจากระบบ (S (BOD), mg/L) ค่าความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศที่เพิ่มขึ้น (ความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์สุดท้าย - ความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์เริ่มต้น, mg/L) และค่าความเข้มข้นของความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ที่ลดลงเมื่อหยุดให้สารอาหาร

$$\frac{1}{\theta_c} = Y \frac{(S_0 - S)}{X_\theta} - k_d$$

ขั้นตอนการทดลองเหมือนกับการหาค่า k และ K_s ดังนั้น จึงสามารถใช้ข้อมูลอ้างอิงกันได้ การคำนวณค่า Y ทำได้โดยเขียนกราฟเชิงเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลต่างของความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลา 1 วัน กับปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกทำลายที่เป็นผลต่างของค่าบีโอดีในน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบความชันของกราฟจะเท่ากับอัตราการเพิ่มของจุลินทรีย์ และค่า k_d ทำได้โดยเขียนกราฟเชิงเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่ลดลง อัตราการตายของจุลินทรีย์เท่ากับผลหารของความชันของกราฟกับค่าเฉลี่ยปริมาณจุลินทรีย์ที่เหลือ

3. การศึกษาประสิทธิภาพของระบบถังปฏิกรณ์แบบมีแผ่นเยื่อกรอง

มีรายละเอียดดังนี้

3.1 นำน้ำตะกอนจุลินทรีย์ที่มีค่าความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์เท่ากันมาใส่ในถังปฏิกรณ์เติมอากาศ

3.2 ป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบอย่างต่อเนื่องที่ภาระบรรทุกเชิงปริมาตร และระยะเวลาเก็บกักแตกต่างกัน

3.3 ควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมและทดสอบจนระบบเข้าสู่สภาวะคงที่

3.4 วิเคราะห์เพื่อหาค่า บีโอดี ซีโอดี และของแข็งแขวนลอยของน้ำที่เข้าสู่ระบบ ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ บีโอดี ซีโอดี และของแข็งแขวนลอยของน้ำที่ออกจากระบบ

3.5 คำนวณหาประสิทธิภาพของระบบ

1) ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี การคำนวณประสิทธิภาพระบบ คำนวณจากค่าบีโอดีของน้ำที่ออกจากระบบเทียบกับบีโอดีละลายน้ำเข้าระบบ เนื่องจากน้ำที่ออกจากระบบได้ผ่านแผ่นกรองก่อนทำการตรวจวิเคราะห์ค่าบีโอดี โดยคำนวณจากสูตรคำนวณดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ (\%)} = \frac{\{SBOD_{in} - SBOD_{out}\}}{SBOD_{in}} \times 100$$

2) ประสิทธิภาพการคัดแยกสารแขวนลอย คำนวณจากปริมาณสารแขวนลอยของน้ำที่ออกจากระบบเทียบกับปริมาณสารแขวนลอยของน้ำที่เข้าระบบ โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ (\%)} = \frac{\{TSS_{in} - TSS_{out}\}}{TSS_{in}} \times 100$$

4. การทดสอบประสิทธิภาพเยื่อกรอง

4.1 ทดสอบความพร้อมของระบบการกรองด้วยเยื่อกรองชนิดอัลตราฟิลเตรชันที่มีรูปแบบการเดินระบบการกรองแบบไหลตามขวาง เช่น การรั่วซึม ข้อต่อเชื่อมภายในระบบและทดสอบหาค่าอัตราการกรองเริ่มต้นของชุดเยื่อกรองสะอาดก่อนกรองด้วยสารป้อน พร้อมทั้งทำการศึกษาผลการเติมสารปรับสภาพโดยการใช้ น้ำประปาพร้อมกับสารปรับสภาพในการทดสอบระบบเยื่อกรอง

4.2 ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมของค่าฟลักซ์โดยทดสอบค่าฟลักซ์วิกฤต (J_{crit}) ความเข้มข้นของน้ำเสียจริง 3 ชั่วโมง น้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดแบบตะกอนเร่งจะถูกส่งต่อมายังระบบถึงปฏิกรณ์ชีวภาพด้วยเยื่อกรองอัลตราฟิลเตรชัน (แทนตำแหน่งถังน้ำใสของระบบดั้งเดิม) โดยใช้การเดินระบบการไหลขวางและทำการเดินระบบกรองที่ความเร็วไหลขวางคงที่ 3 m/s ที่อุณหภูมิห้องและเดินระบบแบบต่อเนื่องในเวลา 120 ชั่วโมง ที่ค่าฟลักซ์คงที่ 3 ค่า ทำการเดินระบบกรองที่ความเร็วไหลขวาง 3 m/s ที่อุณหภูมิห้อง และศึกษาอัตราการป้อนฟองอากาศ (injection factor; ϵ) เดินระบบกรองแบบไหลขวางที่ความเร็วไหลขวางคงที่ 4 m/s ที่อุณหภูมิห้อง และอัตราการป้อนฟองอากาศเท่ากับ 0.9 (อัตราการป้อนฟองอากาศควรมีค่าระหว่าง $0.2 < \epsilon < 0.9$ [11])

4.3 ศึกษากลไกการเกิดฟาว์ลิงในชุดการทดลองที่มีค่าฟลักซ์คงที่และประสิทธิภาพของการล้างชุดเยื่อกรองเพื่อฟื้นฟูสภาพด้วยวิธีการใช้เทคนิคทางไฮโดรไดนามิกส์ (H_2O) และใช้สารเคมี (NaOH และ Citric acid)

4.4 ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพด้วยเยื่อกรองอัลตราฟิลเตรชัน (โพลีซัลโฟน) ด้วยการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมีของคุณภาพน้ำเพอร์มิเอตและน้ำเสียป้อนเข้าระบบ ตามลำดับ

4.5 ประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นของการใช้เทคโนโลยีเยื่อกรอง

การสำรวจความคิดเห็นของประชาชนต่อการจัดการน้ำเสีย

ทำการสำรวจความคิดเห็นของประชาชนต่อการจัดการน้ำเสียในเขตพื้นที่เทศบาลนคร อุบลราชธานี โดยใช้แบบสอบถาม จำนวนประชากรทั้งสิ้น 24,781 ครัวเรือน (ข้อมูล ณ วันที่ 30 ธันวาคม 2554 กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย, 2554) สามารถ คำนวณกลุ่มตัวอย่างจากสูตรของ Taro Yamane [13]

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2}$$

เมื่อ n = กลุ่มตัวอย่าง
 N = จำนวนประชากรทั้งหมด
 e = ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้น (0.05)

จากการคำนวณได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 394 ครัวเรือน