

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากสุร่งที่ใช้ในการทดลอง

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียจากหอกล่น(vinasse)โรงงานผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล บริษัท เพโทรกรีน จำกัด จังหวัดชัยภูมิ เก็บรักษามีที่อุณหภูมิ 4 °C มีค่าซีโอดีเฉลี่ย 285,000 มก./ลิตร และมีลักษณะสมบัติอื่นๆดังแสดงในตารางที่ 3-1 และในการทดลองนี้ทำการนำน้ำเสียมาเจือจางด้วยน้ำประปาตามความเข้มข้นซีโอดีที่ต้องการ

ตารางที่ 3-1 ลักษณะสมบัติน้ำเสียจาก โรงกล่นเอทานอลจากกากน้ำตาล

พารามิเตอร์ Parameters	ค่าเฉลี่ย average
pH	4.4 (0.1)
COD (mg/l)	285,000 (22,000)
BOD (mg/l)	119,000 (22,300)
SS (mg/l)	28,600 (8,510)
VSS (mg/l)	23,900 (7,800)

*หมายเหตุ ค่าใน () แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การเติมเชื้อตะกอน

การเติมเชื้อตะกอนในการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ช่วงการทดลอง

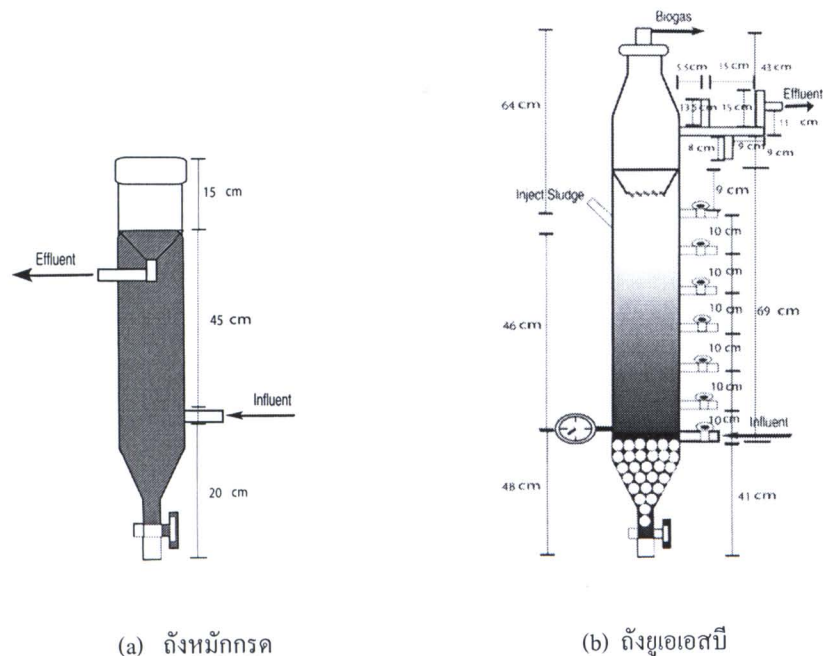
ช่วงที่ 1 เชื้อตะกอนได้มาจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบยูเอเอสบี ของโรงงานเบียร์ มีความเข้มข้นตะกอน 52,100 มก./ลิตร เติมเชื้อตะกอนลงในถังปฏิกรณ์ยูเอเอสบี1 ถึงปฏิกรณ์ยูเอเอสบี2 ในปริมาตร 3 ลิตรเท่าๆกัน เพื่อควบคุมให้ถังปฏิกรณ์ยูเอเอสบี1 และ 2 มีความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น 15 กก. VSS / ลบ.ม

ช่วงที่ 2 เชื้อตะกอนได้มาจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบยูเอเอสบี ของโรงงานเบียร์ มีความเข้มข้นตะกอน 64,430 มก./ลิตร เติมเชื้อตะกอนลงในถังปฏิกรณ์ยูเอเอสบี1 ถึงปฏิกรณ์ยูเอเอสบี2 ในปริมาตร 4.5 ลิตรเท่าๆกัน เพื่อควบคุมให้ถังปฏิกรณ์ยูเอเอสบี1 และ 2 มีความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น 25 กก. VSS / ลบ.ม

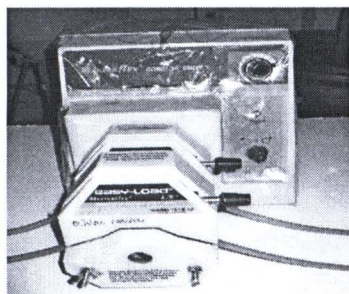
3. เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) ถังเก็บน้ำเสียเข้าเป็นถังพลาสติก ทนความร้อน ซึ่งสามารถทนความร้อนได้สูงถึง 60°C และมีปริมาตร 30 ลิตร ใช้สำหรับรองรับน้ำเสียจากระบบ จำนวน 5 ลิตร ที่มีการเปลี่ยนใหม่ทุกวัน
- 2) ถังหมักกรด ลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ใช้วัสดุชนิดพีวีซี ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร มีปริมาตร 5.4 ลิตรและ รับอัตราการป้อนน้ำเสีย 4.5 ลิตร/วัน มีระยะเวลากักเก็บ 0.8 วัน ดังแสดงในภาพที่ 3-1(a)
- 3) ถังยูเอเอสบี ลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ใช้วัสดุชนิดพีวีซี ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร มีปริมาตร 8.5 ลิตร ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ ที่ระดับความสูง 48 เซนติเมตร จุดเดิมเชื้อตะกอนที่ระดับความสูง 94 เซนติเมตร ระดับน้ำออกที่ความสูง 110 เซนติเมตรและจุดออกของก๊าซ มีความสูงห่างจากพื้น 158 เซนติเมตร ในถังมีจุดตรวจวัดตะกอน 6 จุด มีระดับความสูงห่างจากพื้น 47 เซนติเมตร ระยะห่างแต่ละจุด 10 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 3-1(b)
- 4) ปั๊ม peristaltic pump ยี่ห้อ Master flex รุ่น Console Drive ดังแสดงในภาพที่ 3-2(a)
- 5) เครื่องวัดปริมาตรก๊าซ เครื่องวัดปริมาตรก๊าซ แบบ wet test ยี่ห้อ Shinagawa รุ่น WS มีรอบการวัดปริมาตรก๊าซที่ 1 ลิตร/รอบ ดังแสดงในภาพที่ 3-2(b)

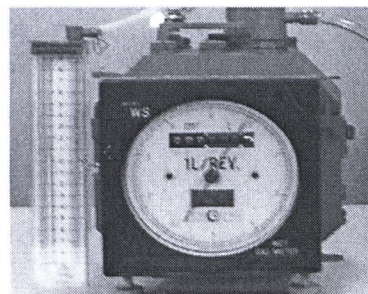
โดยภาพถ่ายการทดลอง ยูเอเอสบี 2 เฟส 2 สเตจ ที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งติดตั้ง ณ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น แสดงในภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-1 ภาพแสดงมาตราส่วน (a) ถังหมักกรด และ (b) ถังยูเอเอสบี

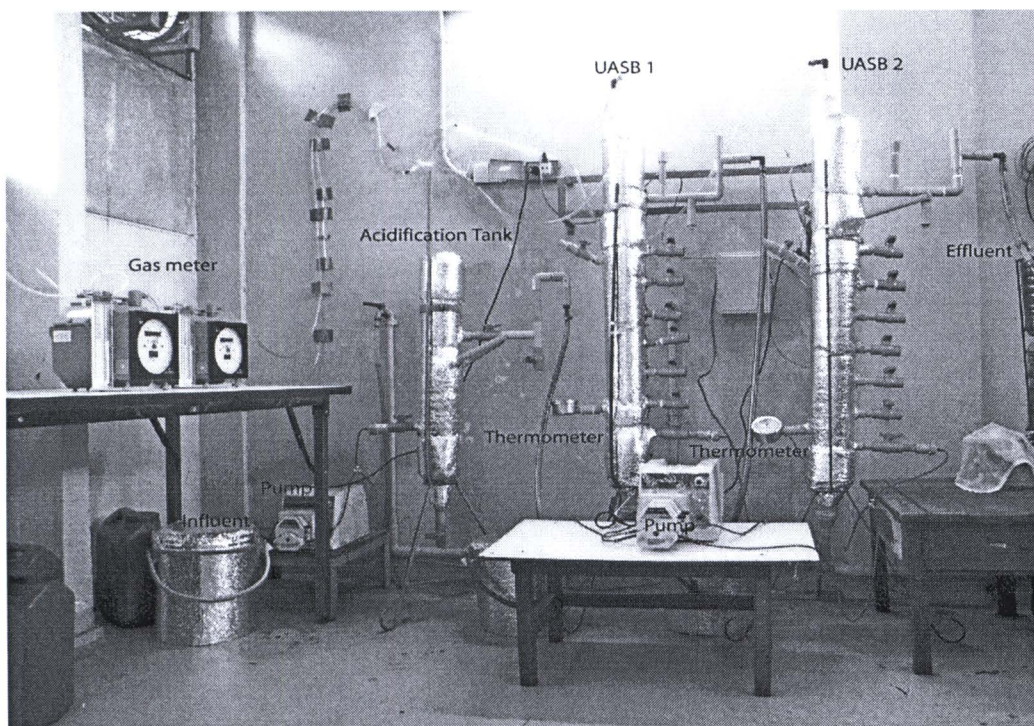


(a) ปั๊ม



(b) เครื่องวัดปริมาตรก๊าซ

ภาพที่ 3-2 ภาพถ่าย (a) ปั๊ม peristaltic และ (b) เครื่องวัดปริมาตรก๊าซ ที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 3-3 ภาพถ่ายชุดถังปฏิกรณ์ ทดลองระบบยูเอสบี 2 เฟส 2 สเตจ

4. วิธีการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ต้องการศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของระบบยูเอสบี 2 เฟส 2 สเตจ ในสถานะที่เชื้อตะกอนจุลินทรีย์เริ่มต้นต่างกัน และ ระยะเวลาที่เก็บรวมต่างกัน แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วงการทดลอง คือ

ช่วงที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพของระบบยูเอสบี 2 เฟส 2 สเตจ ที่ความเข้มข้น ซีโอดีสูงสุด 20,000 มก./ลิตร ควบคุมอัตราการป้อนน้ำเสียเข้าระบบที่ 4.6 ลิตร/วัน ระยะเวลาที่เก็บรวม 11 วัน ใช้เชื้อตะกอนที่มีความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น 15 กก. VSS / ลบ.ม. เริ่มต้นเดินระบบ (Start up) ป้อนน้ำเสียที่มีความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าประมาณ 5,000 มก./ลิตร จนระบบสามารถคงที่(Stable) จึงเริ่มเปลี่ยนความเข้มข้นซีโอดีเพิ่มขึ้นเป็น 10,000 มก./ลิตร และ 20,000 มก./ลิตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3-2

ช่วงที่ 2 ศึกษาความสามารถในการรับอัตราการบรรทุกอินทรีย์สูงสุด ของระบบยูเอสบี 2 เฟส 2 สเตจ ควบคุมอัตราการป้อนน้ำเสียเข้าระบบที่ 4.6 ลิตร/วัน ระยะเวลาที่เก็บรวม 7 วัน ใช้เชื้อตะกอนที่มีความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น 25 กก. VSS / ลบ.ม. เริ่มต้นเดินระบบ (Start up) ป้อนน้ำเสียที่มีความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้า ประมาณ 5,000 มก./ลิตร จนระบบสามารถคงที่(Stable) จึงเริ่มเปลี่ยนความเข้มข้นซีโอดีเพิ่มขึ้นเป็น 10,000 มก./ลิตร 20,000 มก./ลิตร 40,000 มก./ลิตร และ 60,000 มก./ลิตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-2 ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าและภาระบรรทุกอินทรีย์ ในการทดลองช่วงที่ 1

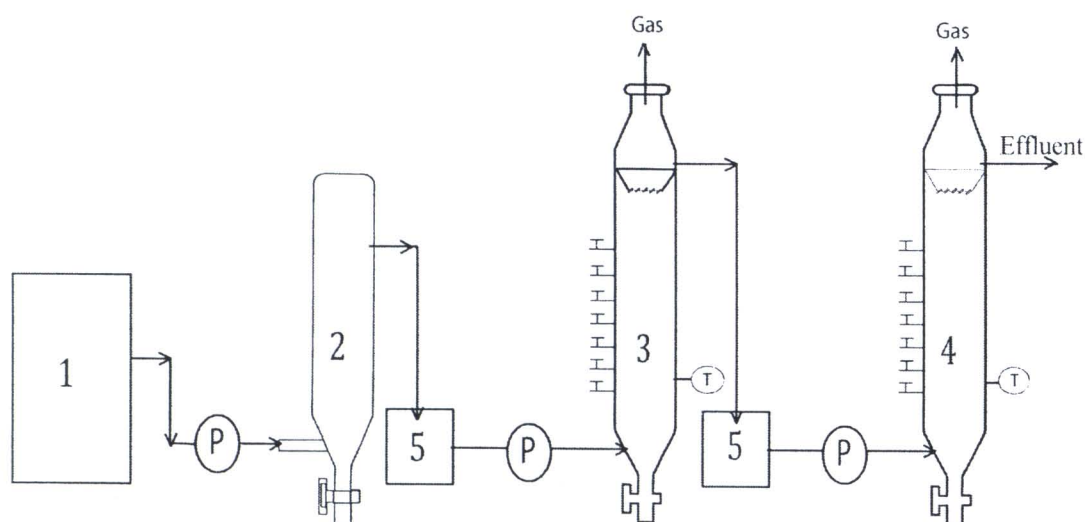
Influent COD (mg/l)	OLR(kg COD/m ³ . d)		
	Acid Tank	UASB 1	UASB 2
5,000	5	2.5	1.25
10,000	10	5	2.5
20,000	20	10	5

ตารางที่ 3-3 ความเข้มข้นซีโอดีน้ำเข้าและภาระบรรทุกอินทรีย์ ในการทดลองช่วงที่ 2

Influent COD (mg/l)	OLR(kg COD/m ³ . d)		
	Acid Tank	UASB 1	UASB 2
5,000	5	2.5	1.25
10,000	10	5	2.5
20,000	20	10	5
40,000	40	20	10
60,000	60	30	15

5. วิธีการเก็บตัวอย่าง

ทำการวิเคราะห์น้ำเสียที่เข้าและออกจากถังหมักกรด ยูเอเอสบี1 และ ยูเอเอสบี2 ณ จุดเก็บตัวอย่าง หมายเลข 1 , 2 , 3 และ 4 ดังแสดงในภาพที่ 3-4 โดยวิเคราะห์พารามิเตอร์และจำนวนความถี่ ดังแสดงในตารางที่ 3-4 นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซที่เกิด และองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ ในส่วนของเชื้อตะกอนจุลินทรีย์ได้ทำการวิเคราะห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง หาค่า MLSS, MLVSS และขนาดของตะกอนจุลินทรีย์ เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณลักษณะตะกอนจุลินทรีย์ในระบบ



- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 1. ถังเก็บน้ำเสียเข้า | 2. ถังหมักกรด |
| 3,4. ถังยูเอเอสบี | 5. ถังตกตะกอน |
| (P) ปั๊ม | (T) จุดตรวจวัดอุณหภูมิ |

ภาพที่ 3-4 ภาพแสดงการไหลของระบบยูเอเอสบี 2 เฟส 2 สเตจ

ตารางที่ 3-4 พารามิเตอร์และความถี่ในการวิเคราะห์

พารามิเตอร์ Parameters	จำนวนครั้งในการวิเคราะห์ Analysis frequency	
	Influent	Effluent
Flow rate	Everyday	-
อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	Everyday	Everyday
COD (mg/l)	Every two day	Every two days
BOD (mg/l)	At stable state	At stable state
pH	Everyday	Everyday
VFA(mg/l)	Every two days	Every two days
SS(mg/l)	Every two days	Every two days
VSS(mg/l)	Every two days	Every two days
Alkalinity(mg/l)	Every two days	Every two days
Biogas production rate	Everyday	Everyday
Biogas composition	Every two days	Every two days

หมายเหตุ น้ำเข้า(น้ำก่อนเข้าถังหมักกรดและน้ำก่อนเข้าถังปฏิกรณ์ยูเอเอสบี1)
 น้ำออก(น้ำออกถังหมักกรด, น้ำออกถังปฏิกรณ์ยูเอเอสบี1 และน้ำออก
 ถังปฏิกรณ์ยูเอเอสบี2)

6. วิธีวิเคราะห์ตัวอย่าง

วิธีการวิเคราะห์พารามิเตอร์ทั้งหมด ใช้วิธีการตามเอกสารอ้างอิง Standard methods (APHA, AWWA and WEF,1985)

1) pH วัดค่าความเป็นกรดด่างโดยใช้ pH meter ยี่ห้อ Hanna รุ่น HI 98127 (pH/Temp $^{\circ}\text{C}$) ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

2) Chemical Oxygen Demand (COD) ใช้วิธี Close Reflux Method ภายใต้สภาวะรีฟลักซ์ในสารละลายกรดซัลฟริกที่มีอุณหภูมิสูง สารอินทรีย์ในน้ำจะถูกออกซิไดซ์โดยโพแตสเซียมไดโครเมต ที่มีความเข้มข้น 0.1 N หลังจากรีฟลักซ์ วัดปริมาณโพแตสเซียมไดโครเมตที่เหลือด้วยการไตเตรทกับ เฟรตแอม โมเนียซัลเฟต 0.01 N และ ใช้เฟอโรอินเป็นอินดิเคเตอร์

3) Suspended Solids (SS) ใช้ตัวอย่างน้ำที่กรองผ่าน GF/C เส้นผ่านศูนย์กลาง 47 เซนติเมตร ต่อก่อนที่ติดอยู่บนกระดาษกรองจะนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 $^{\circ}\text{C}$ ทำให้เย็นในโถแห้งแล้วชั่งหาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

4) Volatile Suspended Solids (VSS) ส่วนของแข็งแขวนลอยอินทรีย์ จะถูกสลายเมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิ 550-600 °C ส่วนของแข็งแขวนลอยที่เป็นสารอนินทรีย์จะไม่สลายตัว นำไปทำให้เย็นในโถแห้ง แล้วชั่งน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปและคำนวณความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยอินทรีย์ในหน่วย มก./ลิตร น้ำตัวอย่าง

5) Alkalinity ใช้วิธี Potentiometric Titration Method นำน้ำตัวอย่าง มาวัดพีเอช แล้วทำการลดพีเอชด้วยการไทเทรต ด้วย NaOH 0.1 N จนค่าพีเอชเป็น 4.0 อ่านค่าจำนวน ml ที่ใช้ไป แล้วนำมาคำนวณหาค่า Alkalinity

6) Volatile Fatty Acid (VFA) นำน้ำตัวอย่าง ไปต้มจนเดือด เพื่อกำจัดค่า OH^- (โดยที่ก่อนต้มควรปรับพีเอชให้ต่ำลงอยู่ในช่วง 3.5-3.3 ก่อน เนื่องจากเมื่อต้มค่าพีเอชจะสูงขึ้นเกิน 4) ทิ้งให้เย็นแล้วปรับพีเอชเป็น 4 แล้วทำการไทเทรต ด้วย สารละลาย H_2SO_4 0.1 N จนถึง พีเอช 7 แล้วนำมาคำนวณหาค่า Volatile Fatty Acid

7) องค์ประกอบของก๊าซ ใช้เครื่องก๊าซ โครมาโตกราฟฟีชีส์หือ Shimadzu รุ่น GC 2014 ชนิด TCD เครื่องสามารถแยกองค์ประกอบของก๊าซที่ฉีดเข้าไป โดยสามารถแยกก๊าซที่เกิดขึ้นได้ 4 ชนิด คือ ไฮโดรเจน , ไนโตรเจน, มีเทน และ คาร์บอนไดออกไซด์ แล้วนำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์ก๊าซที่เกิดโดยเปรียบเทียบกับ ก๊าซมาตรฐานที่รู้ความบริสุทธิ์แน่นอน