อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1.ระบบบำบัดน้ำเสียจำลองประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ถังปฏิกิริยาและถังตกตะกอนดังแสดงในภาพที่ 14 และ ภาพที่ 15

1.1 ถังปฏิกิริยา (Reactor Tank)

ใช้ถังปฏิกิริยาทรงสี่เหลี่ยมทำด้วยอะครีลิคใสซึ่งเป็นวัสดุทนทานต่อการกัดกร่อนมีขนาด ก×ย×ส เท่ากับ 25×25×35 เซนติเมตรตามลำดับ มีปริมาตร 12.5 ลิตร ติดตั้งอุปกรณ์สำหรับกวนน้ำที่ฝาถังเพื่อให้เกิดการกวนผสมที่สมบูรณ์

1.2 ถังตกตะกอน (Sedimentation Tank)

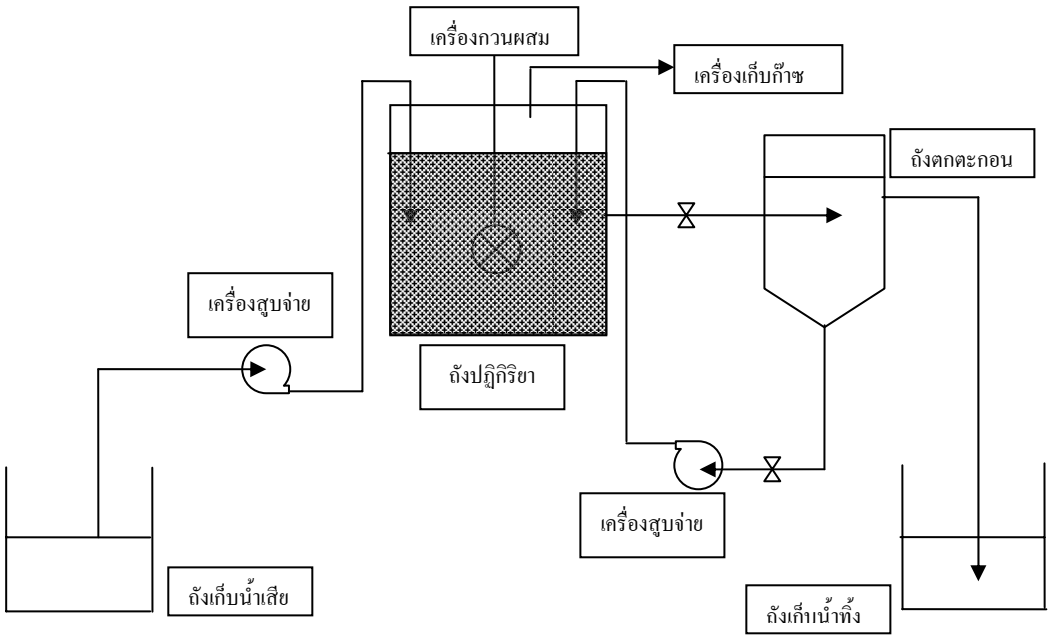
ใช้ถังตกตะกอน 1 ถัง ซึ่งทำจากวัสดุพีวีซี มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 20 เซนติเมตร ลึก 27 เซนติเมตร มีหน้าที่แยกตะกอนออกจากน้ำใสโดยการตกตะกอนด้วยแรงโน้มถ่วงและทำการสูบเวียนตะกอนจากก้นถังกลับไปยังถังปฏิกิริยาโดยใช้ปั๊มสูบเวียนตะกอน

2. เครื่องสูบน้ำแบบรีดสาย (Peristaltic Pump) ยี่ห้อ MASTER FLEX SYSTEM MODEL 7553-85, 1-100 rpm

ใช้ป้อนตัวอย่างน้ำเสียเข้าระบบ ปรับอัตราไหลอยู่ในช่วง 10-20 ลิตรต่อวัน

3. เครื่องสูบเวียนตะกอน (Return SludgePump) ยี่ห้อ MASTER FLEX SYSTEM MODEL 7553-85, 1-100 rpm

ใช้เครื่องสูบแบบรีดสายทำหน้าที่สูบเวียนตะกอนจากถังตกตะกอนไปยังถังปฏิกิริยาเพื่อให้ตะกอนได้สัมผัสกับน้ำเสียโดยจะสูบตะกอนที่แยกชั้นกับน้ำทิ้งและที่สะสมที่ก้นถังตกตะกอนกลับสู่ถังปฏิกิริยา



ภาพที่14 แสดงแบบจำลองระบบแอนแอร์โรบิคคอนแทค

1. ถังปฏิกิริยา
2. ถังตกตะกอน
3. เครื่องสูบน้ำเสียเข้าระบบ
4. เครื่องสูบสลัดจ์เวียนกลับ
5. ชุดมอเตอร์กวนผสม
6. ถังน้ำเสียเข้าระบบ
7. ถังน้ำทิ้ง

ภาพที่15 แสดงระบบแอนแอร์โรบิคคอนแทค

4. เครื่องกวนผสม (Mixer) ยี่ห้อ ORIENTAL MOTOR 15 W. 100 V. 50-60 Hz, 1250-1550 rpm

เครื่องกวนผสมทำหน้าที่กวนผสมตะกอนและน้ำเสียในถังปฏิกิริยาโดยติดตั้งชุดมอเตอร์กวนที่ฝาถังต่อก้านของใบกวนลงไปในถังปฏิกิริยา

5. อุปกรณ์เก็บก๊าซชีวภาพ (Gas Counter)

ใช้อุปกรณ์เก็บก๊าซชีวภาพ 1 ชุด ประกอบด้วยถังทรงกระบอกปลายเปิดหนึ่งข้าง 2 ใบ ซึ่งทำจากวัสดุพลาสติกใสวางครอบกันอยู่ ใบแรกมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 12 เซนติเมตร ลึก 18 เซนติเมตร บริเวณผนังด้านนอกมีขีดบอกปริมาตรใช้วัดปริมาตรแก๊สที่เกิดขึ้น ด้านบนมีท่อเชื่อมต่อกับถังปฏิกิริยา และถังใบนี้วางครอบลงในถังทรงกระบอกใบที่สอง มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 14 เซนติเมตร ลึก 21 เซนติเมตรซึ่งบรรจุน้ำไว้ภายใน เมื่อมีก๊าซเข้ามา ก๊าซจะดันถังใบแรกให้ยกตัวขึ้น และสามารถอ่านปริมาตรก๊าซจากสเกลของถังใบแรกได้ดังแสดงในภาพที่ 16

6. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter) ยี่ห้อ DENVER INSTRUMENT MODEL 215 และ ยี่ห้อ HANNA INSTRUMENT MODEL HI 1257 pH/ORP.

7. เทอร์โมมิเตอร์

8. เครื่องชั่งละเอียด ยี่ห้อ DENVER MODEL 215 Max 220g. d = 0.001g.

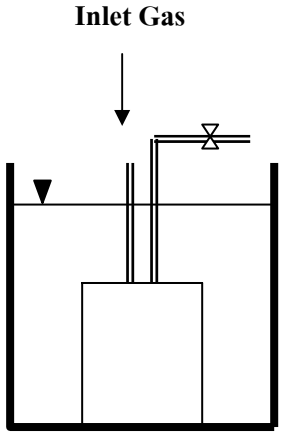
9. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (105-150 ˚C) ยี่ห้อ BINDER MODEL ED 53/E2.

10. เครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์ทางเคมี

11. ถังเก็บน้ำดิบก่อนเข้าระบบ และถังรับน้ำทิ้ง
ทำจากพลาสติก PE-LD ปริมาตร 20 แกลลอน

12. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่า COD, VFA และ Alkalinity

13. กระดาษกรอง GF/C WHAT MAN Ø 47 mm.



ภาพที่ 16 แบบจำลองระบบเก็บก๊าซชีวภาพ (Biogas collection system)

วิธีการ

1. น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นน้ำเสียที่เก็บตัวอย่างมาจากโรงงานผลิตเส้นขนมจีน อ.สามโคก จ.ปทุมธานี ทั้งในส่วนของการผลิตเส้นขนมจีนและส่วนของการชำระล้างอุปกรณ์ เครื่องมือและพื้นของโรงงาน โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสในการศึกษา น้ำเสียจะถูกปรับให้มีค่าภาระบรรทุกเชิงปริมาตร 1 และ 2 Kg-COD/m^3-d

2. การวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ในระบบ

พารามิเตอร์สำคัญที่ติดตามในการศึกษาและประเมินประสิทธิภาพของระบบ ได้แก่ พีเอช โออาร์พี สภาพด่างทั้งหมด กรดไขมันระเหย ตะกอนแขวนลอย และซีโอดี โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตามระบุใน Standard Method (20 th ed 1998) ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 วิธีวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
1.พีเอช	เครื่องวัดพีเอช
2.โออาร์พี	เครื่องวัดโออาร์พี
2.สภาพด่างทั้งหมด	2320 B. Titration Method
3.กรดไขมันระเหย	2310 B. Titration Method
4.ตะกอนแขวนลอย	2540 D. Total Suspended Sold Dried at 103-105 ° C
5.ซีโอดี	5220 C. Closed Reflux, Titrimetric Method

3. การเดินระบบบำบัดน้ำเสีย

ก่อนการเดินระบบอุปกรณ์ประกอบระบบต่างๆจะถูกติดตั้งตามแบบระบบจำลองที่แสดงในภาพที่ 14 และ 15 กล่าวคือ ติดตั้งเครื่องสูบน้ำเสียเพื่อสูบน้ำเสียจากถังเก็บน้ำเสียเข้าสู่ถังปฏิกิริยาโดยเริ่มป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบตามอัตราไหลที่ 10 15 และ 20 ลิตรต่อวัน ภายในถังติดตั้งเครื่องกวนผสม ด้านบนฝาถังปฏิกิริยามีท่อนำก๊าซเข้าสู่อุปกรณ์เก็บก๊าซ ตะกอนจากถังตกตะกอนจะมีการสูบหมุนเวียนกลับเข้าสู่ถังปฏิกิริยาในอัตรา2-4 เท่าของอัตราไหลน้ำเสียเพื่อให้ตะกอนได้สัมผัสกับน้ำเสียใหม่ และเป็นการรักษาระดับปริมาณตะกอนในถังปฏิกิริยา

4. การดำเนินการทดลอง

4.1 ขั้นตอนการทดลอง

4.1.1 การปรับสภาพตะกอนจุลินทรีย์ เริ่มต้นจากนำเชื้อจุลินทรีย์จากถังหมักของโรงงานบุญรอดบริเวอรี่ มาเลี้ยงในถังพลาสติกขนาด 20 แกลลอน เติมน้ำเสียจากโรงงานผลิตเส้นขนมจีน ที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในรูปของซีโอดีประมาณ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในปริมาณ 2 ลิตรต่อวันวันละครั้ง โดยดูดน้ำใสส่วนบนทิ้งไป แล้วจึงเติมน้ำเสียใหม่ให้มีปริมาตรเท่าเดิม ควบคุมให้น้ำในถังมีพีเอชประมาณ 7 ติดตามค่าซีโอดีของน้ำในถังปฏิกิริยาจนค่าซีโอดี

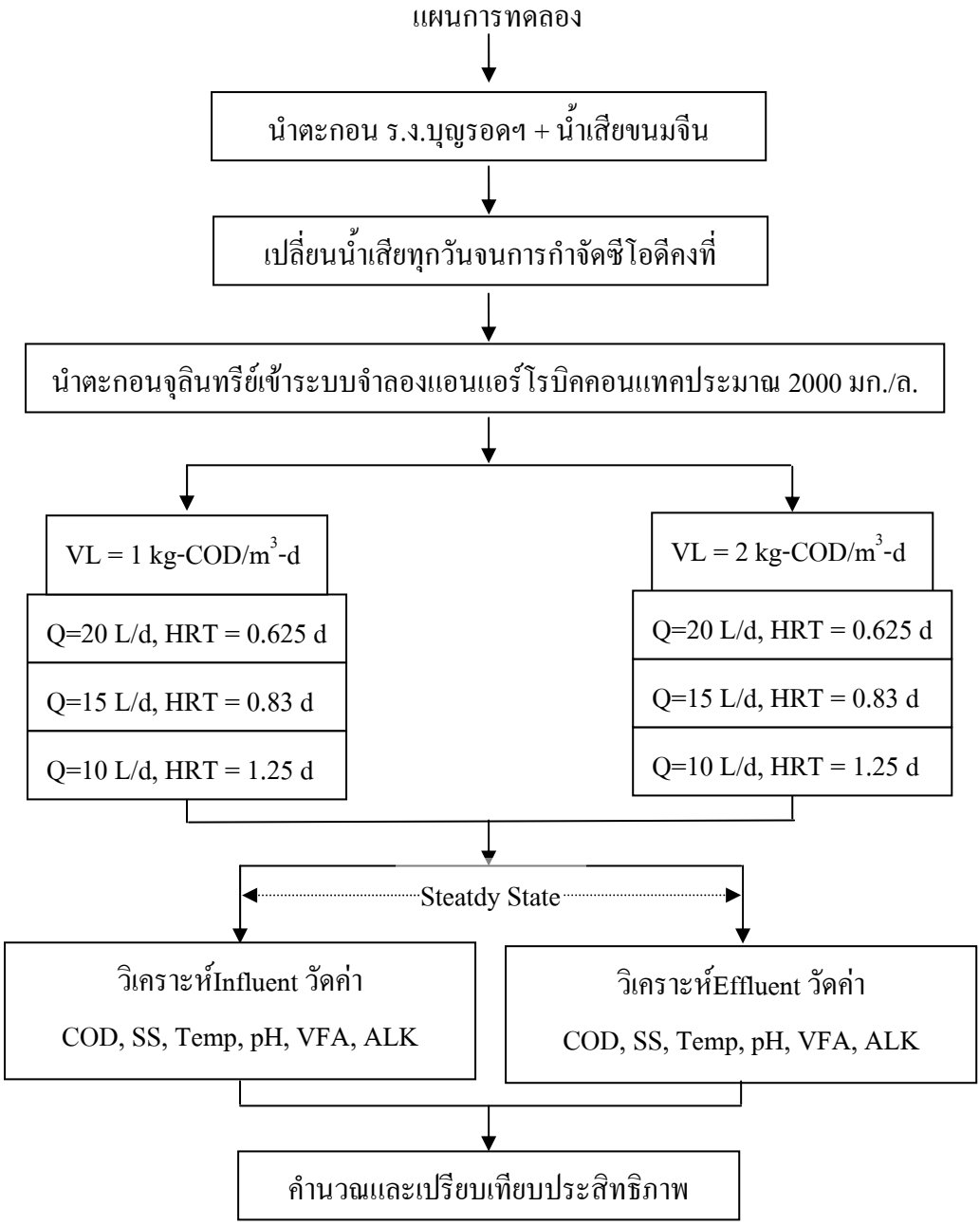
ค่อนข้างคงที่ แล้วจึงเริ่มนำตะกอนจุลินทรีย์ใส่ในระบบจำลองโดยป้อนน้ำเสียที่อัตราการไหล 10 15 และ 20 ลิตรต่อวัน โดยควบคุมค่าปริมาณจุลชีพประมาณ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 7 แสดงค่าเวลากักเก็บ ซีโอดี F/M ratio และค่าภาระบรรทุกเชิงปริมาตรที่แปรผันตามอัตราการการป้อนน้ำเสีย

ชุดการทดลอง	เวลากักเก็บ (day)	อัตราการไหล (l/day)	ซีโอดีเข้าระบบ (mg./l)	F/M ratio KgCOD/KgMLSS-Day	ค่าภาระบรรทุกเชิงปริมาตร (Kg-COD/m^3-d)
1	0.625	20	625.00	0.5	1
2	0.625	20	1,250.00	1	2
3	0.83	15	833.33	0.5	1
4	0.83	15	1,666.67	1	2
5	1.25	10	1,250.00	0.5	1
6	1.25	10	2,500.00	1	2

4.1.2 การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของจุลินทรีย์ ประสิทธิภาพของระบบแอนแอร์โรบิคคอนแทคสามารถประเมินได้จากการกำจัด COD (Chemical oxygen demand) โดยการศึกษานี้แปรผันค่า F/M ratio 2 ระดับคือที่ 0.5 และ 1 KgCOD/KgMLSS-Day ซึ่งคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างค่าซีโอดีที่เข้าระบบต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่อยู่ในถังปฏิกิริยาและสอดคล้องกับค่าอัตราภาระบรรทุกเชิงปริมาตรที่ 1 และ 2 Kg-COD/m^3-d ซึ่งคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างค่าซีโอดีที่เข้าระบบต่อปริมาตรของถังปฏิกิริยาMetcalf and Eddy (2004) กล่าวว่า ระบบบำบัดไร้อากาศแบบกวนสมบูรณ์ ควรมีอัตราภาระบรรทุกเชิงปริมาตร 1.0-8.0 KgCOD/m^3-d และควรมีระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย 0.5-5 วัน การเปลี่ยนแปลงอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (Volumetric Loading) นี้จะส่งผลให้ระยะเวลาเก็บกักน้ำ (HRT) และอัตราการไหลของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบแปรเปลี่ยนตามไปด้วย ตัวอย่างน้ำเสียจะถูกวิเคราะห์ค่า COD, SS, Temp, pH, VFA, Alkalinity และ ORPทั้งก่อนเข้าระบบ (Influent) และน้ำเสียที่ออกจากระบบ (Effluent)

4.2 แผนการดำเนินการทดลอง



ภาพที่ 17 แผนภาพแสดงการศึกษาทดลอง

4.3 การวิเคราะห์ตัวอย่างจากระบบ

ตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าระบบ (Influent) และออกจากระบบ (Effluent) จะนำมาวิเคราะห์ ตัวแปรต่อไปนี้คือ COD, SS, Temp, pH, VFA, ALK และ ORP เพื่อประเมินประสิทธิภาพโดยความถี่ในการวิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์และความถี่ในการวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆ

ตำแหน่งเก็บตัวอย่าง	**ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์**	**ความถี่ในการวิเคราะห์**
น้ำเข้าและน้ำออก	SS	ทุกวัน
น้ำเข้าและน้ำออก	COD	ทุกวัน
น้ำเข้าและน้ำออก	Temp	ทุกวัน
น้ำเข้าและน้ำออก	pH	ทุกวัน
น้ำเข้า น้ำออกและถังปฏิกิริยา	VFA	ทุกวัน
น้ำเข้า น้ำออกและถังปฏิกิริยา	ALK	ทุกวัน
ถังปฏิกิริยา	ORP	ทุกวัน

สถานที่และระยะเวลาในการทำวิจัย

1. สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

2. ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

เริ่มดำเนินการวิจัยตั้งแต่ เดือนตุลาคม 2548 ถึง เดือนธันวาคม 2549 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 15 เดือน ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แผนการดำเนินงานวิจัย

การปฏิบัติงาน	2548			2549											
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ตรวจเอกสาร	←	→													
เขียนโครงการวิทยานิพนธ์	←		→												
เตรียมอุปกรณ์และสารเคมี		←		→											
ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ		←								→					
รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผล				←							→				
ทำรายงานวิทยานิพนธ์													←		→