บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

ระบบบำบัดน้ำเสียยูเอเอสบี

ส่วนประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียยูเอเอสบี ระบบบำบัดน้ำเสียยูเอเอสบีของโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งที่ใช้ในการศึกษาเป็นระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่ตั้งอยู่ที่จังหวัดสมุทรสาคร มีส่วนประกอบที่สำคัญของระบบดังนี้

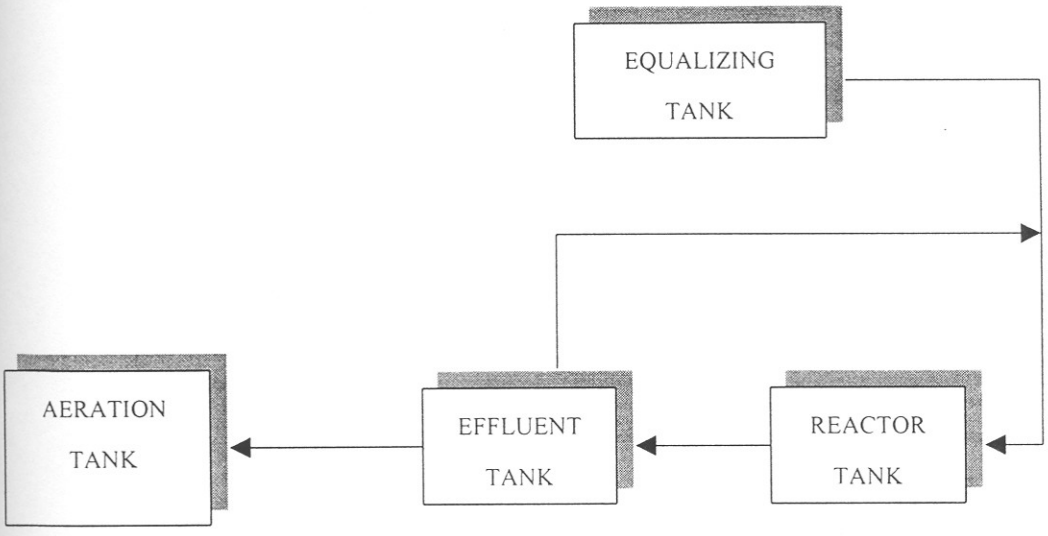
1. ถังปรับสภาพสมดุลย์ (equalizing tank) ทำหน้าที่ช่วยปรับสภาพน้ำเสียต่าง ๆ ให้มีลักษณะสมบัติที่ใกล้เคียงกันก่อนออกจากถังและช่วยให้การป้อนน้ำเสียเข้าถังปฏิกิริยามีอัตราสม่ำเสมอ ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียทำงานได้อย่างต่อเนื่อง มีขนาดความจุ 1,300 ลูกบาศก์เมตร

2. ถังปฏิกิริยา (reactor tank) ทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียโดยอาศัยจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนเป็นตัวย่อยสลายสารอินทรีย์ ขนาดความจุ 1,500 ลูกบาศก์เมตร ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

2.1 ส่วนหมักพร้อมด้วยระบบป้อนน้ำเสีย (feed inlet system) อยู่ด้านล่างของถัง

2.2 ส่วนตกตะกอนอยู่ด้านบนของถัง ประกอบด้วยแผ่นกั้นเอียง ที่มีวัตถุประสงค์หลัก คือทำหน้าที่แยกน้ำเสีย ก๊าซ และตะกอนจุลินทรีย์ออกจากกัน และยังทำหน้าที่ป้องกันการหลุดออกของตะกอนจุลินทรีย์

2.3 ถังพักน้ำย้อนกลับ (return holding tank) ทำหน้าที่พักน้ำเสียที่ออกจากถังปฏิกิริยา และนำน้ำเสียบางส่วนย้อนกลับเข้าถังปฏิกิริยา และบางส่วนไหลลงสู่ถังเติมอากาศ มีขนาดความจุ 40 ลูกบาศก์เมตร



ภาพที่ 2 ระบบบำบัดน้ำเสียยูเอเอสบี ที่โรงงานอาหารทะเลแช่แข็งแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรสาคร

3. การทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียยูเอเอสบี น้ำเสียจากถังปรับสภาพสมดุลย์จะถูกสูบด้วยปั๊มเพื่อป้อนเข้าทางด้านล่างของถังปฏิกิริยาความเร็วของน้ำเสียที่ถูกป้อนเข้าสู่ถังปฏิกิยา และฟองก๊าซที่เกิดขึ้นจะไหลขึ้นและพาตะกอนลินทรีย์ขึ้นสู่ด้านบน เมื่อน้ำเสียไหลขึ้นสู่ส่วนบนของถังปฏิกิริยาน้ำเสียจะปะทะกับแผ่นกั้น ซึ่งทำหน้าที่แยกก๊าซที่เกิดขึ้นให้หลุดออกจากกลุ่มตะกอนจุลินทรีย์ ก๊าซที่เกิดขึ้นจะถูกเก็บกักในส่วนบนแล้วไหลออกไปตามท่อสู่ที่เก็บกัก น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจะแยกตัวจากตะกอนจุลินทรีย์และไหลออกทางด้านบนของถังปฏิกิริยา ส่วนตะกอนจุลินทรีย์จะตก และจมลงสู่ด้านล่างของถังปฏิกิริยาต่อไป

การศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียยูเอเอสบีขนาดใหญ่ที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ต่าง ๆ

ศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์โดยการวิเคราะห์ค่าซีโอดี

1. เก็บตัวอย่างน้ำเสียจุดที่น้ำเสียเข้าสู่ถังปรับสภาพ (equalizing) และจุดที่น้ำเสีย ซึ่งผ่านการบำบัดจากระบบยูเอเอสบีไหลลงสู่บ่อเติมอากาศขนาดใหญ่ที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 และ 4.5 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งในการเก็บ ตัวอย่างแต่ละครั้งจะดำเนินการเมื่อประสิทธิภาพในการย่อยสลาย VFA มีค่าประมาณ 80 % ติดต่อกัน 1 สัปดาห์ และเริ่มป้อนสารอินทรีย์ในอัตราที่สูงขึ้น ซึ่งการวิเคราะห์ค่า VFA (volatile fatty acid) (540 B) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. เครื่อง CENTRIFUGE
2. ขวดกลั่นขนาด 500 ml.
3. ชุดกลั่น
4. ขวดรูปชมพู่
5. เม็ดแก้ว
6. บีกเกอร์ขนาด 1000 ml. , 10 ml.
7. ขวดปริมาตร
8. ขวดพลาสติกที่ทำจาก POLYOLENFIN
9. ปิเปต
10. บิวเรต
11. ลูกยาง
12. ช้อนตักสาร
13. ตู้อบ
14. โถดูดความชื้น
15. แท่งแก้ว
16. ขวดสีชาพร้อมหลอดหยด
17. HOT PLATE

สารเคมี

1. น้ำกลั่นที่ปราศจาก CO_2
2. กรดซัลฟูริก 1+1 (H_2SO_4 1 ส่วน + น้ำกลั่น 1 ส่วน)
3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล (NaOH 0.1 N)
4. กรดอะซีติก 2000 mg / l (acetic acid stock solution 2000 mg / l : CH_3COOH)
5. โพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลท 0.05 นอร์มัล ($KH_5C_8O_4$ 0.05 N)
6. ฟีนอล์ฟธาลีน อินดิเคเตอร์
7. เอธิลแอลกอฮอล์ 95 %

การเตรียมสารเคมี

1. น้ำกลั่นที่ปราศจาก CO_2 โดยนำน้ำกลั่น 2 ลิตรมาต้มให้เดือดประมาณ 30 นาที ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

2. กรดซัลฟูริก 1+1 (H_2SO_4 1 ส่วน + น้ำกลั่น 1 ส่วน)

2.1 นำน้ำกลั่นใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 ml. ประมาณ 10 ml.

2.2 นำกรดซัลฟูริกเข้มข้น มา 25 ml. ใส่ไว้ในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 ml.

2.3 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจาก CO_2 ให้ได้ตามปริมาตร 1,000 ml.

3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล (NaOH 0.1 N)

3.1 ชั่ง NaOH มา 4 g ด้วยกระดาษชั่งสารหรือบีกเกอร์ขนาด 10 ml.

3.2 ละลายด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจาก CO_2 เทใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 ml. ฉีดน้ำกลั่นที่ปราศจาก CO_2 ไล่ส่วนที่ยังตกค้างในบีกเกอร์หรือกระดาษชั่งสารให้หมด

3.3 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจาก CO_2 ให้ได้ปริมาตร 1,000 ml.

3.4 ถ่ายสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในขวดพลาสติกที่ทำจาก POLYOLENFIN

4. โพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลท 0.05 นอร์มัล ($KH_5C_8O_4$ 0.05 N)

4.1 ชั่ง $KH_5C_8O_4$ มา 15 – 20 g บดให้ละเอียด เทใส่บีกเกอร์ (ปิดปากบีกเกอร์ด้วย FOIL)

4.2 นำมาอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชั่วโมง

4.3 เมื่อครบกำหนดนำมาใส่ในโถดูดความชื้นเพื่อทำให้เย็น

4.4 นำมาชั่งด้วยเครื่องชั่งละเอียด 10.0 $\pm$ 0.5 g ในกระดาษชั่งสารหรือในบีกเกอร์ขนาด 10 ml.

4.5 ละลายด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจาก CO_2 เทใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 ml. ฉีดน้ำกลั่นที่ปราศจาก CO_2 ไล่ส่วนที่ยังตกค้างในบีกเกอร์หรือกระดาษชั่งสารให้หมด

4.6 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจาก CO_2 ให้ได้ปริมาตร 1000 ml.

5. กรดอะซีติก 2000 mg / l (acetic acid stock solution 2000 mg / l : CH_3COOH)

5.1 นำ CH_3COOH เข้มข้นมา 1.9 ml. ปรับปริมาตรให้เป็น 1000 ml. ด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจาก CO_2

5.2 ฟีนอล์ฟธาลีน อินดิเคเตอร์ (phenolphthalein indicator)

5.3 นำฟีนอล์ฟธาลีน มาชั่งในกระดาษชั่งสารหรือบีกเกอร์ขนาด 10 ml. จำนวน 5 กรัม

5.4 ละลายด้วยเอธิลแอลกอฮอล์ 95 % ปริมาตร 500 ml. ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 ml. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรตาม 1000 ml.

5.5 ถ่ายฟีนอล์ฟธาลีน อินดิเคเตอร์ลงในขวดสีชา

การทำการเทียบมาตรฐานสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล (NaOH 0.1 N)

1. นำสารละลายมาตรฐาน $KH_5C_8O_4$ 0.05 N จำนวน 40 ml. ใส่ในขวดรูปกรวย
2. เติมฟีนอล์ฟธาลีนอินดิเคเตอร์ 2 – 3 หยด (สารละลายจะเป็นสีใส)
3. ไตเตรตจนถึงจุดยุติ (สารละลายจะเป็นสีชมพู) บันทึกปริมาตรที่ใช้ไป
4. คำนวณหาความเข้มข้น โดยใช้สูตร

$$\text{Normality} = \frac{A \times B}{C}$$

เมื่อ A = น้ำหนักของ $KH_5C_8O_4$ (g) ที่นำมาเจือจางให้เป็น 1000 ml.

B = ml. ของ $KH_5C_8O_4$ ที่ใช้ในการไตเตรต

C = ml. ของ NaOH ที่ใช้ในการไตเตรต

การหาค่า Recovery Factor (f)

1. นำ CH_3COOH STOCK 2000 mg/l มา 50 ml. ใส่ในขวดปริมาตรขนาด 250 ml. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจาก CO_2 ให้ได้ปริมาตร 250 ml. (จะได้ความเข้มข้นของ CH_3COOH STOCK เป็น 400 mg / l)

2. ปิเปต CH_3COOH STOCK 400 mg / l มา 100 ml. ใส่ในขวดกลั่นขนาด 500 ml. เติมน้ำกลั่นที่ปราศจาก CO_2 100 ml. , เติม H_2SO_4 (1 + 1) 5 ml. และใส่เม็ดแก้ว 4 - 5 เม็ด เขย่าเพื่อให้สารละลายผสมกันได้ดี

3. นำไปต่อเข้ากับเครื่องกลั่นโดยใช้ขวดรูปชมพู่รองรับส่วนที่กลั่นได้

4. กลั่นด้วยอัตราเร็ว 5 ml. / นาที (โดยเปิด Hot plate ไปที่เลข 3)

5. นำส่วนที่กลั่นได้ 15 ml. แรกทิ้งไปและเก็บส่วนที่กลั่นได้ 150 ml. ใส่ในขวดรูปชมพู่

6. เติมฟีนอล์ฟธาลีน อินดิเคเตอร์ลงไป 2 – 3 หยด (สารละลายจะเป็นสีใส)

7. ไตเตรตด้วย 0.1 N NaOH (จดปริมาตรเริ่มต้นที่ใช้) จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู pH 8.3 (บันทึกปริมาตรหลังใช้)

8. นำมาคำนวณหาค่า f ดังนี้

$$f = a / b$$

เมื่อ a = ความเข้มข้นของกรดระเหย Recovered ในการกลั่น (mg/l)

b = ความเข้มข้นของกรดระเหยที่ใช้ (mg/l)

วิธีการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างน้ำ 200 ml. ใส่ในหลอดที่ใช้สำหรับเครื่องหมุนเหวี่ยง จากนั้นใส่หลอดลงในเครื่องหมุนเหวี่ยง

2. เปิดเครื่องหมุนเหวี่ยงโดยใช้ความเร็วรอบ 2,500 รอบ / นาที เป็นเวลา 10 นาที

3. ปิเปตส่วนใสออกมาให้ได้ปริมาตร 100 ml. ใส่ในขวดกลั่นขนาด 500 ml.

4. เติมน้ำกลั่นที่ปราศจาก CO_2 100 ml. ใส่ในขวดกลั่น เติม H_2SO_4 (1 + 1) 5 ml. และใส่เม็ดแก้ว 4 – 5 เม็ด เขย่าเพื่อให้สารละลายผสมกันได้ดี

5. นำไปต่อเข้ากับเครื่องกลั่นโดยใช้ขวดรูปชมพู่รองรับส่วนที่กลั่นได้

6. กลั่นด้วยอัตราเร็ว 5 ml. / นาที (โดยเปิด hot plate ไปที่เลข 3)

7. นำส่วนที่กลั่นได้ 15 ml. แรกทิ้งไปและเก็บส่วนที่กลั่นได้ 150 ml. ใส่ในขวดรูปชมพู่

8. เติมฟีนอล์ฟธาลีน อินดิเคเตอร์ลงไป 2 – 3 หยด (สารละลายจะเป็นสีใส)

9. ไตเตรตด้วย 0.1 N NaOH (จดปริมาตรเริ่มต้นที่ใช้) จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู pH 8.3 (บันทึกปริมาตรหลังใช้)

10. นำมาคำนวณหาความเข้มข้น ดังนี้

$$\text{Volatile acid (mg/l) as Acetic acid} = \frac{\text{ml. NaOH} \times N \times 60{,}000}{\text{ml. sample} \times f}$$

เมื่อ ml. NaOH = ปริมาตร NaOH ที่ใช้ในการไตเตรต

N = ความเข้มข้นของ NaOH ที่ใช้

ml. sample = ปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่ใช้

f = ค่า Recovery factor

2. นำน้ำเสียจากจุดที่เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าซีโอดี (chemical oxygen demand) ด้วยวิธีรีฟลักซ์แบบปิดและเทียบสี (close reflux, colorimetric metric) (5220 D) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. เครื่องย่อยสารเคมี (thermoreactor)
2. เครื่องวิเคราะห์ค่า COD (spectroquant)
3. หลอดใส่น้ำยา COD (COD Cell - Test) หมายเลข 14555 สำหรับน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ UASB
4. หลอดใส่น้ำยา COD (COD Cell – Test) หมายเลข 14541 สำหรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบ UASB
5. ปิเปต
6.TIP สำหรับดูดสาร

สารเคมี

1. สารละลาย A ประกอบด้วย mercury (II) sulphate และ sulphuric acid
2. สารละลาย B ประกอบด้วย potassium dicromate และ sulphuric acid

การเตรียมสารเคมี

1. ใช้สารละลาย A 2.20 ml. ใช้สารละลาย B 1.80 ml. ใส่ใน COD Cell - Test หมายเลข 14555 สำหรับวิเคราะห์น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ UASB
2. ใช้สารละลาย A 0.30 ml. ใช้สารละลาย B 3.00 ml. ml. ใส่ใน COD Cell - Test หมายเลข 14541 สำหรับวิเคราะห์น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบ UASB

วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปตน้ำตัวอย่างเสียที่เข้าสู่ระบบ UASB 1 ml. ใส่ใน COD Cell - Test หมายเลข 14555
2. ปิเปตน้ำตัวอย่างเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบ UASB 3 ml. ใส่ใน COD Cell - Test หมายเลข 14541
3. เขย่าน้ำตัวอย่างกับสารละลายใน COD Cell - Test ให้ผสมกันดีแล้วใช้กระดาษซับข้างหลอดเพื่อป้องกันคราบติดบริเวณหลอด
4. นำหลอดมาเข้าเครื่อง thermoreactor ที่อุณหภูมิ 148 องศา เซลเซียส เป็นเวลา

2 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดให้นำ COD Cell - Test ออกจากเครื่อง thermoreactor เขย่าให้ผสมกัน แล้วใช้กระดาษเช็ดข้างหลอด ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 นาที)นำหลอดมาวัดค่า COD โดยใช้เครื่อง Spectroquant หันขีด Bar Code ให้ตรงตำแหน่งในเครื่อง (ขณะจับ COD Cell – Test ควรจับที่ฝาหลอดและพยายามให้มีการรบกวนสารละลายน้อยที่สุด)

5. นำค่าซีโอดี ที่วิเคราะห์ได้มาหาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียยูเอเอสบี ด้วยการคำนวณดังนี้

ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ =

$$\frac{\text{ค่าซีโอดีของน้ำเสียที่เข้าสู่ถังปรับสภาพ} - \text{ค่าซีโอดีของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบยูเอเอสบี}}{\text{ซีโอดีของน้ำเสียที่เข้าสู่ถังปรับสภาพ}} \times 100$$

ศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียยูเอเอสบี ด้วยการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณการเกิดแก๊สชีวภาพ

ตรวจวัดปริมาณการเกิดแก๊สชีวภาพที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 0.5, 1, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 และ 4.5 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะดำเนินการเมื่อประสิทธิภาพในการย่อยสลาย VFA มีค่าประมาณ 80 % ติดต่อกัน 1 สัปดาห์ และเริ่มป้อนสารอินทรีย์ในอัตราที่สูงขึ้น ซึ่งการตรวจวัดปริมาณแก๊สชีวภาพมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

อุปกรณ์

เครื่องวัดปริมาณแก๊ส (gas meter) ยี่ห้อ root meter

วิธีการวิเคราะห์

ตรวจวัดปริมาณแก๊สชีวภาพ จากเครื่องวัดปริมาณแก๊ส (gas meter) ยี่ห้อ root meter ด้วยการบันทึกปริมาณแก๊สชีวภาพที่ผลิตได้ในแต่ละวันจากมิเตอร์ซึ่งติดตั้งอยู่ที่ตัวเครื่อง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตะกอนจุลินทรีย์ที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตะกอนจุลินทรีย์ด้วยการศึกษาปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังปฏิกิริยา

1.1 เก็บตัวอย่างน้ำเสียภายในถังปฏิกิริยาที่ระดับความสูงคือ 0.3, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0 และ 4.0 เมตร ตามลำดับ ที่อัตราการป้อนสาร อินทรีย์ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 และ 4.5 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะดำเนินการเมื่อประสิทธิภาพในการย่อยสลาย VFA มีค่าประมาณ 80 % ติดต่อกัน ประมาณ 1 สัปดาห์ และเริ่มป้อนสารอินทรีย์ในอัตราที่สูงขึ้น

1.2 นำน้ำเสียจากจุดที่เก็บตัวอย่างมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตะกอนจุลินทรีย์ในถังปฏิกิริยาด้วยการวิเคราะห์ค่าปริมาณสารแขวนลอย (suspended Solid) ด้วยวิธีอบแห้ง (dried) ที่ 103-105 องศาเซลเซียส (2540 D) ซึ่งมีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

อุปกรณ์

1. เตาอบ (oven)
2. โถดูดความชื้น (desicator)
3. เครื่องชั่งละเอียด (analytical balance)
4. เครื่องดูดอากาศ (suction pump)
5. ถ้วยกรองกูช (buchner funnel)
6. ขวดดูด (suction flask)
7. Adapter
8. กระดาษกรอง (GF / C เส้นผ่านศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร)
9. จานเพาะเชื้อ
10. ปิเปตขนาด 50 ml.
11. กระบอกตวง ขนาด 10 มิลลิลิตร
12. ลูกยางสำหรับดูด
13. คีมหนีบ (forceps)
14. น้ำกลั่น

การเตรียมกระดาษกรอง

1. นำกระดาษกรองใส่ในจานเพาะเชื้อมาอบที่อุณหภูมิ 103 – 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

2. เมื่อครบกำหนดนำมาใส่ในโถดูดความชื้นเพื่อทำให้เย็น

3. นำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งอย่างละเอียด (กำหนดให้ค่าที่วัดได้เป็น A)

วิธีการวิเคราะห์

1. เลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำที่จะให้ค่าของแข็งระหว่าง 25 – 250 มิลลิกรัม (ปริมาตรตัวอย่างน้ำอยู่ระหว่าง 50 – 100 มิลลิลิตร หากตัวอย่างน้ำเป็นชั้นของ Sludge ใช้ตัวอย่างน้ำ 10 มิลลิลิตร)

2. ต่อถ้วยกรองกูชเข้ากับขวดดูดและต่อขวดดูดเข้ากับเครื่องดูดสูญญากาศโดยใช้สายยาง

3. ใช้คีมหนีบ คีบกระดาษกรองวางในถ้วยกรองกูช (ให้ด้านย่นอยู่ด้านบน) ใช้น้ำกลั่นฉีดกระดาษกรองให้ชื้นเพื่อให้กระดาษกรองแนบติดกับถ้วยกรองกูชพร้อมเปิดเครื่องดูดอากาศ

4. เขย่าตัวอย่างน้ำให้ผสมกันดีและ ปิเปตตัวอย่างน้ำมาค่อย ๆ ปล่อยลงบนกระดาษกรองโดยกระจายให้ทั่วแผ่น (ห้ามล้นขอบแผ่น) บันทึกปริมาตรของน้ำตัวอย่างที่ใช้

5. ฉีดน้ำกลั่นไล่ส่วนที่ยังคงติดข้างอยู่ในปิเปตให้หมด ประมาณ 2 – 3 ครั้ง ครั้งละ 20 มิลลิลิตร รอจนกว่ากระดาษกรองจะแห้ง (สังเกตได้จากจะไม่มีน้ำหยดจากถ้วยกรองลงมาในขวดดูด)

6. ปิดเครื่องดูดอากาศใช้คีมหนีบ คีบกระดาษกรองใส่ในจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้

7. นำมาอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 103 – 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

8. เมื่อครบกำหนดนำมาใส่ในโถดูดความชื้นเพื่อทำให้เย็น

9. นำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งอย่างละเอียด (กำหนดให้ค่าที่ชั่งได้เป็น B)

10. คำนวณหาปริมาณของแข็งแขวนลอย ดังนี้

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด} = \frac{(B - A) \times 10^6}{C}$$

เมื่อ A = น้ำหนักของกระดาษกรอง มีหน่วยเป็นกรัม

B = น้ำหนักของกระดาษกรอง+ น้ำหนักของแข็ง มีหน่วยเป็นกรัม

C = ปริมาตรตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการทดลอง มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตะกอนจุลินทรีย์ด้วยการศึกษาปริมาณตะกอนที่หลุดออกจากถังปฏิกิริยา

2.1 เก็บตัวอย่างน้ำเสียจุดที่น้ำเสียซึ่งผ่านการบำบัดจากระบบยูเอเอสบีไหลลงสู่บ่อเติมอากาศขนาดใหญ่ที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 และ 4.5 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะดำเนินการเมื่อประสิทธิภาพในการย่อยสลาย VFA มีค่าประมาณ 80 % ติดต่อกัน 1 สัปดาห์ แล้วจึงเริ่มป้อนสารอินทรีย์ในอัตราที่สูงขึ้น

2.2 นำน้ำเสียจากจุดที่เก็บตัวอย่างมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตะกอนจุลินทรีย์ในถังปฏิกิริยา ด้วยการวิเคราะห์ค่าปริมาณสารแขวนลอย ด้วยวิธีอบแห้ง (Dried) ที่ 103-105 องศาเซลเซียส (2540 D)

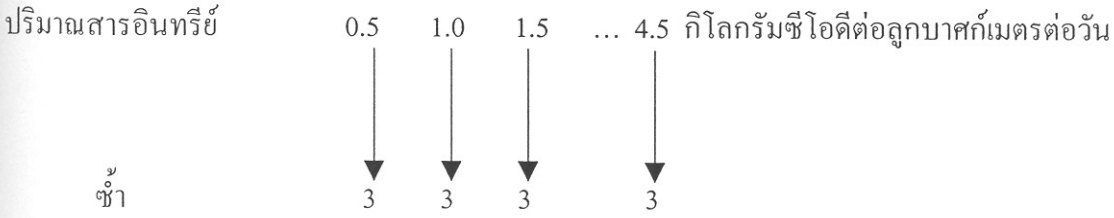
3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตะกอนจุลินทรีย์ด้วยการทดสอบคุณสมบัติในการจมตัวของตะกอนจุลินทรีย์

3.1 เก็บตัวอย่างน้ำเสียภายในถังปฏิกิริยาที่ระดับความสูง 0.3 เมตร จากส่วนล่างของถังปฏิกิริยา ที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 และ 4.5 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะดำเนินการเมื่อประสิทธิภาพในการย่อยสลาย VFA มีค่าประมาณ 80 % ติดต่อกัน ประมาณ 1 สัปดาห์ และเริ่มป้อนสารอินทรีย์ในอัตราที่สูงขึ้น

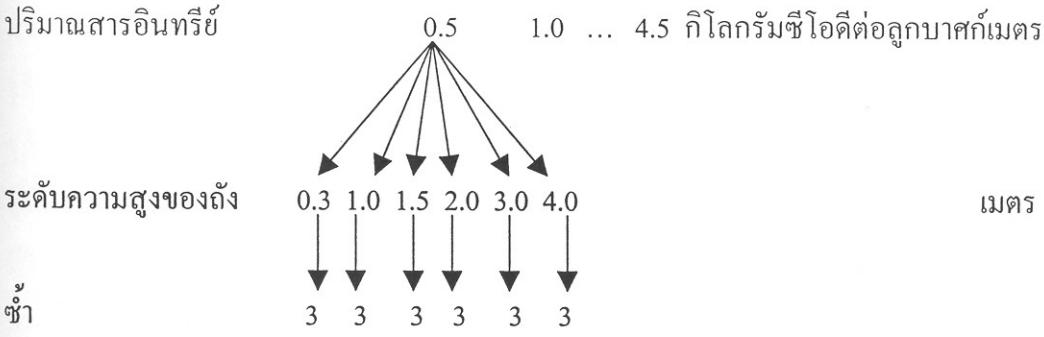
3.2 นำน้ำเสียจากจุดที่เก็บตัวอย่างมาทดสอบคุณสมบัติในการจมตัวของตะกอนจุลินทรีย์ด้วยวิธีการวัด (settling velocity) โดยใช้กระบอกตวง (measuring cylinder)

แบบแผนการทดลอง

1. การติดตามประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียด้วยการวิเคราะห์ค่าซีโอดี (chemical oxygen demand)
2. การตรวจวัดปริมาณแก๊สชีวภาพที่เกิดขึ้น
3. การศึกษาปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่หลุดออกจากถังปฏิกิริยา
4. การทดสอบคุณสมบัติในการจมตัวของตะกอนจุลินทรีย์



5. การเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ในถังปฏิกิริยา



การวิเคราะห์ข้อมูล

จากแผนการทดลองข้างต้น สามารถสรุปปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้ 2 ปัจจัย คือ ปริมาณสารอินทรีย์ (ปัจจัยคงที่) และระดับความสูงของน้ำเสีย (ปัจจัยคงที่) การเก็บตัวอย่างเกี่ยวข้องกับหลายปัจจัย การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายทาง โดยแบบหุ่น (model) จะเป็นแบบปัจจัยคงที่ทั้งหมด (all fixed factor) ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบหลายปัจจัยคงที่ (ANOVA Model I) แผนการทดลองแบบแฟกทอเรียล (factorial) หรือ ออโธโกนอล (orthogonal) ความผันแปรที่เกิดขึ้นนอกจากจะมาจากแต่ละปัจจัยแล้ว ยังอาจจะมาจากความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้วย ทดสอบความแตกต่างด้วย turkey โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (statistic package for the social sciences) for window