

## บทที่ 3

### การวางแผนการวิจัย

#### 3.1 แผนการทดลอง

การทดลองกระทำที่ห้องปฏิบัติการปริญญาโทของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย การทดลองใช้ระบบยูเอเอสบีที่มีถึงกรด จำนวน 3 ถึงที่มีลักษณะเหมือนกัน โดยแต่ละถึงใช้สารอาหารต่างประเภท และมีถึงซึ่งไม่เติมสารอาหารร่วมเป็นถึงควบคุม น้ำชะมูลฝอยที่ใช้นำมาจากหลุมฝังกลบที่ อำเภอ ลาดหลุมแก้ว จังหวัด ปทุมธานี โดยขั้นตอนในการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

1. หาชนิดของสารอาหารร่วมและอัตราส่วนความเข้มข้นของสารอาหารร่วมต่อน้ำชะมูลฝอยที่เหมาะสม โดยในการทดลองเบื้องต้นจะค่อย ๆ ทำการเพิ่มความเข้มข้นของสารอาหารปฐุมภูมิต่าง ๆ คือ น้ำตาล และนมถั่วเหลือง จนเท่ากับ 1,000 มก.ซีไอดี/ลิตร จากนั้นจึงผสมน้ำชะมูลฝอยลงไป ในการผสมสารอาหารปฐุมภูมิและน้ำชะมูลฝอยจะรักษาความเข้มข้นของน้ำชะมูลฝอยที่ป้อนเข้าระบบให้คงที่เท่ากับ 1,000 มก .ซีไอดี/ลิตร เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว จึงทำการปรับอัตราส่วนความเข้มข้นสารปฐุมภูมิต่อน้ำชะมูลฝอย โดยอัตราส่วนสารอาหารปฐุมภูมิต่อน้ำชะมูลฝอยที่ศึกษาเท่ากับ 1:1 2:1 และ 4:1 ตามลำดับ หรือเท่ากับ 1000:1000 2000:1000 และ 4000:1000 มก.ซีไอดี/ลิตร ตามลำดับ
2. หากกระบวนการออกซิเดชันขั้นสูง(AOPs)ที่เหมาะสมมาใช้ โดยกระบวนการที่เลือกมาศึกษามีดังนี้ การใช้  $O_3$  , $O_3$  ร่วมกับ  $H_2O_2$  และ กระบวนการเฟนตัน ( $H_2O_2 + Fe^{2+}$ ) โดย แปรผันค่า pH, ปริมาณ  $O_3$  Dosage ที่ใช้,  $H_2O_2$ :  $O_3$  Dosage ratio,  $H_2O_2$ :  $Fe^{2+}$  Dosage ratio, ระยะเวลาสัมผัส
3. นำกระบวนการออกซิเดชันขั้นสูงที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 2 มาใช้ร่วมกับระบบยูเอเอสบีแบบมีถึงสร้างกรด โดยจะศึกษาเปรียบเทียบผลของการเติมสารอาหารร่วมที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบโดยการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นด้วย AOPs มาเข้าระบบยูเอเอสบีแบบมีถึงสร้างกรดถึงหนึ่ง ส่วนอีกถึงหนึ่งนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นด้วย AOPs มาเติมสารอาหารร่วมโดยเลือกชนิดและความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 1 ก่อนที่จะใส่เข้าระบบยูเอเอสบีแบบมีถึงสร้างกรด

### 3.1.1 การหาชนิดของสารอาหารร่วมและอัตราส่วนความเข้มข้นของสารอาหารร่วมต่อน้ำชะมูลฝอยที่เหมาะสม

ตัวแปรคงที่ คือ

- ความเข้มข้นของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าแต่ละถังเท่ากับ 1,000 มก.ซีไอดี/ลิตร
- อัตราการสูบน้ำเข้าระบบเท่ากับ 2.5 ลิตร/วัน เวลาที่กักน้ำในถังสร้างกรด 24 ชั่วโมงและเวลาที่กักน้ำในถังยูเอเอสบี 24 ชั่วโมง

ตัวแปรอิสระที่ทำการศึกษา คือ

- ชนิดของสารอาหารที่ใช้เป็นแหล่งคาร์บอน 2 ประเภท ได้แก่
  - น้ำตาลทราย
  - โปรตีน ใช้นมถั่วเหลืองตรา วิชอย
- อัตราส่วนความเข้มข้นของสารอาหารปฐุมภูมิต่อน้ำชะมูลฝอย เท่ากับ 1:1 2:1 และ 4:1 ตามลำดับ หรือเท่ากับ 1000:1000 2000:1000 และ 4000:1000 มก.ซีไอดี/ลิตร ตามลำดับ

### 3.1.2 การหากระบวนการออกซิเดชันขั้นสูง(AOPs)ที่เหมาะสมมาใช้

ตัวแปรคงที่ คือ

- ความเข้มข้นของน้ำชะมูลฝอยเท่ากับ 1,000 มก.ซีไอดี/ลิตร

ตัวแปรอิสระที่ทำการศึกษา คือ

- ชนิดของกระบวนการออกซิเดชันขั้นสูง 3 กระบวนการคือ การใช้  $O_3$ ,  $O_3$  ร่วมกับ  $H_2O_2$  และ กระบวนการเฟนตัน ( $H_2O_2 + Fe^{2+}$ )

#### 3.1.2.1 การบำบัดด้วยการเติม $O_3$ เพียงอย่างเดียว

ตัวแปรคงที่ คือ

- ความเข้มข้นของน้ำชะมูลฝอยเท่ากับ 1,000 มก.ซีไอดี/ลิตร

ตัวแปรอิสระที่ทำการศึกษา คือ

- พีเอช โดยทำการศึกษาที่พีเอช 3, 5, 7, 9 และ 11
- ความเข้มข้นของ  $O_3$  ที่ใช้คือ 100, 200 และ 400 มก./ล.\*ชั่วโมง
- ระยะเวลาที่ใช้ในการเติม  $O_3$  โดยเติมจนกระทั่งเข้าสู่สภาวะคงตัว

### 3.1.2.2 การบำบัดด้วยการเติม $O_3$ ร่วมกับ $H_2O_2$

ตัวแปรคงที่ คือ

-ความเข้มข้นของน้ำชะมูลฝอยเท่ากับ 1,000 มก.ซีไอดี/ลิตร

ตัวแปรอิสระ ที่ทำการศึกษาคือ

-พีเอช โดยทำการศึกษาที่พีเอช 3, 5, 7, 9 และ 11

-อัตราส่วนโดยโมลของ  $O_3$ :  $H_2O_2$  ที่ 2:1 1:1 และ 1:2

-ความเข้มข้นของ  $O_3$  ที่ใช้คือ 100, 200 และ 400 มก./ล.\*ชั่วโมง

-ระยะเวลาที่ใช้ในการเติม  $O_3$  โดยเติมจนกระทั่งเข้าสู่สภาวะคงตัว

### 3.1.2.3 การบำบัดด้วยปฏิกิริยาเฟนต์ัน ( $H_2O_2 + Fe^{2+}$ )

ตัวแปรคงที่ คือ

-ความเข้มข้นของน้ำชะมูลฝอยเท่ากับ 1,000 มก.ซีไอดี/ลิตร

-พีเอช ในช่วง 2.8-3.2

-ความเร็วในการกวน 125 รอบต่อนาที

ตัวแปรอิสระ ที่ทำการศึกษาคือ

-อัตราส่วนโดยโมลของ  $H_2O_2$  :  $Fe^{2+}$  ที่ 2:1 5:1 10:1 20:1 และ 30:1

-ความเข้มข้นของ  $H_2O_2$  ที่ใช้คือ 500 1000 1500 และ 2000 มก./ล.

-ระยะเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา โดยทำปฏิกิริยาจนกระทั่งเข้าสู่สภาวะคงตัว

### 3.1.3 การนำกระบวนการออกซิเดชันขั้นสูงที่เหมาะสมมาใช้ร่วมกับระบบยูเอเอสบีแบบมีถังสร้างกรด โดยมีการเปรียบเทียบผลของการเติมสารอาหารรวมในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นด้วย AOPs ก่อนนำเข้าสู่ระบบ

ตัวแปรคงที่ คือ

-อัตราการสูบน้ำเข้าระบบเท่ากับ 2.5 ลิตร/วัน เวลาพักน้ำในถังสร้างกรด 24 ชั่วโมงและเวลากักน้ำในถังยูเอเอสบีอีก 24 ชั่วโมง

ตัวแปรอิสระ ที่ทำการศึกษาคือ

-ชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารอาหารรวมที่ได้จากการทดลองตามข้อ 3.1.1



ตัวแปรตามที่ต้องทำการวิเคราะห์ คือ

1. ซีโอดีรวมในน้ำเสียก่อนเข้าระบบ (Total COD)
2. ซีโอดีละลายในน้ำออกจากถังสร้างกรด
3. ซีโอดีละลายในน้ำออกจากถังยูเอเอสบี
4. ซีโอดีรวมในน้ำเสียก่อนบำบัดด้วย AOPs
5. ซีโอดีรวมในน้ำเสียหลังบำบัดด้วย AOPs
6. ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solid)
7. ปริมาณก๊าซทั้งหมด (Total Gas Volume)
8. ร้อยละปริมาณก๊าซมีเทน (%CH<sub>4</sub>)
9. บีโอดี (BOD)
10. กรดไขมันระเหย (Volatile Fatty Acid)
11. สภาพด่างรวม (Total Alkalinity)
12. พีเอชและอุณหภูมิ (pH, Temperature)
13. ความเข้มข้นในหน่วย SU (space unit)

### 3.2 ขั้นตอนในการทดลอง

#### 3.2.1 การหาชนิดและอัตราส่วนความเข้มข้นของสารอาหารร่วมต่อน้ำชะมูลฝอยที่เหมาะสม

ในการทดลอง จะเตรียมน้ำชะมูลฝอยเข้าระบบยูเอเอสบีแบบมีถังสร้างกรดซึ่งมีอยู่ 3 ชุด โดยชุดที่ 1/1 จะเป็นชุดควบคุมซึ่งเป็นชุดที่ใช้บำบัดน้ำชะมูลฝอยที่ไม่มีการเติมสารอาหารร่วม ส่วนชุดที่ 1/2 และ 1/3 จะมีการเติมน้ำตาลและนมถั่วเหลืองเป็นสารอาหารร่วมตามลำดับ โดยอัตราส่วนความเข้มข้นของสารอาหารร่วมที่เติมต่อความเข้มข้นของน้ำชะมูลฝอยเริ่มจาก 1,000:1,000 มก.ซีโอดี/ลิตร เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวจึงปรับอัตราส่วนเป็น 2,000:1,000 และ 4,000:1,000 มก. ซีโอดี/ลิตร ตามลำดับ

การป้อนน้ำเสียเข้าระบบ ใช้เครื่องสูบน้ำแบบรีดสาย ด้วยอัตรา 2.5 ลิตรต่อวัน คิดเป็นความเร็วไหลขึ้นเท่ากับ 0.053 เมตร/ชั่วโมง แล้วทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าระบบ หลังออกจากถังสร้างกรด และหลังออกจากถังยูเอเอสบีมาวิเคราะห์

### 3.2.2 การหากระบวนการออกซิเดชันขั้นสูง(AOPs)ที่เหมาะสมมาใช้

#### 3.2.2.1 การบำบัดด้วยการเติม $O_3$ เพียงอย่างเดียว

ขั้นตอนการหาสภาวะที่เหมาะสมเป็นดังรูปที่ 3.1 โดย

- 1.) ทำการแปรผันค่าพีเอชที่ 3, 5, 7, 9 และ 11 โดยใช้ความเข้มข้นของ  $O_3$  ที่เติมเท่ากับ 200 มก./ล. เวลาที่ใช้คือ 3 ชั่วโมง
- 2.) ทำการแปรผันความเข้มข้น  $O_3$  ที่ 100, 200 และ 400 มก./ล. ตามลำดับ โดยใช้พีเอชที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 1 โดยเติม  $O_3$  จนกระทั่งเข้าสู่สภาวะคงตัว

#### 3.2.2.2 การบำบัดด้วยการเติม $O_3$ ร่วมกับ $H_2O_2$

ขั้นตอนการหาสภาวะที่เหมาะสมเป็นดังรูปที่ 3.2

- 1.) ทำการแปรผันค่าพีเอชที่ 3, 5, 7, 9 และ 11 โดยใช้ความเข้มข้นของ  $O_3$  ที่เติมเท่ากับ 200 มก./ล. ระยะเวลาที่ใช้ รวมทั้งสิ้น 3 ชั่วโมง อัตราส่วนโดยโมลของ  $O_3 : H_2O_2$  ที่ใช้ คือ 2:1 ทำการแปรผันอัตราส่วนโดยโมลของ  $O_3 : H_2O_2$  ที่ 2:1, 1:1 และ 1:2 ตามลำดับโดยใช้ความเข้มข้นของ  $O_3$  ที่เติมในแต่ละอัตราส่วนเท่ากับ 100, 200 และ 400 มก./ล. ตามลำดับ โดยเติม  $O_3$  จนกระทั่งเข้าสู่สภาวะคงตัว
- 2.) ส่วนพีเอชใช้ค่าที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 1.)

#### 3.2.2.3 การบำบัดด้วยปฏิกิริยาเฟนตัน ( $H_2O_2 + Fe^{2+}$ )

ขั้นตอนการหาสภาวะที่เหมาะสมเป็นดังรูปที่ 3.3

- 1.) ทำการแปรผันอัตราส่วนโดยโมลระหว่าง  $H_2O_2 : Fe^{2+}$  ที่ 2:1 5:1 10:1 20:1 และ 30:1 โดยใช้พีเอชที่ 3 เวลาในการทำปฏิกิริยานาน 3 ชั่วโมง ความเร็วในการกวน 125 รอบต่อนาที ส่วนความเข้มข้นของ  $H_2O_2$  ที่ใช้ในแต่ละอัตราส่วนเท่ากับ 500, 1000, 1500 และ 2000 ก./ล. ตามลำดับ
- 2.) ทำการแปรผันเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา คือ 1, 2 และ 3 ชั่วโมงตามลำดับ โดยใช้อัตราส่วนโดยโมลระหว่าง  $H_2O_2 : Fe^{2+}$  ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละความเข้มข้นของ  $H_2O_2$  ที่ใช้ โดยพีเอชที่ใช้คือ 3 ความเร็วในการกวน 125 รอบต่อนาที

### 3.2.3 การนำกระบวนการออกซิเดชันขั้นสูงที่เหมาะสมมาใช้ร่วมกับระบบยูเอเอสบีแบบมีถังสร้างกรด โดยมีการเปรียบเทียบผลของการเติมสารอาหารร่วมในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นด้วย AOPs ก่อนนำเข้าสู่ระบบ

ในการทดลอง เนื่องจากมีระบบยูเอเอสบีแบบมีถังสร้างกรดอยู่ 3 ชุด ดังนั้นกำหนดให้ชุดที่ 4/1 เป็นชุดควบคุมซึ่งเป็นชุดที่ใช้บำบัดน้ำชะมูลฝอยที่ไม่ผ่านการบำบัดด้วย AOPs ส่วนชุดที่ 4/2 ทำการบำบัดน้ำชะมูลฝอยที่ผ่านการบำบัดด้วย AOPs ตามวิธีที่เหมาะสม ซึ่งได้จากการทดลองตามข้อ 3.2.2 ส่วนชุดที่ 4/3 จะมีการเติมสารอาหารร่วมในน้ำชะมูลฝอยที่ผ่านการบำบัดด้วย AOPs ตามวิธีที่เหมาะสมซึ่งได้จากการทดลองตามข้อ 3.2.2 เช่นกัน โดยชนิดและอัตราส่วนความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารอาหารร่วมที่เติมต่อความเข้มข้นของน้ำชะมูลฝอยที่ผ่านการบำบัดด้วย AOPs นั้นได้จากการทดลองตามข้อ 3.2.1

## 3.3 การเตรียมน้ำเสีย

ในแต่ละวันจะต้องป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบถังละ 2.5 ลิตร ดังนั้นในการเตรียมน้ำเสียจึงเตรียมน้ำเสียถังละ 4 ลิตร เพื่อนำน้ำเสียส่วนหนึ่งไปวิเคราะห์

### 3.3.1 น้ำชะมูลฝอย

น้ำชะมูลฝอยที่ใช้ในการทดลองนำมาจากหลุมฝังกลบมูลฝอยที่อำเภอ ลาดหลุมแก้ว จังหวัด ปทุมธานี การเก็บจะใช้แกลลอนที่มีฝาปิดปริมาตร 20 ลิตร โดยน้ำชะมูลฝอยที่เก็บมาสูบออกมาโดยตรงจากหลุมฝังกลบขยะ

ก่อนเริ่มทำการทดลองในแต่ละชุดการทดลองจะทำการวิเคราะห์น้ำเสียเพื่อหาค่า ซีโอดี บีโอดี รวมทั้งธาตุที่จำเป็นในการสร้างเซลล์แบคทีเรีย คือ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส หากไม่เพียงพอ ต้องเติมยูเรียและโปแตสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต เพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยให้มีอัตราส่วน COD: N : P เท่ากับ 100 : 2 : 0.5



### 3.3.2 สารอาหารที่เติม

ก) นมถั่วเหลือง เป็นสารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย โดยโปรตีนที่ใช้เป็นโปรตีนจากนมถั่วเหลือง 100% ตราวีชอย ชนิดกล่องขนาด 250 มล. นมถั่วเหลือง 1 มล. มีค่าซีไอดีประมาณ 92 มก.ซีไอดี

ข) น้ำตาล เป็นสารอินทรีย์ที่ซับซ้อน แต่ย่อยสลายได้ง่าย โดยน้ำตาล 1 กรัม ให้ค่าซีไอดีประมาณ 1,000 มก.ซีไอดี

ตารางที่ 3.1 แผนการทดลองหาชนิดและอัตราส่วนความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารอาหารร่วมต่อน้ำชะมูลฝอย

ชุดการทดลอง	สารอาหารที่เติม	ความเข้มข้นของสารอาหารที่เติม (มก.ซีไอดี/ล.)	ความเข้มข้นของน้ำชะมูลฝอย (มก.ซีไอดี/ล.)	ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์* (กก.ซีไอดี/ม <sup>3</sup> /วัน)	
				ในถังสร้างกรด	ในถังยูเอเอสบี
1/1	ไม่เติม	-	1,000	1.00	2.27
1/2	น้ำตาล	1,000	1,000	2.00	4.55
1/3	นมถั่วเหลือง	1,000	1,000	2.00	4.55
2/1	ไม่เติม	-	1,000	1.00	2.27
2/2	น้ำตาล	2,000	1,000	3.00	6.82
2/3	นมถั่วเหลือง	2,000	1,000	3.00	6.82
3/1	ไม่เติม	-	1,000	1.00	2.27
3/2	น้ำตาล	4,000	1,000	5.00	11.36
3/3	นมถั่วเหลือง	4,000	1,000	5.00	11.36

\*ภาวะบรรทุกสารอินทรีย์คิดเทียบกับปริมาตรของเชื้อในถังยูเอเอสบี โดยในถังยูเอเอสบีมีเชื้อ

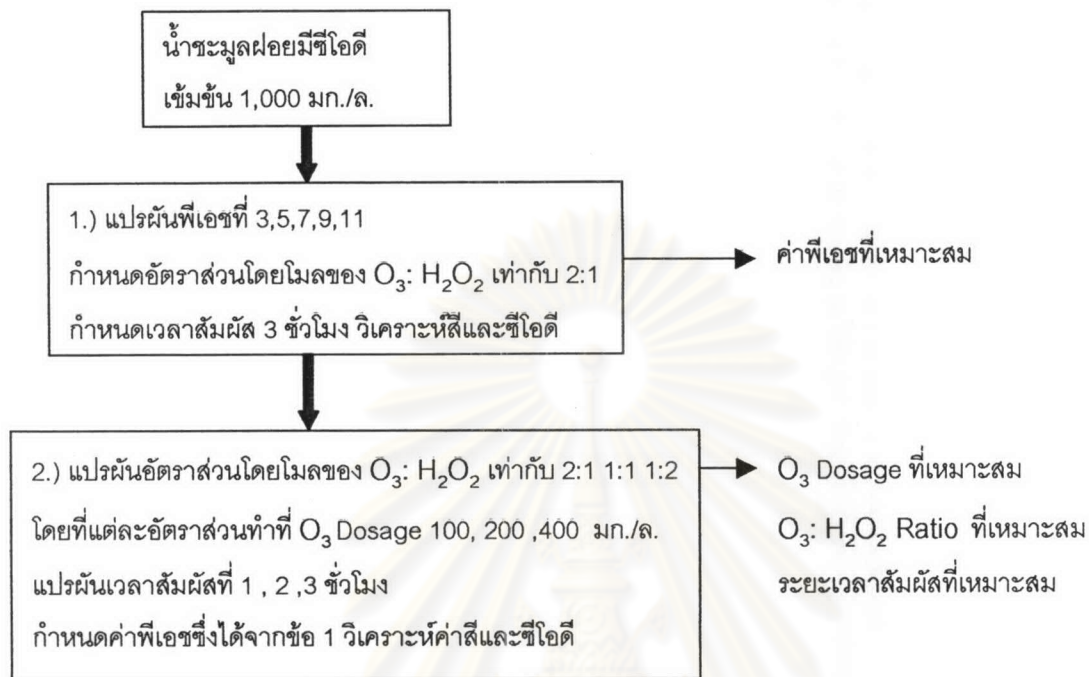
ตารางที่ 3.2 แผนการทดลองการนำกระบวนการออกซิเดชันขั้นสูงที่เหมาะสมมาใช้ร่วมกับระบบยูเอเอสบีแบบมีถังสร้างกรด โดยมีกรเปรียบเทียบผลของการเติมสารอาหารร่วมในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นด้วย AOPs ก่อนนำเข้าระบบ

ชุดทดลอง	ชนิดสารอาหารร่วมที่เติม	ความเข้มข้นของสารอาหารร่วมที่เติม (มก.ซีไอดี/ลิตร)	ความเข้มข้นของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าระบบยูเอเอสบีแบบมีถังสร้างกรด (มก.ซีไอดี/ลิตร)
4/1	ไม่เติม	-	1,000
4/2	ไม่เติม	-	เท่ากับน้ำชะมูลฝอยที่ผ่านการบำบัดด้วย AOPs ที่เหมาะสม ตามข้อ 4.2.2
4/3	ดูจากผลการทดลอง 4.2.1	ดูจากผลการทดลอง 4.2.1	เท่ากับน้ำชะมูลฝอยที่ผ่านการบำบัดด้วย AOPs ที่เหมาะสม ตามข้อ 4.2.2

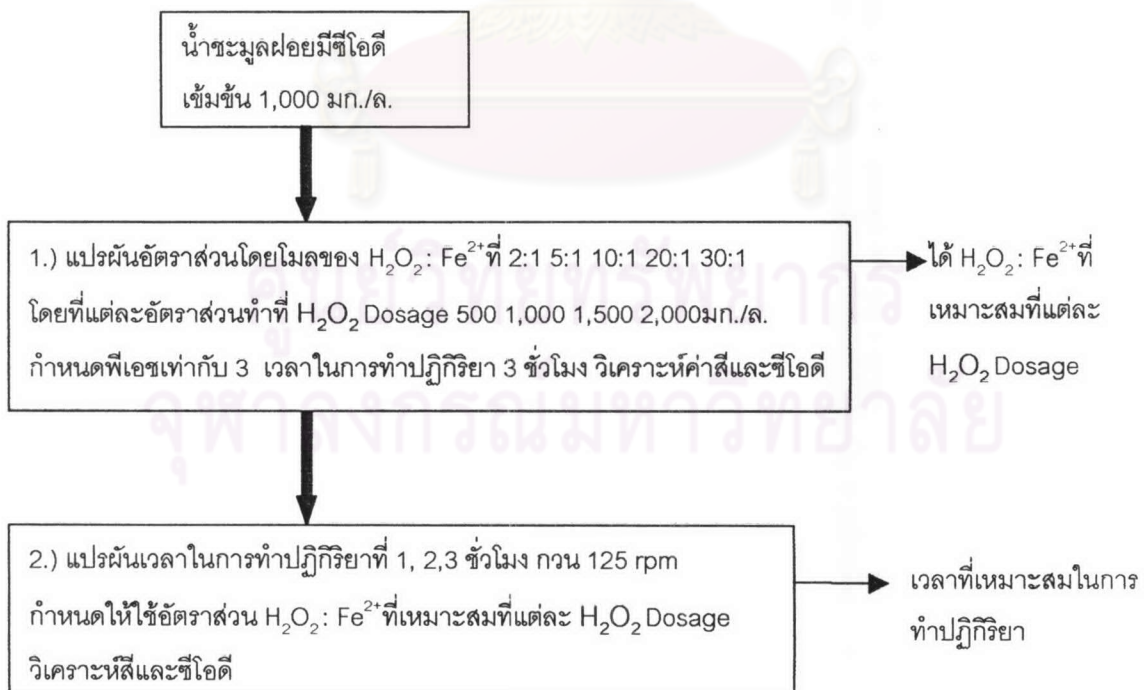


รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการหาสภาวะที่เหมาะสมของ AOPs แบบเติม  $O_3$





รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการหาสภาวะที่เหมาะสมของ AOPs แบบเติม  $O_3$  ร่วมกับ  $H_2O_2$



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการหาสภาวะที่เหมาะสมของ AOPs แบบปฏิกิริยาเฟนตัน

### 3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

#### 1. ถังยูเอเอสบี

ในการทดลองนี้จะใช้ถังยูเอเอสบีจำนวน 3 ถัง แต่ละถังมีความสูง 1.20 เมตร ทำด้วยท่อกลมอะคริลิกใส ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ยาว 120 ซม. ตอนล่างจะมีท่อลดจาก 2 นิ้ว เป็น 1/4 นิ้ว ติดวาล์ว ตอนบนเป็นอุปกรณ์แยก 3 สถานะ (GSS-device) ต่อกับท่อก๊าซขนาด 1/4 นิ้ว อยู่ตอนบนของถัง โดยท่อนำก๊าซจะต่อเข้ากับเครื่องวัดปริมาณก๊าซ (Gas meter) การเชื่อมต่อวัสดุใช้ซิลิโคนเป็นตัวเชื่อม ปริมาตรของทั้งหมดของถังยูเอเอสบีเท่ากับ 2.50 ลิตรการจัดวางเครื่องมือแสดงไว้ในรูปที่ 3.4

#### 2. ถังสร้างกรด เป็นถังพลาสติกใสมีปริมาตร 2.75 ลิตร จำนวน 3 ถัง

#### 3. เครื่องสูบน้ำชนิดรีดสาย (Peristaltic pump)

เพื่อใช้ป้อนน้ำเสียเข้าระบบ จำนวน 3 เครื่อง ใช้ร่วมกับสายยางซิลิโคน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 2 มม. และใช้อัตราหมุน 3.5 รอบต่อนาที

#### 4. ถังเก็บน้ำเสียและน้ำทิ้งจากระบบ

#### 5. สารเคมี อุปกรณ์ และเครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์น้ำเสีย

#### 6. เครื่องผลิตโอโซนจากอากาศ สามารถผลิตได้ 100 มก.โอโซน/ชั่วโมง

#### 7. เครื่องกวน

### 3.5 การเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์

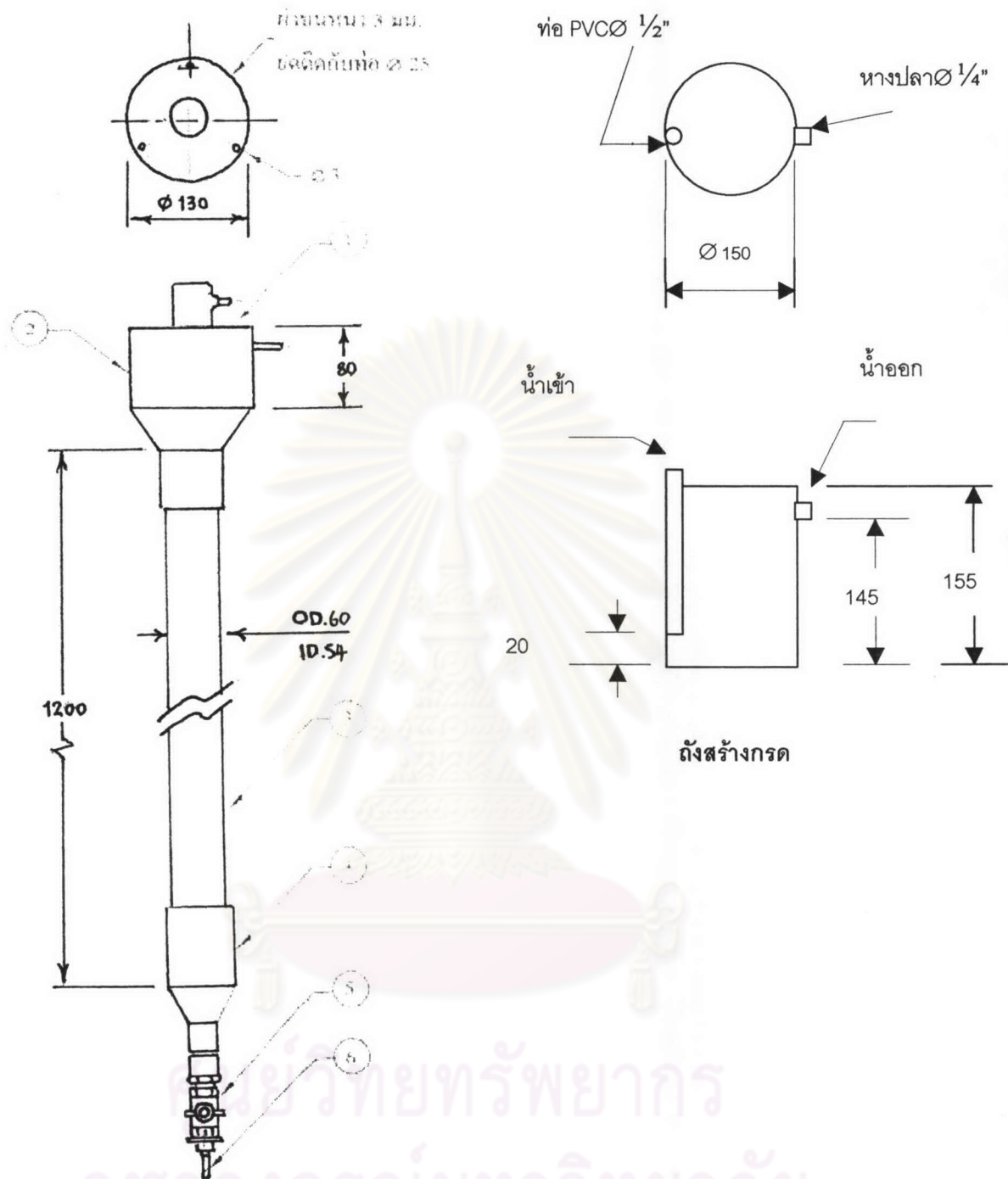
#### 3.5.1 จุดเก็บตัวอย่าง

- จากถังเก็บน้ำเสียก่อนเข้าระบบ
- จากน้ำที่ออกจากถังสร้างกรวด
- จากน้ำทิ้งที่ออกจากถังยูเอเอสบี
- จากน้ำเสียก่อนบำบัดด้วย AOP
- จากน้ำเสียที่ผ่านบำบัดด้วย AOPs

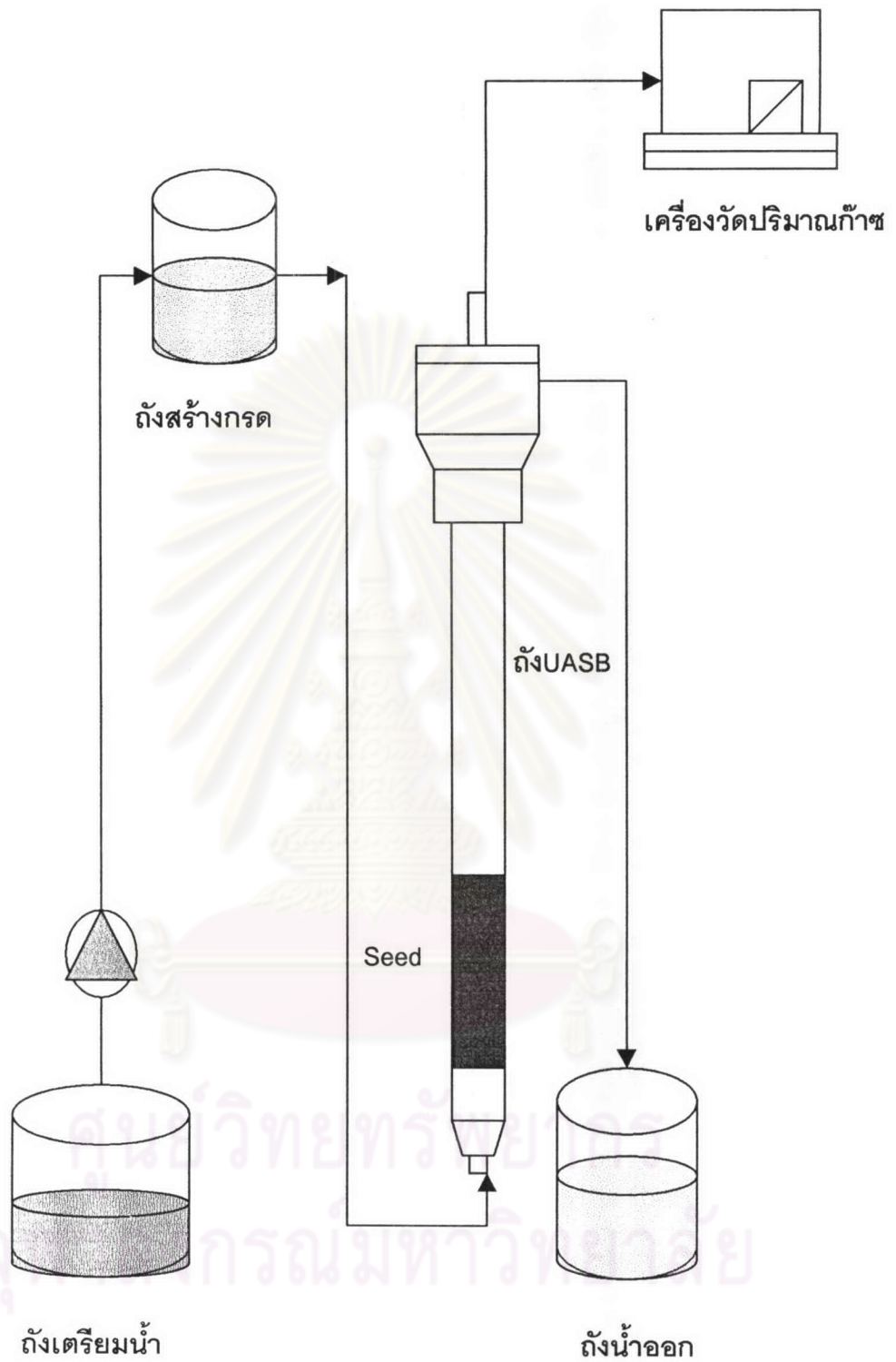


ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ 3.4 แบบถังปฏิบัติการ UASB และถังสร้างกรด



รูปที่ 3.5 การติดตั้งระบบยูเอเอสบีแบบมีถังสร้างกรดที่ใช้ในการทดลอง

### 3.6 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจะวิเคราะห์ทางเคมี ทางกายภาพ และทางชีวภาพของน้ำได้แก่ ตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในแผนการทดลอง โดยวิเคราะห์ตามวิธีในหนังสือ Standard Method แผนการเก็บและการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แผนการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์

ตัวแปรที่วิเคราะห์	ความถี่	วิธีการวิเคราะห์
ซีไอดี	จ,พ,ศ	Close Reflux
ความขุ่นสี	จ,พ,ศ	เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer
พีเอชและอุณหภูมิ	ทุกวัน	เครื่องวัดพีเอช HORIBRA รุ่น F-13
บีไอดี	ทุกอาทิตย์	วิธีวิเคราะห์แบบเจือจางโดยไม่เติม seed
สภาพต่างทั้งหมด	จ,พ,ศ	วิธีไตเตรต
กรดไขมันระเหย	จ,พ,ศ	วิธีไตเตรต
ของแข็งทั้งหมด	จ,พ,ศ	Standard Method 2540b
ของแข็งแขวนลอย	จ,พ,ศ	Standard Method 2540d
ไออาร์พี	จ,พ,ศ	เครื่องวัดไออาร์พี Metrohm รุ่น 744
ปริมาณก๊าซทั้งหมด	ทุกวัน	อุปกรณ์เก็บและวัดปริมาณก๊าซแบบแทนที่น้ำ
ร้อยละก๊าซมีเทน	ที่สภาวะคงที่	Gas Chromatography



ตารางที่ 3.4 ระยะเวลาที่คาดไว้ในการวิจัย

ลำดับการทดลอง	เริ่มการทดลองเดือน พ.ย. 2543																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
เริ่มเดินระบบ	_____																			
การทดลองช่วงที่ 1																				
การทดลองชุดที่ 1					_____															
การทดลองชุดที่ 2							_____													
การทดลองชุดที่ 3									_____											
การทดลองช่วงที่ 2																				
การทดลอง AOPs											_____									
การทดลองชุดที่ 4													_____							
วิเคราะห์ผล																		_____		
เขียนวิทยานิพนธ์																			_____	

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย