

## บทที่ 2

### วิธีการวิจัย

#### 2.1 วัตถุประสงค์

##### 2.1.1 สารเคมี

2.1.1.1 น้ำเสียสังเคราะห์เตรียมจาก น้ำ DI และสารเคมีที่เป็นระดับ commercial grade ดังต่อไปนี้

- โซเดียมอะซิเตท
- โซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต
- แอมโมเนียมคลอไรด์
- กรดไฮโดรคลอริก
- เฟอร์ริกคลอไรด์
- นิเกิลคลอไรด์

2.1.1.2 สารเคมีที่ใช้เป็นสารอินทรีย์เดิมในการทดลอง

- เมทานอล

2.1.1.3 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์บีโอดี (BOD)เป็นสารเคมีระดับ AR grade

- โปแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต
- ไดโปแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต
- ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเฮปตะไฮเดรต
- แอมโมเนียมคลอไรด์
- แมกนีเซียมเฮปต้าไฮเดรต
- แกลเซียมคลอไรด์
- เฟอริกคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต
- แมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต
- โซเดียมไฮดรอกไซด์
- โซเดียมไอโอดี
- โซเดียมเอไซด์
- กรดซัลฟิวริก
- แป้ง
- กรดแซลลิไซลิก

- โซเดียมไฮโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต
- กลอโรฟอร์ม

2.1.1.4 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ซีโอดี (COD) เป็นสารเคมีระดับ AR grade

- โพแทสเซียมไดโครเมต
- ซิลเวอร์ซัลเฟต
- กรดซัลฟิวริก
- ไฮร์ออน (II) ซัลเฟตเฮปต้าไฮเดรต
- 1,10 ฟีนานโทรีน โมโนไฮเดรต
- ไฮร์ออน (II) แอมโมเนียมซัลเฟต
- เมอร์คิวรี (II) ซัลเฟต

2.1.1.5 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ไนโตรเจน (TKN) เป็นสารเคมีระดับ AR grade

- กรดบอริก
- โพแทสเซียมซัลเฟต
- กรดซัลฟิวริก
- เมอร์คิวร็อกไซด์ (แดง)
- ฟีนอล์ฟทาลีน
- เมทิลเรด
- โซเดียมไฮดรอกไซด์
- โซเดียมไฮโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต

2.1.1.6 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ไนเตรด-ไนโตรเจน ( $\text{NO}_3^-$ -N) เป็นสารเคมีระดับ AR grade

- แอนไฮดรัสโพแทสเซียมไนเตรด
- โซเดียมอาร์เซไนต์
- บรูซินซัลเฟต
- กรดซัลฟานิลิก
- กรดไฮโดรคลอริก
- โซเดียมคลอไรด์
- กรดซัลฟิวริก

2.1.2 เชื้อจุลินทรีย์จากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยาง

- เชื้อจุลินทรีย์ของบ่อเติมอากาศ

2.1.3 น้ำเสียจากโรงงาน

2.1.3.1 น้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเล (บริษัท ซีฮอร์ส จำกัด)

- น้ำเสียรวมจากระบวนการผลิตอาหารทะเลบรรจุกระป๋องและอาหารทะเลแช่เยือกแข็ง ซึ่งทำการบำบัดน้ำเสียโดยการเติมอากาศแล้ว

- น้ำเสียรวมจากระบวนการผลิตอาหารทะเลบรรจุกระป๋องและอาหารทะเลแช่เยือกแข็งที่ยังไม่ได้ผ่านการบำบัด

### 2.1.3.2 น้ำเสียจากโรงงาน น้ำยางข้น

- น้ำเสียรวมจากระบวนการผลิตที่ผ่านการบำบัดขั้นต้น โดยบ่อดักยางแล้ว

### 2.1.3.3 น้ำเสียจากสหกรณ์โรกรมยางแผ่น

## 2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

- pH meter รุ่น RL150 ยี่ห้อ Russell ประเทศที่ผลิต USA

- ตู้อบ ยี่ห้อ memmert ประเทศที่ผลิต Germany

- Incubater ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 °C รุ่น 2020 ยี่ห้อ SHEL-LAB ประเทศที่ผลิต USA

- UV-Visible Spectrophotometer รุ่น UV-120-01 ยี่ห้อ Shimadzu ประเทศที่ผลิต Japan

- Oxygen meter รุ่น 51 B ยี่ห้อ YSI ประเทศที่ผลิต USA

- โถดูดความชื้น

- เครื่องชั่งแบบละเอียด 0.01 กรัม รุ่น PG5002-5 ยี่ห้อ METTLER TOLEDO ประเทศที่ผลิต Switzerland

- เครื่องชั่งแบบละเอียด 0.001 กรัม รุ่น GT410 ยี่ห้อ OHAUS ประเทศที่ผลิต USA

- กระดาษกรอง GF/C ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 mm ( ขนาดรูเปิด 1.2  $\mu\text{m}$  )

- ถังพลาสติกความจุ 40 L ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว

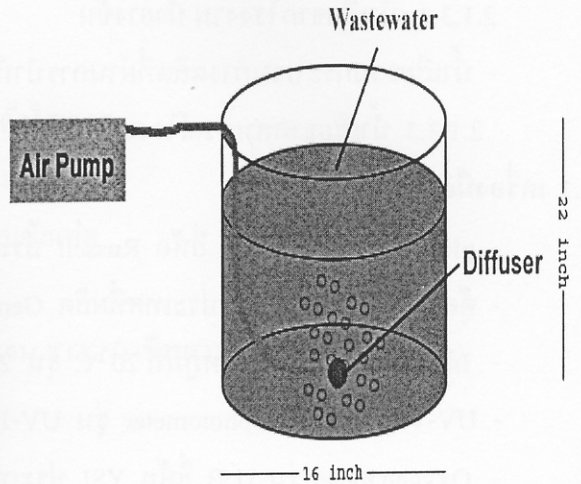
- เครื่องเติมอากาศ (Air pump)



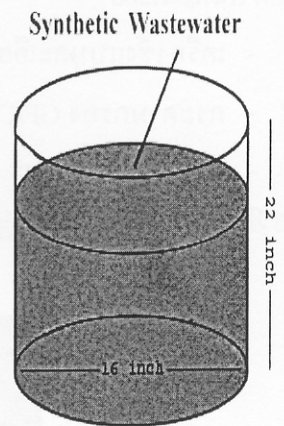
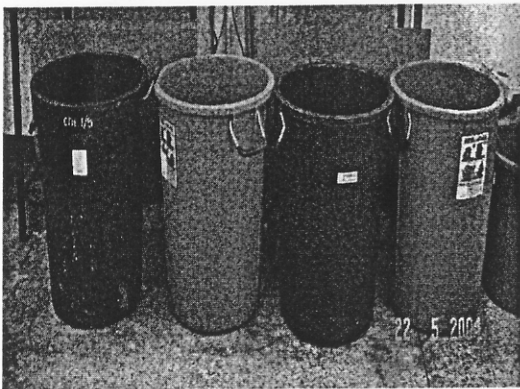
ภาพประกอบ 2.1 เครื่องเติมอากาศ

- ขวดพลาสติก ( สำหรับเก็บน้ำตัวอย่าง )

การทดลองทำในถังปฏิกรณ์รูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว ความจุ 40 L และมีเครื่องเติมอากาศพร้อมทั้งหัวฟู่ที่จะเป็นชุดสำหรับกระบวนการเติมอากาศ ดังภาพประกอบ 2.2 (ก) ส่วนสำหรับกระบวนการหยุดเติมอากาศ ดังภาพประกอบ 2.2 (ข)



(ก)



(ข)

ภาพประกอบ 2.2 ชุดอุปกรณ์ถังปฏิกรณ์ (ก) กระบวนการเติมอากาศหรือกระบวนการ ไนทริฟิเคชัน (ข) กระบวนการหยุดเติมอากาศหรือกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน

ภาพประกอบ 1.8 ในการกำจัดไนโตรเจนทางชีวภาพ ต้องมี 2 กระบวนการร่วมกันคือ กระบวนการไนทริฟิเคชัน จุลินทรีย์จะเปลี่ยนแอมโมเนียมไนโตรเจนไปเป็นไนเตรต-ไนโตรเจน และกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน จุลินทรีย์จะเปลี่ยนไนเตรต-ไนโตรเจนไปเป็นก๊าซไนโตรเจน จึงจะทำ

ให้กำจัดไนโตรเจน ออกจากระบบได้ โดยกระบวนการทั้ง 2 ต้องอาศัยจุลินทรีย์ ประสิทธิภาพ การเกิดไนเตรด-ไนโตรเจนในกระบวนการไนตริฟิเคชันขึ้นกับปัจจัยหลายตัวเช่น เช่น ความเข้มข้น BOD<sub>5</sub> ความเข้มข้น TKN และ pH ส่วนปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการกำจัดไนโตรเจนในกระบวนการดี ไนตริฟิเคชัน ได้แก่ การเติมแหล่งคาร์บอน และ ค่า COD/NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N ค่าที่เหมาะสมของปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาอิทธิพล ของตัวแปรเหล่านี้ต่อประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจน โดยทำการทดลองในระบบบ่อเติมอากาศ จำลองในห้องปฏิบัติการใช้ระบบแบบทีละเท (Batch system) และใช้น้ำเสียสังเคราะห์ในการ ทดลอง

ซึ่งจากผลการทดลอง นำไปคำนวณค่าคงที่ต่างๆของกระบวนการไนตริฟิเคชันและกระบวนการ ดีไนตริฟิเคชัน และค่าคงที่ต่างๆเหล่านี้เป็นค่าที่ใช้ในการออกแบบระบบบำบัดการกำจัด ไนโตรเจน ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ

### 2.3.1 การเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์

น้ำเสียสังเคราะห์ ที่ใช้ในการทดลองนี้ใช้สูตรของ เมธี วงศ์ผาสุก โชติ (2546) เป็นน้ำซึ่ง ประกอบด้วยสารต่างๆเหล่านี้ดังนี้

1. โซเดียมอะซิเตท (CH<sub>3</sub>COONa)
2. โซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)
3. แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH<sub>4</sub>Cl)
4. นิกเกิลคลอไรด์ (NiCl<sub>2</sub>)
5. เฟอร์ริกคลอไรด์ (FeCl<sub>3</sub>)
6. กรดไฮโดรคลอริก (HCl)

โดยที่ความเข้มข้นต่างๆมีองค์ประกอบต่างดังแสดงใน ตาราง 2.1 ในการเตรียมให้เดิมสาร ข้อ 1-5 ลงในน้ำ DI คนให้เข้ากัน แล้วจึงใส่สารข้อ 6 ลงไปหลังสุด และคนให้เข้ากัน

### 2.3.2 ขั้นตอนการทดลอง

#### 2.3.2.1 ศึกษาอิทธิพลของจุลินทรีย์ที่มีผลต่อกระบวนการกำจัดไนโตรเจน

ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศต้องอาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ จึงได้ ทำการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของจุลินทรีย์ที่มีต่อกระบวนการกำจัดไนโตรเจน โดยทำให้มีการ เกิดไนเตรด-ไนโตรเจนใน กระบวนการไนตริฟิเคชัน และเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจนในกระบวนการ ดีไนตริฟิเคชันคือ โดยการทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกใช้น้ำเสียสังเคราะห์ค่าความเข้มข้น BOD เริ่มต้น  $10 \pm 5$  mg/L ความเข้มข้น TKN เริ่มต้น  $1200 \pm 100$  mg/L และ pH เริ่มต้น  $5.6 \pm 0.2$  ปริมาณ 40 L ที่ไม่มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์ และส่วนที่สองใช้น้ำเสียสังเคราะห์สภาวะดังกล่าวแต่



มีการเติมเชื้อจุลินทรีย์ ในปริมาณจุลินทรีย์ใกล้เคียงกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ คือมีความเข้มข้นของจุลินทรีย์ประมาณ 600 mg/L

จากนั้นให้อากาศโดยเครื่องเติมอากาศแบบใช้ตุ้ปลา และเพื่อให้มีออกซิเจนเพียงพอสำหรับระบบจะทำการควบคุมค่าออกซิเจนละลายประมาณ  $2.5 \pm 0.5$  mg/L ทำการเก็บตัวอย่าง วิเคราะห์ค่า COD BOD<sub>5</sub> TKN nitrate-nitrogen และ pH ด้วยวิธี Standard method for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA and WEF, 1995) ดังแสดงในตาราง 2.2 ทุก 24 ชั่วโมง

2.3.2.2 ศึกษาผลของตัวแปรต่างๆที่มีต่อประสิทธิภาพของการเกิดไนเตรต-ไนโตรเจนในกระบวนการไนตริฟิเคชันของขั้นตอนการกำจัดไนโตรเจนทางชีวภาพ

กระบวนการไนตริฟิเคชัน จะเป็นกระบวนการที่เกิดในสภาวะที่มีอากาศ โดยจะเกิดการออกซิไดซ์เปลี่ยนแอมโมเนียมไนโตรเจนได้ผลผลิตเป็นไนเตรต-ไนโตรเจน การทดลองส่วนนี้ศึกษาตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อกระบวนการไนตริฟิเคชัน คือ BOD<sub>5</sub> TKN และ pH

#### 1. อิทธิพลความเข้มข้นของ BOD<sub>5</sub>

งานวิจัยนี้ทำการทดลองโดยการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ความเข้มข้น BOD<sub>5</sub> ต่างกันโดยมีค่า BOD<sub>5</sub> เท่ากับ  $10 \pm 8$   $300 \pm 50$   $2000 \pm 100$  และ  $4000 \pm 100$  mg/L ในปฏิกรณ์จำนวน 4 ปฏิกรณ์ๆ ละ 40 L และแต่ละปฏิกรณ์มีความเข้มข้นจุลินทรีย์(ตะกอนเชื้อจุลินทรีย์จากบ่อเติมอากาศในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้น) ความเข้มข้น TKN เริ่มต้น pH เริ่มต้น เท่ากัน เท่ากับ 600 mg/L  $600 \pm 50$  mg/L และ  $7.8 \pm 0.2$  ตามลำดับ แล้วทำการเติมอากาศโดยเครื่องเติมอากาศแบบใช้ลูกฟูก ควบคุมค่าออกซิเจนละลายประมาณ  $2.5 \pm 0.5$  mg/L ทำการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ค่า COD BOD<sub>5</sub> TKN nitrate-nitrogen และ pH ด้วยวิธีดังแสดงในตาราง 2.2 ทุก 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 7 วัน

#### 2. อิทธิพลความเข้มข้นของ TKN

การทดลองนี้จะปรับความเข้มข้นของ TKN ของน้ำเสียสังเคราะห์ในถังปฏิกรณ์ ปริมาตร 40 L ที่ความเข้มข้น TKN 5 ค่า เท่ากับ  $100 \pm 50$   $300 \pm 50$   $600 \pm 50$   $900 \pm 50$  และ  $1200 \pm 50$  mg/L โดยทำการทดลองเป็น 2 การทดลอง ได้แก่ การทดลองแรก เมื่อความเข้มข้น BOD<sub>5</sub> เริ่มต้น  $300 \pm 50$  mg/L และ pH เริ่มต้น  $7.8 \pm 0.2$  และการทดลองที่สอง เมื่อความเข้มข้น BOD<sub>5</sub> เริ่มต้น  $2000 \pm 100$  mg/L และ pH เริ่มต้น  $7.8 \pm 0.2$  แล้วทำการเติมอากาศโดยเครื่องเติมอากาศแบบใช้ลูกฟูก ควบคุมค่าออกซิเจนละลายประมาณ  $2.5 \pm 0.5$  mg/L ทำการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ค่า COD BOD<sub>5</sub> TKN nitrate-nitrogen และ pH ด้วยวิธีดังแสดงในตาราง 2.2 ทุก 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 7 วัน

#### 3. ศึกษาอิทธิพลของ pH

งานวิจัยนี้ทำการทดลอง โดยเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีการปรับสภาพความเป็นกรด่าง ด้วย ปูนขาว และ HCl เพื่อให้มี pH เท่ากับ  $2.7 \pm 0.2$   $6.5 \pm 0.2$   $8.0 \pm 0.2$  และ 10.0

± 0.2 แล้วเติมลงใน ปฏิกรณ์ 4 ปฏิกรณ์ ละคร 40 ลิตร ทั้ง 4 ปฏิกรณ์ มีค่าความเข้มข้น BOD<sub>5</sub> เริ่มต้น เท่ากับ 300 ± 50 mg/L ความเข้มข้นจุลินทรีย์ 600 mg/L และความเข้มข้น TKN เริ่มต้น เท่ากับ 300 ± 70 mg/L (พารามิเตอร์ที่ควบคุมทั้งสองให้ประสิทธิภาพการเกิดไนเตรด-ไนโตรเจนสูงสุด) แล้ว ทำการเติมอากาศโดยเครื่องเติมอากาศแบบใช้ลูกฟูก ควบคุมค่าออกซิเจนละลายประมาณ 2.5 ± 0.5 mg/L ทำการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ค่า COD BOD<sub>5</sub> TKN nitrate-nitrogen และ pH ด้วยวิธีดัง แสดงในตาราง 2.2 ทุก 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 7 วัน

### 2.3.2.3 ศึกษาผลของตัวแปรต่างๆ ที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจน ในกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน

กระบวนการดีไนทริฟิเคชัน เป็นกระบวนการที่จะเกิดในสภาวะแอนีอ็อกซิก เพื่อจะ ได้มีการรีดิวส์ไนเตรด-ไนโตรเจนที่เกิดจากกระบวนการไนทริฟิเคชัน เกิดเป็นก๊าซไนโตรเจน ใน ขั้นตอนนี้จึงเป็นการหยุดเติมอากาศ ตัวแปรต่างๆที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนในขั้น ตอนนี้ ได้แก่ ปริมาณคาร์บอน และ อัตราส่วนซีไอดีต่อไนเตรด-ไนโตรเจน

การทดลองส่วนนี้ทำต่อจากกระบวนการไนทริฟิเคชัน ที่ควบคุมค่าความเข้มข้น BOD<sub>5</sub> เริ่มต้น เท่ากับ 300 ± 50 mg/L และความเข้มข้น TKN เริ่มต้น เท่ากับ 300 ± 50 mg/L pH เริ่มต้น 8.0 ± 0.2 ความเข้มข้น จุลินทรีย์ 600 mg/L และ ใช้ระยะเวลาในการเติมอากาศ 7 วัน ซึ่งพารามิเตอร์ที่ควบคุมดังกล่าวจะ ให้ประสิทธิภาพการเกิด ไนเตรด-ไนโตรเจนสูงสุดใน กระบวนการไนทริฟิเคชัน ดังผลการทดลองหัวข้อ 2.3.2.2 โดยในส่วนของกระบวนการดีไนทริฟิเค ชันจะทำการหยุดเติมอากาศ แล้วดูการเปลี่ยนแปลงใน 2 กรณีคือกรณีการไม่เติมคาร์บอนและกรณี การเติมคาร์บอนจากเมทานอล หลังจากนั้นก็ทำการศึกษาอิทธิพลของ COD/NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N

- ศึกษาการไม่เติมคาร์บอนและการเติมคาร์บอนจากเมทานอลต่อประสิทธิภาพการกำจัด ไนโตรเจนในกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน

การทดลองทำโดยการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่าความเข้มข้น BOD<sub>5</sub> เริ่ม ต้น 300 ± 50 mg/L ความเข้มข้น TKN เริ่มต้น 300 ± 50 mg/L และ pH เริ่มต้น 8.0 ± 0.2 จำนวน 2 ปฏิกรณ์ โดยแต่ละปฏิกรณ์จะทำการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ปฏิกรณ์ละ 40 L แล้วนำ ตะกอนเชื้อจุลินทรีย์จากบ่อเติมอากาศในระบบบำบัดน้ำเสียของ โรงงานน้ำอย่างขั้นเติมลงในถัง ปฏิกรณ์แต่ละปฏิกรณ์ให้มีความเข้มข้นจุลินทรีย์ 600 mg/L และเริ่มกระบวนการไนทริฟิเคชันโดย ทำการเติมอากาศโดยเครื่องเติมอากาศแบบใช้ลูกฟูก ควบคุมค่าออกซิเจนละลายประมาณ 2.5 ± 0.5 mg/L เป็นระยะเวลา 7 วัน หลังจากนั้นจะหยุดเติมอากาศซึ่งเป็นกระบวนการ ดีไนทริฟิเคชัน โดย ปฏิกรณ์แรกไม่เติมคาร์บอน เป็นระยะเวลา 17 วันส่วนปฏิกรณ์ที่สองเติมคาร์บอนจากเมทานอล ซึ่ง ทำการเติมเมทานอลลงไป 10 mL ทำให้ได้ค่า COD/NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N เท่ากับ 3.8 เป็นระยะเวลา 7 วัน โดย



ทุก 24 ชั่วโมงทำการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ค่า COD BOD<sub>5</sub> TKN nitrate-nitrogen และ pH ด้วยวิธีดังแสดงในตาราง 2.2

- ศึกษาอิทธิพลของ COD/NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N ต่อประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนในกระบวนการดีไนทริฟิเคชันเมื่อมีการเติมคาร์บอนจากน้ำเสียสังเคราะห์

ในกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน แบคทีเรียซึ่งเป็นชนิดเฮเทอโรโทรฟเป็นส่วนใหญ่ต้องใช้คาร์บอนเป็นองค์ประกอบหรือเป็นแหล่งพลังงานในการทำงาน ดังนั้นอัตราส่วนซีไอดีต่อไนเตรต-ไนโตรเจนเป็นตัวแปรที่สำคัญในกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน อัตราส่วนซีไอดีต่อไนโตรเจนทางทฤษฎีจะเท่ากับ 5-10 แต่ในทางปฏิบัติแล้วอัตราส่วนซีไอดีต่อไนเตรต-ไนโตรเจนควรเท่ากับ 3-7 (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2544)

การทดลองทำการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่าความเข้มข้น BOD<sub>5</sub> เริ่มต้น 300 ± 50 mg/L ความเข้มข้น TKN เริ่มต้น 300 ± 50 mg/L และ pH เริ่มต้น 8.0 ± 0.2 จำนวน 4 ปฏิกรณ์ โดยแต่ละปฏิกรณ์จะทำการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ปฏิกรณ์ละ 40 L แล้วนำตะกอนเชื้อจุลินทรีย์จากบ่อเติมอากาศในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางชั้นเติมลงในถังปฏิกรณ์แต่ละปฏิกรณ์ให้มีความเข้มข้นจุลินทรีย์ 600 mg/L และเริ่มกระบวนการดีไนทริฟิเคชันโดยทำการเติมอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศแบบใช้ลูกฟูก ควบคุมค่าออกซิเจนละลายประมาณ 2.5 ± 0.5 mg/L เป็นระยะเวลา 7 วัน หลังจากนั้นจะหยุดเติมอากาศ ซึ่งเป็นกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน โดยแต่ละปฏิกรณ์จะเติมน้ำเสียสังเคราะห์เป็นแหล่งคาร์บอน ให้มีค่า COD/NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N เท่ากับ 1.5 3.8 6.0 และ 10.0 ซึ่งทำการทดลองจนกระทั่งผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งตามมาตรการตามกฎหมายเกี่ยวกับน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม คือ BOD<sub>5</sub> ต่ำกว่า 20 mg/L และ TKN ต่ำกว่า 100 mg/L โดยทุก 24 ชั่วโมงทำการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ค่า COD BOD<sub>5</sub> TKN nitrate-nitrogen และ pH ด้วยวิธีดังแสดงในตาราง 2.2

2.3.2.4 กำหนดสภาวะขั้นตอนที่เหมาะสมต่อการกำจัดไนโตรเจนในการเดินระบบบำบัดทางชีวภาพที่มีระบบผสมของบ่อมีอากาศและบ่อไร้อากาศ

การทดลองในส่วนนี้เพื่อการคำนวณหาค่าคงที่ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการออกแบบระบบการกำจัดไนโตรเจนในระบบบำบัดน้ำเสียที่มีจุลินทรีย์น้อยเช่นระบบบ่อเติมอากาศ เนื่องจากงานวิจัยที่มีผู้ทำการทดลองไว้แล้วนั้นเป็นการหาค่าคงที่ต่างๆจากระบบบำบัดน้ำเสียซึ่งมีจุลินทรีย์มาก (3,000-5,000 มก/ลิตร) เช่นระบบตะกอนเร่ง จึงไม่สามารถที่จะนำมาใช้กับระบบบ่อเติมอากาศที่มีจุลินทรีย์น้อย(500-800มก/ลิตร) ได้ งานวิจัยนี้ได้แบ่งการคำนวณเป็น 2 ส่วน ได้แก่

- คำนวณหาค่าคงที่ต่างๆที่ใช้ในกระบวนการดีไนทริฟิเคชันของบ่อเติมอากาศ
- อัตราเติบโตจำเพาะสูงสุด ( $\mu_{N,m}$ )

- สัมประสิทธิ์ปริมาณผลิตเซลล์ ( $Y_N$ )
- สัมประสิทธิ์การเน่าเปื่อย ( $k_{d,N}$ )

- กำหนดค่าคงที่ต่างๆที่ใช้ในกระบวนการดีไนทริฟิเคชันของบ่อไร้อากาศ
  - อัตราการเกิดดีไนทริฟิเคชันที่ 20°C ( $U_{DN}$ )

### 2.3.2.5 ศึกษาการกำจัดไนโตรเจนทางชีวภาพของน้ำเสียจริง

งานวิจัยในส่วนนี้เป็นการศึกษาเพื่อดูว่าค่าคงที่ที่คำนวณได้ในหัวข้อ 2.3.2.4 สามารถนำไปใช้กับน้ำเสียจริงจากโรงงานที่ระบบบำบัดน้ำเสียเป็นระบบบ่อเติมอากาศ โดยทำการทดลองกับน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางชั้น (บริษัท เฟลเท็กซ์ จำกัด) และน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลจาก บริษัท ซีฮอर्स จำกัด โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกจะทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อดูระยะเวลาในการเติมอากาศของกระบวนการในทรีฟิเคชันและระยะเวลาที่หยุดเติมอากาศของกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน ในส่วนที่สองเป็นการคำนวณหาระยะเวลาในการเติมอากาศและหยุดเติมอากาศจากค่าคงที่ต่างๆในหัวข้อ 2.3.2.4

#### 2.3.5.1 น้ำเสียจากโรงงานน้ำยางชั้น

- ผลของระยะเวลาต่อการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรต่างๆในกระบวนการในทรีฟิเคชัน และกระบวนการดีไนทริฟิเคชันของน้ำเสียจริง

งานวิจัยนี้ทำการทดลองใช้น้ำเสียโรงงานน้ำยางชั้น (บริษัท เฟลเท็กซ์ จำกัด) จังหวัดสงขลา โดยน้ำเสียที่เก็บเป็นน้ำเสียรวมจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น และการผลิตยางสกิม ซึ่งได้ผ่านการบำบัดขั้นต้น โดยการผ่านบ่อดักยางแล้ว

นำน้ำเสียจากโรงงานดังกล่าวใส่ลงในถังปฏิกรณ์ ปริมาณ 40 L โดยทำการทดลองแบบที่ละเทที่อุณหภูมิห้อง แล้วเริ่มทำการทดลองในกระบวนการในทรีฟิเคชันโดยทำการเติมอากาศจากเครื่องเติมอากาศที่ใช้ในตู้ปลา เป็นระยะเวลา 7 วัน จากนั้นหยุดเติมอากาศ เพื่อให้เกิดกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน และทำการเติมน้ำเสียรวมจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น และการผลิตยางสกิม ซึ่งได้ผ่านการบำบัดขั้นต้น โดยการผ่านบ่อดักยางแล้วเพื่อเป็นแหล่งคาร์บอนให้ได้ค่า COD/NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N เท่ากับ 6.0 ± 0.5 เป็นระยะเวลา 7 วัน โดยทุก 24 ชั่วโมงทำการเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ค่า COD BOD<sub>5</sub> TKN nitrate-nitrogen และ pH ด้วยวิธีดังแสดงในตาราง 2.2

- กำหนดหาระยะเวลาของกระบวนการในทรีฟิเคชัน และกระบวนการ ดีไนทริฟิเคชัน

งานวิจัยนี้ทำการทดลองโดยนำค่าคงที่ต่างๆของกระบวนการในทรีฟิเคชัน และกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน ที่คำนวณได้ในผลการทดลองหัวข้อ 2.3.2.4 มาคำนวณหาระยะ

เวลาที่ใช้ในกระบวนการไนทริฟิเคชันและกระบวนการดีไนทริฟิเคชันของน้ำเสียจริง เพื่อเปรียบเทียบกับที่ได้จากผลการทดลองของน้ำเสียจริง

#### 2.3.2.5.2 โรงงานอาหารทะเล

การวิจัยในส่วนนี้ ใช้น้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเล (บริษัท ซีฮอร์ส จำกัด) ซึ่งเป็นโรงงานที่ระบบบำบัดน้ำเสียเป็นระบบบ่อเติมอากาศ ทำการทดลอง 2 ส่วน เหมือนในกรณีที่ศึกษากับน้ำเสียโรงงานน้ำยางข้น คือส่วนแรกจะทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อดูระยะเวลาในการเติมอากาศของกระบวนการไนทริฟิเคชันและระยะเวลาที่หยุดเติมอากาศของกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน ในส่วนที่สองเป็นการคำนวณหาระยะเวลาในการเติมอากาศและหยุดเติมอากาศจากค่าคงที่ต่างๆในหัวข้อ 2.3.2.4 แล้วทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณกับค่าที่ได้จากการทดลอง

#### ตาราง 2.2 รายละเอียดการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์
COD	Dichromate open reflux method
BOD <sub>5</sub>	Azide Modification method
TKN	Macro-Kjeldahl Method
Nitrate-Nitrogen	Brucine Method
pH	pH meter
DO	Oxygen meter

\* APHA, AWWA and WEP. 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19<sup>th</sup> edition. Washington D.C.: American Public Health Association.