

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบงานวิจัย

การศึกษาเรื่องการใช้แกลบ ถ่าน และลูกบอลพลาสติก เป็นตัวกลางในถังกรองไร้อากาศ เพื่อบำบัดน้ำเสียจากการผลิตแผ่นยางพารา ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยระบบที่ศึกษา คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) ที่สร้างขึ้นสำหรับบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตแผ่นยางพารา ในพื้นที่อำเภอกระนวน จังหวัดขอนแก่น และทำการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำเสียก่อนเข้าระบบ (Influent) และน้ำที่ออกจากระบบ (Effluent)

3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

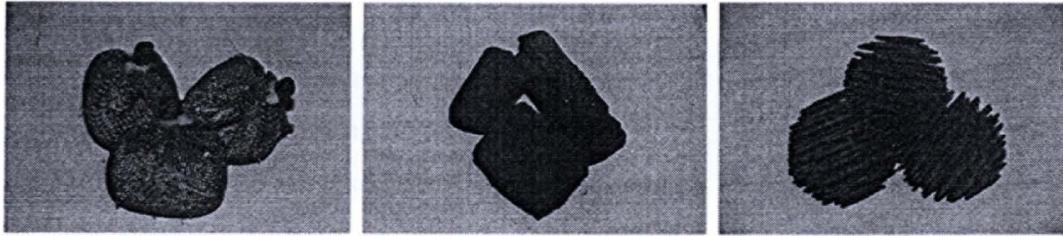
3.2.1 วัสดุ

1. น้ำเสียจากกระบวนการผลิตแผ่นยางพาราในพื้นที่อำเภอกระนวน จังหวัดขอนแก่น
2. ตะกอนจุลินทรีย์จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบยูเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, UASB)

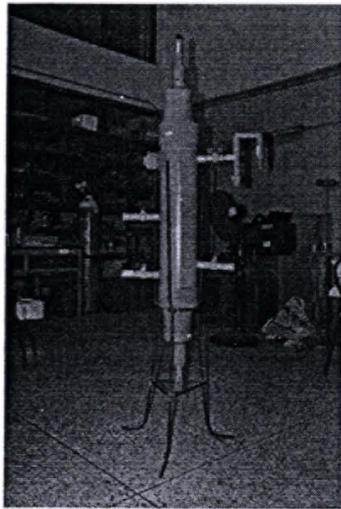
จากบริษัท เนชั่นเนลสตาร์ช จำกัด ดังภาพที่ 3.1

3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

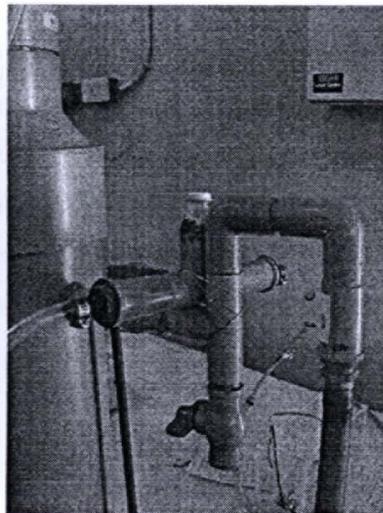
1. การดำเนินการทดลอง
 - ถังปฏิกรณ์ 3 ถัง โดยแต่ละถังบรรจุตัวกลางอย่างละ 1 อย่าง คือ แกลบ ถ่าน และลูกบอลพลาสติก ดังภาพที่ 3.1
 - อุปกรณ์สำหรับวัดก๊าซ ดังภาพที่ 3.1
 - ถังพักน้ำเสีย
 - Peristaltic pump
2. การตรวจวัดค่าพีเอช (pH)
 - pH meter
 - บีกเกอร์ขนาด 50 ml
3. การตรวจวัดของแข็งแขวนลอย (SS) และของแข็งแขวนลอยที่ระเหยได้ (VSS)
 - กระดาษ GF/C
 - กรวยกรองบุคเนอร์
 - เครื่องดูดสูญญากาศ
 - โถตุความชื้น
 - ถ้วยแก้ว
 - เครื่องชั่งน้ำหนัก ความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง



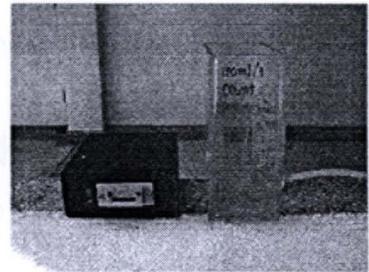
a) แกลบ ถ่าน และลูกบอลพลาสติกที่ใช้เป็นตัวกลางในถังกรองไร้อากาศ



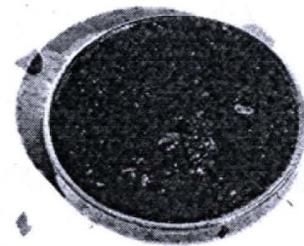
b) ถังกรองไร้อากาศ



c) ที่เก็บก๊าซ



d) เครื่องวัดปริมาณก๊าซ



e) เชื้อจุลินทรีย์

ภาพที่ 3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

4. การตรวจวัดซีโอดี (COD)

- หลอดย่อยสลาย(Digestion vessels) ขนาด 19 X 100 มม. ที่มีฝาเกลียว ชนิดเพชชี
- แร็คสำหรับใส่หลอดแก้ว
- เต้าไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

5. การตรวจวัดกรดระเหย (VFA) และสภาพด่างทั้งหมด (Alkalinity)

- pH meter
- เครื่องเซนติพีพิจ์
- เต้าไฟฟ้า
- เครื่องกวนแม่เหล็ก

6. การตรวจวัดค่า ORP
 - เครื่องตรวจวัด ORP
7. การตรวจวัดก๊าซมีเทน
 - เครื่อง Gas Chromatograph (GC)

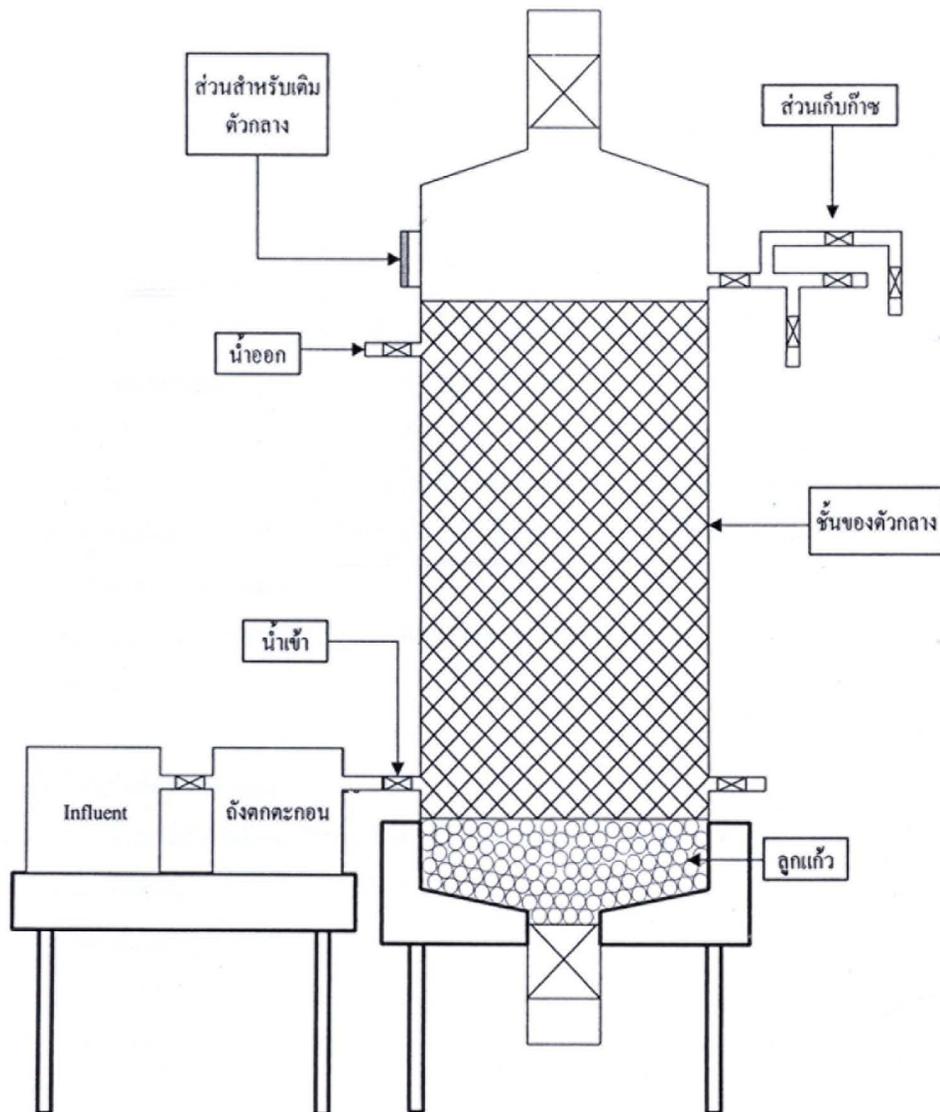
2.3 สารเคมี

1. น้ำกลั่น (DI)
2. ค่าพีเอช : สารละลายมาตรฐานบัฟเฟอร์ pH 4 และ pH 7
3. ค่าซีโอดี (COD) :
 - สารละลายมาตรฐาน โพแทสเซียมไดโครเมท ($K_2Cr_2O_7$) 0.25 N
 - ผงเมอร์คิวรีซัลเฟต ($HgSO_4$) (ของแข็ง)
 - กรดซัลฟิวริกเข้มข้นที่มีซิลเวอร์ซัลเฟต (Ag_2SO_4) ละลายอยู่ 22 กรัม/2.5 ลิตร
 - สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียม ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$, FAS)
 - สารละลายเฟอร์โรอินอินดิเคเตอร์
4. ค่ากรดไขมันระเหยได้และค่าสภาพด่างทั้งหมด : สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 0.5 โมลาร์ และสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 โมลาร์

3.3 วิธีการศึกษา

3.3.1 ขั้นตอนในการวิจัย

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศและการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตแผ่นยางพารา
2. ออกแบบระบบและทำการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียจำลองตามที่ได้ออกแบบไว้ (ภาพที่ 3.2)
3. เตรียมน้ำเสียสำหรับเดินระบบ โดยการกรองเอาเศษต่างๆ ที่ติดมาออก และปรับพีเอชของน้ำเสียให้อยู่ในช่วง 6.8-7.2 ก่อนเข้าระบบ โดยการเติมโซดาแอช (Na_2CO_3)
4. เลี้ยงตะกอนจุลินทรีย์ให้ติดกับตัวกลาง ใช้ระยะเวลา 2-3 เดือน โดยเติมน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังให้กับตะกอนจุลินทรีย์ก่อน ในระยะเริ่มแรก แล้วค่อยๆ ลดปริมาณน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังลง ขณะเดียวกันก็เพิ่มปริมาณน้ำเสียจากการผลิตแผ่นยางพาราขึ้นเรื่อยๆ จนถึง 100% หลังจากนั้นวัดปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ที่ติดกับตัวกลาง โดยวัดค่า Mixed Liquor Suspended Solids (MLSS) และ Mixed Liquor Volatile Suspended Solids (MLVSS)
5. เริ่มต้นเดินระบบ โดยเริ่มจากอัตราภาระบรรทุกอินทรีย์ต่ำก่อน (อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 0.50 กก.ซีโอดี-ลิตร/วัน) แล้วค่อยๆ เพิ่มอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ และระหว่างนี้ก็เติมโซดาแอช (Na_2CO_3) เป็นระยะๆ เพื่อควบคุมค่ากรดไขมันระเหยได้และค่าสภาพด่างทั้งหมดให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม
6. ตรวจสอบวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตแผ่นยางพารา โดยมีพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวิเคราะห์ได้แก่ pH, BOD, COD, SS, VSS, Alkalinity, VFA, ORP และ NP



ภาพที่ 3.2 ลักษณะถังกรองไร้อากาศจำลองที่มีตัวกลางเติมถึง

7. ใช้ถังปฏิกรณ์จำนวน 3 ถัง ที่ได้ตัวกลาง แกลบ ถ่าน และลูกบอลพลาสติกในแต่ละถัง ซึ่งแบ่งการดำเนินการเป็น 3 ช่วงการดำเนินการ คือ

- อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 0.50 กก.ซีไอดี/ลิตร-วัน อัตราการไหลเข้า 1.76 ลิตร/วัน และเวลากักเก็บน้ำ 6 วัน
- อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 1.20 กก.ซีไอดี/ลิตร-วัน อัตราการไหลเข้า 4.24 ลิตร/วัน และเวลากักเก็บน้ำ 2.5 วัน
- อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 2.00 กก.ซีไอดี/ลิตร-วัน อัตราการไหลเข้า 7.07 ลิตร/วัน และเวลากักเก็บน้ำ 1.5 วัน

8. ทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลพารามิเตอร์ของทั้ง 3 ดังปฏิกรณ์ คือ pH, COD, SS, VSS, Alkalinity, VFA, ORP, ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น และองค์ประกอบก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น (CH_4 , CO_2 , N_2 , H_2) โดยวัดค่า pH, Alkalinity, VFA และ ORP เพื่อสังเกตและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม และวัดค่า COD, SS, VSS, ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น และองค์ประกอบก๊าซที่เกิดขึ้น เพื่อดูประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ขั้นตอนดังภาพที่ 7 สำหรับการทดลองวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ วิเคราะห์ด้วยวิธีการที่กำหนดไว้ใน Standard Methods 19th Edition (1998) (แสดงดังภาคผนวก ข) และการวัดองค์ประกอบของก๊าซใช้เครื่อง Gas Chromatography (GC) ในการวิเคราะห์

9. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลพารามิเตอร์ต่างๆ เป็นระยะเวลาทั้งหมด 7 เดือน

10. รวบรวมข้อมูลจากผลการตรวจวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ

10. วิเคราะห์ข้อมูลค่า COD, SS, VSS และการเกิดก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถังปฏิกรณ์ทั้ง 3 ถัง และเปรียบเทียบอิทธิพลของชนิดของตัวกลางและวิธีดำเนินการของถังกรองไร้อากาศที่มีตัวกลางทั้ง 3 ชนิด ในแต่ละอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (วิธีดำเนินการ)

11. จัดทำบันทึกความก้าวหน้าเป็นระยะ วิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินการ พร้อมทั้งจัดทำรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

3.3.2 การเก็บตัวอย่างในการทดลอง

สำหรับการวิเคราะห์น้ำเสียมีการเก็บน้ำเสียจากถังปฏิกรณ์ทั้ง 3 ถัง จะแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงเลี้ยงตะกอนจุลินทรีย์ให้ติดกับตัวกลาง ช่วง Start up และช่วง Operation ดังนี้

1. ช่วงเลี้ยงตะกอนจุลินทรีย์ให้ติดกับตัวกลาง

- pH ดำเนินการทุกวัน
- COD ดำเนินการสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

2. ช่วง Start up

- pH และ ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น ดำเนินการต่อเนื่อง (ตลอดเวลา)
- ORP ดำเนินการทุกวัน
- COD, SS, VSS, Alkalinity, VFA และองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น (CH_4 , CO_2 , N_2 , H_2) ดำเนินการ 3 ครั้งต่อสัปดาห์

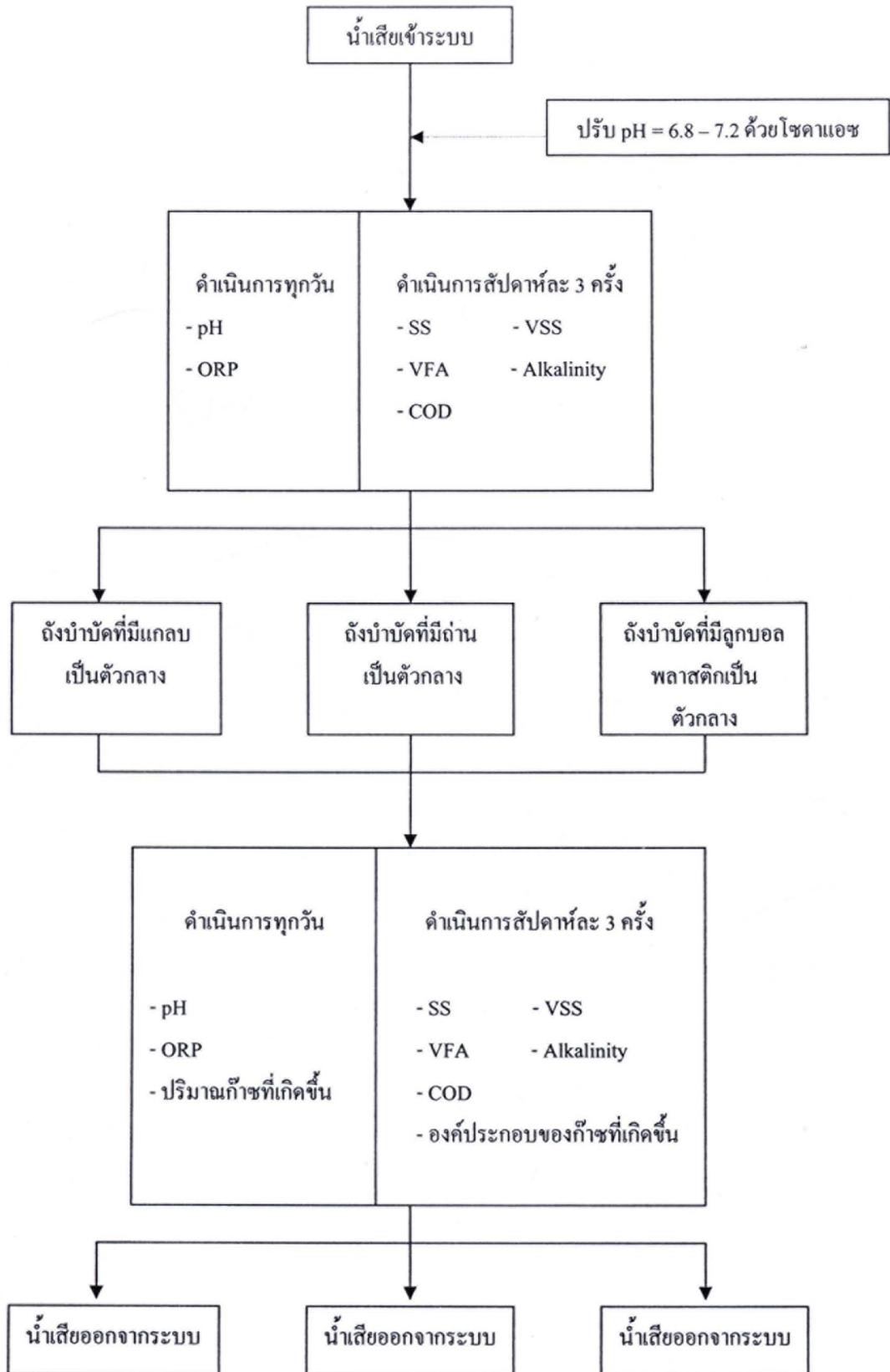
3. ช่วง Operation

- pH และ ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น ดำเนินการต่อเนื่อง (ตลอดเวลา)
- ORP ดำเนินการทุกวัน
- COD, SS, VSS, Alkalinity, VFA และองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น (CH_4 , CO_2 , N_2 , H_2) ดำเนินการ 3 ครั้งต่อสัปดาห์

ภาพที่ 3.3 แสดงรายละเอียดการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ลักษณะสมบัติน้ำเสียในช่วง Start up และ Operation

3.4 สถานที่ทำวิจัย

ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมกระบวนการเฉพาะหน่วย ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



ภาพที่ 3.3 รายละเอียดการดำเนินการทดลองในช่วง Start up และ Operation