บทที่ 2

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการน้ำเสีย คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัย ดังนี้

2.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย การเดินระบบบำบัดน้ำเสียด้วยแบบจำลองของถังแอน็อกซิก และถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนแบบเมเบรนจมตัวระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์คาร์บอน และสารประกอบไนโตรเจนในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์น้ำ (ซูริมิ) และศึกษาสมรรถนะของระบบขณะกรองแบบต่อเนื่อง โดยศึกษาผลของสัดส่วนการหมุนเวียนน้ำสลัดจ์จากถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนเข้าสู่ถังแอน็อกซิก พร้อมทั้งเสนอแนวทางการนำน้ำทิ้ง (น้ำเพอมิเอท) ที่ผ่านการบำบัดแล้วมาหมุนเวียนใช้ใหม่ภายในโรงงาน ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัย ดังนี้

2.1.1 ศึกษาลักษณะน้ำเสียของโรงงาน

เก็บตัวอย่างน้ำเสียแบบจ้วง (Grab sampling) โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียรวมที่เกิดจากกระบวนการผลิตก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน ตัวอย่างน้ำเสียที่เก็บได้แต่ละครั้งนำมาวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสีย ซึ่งพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ พีเอช ซีโอดี ทีเคเอ็น แอมโมเนียไนโตรเจน ของแข็งแขวนลอย และความเค็ม

2.1.2 การเตรียมการ และดำเนินการทดลองเดินระบบบำบัด

ในขั้นการเตรียมการก่อนเดินระบบบำบัดน้ำเสียระบบแบบจำลองของถังแอน็อกซิกร่วมกับถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนแบบเมเบรนจมตัว ต้องทำการทดสอบความพร้อมของอุปกรณ์ และทดสอบชุดเมมเบรน โดยมีขั้นตอนดังนี้

- **ทดสอบหาค่าการไหลซึมผ่านชุดเมมเบรนสะอาด (Initial permeability membrane)** ด้วยน้ำกลั่น โดยป้อนน้ำกลั่นผ่านเมมเบรนสะอาดที่แต่ละค่าฟลักซ์ (Flux) และบันทึกค่าความดันส่งผ่านเมมเบรน (Transmembrane pressure ; TMP) ค่าที่ได้นำไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟลักซ์ และค่าความดันส่งผ่านเมมเบรนเพื่อคำนวณหาค่าต้านทานเชิง

ชลศาสตร์ของเมมเบรนสะอาดก่อนใช้งาน (Initial hydrodynamic resistance of the membrane ; R_m) ต่อไป และ

- **ทดสอบหาค่าฟลักซ์วิกฤติ (Critical flux)** โดยการสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าฟลักซ์ กับค่าความดันส่งผ่านเมมเบรนที่บันทึกได้ขณะเดินระบบกรองที่มวลสลัดจ์ในระบบเริ่มต้น 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ค่าฟลักซ์คงที่เริ่มต้น 7 ลิตรต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร และบันทึกค่าความดันส่งผ่านเมมเบรนภายในเวลา 30 นาที ถ้าค่าความดันส่งผ่านเมมเบรนคงที่ในเวลา 30 นาที ให้เพิ่มค่าฟลักซ์เป็นลำดับขึ้นขั้นละ 5 ลิตรต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร (Ognier *et al*., 2004) และบันทึกค่าความดันส่งผ่านเมมเบรนในเวลา 30 นาที จนกระทั่งที่ค่าฟลักซ์ใด ๆ ที่พบว่าค่าความดันส่งผ่านเมมเบรนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ค่าฟลักซ์วิกฤติของสภาวะการทดลอง คือ ค่าฟลักซ์ก่อนหน้าของค่าฟลักซ์ที่ทำให้ความดันส่งผ่านเมมเบรนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

- การเริ่มต้นการทดลองในแบบจำลองระบบ ฯ

นำมวลสลัดจ์จากระบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนที่ดำเนินการมาแล้ว 4 เดือน เพื่อการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำ (ซูริมิ) และป้อนน้ำเสียตัวอย่างเข้าถังแอน็อกซิกที่มีการกวนผสมด้วยชุดกวน และถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนที่ยังไม่มีการวางเมมเบรนไว้ภายในแต่มีการเติมอากาศ และทิ้งให้เกิดการตกตะกอนวันละ 1 ครั้ง แล้วถ่ายน้ำใสออก ทำเช่นนี้ต่อเนื่องเพื่อปรับสภาพการทำงานของจุลินทรีย์จนเข้าสู่สภาวะคงที่จากผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการกำจัดค่าซีโอดี แล้วทำการทดลองเดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบต่อเนื่อง โดยควบคุมปริมาณมวลสลัดจ์ในระบบเริ่มต้นที่ 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ค่าอัตราส่วนอาหารต่อจุลินทรีย์ (F/M) 0.48 และ 0.24 กิโลกรัมซีโอดีต่อกิโลกรัมความเข้มข้นมวลสลัดจ์ รวมทั้งค่าระยะเวลากักเก็บน้ำเสียเท่ากับ 0.29 และ 0.5 วัน ในถังแอน็อกซิกที่มีการกวน และถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนที่มีการเติมอากาศตามลำดับ ป้อนน้ำเสียเข้าระบบโดยควบคุมความเข้มข้นซีโอดีคงที่ที่ประมาณ 700 มิลลิกรัมต่อลิตร ด้วยการเจือจางด้วยน้ำประปา เดินระบบบำบัด และกรองน้ำตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (ปรับเทียบค่าฟลักซ์เดินระบบที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส) โดยกำหนดให้ค่าฟลักซ์ขณะกรองด้วยเมมเบรนในถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนต่ำกว่าค่าฟลักซ์วิกฤติร้อยละ 75 ด้วยการควบคุมปริมาณน้ำเพอมิเอทออกจากระบบโดยวิธีการปรับเครื่องสูบแบบรีด (Peristatic pump) และทำการควบคุมสภาวะแวดล้อมในระบบ ได้แก่ อุณหภูมิ พีเอช และออกซิเจนละลายให้เหมาะสมสำหรับสภาวะแอน็อกซิก และแอรอบิก

2.1.3 ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์คาร์บอน และสารประกอบไนโตรเจน

ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดสารอินทรีย์คาร์บอน และสารประกอบไนโตรเจน โดยศึกษาผลของสัดส่วนการหมุนเวียนน้ำสลัดจ์จากถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนเข้าสู่ถังแอน็อกซิก ที่ 1/8 1/2 1 และ 3 เท่าของอัตราการไหลน้ำเสียเข้าระบบ ฯ และสรุปชุดการทดลองดังตารางที่ 14 โดยวิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบ ฯ ด้วยการวิเคราะห์คุณภาพน้ำป้อนเข้า น้ำสลัดจ์ในแต่ละถัง และน้ำเพอมิเอท ดังแสดงพารามิเตอร์ วิธีการ และความถี่การวิเคราะห์แต่ละตัวอย่างในตารางที่ 15 – 17 เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพหลังบำบัดกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งกรมโรงงานอุตสาหกรรม พร้อมเสนอแนวนำน้ำผ่านการบำบัดมาหมุนเวียนใช้ใหม่ภายในโรงงาน

ตารางที่ 14 สภาวะชุดการทดลองที่ศึกษา

ชุดการทดลองที่	สภาวะทดลอง	
	ตัวแปรคงที่	ตัวแปรศึกษา
1	พีเอช 7 – 8 อุณหภูมิห้อง ค่าฟลักซ์ต่ำกว่าค่าฟลักซ์วิกฤติร้อยละ 75	สัดส่วนการหมุนเวียนน้ำสลัดจ์จากถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนเข้าสู่ถังแอน็อกซิกที่ 1/8 เท่าของอัตราการไหลน้ำเสียเข้าระบบ
2		สัดส่วนการหมุนเวียนน้ำสลัดจ์จากถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนเข้าสู่ถังแอน็อกซิกที่ 1/2 เท่าของอัตราการไหลน้ำเสียเข้าระบบ
3		สัดส่วนการหมุนเวียนน้ำสลัดจ์จากถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนเข้าสู่ถังแอน็อกซิกที่ 1 เท่าของอัตราการไหลน้ำเสียเข้าระบบ
4		สัดส่วนการหมุนเวียนน้ำสลัดจ์จากถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนเข้าสู่ถังแอน็อกซิกที่ 3 เท่าของอัตราการไหลน้ำเสียเข้าระบบ

ตารางที่ 15 พารามิเตอร์ และวิธีวิเคราะห์ลักษณะตัวอย่างน้ำเสีย

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
อุณหภูมิ	Thermometer
พีเอช	Electrometric Method (pH Meter)
ออกซิเจนละลาย	Membrane Electrod
ซีโอดี	Close Reflux Method
บีโอดี	Azide Modificatiom Method
ทีเคเอ็น	Macro – Kjedlahl Method
แอมโมเนียไนโตรเจน	Titrimetric Method
ไนเทรตไนโตรเจน	Cadmium Reduction Method
ไนไทรต์ไนโตรเจน	Colorimetric Method

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
ความขุ่น	Nephelometric Method
น้ำสลัดจ์	Gravimetric Method
น้ำสลัดจ์ระเหยได้	Gravimetric Method

ที่มา : APHA, AWWA and WEF, 1998

ตารางที่ 16 จุดเก็บ และพารามิเตอร์วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย

จุดเก็บ	พารามิเตอร์
1. ถังน้ำเสียป้อนเข้าระบบ	อุณหภูมิ พีเอช ซีโอดี บีโอดี ทีเคเอ็น แอมโมเนียไนโตรเจน ไนเทรตไนโตรเจน ไนไทรต์ไนโตรเจน
2. ถังแอน็อกซิก	อุณหภูมิ พีเอช ออกซิเจนละลาย ซีโอดี ทีเคเอ็น แอมโมเนียไนโตรเจน ไนเทรตไนโตรเจน ไนไทรต์ไนโตรเจน น้ำสลัดจ์ น้ำสลัดจ์ระเหยได้ ตรวจสอบลักษณะสลัดจ์และกลุ่มจุลินทรีย์ภายในระบบ
3.ถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรน	อุณหภูมิ พีเอช ออกซิเจนละลาย น้ำสลัดจ์ น้ำสลัดจ์ระเหยได้ ตรวจสอบลักษณะสลัดจ์และกลุ่มจุลินทรีย์ภายในระบบ
4. ถังเพอมิเอท	อุณหภูมิ พีเอช ซีโอดี บีโอดี ทีเคเอ็น แอมโมเนียไนโตรเจน ไนเทรตไนโตรเจน ไนไทรต์ไนโตรเจน ความขุ่น

ตารางที่ 17 ความถี่การวิเคราะห์พารามิเตอร์

จุดเก็บ	พารามิเตอร์	ความถี่
1. ถังน้ำเสียป้อนเข้าระบบ	- อุณหภูมิ พีเอช - ซีโอดี บีโอดี ทีเคเอ็น แอมโมเนียไนโตรเจน ไนเทรตไนโตรเจน ไนไทรต์ไนโตรเจน	ทุกวัน 2 ครั้ง/สัปดาห์
2. ถังแอน็อกซิก	- อุณหภูมิ พีเอช ออกซิเจนละลาย - ซีโอดี ทีเคเอ็น แอมโมเนียไนโตรเจน ไนเทรตไนโตรเจน ไนไทรต์ไนโตรเจน น้ำสลัดจ์ น้ำสลัดจ์ระเหยได้ - ตรวจสอบลักษณะมวลสลัดจ์ และกลุ่มจุลินทรีย์ในระบบ	ทุกวัน 2 ครั้ง/สัปดาห์ 1 ครั้ง
3. ถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรน	- อุณหภูมิ พีเอช ออกซิเจนละลาย - น้ำสลัดจ์ น้ำสลัดจ์ระเหยได้ - ตรวจสอบลักษณะมวลสลัดจ์ และกลุ่มจุลชีพในระบบ	ทุกวัน 2 ครั้ง/สัปดาห์ 1 ครั้ง
4. ถังเพอมิเอท	- อุณหภูมิ พีเอช - ซีโอดี บีโอดี ทีเคเอ็น แอมโมเนียไนโตรเจน ไนเทรตไนโตรเจน ไนไทรต์ไนโตรเจน ความขุ่น	ทุกวัน 2 ครั้ง/สัปดาห์

2.1.4 ศึกษาสมรรถนะการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย

ศึกษาสมรรถนะการกรองโดยชุดเมมเบรนจมตัวในถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรน ด้วยการศึกษาสาเหตุ แนวโน้ม และหาอัตราเร็วการเกิดฟาวลิ่งจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าความดันส่งผ่านเมมเบรนที่บันทึกค่าไว้ขณะกรองที่ค่าฟลักซ์คงที่ เพื่อคำนวณหาค่า dP/dt คือ ค่าอัตราเร็วการเกิดฟาวลิ่ง รวมทั้งใช้เทคนิคการฟื้นสภาพชุดเมมเบรนด้วยวิธีการทางไฮโดรไดนามิกส์ (การฉีดล้าง) และการใช้สารเคมีฟื้นสภาพเพื่อระบุสาเหตุของการเกิดฟาวลิ่ง เมื่อกำหนดค่าความดันส่งผ่านเมมเบรนสูงสุดที่ 500 มิลลิบาร์ ถ้าเกินค่าที่กำหนดจะทำการฟื้นสภาพเพื่อระบุสาเหตุ และชนิดฟาวลิ่งที่เกิดขึ้น โดยมีขั้นตอน และสารเคมีที่ใช้ในการฟื้นสภาพเมมเบรน (หรือการล้างเมมเบรนหลังการทดลอง หากไม่เกิดฟาวลิ่งอย่างรุนแรง และรวดเร็ว) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ฉีดน้ำกลั่นล้างเมมเบรน เป็นระยะเวลา 30 นาที

ขั้นตอนที่ 2 กรองน้ำกลั่นผ่านเมมเบรน บันทึกค่าฟลักซ์ ค่าความดันส่งผ่านเมมเบรน และปริมาณน้ำที่กรองได้ เป็นระยะเวลา 10 นาที

ขั้นตอนที่ 3 ล้างย้อนกลับด้วยสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 1% เป็นระยะเวลา 60 นาที

ขั้นตอนที่ 4 กรองน้ำกลั่นผ่านเมมเบรน บันทึกค่าฟลักซ์ ค่าความดันส่งผ่านเมมเบรน และปริมาณน้ำที่กรองได้ เป็นระยะเวลา 10 นาที

ขั้นตอนที่ 5 แช่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1% เป็นระยะเวลา 120 นาที

ขั้นตอนที่ 6 กรองน้ำกลั่นผ่านเมมเบรน บันทึกค่าฟลักซ์ ค่าความดันส่งผ่านเมมเบรน และปริมาณน้ำที่กรองได้ เป็นระยะเวลา 10 นาที

ขั้นตอนต่าง ๆ ของการฟื้นสภาพเมมเบรนสามารถนำไปหาค่าความต้านทานเชิงชลศาสตร์ของเมมเบรนจากฟาวลิ่ง และระบุรูปแบบการเกิดฟาวลิ่งได้

2.1.5 ตรวจสอบลักษณะมวลสลัดจ์ และกลุ่มจุลินทรีย์ภายในระบบ

วิเคราะห์ขนาดการกระจายตัวของมวลสลัดจ์ด้วยเครื่อง Laser Particle Size Analyzer (COULTER LS 230) และตรวจสอบลักษณะจุลินทรีย์จากถังปฏิกิริกรณ์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ที่บันทึกภาพได้

2.1.6 เสนอแนวทางการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมาหมุนเวียนใช้ใหม่ภายในโรงงาน

นำผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพอมิเอทเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ (ปริมาณอีโคไลแบคทีเรีย) ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการหมุนเวียนใช้ใหม่ขององค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (USEPA)

2.1.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในการกำจัดสารอินทรีย์ และสารประกอบไนโตรเจนในรูปของร้อยละ และนำมาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ และสารประกอบไนโตรเจนของระบบบำบัดฯ ในแต่ละชุดการทดลอง ซึ่งในแต่ชุดการทดลองจะใช้ค่าในช่วงระบบเข้าสู่สภาวะคงที่แล้ว (Steady state) มาคำนวณประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอน และสารประกอบไนโตรเจน โดยรายงานนค่าประสิทธิภาพการกำจัดในรูปค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) และประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ และสารประกอบไนโตรเจนสามารถหาได้จาก

$$\text{ร้อยละการกำจัด} = \frac{(\text{ความเข้มข้นของน้ำเสียก่อนการบำบัด} - \text{ความเข้มข้นของน้ำเสียหลังจากการบำบัด}) \times 100}{\text{ความเข้มข้นของน้ำเสียก่อนการบำบัด}}$$

2.2 วัสดุ และอุปกรณ์

2.2.1 วัสดุ

วัสดุที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์น้ำ (ซูริมิ) และสารเคมีระดับคุณภาพวิเคราะห์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

2.2.1.1 น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

น้ำเสียที่นำมาใช้ในการทดลองเพื่อป้อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสียจำลอง เป็นน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์น้ำ (ซูริมิ) จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นน้ำเสียหลังผ่านเครื่องหมุนเหวี่ยงแยกเศษปลา และผ่านกระบวนการสร้าง - รวมตะกอนเพื่อแยกเอามวลเศษเนื้อปลาออกแล้วก่อนเข้าบ่อหมักไร้อากาศของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน โดยทำการเก็บน้ำเสียประมาณ 2 สัปดาห์ต่อครั้ง น้ำเสียที่ยังไม่ได้นำมาใช้นำไปเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส

2.2.1.2 สารเคมี

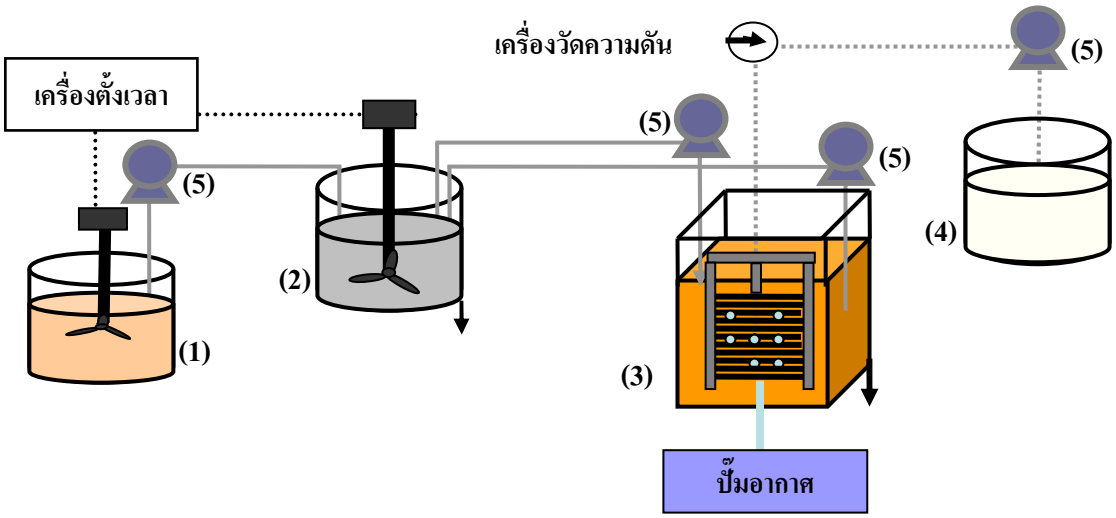
สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง และการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำ เป็นสารเคมีระดับคุณภาพวิเคราะห์

2.2.2 อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยแบบจำลองระบบฯและอุปกรณ์ประกอบแบบจำลอง อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

2.2.2.1 แบบจำลองระบบฯ และอุปกรณ์ประกอบแบบจำลอง

แบบจำลองระบบถังแอน็อกซิก และถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนแบบเมมเบรนจมตัวระดับห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ แสดงดังภาพประกอบที่ 7 ประกอบด้วย



ภาพประกอบที่ 7 แบบจำลอง และภาพถ่ายระบบแอน็อกซิกร่วมกับระบบถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรน

(1) ถังน้ำเสียป้อนเข้าระบบ (Feed tank) พร้อมชุดกวนผสม และตัวควบคุมเวลากวนให้เป็นแบบกึ่งต่อเนื่อง

(2) ถังแอน็อกซิกปริมาตร 14 ลิตร พร้อมชุดกวนผสม และตัวควบคุมเวลากวนให้เป็นแบบกึ่งต่อเนื่อง

(3) ถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนปริมาตร 24 ลิตร ที่มีชุดเมมเบรนประเภทเส้นใยท่อกลวง (Hollow fiber membrane) จมตัวภายในระบบ ฯ ที่ขึ้นรูปเป็นชุดโมดูลโดยปลายยึดติดไว้กับโครงซึ่งเชื่อมต่อกับเกจวัดความดันส่งผ่านเมมเบรน รวมทั้งชุดจ่ายอากาศเพื่อให้ออกซิเจนและความปั่นป่วนผสมในถังปฏิกรณ์ โดยคุณลักษณะของเมมเบรนที่ใช้ในงานวิจัยนี้แสดงดังตารางที่ 18

(4) ถังเก็บกักน้ำเพอมิเอท (น้ำทิ้งออกนอกระบบ)

ตารางที่ 18 คุณลักษณะเฉพาะของเมมเบรนในงานวิจัย

คุณลักษณะเฉพาะ	
ประเภทเมมเบรน	เส้นใยท่อกลวง
ความยาวเมมเบรน	40 เซนติเมตร
ความกว้างเมมเบรน	24 เซนติเมตร
วัตถุดิบผลิตเมมเบรน	โพลีเอทิลีน ชนิดพอลิเมอร์ชอบน้ำ (Hydrophilic polymer membrane)
ขนาดรูเปิด	0.22 ไมโครเมตร
พื้นที่กรอง	0.2 ตารางเมตร
อายุการใช้งาน	5 ปี
ราคา	7 ดอลลาร์ต่อตารางเมตร

(5) เครื่องสูบแบบรีด (Peristatic pump) 4 เครื่อง

เครื่องที่ 1 ทำหน้าที่สูบน้ำเสียจากถังเก็บกักน้ำเสียเข้าสู่ถังแอน็อกซิก ด้วยอัตราไหล 48 ลิตรต่อวัน

เครื่องที่ 2 ทำหน้าที่สูบน้ำสลัดจ์จากถังแอน็อกซิกเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรน ด้วยอัตราไหล 48 ลิตรต่อวัน รวมกับอัตราไหลที่เท่ากับสัดส่วนการหมุนเวียนน้ำสลัดจ์

เครื่องที่ 3 ทำหน้าที่สูบน้ำสลัดจ์จากถังแอน็อกซิกหมุนเวียนสลัดจ์เข้าสู่ถังปฏิกรณ์ชีวภาพเมมเบรนด้วยอัตราไหลเท่ากับสัดส่วนการหมุนเวียนน้ำสลัดจ์

เครื่องที่ 4 ทำหน้าที่ดูดน้ำกรองออกจากชุดกรองเข้าสู่ถังเก็บกักน้ำเพอมิเอท (น้ำทิ้งออกนอกระบบ) ด้วยค่าฟลักซ์ที่ต่ำกว่าค่าฟลักซ์วิกฤติร้อยละ 75

2.2.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

1. ขวดเก็บตัวอย่างพลาสติกขนาด 1 ลิตร
2. แกลลอนพลาสติกขนาด 25 ลิตรสำหรับใส่น้ำเสียมาทดลองในห้องปฏิบัติการ

2.2.2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียในห้องปฏิบัติการ

1. UV-VIS Spectrophotometer ผลิตภัณฑ์ Shimadzu รุ่น UV 1601
2. Touch mixer ผลิตภัณฑ์ Fisher Scientific รุ่น 231
3. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง ผลิตภัณฑ์ Mettler Toledo รุ่น PB1502
4. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ผลิตภัณฑ์ Mettler Toledo รุ่น AB 204
5. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ผลิตภัณฑ์ของ Wissenschaftlich Technische Werkstatten รุ่น pH 526

6. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) เครื่องวัดออกซิเจน (DO meter) ผลิตภัณฑ์ของ Wissenschaftlich Technische Werkstatten รุ่น pH/Oxi 340i

7. ตู้อบความร้อนแห้ง (Hot air oven) ผลิตภัณฑ์ของ Contherm รุ่น 240M

8. เครื่องกวนชนิดใช้แม่เหล็ก (Magnetic stirrer) และเตาไฟฟ้า (Hot plate) ผลิตภัณฑ์ของFramo-Ger™tetechik รุ่น M 21/1

19. ชุดกรองบุคเนอร์ (Buchner Filter)

10. เครื่องปั๊มดูดสุญญากาศ (Vacuum Pump) ผลิตภัณฑ์ GAST รุ่น 0296

11.ชุดกลั่นแอมโมเนีย (Ammonia Distillation Apparatus) ผลิตภัณฑ์ Gerhardt รุ่น EV 16

12. ตู้ดูดความชื้น (Desiccator) ผลิตภัณฑ์ Sanplatee

13. เตาย่อยสลายตัวอย่างสำหรับซีโอดีแบบปิด (Heating Blocks) ผลิตภัณฑ์ J.P Selecta รุ่น R.A.T.

14. กระดาษกรอง GF/C ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 47 มิลลิลิตร

15. เครื่องแก้วต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์พารามิเตอร์ ดังตารางที่ 16