

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
สารบัญตารางภาคผนวก	ภ
 บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหางานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	3
 บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์	
2.1 เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.2.1 หลักการทำงานของระบบผลิตน้ำรีเวอร์สօօส โนซีสและกระบวนการล้าง	7
2.2.2 หลักการที่นำมาใช้ในการออกแบบการทดลอง	13
 บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การศึกษาเก็บข้อมูลพื้นฐานของระบบ	20
3.1.1 ระบบผลิตน้ำรีเวอร์สօօส โนซีสที่ใช้ในการทดลอง	20
3.1.2 ระบบการล้างแม่เบรน	20
3.1.3 แม่เบรนที่ใช้ในการทดลอง	20
3.2 การออกแบบการทดลอง	21
3.2.1 เลือกปัจจัย ระดับและขอบเขต	21
3.2.2 เลือกตัวแปรคงตัว	22
3.2.3 เลือกการออกแบบการทดลอง	22

3.3 การทดลองและเก็บข้อมูล	24
3.3.1 การทดลองและเก็บข้อมูลในแต่ละปัจจัย	24
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและหาค่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละปัจจัย	24
3.4.1 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง	25
3.4.2 การทดสอบสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ	25
3.4.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน	26
3.4.4 การสร้างสมการทำนาย	26
3.4.5 กราฟโกรงร่าง (Contour plot) และพื้นผิวผลตอบ (Surface Plot)	26
3.4.6 การหาค่าปัจจัยที่เหมาะสม	26
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกรองและปริมาณการกรอง	27
4.2 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง	30
4.2.1 การตรวจสอบการกระจายแบบแยกเป็นปกติ	30
4.2.2 การตรวจสอบความเป็นอิสระ	33
4.2.3 การตรวจสอบความเสถียรของความแปรปรวน	34
4.3 การทดสอบสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ	38
4.4 วิเคราะห์ความแปรปรวน	38
4.5 การสร้างสมการทำนาย	42
4.6 การสร้างกราฟโกรงร่าง (Contour plot) และพื้นผิวผลตอบ (Surface Plot)	43
4.7 การหาค่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัย	48
บทที่ 5 สรุปผลการค้นคว้าแบบอิสระและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการค้นคว้าแบบอิสระ	53
5.2 ข้อจำกัดการค้นคว้าแบบอิสระ	54
5.3 ข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	55
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ผลการทดลอง	58
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการคำนวณ	62

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	64
ภาคผนวก ง คู่มือเทคนิคการถ่ายเมมเบรน	68
ประวัติผู้เขียน	71



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 รูปแบบและลักษณะการทดลอง	15
3.1 ปัจจัย ระดับ และขอบเขต สำหรับการถ้างเมมเบรนด้วยสารเคมีพิเศษสูง	21
3.2 การออกแบบการทดลองแบบแพกเกจ 3 ระดับ 3 ปัจจัย	22
4.1 ผลต่างของค่าประสิทธิภาพการกรองและผลต่างของเปอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองที่ได้จากการทดลอง	27
4.2 ค่า P-Value ที่ใช้ในการเลือกปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้น	29
4.3 ค่า P-Value ที่ใช้ในการเลือกปัจจัยที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้	30

อิชสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright[©] by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพ

หัวข้อ	หน้า
1.1 เมมเบรนที่เสื่อมสภาพอุดตันและเสียหาย	2
2.1 หลักการของรีเวอร์สօօสไมซิส	7
2.2 ระบบผลิตน้ำรีเวอร์สօօสไมซิสและระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ	9
2.3 แผนผังผลิตน้ำรีเวอร์สօօสไมซิสและส่วนประกอบต่างๆ	9
2.4 แผนผังระบบการถ่ายเมมเบรน	12
2.5 การทดลองร่วมปัจจัยสำหรับการออกแบบ 3 ³	17
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	19
3.2 รายละเอียดของเมมเบรนแบบ Thin Film Composite รุ่น BW30LE-440	21
4.1 การกระจายแบบแยกแจงปกติของส่วนตกค้างของประสิทธิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้น	31
4.2 การกระจายแบบแยกแจงปกติของส่วนตกค้างของเปลอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้ที่เพิ่มขึ้น	31
4.3 การกระจายแบบปกติของข้อมูลในด้านประสิทธิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้น	32
4.4 การกระจายแบบปกติของข้อมูลของเปลอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้ที่เพิ่มขึ้น	32
4.5 กราฟส่วนตกค้างกับลำดับของข้อมูลประสิทธิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้น	33
4.6 กราฟส่วนตกค้างกับลำดับของข้อมูลเปลอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้ที่เพิ่มขึ้น	34
4.7 กราฟส่วนตกค้างกับค่าทำนายของประสิทธิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้น	34
4.8 กราฟส่วนตกค้างกับค่าทำนายของเปลอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้ที่เพิ่มขึ้น	35
4.9 ส่วนตกค้างกับค่าความเป็นกรดค้าง (ผลตอบประสิทธิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้น)	35
4.10 ส่วนตกค้างกับค่าความเป็นกรดค้าง (ผลตอบเปลอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้ที่เพิ่มขึ้น)	36
4.11 ส่วนตกค้างกับค่าอุณหภูมิ (ผลตอบประสิทธิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้น)	36
4.12 ส่วนตกค้างกับค่าอุณหภูมิ (ผลตอบเปลอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้ที่เพิ่มขึ้น)	37
4.13 ส่วนตกค้างกับอัตราการไหล (ผลตอบประสิทธิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้น)	37
4.14 ส่วนตกค้างกับอัตราการไหล (ผลตอบเปลอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้ที่เพิ่มขึ้น)	38
4.15 การทดสอบความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ค้าง (ผลตอบประสิทธิภาพการกรอง)	39
4.16 การทดสอบความแปรปรวนของค่าอุณหภูมิ (ผลตอบประสิทธิภาพการกรอง)	39

4.17	การทดสอบความแปรปรวนของค่าอัตราการไอล (ผลตอบประสิทชิภาพการกรอง)	40
4.18	การทดสอบความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (ผลตอบปริมาณการกรอง)	40
4.19	การทดสอบความแปรปรวนของค่าอุณหภูมิ (ผลตอบปริมาณการกรอง)	41
4.20	การทดสอบความแปรปรวนของค่าอัตราการไอล (ผลตอบปริมาณการกรอง)	42
4.21	กราฟโคลงร่างระหว่างความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิ (ประสิทชิภาพการกรอง)	43
4.22	กราฟโคลงร่างระหว่างความเป็นกรด-ด่างและอัตราการไอล (ประสิทชิภาพการกรอง)	44
4.23	กราฟโคลงร่างระหว่างอุณหภูมิและอัตราการไอล (ประสิทชิภาพการกรอง)	45
4.24	กราฟโคลงร่างระหว่างอุณหภูมิและอัตราการไอล (เปอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้)	45
4.25	พื้นผิวผลตอบของค่าประสิทชิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้นเมื่อกำหนดให้อัตราการไอลคงที่	46
4.26	พื้นผิวผลตอบของค่าประสิทชิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้น เมื่อกำหนดให้อุณหภูมิกดที่	46
4.27	พื้นผิวผลตอบของค่าประสิทชิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้น เมื่อกำหนดให้ค่าความเป็นกรด-ด่างคงที่	47
4.28	พื้นผิวผลตอบของค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้ที่เพิ่มขึ้น เมื่อกำหนดให้ค่าความเป็นกรด-ด่างคงที่	47
4.29	กราฟแสดงค่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าประสิทชิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้น	49
4.30	กราฟแสดงผลของอันตรกิริยาระหว่างปัจจัยที่มีต่อค่าประสิทชิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้น	49
4.31	กราฟแสดงค่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้ที่เพิ่มขึ้น	51
4.32	กราฟแสดงผลของอันตรกิริยาระหว่างปัจจัยที่มีต่อค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้ที่เพิ่มขึ้น	51

สารบัญตารางภาคผนวก

ตาราง	หน้า
ก 1 ผลการทดลองและเก็บข้อมูลการถ่ายเมมเบรนด้วยสารเคมีพีเอชสูง	58
ค 1 การเลือกปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้น	64
ค 2 การเลือกปัจจัยที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองได้ที่เพิ่มขึ้น	65
ค 3 การวิเคราะห์สมการทำนายค่าผลตอบด้านประสิทธิภาพการกรองที่เพิ่มขึ้น	66
ค 4 การวิเคราะห์สมการทำนายค่าผลตอบด้านเปอร์เซ็นต์ปริมาณการกรองที่เพิ่มขึ้น	67

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright[©] by Chiang Mai University
 All rights reserved