สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบาญ	(4)
รายการตาราง	(7)
รายการภาพประกอบ	(9)
บทที่	
บทที่1 บทนำ	1-1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1-1
1.2 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม	1-1
1.3 ทฤษฎีการบำบัดน้ำเสีย	1-5
1.4 การกำจัดสีในน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มด้วยการใช้กระบวนการเมมเบรน	1-12
1.5 การสำรวจเอกสาร	1-28
1.6 วัตถุประสงค์	1-31
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1-31
บทที่2 อุปกรณ์การทดลองและวิธีการการทดลอง	2-1
2.1 อุปกรณ์การทดลอง สารเคมี สารป้อน และวัสดุการทดลอง	2-1
2.1.1 อุปกรณ์การทดลอง	2-1
2.1.2 สารเคมี	2-2
2.1.3 เครื่องแก้วและสารป้อน	2-2
2.2 วิธีการทดลอง	2-2
2.2.1 การกรองระดับไมโครฟิลเตรชันเมมเบรน	2-2
2.2.1.1 การกรองน้ำเสียด้วยไมโครฟิลเตรชันเมมเบรน	2-2
2.2.1.2 การกรองน้ำเสียหลังการบำบัดขั้นต้นโดยวิธีเคมีด้วย MF เมมเบรน	2-3
2.2.1.3 การกรองน้ำเสียหลังการบำบัดขั้นต้นโดยวิธีกายภาพ – เคมี ด้วย MF เมมเบรน	2-5

สารบาญ(ต่อ)

	หน้า
2.2.2 การกรองระดับอัลตราฟิลเตรชัน (UF) เมมเบรน	2-6
2.2.2.1 การกรองโดย UF เมมเบรนเชิงการค้า	2-6
2.2.2.2 การกรองโดยเมมเบรนเซลลูโลสไนเตรท สังเคราะห์จากวุ้นน้ำสับปะรด	2-6
2.2.2.3 การกรองโดยเมมเบรนเซลลูโลสอะซิเตทที่ สังเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ	2-6 2-7
บทที่ 3 ผลการทดลอง	3-1
ผลการทดลองและวิจารณ์	3-1
3.1 การวิเคราะห์สมบัติของตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม	3-1
3.2 การกรองด้วย MF	3-2
3.3 การกรองน้ำเสียความเข้มข้นต่างๆด้วย MF หลังจากการก่อและรวมตะกอนด้วยสารส้ม	3-3 3-4
3.4 การกรองด้วยMF หลังการบำบัดขั้นต้นด้วยการก่อและรวม ตะกอนโดยใช้ สารส้มความเข้มข้นต่างกัน	3-6
3.5 การกรองด้วย MF หลังการก่อและรวมตะกอนด้วย $Ca(OH)_2$	3-11
3.6 การทดลองกรณีการกรองน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดขั้นต้นโดยวิธีทางกายภาพ- เคมีโดยการใช้การดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์	3-13
3.7 การกรองด้วย UF	3-20
3.7.1 Commercial UF เมมเบรน	3-20
3.7.2 การกรองด้วยเมมเบรน เซลลูโลสไนเตรท	3-26
3.7.2.1 การกรองด้วยเมมเบรน เซลลูโลสไนเตรท (ความหนา 8 มม. ขณะเปียก)	3-27
3.7.2.2 การกรองด้วยเมมเบรน เซลลูโลสไนเตรท (ความหนา 4 มม. ขณะเปียก)	3-30
3.7.3 การกรองด้วยเซลลูโลส อะซิเตท (CA)	3-33
3.8 รูปแบบการเกิด ฟาวลิงในระบบการกรอง	3-36
3.8.1 ฟาวลิง กรณีการกรองน้ำเสียด้วย MF	3-36

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.8.2 ฟาวลิง ของการกรองน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นด้วยกระบวนการทางเคมีด้วย MF	3-37
3.8.3 ฟาวลิงของอัลตราฟิลเตรชันเมมเบรน	3-46
1. Commercial membrane	3-46
2. เซลลูโลสไนเตรทผลิตจากจุลินทรีย์ในน้ำสับปะรด	3-48
3.เซลลูโลสอะซิเตทสังเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	3-53
บทที่ 4 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	
บทสรุป	4-1
บรรณานุกรม	บ-1
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ข้อมูลจากการทดลอง	ก-1
ภาคผนวก ข. วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย	ข-1
ภาคผนวก ค. วิธีการวิเคราะห์	ค-1

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ลักษณะของน้ำทิ้งจากแหล่งต่าง ๆ จากโรงงานน้ำมันปาล์มโดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ย	1-3
1.2 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำมันปาล์ม (ต่อน้ำหนักแห้ง)	1-4
1. 3 ลักษณะน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มก่อนและหลังการบำบัด	1-5
1.4 คุณภาพน้ำโรงงานสยามปาล์มน้ำมันและสวนปาล์ม จำกัด ก่อนและหลังกระบวนการบำบัดทางชีวภาพ	1-6
1.5 ผลของการเติมสารละลายเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส ที่มีแอคติวิตี้ 0.5 1.0 และ 1.5 ยูนิต/มล.ร่วมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 2 มิลลิโมลาร์ลงในน้ำทิ้งส่วนใส	1-8
1.6 ค่าสีและซีโอดีที่คงเหลือในน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่ความเข้มข้นสารส้มต่าง ๆ	1-10
1.7 การกำจัดสี และ COD โดยใช้โอโซน	1-11
2.1 เมมเบรน MF ที่ใช้ในการทดลองมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้	2-3
2.2 เมมเบรน MF ที่ใช้ในการทดลองประกอบกับการบำบัดขั้นต้น	2-4
2.3 เมมเบรน pore size ต่าง ๆ	2-6
3.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งโรงงานสยามปาล์มน้ำมันและสวนปาล์ม จำกัด	3-1
3.2 แสดงผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งก่อนและหลังการผ่านการกรองด้วยเมมเบรน	3-2
3.3 แสดงค่าสี (color unit) ที่ถูกกำจัดของน้ำทิ้งบ่อ 14 ก่อนทำการกรองด้วย cellulose nitrate membrane (เมื่อผ่านการตกตะกอนด้วยสารส้ม)	3-5
3.4 แสดงค่าสี (color unit) ที่ถูกกำจัดของน้ำทิ้งบ่อ 14 หลังการกรองด้วย cellulose nitrate membrane (เมื่อผ่านการตกตะกอนด้วยสารส้ม)	3-6
3.5 แสดงค่า absorbance และค่าสีของน้ำทิ้งบ่อ14 (บ่อสุดท้าย) ซึ่งตกตะกอนโดยสารส้มAluminium Sulfate ($Al_2(SO_4)_3.\ 18H_2O$) ก่อนทำการกรองด้วย cellulose nitrate membrane ที่ ความดัน 200 kPa	3-8
3.6 แสดงค่า absorbance และค่าสีของน้ำทิ้งบ่อ14 (บ่อสุดท้าย) ซึ่งตกตะกอนโดยสารส้มAluminium Sulfate ($Al_2(SO_4)_3.\ 18H_2O$) หลังกรองด้วย cellulose nitrate membrane ที่ ความดัน 200 kPa	3-9

รายการตาราง

ตารางที่

3.7 แสดงค่าสีที่ถูกกำจัดของน้ำทิ้งบ่อ14 (บ่อสุดท้าย) เมื่อผ่านการตกตะกอนด้วย สารส้ม (Aluminium Sulfate) ก่อนการกรองด้วย cellulose nitrate membrane 3-9

3.8 แสดงค่าสีที่ถูกกำจัดของน้ำทิ้งบ่อ14 หลังผ่านการตกตะกอนด้วย สารส้ม (Aluminium Sulfate) ก่อนการกรองด้วย cellulose nitrate membrane ที่ 200 kPa 3-10

3.9 แสดงค่า pH และค่า COD ที่อุณหภูมิ 25 °C 3-10

3.10 แสดง % การเปลี่ยนแปลงค่าสี เมื่อตกตะกอนด้วย $Ca(OH)_2$ ที่ปริมาณต่าง ๆ 3-11

3.11 แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่าสี หลังผ่านกระบวนการกรองด้วย membrane 3-11

3.12 แสดงค่า % การเปลี่ยนแปลง ค่าสีหลังการกรองด้วย membrane (ตกตะกอนโดย สารละลายสารส้ม 3-19

3.13 ค่า SS(Suspended Solid)ของน้ำเสีย ที่ผ่านการกรองด้วยเมมเบร pore sizeต่าง ๆ 3-19

3.14 ค่า COD ที่ผ่านการกรองด้วยเมมเบรน pore size ต่าง ๆ 3-20

3.15 ค่าสี (platinum cobalt standard) ที่ผ่านการกรองด้วยเมมเบรน pore size ต่าง ๆ 3-21

3.16 เปรียบเทียบความสามารถในการลดค่า COD ของเมมเบรนแต่ละ pore size (%) 3-22

3.17 เปรียบเทียบความสามารถในการลดค่า COD ของเมมเบรนแต่ละ pore size (%) 3-22

3.18 ค่าสี (platinum cobalt standard) ที่ผ่านการกรองด้วยเมมเบรน pore size ต่าง ๆ 3-23

3.19 ค่าสีน้ำทิ้งหลังการกรองผ่านเมมเบรน CN ความหนา 8 มม ที่ความดันเริ่มจาก 340 kPa 680 kPa และ 1020 kPa ตามลำดับ 3-29

3.20 ค่าสีน้ำทิ้งหลังการกรองผ่านเมมเบรน CN ความหนา 8 มมที่ความดันเริ่มจาก 680 kPa, 1020 kPa และ 340 kPa ตามลำดับ 3-29

3.21 ค่าสีน้ำทิ้งหลังการกรองผ่านเมมเบรน CNความหนา 8 มม ที่ความดันเริ่มจาก 1020 kPa 340 kPa และ 680 kPa ตามลำดับ 3-31

3.22 ค่าสีน้ำทิ้งหลังการกรองผ่านเมมเบรน CN ความหนา4 มม ที่ความดันเริ่มจาก 1020 kPa 340 kPa และ 680 kPa ตามลำดับ 3-32

3.23 ค่าสีน้ำทิ้งหลังการกรองผ่านเมมเบรน CN ความหนา4 มม ที่ความดันเริ่มจาก 340 kPa 1020 kPa และ 1020 kPa ตามลำดับ 3-32

3.24 ค่า% rejectionกับความดันหลังการกรองผ่านเมมเบรน CN ความหนา4 มม 3-32

รายการตาราง

ตารางที่

3.25 ค่าสีน้ำทิ้งหลังการกรองผ่านเมมเบรน CA ความหนา4 มม ที่ความดันเริ่มจาก 340 kPa 680 kPa และ 1020 kPa ตามลำดับ 3-35

3.26 ค่าสีน้ำทิ้งหลังการกรองผ่านเมมเบรน CA 3-35

รายการภาพประกอบ

รูปที่	หน้า
1.1 การจำแนกช่วงการกรองด้วยเมมเบรน	1-13
1.2 หลักการของกระบวนการกรองด้วยเมมเบรน	1-14
1.3 การกรองแบบ dead – end และแบบไหลขวาง	1-15
1.4 การอุดตันรูพรุนที่เสนอโดยแบบจำลองต่าง ๆ	1-21
1.5 การเกิด gel polarization	1-24
1.6 (ก) ความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์กับความเข้มข้นตามสมการ (1.23) (ข) ความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์กับความดัน	1-25
1.7 แสดงความต้านทานต่าง ๆ ตามแบบจำลองอนุกรมความต้านทาน	1-27
2.1 ชุดกรองแบบ dead end	2-1
2.2 Pressured recevoir	2-3
2.3 ภาพถ่าย SEM ของเมมเบรนเซลลูโลส ความหนาขณะเปียก a) 4 mm และ b) 8mm.	2-7
3.1 กราฟแสดงค่า Flux ที่เวลาต่างๆของการกรองด้วย MF ขนาดต่างๆ	3-2
3.2 กราฟแสดงค่า flux จากการตกตะกอนน้ำเสียด้วยสารส้ม แล้วผ่านกระบวนการกรองด้วย MF membrane(0.45 μm) a) ความเข้มข้นน้ำเสีย20% b)ความเข้มข้นน้ำเสีย40%	3-4
3.3 กราฟแสดงค่า flux จากการตกตะกอนน้ำเสียด้วยสารส้ม แล้วผ่านกระบวนการกรองด้วย MF membrane(0.45 μm) a) ความเข้มข้นน้ำเสีย60% b)ความเข้มข้นน้ำเสีย 80%	3-4
3.4 กราฟแสดงค่า flux จากการตกตะกอนน้ำเสียความเข้มข้น100% ด้วยสารส้ม แล้วผ่านกระบวนการกรองด้วย MF membrane(0.45 μm)	3-4
3.5 กราฟแสดงค่า flux จากการตกตะกอนน้ำเสียความเข้มข้นต่าง ๆ ด้วยสารส้ม แล้วผ่านกระบวนการกรองด้วย MF membrane(0.45 μm)	3-5
3.6 ค่า flux ของการกรองน้ำที่ผ่านการตกตะกอนด้วยสารส้ม ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ความดัน 200 kPa	3-7
3.7 ค่า flux ของการกรองน้ำที่ผ่านการตกตะกอนด้วยสารส้ม ปริมาณ2,3,4,5 และ 10 ml.(0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 2.0 mg/L) ที่200 kPa	3-8
3.8 กราฟแสดงค่า flux ที่ความเข้มข้น $Ca(OH)_2$ = 2 g/l a) 50 kPa b) 100 kPa	3-12

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

รูปที่

3.9 กราฟแสดงค่า flux ที่ความเข้มข้น $Ca(OH)_2$ = 3 g/l 3-12

3.10 ค่าฟลักซ์ กับ เวลาในการกรอง น้ำที่ผ่านการดูดซับด้วย AC ที่ความดัน 100kPa ในกรณีที่ไม่มีการกวน 3-14

3.11 ค่าฟลักซ์ กับเวลาใน การกรอง น้ำที่ผ่านการดูดซับด้วย ACที่ความดัน 200kPa ในกรณีที่ไม่มีการกวน 3-14

3.12 ค่าฟลักซ์ กับเวลาใน การกรอง น้ำที่ผ่านการดูดซับด้วย ACที่ความดัน 300kPa ในกรณีที่ไม่มีการกวน 3-14

3.13 ค่าฟลักซ์ กับเวลาใน การกรอง น้ำที่ผ่านการดูดซับด้วย AC ขนาด 8*12 mesh ในกรณีที่ไม่มีการกวน 3-15

3.14 ค่าฟลักซ์ กับเวลาใน การกรอง น้ำที่ผ่านการดูดซับด้วย ACขนาด 12*16 mesh ในกรณีที่ไม่มีการกวน 3-15

3.15 ค่าฟลักซ์ กับเวลาใน การกรอง น้ำที่ผ่านการดูดซับด้วย AC ที่ความดัน 100kPa ในกรณีที่มีการกวน 3-15

3.16 ค่าฟลักซ์ กับเวลาใน การกรอง น้ำที่ผ่านการดูดซับด้วย AC ที่ความดัน 200kPa ในกรณีที่มีการกวน 3-16

3.17 ค่าฟลักซ์ กับเวลาใน การกรอง น้ำที่ผ่านการดูดซับด้วย ACที่ความดัน 300kPa ในกรณีที่มีการกวน 3-16

3.18 ค่าฟลักซ์ กับเวลาใน การกรอง น้ำที่ผ่านการดูดซับด้วย ACขนาด 8*12 mesh ในกรณีที่มีการกวน 3-16

3.19 ค่าฟลักซ์ กับเวลาใน การกรอง น้ำที่ผ่านการดูดซับด้วย ACขนาด 12*16 mesh ในกรณีที่มีการกวน 3-17

3.20 ค่าฟลักซ์ กับเวลาใน การกรอง น้ำที่ผ่านการดูดซับด้วย ACขนาด8*12 ที่ ความดัน 100kPa 3-17

3.21 ค่าฟลักซ์ กับเวลาใน การกรอง น้ำที่ผ่านการดูดซับด้วย ACขนาด8*12 ที่ ความดัน 200kPa 3-17

3.22 ค่าฟลักซ์ กับเวลาใน การกรอง น้ำที่ผ่านการดูดซับด้วย ACขนาด8*12 ที่ ความดัน 300kPa 3-18

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

รูปที่

3.23 ค่าฟลักซ์ กับเวลาใน การกรอง น้ำที่ผ่านการดูดซับด้วย AC ขนาด12*16 ที่ ความดัน 100kPa 3-18

3.24 กราฟแสดงค่าฟลักซ์ กับ เวลา ของที่ผ่าน AC ขนาด12*16 ที่ความดัน 200kPa ในกรณีที่มีและไม่มีการกวน 3-18

3.25 ค่าฟลักซ์ กับเวลาใน การกรอง น้ำที่ผ่านการดูดซับด้วย ACขนาด12*16 ที่ ความดัน 300kPa 3-19

3.26 กราฟแสดงความสามารถในการลดค่าสีของเมมเบรน pore size ต่าง ๆ 3-21

3.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า COD กับ Pressure ที่ pore size ต่าง ๆ 3-22

3.28 กราฟแสดงความสามารถในการลด COD ของเมมเบรน ที่ pore size ต่าง ๆ 3-23

3.29 กราฟแสดงความสามารถในการลดค่าสีของเมมเบรนชนิดต่าง ๆ 3-24

3.30 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าFlux กับ เวลา ที่ pore size50000 MWCO 3-24

3.31 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าFlux กับ เวลาที่ pore size100000 MWCO 3-25

3.32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Flux กับ เวลา ที่ pore size ต่าง ๆ ที่ ความดัน 680 kPa 3-25

3.33 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Flux กับ เวลา ที่ pore size ต่าง ๆ ที่ ความดัน 340 kPa 3-26

3.34 กราฟแสดงค่าฟลักซ์น้ำกลั่นของเมมเบรน8มม ที่ความดันต่างๆ 3-27

3.35 กราฟแสดงค่าฟลักซ์ของน้ำเสียที่ความดันต่างๆ ของชุดการทดลองที่ 1 3-27

3.36 กราฟแสดงค่าฟลักซ์ของน้ำเสียที่ความดันต่างๆ ของชุดการทดลองที่ 2 3-28

3.37 กราฟแสดงค่าฟลักซ์ของน้ำเสียที่ความดันต่างๆ ของชุดการทดลองที่ 3 3-28

3.38 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์กับความดันของชุดการทดลองที่ 1,2 และ 3 3-28

3.39 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า% rejectionกับความดันของชุดการทดลองที่ 1 , 2 และ 3 3-30

3.40 กราฟแสดงค่าฟลักซ์ของน้ำกลั่นของเมมเบรน4มม ที่ความดันต่าง 3-31

3.41 กราฟแสดงค่าฟลักซ์ของน้ำเสียกรองด้วยเมมเบรน4มม ที่ความดันต่างๆ 3-31

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

รูปที่ 3-33

3.42 กราฟแสดงค่าฟลักซ์ของเมมเบรนความหนาก่อนรีด 4 และ 8 มม. ที่ความดันต่างๆ

3.43 กราฟแสดงค่าฟลักซ์น้ำกลั่นของเมมเบรน (ก) CA1 (ข) CA 2 3-33

3.44 กราฟเปรียบเทียบค่าฟลักซ์น้ำกลั่นของเมมเบรน CA1 และ CA 2 3-34

3.45กราฟแสดงค่าฟลักซ์น้ำเสียของเมมเบรน (ก) CA 1 (ข) CA2 3-34

3.46กราฟเปรียบเทียบค่าฟลักซ์น้ำเสียของเมมเบรน CA1 และ CA 2 3-34

3.47 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ e^{-1} ในการกรองด้วย MF ขนาดต่างๆที่ความดัน 100 kPa 3-36

3.48 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t/V กับ t ในการกรองด้วย MF ขนาดต่างๆที่ความดัน 100 kPa 3-37

3.49 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ $t^{1/2}$ ในการกรองด้วย MF ขนาดต่างๆที่ความดัน 100 kPa 3-37

3.50 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตรเพอมิเอท V กับ e^{-1} ที่ความดัน 100 kPa ความเข้มข้น (ก) 20 % (ข) 40% (ค)60 % (ง) 80 % (จ) 100 % ของ น้ำทิ้ง 3-38

3.51 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t/V กับ เวลา t ที่ความดัน 100 kPa ความเข้มข้น (ก) 20 % (ข) 40% (ค)60 % (ง) 80 % (จ) 100 % ของ น้ำทิ้ง 3-39

3.52 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตรเพอมิเอท V กับ $t^{1/2}$ ที่ความดัน 100 kPa ความเข้มข้น 20 % (ข) 40% (ค) 60 % (ง) 80 % (จ) 100 % ของ น้ำทิ้ง 3-40

3.53 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร permeat (V) กับ e^{-1} (สารส้ม 0.2, 0.24, 0.28, 0.32, 0.36, 0.4, 0.6,0.8, 1.0, 2.0 mg/L) ที่ความดัน 200 kPa, ความเข้มข้น 100% น้ำเสีย 3-41

3.54 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t/V กับ t (สารส้ม 0.2, 0.24, 0.28, 0.32, 0.36, 0.4, 0.6,0.8, 1.0, 2.0 mg/L) ที่ความดัน 200 kPa, ความเข้มข้น 100% น้ำเสีย 3-41

3.55 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ $t^{1/2}$ (สารส้ม 0.2, 0.24, 0.28, 0.32, 0.36, 0.4, 0.6,0.8, 1.0, 2.0 mg/L) ที่ความดัน 200 kPa, ความเข้มข้น 100% น้ำเสีย 3-42

3.56 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร permeat (V) กับ e^{-1} ที่ความดัน 50 kPa และ 100 kPa ความเข้มข้น $Ca(OH)_2$ เท่ากับ (ก) 2 g/l, (ข) 3g/l 3-42

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

รูปที่

3.57 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t/V กับ t ที่ความดัน 50 kPa และ 100 kPa ความเข้มข้น $Ca(OH)_2$ เท่ากับ (ก) 2 g/l, (ข) 3g/l 3-42

3.58 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ $t^{1/2}$ ที่ความดัน 50 kPa และ 100 kPa ความเข้มข้น $Ca(OH)_2$ เท่ากับ (ก) 2 g/l, (ข) 3g/l 3-43

3.59 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ e^{-t}ของน้ำเสียผ่าน AC ขนาด 8*12 mesh ที่ความดันต่างๆ กรณี (ก) มีการกวน (ข) ไม่มีการกวน 3-43

3.60 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ e^{-t} ของน้ำเสียผ่าน AC ขนาด 12*16 mesh ที่ความดันต่างๆ กรณี (ก) มีการกวน (ข) ไม่มีการกวน 3-43

3.61 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง t/V กับ t ของน้ำเสียผ่าน AC ขนาด 8*12 mesh ที่ความดันต่างๆ กรณี (ก) มีการกวน (ข) ไม่มีการกวน 3-44

3.62 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง t/V กับ t ของน้ำเสียผ่าน AC ขนาด 12* 16mesh ที่ความดันต่างๆ กรณี (ก) มีการกวน (ข) ไม่มีการกวน 3-44

3.63 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ $t^{1/2}$ ของน้ำเสียผ่าน AC ขนาด 8*12 mesh ที่ความดันต่างๆ กรณี (ก) มีการกวน (ข) ไม่มีการกวน 3-45

3.64 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ $t^{1/2}$ ของน้ำเสียผ่าน AC ขนาด 12*16 mesh ที่ความดันต่างๆ กรณี (ก) มีการกวน (ข) ไม่มีการกวน 3-45

3.65 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ e^{-t} ที่ membrane poresize 100,000MWCO ที่ 100 kPa และ 340 kPa 3-46

3.66 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t/V กับ t ที่ membrane poresize 100,000MWCO ที่ 100 kPa และ 340 kPa 3-46

3.67 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างV กับ $t^{1/2}$ ที่ membrane poresize 100,000MWCO ที่ 100 kPa และ 340 kPa 3-46

3.68 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ e^{-t} ที่ membrane poresize 50,000MWCO ที่ 100 kPa และ 340 kPa 3-47

3.69 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t/V กับ t ที่ membrane poresize 50,000MWCO ที่ 100 kPa และ 340 kPa 3-47

3.70 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t/V กับ $t^{1/2}$ ที่ membrane poresize 50,000MWCO ที่ 100 kPa และ 340 kPa 3-47

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

รูปที่

3.71 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ e^{-t} ของน้ำกลั่นที่ผ่าน membrane (ก) CN(I) (ข) CN(II) ในการทดลองที่1 3-48

3.72 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ e^{-t} ของน้ำเสียที่ผ่าน membrane (ก) CN(I) (ข) CN(II) ในการทดลองที่ 1 3-48

3.73 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ e^{-t} ของน้ำเสียที่ผ่าน membrane (ก) CN(I) (ข) CN(II) ในการทดลองที่ 2 3-48

3.74 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ e^{-t} ของน้ำเสียที่ผ่าน membrane (ก) CN(I) (ข) CN(II) ในการทดลองที่ 3 3-49

3.75 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t/V กับ t ของน้ำกลั่นที่ผ่าน membrane (ก) CN(I) (ข) CN(II) ในการทดลองที่ 3-49

3.76 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t/V กับ t ของน้ำเสียที่ผ่าน membrane (ก) CN(I) (ข) CN(II) ในการทดลองที่1 3-49

3.77 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t/V กับ t ของน้ำเสียที่ผ่าน membrane (ก) CN(I) (ข) CN(II) ในการทดลองที่ 1 3-50

3.78 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t/V กับ t ของน้ำเสียที่ผ่าน membrane (ก) CN(I) (ข) CN(II) ในการทดลองที่ 2 3-50

3.79 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t/V กับ t ของน้ำเสียที่ผ่าน membrane (ก) CN(I) (ข) CN(II) ในการทดลองที่ 3 3-50

3.80 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ $t^{1/2}$ ของน้ำกลั่นที่ผ่าน membrane (ก) CN(I) (ข) CN(II) ในการทดลองที 1 3-51

3.81 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ $t^{1/2}$ ของน้ำเสียที่ผ่าน membrane (ก) CN(I) (ข) CN(II) ในการทดลองที่ 2 3-51

3.82 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ $t^{1/2}$ ของน้ำเสียที่ผ่าน membrane (ก) CN(I) (ข) CN(II) ในการทดลองที่ 3 3-51

3.83 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ e^{-t} ของน้ำกลั่นที่ผ่าน membrane (ก) CN(I) (ข) CN(II) 3-52

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

รูปที่

3.84 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ e^{-t} ของน้ำเสียที่ผ่าน membrane (ก) CN(I) (ข) CN(II) 3-52

3.85 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t/V กับ t ของน้ำกลั่นที่ผ่าน membrane (ก) CN(I) (ข) CN(II) 3-52

3.86 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t/V กับ t ของน้ำเสียที่ผ่าน membrane (ก) CN(I) (ข) CN(II) 3-53

3.87 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ $t^{1/2}$ ของกลั่นที่ผ่าน membrane CN 3-53

3.88 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ $t^{1/2}$ ของน้ำเสียที่ผ่าน membrane (ก) CN(I) (ข) CN(II) 3-53

3.89 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ e^{-t} ของน้ำกลั่นที่ผ่านเมมเบรน (ก) CA 1 (ข) CA 2 3-54

3.90 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ e^{-t} ของน้ำเสียที่ผ่านเมมเบรน (ก) CA 1 (ข) CA 2 3-54

3.91 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t/v กับ t ของน้ำกลั่นที่ผ่านเมมเบรน (ก) CA 1 (ข) CA 2 3-54

3.92 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ e^{-t} ของน้ำเสียที่ผ่านเมมเบรน (ก) CA 1 (ข)CA 2 3-55

3.93 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ $t^{1/2}$ ของน้ำกลั่นที่ผ่านเมมเบรน (ก) CA 1 (ข) CA 2 3-55

3.94 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V กับ $t^{1/2}$ ของน้ำเสียที่ผ่านเมมเบรน (ก) CA 1 (ข) CA 2 3-55