สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการภาพประกอบ	(12)
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 บทนำต้นเรื่อง	1
1.2 การตรวจเอกสาร	3
1.2.1 เอทานอล (ethanol)	3
1.2.2 กระบวนการเมมเบรน	10
1.2.3 การจำแนกกระบวนการเมมเบรน	11
1.2.4 ลักษณะการกรองในเมมเบรน	14
1.2.5 อุปกรณ์เมมเบรน (membrane module)	15
1.3 กระบวนการเวเปอร์เพอมิเอชัน	19
1.3.1 กลไกของก๊าซดิฟฟิวชัน (gas diffusion)	19
1.3.2 กลไกก๊าซเพอมิเอชัน (gas permeation)	21
1.3.3 วัสดุสำหรับผลิตเมมเบรน	24
1.3.4 การละลายและการแพร่ในเมมเบรน	26
1.3.5 ข้อดีของกระบวนการเมมเบรนแบบเวเปอร์เพอมิเอชัน	30
1.3.6 ข้อจำกัดของกระบวนการเมมเบรนแบบเวเปอร์เพอมิเอชัน	31
1.3.7 เมมเบรนสังเคราะห์ที่ใช้สำหรับกระบวนการเวเปอร์เพอมิเอชัน	33
1.3.8 วิธีการผลิตเมมเบรนสังเคราะห์แบบเนื้อแน่น	35
1.3.9 การออกแบบกระบวนการ	36
1.3.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	37
1.4 วัตถุประสงค์ของโครงการ	39
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	39
2 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ	40
2.1 วัสดุ	40

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2 อุปกรณ์	40
2.3 วิธีการวิจัย	43
3 ผลการทดลองและบทวิจารณ์	45
3.1 อิเล็กตรอนไมโครกราฟของเมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์	45
3.2 กระบวนการเวเปอร์เพอมิเอชันของสารละลายเอทานอล-น้ำ ผ่านเมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2211 และ 2216	47
3.2.1 ผลการศึกษาอัตราการอิ่มตัวของเมมเบรน	48
3.2.2 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของเอทานอลและน้ำในด้านสารป้อน	49
3.2.3 ผลของความหนาของเมมเบรน	51
3.2.4 เพอมิเอทฟลักซ์รวมและค่าการแยก	52
3.2.5 ผลของความเข้มข้นของสารละลายป้อน	54
3.2.6 ผลการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเมมเบรน	58
4 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	61
4.1 บทสรุป	61
4.2 ข้อเสนอแนะ	62
บรรณานุกรม	63
ภาคผนวก	66
ก วิธีการวิเคราะห์	67
ข กราฟมาตรฐานสำหรับสารละลายเอทานอล-น้ำ	72
ค ข้อมูลการทดลอง	79
ประวัติผู้เขียน	100

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 พืชชนิดต่างๆในประเทศไทยที่ใช้ในการผลิตแอลกอฮอล์	8
1.2 สรุปและเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบแป้งและน้ำตาล	8
1.3 การประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมของกระบวนการแยกด้วยเมมเบรน	13
1.4 การเปรียบเทียบคุณลักษณะของอุปกรณ์เมมเบรนทั้ง 4 แบบ	15
1.5 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของระบบเมมเบรนแบบต่างๆ	18
1.6 ผลรวมปริมาตรของอะตอมและโครงสร้างที่เกิดการแพร่ผ่าน	23
1.7 Glass transition temperature (T_g) ของพอลิเมอร์บางชนิด	26
1.8 ปัจจัยที่มีผลต่อสภาพการซึมผ่านของตัวถูกละลายในเมมเบรนพอลิเมอร์แบบแน่น	28
1.9 ขนาดโมเลกุลของก๊าซหลายชนิด	29
2.1 ตารางแสดงคุณสมบัติของเมมเบรนสำหรับการทดลองเวเปอร์เพอมิเอชัน	42
2.2 ปริมาตรของเอทานอลและน้ำสำหรับเตรียมสารละลายเอทานอลที่ความเข้มข้นต่างๆ สำหรับการทดลองระบบเวเปอร์เพอมิเอชัน	43
3.1 ความหนาโดยประมาณของเมมเบรนเชิงประกอบ ชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2211และ 2216	47
3.2 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพเมมเบรน	51
3.3 พื้นที่และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2211 และ 2216 แบบแผ่นเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 99.5 โดยน้ำหนัก	60
ก.1 น้ำหนักของเอทานอลและน้ำที่ความเข้มข้นต่างๆ สำหรับเตรียมสารละลายมาตรฐาน	68
ก.2 สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์สารตัวอย่างด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟฟี	69
ข. 1 พื้นที่ใต้กราฟเอทานอลและพื้นที่ใต้กราฟ 1- โพรพานอล สำหรับสารละลาย เอทานอล-น้ำที่ความเข้มข้นต่างๆ	72
ข. 2 ส่วนเชิงมวลของสารละลายเอทานอลในรูปของเหลว – ไอที่อุณหภูมิต่างๆ	77
ค.1 น้ำหนักเมมเบรนที่เวลาต่างๆ	79
ค. 2 ความเข้มข้นน้ำในสารป้อนและความเข้มข้นน้ำในเพอมิเอทเมื่อความเข้มข้นน้ำ ในสารป้อนร้อยละ 6 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	80
ค. 3 ความเข้มข้นน้ำในสารป้อนและความเข้มข้นน้ำในเพอมิเอทเมื่อความเข้มข้นน้ำ ในสารป้อนร้อยละ 20 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	80

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ค. 4 ความเข้มข้นน้ำในสารป้อนและความเข้มข้นน้ำในเพอมิเอทเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 30 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	81
ค. 5 ความเข้มข้นน้ำในสารป้อนและความเข้มข้นน้ำในเพอมิเอทเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 40 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	81
ค. 6 ความเข้มข้นเอทานอลในสารป้อนและความเข้มข้นเอทานอลในเพอมิเอทเมื่อความเข้มข้นเอทานอลในสารป้อนร้อยละ 60 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	82
ค. 7 ความเข้มข้นเอทานอลในสารป้อนและความเข้มข้นเอทานอลในเพอมิเอทเมื่อความเข้มข้นเอทานอลในสารป้อนร้อยละ 70 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	82
ค. 8 ความเข้มข้นเอทานอลในสารป้อนและความเข้มข้นเอทานอลในเพอมิเอทเมื่อความเข้มข้นเอทานอลในสารป้อนร้อยละ 80 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	83
ค. 9 ความเข้มข้นเอทานอลในสารป้อนและความเข้มข้นเอทานอลในเพอมิเอทเมื่อความเข้มข้นเอทานอลในสารป้อนร้อยละ 94 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	83
ค. 10 เพอมิเอทฟลักซ์เมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 6 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	83
ค. 11 เพอมิเอทฟลักซ์เมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 20 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	84
ค. 12 เพอมิเอทฟลักซ์เมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 30 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	84
ค. 13 เพอมิเอทฟลักซ์เมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 40 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	84
ค. 14 ฟลักซ์เอทานอล ฟลักซ์น้ำ เพอมิเอทฟลักซ์รวมเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 6 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	85
ค. 15 ฟลักซ์เอทานอล ฟลักซ์น้ำ เพอมิเอทฟลักซ์รวมเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 20 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	85
ค. 16 ฟลักซ์เอทานอล ฟลักซ์น้ำ เพอมิเอทฟลักซ์รวมเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 30 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	85
ค. 17 ฟลักซ์เอทานอล ฟลักซ์น้ำ เพอมิเอทฟลักซ์รวมเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 40 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	86
ค. 18 ค่าการแยกเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 6 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	86
ค. 19 ค่าการแยกเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 20 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	86

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ค. 20 ค่าการแยกเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 30 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	87
ค. 21 ค่าการแยกเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 40 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	87
ค. 22 น้ำหนักเมมเบรนที่เวลาต่างๆ	87
ค. 23 ความเข้มข้นน้ำในสารป้อนและความเข้มข้นน้ำในเพอมิเอทเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 6 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	88
ค. 24 ความเข้มข้นน้ำในสารป้อนและความเข้มข้นน้ำในเพอมิเอทเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 20 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	88
ค. 25 ความเข้มข้นน้ำในสารป้อนและความเข้มข้นน้ำในเพอมิเอทเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 30 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	89
ค. 26 ความเข้มข้นน้ำในสารป้อนและความเข้มข้นน้ำในเพอมิเอทเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 40 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	89
ค. 27 ความเข้มข้นเอทานอลในสารป้อนและความเข้มข้นเอทานอลในเพอมิเอทเมื่อความเข้มข้นเอทานอลในสารป้อนร้อยละ 60 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	90
ค. 28 ความเข้มข้นเอทานอลในสารป้อนและความเข้มข้นเอทานอลในเพอมิเอทเมื่อความเข้มข้นเอทานอลในสารป้อนร้อยละ 70 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	90
ค. 29 ความเข้มข้นเอทานอลในสารป้อนและความเข้มข้นเอทานอลในเพอมิเอทเมื่อความเข้มข้นเอทานอลในสารป้อนร้อยละ 80 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	91
ค. 30 ความเข้มข้นเอทานอลในสารป้อนและความเข้มข้นเอทานอลในเพอมิเอทเมื่อความเข้มข้นเอทานอลในสารป้อนร้อยละ 94 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	91
ค. 31 เพอมิเอทฟลักซ์เมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 6 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	91
ค. 32 เพอมิเอทฟลักซ์เมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 20 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	92
ค. 33 เพอมิเอทฟลักซ์เมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 30 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	92
ค. 34 เพอมิเอทฟลักซ์เมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 40 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	92
ค. 35 ฟลักซ์เอทานอล ฟลักซ์น้ำ เพอมิเอทฟลักซ์รวมเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 6 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	93
ค. 36 ฟลักซ์เอทานอล ฟลักซ์น้ำ เพอมิเอทฟลักซ์รวมเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 20 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	93

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ค. 37 ฟลักซ์เอทานอล ฟลักซ์น้ำ เพอมิเอทฟลักซ์รวมเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 30 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	93
ค. 38 ฟลักซ์เอทานอล ฟลักซ์น้ำ เพอมิเอทฟลักซ์รวมเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 40 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	94
ค. 39 ค่าการแยกเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 6 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	94
ค. 40 ค่าการแยกเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 20 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	94
ค. 41 ค่าการแยกเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 30 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	95
ค. 42 ค่าการแยกเมื่อความเข้มข้นน้ำในสารป้อนร้อยละ 40 โดยน้ำหนักที่เวลาต่างๆ	95

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1.1 โครงสร้างทางเคมีของเอทานอล	3
1.2 หลักการของกระบวนการกรองด้วยเมมเบรน	10
1.3 การจำแนกกระบวนการแยกตามขนาดโมเลกุลของสารละลายต่างๆ	11
1.4 การกรองแบบ Dead-end และ การกรองแบบ cross flow	14
1.5 อุปกรณ์แบบแผ่นและกรอบ	16
1.6 อุปกรณ์แบบท่อ	16
1.7 อุปกรณ์แบบท่อม้วน	17
1.8 อุปกรณ์แบบเส้นใยกลวง	17
1.9 กลไกการถ่ายโอนในเมมเบรน	20
1.10 ค่าเทนไซล์โมดูลัส (E) ของพอลิเมอร์	25
1.11 ขอบเขตตัวถูกละลายสำหรับก๊าซผสมในเมมเบรน	30
1.12 การเกิดการสะสมของโมเลกุลหรืออนุภาคของตัวถูกละลายที่ไม่สามารถผ่านเมมเบรน	32
1.13 ลักษณะการอุดตันของสารผ่านเมมเบรน	32
1.14 เมมเบรนแบบสมมาตร	33
1.15 เมมเบรนแบบไม่สมมาตร	34
1.16 เมมเบรนเชิงประกอบ	34
2.1 แผนผังระบบเวเปอร์เพอมิเอชัน	41
3.1 อิเล็กตรอนไมโครกราฟจากผิวหน้าโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด เมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2211 กำลังขยาย 200 เท่า	45
3.2 อิเล็กตรอนไมโครกราฟจากผิวหน้าโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด เมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2216 กำลังขยาย 200 เท่า	45
3.3 อิเล็กตรอนไมโครกราฟจากการตัดขวางโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด เมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2211 กำลังขยาย 550 เท่า	46
3.4 อิเล็กตรอนไมโครกราฟจากการตัดขวางโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด เมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2216 กำลังขยาย 550 เท่า	46
3.5 น้ำหนักของเมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2211 ที่เวลาต่างๆ	47
3.6 น้ำหนักของเมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2216 ที่เวลาต่างๆ	48

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
3.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นน้ำในสารป้อนกับความเข้มข้นน้ำในเพอมิเอท และความเข้มข้นเอทานอลในเพอมิเอทสำหรับเมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2211 สัญลักษณ์สีทึบแสดงผลบนแกนทางซ้ายมือ สัญลักษณ์สีสว่างแสดงผลบนแกนทางขวามือ	49
3.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นน้ำในสารป้อนกับความเข้มข้นน้ำในเพอมิเอท และความเข้มข้นเอทานอลในเพอมิเอทสำหรับเมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2211 สัญลักษณ์สีทึบแสดงผลบนแกนทางซ้ายมือ สัญลักษณ์สีสว่างแสดงผลบนแกนทางขวามือ	50
3.9 ความสัมพันธ์ระหว่างเพอมิเอทฟลักซ์รวมที่เวลาต่างๆ สำหรับเมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2211	52
3.10 ความสัมพันธ์ระหว่างเพอมิเอทฟลักซ์รวมที่เวลาต่างๆ สำหรับเมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2216	53
3.11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการแยกที่เวลาต่างๆ สำหรับเมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2211	53
3.12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการแยกที่เวลาต่างๆ สำหรับเมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2216	53
3.13 ความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์กับความเข้มข้นของน้ำในสารป้อนผ่านเมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2211	55
3.14 ความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์กับความเข้มข้นของน้ำในสารป้อนผ่านเมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2216	55
3.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการแยกกับความเข้มข้นของน้ำในสารป้อนผ่านเมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2211	56
3.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการแยกกับความเข้มข้นของน้ำในสารป้อนผ่านเมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2216	56
3.17 ความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์น้ำและฟลักซ์เอทานอลกับความเข้มข้นของน้ำในสารป้อนผ่านเมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2211	57

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
3.18 ความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์น้ำและฟลักซ์เอทานอลกับความเข้มข้นของน้ำ ในสารป้อนผ่านเมมเบรนเชิงประกอบชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2216	57
3.19 ค่า Total permeate flux และ Separation factor ที่ความเข้มข้นน้ำต่างๆ ในสารป้อนของเมมเบรนชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2211	59
3.20 ค่า Total permeate flux และ Separation factor ที่ความเข้มข้นน้ำต่างๆ ในสารป้อนของเมมเบรนชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 2216	59
ก.1 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟฟี (GC/FID) ของบริษัท Hewlett Packard รุ่น 6890	69
ก.2 เครื่อง Karl Fisher Coulometer ของบริษัท Mettler รุ่น DL39	70
ก.3 ส่วนประกอบของเครื่อง Karl Fisher Coulometer	71
ข.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนพื้นที่ใต้กราฟเอทานอลต่อพื้นที่ใต้กราฟ 1-โพรพานอลที่ความเข้มข้นของสารละลายเอทานอลร้อยละ 10-99.9 โดยน้ำหนัก	74
ข.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนพื้นที่ใต้กราฟเอทานอลต่อพื้นที่ใต้กราฟ 1-โพรพานอลที่ความเข้มข้นของสารละลายเอทานอลร้อยละ 10-40 โดยน้ำหนัก	74
ข.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนพื้นที่ใต้กราฟเอทานอลต่อพื้นที่ใต้กราฟ 1-โพรพานอลที่ความเข้มข้นของสารละลายเอทานอลร้อยละ 40-60 โดยน้ำหนัก	75
ข.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนพื้นที่ใต้กราฟเอทานอลต่อพื้นที่ใต้กราฟ 1-โพรพานอลที่ความเข้มข้นของสารละลายเอทานอลร้อยละ 60-99.9โดยน้ำหนัก	75
ข.5 ตัวอย่างพื้นที่ใต้กราฟเอทานอลและพื้นที่ใต้กราฟ 1-โพรพานอลที่ความเข้มข้นสารละลายเอทานอลร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก จากการวิเคราะห์ด้วย GC	76
ข.6 ตัวอย่างพื้นที่ใต้กราฟเอทานอลและพื้นที่ใต้กราฟ 1-โพรพานอลที่ความเข้มข้นสารละลายเอทานอลร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก จากการวิเคราะห์ด้วย GC	76
ข.7 สัดส่วนเชิงมวลของสารละลายเอทานอลในรูปของเหลว – ไอที่อุณหภูมิต่างๆ	78