

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฐ
สารบัญรูปภาพ	ท
อักษรย่อ	พ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ผิวหนัง	1
1.1.1 โครงสร้างของผิวหนัง	1
1.1.2 หน้าที่ของผิวหนัง	2
1.2 ความรู้เกี่ยวกับแผลไหม้	4
1.2.1 ความหมายของแผลไหม้	4
1.2.2 ชนิดของแผลไหม้	4
1.2.3 ความรุนแรงของแผลไหม้	5
1.2.3.1 ความลึกของแผลไหม้	5
1.2.3.2 ขนาดของแผลไหม้	8
1.2.4 การดูแลบาดแผล	9
1.2.5 การหายของแผล	10
1.3 สมบัติของวัสดุทดแทนผิวหนังชั่วคราว	10
บทที่ 2 ไฮโดรเจล	12
2.1 คำจำกัดความของไฮโดรเจล	12

	หน้า
2.2 ประเภทของไฮโดรเจล	12
2.2.1 แบ่งตามลักษณะการสังเคราะห์	12
2.2.2 แบ่งตามขนาดของรูพรุน	13
2.2.3 แบ่งตามชนิดการเชื่อมโยงของโครงสร้าง	14
2.3 การพองตัวและปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัวของไฮโดรเจล	17
2.4 การประยุกต์ใช้ไฮโดรเจลเป็นวัสดุทดแทนผิวหนังชั่วคราว	20
2.5 วัตถุประสงค์ในการวิจัย	23
บทที่ 3 วิธีการทดลองและผลการทดลอง	26
3.1 สารเคมี อุปกรณ์และเครื่องมือ	26
3.1.1 สารเคมี	26
3.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	28
3.2 การทำตัวริเริ่มปฏิกิริยาและมอนอเมอร์ให้บริสุทธิ์	29
3.2.1 เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์	29
3.2.2 เมทิลเมทาครีเลตและเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดน	30
3.3 การหาสภาวะโคพอลิเมอร์ไรเซชันแบบสารละลาย	31
3.3.1 ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาและตัวทำละลายที่เหมาะสม	31
3.3.1.1 การสังเคราะห์โคพอลิเมอร์เพื่อหาระยะเวลาและตัวทำละลายที่เหมาะสม	31
3.3.1.1.1 การทดลอง	31
3.3.1.1.2 ผลการทดลอง	34
3.3.1.2 การหาความหนืดอินทรีนซิก	39
3.3.1.2.1 การทดลอง	44
3.3.1.2.2 ผลการทดลอง	45
3.3.2 ปริมาณตัวริเริ่มปฏิกิริยาที่เหมาะสม	50
3.3.2.1 การทดลอง	50
3.3.2.2 ผลการทดลอง	51

3.4 การสังเคราะห์ไฮโมและโคพอลิเมอร์ของเมธิลเมทาครีเลตและ เอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดน	59
3.4.1 การทดลอง	59
3.4.2 ผลการทดลอง	63
3.5 การหาลักษณะเฉพาะของไฮโครเจลที่สังเคราะห์ได้	65
3.5.1 ความสามารถในการละลาย	65
3.5.1.1 การทดลอง	65
3.5.1.2 ผลการทดลอง	65
3.5.2 อินฟราเรดสเปกโตรสโคปี	67
3.5.2.1 การทดลอง	67
3.5.2.2 ผลการทดลอง	68
3.5.2.2.1 อินฟราเรดสเปกตรัมของสารตั้งต้น	68
3.5.2.2.2 อินฟราเรดสเปกตรัมของไฮโมและโคพอลิเมอร์ ที่สังเคราะห์ได้	72
3.5.3 การวิเคราะห์ทางความร้อน	80
3.5.3.1 ดีฟเฟอเรนเชียลสแกนนิ่งแคลอริเมตรี	80
3.5.3.1.1 การทดลอง	82
3.5.3.1.2 ผลการทดลอง	82
3.5.3.2 เทอร์โมกราวิเมตรี	86
3.5.3.2.1 การทดลอง	87
3.5.3.2.2 ผลการทดลอง	87
3.5.4 ลักษณะทางกายภาพของแผ่นฟิล์มไฮโมและโคพอลิเมอร์ ที่สังเคราะห์ได้	91
3.5.4.1 การทดลอง	91
3.5.4.2 ผลการทดลอง	91
3.5.5 การขยายตัวของแผ่นฟิล์มไฮโครเจลเมื่ออิมมิดด้วยน้ำ	93
3.5.5.1 การทดลอง	93

	หน้า
3.5.5.2 ผลการทดลอง	93
3.5.6 สมบัติการดูดซับน้ำของโคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้	97
3.5.6.1 ปริมาณน้ำสมดุล	97
3.5.6.1.1 การทดลอง	97
3.5.6.1.2 ผลการทดลอง	98
3.5.6.2 ปริมาณน้ำคงเหลือสมดุล	110
3.5.6.2.1 การทดลอง	110
3.5.6.2.2 ผลการทดลอง	110
3.5.7 อัตราการผ่านของไอน้ำของไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ได้	124
3.5.7.1 วิธีวอเตอร์คัพ	125
3.5.7.1.1 การทดลอง	125
3.5.7.1.2 ผลการทดลอง	125
3.5.7.2 วิธีอินเวอเทคคัพ	135
3.5.7.2.1 การทดลอง	135
3.5.7.2.2 ผลการทดลอง	135
3.5.8 การศึกษาสมบัติเชิงกล	145
3.5.8.1 การทดสอบแบบดึงยืด	145
3.5.8.2 การทดสอบความทนต่อแรงดึงของไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ได้	150
3.5.8.2.1 การทดลอง	150
3.5.8.2.2 ผลการทดลอง	151
บทที่ 4 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	160
4.1 สภาวะโคพอลิเมอร์เซชันแบบสารละลายของเมธิลเมทาครีเลตและเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดน	160
4.2 การสังเคราะห์ไฮโมและโคพอลิเมอร์ของเมธิลเมทาครีเลตและเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดน	163
4.3 การวิเคราะห์ทางความร้อนของไฮโมและโคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้	167

	หน้า
4.4 สมบัติทางกายภาพและการขยายตัวของแผ่นฟิล์มโพลีเอไมด์ ที่เตรียมได้	170
4.5 สมบัติการดูดซับน้ำของแผ่นฟิล์มไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ได้	170
4.6 อัตราการผ่านของไอน้ำของแผ่นฟิล์มไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ได้	171
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำดูด ปริมาณน้ำคงเหลือสมดุล และอัตราการผ่านของไอน้ำของแผ่นฟิล์มไฮโดรเจล	172
4.8 สมบัติเชิงกลของแผ่นฟิล์มไฮโดรเจลที่เตรียมได้	173
ข้อเสนอแนะสำหรับปรับปรุงงานต่อไป	177
บรรณานุกรม	178
ประวัติผู้เขียน	187

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 ลักษณะเฉพาะของแผ่นไหม้ที่ระดับดิกรีต่างๆ	7
2.1 ตัวอย่างโครงสร้างของไฮโดรเจล	15
3.1 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย ความบริสุทธิ์ ลักษณะการใช้งานและบริษัทผู้ผลิต	26
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	28
3.3 ปริมาณของสารผสมที่ใช้ในการสังเคราะห์โคพอลิเมอร์เพื่อหา ระยะเวลาการเกิดปฏิกิริยาและตัวทำละลายที่เหมาะสม	32
3.4 น้ำหนักโคพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นและเปอร์เซ็นต์คอนเวอร์ชัน ณ เวลาต่าง ๆ ของปฏิกิริยาการสังเคราะห์ P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้น เท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก โดยใช้ไอโซโพรพานอลเป็นตัวทำละลาย	35
3.5 น้ำหนักโคพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นและเปอร์เซ็นต์คอนเวอร์ชัน ณ เวลาต่าง ๆ ของปฏิกิริยาการสังเคราะห์ P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้น เท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก โดยใช้เตตระไฮโดรฟูรานเป็นตัวทำละลาย	36
3.6 น้ำหนักโคพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นและเปอร์เซ็นต์คอนเวอร์ชัน ณ เวลาต่าง ๆ ของปฏิกิริยาการสังเคราะห์ P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้น เท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก โดยใช้คลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลาย	37
3.7 ปริมาณและเทอมต่างๆ ที่ใช้ในเทคนิควิสโคเมตรีแบบสารละลายเจือจาง	44
3.8 เวลาของการไหลและพารามิเตอร์ทางความหนืด ณ อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ของ สารละลาย P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่มีอัตราส่วน โคมอนอเมอร์เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ในคลอโรฟอร์ม ที่สังเคราะห์โดยใช้ไอโซโพรพานอลเป็นตัวทำละลาย	46
3.9 เวลาของการไหลและพารามิเตอร์ทางความหนืด ณ อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ของ สารละลาย P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่อัตราส่วน โคมอนอเมอร์เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ในคลอโรฟอร์ม ที่สังเคราะห์โดยใช้เตตระไฮโดรฟูรานเป็นตัวทำละลาย	47

- 3.10 เวลาของการไหลและพารามิเตอร์ทางความหนืด ณ อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ ของสารละลาย P(MMA-*stat*-VP) ที่อัตราส่วน โคมอนอเมอร์เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ในคลอโรฟอร์มที่สังเคราะห์โดยใช้คลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลาย 48
- 3.11 ความหนืดอินทรีนซิก ณ อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ ของสารละลาย P(MMA-*stat*-VP) ที่อัตราส่วน โคมอนอเมอร์เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ในคลอโรฟอร์มที่สังเคราะห์โดยใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกัน 49
- 3.12 ปริมาณสารผสมที่ใช้ในการสังเคราะห์โคพอลิเมอร์เพื่อหาปริมาณเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ที่เหมาะสม 51
- 3.13 เวลาของการไหลและพารามิเตอร์ทางความหนืด ณ อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ ของสารละลาย P(MMA-*stat*-VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ในคลอโรฟอร์ม โดยใช้เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ 0.10 โมล% 52
- 3.14 เวลาของการไหลและพารามิเตอร์ทางความหนืด ณ อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ ของสารละลาย P(MMA-*stat*-VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ในคลอโรฟอร์ม โดยใช้เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ 0.20 โมล% 53
- 3.15 เวลาของการไหลและพารามิเตอร์ทางความหนืด ณ อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ ของสารละลาย P(MMA-*stat*-VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ในคลอโรฟอร์ม โดยใช้เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ 0.30 โมล% 54
- 3.16 เวลาของการไหลและพารามิเตอร์ทางความหนืด ณ อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ ของสารละลาย P(MMA-*stat*-VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ในคลอโรฟอร์ม โดยใช้เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ 0.50 โมล% 55
- 3.17 เวลาของการไหลและพารามิเตอร์ทางความหนืด ณ อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ ของสารละลาย P(MMA-*stat*-VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ในคลอโรฟอร์ม โดยใช้เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ 0.60 โมล% 56
- 3.18 เปอร์เซ็นต์คอนเวอร์ชันของปฏิกิริยาการสังเคราะห์ P(MMA-*stat*-VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก โดยใช้ปริมาณเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ต่างๆ กันและความหนืดอินทรีนซิกของสารละลายโคพอลิเมอร์ในคลอโรฟอร์ม ณ อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ 57

3.19 ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในขบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบสารละลายของเมธิลเมทาครีเลตและเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดน ที่อุณหภูมิ 70°C โดยใช้เตตระไฮโดรฟูรานเป็นตัวทำละลาย	61
3.20 เปอร์เซ็นต์คอนเวอร์ชันของขบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบสารละลายของเมธิลเมทาครีเลตและเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดน ที่อุณหภูมิ 70°C โดยใช้เตตระไฮโดรฟูรานเป็นตัวทำละลาย	63
3.21 ลักษณะทางกายภาพที่สังเกตได้ของ PMMA PVP และ P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่มีอัตราส่วนโคมอนอเมอร์เริ่มต้นต่างๆ กันที่สังเคราะห์ได้	64
3.22 เปอร์เซ็นต์ส่วนที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำของ P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่เตรียมได้ในอัตราส่วนโคมอนอเมอร์เริ่มต้นต่างๆ กัน	65
3.23 ความสามารถในการละลายของ PMMA PVP และ P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่เตรียมได้ในอัตราส่วนโคมอนอเมอร์เริ่มต้นต่างๆ กัน ณ อุณหภูมิห้อง	66
3.24 ความหมายอินฟราเรดสเปกตรัมของเมธิลเมทาครีเลต	69
3.25 ความหมายอินฟราเรดสเปกตรัมของเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดน	69
3.26 ความหมายอินฟราเรดสเปกตรัมของเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์	72
3.27 ความหมายอินฟราเรดสเปกตรัมของพอลิเมธิลเมทาครีเลต	72
3.28 ความหมายอินฟราเรดสเปกตรัมของพอลิ(เอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดน)	75
3.29 ค่า T_g ที่ได้จากการทดลองของ PMMA PVP และ P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่มีปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดนต่างๆ กัน ที่สังเคราะห์ได้	84
3.30 ช่วงอุณหภูมิที่มีการสูญเสียน้ำหนักและอุณหภูมิที่มีการสูญเสียน้ำหนัก 50% ของ PMMA PVP และ P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่ปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดนเริ่มต้นต่างๆ กัน ที่สังเคราะห์ได้	89
3.31 ลักษณะทางกายภาพที่สังเกตได้ของแผ่นฟิล์ม PMMA PVP และ P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่มีอัตราส่วนโคมอนอเมอร์เริ่มต้นต่างๆ กันที่สังเคราะห์ได้	92
3.32 ขนาดของแผ่นฟิล์มโคพอลิเมอร์เมื่อแห้งและเมื่ออิมิดด้วยน้ำและค่าเปอร์เซ็นต์การขยายตัวตามพื้นที่และปริมาตร	94
3.33 น้ำหนักและปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -20%VP) ความหนา 0.353±0.030 มม. เมื่อแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 35±1°C	98

3.34	น้ำหนักและปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-30%VP) ความหนา 0.348 ± 0.020 มม. เมื่อแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$	100
3.35	น้ำหนักและปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-40%VP) ความหนา 0.361 ± 0.009 มม. เมื่อแช่ในน้ำกลั่น ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$	101
3.36	น้ำหนักและปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-50%VP) ความหนา 0.406 ± 0.061 มม. เมื่อแช่ในน้ำกลั่น ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$	103
3.37	น้ำหนักและปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-60%VP) ความหนา 0.369 ± 0.004 มม. เมื่อแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$	104
3.38	น้ำหนักและปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-70%VP) ความหนา 0.259 ± 0.049 มม. เมื่อแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$	106
3.39	ค่าปริมาณน้ำสมดุลที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-VP) ที่มีอัตราส่วนโคมอนอเมอร์เริ่มต้นต่างๆ กันที่สังเคราะห์ได้	109
3.40	น้ำหนักและปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-20%VP) ความหนา 0.353 ± 0.030 มม. ณ อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	111
3.41	น้ำหนักและปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-30%VP) ความหนา 0.348 ± 0.020 มม. ณ อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	112
3.42	น้ำหนักและปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-40%VP) ความหนา 0.361 ± 0.009 มม. ณ อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	114
3.43	น้ำหนักและปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-50%VP) ความหนา 0.406 ± 0.061 มม. ณ อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	115
3.44	น้ำหนักและปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-60%VP) ความหนา 0.369 ± 0.004 มม. ณ อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	117
3.45	น้ำหนักและปริมาณที่เหลืออยู่ ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-70%VP) ความหนา 0.259 ± 0.049 มม. ณ อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	118
3.46	ค่าปริมาณน้ำคงเหลือสมดุลของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-VP) ที่อัตราส่วน โคมอนอเมอร์เริ่มต้นต่างๆ กันที่สังเคราะห์ได้ ณ อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	123

ตาราง	หน้า
3.47 น้ำหนักของน้ำที่หายไป ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -20%VP) ความหนา 0.400 ± 0.025 มม. โดยวิธีวอเตอร์คัพ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และ ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	126
3.48 น้ำหนักของน้ำที่หายไป ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -30%VP) ความหนา 0.380 ± 0.018 มม. โดยวิธีวอเตอร์คัพ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และ ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	127
3.49 น้ำหนักของน้ำที่หายไป ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -40%VP) ความหนา 0.365 ± 0.030 มม. โดยวิธีวอเตอร์คัพ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และ ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	128
3.50 น้ำหนักของน้ำที่หายไป ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -50%VP) ความหนา 0.445 ± 0.020 มม. โดยวิธีวอเตอร์คัพ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และ ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	129
3.51 น้ำหนักของน้ำที่หายไป ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -60%VP) ความหนา 0.327 ± 0.039 มม. โดยวิธีวอเตอร์คัพ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และ ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	130
3.52 น้ำหนักของน้ำที่หายไป ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -70%VP) ความหนา 0.304 ± 0.014 มม. โดยวิธีวอเตอร์คัพ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และ ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	131
3.53 ความชันและอัตราการผ่านของไอน้ำของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่มีปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดนต่างๆ กัน โดยวิธีวอเตอร์คัพ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	134
3.54 น้ำหนักของน้ำที่หายไป ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -20%VP) ความหนา 0.400 ± 0.025 มม. โดยวิธีอินเวทเทคคัพ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และ ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	136
3.55 น้ำหนักของน้ำที่หายไป ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -30%VP) ความหนา 0.380 ± 0.018 มม. โดยวิธีอินเวทเทคคัพ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และ ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	137

ตาราง	หน้า
3.56 น้ำหนักของน้ำที่หายไป ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -40%VP) ความหนา 0.365 ± 0.030 มม. โดยวิธีอินเวทเทคัลท์ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	138
3.57 น้ำหนักของน้ำที่หายไป ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -50%VP) ความหนา 0.501 ± 0.030 มม. โดยวิธีอินเวทเทคัลท์ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	139
3.58 น้ำหนักของน้ำที่หายไป ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -60%VP) ความหนา 0.320 ± 0.034 มม. โดยวิธีอินเวทเทคัลท์ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	140
3.59 น้ำหนักของน้ำที่หายไป ณ เวลาต่างๆ ของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -70%VP) ความหนา 0.488 ± 0.040 มม. โดยวิธีอินเวทเทคัลท์ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	141
3.60 ความชันและอัตราการผ่านของไอน้ำของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่มีปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดนต่างๆกัน โดยวิธีอินเวทเทคัลท์ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	144
3.61 ลักษณะเฉพาะของเส้นโค้งความเค้น-ความเครียดที่สัมพันธ์กับสมบัติของพอลิเมอร์	150
3.62 สภาวะในการทดสอบความทนต่อแรงดึงของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่มีปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดนในคอนเริ่มต้นเท่ากับ 40, 50, 60 และ 70% โดยน้ำหนัก	151
3.63 ค่าความเค้นสูงสุด เบอร์เซนต์ความเครียด ณ จุดขาด และมอดูลัสแบบยืดหยุ่นของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -40%VP) ที่สังเคราะห์ได้ ณ อุณหภูมิ 27°C และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	153
3.64 ค่าความเค้นสูงสุด เบอร์เซนต์ความเครียด ณ จุดขาด และมอดูลัสแบบยืดหยุ่นของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -50%VP) ที่สังเคราะห์ได้ ณ อุณหภูมิ 27°C และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	154
3.65 ค่าความเค้นสูงสุด เบอร์เซนต์ความเครียด ณ จุดขาด และมอดูลัสแบบยืดหยุ่นของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -60%VP) ที่สังเคราะห์ได้ ณ อุณหภูมิ 27°C และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	155

ตาราง	หน้า
3.66 ค่าความเค้นสูงสุด เปอร์เซ็นต์ความเครียด ณ จุดขาด และมอดูลัสแบบยืดหยุ่น ของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -70%VP) ที่สังเคราะห์ได้ ณ อุณหภูมิ 27°C และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	156
3.67 ค่าความเค้นสูงสุด เปอร์เซ็นต์ความเครียด ณ จุดขาด และมอดูลัสแบบยืดหยุ่น ของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่มีปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโคนต่างๆ กัน ณ อุณหภูมิ 27°C และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	157
4.1 เปอร์เซ็นต์คอนเวอร์ชัน เวลาในการเกิดปฏิกิริยาที่เปอร์เซ็นต์คอนเวอร์ชัน เริ่มคงที่ของปฏิกิริยาการสังเคราะห์ P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ด้วยเทคนิคโคพอลิเมอร์ไรเซชัน แบบสารละลาย ณ อุณหภูมิ 70°C โดยใช้ตัวทำละลายในการสังเคราะห์ ต่างๆ กัน และความหนืดอินทรีนซิกของสารละลายโคพอลิเมอร์ ในคลอโรฟอร์ม ณ อุณหภูมิ 25.0±0.1°C	160
4.2 สรุปผลการศึกษาสมบัติต่างๆ ของ P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่มีปริมาณเอ็น-ไวนิล-2- ไพโรลิโคนในตอนเริ่มต้นต่างๆ กัน	165
4.3 อัตราการระเหยของไอน้ำของผิวหนังปกติและแผลไหม้ที่ระดับดีกรีต่างๆ	172

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของผิวหนัง	3
1.2 ความลึกของแผลไหม้ที่ระดับลึกต่างกัน	6
1.3 การประเมินแผลไหม้โดยใช้เกณฑ์เก่า	8
2.1 โครงสร้างของไฮโดรเจลประเภทต่างๆ แบ่งตามการสังเคราะห์	16
2.2 การขยายตัวของสายโซ่พอลิเมอร์เมื่อเกิดการพองตัวของไฮโดรเจล	18
2.3 อันตรกิริยาของไฮโดรเจลกับโมเลกุลของน้ำ	19
3.1 การจัดตั้งอุปกรณ์สำหรับตกผลึกใหม่ของเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์	30
3.2 การจัดตั้งอุปกรณ์การกลั่นมอนอเมอร์แบบลดความดัน	31
3.3 การจัดตั้งอุปกรณ์สำหรับโคพอลิเมอร์เซชันแบบสารละลาย	33
3.4 การจัดตั้งอุปกรณ์สำหรับตกตะกอนโคพอลิเมอร์	33
3.5 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์คอนเวอร์ชันที่เวลาต่างๆ ของปฏิกิริยาการสังเคราะห์ P(MMA-stat-VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก โดยใช้ไอโซโพรพานอลเป็นตัวทำละลาย	38
3.6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์คอนเวอร์ชันที่เวลาต่างๆ ของปฏิกิริยาการสังเคราะห์ P(MMA-stat-VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก โดยใช้เตตระไฮโดรฟูรานเป็นตัวทำละลาย	38
3.7 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์คอนเวอร์ชันที่เวลาต่างๆ ของปฏิกิริยาการสังเคราะห์ P(MMA-stat-VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก โดยใช้คลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลาย	39
3.8 วิสโคมิเตอร์แบบยูเบโลดล์	40
3.9 การหา $[\eta]$ ของสารละลายพอลิ(บิวทิลอะคริเลต) ในโทลูอีน ที่อุณหภูมิ 25°C โดยใช้การพลอตแบบฮักกินส์-เครเมอร์	43

รูป	หน้า
3.10 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} และ η_{inh} กับความเข้มข้น η อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ ของสารละลาย P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่อัตราส่วนโคมอนอเมอร์เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ในคลอโรฟอร์ม ที่สังเคราะห์โดยใช้ไอโซโพรพานอลเป็นตัวทำละลาย	46
3.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} และ η_{inh} กับความเข้มข้น η อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ ของสารละลาย P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่อัตราส่วนโคมอนอเมอร์เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ในคลอโรฟอร์ม ที่สังเคราะห์โดยใช้เคตระไฮโดรฟอรานเป็นตัวทำละลาย	47
3.12 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} และ η_{inh} กับความเข้มข้น η อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ ของสารละลาย P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่อัตราส่วนโคมอนอเมอร์เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ในคลอโรฟอร์ม ที่สังเคราะห์โดยใช้คลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลาย	48
3.13 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} และ η_{inh} กับความเข้มข้นของสารละลาย P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ในคลอโรฟอร์ม ณ อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ โดยใช้เบนโซิลเปอร์ออกไซด์ 0.10 โมล%	52
3.14 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} และ η_{inh} กับความเข้มข้นของสารละลาย P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ในคลอโรฟอร์ม ณ อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ โดยใช้เบนโซิลเปอร์ออกไซด์ 0.20 โมล%	53
3.15 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} และ η_{inh} กับความเข้มข้นของสารละลาย P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ในคลอโรฟอร์ม ณ อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ โดยใช้เบนโซิลเปอร์ออกไซด์ 0.30 โมล%	54
3.16 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} และ η_{inh} กับความเข้มข้นของสารละลาย P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ในคลอโรฟอร์ม ณ อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ โดยใช้เบนโซิลเปอร์ออกไซด์ 0.50 โมล%	55

รูป	หน้า
3.17 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} และ η_{inh} กับความเข้มข้นของสารละลาย P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้นเท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก ในคลอโรฟอร์ม ณ อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ โดยใช้เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ 0.60 โมล%	56
3.18 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์กับเปอร์เซ็นต์คอนเวอร์ชัน ของปฏิกิริยาการสังเคราะห์ P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่อัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้น เท่ากับ 1 : 1 โดยน้ำหนัก และความหนืดอินทรินซิกของสารละลายโคพอลิเมอร์ ในคลอโรฟอร์ม ณ อุณหภูมิ $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$	58
3.19 การจัดตั้งอุปกรณ์สำหรับสกัดส่วนที่ละลายน้ำได้ในโคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้	60
3.20 อินฟราเรดสเปกตรัมของเมทิลเมทาคริเลตที่ทดลองได้	68
3.21 อินฟราเรดสเปกตรัมของเมทิลเมทาคริเลตจากหนังสืออ้างอิง	68
3.22 อินฟราเรดสเปกตรัมของเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดนที่ทดลองได้	70
3.23 อินฟราเรดสเปกตรัมของเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดนจากหนังสืออ้างอิง	70
3.24 อินฟราเรดสเปกตรัมของเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ที่ทดลองได้	71
3.25 อินฟราเรดสเปกตรัมของเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์จากหนังสืออ้างอิง	71
3.26 อินฟราเรดสเปกตรัมของ PMMA ที่สังเคราะห์ได้	73
3.27 อินฟราเรดสเปกตรัมของ PMMA จากหนังสืออ้างอิง	73
3.28 อินฟราเรดสเปกตรัมของ PVP ที่สังเคราะห์ได้	74
3.29 อินฟราเรดสเปกตรัมของ PVP จากหนังสืออ้างอิง	74
3.30 อินฟราเรดสเปกตรัมของ P(MMA- <i>stat</i> -20%VP)	75
3.31 อินฟราเรดสเปกตรัมของ P(MMA- <i>stat</i> -30%VP)	76
3.32 อินฟราเรดสเปกตรัมของ P(MMA- <i>stat</i> -40%VP)	76
3.33 อินฟราเรดสเปกตรัมของ P(MMA- <i>stat</i> -50%VP)	77
3.34 อินฟราเรดสเปกตรัมของ P(MMA- <i>stat</i> -60%VP)	77
3.35 อินฟราเรดสเปกตรัมของ P(MMA- <i>stat</i> -70%VP)	78
3.36 อินฟราเรดสเปกตรัมของ P(MMA- <i>stat</i> -80%VP)	78
3.37 อินฟราเรดสเปกตรัมของ P(MMA- <i>stat</i> -90%VP)	79
3.38 DSC เทอร์โมแกรมของพอลิเมอร์	81

รูป	หน้า
3.39 DSC เทอร์โมแกรมของ PMMA PVP และ P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่มีอัตราส่วน โคมอนอเมอร์ในคอนเริ่มต้นต่างๆ ที่สังเคราะห์ได้	83
3.40 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโคนในคอนเริ่มต้น กับค่า T_g ที่ได้ จากการทดลองของ P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่สังเคราะห์ได้	85
3.41 TG เทอร์โมแกรมของพอลิเมอร์	86
3.42 TG เทอร์โมแกรมของ PMMA PVP และ P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่มีอัตราส่วน โคมอนอเมอร์ในคอนเริ่มต้นต่างๆ กัน ที่สังเคราะห์ได้	88
3.43 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโคนในคอนเริ่มต้นกับ อุณหภูมิที่เริ่มมีการสูญเสีย น้ำหนักของ P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่สังเคราะห์ได้	90
3.44 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโคนในคอนเริ่มต้นกับ อุณหภูมิที่เริ่มการสูญเสียน้ำหนัก 50% ของ P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่สังเคราะห์ได้	90
3.45 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโคนเริ่มต้นกับพื้นที่ ที่ขยายตัวของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -VP) ความหนา 0.349 ± 0.054 มม.	96
3.46 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโคนเริ่มต้นกับปริมาตร ที่ขยายตัวของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -VP) ความหนา 0.349 ± 0.054 มม.	96
3.47 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่ดูดซับกับเวลาของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่มีปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโคนในคอนเริ่มต้นต่างๆ กัน ความหนา 0.349 ± 0.029 มม. เมื่อแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$	108
3.48 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโคนเริ่มต้นกับ ปริมาณน้ำสมดุลของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -VP) ความหนา 0.349 ± 0.029 มม. ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$	109
3.49 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำคงเหลือกับเวลาของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -20%VP) ความหนา 0.353 ± 0.030 มม. ณ อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	120
3.50 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำคงเหลือกับเวลาของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -30%VP) ความหนา 0.348 ± 0.020 มม. ณ อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	120

รูป	หน้า
3.51 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำคงเหลือกับเวลาของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-40%VP) ความหนา 0.361 ± 0.009 มม. ณ อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	121
3.52 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำคงเหลือกับเวลาของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-50%VP) ความหนา 0.406 ± 0.061 มม. ณ อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	121
3.53 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำคงเหลือกับเวลาของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-60%VP) ความหนา 0.369 ± 0.004 มม. ณ อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	122
3.54 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำคงเหลือกับเวลาของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-70%VP) ความหนา 0.259 ± 0.049 มม. ณ อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	122
3.55 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดนเริ่มต้นกับปริมาณน้ำ- คงเหลือสมดุลของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-VP) ความหนา 0.349 ± 0.029 มม. ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	123
3.56 การจัดอุปกรณ์สำหรับหาอัตราการผ่านของไอน้ำ	124
3.57 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของน้ำที่หายไปกับเวลาของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-VP) ที่มีปริมาณ VP เริ่มต้นเท่ากับ 20, 30 และ 40% โดยน้ำหนัก ความหนา 0.395 ± 0.027 มม. โดยวิธีวอเตอร์คัพ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	132
3.58 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของน้ำที่หายไปกับเวลาของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-VP) ที่มีปริมาณ VP เริ่มต้นเท่ากับ 50, 60 และ 70% โดยน้ำหนัก ความหนา 0.359 ± 0.024 มม. โดยวิธีวอเตอร์คัพ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	133
3.59 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดนเริ่มต้นกับอัตราการผ่าน- ของไอน้ำของแผ่นฟิล์ม P(MMA-stat-VP) ความหนา 0.377 ± 0.026 มม. โดยวิธีวอเตอร์คัพที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	134

รูป	หน้า
3.60 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของน้ำที่หายไปกับเวลาของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่มีปริมาณ VP เริ่มต้นเท่ากับ 20, 30 และ 40% โดยน้ำหนัก ความหนา 0.382 ± 0.024 มม. โดยวิธีอินเวทเทคคัพ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	142
3.61 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของน้ำที่หายไปกับเวลาของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -VP) ที่มีปริมาณ VP เริ่มต้นเท่ากับ 50, 60 และ 70% โดยน้ำหนัก ความหนา 0.438 ± 0.035 มม. โดยวิธีอินเวทเทคคัพ ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	143
3.62 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดนเริ่มต้นกับอัตราการผ่าน-ของไอน้ำของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -VP) ความหนา 0.410 ± 0.029 มม. โดยวิธีอินเวทเทคคัพที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^\circ\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	144
3.63 ลักษณะเส้นโค้งความเค้น-ความเครียดของวัสดุทั่วไป	146
3.64 วัสดุภายใต้แรงดึง	147
3.65 เส้นโค้งความเค้น-ความเครียดของพลาสติกชนิดต่างๆ	149
3.66 เส้นโค้งความเค้น-เปอร์เซ็นต์ความเครียดของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -40%VP) ความหนา 0.425 ± 0.018 มม. ณ อุณหภูมิ 27°C ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	152
3.67 เส้นโค้งความเค้น-เปอร์เซ็นต์ความเครียดของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -50%VP) P(MMA- <i>stat</i> -60%VP) และ P(MMA- <i>stat</i> -70%VP) ความหนา 0.381 ± 0.023 มม. ณ อุณหภูมิ 27°C ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	153
3.68 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดนเริ่มต้นกับค่าความเค้น-สูงสุดของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -VP) ความหนา 0.392 ± 0.022 มม. ณ อุณหภูมิ 27°C ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	157
3.69 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดนเริ่มต้นกับค่าเปอร์เซ็นต์ความเครียด ณ จุดขาดของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -VP) ความหนา 0.392 ± 0.022 มม. ณ อุณหภูมิ 27°C ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	158
3.70 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดนเริ่มต้นกับค่ามอดูลัส-แบบยืดหยุ่นของแผ่นฟิล์ม P(MMA- <i>stat</i> -VP) ความหนา 0.392 ± 0.022 มม. ณ อุณหภูมิ 27°C ความชื้นสัมพัทธ์ 55-60%	158

รูป	หน้า
4.1 การเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดนกับไอโซโพรพานอล	162
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคอนเวอร์ชันแบบสัดส่วน (fractional conversion) ของมอนอเมอร์กับเศษส่วนโมล (F_i) ณ เวลาใดๆ ของ MMA ($i=1$) และ VP ($i=2$) ในโคพอลิเมอร์ที่มีอัตราส่วน MMA : VP เริ่มต้นเท่ากับ 30 : 70% โดยน้ำหนัก	164
4.3 อันตรกิริยาระหว่างโมเลกุลของน้ำกับหน่วยของเอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดนในโคพอลิเมอร์	171
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำสมดุล (EWC) ปริมาณน้ำคงเหลือสมดุล (ERWC) และอัตราการผ่านของไอน้ำ (WVT) ของแผ่นฟิล์มโคพอลิเมอร์ที่ใช้เป็นวัสดุทดแทนผิวหนังชั่วคราว	173
4.5 ลักษณะการจัดเรียงของสายโซ่ที่มีความยืดหยุ่นและบริเวณที่มีการเชื่อมต่อระหว่างสายโซ่ของ P(MMA-co-VP) ที่มีโครงสร้างเป็นเส้นตรง	174

อักษรย่อ

PHEMA	พอลิ(2-ไฮดรอกซีเอทิลเมทาครีเลต) (Poly(2-hydroxyethyl methacrylate))
IPN	อินเตอร์พรีเนเตรตติ้งพอลิเมอร์เน็ตเวิร์ก (Interpenetrating Polymer Network)
EWC	ปริมาณน้ำสมดุล (Equilibrium Water Content)
PEG	พอลิ(เอทิลีนไกลคอล) (Poly(ethylene glycol))
PPG	พอลิ(โพรพิลีนไกลคอล) (Poly(propylene glycol))
PVP	พอลิ(เอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดน) (Poly(<i>N</i> -vinyl-2-pyrrolidone))
GAG	ไกลโคซามิโนไกลแคน (Glycosaminoglycan)
VP	เอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดน (<i>N</i> -vinyl-2-pyrrolidone)
MMA	เมทิลเมทาครีเลต (Methyl methacrylate)
BPO	เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ (Benzoyl peroxide)
°C	องศาเซลเซียส (degree celcius)
mmHg	มิลลิเมตรปรอท
g	กรัม (gram)
ml	มิลลิลิตร (millimetre)
g/ml	กรัมต่อมิลลิลิตร (gram per millimetre)
P(MMA- <i>stat</i> -VP)	พอลิ(เมทิลเมทาครีเลต-สแตต-เอ็น-ไวนิล-2-ไพโรลิโดน) (Poly(methyl methacrylate- <i>stat</i> - <i>N</i> -vinyl-2-pyrrolidone))
g/dl	กรัมต่อเดซิลิตร (gram per decilitre)
$\bar{M}_v$	น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยโดยความหนืด (viscosity-average molecular weight)
THF	เตตระไฮโดรฟูราน (Tetrahydrofuran)
DSC	ดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิ่งแคลอริเมตรี (Differential Scanning Calorimetry)

TG	เทอร์โมกราวิเมตรี (Thermogravimetry)
T _g	อุณหภูมิของการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (glass transition temperature)
T _m	อุณหภูมิของการหลอมเหลวของผลึก (crystalline melting temperature)
T _c	อุณหภูมิของการเกิดผลึก (crystallisation temperature)
T _d	อุณหภูมิของการสลายตัว (decomposition temperature)
mg	มิลลิกรัม (milligram)
มม.	มิลลิเมตร (millimetre)
ERWC	ปริมาณน้ำคงเหลือสมดุล (Equilibrium Remaining Water Content)
WVT	อัตราการผ่านของไอน้ำ (Water Vapour Transmission)
MPa	เมกะปาสคาล (Megapascal)