

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ไฮโดรเจล.....	3
2.2 แมงลัก.....	9
2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....	10
2.2.2 สารประกอบทางเคมี.....	11
2.2.3 สรรพคุณทางยา.....	11
2.2.4 สารเมือก.....	12
2.3 แป้ง.....	13
2.3.1 โครงสร้างของแป้ง.....	13
2.3.2 สมบัติของแป้ง.....	14
2.4 2-Hydroxyethylmethacrylate.....	15
2.4.1 สมบัติทางกายภาพและเคมี.....	15
2.4.2 อันตรายต่อสุขภาพอนามัย.....	16
2.4.3 ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา.....	16
2.4.4 การเกิดอค์คีภัยและการระเบิด.....	16
2.4.5 การเก็บรักษา/สถานที่เก็บ/เคลื่อนย้าย/ขนส่ง.....	16
2.4.6 การกำจัดกรณีรั่วไหล.....	16

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.7 Poly (2-hydroxyethyl) methacrylate.....	17
2.5 ตัวริเริ่มปฏิกิริยา.....	17
2.5.1 Sodium Metabisulphite.....	19
2.5.2 Ammonium Persulphate.....	20
2.5.3 N,N'-Methylenebisacrylamide.....	21
2.6 พอลิเมอร์ผสม.....	22
2.6.1 กลไกในการเกิดปฏิกิริยาในการผสม.....	24
2.6.2 ความสามารถในการละลายเข้ากันได้และความสามารถ ในการผสมเข้ากันได้.....	25
2.6.3 เคมีของพอลิเมอร์ผสม.....	25
2.6.4 สมบัติโดยทั่วไป.....	27
2.7 กระบวนการหล่อขึ้นรูป.....	31
2.7.1 การหล่อพอลิเอสเทอร์.....	32
2.7.2 แม่พิมพ์ของการหล่อพอลิเอสเทอร์.....	32
2.8 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	33
บทที่ 3 การวิจัยและการดำเนินงาน.....	36
3.1 วัสดุและสารที่ใช้ในการทดลอง.....	36
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	36
3.3 ขั้นตอนการทดลอง.....	37
3.3.1 เตรียมผงสารเมือกแห้งจากเม็ดแมงลัก.....	37
3.3.2 เตรียม Poly(2-hydroxyethyl methacrylate).....	39
3.3.3 เตรียมพอลิเมอร์ผสมระหว่างสารเมือกจากเม็ดแมงลัก กับไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต.....	40
3.3.4 การเตรียมฟิล์มจากสารเมือกเมล็ดแมงลัก.....	41
3.3.5 การเตรียมสารเมือกจากเม็ดแมงลักผสมพอลิเมอร์.....	42
3.4 การทดสอบสมบัติของฟิล์มไฮโดรเจล.....	45
3.4.1 การตรวจหาหมู่ฟังก์ชัน.....	45

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4.2 การทดสอบเชิงกล.....	45
3.4.3 การทดสอบอัตราการดูดซับน้ำ.....	46
3.4.4 การทดสอบสมบัติทางความร้อน.....	47
3.4.5 การตรวจสอบสัณฐานวิทยา.....	47
3.5 สรุปแผนผังการเตรียมฟิล์มไฮโดรเจล.....	48
<b>บทที่ 4 ผลการทดลอง.....</b>	<b>49</b>
4.1 ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C.....	50
4.1.1 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างด้วย FTIR.....	50
4.1.2 สมบัติเชิงกลของฟิล์มไฮโดรเจล.....	57
4.1.3 ผลทดสอบการดูดซับน้ำ.....	61
4.1.4 เปอร์เซ็นต์ค่าสัดส่วนเจล.....	63
4.1.5 วิเคราะห์สมบัติทางความร้อนและหาค่าประกอบด้วยเครื่อง TGA.....	64
4.1.6 สมบัติทางสัณฐานวิทยา.....	76
4.2 ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	81
4.2.1 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างด้วย FTIR.....	82
4.2.2 สมบัติเชิงกลของฟิล์มไฮโดรเจล.....	89
4.2.3 ผลทดสอบการดูดซับน้ำ.....	91
4.2.4 เปอร์เซ็นต์ค่าสัดส่วนเจล.....	93
4.2.5 วิเคราะห์สมบัติทางความร้อนและหาค่าประกอบด้วยเครื่อง TGA.....	94
4.2.6 สมบัติทางสัณฐานวิทยา.....	105
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>110</b>
เอกสารอ้างอิง.....	114
ภาคผนวก.....	117
ภาคผนวก ก.....	118
ภาคผนวก ข.....	126

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ค.....	136
ภาคผนวก ง.....	138
ภาคผนวก จ.....	143
ภาคผนวก ฉ.....	144
ประวัติผู้เขียน.....	145

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงตัวอย่างไฮโดรเจลที่ใช้ในทางการแพทย์.....	7
2.2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของสารเมือกแมงลัก.....	12
3.1 แสดงอัตราส่วนที่ใช้ในการผสมพอลิเมอร์ที่ไม่มีมอนอเมอร์.....	41
3.2 แสดงอัตราส่วนที่ใช้ในการผสมพอลิเมอร์กับสารเมือกจากเม็ดแมงลัก.....	42
3.3 แสดงอัตราส่วนที่ใช้ในการผสมพอลิเมอร์กับสารเมือกจากเม็ดแมงลัก ที่มีการลดปริมาณสารเชื่อมโยง.....	43
3.4 แสดงอัตราส่วนที่ใช้ในการผสมพอลิเมอร์กับสารเมือกจากเม็ดแมงลัก ที่มีการลดปริมาณตัวริเริ่ม.....	44
4.1 แสดงค่าอุณหภูมิการสลายตัวของฟิล์มไฮโดรเจลที่สภาวะต่างๆ ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C.....	65
4.2 แสดงค่าอุณหภูมิการสลายตัวของฟิล์มไฮโดรเจลที่สภาวะต่างๆ ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	94
5.1 แสดงสมบัติต่างๆของฟิล์มไฮโดรเจลที่สกัดด้วยน้ำและเมทานอล ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C และ 28-30 °C.....	111
ฉ.1 แสดงค่าความหนืดของสารเมือกจากเม็ดแมงลักที่สภาวะต่างๆ.....	144
ฉ.2 แสดงค่าความหนืดของฟิล์มไฮโดรเจลผสมที่สภาวะต่างๆ.....	144

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงโครงสร้างของไฮโดรเจล.....	3
2.2 แสดงการบวมตัวของ Physical Hydrogel.....	4
2.3 แสดงโครงสร้างและการบวมตัวของไฮโดรเจล.....	4
2.4 แสดงลักษณะของน้ำที่อยู่ในไฮโดรเจล.....	5
2.5 แสดงไฮโดรเจลขณะแห้งและไฮโดรเจลที่เกิดการพองตัวในน้ำ.....	6
2.6 แสดงรูพรุนที่เกิดขึ้นของไฮโดรเจลด้วย SEM.....	6
2.7 แสดงโครงสร้างของ dextran.....	9
2.8 แสดงการเกิด dextran hydrogel.....	9
2.9 แสดงต้นแมงลัก.....	9
2.10 แสดงโครงสร้างของกรดกลูโรนิก.....	10
2.11 แสดงโครงสร้างของกรดแมนนูโรนิก.....	11
2.12 แสดงโครงสร้างของอัลฟา-อะไมเลส.....	13
2.13 แสดงโครงสร้างของอะไมโลเพคติน.....	14
2.14 แสดงโครงสร้างของ 2-Hydroxyethyl methacrylate.....	15
2.15 แสดงการสังเคราะห์ Poly(2-hydroxyethyl methacrylate).....	17
2.16 แสดงโครงสร้างของ Sodium Metabisulphite.....	19
2.17 แสดงโครงสร้างของ Ammonium Persulphate.....	20
2.18 แสดงโครงสร้างของ N,N'-Methylenebisacrylamide.....	21
2.19 แสดงการเกิดการริเริ่มแบบรีดอกซ์.....	22
2.20 แสดงการผสมเข้ากันได้แบบกึ่งหนึ่ง.....	28
2.21 ความไม่สามารถผสมเข้ากันได้.....	29
2.22 ระบบร่วมผสม.....	30
3.1 แสดงขั้นตอนการเตรียมผงสารเมือกแห้งจากเม็ดแมงลัก.....	37
3.2 แสดงเม็ดแมงลัก.....	38
3.3 แสดงสารเมือกแห้งจากเม็ดแมงลักที่เตรียมได้.....	38
3.4 แสดงขั้นตอนการเตรียม Poly(2-hydroxyethyl methacrylate).....	39
3.5 แสดงแผนผังขั้นตอนการทดลอง.....	40
3.6 แสดงการปั่นกวนขณะเตรียมฟิล์มไฮโดรเจล.....	45

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.7 แสดงขนาดชิ้นงานที่ใช้ทดสอบสมบัติเชิงกล.....	45
3.8 แสดงการสกัดฟิล์มไฮโดรเจลด้วยเมทานอล.....	46
3.9 แสดงการระเหยเมทานอลที่ได้จากการสกัดฟิล์มไฮโดรเจล.....	47
3.10 แสดงสรุปแผนผังการเตรียมฟิล์มไฮโดรเจล.....	48
4.1 แสดง IR spectrum ของผงสารเมือกจากเม็ดแมงลัก.....	50
4.2 แสดง IR spectrum ของ Poly(2-hydroxyethyl methacrylate) ที่ไม่มีสารเชื่อมโยง ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C.....	50
4.3 แสดง IR spectra ของฟิล์มไฮโดรเจลสารเมือกจากเม็ดแมงลัก ไม่มีมอนอเมอร์ ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C.....	52
4.4 แสดง IR spectra ของฟิล์มไฮโดรเจลผสมสูตรมาตรฐาน ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C.....	53
4.5 แสดง IR spectra ของฟิล์มไฮโดรเจลผสม เมื่อลดปริมาณสารเชื่อมโยง ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C.....	54
4.6 แสดง IR spectra ของฟิล์มไฮโดรเจลผสม เมื่อลดปริมาณตัวริเริ่มปฏิกิริยา ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C.....	55
4.7 กราฟเปรียบเทียบความทนแรงดึงของฟิล์มไฮโดรเจลในสภาวะต่างๆ ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60°C.....	57
4.8 กราฟเปรียบเทียบร้อยละการดึงยืด ณ จุดขาดของฟิล์มไฮโดรเจลในสภาวะต่างๆ ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60°C.....	57
4.9 แสดงภาพจำลองปฏิกิริยาการเกิดพันธะเชื่อมโยงของฟิล์มไฮโดรเจล สารเมือกจากเม็ดแมงลัก ไม่มีมอนอเมอร์.....	58
4.10 แสดงภาพจำลองการเกิดฟิล์มไฮโดรเจลผสมระหว่างสารเมือกจากเม็ดแมงลักกับ Poly(2-hydroxyethyl methacrylate).....	59
4.11 กราฟเปรียบเทียบ % การดูดซับน้ำที่เวลา 24 ชั่วโมงของฟิล์มไฮโดรเจลที่ผ่านการสกัด ด้วยน้ำและเมทานอลในสภาวะต่างๆ ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C.....	61
4.12 กราฟเปรียบเทียบ % ค่าสัดส่วนเจล ของฟิล์มไฮโดรเจลที่ผ่านการสกัดด้วยน้ำ และเมทานอล ในสภาวะต่างๆ ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60°C.....	63
4.13 แสดงสมบัติทางความร้อนของผงสารเมือกจากเม็ดแมงลัก.....	64

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.14 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติทางความร้อนของฟิล์ม ไฮโดรเจล สารเมือกจากเม็ดแมงลักก่อนและหลังการสกัดด้วยน้ำและเมทานอล ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C.....	67
4.15 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติทางความร้อนของฟิล์ม ไฮโดรเจลผสมสูตรมาตรฐาน ก่อนและหลังการสกัดด้วยน้ำและเมทานอล ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C.....	70
4.16 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติทางความร้อนของฟิล์ม ไฮโดรเจลผสม เมื่อลดปริมาณสารเชื่อมโยงก่อนและหลังการสกัดด้วยน้ำและเมทานอล ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C.....	72
4.17 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติทางความร้อนของฟิล์ม ไฮโดรเจลผสม เมื่อลดปริมาณตัวริเริ่มปฏิกิริยา ก่อนและหลังการสกัดด้วยน้ำและเมทานอล ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C.....	74
4.18 ภาพจาก SEM แสดงการเปรียบเทียบพื้นผิวของฟิล์ม ไฮโดรเจล 3 % สารเมือกจากเม็ดแมงลัก สูตรมาตรฐานที่ไม่มีมอนอเมอร์ (B) ก่อนและหลังการสกัดด้วยน้ำและเมทานอล ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C (กำลังขยาย 1000 เท่า).....	76
4.19 ภาพจาก SEM แสดงการเปรียบเทียบพื้นผิวของฟิล์ม ไฮโดรเจล 3 % สารเมือกจากเม็ดแมงลัก สูตรมาตรฐาน (F) ก่อนและหลังการสกัดด้วยน้ำและเมทานอล ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C (กำลังขยาย 1000 เท่า).....	77
4.20 ภาพจาก SEM แสดงการเปรียบเทียบพื้นผิวของฟิล์ม ไฮโดรเจล 3 % สารเมือกจากเม็ดแมงลัก ที่ลดปริมาณสารเชื่อมโยง (K) ก่อนและหลังการสกัดด้วยน้ำและเมทานอล ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C (กำลังขยาย 1000 เท่า).....	78
4.21 ภาพจาก SEM แสดงการเปรียบเทียบพื้นผิวของฟิล์ม ไฮโดรเจล 3 % สารเมือกจากเม็ดแมงลัก ที่ลดตัวริเริ่มปฏิกิริยา (P) ก่อนและหลังการสกัดด้วยน้ำและเมทานอล ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C (กำลังขยาย 1000 เท่า).....	79
4.22 แสดง IR spectrum ของ Poly(2-hydroxyethyl methacrylate) ที่ไม่มีสารเชื่อมโยง ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	82
4.23 แสดง IR spectra ของฟิล์ม ไฮโดรเจลสารเมือกจากเม็ดแมงลัก ไม่มีมอนอเมอร์ ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	84

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.24 แสดง IR spectra ของฟิล์มไฮโดรเจลผสมสูตรมาตรฐาน ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	85
4.25 แสดง IR spectra ของฟิล์มไฮโดรเจลผสม เมื่อลดปริมาณสารเชื่อมโยง ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	86
4.26 แสดง IR spectra ของฟิล์มไฮโดรเจลผสม เมื่อลดปริมาณตัวริเริ่มปฏิกิริยา ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	87
4.27 กราฟเปรียบเทียบความทนแรงดึงของฟิล์มไฮโดรเจลในสภาวะต่างๆ ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	89
4.28 กราฟเปรียบเทียบร้อยละการดึงยืด ณ จุดขาดของฟิล์มไฮโดรเจลในสภาวะต่างๆ ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	89
4.29 กราฟเปรียบเทียบ % การดูดซับน้ำที่เวลา 24 ชั่วโมงของฟิล์มไฮโดรเจลที่ผ่านการสกัดด้วยน้ำ และเมทานอลในสภาวะต่างๆ ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	91
4.30 กราฟเปรียบเทียบ % ค่าสัดส่วนเจล ของฟิล์มไฮโดรเจลที่ผ่านการสกัดด้วยน้ำ และเมทานอล ในสภาวะต่างๆ ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	93
4.31 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติทางความร้อนของฟิล์มไฮโดรเจล สารเมื่อจากเม็ดแมงลักก่อนและหลังการสกัดด้วยน้ำและเมทานอล ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	96
4.32 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติทางความร้อนของฟิล์มไฮโดรเจลผสมสูตรมาตรฐาน ก่อนและหลังการสกัดด้วยน้ำและเมทานอล ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	99
4.33 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติทางความร้อนของฟิล์มไฮโดรเจลผสม เมื่อลดปริมาณสารเชื่อมโยงก่อนและหลังการสกัดด้วยน้ำและเมทานอล ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	101
4.34 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติทางความร้อนของฟิล์มไฮโดรเจลผสม เมื่อลดปริมาณตัวริเริ่มปฏิกิริยา ก่อนและหลังการสกัดด้วยน้ำและเมทานอล ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	103
4.35 ภาพจาก SEM แสดงการเปรียบเทียบพื้นผิวของฟิล์มไฮโดรเจล 3 % สารเมื่อจากเม็ดแมงลัก สูตรมาตรฐานที่ไม่มีอนอเมอร์ (B) ก่อนและหลังการสกัดด้วยน้ำและเมทานอล ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C (กำลังขยาย 1000 เท่า).....	105

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.36 ภาพจาก SEM แสดงการเปรียบเทียบพื้นผิวของฟิล์มไฮโดรเจล 3 % สารเมือกจากเม็ดแมงลัก สูตรมาตรฐาน (F) ก่อนและหลังการสกัดด้วยน้ำและเมทานอล ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C (กำลังขยาย 1000 เท่า).....	106
4.37 ภาพจาก SEM แสดงการเปรียบเทียบพื้นผิวของฟิล์มไฮโดรเจล 3 % สารเมือกจากเม็ดแมงลัก ที่ลดปริมาณสารเชื่อมโยง (K) ก่อนและหลังการสกัดด้วยน้ำและเมทานอล ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C (กำลังขยาย 1000 เท่า).....	107
4.38 ภาพจาก SEM แสดงการเปรียบเทียบพื้นผิวของฟิล์มไฮโดรเจล 3 % สารเมือกจากเม็ดแมงลัก ที่ลดตัวริเริ่มปฏิกิริยา (P) ก่อนและหลังการสกัดด้วยน้ำและเมทานอล ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C (กำลังขยาย 1000 เท่า).....	108
ข.1 แสดง IR spectra ของฟิล์มไฮโดรเจลสารเมือกจากเม็ดแมงลัก ไม่มีมอนอเมอร์ ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C ก่อนสกัดด้วยน้ำและเมทานอล.....	126
ข.2 แสดง IR spectra ของฟิล์มไฮโดรเจลผสมสูตรมาตรฐาน ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C ก่อนสกัดด้วยน้ำและเมทานอล.....	127
ข.3 แสดง IR spectra ของฟิล์มไฮโดรเจลผสม เมื่อลดปริมาณสารเชื่อมโยง ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C ก่อนสกัดด้วยน้ำและเมทานอล.....	128
ข.4 แสดง IR spectra ของฟิล์มไฮโดรเจลผสม เมื่อลดปริมาณตัวริเริ่มปฏิกิริยา ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C ก่อนสกัดด้วยน้ำและเมทานอล.....	129
ข.5 แสดง IR spectra ของฟิล์มไฮโดรเจลสารเมือกจากเม็ดแมงลัก ไม่มีมอนอเมอร์ ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C ก่อนสกัดด้วยน้ำและเมทานอล.....	130
ข.6 แสดง IR spectra ของฟิล์มไฮโดรเจลผสมสูตรมาตรฐาน ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C ก่อนสกัดด้วยน้ำและเมทานอล.....	131
ข.7 แสดง IR spectra ของฟิล์มไฮโดรเจลผสม เมื่อลดปริมาณสารเชื่อมโยง ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C ก่อนสกัดด้วยน้ำและเมทานอล.....	132
ข.8 แสดง IR spectra ของฟิล์มไฮโดรเจลผสม เมื่อลดปริมาณตัวริเริ่มปฏิกิริยา ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C ก่อนสกัดด้วยน้ำและเมทานอล.....	133
ข.9 แสดง IR spectrum ของ N,N'-Methylenebisacrylamide (BIS).....	134
ข.10 แสดง IR spectrum ของ Sodium Metabisulphite (SMB).....	134
ข.11 แสดง IR spectrum ของ Ammonium Persulfate (APS).....	135

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ค.1 กราฟเปรียบเทียบความทนแรงดึงของฟิล์มไฮโดรเจลในสถานะต่างๆ ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60°C.....	136
ค.2 กราฟเปรียบเทียบร้อยละการดึงยืด ณ จุดขาดของฟิล์มไฮโดรเจลในสถานะต่างๆ ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60°C.....	136
ค.3 กราฟเปรียบเทียบความทนแรงดึงของฟิล์มไฮโดรเจล ในสถานะต่างๆ ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30°C.....	137
ค.4 กราฟเปรียบเทียบร้อยละการดึงยืด ณ จุดขาดของฟิล์มไฮโดรเจล ในสถานะต่างๆ ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30°C.....	137
ง.1 กราฟแสดงค่า % การดูดซับน้ำกับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0-120 นาที ของฟิล์มไฮโดรเจล สารเมื่ออกจากเม็ดแมงลักเมื่อไม่มีมอนอเมอร์ ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C.....	138
ง.2 กราฟแสดงค่า % การดูดซับน้ำกับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0-120 นาที ของฟิล์มไฮโดรเจลผสม สูตรมาตรฐาน ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C.....	139
ง.3 กราฟแสดงค่า % การดูดซับน้ำกับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0-120 นาที ของฟิล์มไฮโดรเจลผสม เมื่อลดปริมาณสารเชื่อมโยง ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C.....	139
ง.4 กราฟแสดงค่า % การดูดซับน้ำกับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0-120 นาที ของฟิล์มไฮโดรเจลผสม เมื่อลดปริมาณตัวริเริ่มปฏิกิริยา ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C.....	140
ง.5 กราฟแสดงค่า % การดูดซับน้ำกับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0-120 นาที ของฟิล์มไฮโดรเจล สารเมื่ออกจากเม็ดแมงลักเมื่อไม่มีมอนอเมอร์ ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	140
ง.6 กราฟแสดงค่า % การดูดซับน้ำกับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0-120 นาที ของฟิล์มไฮโดรเจลผสม สูตรมาตรฐาน ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	141
ง.7 กราฟแสดงค่า % การดูดซับน้ำกับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0-120 นาที ของฟิล์มไฮโดรเจลผสม เมื่อลดปริมาณสารเชื่อมโยง ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	141
ง.8 กราฟแสดงค่า % การดูดซับน้ำกับเวลาที่แช่น้ำตั้งแต่ 0-120 นาที ของฟิล์มไฮโดรเจลผสม เมื่อลดปริมาณตัวริเริ่มปฏิกิริยา ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	142
จ.1 แสดงสมบัติทางความร้อนของ Poly(2-hydroxyethyl methacrylate) ที่ไม่มีสารเชื่อมโยง ณ อุณหภูมิขณะผสม 50-60 °C.....	143
จ.2 แสดงสมบัติทางความร้อนของ Poly(2-hydroxyethyl methacrylate) ที่ไม่มีสารเชื่อมโยง ณ อุณหภูมิขณะผสม 28-30 °C.....	143