

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการภาพประกอบ	(9)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ยางธรรมชาติ (Natural Rubber)	4
2.2 ยางธรรมชาติเหลว (Liquid Natural Rubber, LNR)	10
2.3 อีพอกไซด์ (Epoxides)	14
2.4 ยางธรรมชาติอีพอกไซด์ (Epoxidized Natural Rubber, ENR)	15
2.5 การดัดแปลงโมเลกุลยางธรรมชาติด้วยปฏิกิริยาการกราฟต์	27
2.6 สารกำจัดวัชพืช	28
2.7 กรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซิดิก (2,4-D)	32
2.8 กรด 2-เมทิล-4-คลอโรฟีนอกซีแอซิดิก (MCPA)	35
2.9 เทคโนโลยีควบคุมการปลดปล่อย (Controlled release)	36
2.10 สารฆ่าวัชพืชพอลิเมอร์ (Polymeric herbicide)	37
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	38
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย	43
3.1 สารเคมี	43
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	45
3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย	45

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	48
4.1 การเตรียมยางธรรมชาติเหลวจากน้ำยางธรรมชาติ	48
4.2 การเตรียมยางธรรมชาติเหลวอิพอกไซค์จากยางธรรมชาติเหลว	53
4.3 การเตรียมสารฆ่าวัชพืชพอลิเมอร์จากยางธรรมชาติเหลวอิพอกไซค์ กับอนุพันธ์ของกรดฟีนอกซีแอซิติก	58
4.3.1 การเตรียมสารฆ่าวัชพืชพอลิเมอร์จากยางธรรมชาติเหลว อิพอกไซค์กับกรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซิติก	58
4.3.2 การเตรียมสารฆ่าวัชพืชพอลิเมอร์จากยางธรรมชาติเหลว อิพอกไซค์กับกรด 2-เมทิล-4-คลอโรฟีนอกซีแอซิติก	67
4.4 ศึกษาการปลดปล่อยของสารฆ่าวัชพืชพอลิเมอร์ที่ pH 6, 7 และ 8	77
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	81
5.1 สรุปผลการทดลอง	81
5.2 ข้อเสนอแนะ	82
บรรณานุกรม	83
ภาคผนวก	86
ภาคผนวก ก การคำนวณปริมาณสาร	86
ภาคผนวก ข แนวโน้มการกราฟต์ (A_{728}/A_{1375}) กับเวลาของ 2,4-D และ (A_{728}/A_{1440}) กับเวลาของ MCPA บน LNR	88
ภาคผนวก ค การเตรียมสารละลายบัพเฟอรั	91
ภาคผนวก ง การปลดปล่อยของสารฆ่าวัชพืชพอลิเมอร์ในสารละลาย pH 6, 7 และ 8	94
ประวัติผู้เขียน	105

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า	
2.1	ส่วนประกอบของน้ำยางธรรมชาติ	4
2.2	ส่วนประกอบของเนื้อยางแห้ง	5
2.3	รีเอเจนต์ที่ใช้ในการเกิดอิมพอกซิเดชัน	19
2.4	การใช้งานยางธรรมชาติอิมพอกไซด์	23
2.5	หมู่ฟังก์ชัน เลขคลื่น และสัญญาณ โปรตอนทีวิเคราะห์โดยเทคนิค FT-IR และ $^1\text{H-NMR}$	26
2.6	สมบัติทางกายภาพของ 2,4-D	33
2.7	สมบัติทางกายภาพของ MCPA	35
4.1	น้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติและยางธรรมชาติเหลว	48
4.2	แบนด์การดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของยางธรรมชาติเหลว (LNR)	52
4.3	แบนด์การดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของยางธรรมชาติเหลวอิมพอกไซด์โดยเทคนิค FT-IR	54
4.4	ร้อยละโมลอิมพอกไซด์ของยางธรรมชาติเหลวอิมพอกไซด์ โดยเทคนิค FT-IR	55
4.5	สัญญาณ $^1\text{H-NMR}$ ของยางธรรมชาติเหลวอิมพอกไซด์	57
4.6	ร้อยละโมลอิมพอกไซด์ของยางธรรมชาติเหลวอิมพอกไซด์ที่เวลาต่างๆ โดยเทคนิค $^1\text{H-NMR}$	57
4.7	แบนด์การดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของ LNR-g-2,4-D โดยเทคนิค FT-IR	63
4.8	สัญญาณ $^1\text{H-NMR}$ ที่สำคัญของ LNR-g-2,4-D	65
4.9	แบนด์การดูดกลืนรังสีอินฟราเรดของ LNR-g-MCPA โดยเทคนิค FT-IR	71

รายการภาพประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิคล้ายแก้วที่ระดับหมู่เอพอกไซด์ต่าง ๆ	22
2.2 กราฟมาตรฐานที่ใช้ในการหาร้อยละเอพอกไซด์ด้วยเทคนิค IR	25
4.1 กลไกปฏิกิริยาที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในกระบวนการตัดสลายโมเลกุลของ ยางธรรมชาติด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และโคบอลต์อะซีติลอะซีโตน	50
4.2 FT-IR spectra ของยางธรรมชาติและยางธรรมชาติเหลว	51
4.3 FT-IR spectra ของยางธรรมชาติเหลวเอพอกไซด์ที่อุณหภูมิ 50°C ที่เวลาต่าง ๆ	54
4.4 ¹ H-NMR spectrum ของยางธรรมชาติเหลวเอพอกไซด์	56
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละโมลเอพอกไซด์กับเวลาในการเกิดเอพอกไซด์ ของยางธรรมชาติเหลวเอพอกไซด์ โดยเทคนิค FT-IR และ ¹ H-NMR	58
4.6 FT-IR spectra ของปริมาณ 2,4-D ที่ใช้ 10, 20, 30 และ 40 % w/w ในการเตรียม LNR-g-2,4-D ที่อุณหภูมิ 90°C เป็นเวลา 18 ชั่วโมง	59
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง $\frac{A_{728}}{A_{1375}}$ กับปริมาณ 2,4-D ที่ใช้ 10, 20, 30 และ 40 % w/w ในการเตรียม LNR-g-2,4-D ที่อุณหภูมิ 90°C เป็นเวลา 18 ชั่วโมง	60
4.8 FT-IR spectra ของ ELNR และ LNR-g-2,4-D ที่อุณหภูมิ 70°C ที่เวลาต่าง ๆ	61
4.9 FT-IR spectra ของ ELNR และ LNR-g-2,4-D ที่อุณหภูมิ 80°C ที่เวลาต่าง ๆ	62
4.10 FT-IR spectra ของ ELNR และ LNR-g-2,4-D ที่อุณหภูมิ 90°C ที่เวลาต่าง ๆ	62
4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างแนวโน้มการกราฟต์ A_{728}/A_{1375} กับเวลาของ 2,4-D บน LNR ที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90°C วิเคราะห์โดย FT-IR	64
4.12 ¹ H-NMR spectrum ของ LNR-g-2,4-D	65
4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างการกราฟต์ กับเวลาของ 2,4-D บน LNR ที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90°C วิเคราะห์โดย ¹ H-NMR	66
4.14 FT-IR spectra ของปริมาณ MCPA ที่ใช้ 10, 20, 30 และ 40 % w/w ในการเตรียม LNR-g-MCPA ที่อุณหภูมิ 90°C เป็นเวลา 18 ชั่วโมง	67

	หน้า
4.15 ความสัมพันธ์ระหว่าง $\frac{A_{728}}{A_{1440}}$ กับปริมาณ MCPA ที่ใช้ 10, 20, 30 และ 40 % w/w ในการเตรียม LNR-g-MCPA	68
4.16 FT-IR spectra ของ ELNR และ LNR-g-MCPA ที่อุณหภูมิ 70°C ที่เวลาต่าง ๆ	69
4.17 FT-IR spectra ของ ELNR และ LNR-g-MCPA ที่อุณหภูมิ 80°C ที่เวลาต่าง ๆ	69
4.18 FT-IR spectra ของ ELNR และ LNR-g-MCPA ที่อุณหภูมิ 90°C ที่เวลาต่าง ๆ	70
4.19 ความสัมพันธ์ระหว่าง A_{728}/A_{1440} กับเวลาของ MCPA บน LNR ที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90°C วิเคราะห์โดย FT-IR	71
4.20 $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของ LNR-g-MCPA	72
4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างการกราฟต์กับเวลาของ MCPA บน LNR ที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90°C วิเคราะห์โดย $^1\text{H-NMR}$	73
4.22 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการกราฟต์กับเวลาของ 2,4-D และ MCPA บน LNR ที่อุณหภูมิ 90°C	74
4.23 ปริมาณการปลดปล่อยของ 2,4-D กับเวลา จาก LNR-g-2,4-D ที่ pH 6, 7 และ 8	77
4.24 ปริมาณการปลดปล่อยของ MCPA กับเวลา จาก LNR-g-MCPA ที่ pH 6, 7 และ 8	79