

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญ	๗
สารบัญตาราง	ฐ
สารบัญรูป	ฌ
รายการคำย่อ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	๘
1.1 พอลิเมอร์ที่สลายตัวทางชีวภาพ	1
1.2 การนำพอลิเมอร์ที่สามารถสลายตัวทางชีวภาพไปใช้งานทางการแพทย์	1
1.2.1 โครงยึดชั่วคราว	1
1.2.2 เครื่องกีดขวางชั่วคราว	2
1.2.3 แมทริกซ์จ่ายยา	2
1.3 สมบัติที่จำเป็นสำหรับวัสดุที่สามารถสลายตัวทางชีวภาพ	2
1.4 พอลิเอสเตอร์ที่สามารถสลายตัวทางชีวภาพสำหรับใช้เป็นไหมละลาย	3
1.5 จุดประสงค์การทำงานวิจัย	4
บทที่ 2 ไหมละลายที่ใช้งานด้านศัลยกรรม	6
2.1 บทนำ	6
2.2 ไหมเย็บที่ใช้งานด้านศัลยกรรม	6
2.3 การพัฒนาไหมละลาย	8
2.4 พอลิเมอร์ที่สามารถสลายตัวทางชีวภาพสำหรับทำไหมละลาย	10
2.5 กลไกการสลายตัวทางชีวภาพ	10
2.5.1 ไสจูบิไลเซชัน	10
2.5.2 ไฮโดรไลเซชัน	10

	หน้า
2.5.3 การใช้เอนไซม์เร่งการสลายตัวทางชีวภาพ	12
2.5.4 การไฮโดรลิซิสแบบธรรมดา	12
2.6 การเปรียบเทียบโหมชนิดมัลติฟิลาเมนต์กับโหมชนิดโมโนฟิลาเมนต์	15
2.7 การเลือกพอลิเมอร์เพื่อผลิตโหมละลาย	18
บทที่ 3 พอลิเมอร์เบลนด์	19
3.1 การปรับปรุงสมบัติของพอลิเมอร์	19
3.1.1 การผสมสารเติมแต่ง	19
3.1.2 การทำโคพอลิเมอร์	20
3.1.3 พอลิเมอร์เบลนด์	22
3.2 ความเตรียมพอลิเมอร์เบลนด์	23
3.2.1 การเบลนด์โดยวิธีการหลอมตัว	23
3.2.2 การเบลนด์โดยทำเป็นสารละลาย	24
3.2.3 การแทรกตัวเข้าไปในโครงข่ายของพอลิเมอร์	24
3.3 เทอร์โมไดนามิกของสารละลายพอลิเมอร์	25
3.3.1 สารละลายอุดมคติ	26
3.3.2 สารละลายพอลิเมอร์	27
3.4 ความเข้ากันได้ของพอลิเมอร์	29
3.4.1 การตรวจสอบความเข้ากันได้ของพอลิเมอร์เบลนด์	30
3.4.1.1 วิธีตรวจสอบโดยตรง	30
3.4.1.1.1 ค่าอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (T_g)	30
3.4.1.1.2 ความขุ่นของแผ่นฟิล์ม	31
3.4.1.1.3 กล้องอิเล็กตรอนไมโครสโคป	31
3.4.1.2 วิธีตรวจสอบทางอ้อม	31
3.4.1.2.1 สมบัติทางเชิงกล	31
3.4.1.2.2 การย่อยสลายโดยความร้อนและการออกซิไดซ์	32
3.4.1.2.3 ความหนาแน่น	32
3.4.1.2.4 ความหนืด	32
3.5 หลักเกณฑ์ในการทำนายความเข้ากันได้ของพอลิเมอร์เบลนด์	32

	หน้า
3.5.1 ค่าตัวแปรของการละลายของพอลิเมอร์แต่ละชนิด	32
3.5.1.1 วิธีการของ Dunkel	33
3.5.1.2 วิธีการของ Small	35
3.5.1.3 วิธีการของ Hoy	35
3.5.1.4 วิธีการของ Fedors	35
3.5.2 การคำนวณหาค่าแรงกระทำ (χ_{12})	36
3.5.3 การหาค่าแรงกระทำที่จุดวิกฤติ (χ_{12}) _{cr}	36
3.5.4 เปรียบเทียบระหว่างค่าแรงกระทำกับค่าแรงกระทำที่จุดวิกฤติ	37
3.6 ลักษณะความสามารถเข้ากันได้ของพอลิเมอร์เบลนด์	38
3.6.1 ลักษณะทางกายภาพและสมบัติทางเชิงกล	38
3.6.2 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ	39
3.6.2.1 สัดส่วนมีผลต่อค่าอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว	39
3.6.2.2 การเปลี่ยนแปลงที่จุดหลอมเหลว	40
3.6.2.3 โอกาสความเข้ากันได้ของพอลิเมอร์เบลนด์	41
3.6.3 ลักษณะของสัณฐานวิทยา	43
บทที่ 4 สารเคมี อุปกรณ์และการทดลอง	48
4.1 สารเคมี	48
4.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	49
4.2.1 อินฟราเรดสเปกโทรสโคปี	50
4.2.2 การวิเคราะห์ทางความร้อน	50
4.2.2.1 ดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิ่งแคลอริเมตรี	50
4.2.2.2 เทอร์โมกราวิเมตรี	52
4.2.3 นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโคปี	54
4.2.4 เจลเพอร์มีเอชันโครมาโทกราฟี	54
4.2.5 การหาความหนืดของสารละลายพอลิเมอร์ผสม	55
4.3 การศึกษาความเข้ากันได้ของพอลิเมอร์เบลนด์	60
4.4 ความเข้ากันได้ของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL โดยทฤษฎีของ Flory-Huggins	61

	หน้า
4.5 พอลิเมอร์ที่ใช้ในการทดลอง	62
4.5.1 Poly(L-lactic acid); PLLA	63
4.5.1.1 การสังเคราะห์ Poly(L-lactic acid)	64
4.5.1.2 สมบัติของ Poly(L-lactic acid)	65
4.5.2 Polycaprolactone; PCL	67
4.6 การเบลนด์ระหว่าง PLLA กับ PCL	69
4.7 การหาความหนืด	70
บทที่ 5 ผลการทดลอง	71
5.1 การสังเคราะห์ Poly(L-lactic acid)	71
5.1.1 การสังเคราะห์ Poly(L-lactic acid) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ	71
5.1.2 การสังเคราะห์ L-lactide จาก PLLA ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ	72
5.1.3 การสังเคราะห์ Poly(L-lactic acid) โดยพอลิเมอร์ไรเซชันแบบเปิดวง (ring-opening polymerisation)	75
5.2 การเตรียมพอลิเมอร์เบลนด์	77
5.2.1 การเบลนด์ทางกายภาพ	77
5.2.2 การเบลนด์โดยวิธีทำเป็นสารละลาย	78
5.2.3 การเบลนด์โดยวิธีการหลอมตัวผสมกัน	79
5.3 ผลการศึกษาค้นคว้าความเข้ากันได้ของพอลิเมอร์เบลนด์	81
5.3.1 การทำนายความเข้ากันได้ของพอลิเมอร์ในการเบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL	81
5.3.1.1 การหาค่าแรงกระทำ ($\chi_{\text{PLLA-PCL}}$) ของการเบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL	81
5.3.1.2 การหาความเข้ากันได้ของพอลิเมอร์ของการเบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในส่วนที่เป็นผลึกของ Flory-Huggins	89
5.3.2 การตรวจสอบความเข้ากันได้ของพอลิเมอร์เบลนด์โดยใช้เครื่องมือต่างๆ	92
5.3.2.1 ลักษณะทางกายภาพ	92
5.3.2.1.1 สังเกตด้วยสายตา	92

	หน้า
5.3.2.1.2 การส่งกล้องออฟติคอลลไมโครสโคป	93
5.3.2.2 การหาลักษณะเฉพาะของพอลิเมอร์	95
5.3.2.2.1 การวิเคราะห์ด้วยอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี	95
5.3.2.2.2 การวิเคราะห์ด้วยเจลเพอร์มิเอชันโครมาโทกราฟี	103
5.3.2.2.3 การวิเคราะห์ทางความร้อน	105
5.3.2.2.4 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนิวเคลียร์แมกเนติก เรโซแนนซ์สเปกโทรสโคปี	117
5.3.2.2.5 การตรวจสอบความเข้ากันได้ที่ได้จากการทดลอง โดยการหาความหนืดของสารละลายเจือจาง	159
บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	180
บรรณานุกรม	192
ภาคผนวก	198
ประวัติผู้เขียน	213

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ไหมละลายที่ใช้ทางการแพทย์	7
2.2 ตัวอย่างพอลิเมอร์ที่สามารถสลายตัวทางชีวภาพที่ใช้ทางการแพทย์	11
2.3 การเปรียบเทียบสมบัติของไหมละลายชนิดมัลติฟิลาเมนต์กับโมโนฟิลาเมนต์ที่ใช้ทางการแพทย์	16
3.1 เทคนิคที่ใช้วัดสมบัติของพอลิเมอร์	30
4.1 ชื่อสาร หน้าที่ ความบริสุทธิ์ และบริษัทผู้ผลิตสารเคมี	48
4.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	49
4.3 ความสัมพันธ์ของค่าความหนืดในเทอมต่างๆ	59
4.4 สมบัติทางกายภาพที่สำคัญบางอย่างของ Polycaprolactone ที่มีน้ำหนักโมเลกุล 40,000 ที่อุณหภูมิ 25 °C	68
4.5 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเชิงกลบางอย่างของ poly(L-lactic acid) กับ polycaprolactone	68
5.1 สัดส่วนของ PLLA /PCL เบลนด์ โดยวิธีทำเป็นสารละลาย	78
5.2 สัดส่วนของ PLLA /PCL เบลนด์ โดยวิธีการหลอมตัวผสมกัน	79
5.3 ผลรวมของพลังงานและปริมาตรโมลาร์ของการกลายเป็นไอของ PLLA	82
5.4 ผลรวมของพลังงานและปริมาตรโมลาร์ของการกลายเป็นไอของ PCL	82
5.5 สรุปค่าต่างๆ ที่นำไปใช้ประโยชน์ในการคำนวณ $\chi_{\text{PLLA-PCL}}$	83
5.6 ค่าแรงกระทำระหว่างพอลิเมอร์ 2 ชนิด ที่จุดวิกฤตในความเข้มข้นหนึ่ง	85
5.7 พารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการคำนวณหาค่าแรงกระทำของ Flory-Huggins	90
5.8 ลักษณะทางกายภาพของการเบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL โดยวิธีการทำเป็นสารละลาย ที่สัดส่วนต่างๆ	92
5.9 ลักษณะทางกายภาพของการเบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL โดยวิธีการหลอมตัวผสมกัน ที่อุณหภูมิ 190 °C ใช้เวลา 1 ชั่วโมง	93
5.10 ความหมายของอินฟราเรดสเปกตรัมของ PLLA	95

ตาราง	หน้า
5.11 ความหมายของอินฟราเรดสเปกตรัมของ PCL	98
5.12 การเปรียบเทียบค่าอินฟราเรดสเปกตรัมของ PLLA PCL และพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ที่สัดส่วนต่างๆ	100
5.13 การเปรียบเทียบอินฟราเรดสเปกตรัมของ PLLA PCL และพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ที่เตรียมโดยวิธีต่างๆ	102
5.14 น้ำหนักโมเลกุลของพอลิเมอร์ที่วิเคราะห์ ด้วยเทคนิค GPC	104
5.15 สภาวะที่ใช้ในการทดสอบ ด้วยเทคนิค DSC	105
5.16 สภาวะที่ใช้ในการทดสอบ 2 ครั้ง ต่อ 1 ตัวอย่าง	106
5.17 พารามิเตอร์ในกราฟของ DSC ของพอลิเมอร์เบลนด์ ที่เตรียมโดยวิธีต่างๆ	110
5.18 อุณหภูมิการหลอมตัวของผลึกที่เตรียมโดยการทำให้เป็นสารละลายและวิธีการหลอมตัวผสมกันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 190 °C โดยใช้สัดส่วนต่างๆ	110
5.19 เปรียบเทียบอุณหภูมิการหลอมเหลวของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ที่สัดส่วน 80/20% ใช้เวลา 30 นาที	111
5.20 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการหลอมพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่อุณหภูมิ 190 °C	112
5.21 เปรียบเทียบชนิดของสารตัวเร่งที่ใช้ในการเบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง	112
5.22 สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์ ด้วยเทคนิค TG	113
5.23 ช่วงอุณหภูมิการสลายตัวและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของพอลิเมอร์เบลนด์ โดยวิธีการหลอมตัวผสมกัน ที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง	115
5.24 ช่วงอุณหภูมิการสลายตัวและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของพอลิเมอร์เบลนด์ ที่เตรียมโดยวิธีต่างๆ	116
5.25 สรุปค่าอุณหภูมิการหลอมตัวของผลึก (T_m) และอุณหภูมิเริ่มต้นการสลายตัว (T_d) ของพอลิเมอร์ที่ได้จากการทดลอง	116
5.26 ความหมายของ $^1\text{H-NMR}$ สเปกตรัมของ PLLA	117
5.27 ความหมายของ $^1\text{H-NMR}$ สเปกตรัมของ PCL	118

ตาราง	หน้า
5.28 ความหมายของ $^1\text{H-NMR}$ สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่เตรียมโดยวิธีการเบลนด์ทางกายภาพ	119
5.29 ความหมายของ $^1\text{H-NMR}$ สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่เตรียมโดยการทำให้เป็นสารละลาย	120
5.30 ความหมายของ $^1\text{H-NMR}$ สเปกตรัม ของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกัน ที่อุณหภูมิ $190\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 20 ชั่วโมง	122
5.31 ความหมายของ $^1\text{H-NMR}$ สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 90/10% ที่เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกัน ที่อุณหภูมิ $190\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 20 ชั่วโมง	123
5.32 สรุปการเปรียบเทียบสเปกตรัมที่ 300 MHz $^1\text{H-NMR}$ ของ PLLA PCL และ PLLA/PCL เบลนด์ ทำการเตรียมโดยวิธีต่างๆ ในคลอโรฟอร์ม ที่อุณหภูมิ 300 K	125
5.33 ความหมายของ $^{13}\text{C-NMR}$ สเปกตรัมของ PLLA	126
5.34 ความหมายของ $^{13}\text{C-NMR}$ สเปกตรัมของ PCL	128
5.35 ความหมายของ $^{13}\text{C-NMR}$ สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกัน ที่อุณหภูมิ $190\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 30 นาที	132
5.36 ความหมายของ $^{13}\text{C-NMR}$ สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกัน ที่อุณหภูมิ $220\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 30 นาที	135
5.37 ความหมายของ $^{13}\text{C-NMR}$ สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกัน ที่อุณหภูมิ $240\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 30 นาที	138
5.38 ความหมายของ $^{13}\text{C-NMR}$ สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่เตรียมโดยวิธีการเบลนด์ทางกายภาพ	139
5.39 ความหมายของ $^{13}\text{C-NMR}$ สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่เตรียมโดยการทำให้เป็นสารละลาย	140

ตาราง	หน้า
5.40 ความหมายของ ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันที่อุณหภูมิ $190\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 20 ชั่วโมง	145
5.41 ความหมายของ ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 90/10% โดยวิธีการหลอมตัวผสมกันที่อุณหภูมิ $190\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 20 ชั่วโมง	148
5.42 ความหมายของ ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันที่อุณหภูมิ $190\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใส่สแตบีนัส ออกโตเอต เป็นสารตัวเร่ง	152
5.43 ความหมายของ ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันที่อุณหภูมิ $190\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยการใส่สารไตรบิวทิลทิน เมทอริกไซด์ เป็นสารตัวเร่ง	155
5.44 ความหมายของ ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันที่อุณหภูมิ $190\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยใส่โคพอลิเมอร์ของ PLLA และ PCL ที่ใช้สัดส่วน 80/20%	158
5.45 สัดส่วนของสารละลายพอลิเมอร์เบลนด์ที่ใช้ในการทดลอง	159
5.46 ตัวอย่างน้ำหนักของสารตามความเข้มข้นสารละลายพอลิเมอร์ต่างๆ ที่เตรียมใน 25 ml คลอโรฟอร์ม	159
5.47 พารามิเตอร์ทางความหนืดของ PLLA ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยทำที่อุณหภูมิ $30.0 \pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$	160
5.48 ค่าพารามิเตอร์ทางความหนืดของ PCL ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยทำที่อุณหภูมิ $30.0 \pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$	160
5.49 ค่าพารามิเตอร์ทางความหนืดของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 20/80% ที่เตรียมโดยการหลอมตัวผสมกัน ที่อุณหภูมิ $190\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยทำที่อุณหภูมิ $30.0 \pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$	162

ตาราง	หน้า
5.50 ค่าพารามิเตอร์ทางความหนืดของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 50/50% เตรียมโดยการหลอมตัวผสมกันที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยทำที่อุณหภูมิ 30.0 ± 0.1 °C	163
5.51 ค่าพารามิเตอร์ทางความหนืดของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยการหลอมตัวผสมกัน ที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยทำที่อุณหภูมิ 30.0 ± 0.1 °C	164
5.52 ค่าพารามิเตอร์ทางความหนืดของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยทำที่อุณหภูมิ 30.0 ± 0.1 °C	165
5.53 ค่าพารามิเตอร์ทางความหนืดของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกัน ที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใส่สารไตรบิวทิลทิน เมทออกไซด์ เป็นสารตัวเร่ง ที่แปรความเข้มข้นต่างๆ โดยทำที่อุณหภูมิ 30.0 ± 0.1 °C	166
5.54 ค่าพารามิเตอร์ทางความหนืดของ PLLA เตรียมโดยการทำเป็นสารละลาย ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยทำการวัดที่อุณหภูมิ 30.0 ± 0.1 °C	167
5.55 ค่าพารามิเตอร์ทางความหนืดของ PCL เตรียมโดยการทำเป็นสารละลาย ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยทำการวัดที่อุณหภูมิ 30.0 ± 0.1 °C	167
5.56 ค่าพารามิเตอร์ทางความหนืดของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 20/80% ทำการเตรียมโดยวิธีการทำเป็นสารละลายที่แปร ความเข้มข้นต่างๆ โดยทำการวัดที่อุณหภูมิ 30.0 ± 0.1 °C	169
5.57 ค่าพารามิเตอร์ทางความหนืดของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 50/50% ทำการเตรียมโดยวิธีการทำเป็นสารละลาย ที่แปร ความเข้มข้นต่างๆ โดยทำที่อุณหภูมิ 30.0 ± 0.1 °C	170
5.58 ค่าพารามิเตอร์ทางความหนืดของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ทำการเตรียมโดยวิธีการทำเป็นสารละลาย ที่แปร ความเข้มข้นต่างๆ โดยทำที่อุณหภูมิ 30.0 ± 0.1 °C	171

ตาราง	หน้า
5.59 ความหนืดอินทรีนซิกของพอลิเมอร์เบลนด์ เตรียมโดยการหลอมตัวผสมกัน ที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง ที่สัดส่วนต่างๆ	172
5.60 ความหนืดอินทรีนซิกของพอลิเมอร์เบลนด์ เตรียมโดยการทำเป็นสารละลาย ที่สัดส่วนต่างๆ	173
5.61 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการหาค่าแรงกระทำ (Δb) ของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL เตรียมโดยการหลอมตัวที่อุณหภูมิ 190 °C ที่สภาวะต่างๆ	177
5.62 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการหาค่าแรงกระทำ (Δb) ของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ที่เตรียมโดยการทำเป็นสารละลาย	178
6.1 สภาวะต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบ ด้วยเครื่อง tensile	185
6.2 สมบัติทางเชิงกลของพอลิเมอร์เบลนด์ที่เตรียมโดยวิธีทางกายภาพ และการทำเป็นสารละลาย	186

สารบัญรูป

รูป	หน้า
2.1 การไฮโดรลิซิสแบบธรรมดาของพอลิเมอร์พวกลิเอสเทอร์	12
2.2 แสดงกระบวนการดูดซึมของโพลีแลคตอ โดยไฮโดรลิซิสแบบธรรมดา	14
2.3 ลักษณะของโพลีแลคตอชนิดต่างๆ	17
3.1 การจัดตัวของโมเลกุลขนาดเล็กในโครงร่างลูกบาศก์	26
3.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ΔG_m^v กับ x_2	27
3.3 การจัดตัวของโมเลกุลขนาดเล็กในโครงร่างลูกบาศก์	28
3.4 ค่า T_g ของพอลิเมอร์เบลนด์	31
3.5 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของส่วนต่างๆ ของพอลิเมอร์	41
3.6 ลักษณะการกระจายของพอลิเมอร์	42
3.7 กราฟ A: ความสัมพันธ์ของ ΔG_m^v ที่แปรผันตามปริมาตรของส่วนประกอบที่ 2 (ϕ_2) กราฟ B: ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ กับ ϕ_2 ของพอลิเมอร์ที่ผสมเข้ากันได้บางส่วน	44
3.8 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ กับ ϕ_2 ของพอลิเมอร์เบลนด์ ที่เป็นแบบ UCST	46
3.9 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ กับ ϕ_2 ของพอลิเมอร์เบลนด์ ที่เป็นแบบ LCST	46
3.10 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ กับ ϕ_2 ของพอลิเมอร์เบลนด์ ของพวกลิโพลิไดสเพอร์ส (polydisperse) ที่เป็นแบบ UCST	47
4.1 เทอร์โมแกรมโดยทั่วไปของ DSC	52
4.2 ความเสถียรทางความร้อน โดยใช้ไดนามิก เทอร์โมกราวิเมตรีของพอลิเมอร์	53
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} , η_{ind} กับความเข้มข้น	59
4.4 การเกิดปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสแบบธรรมดาของ poly(L-lactic acid)	66
5.1 เครื่องมือในการสังเคราะห์ poly(L-lactic acid) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ	73
5.2 เครื่องมือการตกผลึกใหม่ของ L-lactide	74
5.3 เทอร์โมแกรม DSC ของ L-lactide ที่ทำให้บริสุทธิ์	74

รูป	หน้า
5.4 ผลการวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ของ L-lactide (ที่ทำให้บริสุทธิ์แล้ว) โดยการพล็อตจากสมการ Van't Hoff	75
5.5 เครื่องมือในการสังเคราะห์ของ PLLA จาก L-lactide ที่ทำโดยวิธีพอลิเมอไรเซชัน แบบเปิดวง (ring-opening polymerisation)	76
5.6 เครื่องมือที่ใช้ในการตกตะกอนของ PLLA	77
5.7 อุปกรณ์การเตรียมพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA กับ PCL โดยวิธีทำเป็นสารละลาย	78
5.8 อุปกรณ์การเตรียมพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL โดยหลอมตัวผสมกัน	80
5.9 ค่าแรงกระทำระหว่างพอลิเมอร์ 2 ชนิด ที่จุดวิกฤตในความเข้มข้นหนึ่งๆ	85
5.10 ความสัมพันธ์ของ ΔG_m^* กับสัดส่วนของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL	87
5.11 แผนผังวิภาคพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL	88
5.12 สัดส่วนของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ที่มีผลต่อ ค่าแรงกระทำของ Flory-Huggins	91
5.13 ออฟติคัล ไมโครสโคปของ PLLA/PCL เบลนด์ ในสัดส่วน 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40, 50/50, 25/75, และ 10/90% ที่กำลังขยาย 10 เท่า	94
5.14 อินฟราเรดสเปกตรัมของ PLLA ที่ได้จากการทดลอง	96
5.15 อินฟราเรดสเปกตรัมอ้างอิงของ PLLA	96
5.16 อินฟราเรดสเปกตรัมของ PCL ที่ได้จากการทดลอง	97
5.17 อินฟราเรดสเปกตรัมอ้างอิงของ PCL	97
5.18 อินฟราเรดสเปกตรัมเปรียบเทียบกันของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง poly(L-lactic acid) และ polycaprolactone ที่ทำการแปรสัดส่วนของ พอลิเมอร์ที่นำมาผสมกัน	99
5.19 อินฟราเรดสเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง poly(L-lactic acid) และ polycaprolactone ในสัดส่วน 80/20% ที่ทำการเตรียมโดยวิธีต่างๆ	101
5.20 เจลเพอร์มิเอชันโครมาโทกราฟีของ poly(L-lactic acid)	103
5.21 เทอร์โมแกรม DSC ของ PLLA	105

รูป	หน้า
5.22 เทอร์โมแกรม DSC ของ PCL	106
5.23 เทอร์โมแกรม DSC ของ PLLA ที่ทดสอบ 2 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง	107
5.24 เทอร์โมแกรม DSC ของ PCL ที่ทดสอบ 2 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง	107
5.25 เทอร์โมแกรม DSC ของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ที่ทดสอบ 2 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง	108
5.26 เทอร์โมแกรม DSC ของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ใส่โคพอลิเมอร์ของ PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่ทดสอบ 2 ครั้ง ต่อ 1 ตัวอย่าง	108
5.27 เทอร์โมแกรม DSC ของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่ทดสอบ 2 ครั้ง ต่อ 1 ตัวอย่าง	109
5.28 เทอร์โมแกรม DSC ในการแปรอุณหภูมิการหลอมเหลวของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เมื่อใช้เวลา 30 นาที	111
5.29 เทอร์โมแกรมของ PLLA ที่ได้จากการวิเคราะห์ ด้วย TG	113
5.30 เทอร์โมแกรมของ PCL ที่ได้จากการวิเคราะห์ ด้วย TG	114
5.31 เปรียบเทียบพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ที่สัดส่วนต่างๆ	114
5.32 ¹ H-NMR สเปกตรัมของ PLLA	117
5.33 ¹ H-NMR สเปกตรัมของ PCL	118
5.34 ¹ H-NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วนต่าง 80/20% ที่เตรียมโดยวิธีการเบลนด์ทางกายภาพ	121
5.35 ¹ H-NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วนต่าง 80/20% ที่เตรียมโดยการทำเป็นสารละลาย	121
5.36 ¹ H-NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกัน ที่สภาวะอุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง	124
5.37 ¹ H-NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 90/10% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกัน ที่สภาวะอุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง	124

รูป	หน้า
5.38 ^{13}C -NMR สเปกตรัมของ PLLA	126
5.39 ภาพขยายของ ^{13}C -NMR สเปกตรัมของ PLLA	127
5.40 ^{13}C -NMR สเปกตรัมของ PCL	128
5.41 ภาพขยายของ ^{13}C -NMR สเปกตรัมของ PCL	121
5.42 ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันที่สภาวะอุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 30 นาที	130
5.43 ภาพขยายของ ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันที่สภาวะอุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 30 นาที	131
5.44 ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันที่สภาวะอุณหภูมิ 220 °C เป็นเวลา 30 นาที	133
5.45 ภาพขยายของ ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันที่สภาวะอุณหภูมิ 220 °C เป็นเวลา 30 นาที	134
5.46 ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันที่สภาวะอุณหภูมิ 240 °C เป็นเวลา 30 นาที	136
5.47 ภาพขยายของ ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันที่สภาวะอุณหภูมิ 240 °C เป็นเวลา 30 นาที	137
5.48 ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการเบลนด์ทางกายภาพ	141
5.49 ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยการทำเป็นสารละลาย	141

รูป	หน้า
5.50 ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกัน ที่สภาวะอุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง	142
5.51 ภาพขยายของ ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 90/10% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกัน ที่สภาวะอุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง	143
5.52 ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 90/10% เตรียมโดยการหลอมตัวผสมกันอุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง	146
5.53 ภาพขยายของ ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 90/10% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกัน ที่สภาวะอุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง	147
5.54 ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยการหลอมตัวผสมกันที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใส่สารสแตนนัส ออกไซด์ เป็นสารตัวเร่ง	150
5.55 ภาพขยายของ ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใส่สแตนนัส ออกไซด์ เป็นสารตัวเร่ง	151
5.56 ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใส่สารบิวทิลทิน เมทริกซ์ เป็นสารตัวเร่ง	153
5.57 ภาพขยายของ ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใส่สารบิวทิลทิน เมทริกซ์ เป็นสารตัวเร่ง	154
5.58 ^{13}C -NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกัน ที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยใส่โคพอลิเมอร์ของ PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20%	156

รูป	หน้า
5.59 ภาพขยายของ ¹³ C-NMR สเปกตรัมของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยใส่โคพอลิเมอร์ของ PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20%	157
5.60 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} , η_{sp} กับความเข้มข้นของ PLLA ที่เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันในสภาวะอุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง	161
5.61 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} , η_{sp} กับความเข้มข้นของ PCL ที่เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันในสภาวะอุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง	161
5.62 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} , η_{sp} กับความเข้มข้นของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 20/80% ที่เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกัน ในสภาวะอุณหภูมิ 190 °C เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง	162
5.63 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} , η_{sp} กับความเข้มข้นของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 50/50% ที่เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันในสภาวะอุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง	163
5.64 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} , η_{sp} กับความเข้มข้นของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันในสภาวะอุณหภูมิ 190 °C เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง	164
5.65 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} , η_{sp} กับความเข้มข้นของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันในสภาวะอุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 20 ชั่วโมง	165
5.66 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} , η_{sp} กับความเข้มข้นของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% เตรียมโดยวิธีการหลอมตัวผสมกันที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใส่ไตรบิวทิลทิน เมทริกซ์ไฮดรอกไซด์ เป็นสารตัวเร่ง	166
5.67 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} , η_{sp} กับความเข้มข้นของ PLLA ที่เตรียมโดยวิธีการทำเป็นสารละลาย	168

รูป	หน้า
5.68 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} , η_{sp} กับความเข้มข้นของ PCL ที่เตรียมโดยวิธีการทำเป็นสารละลาย	168
5.69 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} , η_{sp} กับความเข้มข้นของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 20/80% ที่เตรียมโดยวิธีการทำเป็นสารละลาย	169
5.70 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} , η_{sp} กับความเข้มข้นของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 50/50% ที่เตรียมโดยวิธีการทำเป็นสารละลาย	170
5.71 ความสัมพันธ์ระหว่าง η_{red} , η_{sp} กับความเข้มข้นของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่เตรียมโดยวิธีการทำเป็นสารละลาย	171
5.72 ค่าแรงกระทำ (Δb) ของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ที่เตรียมโดยการหลอมตัวผสมกันที่อุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่สัดส่วนต่างๆ	179
5.73 ค่าแรงกระทำ (Δb) ของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ที่เตรียมโดยวิธีการทำเป็นสารละลาย	179
6.1 ลักษณะโครงสร้างกิ่งผลึกของพอลิเมอร์	179
6.2 การเกิดทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันของ PLLA และ PCL เบลนด์	182
6.3 การทดสอบ tensile ของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่เตรียมโดยการเบลนด์ทางกายภาพ	185
6.4 การทดสอบ tensile ของพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่าง PLLA และ PCL ในสัดส่วน 80/20% ที่เตรียมโดยการทำเป็นสารละลาย	186

อักษรย่อ

$^{\circ}\text{C}$	= องศาเซลเซียส (degree celcius)
cm^{-1}	= เปอร์เซนต์เมตร (per centimetre)
dl.g^{-1}	= เดซิลิตรเปอร์กรัม (decilitre per gram)
Fig	= รูปภาพ (figure)
g	= กรัม (gram)
g.dl^{-1}	= กรัมเปอร์เดซิลิตร (gram per decilitre)
K	= องศาเคลวิน (degree Kelvin)
ml	= มิลลิลิตร (millilitre)
mg	= มิลลิกรัม (milligram)
min	= นาที (minut)
sec	= วินาที (second)
$\bar{M}_v$	= น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยโดยความหนืด (viscosity-average molecular weight)
$\bar{M}_n$	= น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยโดยจำนวน (number-average molecular weight)
$\bar{M}_w$	= น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยโดยน้ำหนัก (weight-average molecular weight)
T_g	= อุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (glass trasion temperature)
T_m	= จุดหลอมเหลวหรืออุณหภูมิที่ผลึกหลอมตัว (melting point)
$\text{\AA}$	= อังสตรอม (angstrom)
b_{12}	= ค่าสัมประสิทธิ์แรงกระทำระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์เบลนด์ (the interaction coefficient between molecule of polymer blends)
Δb	= ค่าพารามิเตอร์แรงกระทำระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์เบลนด์ (interaction parameter)
χ_{12}	= ค่าแรงกระทำระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์เบลนด์ (the interaction between molecule of polymer blends)
δ	= ค่าตัวแปรการละลาย (solubility parameter)

รายการคำย่อ

ชื่อย่อ	ชื่อเต็ม
PLLA	พอลิ(แอล-แลคติก แอซิด), [Poly(L-Lactic Acid)]
PCL	พอลิแคโพรแลคโตน, [Polycaprolactone]
IR	อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี, [Infrared Spectroscopy]
DSC	ดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิ่งแคลอริเมตรี, [Differential Scanning Calorimetry]
TG	เทอร์โมกราวิเมตรี, [Thermogravimetry]
NMR	นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี, [Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy]
$^1\text{H-NMR}$	โปรตอน-เอ็นเอ็มอาร์, [Proton-NMR]
$^{13}\text{C-NMR}$	คาร์บอน 13-เอ็นเอ็มอาร์, [Carbon 13-NMR]
GPC	เจลเพอร์มิเอชันโครมาโทกราฟี, [Gel Permeation Chromatography]
PTSA	กรดพารา-โทลูอิน ซัลโฟนิก, [p-toluene sulfonic]
Sb_2O_3	แอนติโมนีไตรออกไซด์, [Antimony Trioxide]
$\text{Sn}(\text{Oct})_2$	สแตนนัส ออกโตเอต, [Stannous Octoate]
Bu_3SnOMe	ไตรบิวทิลทิน เมทออกไซด์, [Tributyltin Methoxide]