สารบัญ

	หน้าที่
บทที่1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี	3
2.1 เส้นใยธรรมชาติ	3
2.1.1 องค์ประกอบของเส้นใย	4
2.1.2 สมบัติผิวหน้า	7
2.1.3 กระบวนการปรับปรุงผิวหน้าเส้นใย	7
2.1.3.1 กระบวนการทางฟิสิกส์	7
2.1.3.1 กระบวนการทางเคมี	7
2.2 ปาล์มน้ำมัน	8
2.3 วัสดุพอลิเมอร์คอมพอสิต	12
2.3.1 องค์ประกอบของคอมพอสิต	13
2.3.1.1 เมตริกซ์	13
2.3.1.2 วัสดุเสริมแรง	17
2.3.1.3 สารเติมแต่ง	18
2.4 ชนิดของวัสดุคอมพอสิต	19
2.5 การขึ้นรูปวัสดุคอมพอสิต	20
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	26
3.1 วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี	26
3.2 ขั้นตอนการทดลอง	29
3.2.1 การศึกษาการดัดแปรผิวหน้าเส้นใยปาล์มโดยปฏิกิริยาโพรพิออนิลเลชัน	29
3.2.1.1 การดัดแปรผิวหน้าเส้นใย	29
3.2.1.2 การวิเคราะห์ผลการดัดแปรผิวเส้นใย	30
3.2.2 การประยุกต์ใช้เส้นใยปาล์มที่ผ่านการดัดแปรผิวหน้าในวัสดุคอมพอสิตและการศึกษาการยึดเกาะระหว่างผิวหน้าเส้นใยปาล์มกับพอลิเอสเตอร์เมตริกซ์ในวัสดุคอมพอสิต	30
3.2.2.1 การเตรียมชิ้นงานคอมพอสิต	31
3.2.2.2 การทดสอบเชิงกล	32

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.2.2.3 การวิเคราะห์ผิวหน้าด้วยเทคนิค SEM	33
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	34
4.1ผลการศึกษาการดัดแปรผิวหน้าเส้นใยปาล์มโดย	34
ปฏิกิริยาโพรพิออนิลเลชัน	
4.1.1 ผลการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ yield	34
4.1.2 ผลการวิเคราะห์หาหมู่ฟังก์ชั่นด้วยเทคนิค FT-IR	34
4.1.2.1 ผลของอุณหภูมิต่อการเกิดปฏิกิริยาเอสเตอริฟิเคชั่น	35
4.1.2.2 ผลของเวลาต่อการเกิดปฏิกิริยาเอสเตอริฟิเคชั่น	37
4.2 ผลการทดสอบเชิงกล	40
4.2.1 ผลการทดสอบความแข็งแรงต่อการดัดงอ(Flexural strength)	40
4.2.2 ผลการทดสอบความต้านทานต่อการแรงกระแทก	41
(Chapy impact strength)	
4.3 การวิเคราะห์ผิวหน้าด้วยเทคนิค SEM	42
4.3.1 การศึกษาลักษณะผิวหน้าของเส้นใยปาล์ม	42
4.3.2 การศึกษาการยึดเกาะระหว่างเส้นใยปาล์มกับเมตริกซ์	44
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	48
เอกสารอ้างอิง	50
ภาคผนวก	53

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้าที่
2.1 โครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส	4
2.2 โครงสร้างทางเคมีของเฮมิเซลลูโลส	5
2.3 โครงสร้างทางเคมีสารประกอบลิกนิน	6
2.4 โครงสร้างทางเคมีสารประกอบเพคติน	6
2.5 การทรีตเมนต์ด้วยสารประกอบไอโซไซยาเนต	9
2.6 การทรีตเมนต์โดยใช้สารประกอบไตรอะซีน	9
2.7 ผลปาล์มน้ำมัน	10
2.8 ประโยชน์จากผลปาล์มน้ำมัน	11
2.9 องค์ประกอบของผลปาล์มสด	12
2.10 ปฏิกิริยาการสังเคราะห์อิพอกซีเรซิน	15
2.11 ไวนิลเอสเทอร์	16
2.12 การจัดเรียงตัววัสดุเสริมแรงในวัสดุคอมพอสิต	19
2.13 กระบวนการผลิตแบบแม่พิมพ์เปิด	21
2.14 การผลิตแบบ Hand lay up method	23
2.15 การผลิตแบบ Spray up	23
2.16 การผลิตแบบ Centrifugal casting	23
2.17 การผลิตแบบ Filament winding	24
2.18 การผลิตแบบ Pultrusion	25
2.19 การผลิตแบบ Vacuum bagging	27
3.1 โครงสร้างเซลลูโลส	27
3.2 โครงสร้าง Propionic anhydride	27
3.3 โครงสร้าง Unsaturated polyester	27
3.4 ปฏิกิริยาเคมีที่คาดว่าเป็นไปได้	27
4.1 เปอร์เซ็นต์ yield ที่เกิดขึ้นบนเส้นใยปาล์ม	34
4.2 สเปคตรัม FT-IR เปรียบเทียบผลของอุณหูมิต่อการเกิดปฏิกิริยาเอสเตอริฟิเคชั่น	35
4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิต่อสัดส่วนของหมู่เอสเตอร์ต่อหมู่ไฮดรอกซิล	37
4. 4 สเปคตรัม FT-IR เปรียบเทียบผลของเวลาต่อการเกิดปฏิริยาปฏิกิริยเอสเตอริฟิเคชั่น	38
4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาต่อสัดส่วนของหมู่เอสเตอร์ต่อหมู่ไฮดรอกซิล	39

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้าที่
4.6 กราฟเปรียบเทียบความแข็งแรงต่อการดัดงอของชิ้นงานทดสอบ	40
4.7 กราฟเปรียบเทียบความแข็งแรงต่อการกระแทกของชิ้นงานทดสอบ	41
4.8 ผิวหน้าเส้นใยที่ไม่ผ่านการทำทรีตเมนต์	42
4.9 ผิวหน้าเส้นใยที่ผ่านการทำทรีตเมนต์ด้วยสารละลาย NaOH 6%	43
4.10 เส้นใยที่ผ่านการทำปฏิกิริยาโพรพิออนิลเลชั่นที่ อุณหภูมิ 120 °C เวลา 2 ชั่วโมง	43
4.11 ลักษณะการยึดเกาะระหว่างเส้นใยที่ไม่ผ่านการทำทรีตเมนต์กับเมตริกซ์	44
4.12 ลักษณะการยึดเกาะระหว่างเส้นใยที่ผ่านการดัดแปรด้วยปฏิกิริยา โพรพิออนิเลชั่น ที่อุณหภูมิ 120 °C, 0.5 ชั่วโมง กับเมตริกซ์	45
4.13 ลักษณะการยึดเกาะระหว่างเส้นใยที่ผ่านการดัดแปรด้วยปฏิกิริยา โพรพิออนิเลชั่น ที่อุณหภูมิ 120 °C, 1 ชั่วโมง กับเมตริกซ์	45
4.14 ลักษณะการยึดเกาะระหว่างเส้นใยที่ผ่านการดัดแปรด้วยปฏิกิริยา โพรพิออนิเลชั่น ที่อุณหภูมิ 120 °C, 2 ชั่วโมง กับเมตริกซ์	46
4.15 ลักษณะการยึดเกาะระหว่างเส้นใยที่ผ่านการดัดแปรด้วยปฏิกิริยา โพรพิออนิเลชั่น ที่อุณหภูมิ 130 °C, 2 ชั่วโมง กับเมตริกซ์	46
4.16 ลักษณะการยึดเกาะระหว่างเส้นใยที่ผ่านการดัดแปรด้วยปฏิกิริยา โพรพิออนิเลชั่น ที่อุณหภูมิ 150 °C, 2 ชั่วโมง กับเมตริกซ์	47

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้าที่
2.1 เปรียบเทียบสมบัติเชิงกลระหว่างเส้นใยธรรมชาติกับเส้นใยสังเคราะห์	4
2.2 เปรียบเทียบองค์ประกอบของเส้นใยธรรมชาติแต่ละชนิด	7
2.3 เปรียบเทียบสมบัติกายภาพของเส้นใยธรรมชาติ	17
2.4 เปรียบเทียบสมบัติเชิงกลของเส้นใยธรรมชาติ	17
4.1 เปรียบเทียบการดูดซับ(Absorption)ระหว่างคาร์บอนิลของหมู่เอสเตอร์ ต่อหมู่ไฮดรอกซิลบนเส้นใยปาล์ม ที่เวลา 2 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิต่างๆ	36
4.2 เปรียบเทียบการดูดซับ(Absorption) ระหว่างคาร์บอนิลของหมู่เอสเตอร์ ต่อหมู่ไฮดรอกซิลบนเส้นใยปาล์ม ที่อุณหภูมิ 120 °C ณ เวลาต่างๆ	39