

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวทางในการแปรสภาพเศษผ้าฝ้ายเหลือทิ้งจากโรงงานสิ่งทอและนำมาปรับปรุงจนได้สารตัวเติมฝ้ายที่เหมาะสมในการใช้เป็นสารตัวเติมและสารเสริมแรงในพอลิโพรพิลีน และจากการแปรสภาพเศษผ้าฝ้ายผืนพบว่า การแปรสภาพด้วยวิธีทางเคมีโดยการไฮโดรไลซิสด้วยกรดไฮโดรคลอริกเจือจางจะทำให้ได้สารตัวเติมฝ้ายที่มีลักษณะเป็นผง ส่วนการแปรสภาพด้วยวิธีทางเชิงกลโดยการตัดเศษผ้าฝ้ายด้วยมือ แล้วนำไปปั่นนั้นจะทำให้ได้สารตัวเติมฝ้ายที่มีลักษณะเป็นเส้นใยสั้น ๆ ซึ่งลักษณะทั้งสองมีความเหมาะสมต่อการใช้เป็นสารตัวเติมในวัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพิลีน

จากการศึกษาผลของการปรับปรุงสารตัวเติมฝ้ายด้วยสารเคมี พบว่า มาเลอิกแอนไฮไดรด์ กราฟพอลิโพรพิลีน (MAHPP) สามารถปรับปรุงสารตัวเติมฝ้ายให้มีสมบัติความไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) เพิ่มขึ้นได้เป็นอย่างดี โดยสาร MAHPP สามารถทำปฏิกิริยาและเกาะอยู่บนพื้นผิวของสารตัวเติมฝ้ายได้ ส่วนการปรับปรุงสารตัวเติมฝ้ายด้วยกรดสเตียริกพบว่า กรดสเตียริกสามารถทำปฏิกิริยากับสารตัวเติมฝ้ายได้เช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามพบว่า กรดสเตียริกสามารถปรับปรุงสารตัวเติมฝ้ายให้มีสมบัติความไม่ชอบน้ำได้ไม่ดีเท่า MAHPP

และจากผลของการปรับปรุงสารตัวเติมฝ้ายด้วย MAHPP ที่ประสบความสำเร็จดังกล่าว ทำให้สมบัติเชิงกลของวัสดุเชิงประกอบซึ่งทำจากผงฝ้ายที่ปรับปรุงด้วย MAHPP เพิ่มสูงขึ้นมากกว่าวัสดุเชิงประกอบซึ่งทำจากผงฝ้ายที่ปรับปรุงด้วยกรดสเตียริก และผงฝ้ายที่ไม่ได้ปรับปรุง โดยพบว่าทั้งผลการทดสอบความทนแรงดึงและความทนแรงดัดโค้งของวัสดุเชิงประกอบผงฝ้าย-MAHPP มีค่ามอดูลัสและความเค้นเพิ่มขึ้นไปในแนวทางเดียวกันโดยเพิ่มขึ้นตามปริมาณผงฝ้ายที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีค่ามอดูลัสและความเค้นสูงสุดที่ปริมาณผงฝ้าย 20% โดยน้ำหนัก ในขณะที่วัสดุเชิงประกอบผงฝ้ายซึ่งทำจากผงฝ้ายที่ไม่ได้ปรับปรุงและวัสดุเชิงประกอบผงฝ้าย-สเตียริก เมื่อเพิ่ม

ปริมาณผงฝ้ายมากขึ้นพบว่ามีความอดุลัสเพิ่มขึ้นแต่ค่าความเค้นจะลดลงตามปริมาณผงฝ้ายที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งค่าความเค้นจะลดลงต่ำสุดที่ปริมาณผงฝ้าย 20% โดยน้ำหนัก

นอกจากนี้ยังพบว่าความสามารถในการดูดซึมน้ำของวัสดุเชิงประกอบจากผงฝ้ายทุกชนิดมีค่าต่ำมาก โดยเฉพาะในวัสดุเชิงประกอบผงฝ้าย-MAHPP โดยที่ทุกปริมาณของผงฝ้ายมีค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำที่ต่ำใกล้เคียงกันเมื่อทำการทดลองเป็นเวลา 163 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำอยู่ในช่วง 0.07 – 0.08% เท่านั้น สำหรับวัสดุเชิงประกอบผงฝ้ายและวัสดุเชิงประกอบผงฝ้าย-สตีริกพบว่ามีความเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำต่ำเช่นกัน โดยที่ปริมาณผงฝ้าย 20% โดยน้ำหนักมีค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำประมาณ 0.19%

จากการศึกษาสมบัติทางความร้อนของวัสดุเชิงประกอบจากผงฝ้ายด้วยเทคนิค TGA และ DSC พบว่าวัสดุเชิงประกอบจากผงฝ้ายทุกชนิดมีเสถียรภาพทางความร้อนมากกว่าพอลิโพรพิลีน โดยมีทั้งอุณหภูมิการหลอมเหลวและอุณหภูมิการสลายตัวที่สูงกว่าพอลิโพรพิลีน และยังพบว่าผงฝ้ายสามารถแสดงพฤติกรรมเหมือน สารก่อผลึก (nucleating agent) ได้ โดยวัสดุเชิงประกอบจากผงฝ้ายมีอุณหภูมิการเกิดผลึกที่ตำแหน่งสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับพอลิโพรพิลีนนั่นเอง แต่อย่างไรก็ตามพบว่าทั้งปริมาณผงฝ้ายและวิธีการปรับปรุงผงฝ้ายไม่มีผลต่อสมบัติทางความร้อนแต่อย่างใด

และในลำดับสุดท้ายของงานวิจัยนี้นั้นได้ทำการเตรียมวัสดุเชิงประกอบจากเส้นใยฝ้ายซึ่งได้จากการแปรสภาพทางเชิงกล เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับวัสดุเชิงประกอบจากผงฝ้ายซึ่งได้จากการแปรสภาพทางเคมีพบว่า สมบัติเชิงกลส่วนใหญ่ของวัสดุเชิงประกอบจากผงฝ้ายและเส้นใยฝ้ายมีค่าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามพบว่าวัสดุเชิงประกอบจากเส้นใยฝ้ายมีความอดุลัสและค่าความเค้นของแรงดัดโค้งต่ำกว่าวัสดุเชิงประกอบจากผงฝ้ายเล็กน้อย

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องปริมาณงานของงานวิจัยนี้ทำให้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเตรียมวัสดุเชิงประกอบจากเส้นใยฝ้ายเพียงปริมาณเดียวคือที่ 5% โดยน้ำหนัก ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงสมบัติของวัสดุเชิงประกอบจากเส้นใยฝ้ายที่ปริมาณฝ้ายอื่นๆ และควรมีการศึกษาและ

ดัดแปลงเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแปรสภาพทางเชิงกลให้มีวิธีการที่ง่ายขึ้น เนื่องจากการตัดด้วยมือ และนำไปป็นนั้น จะทำให้เสียเวลาและแรงงานมากเกินไป

2. จากผลการทดสอบสมบัติของวัสดุเชิงประกอบผงฝ้าย-สเตียริกนั้นพบว่า วัสดุเชิงประกอบดังกล่าวมีสมบัติเชิงกลที่ไม่ดีนัก ซึ่งคาดว่าเนื่องจากการหลงเหลือของกรดสเตียริกที่ไม่ทำปฏิกิริยากับผงฝ้าย และเกิดการตกค้างบนพื้นผิวเมทริกซ์พอลิโพรพิลีน โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้กรดสเตียริกที่ปริมาณ 10% โดยน้ำหนักของผงฝ้าย ดังนั้นวิธีการแก้ไขดังกล่าวคือการใช้กรดสเตียริกที่ปริมาณน้อยลง หรือการล้างผงฝ้ายหลังทำปฏิกิริยากับกรดสเตียริกด้วยอะซีโตนหลายๆ ครั้ง ก่อนนำไปเป็นสารตัวเติม

3. และจากผลการศึกษาสมบัติทางความร้อนนั้นพบว่า ผงฝ้ายสามารถส่งผลให้อุณหภูมิการเกิดผลึก และอุณหภูมิการหลอมเหลวของวัสดุเชิงประกอบเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่า เฟอร์เร็นต์ความเป็นผลึกของพอลิโพรพิลีนในวัสดุเชิงประกอบเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ดังนั้นเพื่อยืนยันผลการวิจัย รวมทั้งเป็นการตรวจสอบลักษณะและรูปแบบของผลึกที่เกิดขึ้นจึงควรจะมีการศึกษาสมบัติทางผลึกของวัสดุเชิงประกอบจากผงฝ้ายเพิ่มเติม โดยใช้เทคนิค X-ray Diffraction (XRD) ซึ่งคาดว่าจะทำให้ได้ผลการศึกษาที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น

4. จากการที่ฝ้ายเป็นสารประกอบประเภทเซลลูโลส ทำให้สามารถสลายตัวได้เองตามธรรมชาติ (biodegradable) ดังนั้นถ้ามีการศึกษาต่อไปถึงความสามารถในการสลายตัวได้เองตามธรรมชาติของสารตัวเติมฝ้ายจากงานวิจัยนี้ ก็จะเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ และสามารถทำได้

5. นอกจากนี้ผงฝ้ายในงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นสารตัวเติมให้กับพลาสติกชนิดอื่นๆ ได้ ทั้งพลาสติกชนิดเทอร์โมพลาสติก และเทอร์โมเซต เช่น พอลิสไตรีน และพอลิเอสเตอร์ชนิดไม่อิ่มตัว(unsaturated polyester ,UPE) เป็นต้น