

การศึกษาสมบัติของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมจากพอลิแลคติกแอซิดผสมเกลบที่ปรับสภาพผิว

Study of the Properties of Composite Material Prepared from Poly(lactic acid) and Treated Rice Husk

กนกพร อนันต์ชื่นสุข

Kanokporn Ananchuensook

อาจารย์ประจำ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยรังสิต

ถนนพหลโยธิน ตำบลหลักหก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000

Lecturer in Bachelor of Engineering (Chemical Engineering) College of Engineering, Rangsit University,

Phahonyothin Rd., Lak-hok, Patumthane, Thailand 12000

*Corresponding author, E mail: kanokporn_anan@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาสมบัติของวัสดุคอมโพสิตที่เตรียมจากพอลิแลคติกแอซิด (Polylactic Acid : PLA) ผสมเกลบด้วยเทคนิคการอัดเข้าแบบ ใช้เกลบมีขนาด $\leq 75 \mu\text{m}$ ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์และ3-อะมิโนโพรพิลไตรเอทอกซี ซิลาน ที่อัตราส่วนของเกลบเท่ากับ 0 10 20 และ 30 % wt. ขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดเข้าแบบ ที่อุณหภูมิ 180 °C ความดัน 1 bar จากนั้นทำการทดสอบสมบัติต่างๆ พบว่าค่าความต้านทานแรงดึง ความต้านทานแรงดัดโค้ง มีค่าต่ำกว่า PLA บริสุทธิ์ แต่ค่าความต้านทานแรงกระแทกและค่าการดูดซึมน้ำมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อเติมเกลบในปริมาณที่มากขึ้น

คำสำคัญ: พอลิแลคติกแอซิด เกลบ การหลอมอัดรีด เครื่องอัดเข้าแบบ

Abstract

This research studies the properties of the composites material prepared from poly (lactic acid), PLA, and treated rice husk by extrusion. The particles size of rice husk is $\leq 75 \mu\text{m}$ and treated with an alkaline solution, sodium hydroxide and 3-aminopropyltriethoxy silane .The mixing ratios of rice husk are 0, 10, 20 and 30% wt. Compression molding was used for composite material processing at 180° C and 1 bar. Then the sample specimens were tested, they were found that the tensile strength and flexural strength are lower than pure PLA, but the impact resistance and the water absorption increased when rice husk added were increased.

Keywords: polylactic acid, rice husk, extrusion, compression molding

1. บทนำ

ปัจจุบันนี้วัสดุก่อสร้างที่มีการใช้งานมาแต่ดั้งเดิม เช่น คอนกรีตและเหล็กกล้ากำลังถูกแทนที่ด้วยวัสดุอื่น ได้แก่ วัสดุคอมโพสิตประเภทวัสดุพอลิเมอร์ผสมเส้นใยและซีเมนต์ผสมเส้นใย เนื่องจากมีความแข็งแรงสูง น้ำหนักเบา ทนการกัดกร่อนและค่าซ่อมบำรุงต่ำ (Yousif and El-Tayeb, 2007) นอกจากนี้เหตุผลดังกล่าวแล้ว การรณรงค์ให้ผู้คนตระหนักถึงการรักษาสีสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวกับขยะและของเหลือทิ้งทำให้มีการนำวัสดุที่เหมาะสมมาใช้งาน เช่น เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ย่อยสลายทางชีวภาพได้หรือเป็นวัสดุที่สามารถนำกลับมาผลิตซ้ำได้ เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นการลดปัญหาในการกำจัดขยะของแข็งและขยะจากการรีไซเคิลสิ่งก่อสร้างที่มีปริมาณมากทั่วโลกซึ่งมักใช้วิธีฝังกลบ (Cramer, 2004) ดังนั้นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาจากขยะเหล่านี้คือการใช้วัสดุที่ผลิตจากเส้นใยและพอลิเมอร์ธรรมชาติทดแทนวัสดุสังเคราะห์แต่ต้องมีสมบัติที่ดีในการใช้งานทางวิศวกรรมด้วยเช่นกัน (Porras and Maranon, 2012) พอลิเมอร์ที่ย่อยสลายได้มีหลายตัว แต่พอลิแลคติกแอซิด หรือ PLA ได้รับความสนใจเป็นเมตริกซ์ของวัสดุคอมโพสิตด้วยเหตุผลหลายประการ คือ เป็นเทอร์โมพลาสติกที่ผลิตจากกรดแลคติกซึ่งหมักจากวัตถุดิบที่หลากหลาย เช่น ข้าวโพด มันฝรั่ง น้ำตาล มันสำปะหลัง (Porras and Maranon, 2012; Aniwat, 2006) ย่อยสลายได้ในระยะเวลาสั้นๆ (0.5 – 2 ปี) เมื่อเทียบกับพลาสติกชนิดอื่น เช่น PS PE PVC และอื่นๆที่ต้องใช้เวลาในการย่อยสลายนาน 500 – 1,000 ปี มีสมบัติทางกลที่ดี แม้ว่า PLA จะมีราคาแพงแต่ก็มีการใช้งานเป็นบรรจุภัณฑ์ในอุตสาหกรรมและในทางการแพทย์ (Porras and Maranon, 2012) ได้แก่ ใช้เป็นด้ายเย็บแผลสำหรับการผ่าตัด เนื้อเยื่อกระดูก ใช้ในระบบการนำส่งยา นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้ในการเกษตรอีกด้วย เช่น ถูปลูกหมัก การ

ใช้งานในชีวิตประจำวัน เช่น ภาชนะบรรจุอาหาร ภาชนะที่ใช้แล้วทิ้ง เป็นต้น (Ying et al, 2011) สามารถขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ด้วยเครื่องจักรที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบันแม้ว่า PLA จะมีความแข็งแรงดี แต่อาจต้องมีการปรับปรุงให้ดีขึ้นอีก (Aniwat, 2008) เช่น การดูดซึมน้ำ ความเหนียว การยึดตัว การกั้นการไหลผ่านของแก๊ส ความเสถียรทางความร้อน (Ying et al, 2011) แรงยึดเกาะที่พื้นผิว (Yousif and Ku, 2012) โดยการเติมสารเสริมแรง เช่น เส้นใยจากธรรมชาติ ได้แก่ ดินเหนียวหรือเส้นใยที่ผ่านการปรับสภาพผิวหรือไม่ผ่านการปรับสภาพผิว หรือการผสมกับมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์อื่นและการเติมฟิลเลอร์ชนิดต่างๆ (Ru, 2012)

ในการทดลองนี้จะทำการศึกษาการเตรียมวัสดุคอมโพสิตจาก PLA ผสมเกลบที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซลีนต่อสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การดูดซึมน้ำ สมบัติทางกล ได้แก่ ความต้านทานแรงดึง ความต้านทานแรงดัดโค้งและความต้านทานแรงกระแทก โดยเส้นใยจากเกลบจะทำหน้าที่เพิ่มเนื้อของวัสดุคอมโพสิตและเพิ่มการถ่ายเทความร้อนทำให้สามารถรักษารูปร่างไว้ได้ในระหว่างการถอดแบบและช่วยให้ผิวชิ้นงานมีความสม่ำเสมอ

2. วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการเตรียมวัสดุคอมโพสิตจากพอลิแลคติกแอซิดผสมเกลบที่ผ่านการปรับสภาพผิว
2. ศึกษาสมบัติของวัสดุคอมโพสิตจากพอลิแลคติกแอซิดผสมเกลบที่ผ่านการปรับสภาพผิว

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สารตั้งต้น

3.1.1 PLA เป็นพลาสติกชีวภาพเกรด PLA2003D จากบริษัท บี ซี พอลิเมอร์ มาร์เก็ตติ้ง จำกัด

3.1.2 แกลบ จากอำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี มีสีเหลืองอมน้ำตาล

3.1.3 สารช่วยเพิ่มแรงยึดเกาะ ได้แก่ สาร 3-อะมิโน-โพรพิล ไตรอิทอกซี ไซเลน บริษัท Sigma-Aldrich ประเทศฝรั่งเศส

3.1.4 สารเคมีอื่นๆ ได้แก่ กรดอะซิติกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) บริษัท Mearck ประเทศเยอรมัน

3.2 การเตรียมวัตถุดิบ

3.2.1 นำเม็ดพลาสติก PLA ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) นาน 2 ชั่วโมง (h)

3.2.2 นำแกลบมาบด ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่น เพื่อกำจัดสารที่ละลายน้ำออกไป นำไปอบที่อุณหภูมิ 50-60 $^{\circ}\text{C}$ นาน 48 h คัดขนาดด้วยตะแกรงร่อนใช้แกลบที่ผ่านตะแกรง เบอร์ 200 เมช แต่ค้ำบนลาดซึ่งเป็นแกลบที่มีขนาด ≤ 75 ไมโครเมตร (μm) นำไปอบต่อที่อุณหภูมิ 110 $^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 6 h ก่อนการนำไปใช้งานให้ล้างด้วยอะซิโตนและอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 $^{\circ}\text{C}$ นาน 24 h

3.2.3 การเตรียมแกลบที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วย NaOH โดยการนำแกลบมาอบที่อุณหภูมิ 100 $^{\circ}\text{C}$ นาน 24 h หรือจนได้น้ำหนักคงที่ นำมาแช่ในสารละลาย NaOH ที่ความเข้มข้น 0 %wt, 3 %wt,

7 %wt และ 10 %wt นาน 24 h ล้างด้วยน้ำประปา สารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 1 % และน้ำกลั่น ทำให้แห้งโดยการปล่อยทิ้งไว้ในอากาศนาน 3 วัน (day) จากนั้นจึงทำการอบที่อุณหภูมิ 100 $^{\circ}\text{C}$ นาน 6 h

3.2.4 การเตรียมแกลบที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยไซเลน โดยการชั่งไซเลน 1 % wt (เทียบกับปริมาณแกลบ) นำไปละลายในของผสมของน้ำ/เอทานอลที่อัตราส่วน 30/70 w/w ปรับพีเอชของสารละลายที่ 4 ด้วยกรดอะซิติก คนเป็นเวลานาน 30 นาที (min) เทแกลบที่เตรียมไว้

ลงไปแล้วแช่เป็นเวลานาน 3 h ล้างด้วยน้ำกลั่น ทำให้แห้งโดยการปล่อยทิ้งไว้ในอากาศนาน 3 day จากนั้นจึงทำการอบที่อุณหภูมิ 60 $^{\circ}\text{C}$ นาน 24 h

3.2.5 การเตรียมแกลบที่ผ่านการปรับสภาพด้วย NaOH และไซเลน โดยทำการปรับสภาพผิวแกลบด้วย NaOH ที่ความเข้มข้น 10 %wt นาน 24 h แล้วจึงปรับสภาพผิวด้วยไซเลน ตามข้อ 3.2.4

3.3 การผสม PLA กับแกลบ โดยการอบไล่ความชื้น PLA ที่อุณหภูมิ 60 $^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 24 h ชั่งน้ำหนัก PLA 90 g และแกลบ 10 g เพื่อให้ได้อัตราส่วนพลาสติก PLA : แกลบ 90 : 10 โดยน้ำหนัก และที่อัตราส่วนอื่นๆ คือ 80 : 20 และ 70 : 30 เตรียมเครื่อง Twin Screw Extruder ยี่ห้อ Duisburg รุ่น D-47055 โดยปรับอัตราเร็วของสกรูเท่ากับ 50 rpm ตั้งอุณหภูมิช่วง Solid Conveying zone ที่ 80 $^{\circ}\text{C}$ ช่วง Melting zone ที่ 160 $^{\circ}\text{C}$ ช่วง Melt Pumping zone ที่ 180 $^{\circ}\text{C}$ และหัว Die ที่ 180 $^{\circ}\text{C}$ นำ PLA ผสมแกลบที่เตรียมไว้เทลงในฮอปเปอร์ PLA และแกลบหลอมเข้าด้วยกันผ่านหัว Die ออกมาจะถูกตัดเป็นชิ้นเล็กๆ (Chip)

3.4 การเตรียมวัสดุคอมโพสิต โดยใช้เครื่อง Compression Molding ยี่ห้อ Hydraulic Press รุ่น MGLP 20 AT ตั้งค่าอุณหภูมิของ Heat Plate ที่ 180 $^{\circ}\text{C}$ ความดัน 1 bar โดยนำ PLA ผสมแกลบเทในแม่พิมพ์ขนาดกว้าง 120 มิลลิเมตร (mm) ความยาว 120 mm และความหนา 4 mm เคลือบผิวหน้าให้เรียบ แล้วนำเข้าเครื่องอัดเข้าแบบ (Compression Molding) เพื่ออัดขึ้นรูปนำไปเข้าระบบหล่อเย็นเพื่อลดอุณหภูมิและปล่อยให้คงรูปเป็นเวลา 10 min

3.5 การทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกล

3.5.1 การดูดซึมน้ำ

ตามมาตรฐาน ASTM D570 ใช้ตัวอย่างชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 mm หนา 4 mm ซึ่งน้ำหนักตัวอย่างด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง บันทึกค่าน้ำหนักแห้ง แล้ตัวอย่างชิ้นงานในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 25°C นาน 7 day นำออกมาชั่งด้วยผ้าไมโครไฟเบอร์ แล้วนำไปชั่งน้ำหนักเปียกอีกครั้ง คำนวณค่าการดูดซึมน้ำ ตามสมการที่ (1)

$$\% \text{ การดูดซึมน้ำ} = \frac{\text{นน.เปียก} - \text{นน.แห้ง}}{\text{นน.แห้ง}} \times 100 \quad \dots(1)$$

3.5.2. การทดสอบแรงดึง

ตามมาตรฐาน ASTM D638 เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine ยี่ห้อ COMETECH รุ่น QC – 506BA ตัวอย่างชิ้นงานขนาดความกว้าง 19 mm ความยาว 115 mm ความหนา 4 mm อัตราการดึง 50 mm/min ด้วย Load cell 10 kN ระยะจับชิ้นงาน 30 mm บันทึกผลการทดลอง ได้แก่ ระยะยืด แรงที่ใช้ และนำไปคำนวณค่าความเค้นและความเครียดแล้วนำไปเขียนกราฟเพื่ออ่านค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด การคำนวณแสดงดังสมการที่ (2) และ (3)

$$\sigma_1 = \frac{F}{A_0} \quad \dots\dots(2)$$

เมื่อ F = แรงที่ใช้ในการดึง (N)

A_0 = พื้นที่หน้าตัดเริ่มต้นของชิ้นงาน (m^2)

\square_1 = ความเค้นเนื่องจากแรงดึงชิ้นงานตัวอย่าง (N*m)

$$\epsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \quad \dots\dots(3)$$

เมื่อ L = ความยาวของชิ้นงาน ณ จุดแตกหัก (m)

L_0 = ความยาวเริ่มต้นของชิ้นงาน (m)

ϵ = การยืดตัวของชิ้นงาน ณ จุดขาด (%)

3.5.3 การทดสอบแรงดัดโค้ง

ตามมาตรฐาน ASTM D790 เครื่องทดสอบ Universal Testing Machine ยี่ห้อ COMETECH รุ่น QC – 506 BA ตัวอย่างชิ้นงานขนาดความกว้าง 16 mm ความยาว 85 mm ความหนา 4 mm กำหนดจุดกดตามที่ระบุ 3 จุด มาวางที่เครื่องทดสอบแรงดัดโค้ง Reset Gauge Length และป้อนค่าความกว้าง และความหนาของชิ้นงาน ตัวอย่างที่จะทดสอบลงยังเครื่องคอมพิวเตอร์ กดปุ่ม Start เครื่องทดสอบจะทำงานโดยการกดแรงลงไปยังพลาสติกอย่างสม่ำเสมอ จนชิ้นงานตัวอย่างเปราะแตก เครื่องจะหยุด การคำนวณแสดงดังสมการที่ (4)

$$\text{Flexural Strength } (\sigma) = \frac{3FL}{2Wh^2} \quad \dots\dots(4)$$

เมื่อ F = น้ำหนักหรือแรงที่ทำให้เกิดการแตกหัก (N)

L = ระยะห่างระหว่างตำแหน่งของวัสดุที่รองรับตัวอย่าง (m)

W = ความกว้างของตัวอย่าง (m)

h = ความสูงของตัวอย่าง (m)

3.5.4 การทดสอบแรงกระแทก

ตามมาตรฐาน ASTM D256 เครื่องทดสอบแรงกระแทก ยี่ห้อ COTECH รุ่น GT – 7045 ตัวอย่างชิ้นงานขนาดความกว้าง 12.5 mm ความยาว 60 mm ความหนา 4 mm และทำการบากรูปตัววีตรงกลางชิ้นงานไว้ที่ด้านหนึ่ง วางชิ้นงานไว้ระหว่างแท่นรองรับชิ้นงาน โดยวางชิ้นงานในตำแหน่งกึ่งกลางรอยบาก ให้ตรงกับตำแหน่งที่กำหนด ยกตุ้มไปยังมุมเริ่มต้นการ

กระแทก แล้วปล่อยลูกตุ้มเหวี่ยงลงมากระแทกชิ้นงาน
ที่ทดสอบ ลูกตุ้มจะกระแทกกับชิ้นงานที่บริเวณ
กึ่งกลางรอยบากระหว่างแท่นรองรับชิ้นงานบันทึกผล
การทดสอบ การคำนวณแสดงดังสมการที่ (5) - (7)

$$E = E' - (E1 + E2) \quad (5)$$

$$E1 = L \times \left(\frac{F}{2}\right) \times [(\cos\alpha^{\square} - \cos\alpha) + (\cos\beta^{\square} - \cos\beta)] \quad (6)$$

$$E2 = L \times F \times (\cos\theta^{\square} - \cos\theta) \quad (7)$$

α = มุมเริ่มต้นในการตี

α^{\square} = มุมที่ได้จากมุมเริ่มต้น

β = มุมที่กำหนดเอง

β^{\square} = มุมที่ได้จากมุมที่กำหนด

θ = มุมที่ได้จากการตีซ้ำ

θ^{\square} = มุมที่ไม่ได้ขึ้นทดสอบที่เข้มขึ้น
เคลื่อนที่เนื่องจากค้ำน้ำหนัก

L = ความยาวของแกนตี

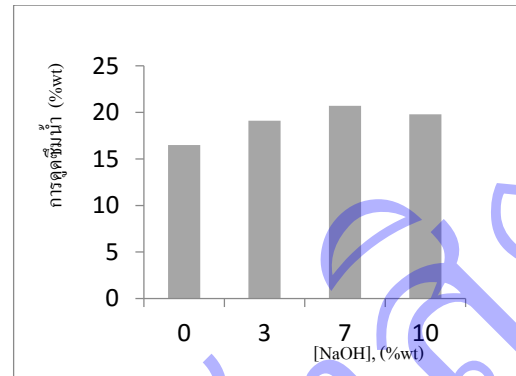
F = น้ำหนักลูกตุ้ม

E = พลังงานที่ถูกดูดซับ

4. ผลการวิจัย

4.1 การดูดซึมน้ำของวัสดุคอม โพลีที่เตรียมจาก PLA
ผสมเกลบที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วย NaOH ที่ความ
เข้มข้นต่างๆ

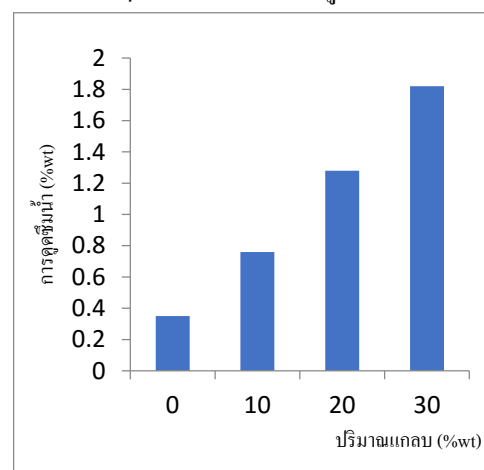
ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของตัวอย่าง
ชิ้นงานเป็นเวลา 7 day ของวัสดุคอม โพลีที่เตรียม
จาก PLA ผสมเกลบที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วย
NaOH ที่ความเข้มข้น 0, 3, 7 และ 10 %wt ปริมาณ
ของเส้นใยเท่ากับ 20 %wt แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การดูดซึมน้ำของ PLA และ PLA/เกลบปริมาณ 20 % wt
ปรับสภาพผิวด้วย NaOH เข้มข้นเท่ากับ 0, 3, 7 และ 10 %wt

พบว่าค่าการดูดซึมน้ำของวัสดุคอม โพลี PLA ผสม
เกลบที่ปรับสภาพผิวด้วย NaOH มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 16.5,
19.1 และ 20.7 %wt เมื่อปรับสภาพผิวเกลบด้วย
NaOH เข้มข้น 0, 3 และ 7 %wt ตามลำดับ ค่าการดูด
ซึมน้ำกลับมีค่าลดลงเท่ากับ 19.8 %wt เมื่อปรับสภาพ
ผิวเกลบด้วย NaOH เข้มข้น 10 %wt

4.2 การดูดซึมน้ำของวัสดุคอม โพลีที่เตรียมจาก PLA
ผสมเกลบที่ปรับสภาพผิวด้วย NaOH และ ไซเลน ที่
อัตราส่วนต่างๆของเกลบ แสดงดังรูปที่ 2

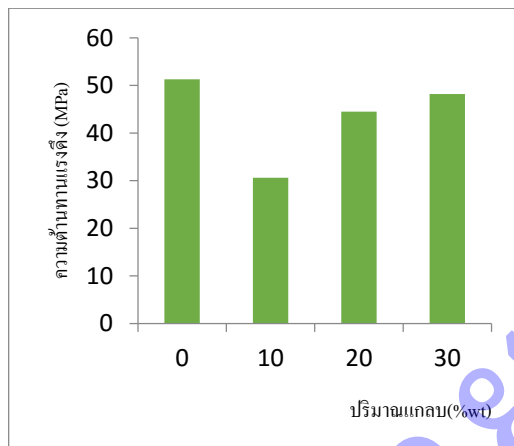


รูปที่ 2 การดูดซึมน้ำของ PLA และ PLA/เกลบที่ปรับสภาพผิว
ด้วย NaOH เข้มข้น 10 %wt และ ไซเลน ที่ปริมาณเกลบ
0, 10, 20 และ 30 %wt

พบว่าวัสดุคอมโพสิต PLA ผสมแกลบมีการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น เมื่อผสมแกลบปริมาณมากขึ้น จากค่า 0.35 %wt สำหรับ PLA บริสุทธิ์ เพิ่มขึ้นเป็น 0.76 %wt, 1.28 %wt และ 1.82 %wt เมื่อผสมแกลบ 10 %wt, 20 %wt และ 30 %wt ตามลำดับ

4.3 การทดสอบแรงดึง

ผลการทดสอบแรงดึงของตัวอย่างชิ้นงาน แสดงดังรูปที่ 3

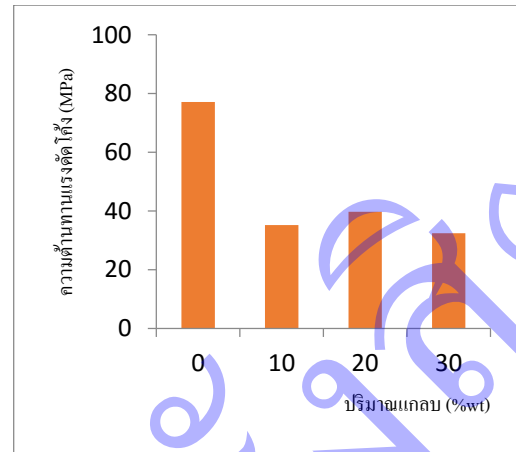


รูปที่ 3 ความต้านทานแรงดึงของ PLA และ PLA/แกลบ

พบว่าเมื่อปริมาณแกลบเพิ่มขึ้นค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 30.6 MPa, 44.5 MPa และ 48.5 MPa เมื่อผสมเส้นใยแกลบ 10 %wt, 20 %wt และ 30 %wt ตามลำดับ แต่มีค่าต่ำกว่าของ PLA บริสุทธิ์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 51.3 MPa

4.4 การทดสอบแรงดัดโค้ง

ผลการทดสอบแรงดัดโค้งของตัวอย่างชิ้นงาน แสดงดังรูปที่ 4

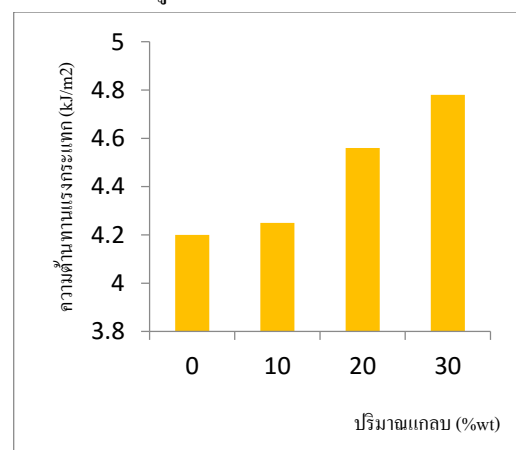


รูปที่ 4 ความต้านทานแรงดัดโค้งของ PLA และ PLA/แกลบ

พบว่าค่าความต้านทานแรงดัดโค้งสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 39.7 MPa เมื่อผสมแกลบ 20 %wt แต่ที่ปริมาณของแกลบเท่ากับ 10 %wt และ 30 %wt ค่าความต้านทานแรงดัดโค้งสูงสุดมีค่าลดลงเท่ากับ 35.2 MPa และ 32.4 MPa

4.5 การทดสอบแรงกระแทก

ผลการทดสอบแรงกระแทกของตัวอย่างชิ้นงาน แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ความต้านทานแรงกระแทกของ PLA และ PLA/แกลบ

พบว่าความต้านทานแรงกระแทกของ PLA ผสมแกลบมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของแกลบเพิ่มขึ้นและมีค่า

มากกว่า PLA บริสุทธิ์ โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 4.20 kJ/m² เป็น 4.25 kJ/m², 4.56 kJ/m² และ 4.78 kJ/m² เมื่อผสม แกลบ 10 %wt, 20 %wt และ 30 %wt ตามลำดับ คิด เป็น 1.2 %, 8.6 % และ 13.8 % เทียบกับ PLA

5. การอภิปรายผล

เส้นใยจากพืชที่นำมาใช้เป็นสารเสริมแรงใน วัสดุคอมโพสิตที่เตรียมจากพลาสติกผสมเส้นใยมักมี ข้อด้อยคือ ถูกย่อยสลายทางชีวภาพได้ก่อให้เกิดความ เสื่อมถอยและเกิดความเสียหายเมื่อได้รับความชื้น (Aswa et al, 2013) ดังนั้นการนำเส้นใยธรรมชาติ เช่น เส้นใยจากพืชที่มีองค์ประกอบเป็น สารประเภท เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนิน มาใช้งานจึงควรมี การปรับสภาพผิวก่อนด้วยสารเคมี เช่น โซลีน เพื่อลด สมบัติความชอบน้ำ (Hydrophilic) เพิ่มความเข้ากันได้ และเพิ่มแรงยึดเกาะกับแมทริกซ์พอลิเมอร์ (Tran et al, 2014) ผลการทดลองการดูดซึมน้ำของวัสดุคอมโพสิต PLA ผสมแกลบที่ปรับสภาพผิวด้วย NaOH มีค่า เพิ่มขึ้นจาก 16.5 %wt, 19.1 %wt และ 20.7 %wt เมื่อ ปรับสภาพผิวแกลบด้วย NaOH เข้มข้น 0, 3 และ 7 %wt ตามลำดับ ค่าการดูดซึมน้ำกลับมีค่าลดลงเท่ากับ 19.8 %wt เมื่อปรับสภาพผิวแกลบด้วย NaOH เข้มข้น 10 %wt เนื่องจาก NaOH ที่ความเข้มข้นต่ำ NaOH จะ ไปละลายสารประกอบประเภทซิลิกา ลิกนินและไข ออกจากผิวของเส้นใยจากแกลบ ในขณะที่เดียวกันจะไป กระตุ้นกลุ่มไฮดรอกซิลที่ผิวของเส้นใยซึ่งดูดซับน้ำใน ปริมาณที่มากขึ้น แต่เมื่อความเข้มข้นของ NaOH เพิ่มขึ้นเท่ากับการเพิ่มความเข้มข้นจะไปเปลี่ยน โครสร้างของเส้นใยให้ลดความมีขั้วลงเส้นใยจึงดูดน้ำ ได้ได้น้อยลง (Tran et al, 2014) ดังนั้นจึงทำการทดลอง เพื่อการปรับสภาพผิวแกลบโดยเลือกใช้สารละลาย NaOH ที่ความเข้มข้น 10 %wt แช่นาน 24 h ตามด้วย โซลีนเพื่อใช้เตรียมวัสดุคอมโพสิต PLA ผสมแกลบที่

ปริมาณแกลบ 0 %wt, 10 %wt, 20 %wt และ 30 %wt พบว่าการดูดซึมน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของแกลบ เพิ่มขึ้นจากค่า 0.35 %wt สำหรับ PLA บริสุทธิ์ เพิ่มขึ้น เป็น 0.76 %wt, 1.28 %wt และ 1.82 %wt ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณของเส้นใยที่มากขึ้นจะไปเพิ่มจำนวนรู พรุนและทำให้เกิดช่องว่างรอบๆเส้นใยส่งผลให้เกิด การดูดซับน้ำเพิ่มขึ้น (Aswa et al, 2013; Tran et al, 2014) ซึ่งการดูดซึมน้ำจะไปทำให้สมบัติเชิงกลที่ดี ลดลงและจะไปเร่งการย่อยสลาย PLA โดยปฏิกิริยา ไฮโดรไลซิสระหว่างการใช้งานได้ (Ying, 2011)

สำหรับการทดสอบสมบัติทางกลของการทดสอบแรงดึงพบว่าเมื่อปริมาณแกลบเพิ่มขึ้นค่าความ ต้านทานแรงดึงสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 30.6 MPa, 44.5 MPa และ 48.5 MPa เมื่อผสมแกลบ 10 %wt, 20 %wt และ 30 %wt ตามลำดับ แต่มีค่าต่ำกว่าของ PLA บริสุทธิ์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 51.3 MPa และผลการ ทดสอบแรงดัดโค้งพบว่าค่าความต้านทานแรงดัดโค้ง สูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 39.7 MPa เมื่อผสมแกลบ 20 %wt แต่ที่ปริมาณของแกลบเท่ากับ 10 %wt และ 30 %wt ค่าความต้านทานแรงดัดโค้ง สูงสุดมีค่าลดลงเท่ากับ 35.2 MPa และ 32.4 MPa เนื่องจากอิทธิพลของช่องว่างของเส้นใยซึ่งจะไปดึงการ ยึดเกาะของเส้นใยออกจากแมทริกซ์พอลิเมอร์เมื่อ ปริมาณเส้นใยน้อย แต่เมื่อปริมาณเส้นใยมากขึ้นทำให้ มีการรวมกลุ่มของเส้นใยไปลดช่องว่างลงได้ค่าความ ต้านทานแรงดึงสูงสุดและค่าความต้านทานแรงดัดโค้ง สูงสุดจึงมีค่าเพิ่มขึ้น (Dong, 2014)

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบแรงกระแทก พบว่าความต้านทานแรงกระแทกของ PLA ผสมแกลบ มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของแกลบเพิ่มขึ้นและมีค่า มากกว่า PLA บริสุทธิ์ โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 4.20 kJ/m² เป็น 4.25 kJ/m², 4.56 kJ/m² และ 4.78 kJ/m² เมื่อผสม แกลบ 10 %wt, 20 %wt และ 30 %wt ตามลำดับ คิด

เป็น 1.2 %, 8.6 % และ 13.8 % เทียบกับ PLA เนื่องจาก PLA ผสมกลายเป็นวัสดุคอมโพสิตที่สามารถดูดซับพลังงานที่สูงขึ้น เมื่อปริมาณแกลบเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นการหยุดการแตกร้าวที่จะขยายตัวออกไปเมื่อได้รับแรงกระแทกเพิ่มขึ้น (Mei-po Ho et al, 2015)

6. บทสรุป

การเตรียมวัสดุคอมโพสิตจาก PLA ผสมแกลบที่ผ่านการปรับปรุงผิวด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเลน มีสมบัติการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นเมื่อผสมแกลบเพิ่มขึ้น

ขณะที่สมบัติทางกล ได้แก่ ค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อผสมแกลบเพิ่มขึ้นแต่ต่ำกว่าค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดของ PLA บริสุทธิ์สำหรับค่าความต้านทานแรงดัดโค้งสูงสุดเกิดจากวัสดุคอมโพสิตที่มีส่วนผสมของแกลบ 20 %wt ในขณะที่ค่าความต้านทานแรงกระแทกของ PLA ผสมแกลบมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณของแกลบเพิ่มขึ้นและมีค่ามากกว่าค่าความต้านทานแรงกระแทกของ PLA บริสุทธิ์

7. เอกสารอ้างอิง

Aniwat Hasook et al. (2006). Characterization and mechanical properties of poly(ϵ -caprolactone)/ organoclay nanocomposites prepared by melt compounding. *Polymer Engineering and Science*. 27(3): 1-6.

Aniwat Hasook et al. (2008). Preparation of nanocomposites by melt compounding polylactic acid/polyamide 12/organoclay at different screw rotating speeds using a

twin screw extruder. *Polymer composites*. 29 (1): 1-8.

Aswa ZN et al (2013) . A review on the degradability of polymeric composites based on natural fibres. *Apply Composites Material*. 47: 424-442.

Cramer SM. (2004) . Structural design material-research needed to reinvent housing in the United State. NSF-PATH Housing Research Agenda. PI: SyalM.

Dong Y et al (2014) . Polylactic acid (PLA) biocomposites reinforced with coir fibres: Evaluation of mechanical performance and multifunctional properties. *Apply Composites Material*. 63:76-84.

Mei-po Ho et al. (2015). Improvement on the properties of polylactic acid (PLA) using bamboo charcoal particles. *Composites: Part B*. 81: 14-15.

Porras A, Maranon A. (2012). Development and characterization of a laminate composite material from polylactic acid (PLA) and woven bamboo fabric. *Composites: Part B*. 43: 2782-88.

Ru Liu et al. (2012). Effects of two types of clay on physical and mechanical properties of poly(lactic acid)/wood flour composites at various wood flour contents. *Journal of Applied Polymer Science*. 127(4): 2566-73.

Tran Thi PT et al. (2014). Rice and Einkorn wheat husks reinforced poly(lactic acid) (PLA) biocomposites: Effects of alkaline and

silane surface treatments of husks. *Apply Composites Material*. 58: 111-124.

Ying Ying Leu et al. (2011). Kinetics of water absorption and thermal properties of poly(lactic)/organomontmorillonite/poly-(ethyleneglycol) nanocomposites. *Journal of vinyl & additive technology*. 17: 40-47.

Yousif BF, El-Tayeb. (2007) Tribological evaluation of Polyester composites considering three orientation of CSM glass fibers using BOR machine. *Apply Composites Material*. 14: 105-116.

Yousif BF, Ku H. (2012). Suitability of using coir fiber/ polymer composite for the design of liquid storage tanks. *Material and Design*. 36:847-853.

Yousif BF et al. (2013). A review on the degradability of polymeric composites based on natural fibres. *Material and Design*. 47: 424-442.