การพัฒนาแผ่นชิ้นไม้อัดเทียมจากเปลือกไม้กระถินณรงค์เพื่อใช้ในงานวัสดุตกแต่ง

ภควัต เกอะประสิทธิ์ [1*] ปราโมทย์ วีรานุกูล [2] กิติวร ม่วงพรับ [3] อิทธิ วีรานุกูล [4] และกิตติพงษ์ สุวีโร [5]
pakawat.k@rmutp.ac.th [1], pramot.w@rmutp.ac.th [2], kittiworn.m@ovec.moe.go.th [3],
itthi.w@rmutsb.ac.th [4], kittipong.s@en.rmutt.ac.th [5]

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

[2] สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

[3] สาขาเทคนิคเครื่องกล วิทยาลัยเทคโนโลยีช่างฝีมือปัญจวิทยา

[4] สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

[5] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Received : 16-Dec-2020
Revised : 17-May-2021
Accepted : 24-May-2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผ่นชิ้นไม้อัดเทียมจากเปลือกไม้กระถินณรงค์สำหรับใช้ในงานวัสดุตกแต่ง ออกแบบส่วนผสมของเปลือกไม้กระถินณรงค์และกาวชนิดไอโซไซยาเนต (pMDI) จำนวน 12 อัตราส่วน ได้แก่ ปริมาณกาวชนิดไอโซไซยาเนตร้อยละ 3 และ 7 ความหนาแน่น 450 และ 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และขนาดของเปลือกไม้ผ่านตะแกรง 6 มิลลิเมตร 10 มิลลิเมตร และ 6 และ 10 มิลลิเมตรผสมกัน อัดขึ้นรูปเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดด้วยแรงดัน 280 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความร้อน 150 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7 นาที ทดสอบตามมาตรฐาน มอก.876-2547 ผลการทดสอบพบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่เหมาะสำหรับนำไปใช้งานคือ แผ่นชิ้นไม้อัดที่ควบคุมความหนาแน่นที่ 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ผสมกาวชนิดไอโซไซยาเนตร้อยละ 7 ใช้ขนาดเปลือกไม้ผ่านตะแกรง 6 และ 10 มิลลิเมตรผสมกัน หรือขนาดผ่านตะแกรง 10 มิลลิเมตร แผ่นชิ้นไม้อัดดังกล่าวจะมีค่าความหนาแน่น ความชื้น การพองตัวตามความหนา ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ความยึดแน่นของผิวหน้า ผ่านตามที่มาตรฐาน มอก.876-2547 แต่ค่าความต้านทานแรงดัด และมอดุลัสยืดหยุ่นยังคงต่ำกว่ามาตรฐาน ทั้งนี้แผ่นชิ้นไม้อัดนี้จะมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำเพียง 0.120 ถึง 0.131 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุก่อสร้างอื่นๆ นอกจากนี้แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่พัฒนาสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุตกแต่งอาคารได้ดี โดยสามารถเลื่อยและเจาะได้เช่นเดียวกับแผ่นชิ้นไม้อัดทั่วไปในท้องตลาด

คำสำคัญ: แผ่นชิ้นไม้อัด เปลือกไม้กระถินณรงค์ วัสดุตกแต่ง กาวชนิดไอโซไซยาเนต

Development of Particleboard from Northern Black Wattle Tree Bark for Using as Decorative Materials

Pakawat Kerprasit [1*] Pramot Weeranukul [2] Kittiworn Muangprab [3] Itthi Weeranukul [4] Kittipong Suweero [5]

pakawat.k@rmutp.ac.th [1], pramot.w@rmutp.ac.th [2], kittiworn.m@ovec.moe.go.th [3],

itthi.w@rmutsb.ac.th [4], kittipong.s@en.rmutt.ac.th [5]

[1] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

[2] Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

[3] Department of Mechanical Techniques, Panjavidhya Technological College

[4] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

[5] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Received	:	16-Dec-2020
Revised	:	17-May-2021
Accepted	:	24-May-2021

Abstract

This research aims to develop the particleboard from northern black wattle tree bark for using as decorative materials. The ratios of northern black wattle tree bark to polymeric diphenyl methane diisocyanate (pMDI) were designed into 12 ratios which differenced in pMDI amount (3% and 5%), density (450 and 700 kg/m^3), and bark size (6 mm, 10 mm, and 6 and 10 mm). The developed particleboard samples were casted by using the compression 280 ksc and heat 150 $^{\circ}$C for 7 minutes and tested by following the TIS.876-2004 standard. According to the results, the proper ratios of particleboard for decoration work were the particleboards which used the 700 kg/m^3 of density, 7% of pMDI amount, and 10 mm or 6 and 10 mm of bark sizes. These particleboards had the properties which can meet the TIS.876-2004 standard including: density, moisture content, thickness swelling, tensile strength perpendicular to surface, and adhesive surface. However, some properties of particleboards cannot meet the standard including: bending strength, and elastic modulus. The developed particleboards had low thermal conductivity coefficient (0.120 - 0.131 w/m.K), especially when comparing to the other construction materials. Moreover, these developed particleboards can use as the decoration materials which can cut and drill as same as the particleboards in the market.

Keywords: particleboard, northern black wattle bark, decoration material, polymeric diphenyl methane diisocyanate

1. บทนำ

แผ่นชิ้นไม้อัด (Particleboards) เป็นวัสดุทดแทนไม้เทียมที่เหมาะกับการนำมาประยุกต์ใช้เป็นวัสดุตกแต่งทั้งฝ้าเพดาน ผนัง และเฟอร์นิเจอร์ภายในอาคาร วัสดุเหล่านี้ใช้กาวเป็นสารเชื่อมประสานสำหรับยึดเส้นใยชนิดต่างๆ ให้เข้ากัน ส่วนใหญ่ขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดราบ (Flat Pressed Particleboards) มีความสวยงาม คงทน รับแรงได้ น้ำหนักเบา และเป็นฉนวนป้องกันความร้อน แต่จากปัญหาด้านทรัพยากรป่าไม้ที่ลดจำนวนลงอย่างต่อเนื่อง อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดจึงประสบปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบ ทำให้จะต้องมีการหาวัตถุดิบมาทดแทนในอนาคต [1] โดยวัตถุดิบที่นำมาทดแทนสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มวัตถุดิบไม้ (Wood Material) ได้แก่ ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ยางพารา และไม้โตเร็วอื่นๆ และกลุ่มวัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (Non-wood Material) คือ พืชที่ไม่มีลักษณะต้นไม้ ได้แก่ พืชเส้นใยทางเกษตรอื่นๆ เมื่อพิจารณาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ ราคา ปริมาณที่มีอยู่ แหล่งของวัตถุดิบ ระยะเวลา และปริมาณ พบว่า วัตถุดิบไม้ยังคงมีแนวโน้มในการนำมาใช้ทดแทนได้มากกว่าวัสดุที่ไม่ใช่ไม้ อย่างไรก็ตามปัจจุบันวัตถุดิบไม้ก็เริ่มหายากมากขึ้นโดยเฉพาะส่วนของเนื้อไม้ซึ่งมีการนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย จึงต้องมีการนำส่วนอื่นของไม้ที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ เปลือกไม้ ซึ่งเป็นส่วนที่อยู่ถัดจากวาสคิวลาร์แคมเบียม ออกไปข้างนอก โดยชนิดของเปลือกไม้ที่นำมาใช้คือ เปลือกไม้กระถินณรงค์ เนื่องจากกระถินณรงค์เป็นไม้โตเร็วที่สามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย และการนำไม้กระถินณรงค์ไปใช้งานส่วนใหญ่จะมีการลอกเปลือกไม้ออกทำให้โรงไม้ต่างๆ มีเปลือกไม้กระถินณรงค์เหลือจำนวนมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นชิ้นไม้อัดเทียมจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ ซึ่งจะส่งผลดีทั้งการช่วยลดปัญหาขาดดุลการค้า ปัญหาสิ่งแวดล้อม และปัญหาการเพิ่มขึ้นของต้นทุนวัสดุก่อสร้าง รวมทั้งตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดในปัจจุบันได้

2. วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ ประกอบด้วย เปลือกไม้กระถินณรงค์ที่มีอายุประมาณ 6-7 ปี กาวชนิดไอโซไซยาเนต (Polymeric Diphenylmethane Diisocyanate; pMDI) ซึ่งเป็นกาวชนิดที่ไม่มีสารฟอร์มาลดีไฮด์ทำให้ปลอดภัยต่อการนำไปใช้งาน เครื่องผสม ปากกาพ่นกาว ถังลม เครื่องบดย่อยเส้นใย พร้อมตะแกรงขนาด 6 มิลลิเมตร และ 10 มิลลิเมตร เครื่องชั่งน้ำหนัก แบบหล่อขนาด 30 x 30 x 1 เซนติเมตร แผ่นเทฟล่อน เครื่องขึ้นรูปแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ เตาอบไฟฟ้า เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal Testing Machine; UTM) เครื่องทดสอบสภาพนำความร้อน และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM)

3. การออกแบบส่วนผสม

ดำเนินการออกแบบส่วนผสมโดยศึกษาความเหมาะสมของปริมาณกาวชนิดไอโซไซยาเนต (pMDI) ต่อน้ำหนักแห้งของเปลือกไม้กระถินณรงค์ และความหนาแน่นที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกไม้กระถินณรงค์ดังนี้

รูปที่ 1 ลักษณะเปลือกไม้กระถินณรงค์

รูปที่ 2 เปลือกไม้กระถินณรงค์ที่บดย่อยผ่านตะแกรงขนาด 6 มิลลิเมตร

รูปที่ 3 เปลือกไม้กระถินณรงค์ที่บดย่อยผ่านตะแกรงขนาด 10 มิลลิเมตร

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกไม้กระถินณรงค์โดยน้ำหนัก

สัญลักษณ์	เปลือกไม้กระถินณรงค์		กาว pMDI	ความหนาแน่น (กก./ม.^{3})
	6 มม.	10 มม.		
K-F3-450	100	-	3	450
K-F3-700	100	-	3	700
K-F7-450	100	-	7	450
K-F7-700	100	-	7	700
K-C3-450	-	100	3	450
K-C3-700	-	100	3	700
K-C7-450	-	100	7	450
K-C7-700	-	100	7	700
K-M3-450	50	50	3	450
K-M3-700	50	50	3	700
K-M7-450	50	50	7	450
K-M7-700	50	50	7	700

4. การขึ้นรูปตัวอย่าง

เริ่มจากนำเปลือกไม้กระถินณรงค์มาบดย่อยผ่านตะแกรงขนาด 6 และ 10 มิลลิเมตร และควบคุมความชื้นของเปลือกไม้ให้ไม่เกินร้อยละ 10 ทำการชั่งน้ำหนักส่วนผสมตามที่ออกแบบ จากนั้นฉีดพ่นกาวชนิดไอโซไซยาเนตลงในเปลือกไม้ที่บดย่อยแล้วด้วยกาพ่นสีและถังลม แล้วจึงนำเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่ฉีดพ่นกาวแล้วไปชั่งน้ำหนักตามความหนาแน่นที่ต้องการโดยเพิ่มความหนาแน่นประมาณร้อยละ 10 ของความหนาแน่นที่ต้องการ เช่น ความหนาแน่น 450 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และหากอัดขึ้นรูปเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดขนาด 0.30 x 0.30 x 0.01 เมตร จะต้องใช้เปลือกไม้กระถินณรงค์ผสมกาวน้ำหนัก เท่ากับ 450 x 0.30 x 0.30 x 0.01 = 0.405 กิโลกรัม ดังนั้นให้ชั่งน้ำหนักเปลือกไม้กระถินณรงค์ผสมกาว เท่ากับ 0.405 x 1.1 = 0.4455 กิโลกรัม เป็นต้น นำส่วนผสมดังกล่าวมาเทใส่แบบหล่อที่มีการเตรียมพื้นผิวด้วยแผ่นเทฟล่อน โดยการนำท่อเหล็กรูปทรงสี่เหลี่ยมที่มีช่องเปิด 2 ด้าน ขนาดตามต้องการมาช่วยในการเรียงเปลือกไม้ให้เรียบสม่ำเสมอ นำแผ่นเหล็กปิดทับด้านบนและนำท่อเหล็กรูปทรงสี่เหลี่ยมออก จากนั้นนำส่วนผสมไปใส่ในเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน และใส่แท่งเหล็กเพื่อควบคุมความหนาของแผ่นชิ้นไม้อัด ทำการโยกปั๊มป๊ไฮโดรลิก ของเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนโดยควบคุมแรงดันของปั๊มป๊ไฮโดรลิกให้อยู่ที่ 280 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือ 4,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยตั้งอุณหภูมิความร้อนไว้ที่ 150 องศาเซลเซียส ทั้งด้านบนและด้านล่าง เป็นเวลาประมาณ 7 นาที จากนั้นสวมถุงมือป้องกันความร้อนและนำแผ่นชิ้นไม้อัดที่ขึ้นรูปออกมาเพื่อถอดแบบโดยนำแผ่นเหล็กและแผ่นเทฟล่อนออกจากแผ่นชิ้นไม้อัดที่ขึ้นรูป รอให้อุณหภูมิลดลงจนสามารถถือด้วยมือเปล่า ทำการตัดขอบของแผ่นชิ้นไม้อัดที่ขึ้นรูปได้แผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกไม้กระถินณรงค์

5. การทดสอบคุณสมบัติของตัวอย่าง

ทดสอบตัวอย่างแผ่นชิ้นไม้อัดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876- 2547) [2] และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน ประกอบด้วย ลักษณะทั่วไป ความหนาแน่น ปริมาณความชื้น การพองตัวตามความหนา ความต้านทางแรงดัดมอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และความยึดแน่นของผิวหน้า และสัมประสิทธิ์การนำความร้อน [3] โดยใช้จำนวนตัวอย่างทดสอบ 5 ตัวอย่างต่อค่าการทดสอบแต่ละค่า

รูปที่ 4 การนำเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่ผ่านการเรียงตัวแล้วไปใส่ในเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน

รูปที่ 5 นำแผ่นเทฟล่อนออกจากแผ่นชิ้นไม้อัดที่ขึ้นรูป

รูปที่ 6 การทดสอบความต้านทานแรงดัดของแผ่นชิ้นไม้อัด

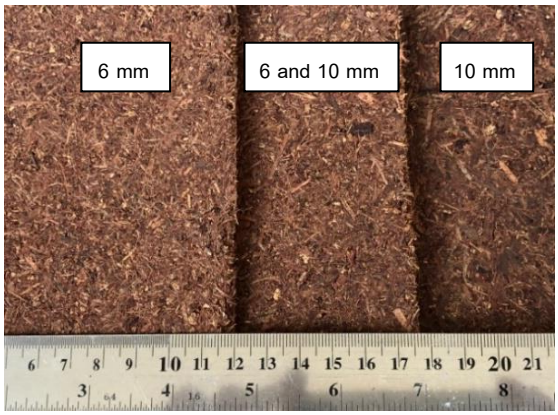
รูปที่ 7 การทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นชิ้นไม้อัด

6. ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการพัฒนาแผ่นชิ้นไม้อัดเทียมจากเปลือกไม้กระถินณรงค์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876- 2547) [2] สามารถสรุปได้ดังนี้

6.1 ลักษณะทั่วไป

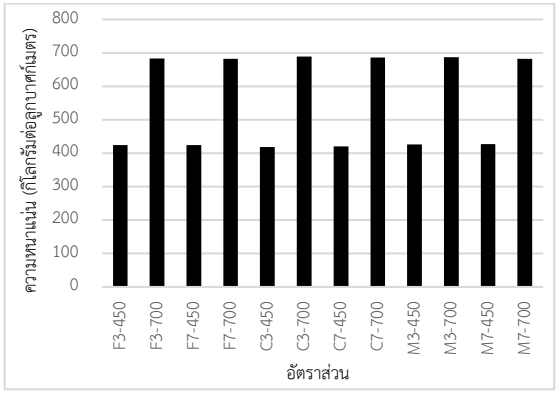
จากผลการตรวจพินิจลักษณะทั่วไปของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ทั้ง 12 อัตราส่วน พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดทั้งหมดมีขอบที่ได้ฉากกับระนาบผิวและมีเนื้อผิวหน้าที่ค่อนข้างเรียบเนียนละเอียด แต่ส่วนที่แตกต่างกันของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์แต่ละอัตราส่วนจะขึ้นอยู่กับปัจจัย ได้แก่ เปลือกไม้กระถินณรงค์ที่บดย่อยแต่ละขนาด จะส่งผลต่อลักษณะผิวหน้าของแผ่นชิ้นไม้อัด โดยเปลือกไม้ขนาดละเอียด ผ่านตะแกรงขนาด 6 มิลลิเมตร จะมีเนื้อที่เรียบเนียนมากที่สุด รองลงมาคือ แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้ขนาดละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 6 มิลลิเมตร ผสมกับเศษเปลือกไม้ขนาดละเอียด ผ่านตะแกรงขนาด 10 มิลลิเมตร อย่างละครึ่ง และแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้ขนาดหยาบ ผ่านตะแกรงขนาด 10 มิลลิเมตร มีเนื้อที่หยาบมากที่สุด ตามลำดับ [4] ส่วนปริมาณกาวไอโซไซยาเนตที่ผสมลงในแผ่นชิ้นไม้อัดมากกว่า จะมีเนื้อที่แน่นและมีขอบที่คมและแข็งแรงกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่ผสมกาวน้อย นอกจากนี้แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่มีความหนาแน่นมากกว่า จะมีเนื้อที่แน่นและมีขอบที่คมและแข็งแรงกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่มีความหนาแน่นน้อย



รูปที่ 8 ผิวหน้าของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ขนาด 6 มิลลิเมตร (ซ้าย) ขนาด 6 มิลลิเมตร ผสม 10 มิลลิเมตรอย่างละครึ่ง (กลาง) และขนาด 10 มิลลิเมตร (ขวา)

6.2 ความหนาแน่น

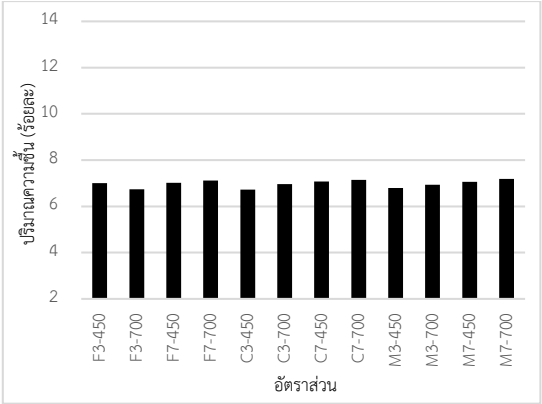
ผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่ขึ้นรูปทั้ง 12 อัตราส่วน ในรูปที่ 9 พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดที่ขึ้นรูปด้วยความหนาแน่นที่กำหนดทั้ง 450 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะมีค่าความหนาแน่นใกล้เคียงกับที่ต้องการ



รูปที่ 9 ความหนาแน่นของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์อัตราส่วนต่างๆ

6.3 ปริมาณความชื้น

สำหรับปริมาณความชื้นของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่ขึ้นรูปทั้ง 12 อัตราส่วน พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดทั้งหมดมีค่าปริมาณความชื้นใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 6.72 ถึง 7.19 และอยู่ในช่วงที่มาตรฐาน มอก.876-2547 กำหนด คือ มีค่าระหว่างร้อยละ 4 ถึง 13 [2] ดังรูปที่ 10

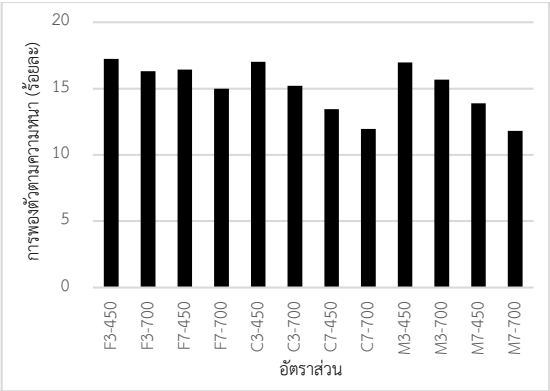


รูปที่ 10 ปริมาณความชื้นของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์อัตราส่วนต่างๆ

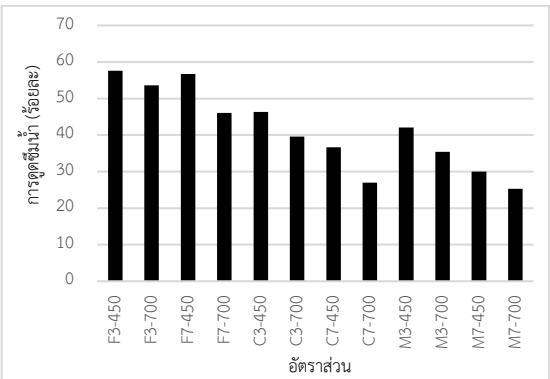
6.4 การพองตัวตามความหนา และ การดูดซึมน้ำ

ผลการทดสอบการพองตัวตามความหนาของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ทั้ง 12 อัตราส่วน ในรูปที่ 11 พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้ขนาดละเอียดและหยาบ (เศษเปลือกไม้ขนาดละเอียด ผ่านตะแกรงขนาด 6 มิลลิเมตร ผสมกับเศษเปลือกไม้ขนาดหยาบผ่านตะแกรงขนาด 10 มิลลิเมตร อย่างละครึ่ง) ที่กำหนดให้มีค่าความหนาแน่น 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และใช้กาวร้อยละ 7 (อัตราส่วน M7-700) จะมีค่าการพองตัวต่ำที่สุด รองลงมาคือ แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้ขนาดหยาบ (เศษเปลือกไม้ขนาดละเอียด ผ่านตะแกรงขนาด 10 มิลลิเมตร) ที่กำหนดให้มีค่าความหนาแน่น 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และใช้กาวร้อยละ 7 (อัตราส่วน C7-700) ส่วนแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้ขนาดละเอียด (เศษเปลือกไม้ขนาดละเอียด ผ่านตะแกรงขนาด 6 มิลลิเมตร) ที่กำหนดให้มีค่าความหนาแน่น 450 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และใช้กาวร้อยละ 3 (อัตราส่วน F3-450) จะมีค่าการพองตัวสูงที่สุด จากผลการทดสอบดังกล่าวแสดงชัดเจนว่าการเพิ่มปริมาณกาวมีผลต่อการลดลงของการพองตัวตามความหนา [1, 5] อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่าการพองตัวทั้งหมดกับมาตรฐาน มอก.876-2547 ซึ่งกำหนดให้ต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 12 [2] พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ จำนวน 2 อัตราส่วน ได้แก่ อัตราส่วน K-

M7-700 และอัตราส่วน K-C7-700 มีค่าการพองตัวผ่านมาตรฐาน นอกจากนี้เมื่อนำแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้ทั้งหมดไปทดสอบค่าการดูดซึมน้ำในรูปที่ 12 พบว่า การดูดซึมน้ำเป็นคุณสมบัติที่มีแนวโน้มเช่นเดียวกับการพองตัวตามความหนา



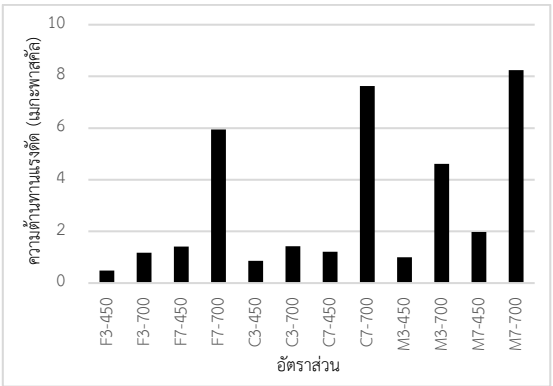
รูปที่ 11 การพองตัวตามความหนาของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์อัตราส่วนต่างๆ



รูปที่ 12 การดูดซึมน้ำของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์อัตราส่วนต่างๆ

6.5 ความต้านทางแรงดัด

ผลการทดสอบความต้านทางแรงดัดของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่ขึ้นรูปทั้ง 12 อัตราส่วน ในรูปที่ 13 พบว่า ขนาดของเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ ความหนาแน่น และปริมาณกาวมีผลต่อความต้านทานแรงดัดของแผ่นชิ้นไม้อัดอย่างมาก [1, 6-8] โดยแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์เป็นอัตราส่วน M7-700 ที่มีค่าความต้านทานแรงดัดสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน C7-700 อัตราส่วน F7-700 อัตราส่วน M3-700 อัตราส่วน M7-450 อัตราส่วน C3-700 อัตราส่วน F7-450 อัตราส่วน C7-450 อัตราส่วน F3-700 อัตราส่วน M3-450 อัตราส่วน C3-450 และอัตราส่วน F3-450 เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่มีค่าความต้านทานแรงดัดต่ำที่สุด ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าความต้านทางแรงดัดดังกล่าว จะเห็นได้ว่าความหนาแน่นของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์มีผลต่อคุณสมบัติด้านความต้านทานแรงดัดมากที่สุด รองลงมาคือ ปริมาณกาวที่ใช้ และขนาดของเศษเปลือกไม้มีผลต่อคุณสมบัติด้านความต้านทานแรงดัดน้อยที่สุด ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.876-2547 ซึ่งกำหนดให้แผ่นชิ้นไม้อัดมีความต้านทานแรงดัดสูงกว่า 14 เมกะพาสคัล [2] จะเห็นได้ว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ทั้งหมดยังคงมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน

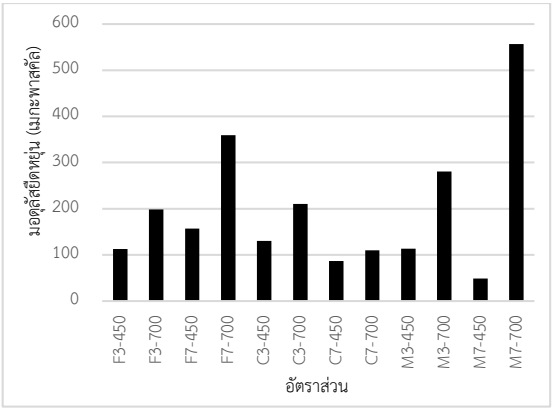


รูปที่ 13 ความต้านทานแรงดัดของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์อัตราส่วนต่างๆ

6.6 มอดุลัสยืดหยุ่น

ในส่วนของผลการทดสอบคุณสมบัติด้านมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ทั้ง 12 อัตราส่วน ดังรูปที่ 14 พบว่า มอดุลัสยืดหยุ่น เป็นคุณสมบัติที่มีความสัมพันธ์กับค่าความต้านทางแรงดัด [4, 6-7] โดยแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์อัตราส่วนที่มีค่าความต้านทานแรงดัดสูงก็มีแนวโน้มที่จะมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงเช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.876-2547 ซึ่งกำหนดให้แผ่นชิ้นไม้อัดมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงกว่า 1,800 เมกะพาสคัล [2] พบว่าแผ่นชิ้นไม้อัด

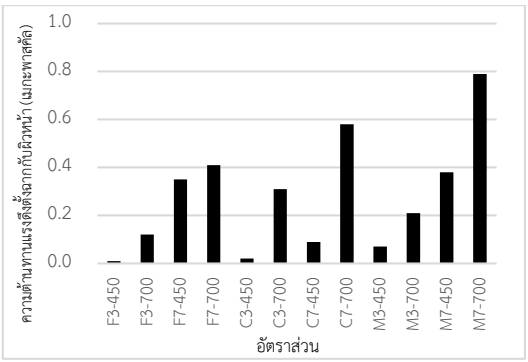
จากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ทั้งหมดมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นต่ำกว่ามาตรฐานเช่นเดียวกับค่าความต้านทานแรงดัด



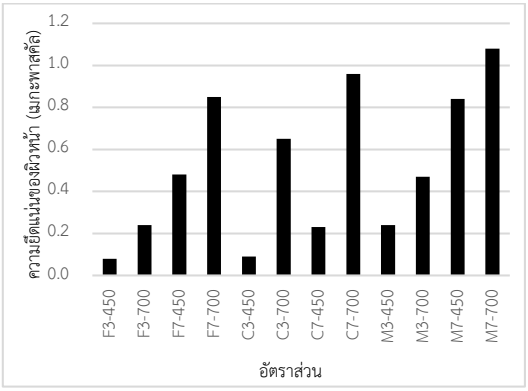
รูปที่ 14 มอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์อัตราส่วนต่างๆ

6.7 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และความยึดแน่นของผิวหน้า

จากผลการทดสอบความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และความยึดแน่นของผิวหน้าของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ในรูปที่ 15 และ 16 ทำให้เห็นว่าความหนาแน่น ปริมาณกาว และขนาดของเศษเปลือกไม้มีผลต่อความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าและความยึดแน่นของผิวหน้าเช่นเดียวกับคุณสมบัติอื่น [1, 7-8] โดยแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์อัตราส่วน M7-700 เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าและความยึดแน่นของผิวหน้าสูงที่สุด รองลงมาคืออัตราส่วน C7-700 อัตราส่วน F7-700 ไล่เรียงลงมาจนกระทั่งอัตราส่วน F3-450 เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าและความยึดแน่นของผิวหน้าต่ำที่สุด ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.876-2547 [2] ซึ่งกำหนดให้แผ่นชิ้นไม้อัดต้องมีความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าสูงกว่า 0.4 เมกะพาสคัล และความยึดแน่นของผิวหน้าต้องสูงกว่า 0.8 เมกะพาสคัล พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดอัตราส่วนต่างๆ จำนวน 3 อัตราส่วน ได้แก่ อัตราส่วน M7-700 อัตราส่วน C7-700 และอัตราส่วน F7-700 ที่สามารถผ่านมาตรฐานดังกล่าวได้



รูปที่ 15 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์อัตราส่วนต่างๆ

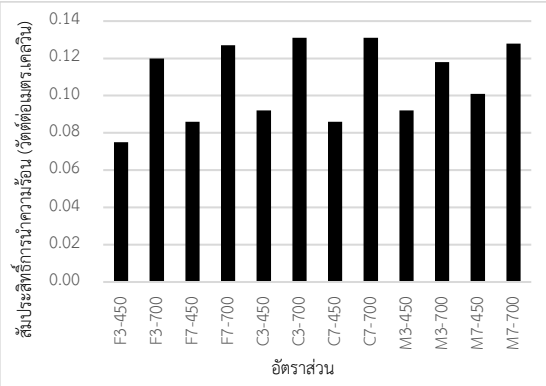


รูปที่ 16 ความยึดแน่นของผิวหน้าของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์อัตราส่วนต่างๆ

6.8 สัมประสิทธิ์การนำความร้อน

จากผลการทดสอบสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ในรูปที่ 17 สรุปได้ว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่มีความหนาแน่นต่ำจะมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำเช่นกัน ดังจะเห็นได้จากแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่กำหนดความหนาแน่นเท่ากับ 450 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่กำหนดความหนาแน่นเท่ากับ 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในทุกอัตราส่วน ซึ่งเป็นผลมาจากแผ่นชิ้นไม้อัดที่มีความหนาแน่นต่ำจะมีช่องว่างมากกว่าและมีความเป็นฉนวนมากกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่มีความหนาแน่นสูงและมีช่องว่างน้อย [9-11] ทั้งนี้แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์อัตราส่วน F3-450 จะเป็นแผ่นชิ้นไม้

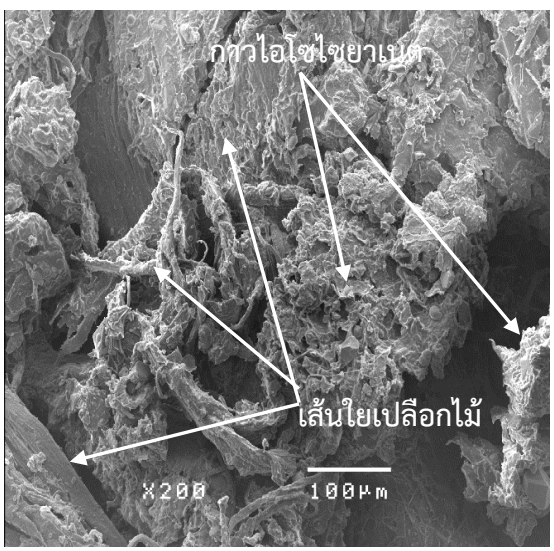
อัดที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำที่สุด รองลงมาคือ อัตราส่วน F7-450 อัตราส่วน C7-450 อัตราส่วน C3-450 อัตราส่วน M3-450 อัตราส่วน M7-450 อัตราส่วน M3-700 อัตราส่วน F3-700 อัตราส่วน F7-700 อัตราส่วน M7-700 อัตราส่วน C3-700 และอัตราส่วน C7-700 เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนสูงที่สุด ตามลำดับ



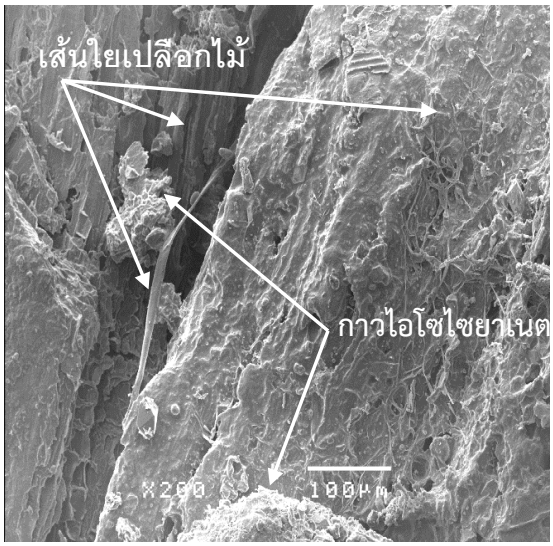
รูปที่ 17 สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์อัตราส่วนต่างๆ

เมื่อนำแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์อัตราส่วน M7-700 มาถ่ายภาพขยายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 200 เท่า ดังรูปที่ 18 และ 19 ทำให้สามารถอธิบายถึงลักษณะของเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่มีลักษณะเป็นเส้นใยที่ยึดติดกันเป็นก้อนอย่างแน่นหนา นอกจากนี้ยังสามารถสังเกตขนาดและลักษณะของเส้นใยเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่มีขนาดประมาณ 5 – 15 ไมโครเมตร ส่วนกาวไอโซไซยาเนตจะกระจายตัวอยู่ทั่วพื้นผิวและช่องว่างต่างๆ คล้ายใยแมงมุมจับตัวกันเป็นก้อน เพื่อช่วยยึดเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ให้ติดกัน

ส่วนการนำแผ่นชิ้นไม้อัดที่พัฒนาไปทดสอบใช้งานจริง พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์อัตราส่วนที่มีค่าความต้านทานแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และความยึดแน่นของผิวหน้าที่สูง จะมีแนวโน้มการนำมาใช้งานเป็นวัสดุตกแต่งอาคารหรือผนังอาคารได้ดี โดยสามารถตัดด้วยเลื่อยและเลื่อยไฟฟ้าได้ดี (รูปที่ 20) รวมทั้งเจาะยึดกับโครงสร้างเหล็กรูปพรรณโดยใช้สว่านไฟฟ้าหรือตะปูเกลียวปลายปล่อยได้ แต่แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์อัตราส่วนที่มีค่าความต้านทานแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และความยึดแน่นของผิวหน้าที่ต่ำ โดยเฉพาะแผ่นชิ้นไม้อัดที่กำหนดความหนาแน่น 450 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีปัญหาในการนำมาใช้งานจริงค่อนข้างมาก เนื่องจากตัวแผ่นจะเกิดการหลุดร่อนทั้งจากการตัดด้วยเลื่อยหรือเลื่อยไฟฟ้า และการเจาะรูด้วยสว่านไฟฟ้า ดังจะเห็นได้จากรูปที่ 21 ทำให้สรุปได้ว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่มีความหนาแน่น 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สามารถนำไปใช้ตกแต่งอาคารได้ดีเช่นเดียวกับแผ่นชิ้นไม้อัดทั่วไป แม้ว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์ทั้งหมดจะมีค่าความต้านทานแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่นที่ต่ำกว่ามาตรฐาน



รูปที่ 18 ลักษณะกาวที่ติดอยู่บนเศษเปลือกไม้กระถินณรงค์จากกล้อง SEM ที่กำลังขยาย 200 เท่า



รูปที่ 19 การเคลือบเส้นใยเปลือกไม้กระถินณรงค์ด้วยกาวจากกล้อง SEM ที่กำลังขยาย 200 เท่า

รูปที่ 20 การตัดแผ่นชิ้นไม้อัดด้วยเลื่อยไฟฟ้า

รูปที่ 21 การเจาะแผ่นชิ้นไม้อัดด้วยสว่านไฟฟ้า

7. สรุปผล และข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินงานข้างต้น สามารถเป็นสรุปผลและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

7.1 สรุปผล

จากผลการดำเนินโครงการสามารถสรุปได้ว่า เมื่อนำเปลือกไม้กระถินณรงค์ มาผสมกับกาวชนิดไอโซไซยาเนต (pMDI) และอัดขึ้นรูปให้มีความหนา 10 มิลลิเมตร โดยใช้ความร้อน 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที จะได้แผ่นชิ้นไม้อัดที่สามารถนำไปใช้ในงานวัสดุตกแต่งได้ดี โดยเฉพาะแผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่ควบคุมความหนาแน่นที่ 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณกาวร้อยละ 7 และใช้เปลือกไม้กระถินณรงค์ที่บดย่อยให้มีขนาดผ่านตะแกรง 6 มิลลิเมตร ผสมกับขนาดผ่านตะแกรง 10 มิลลิเมตร หรือขนาดผ่านตะแกรง 10 มิลลิเมตร เพียงขนาดเดียว โดยแผ่นชิ้นไม้อัดเทียมที่ได้ดังกล่าว จะมีค่าความหนาแน่น ความชื้น การพองตัวตามความหนา ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ความยึดแน่นของผิวหน้าที่ผ่านตามที่มาตรฐาน มอก.876-2547 กำหนด แต่ยังคงมีค่าความต้านทานแรงดัด และมอดุลัสยืดหยุ่นที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งจากผลการทดสอบสามารถสรุปปัจจัยที่ทำให้แผ่นชิ้นไม้อัดเทียมมีความต้านทานแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่นต่ำดังกล่าวว่าเป็นผลมาจากความหนาแน่นของแผ่นชิ้นไม้อัด ปริมาณกาวที่ใช้ และขนาดของเศษเปลือกไม้ที่ยังไม่เหมาะสม อย่างไรก็ตามแผ่นชิ้นไม้อัดนี้ยังมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะนำไปใช้เป็นวัสดุตกแต่งอาคารได้ดีโดยสามารถเลื่อย เจาะ และยึดด้วยตะปูเกลียวได้เช่นเดียวกับแผ่นชิ้นไม้อัดทั่วไปในท้องตลาด นอกจากนี้แผ่นชิ้นไม้อัดเทียมจากเปลือกไม้กระถินณรงค์ที่พัฒนายังมีจุดเด่นอยู่ที่ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ค่อนข้างต่ำเพียง 0.120 ถึง 0.131 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุก่อสร้างอื่นๆ เช่น แผ่นยิปซัมที่มีค่าเท่ากับ 0.191 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน ผนังอิฐมอญที่มีค่าเท่ากับ 0.473 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน อิฐมวลเบามีค่าเท่ากับ 0.180 วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน เป็นต้น และมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าหรือใกล้เคียงกับแผ่นชิ้นไม้อัดทั่วไป โดยเฉพาะหากผู้ผลิตที่มีเปลือกกระถินณรงค์เหลือทิ้งเนื่องจากสามารถลดต้นทุนการจัดซื้อเศษไม้มาใช้ในการผลิตได้

7.2 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาต่อไป ควรพัฒนาแผ่นชิ้นไม้อัดเทียมจากเปลือกไม้กระถินณรงค์เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพิ่มเติม เช่น ของที่ระลึก หรือเฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น เพื่อช่วยในการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ รวมทั้งพัฒนาคุณสมบัติด้านความแข็งแรงให้ผ่านมาตรฐาน มอก.846-2547

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณแผ่นดินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประจำปี 2563 ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

9. เอกสารอ้างอิง

[1] Yenjai P, Jarusombuti S, Veenin T. Particleboard manufacturing from waste of cajuput (Melaleuca cajuputi Powell). VRU Research and Development Journal Science and Technology. 2016;11(2):131-40. (in Thai)

[2] Thai Industrial Standards Institute (TISI). Thai industrial standard no.876-2004: particleboard product. Bangkok: TISI; 2004. (in Thai)

[3] American Society for Testing and Materials (ASTM). Standard test method for steady-state heat flux measurements and thermal transmission properties by means of the guarded-hot-plate apparatus (ASTM C177). Philadelphia: ASTM; 2010.

[4] Cheng X, He X, Xie J, Quan P, Xu K, Li X, Cai Z. Effect of the particle geometry and adhesive mass percentage on the physical and mechanical properties of particleboard made from peanut hull. Bio Resources. 2016;11(3):7271-81.

[5] Nemli G, Örs Y, Kalaycıoğlu H. The choosing of suitable decorative surface coating material types for interior end use applications of particleboard. Construction and Building Materials. 2005;19(4):307-12.

[6] Bledzki AK, Gassan J. Composites reinforced with cellulose based fibers. Progress in Polymer Science. 1999;24(2):221-74.

[7] Lin CJS, Hiziroglu SMK, Lai HW. Manufacturing particleboard panels from betel palm (Areca catechu Linn.). Journal of materials processing technology. 2008;197(1-3):445-8.

[8] Sekaluvu L, Tumutegyereize P, Kiggundu N. Investigation of factors affecting the production and properties of maize cob-particleboards. Waste Biomass Valor. 2014; 5(1):27–32.

[9] Weeranukul P, Suweero K, Weeranukul I. Coconut coir ceiling board product with thermal insulation property. Journal of Engineering, RMUTT. 2018;16(2):129-38. (in Thai)

[10] Faherty KF, Williamson TG. Wood Engineering and Construction Handbook. New York: McGraw-Hill, Inc.; 1995.

[11] Hazrat BM, Zarea HH, Daliri SM, Abginechi Z, Hemmati A. Mechanical and insulating performances of ultralight thick particleboard from sugarcane residues and woods planer shaving. Eur. J. Wood Prod. 2016;74(2):161–8.