การพัฒนาแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและส่งเสริมแนวคิดขยะเหลือศูนย์

ภควัต เกอะประสิทธิ์[1] อิทธิ ผลิตศิริ[2*] ปราโมทย์ วีรานุกูล[3] และกิตติพงษ์ สุวีโร[4]

pakawat.k@rmutp.ac.th[1], itthi.w@rmutsb.ac.th[2], pramot.w@rmutp.ac.th[3], kittipong.s@en.rmutt.ac.th[4]

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

[2*] สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

[3] สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

[4] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

(Received:9-May-2023 Revised: 23-Oct-2023 Accepted: 4-Nov-2023)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียน (สายพันธุ์หมอนทอง) สำหรับใช้ในงานวัสดุตกแต่ง ทำการออกแบบส่วนผสมของเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนและกาวไดไอโซไซยาเนต (pMDI) ที่แตกต่างกันจำนวน 6 อัตราส่วน อัดขึ้นรูปเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดโดยใช้ความร้อน 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที ทำการทดสอบตามมาตรฐาน มอก.876-2547 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ จากผลการทดสอบพบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดที่เหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นวัสดุตกแต่ง คือ แผ่นชิ้นไม้อัดที่ควบคุมความหนาแน่น 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ผสมกาวไดไอโซไซยาเนตร้อยละ 8 และใช้ขนาดเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนผสมระหว่างการไสและการบดย่อย แผ่นชิ้นไม้อัดเทียมดังกล่าวมีค่าความหนาแน่นประมาณ 597.25 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความชื้นร้อยละ 4.48 การพองตัวตามความหนาร้อยละ 5.34 ความต้านทานแรงดัด 6.05 เมกะพาสคัล มอดุลัสยืดหยุ่น 378.25 เมกะพาสคัล และความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า 0.37 เมกะพาสคัล แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่พัฒนาสามารถช่วยเพิ่มมูลค่าและลดปริมาณเศษขยะเหลือทิ้งทางการเกษตรภายในสวนทุเรียนให้หมดไปตามแนวคิดขยะเหลือศูนย์ได้

คำสำคัญ: แผ่นชิ้นไม้อัด เศษกิ่งไม้ต้นทุเรียน วัสดุตกแต่ง กาวไดไอโซไซยาเนต

Development of Particleboard from Durian Branch Waste for Adding Value to Agricultural Waste Material and Promoting Zero Waste Concept

Pakawat Kerprasit[1] Itthi Plitsiri[2*] Pramot Weeranukul[3] and Kittipong Suweero[4]
pakawat.k@rmutp.ac.th[1], itthi.w@rmutsb.ac.th[2], pramot.w@rmutp.ac.th[3], kittipong.s@en.rmutt.ac.th[4]

[1] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
[2*] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
[3] Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
[4] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi
(Received:9-May-2023 Revised: 23-Oct-2023 Accepted: 4-Nov-2023)

Abstract

This research aims to develop particleboard from durian (Monthong variety) branch waste for use as a decorative material. The ratio of durian branch waste to Polymeric Diphenyl Methane Diisocyanate (pMDI) was designed and edited into six ratios with varying amounts of pMDI. The particleboard samples were cast using heat at 150°C for 7 minutes and tested following TIS.876-2004 (particleboard product) standards. According to the results, the particleboards with a density of 600 kg/m^3, 8% pMDI, and mixed durian wood chips (shaved wood chips and ground wood chips) were suitable for decoration work. The properties of the particleboard included a density of 597.25 kg/m^3, 4.48% moisture, 5.34% thickness swelling, 6.05 MPa bending strength, 378.25 MPa elastic modulus, and 0.37 MPa tensile strength perpendicular to the surface. The developed particleboard from durian branch waste can add value and reduce the amount of agricultural waste left in durian orchards in accordance with the zero waste concept.

Keywords: particleboard, durian branch waste, decoration material, polymeric diphenyl methane diisocyanate

1. บทนำ

แผ่นชิ้นไม้อัด (particleboards) เป็นวัสดุทดแทนไม้เทียมที่เหมาะกับการนำมาประยุกต์ใช้เป็นวัสดุตกแต่ง ทั้งแผ่นฝ้าเพดาน แผ่นกรุตกแต่งผนัง และเฟอร์นิเจอร์ภายในอาคาร วัสดุเหล่านี้ใช้กาวเป็นสารเชื่อมประสาน ซึ่งสามารถยึดเส้นใยชนิดต่างๆ ให้เข้ากัน สามารถขึ้นรูปได้ทั้งวิธีการอัดราบ (flat pressed particleboards) และวิธีอัดกระทุ้ง (extruded pressed particleboards) เป็นแผ่นไม้ที่มีความสวยงาม คงทน รับแรงได้ น้ำหนักเบา และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี [1-2] ปัจจุบันความต้องการแผ่นชิ้นไม้อัดมีสูง และทรัพยากรป่าไม้มีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง ทำให้แผ่นชิ้นไม้อัดมีแนวโน้มราคาสูงขึ้น และการหาวัสดุทดแทนไม้สำหรับนำมาขึ้นรูปแผ่นชิ้นไม้อัดจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ

จากการสำรวจเศษกิ่งไม้ที่เหลือทิ้งจากการตัดแต่งกิ่ง หรือวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรโดยเฉพาะเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียน ซึ่งประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกและส่งออกมากเป็นอันดับ 1 ของโลก หรือประมาณ 937,607 ไร่ คิดเป็นผลผลิต 1,017,097 ตัน [3] โดยพบว่ากิ่งไม้ต้นทุเรียนเป็นวัสดุที่ไม่ถูกนำไปใช้ประโยชน์เท่าที่ควร และเกษตรกรต้องแบกรับภาระการกำจัด เนื่องจากทางราชการได้ขอความร่วมมือเกษตรกรให้ลดหรือห้ามการกำจัดขยะโดยการเผา เพราะจะส่งผลกระทบต่อมลพิษทางอากาศ แม้ว่าจะมีเกษตรกรบางรายที่นำเศษกิ่งไม้ดังกล่าวไปทำปุ๋ยหมักหรือทำการฝังกลบ แต่ก็ไม่สามารถกำจัดเศษวัสดุขนาดใหญ่ได้ และอาจก่อให้เกิดปัญหาเชื้อราได้

การพัฒนาแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียน จึงเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและส่งเสริมแนวคิดขยะเหลือศูนย์ (Zero Waste) ซึ่งเป็นแนวทางในการลดขยะตั้งแต่ต้นทาง ทำให้ขยะที่จะถูกนำไปกำจัดเหลือน้อยที่สุด ลดต้นทุนการทำเกษตรของเกษตรกร ลดการเผาสร้างมลพิษทางอากาศ ช่วยสร้างอาชีพและรายได้ให้กับคนในชุมชน ส่งเสริมการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในระยะสั้นและระยะยาว นอกจากนี้ยังเชื่อมโยงการท่องเที่ยวหรือภาคบริการอื่นให้เข้มแข็งอีกด้วย

2. วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ ประกอบด้วย เศษกิ่งไม้ต้นทุเรียน สายพันธุ์หมอนทอง จากตำบลไชยราช อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ กาวไดไอโซไซยาเนต หรือกาวชนิด Polymeric Diphenyl Methane Diisocyanate (pMDI) เป็นกาวที่ไม่มีสารฟอร์มาลดีไฮด์ ถังผสม กาพ่นสีแบบกาบน ปั๊มลม กบไสไม้ไฟฟ้าขนาด 3 นิ้ว เครื่องบดย่อยพลาสติก พร้อมตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูเจาะ จำนวน 2 ขนาด ได้แก่ ขนาด 25 มิลลิเมตร และ 10 มิลลิเมตร เครื่องชั่งน้ำหนัก แบบหล่อขนาด 20 x 20 เซนติเมตร หนา 6 มิลลิเมตร อุปกรณ์ช่วยจัดเรียงวัสดุเหล็กกระทุ้ง และแผ่นเทฟล่อน เครื่องขึ้นรูปแผ่นชิ้นไม้อัดด้วยความร้อนชนิดอัดราบ พร้อมท่อนเหล็กช่วยผ่อนแรง ขนาด 1 เมตร จำนวน 2 ท่อน ตู้อบ เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (universal testing machine, UTM) และกล้องจุลทรรศน์แบบดิจิตอล

รูปที่ 1 เครื่องบดย่อยพลาสติก พร้อมตะแกรง

รูปที่ 2 เครื่องขึ้นรูปแผ่นชิ้นไม้อัดด้วยความร้อน พร้อมท่อนเหล็กช่วยผ่อนแรง

3. การออกแบบส่วนผสม

ออกแบบอัตราส่วนผสมโดยใช้เศษกิ่งไม้ต้นทุเรียน 1 ส่วนโดยน้ำหนัก ต่อกาวไดไอโซไซยาเนต (pMDI) ตั้งแต่ 0.08 ถึง 0.16 ส่วนโดยน้ำหนัก รวม 3 อัตราส่วน ซึ่งเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ใช้ผ่านการย่อยขนาด แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ เศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ย่อยขนาดด้วยการไสเพียงอย่างเดียว และเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ย่อยขนาดด้วยการไสและการบดอย่างละครึ่ง ทั้งนี้การย่อยขนาดด้วยการไส เป็นการนำเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนมาไสด้วยกบไฟฟ้าให้ได้เศษไม้ที่มีความหนาประมาณ 0.6 – 0.8 มิลลิเมตร ส่วนการย่อยขนาดด้วยการบดย่อย เป็นการนำเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนมาบดย่อยด้วยเครื่องบดพลาสติกด้วยตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูเจาะ ขนาด 25 มิลลิเมตร และ 10 มิลลิเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้เศษไม้ต้นทุเรียนทั้งที่ผ่านการไสและผ่านการบดย่อยต้องมีการควบคุมความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก รวมเป็นอัตราส่วนผสมที่ใช้ทั้งสิ้น 6 อัตราส่วน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนัก

อัตราส่วน*	เศษกิ่งไม้ที่ไส (ส่วนโดยน้ำหนัก)	เศษกิ่งไม้ที่ไสและบดย่อย (ส่วนโดยน้ำหนัก)	กาว pMDI (ส่วนโดยน้ำหนัก)
D-0.08	1	-	0.08
M-0.08	0.5	0.5	0.08
D-0.12	1	-	0.12
M-0.12	0.5	0.5	0.12
D-0.16	1	-	0.16
M-0.16	0.5	0.5	0.16

หมายเหตุ * สัญลักษณ์ของแต่ละอัตราส่วนมีความหมายดังนี้

D-ปริมาณกาว หมายถึง ใช้เศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ไส 1 ส่วนโดยน้ำหนัก และกาว pMDI ในปริมาณส่วนโดยน้ำหนักตามที่ระบุ

M-ปริมาณกาว หมายถึง ใช้เศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ไส 0.5 ส่วนโดยน้ำหนัก และเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่บดย่อย 0.5 ส่วนโดยน้ำหนัก และกาว pMDI ในปริมาณส่วนโดยน้ำหนักตามที่ระบุ

ตัวอย่างเช่น D-0.08 เป็นอัตราส่วนที่ใช้เศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ไส 1 ส่วนโดยน้ำหนัก และกาว pMDI ในปริมาณ 0.08 ส่วนโดยน้ำหนัก เป็นต้น

รูปที่ 3 ลักษณะของกิ่งต้นทุเรียน

รูปที่ 4 ลักษณะเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ไสแล้ว

รูปที่ 5 ลักษณะเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่บดย่อยแล้ว

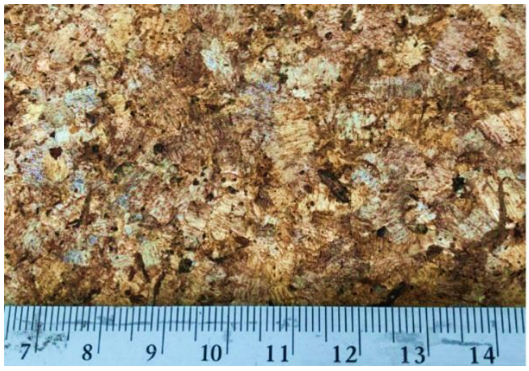
4. การขึ้นรูปตัวอย่าง

นำเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ย่อยขนาดแล้ว และกาวไดไอโซไซยาเนต มาชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วนที่ออกแบบ แล้วนำเศษกิ่งไม้มาใส่ลงในกระป๋องผสม จากนั้นฉีดพ่นกาวไดไอโซไซยาเนตด้วยกาพ่นสี และปั๊มป์ลมลงในกระป๋องผสม ทำการหมุนถังผสมขณะ

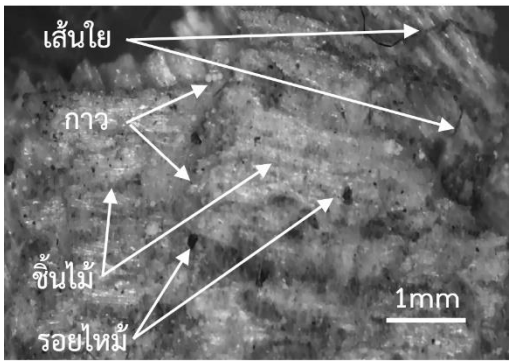
ฉีดพ่นกาวและเปิดฝาถังเพื่อกวนส่วนผสม ไม่น้อยกว่า 4 ครั้ง เพื่อให้กาวกระจายทั่วเศษไม้มากยิ่งขึ้น นำเศษกิ่งไม้ที่ฉีดพ่นกาวทั่วแล้วไปอัดขึ้นรูป โดยเทส่วนผสมลงในแบบหล่อเหล็ก พร้อมบดอัดส่วนผสมเบื้องต้นให้แน่นอยู่ภายในแบบหล่อด้วยเหล็กกระทุ้ง แล้วประกบส่วนผสมด้วยแผ่นเทฟล่อน และแผ่นอลูมิเนียมทั้ง 2 ด้าน แล้วจึงนำเศษกิ่งไม้ที่อยู่ในแบบหล่อและประกบแผ่นเทฟล่อนและแผ่นอลูมิเนียมแล้ว ไปใส่ในเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เมื่อใช้ความหนาแผ่น เท่ากับ 6 มิลลิเมตร ทำการควบคุมความหนาแน่นของแผ่นไม้ที่ขึ้นรูปที่ 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นำแผ่นชิ้นไม้อัดที่ขึ้นรูปออกมาเพื่อถอดแบบ จากนั้นนำแผ่นเหล็กและแผ่นเทฟล่อนออกจากแผ่นชิ้นไม้อัดที่ขึ้นรูป รอให้อุณหภูมิลดลงจนสามารถถือด้วยมือเปล่า ได้แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนสำหรับนำไปทดสอบหรือนำไปใช้งานต่อไป

รูปที่ 6 ส่วนผสมก่อนนำไปอัดขึ้นรูป

รูปที่ 7 นำแผ่นเทฟล่อนออกจากแผ่นชิ้นไม้อัดที่ขึ้นรูป



รูปที่ 8 ผิวหน้าของแผ่นชิ้นไม้อัดที่ขึ้นรูป



รูปที่ 9 ผิวหน้าของแผ่นชิ้นไม้อัดจากกล้องจุลทรรศน์ดิจิตอลที่กำลังขยาย 40 เท่า

5. การทดสอบคุณสมบัติของตัวอย่าง

ทดสอบตัวอย่างแผ่นชิ้นไม้อัดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก. 876- 2547) [4] และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน ประกอบด้วย ลักษณะทั่วไป ความหนาแน่น ปริมาณความชื้น การพองตัวตามความหนา ความต้านทางแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และความยึดแน่นของผิวหน้า โดยใช้จำนวนตัวอย่างทดสอบ 5 ตัวอย่างต่อค่าการทดสอบแต่ละค่า

รูปที่ 10 การทดสอบความต้านทานแรงดัดของแผ่นชิ้นไม้อัด

รูปที่ 11 การทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นชิ้นไม้อัด

6. ผลการดำเนินงานวิจัย

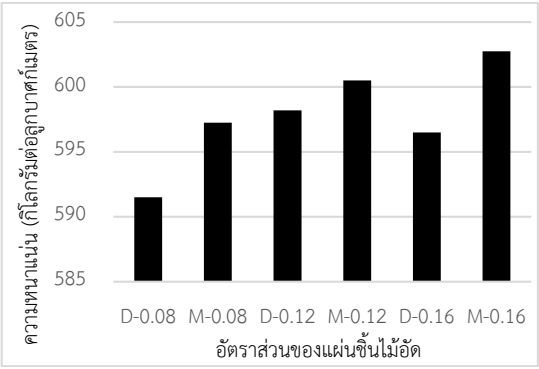
ผลการพัฒนาแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและส่งเสริมแนวคิดขยะเหลือศูนย์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ (มอก.876- 2547) [4] สรุปได้ดังนี้

6.1 ลักษณะทั่วไป

ลักษณะทั่วไปของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ทุเรียนที่ขึ้นรูปทั้ง 6 อัตราส่วน พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดทั้งหมดมีขอบที่ได้ฉากกับระนาบผิว ผิวหน้ามีเนื้อค่อนข้างเรียบ และกาวไดไอโซไซยาเนตสามารถยึดเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดได้ดี โดยผิวหน้าของแผ่นชิ้นไม้อัดที่ขึ้นรูปจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ใช้วิธีการไสจะมีผิวหน้าที่ค่อนข้างเรียบกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดที่ขึ้นรูปจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ใช้วิธีการไสผสมกับวิธีการบดย่อยเล็กน้อย สีของแผ่นชิ้นไม้อัดค่อนข้างเหลืองอ่อน โดยจะมีสีออกน้ำตาลของเปลือกไม้และรอยไหม้ของเศษชิ้นไม้อยู่เล็กน้อย ดังรูปที่ 8 และ 9 หากต้องการให้เนื้อแผ่นชิ้นไม้อัดมีสีสม่ำเสมอสามารถไสเปลือกไม้ออกก่อนที่จะทำการไสหรือบดย่อย และอาจปรับลดอุณหภูมิในการอัดขึ้นรูปลง

6.2 ความหนาแน่น

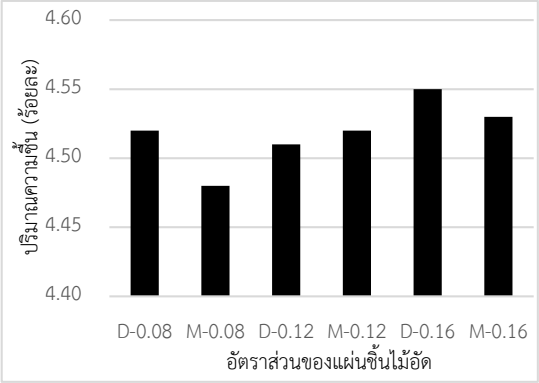
ผลการทดสอบความหนาแน่นของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ขึ้นรูปทั้ง 6 อัตราส่วน พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดทั้งหมดมีค่าความหนาแน่นใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 591.50 ถึง 602.75 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งต่ำกว่าความหนาแน่นที่ออกแบบ คือ 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้เป็นผลมาจากกระบวนการอัดขึ้นรูปแผ่นชิ้นไม้อัดที่ใช้เป็นเครื่องแบบมือหมุน ทำให้ไม่สามารถอัดแผ่นไม้ได้แน่นเหมือนกับเครื่องอัดแผ่นแบบไฮดรอลิค จากความหนาแน่นดังกล่าวจะเห็นได้ว่า แผ่นชิ้นไม้อัดที่มีการผสมระหว่างเศษกิ่งไม้ที่ไสและบดย่อย หรือแผ่นชิ้นไม้อัดที่ใช้ปริมาณกาวมาก จะมีแนวโน้มความหนาแน่นที่สูงกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดที่มีการผสมระหว่างเศษกิ่งไม้ที่ไสเพียงอย่างเดียวหรือใช้ปริมาณกาวน้อย [1, 4] อย่างไรก็ตามความหนาแน่นทั้ง 6 อัตราส่วน ยังคงมีค่าความหนาแน่นเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.876-2547 ที่กำหนดให้แผ่นชิ้นไม้อัดมีค่าความหนาแน่นระหว่างร้อยละ 400 ถึง 900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร [4] ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 ความหนาแน่นของแผ่นชิ้นไม้อัด

6.3 ปริมาณความชื้น

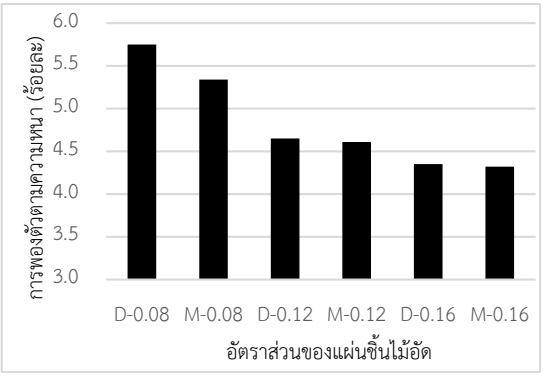
ผลการทดสอบปริมาณความชื้นของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ขึ้นรูปทั้ง 6 อัตราส่วน พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดทั้งหมดมีปริมาณความชื้นใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 4.48 - 4.55 ซึ่งเป็นปริมาณความชื้นของแผ่นชิ้นไม้อัดที่อยู่ในช่วงตามที่มาตรฐาน มอก.876-2547 กำหนด คือมีค่าระหว่างร้อยละ 4 – 13 [4] ดังรูปที่ 13



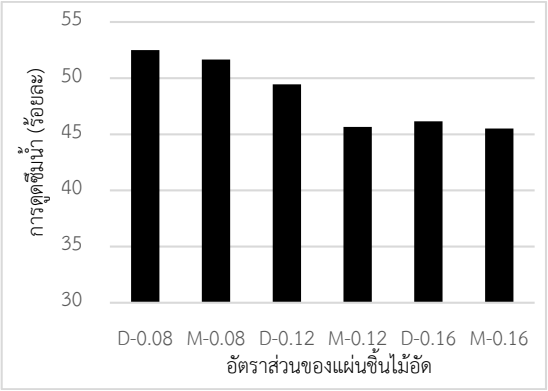
รูปที่ 13 ปริมาณความชื้นของแผ่นชิ้นไม้อัด

6.4 การพองตัวตามความหนา

ผลการทดสอบการพองตัวตามความหนาของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ขึ้นรูปทั้ง 6 อัตราส่วน ในรูปที่ 14 พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ใช้กาวมากที่สุด (ร้อยละ 16) เป็นแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งต้นทุเรียนที่มีแนวโน้มค่าการพองตัวต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ใช้กาวน้อยกว่า [5-7] ส่วนการใช้เศษกิ่งไม้ที่ผ่านการไสมาผสมกับเศษกิ่งไม้ที่ผ่านการบดย่อยในการขึ้นรูปเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดก็จะมีแนวโน้มการพองตัวตามความหนาที่ต่ำกว่าแผ่นชิ้นไม้อัดที่ใช้เศษกิ่งไม้ที่ผ่านการไสเท่านั้น และเมื่อนำค่าการพองตัวมาเปรียบเทียบกับค่าการพองตัวทั้งหมดกับมาตรฐาน มอก.876-2547 ซึ่งกำหนดให้ต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 12 [4] พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนทั้งหมดมีการพองตัวตามความหนาผ่านตามที่มาตรฐาน มอก.876-2547 กำหนด เมื่อนำแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนทั้งหมดไปทดสอบค่าการดูดซึมน้ำในรูปที่ 15 พบว่า การพองตัวตามความหนาเป็นคุณสมบัติที่มีแนวโน้มเช่นเดียวกับการดูดซึมน้ำ โดยแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่มีปริมาณกาวมาก หรือผสมเศษไม้ทั้งที่ผ่านการไสและการบดย่อยก็จะมีการดูดซึมน้ำต่ำเช่นเดียวกับการพองตัวตามความหนา



รูปที่ 14 การพองตัวตามความหนาของแผ่นชิ้นไม้อัด



รูปที่ 15 การดูดซึมน้ำของแผ่นชิ้นไม้อัด

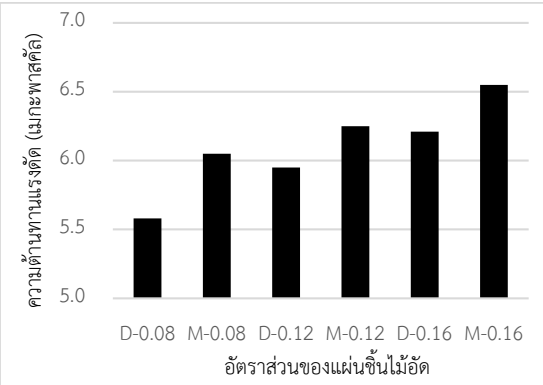
6.5 ความต้านทางแรงดัด

สำหรับผลการทดสอบความต้านทานแรงดัดของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนในรูปที่ 16 พบว่า ปริมาณกาวไดไอโซไซยาเนตที่เพิ่มขึ้น และการใช้เศษกิ่งไม้ที่ผ่านการไสผสมกับเศษกิ่งไม้ที่ผ่านการบดย่อยมีผลต่อแนวโน้มของความต้านทานแรงดัดของแผ่นชิ้นไม้อัดที่เพิ่มขึ้น [5, 8-10] โดยแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษ

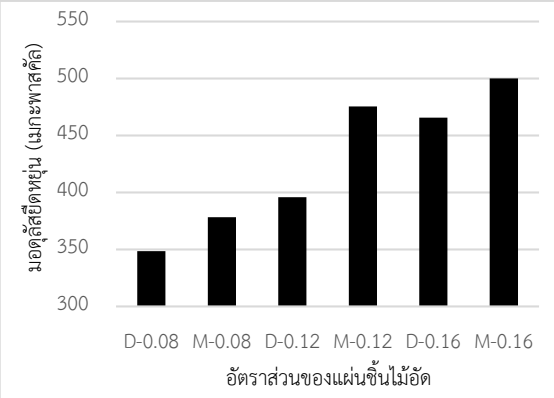
กิ่งไม้ต้นทุเรียนที่มีค่าความต้านทานแรงดัดสูงที่สุดคือ แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่มีปริมาณกาวร้อยละ 16 และใช้เศษกิ่งไม้ที่ผ่านการไสผสมกับที่ผ่านการบดย่อย (M-16) ส่วนแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่มีค่าความต้านทานแรงดัดต่ำที่สุดคือ แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่มีปริมาณกาวร้อยละ 8 และใช้เศษกิ่งไม้ที่ผ่านการไสเท่านั้น (D-08) เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.876-2547 พบว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนทั้งหมดมีค่าความต้านทานแรงดัดต่ำกว่ามาตรฐานซึ่งกำหนดให้มีค่าไม่น้อยกว่า 14 เมกะพาสคาล [4] ทั้งนี้หากพิจารณาดูจากลักษณะการเสียหายของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ทำการทดสอบความต้านทานแรงดัดจะเห็นได้ว่าตัวแผ่นชิ้นไม้อัดมีลักษณะหลุดจากกันอย่างมาก แสดงว่าแผ่นชิ้นไม้อัดทั้งหมดมีเนื้อที่ไม่แน่นเพียงพอจะรับความต้านทานแรงดัดได้

6.6 มอดุลัสยืดหยุ่น

ผลการทดสอบคุณสมบัติด้านมอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ขึ้นรูปแล้วทั้ง 6 อัตราส่วนในรูปที่ 17 พบว่า มอดุลัสยืดหยุ่นเป็นคุณสมบัติที่มีความสัมพันธ์กับค่าความต้านทานแรงดัด [8] ปริมาณกาวไดไอโซไซยาเนตที่มาก และการใช้เศษกิ่งไม้ที่ผ่านการไสผสมกับเศษกิ่งไม้ที่ผ่านการบดย่อยมีแนวโน้มที่จะมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงตามไปด้วย [10] เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.876-2547 กำหนดให้มอดุลัสยืดหยุ่นมีค่าไม่น้อยกว่า 1,950 เมกะปาสคาล ที่ความหนา 3 – 6 มิลลิเมตร พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งต้นทุเรียนทั้งหมดมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นที่ต่ำกว่ามาตรฐานเช่นเดียวกับความต้านทานแรงดัด



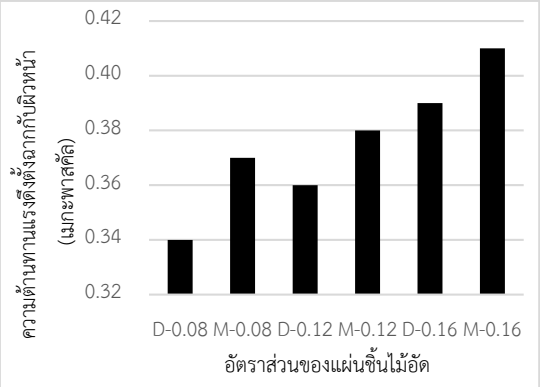
รูปที่ 16 ความต้านทานแรงดัดของแผ่นชิ้นไม้อัด



รูปที่ 17 มอดุลัสยืดหยุ่นของแผ่นชิ้นไม้อัด

6.7 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

ในส่วนของผลการทดสอบความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ขึ้นรูปแล้วทั้ง 6 อัตราส่วนในรูปที่ 18 พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าสูงที่สุดจะเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่มีปริมาณกาวมากและมีการใช้เศษกิ่งไม้ที่ผ่านการไสผสมกับเศษกิ่งไม้ที่ผ่านการบดย่อย และแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่มีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าต่ำที่สุดจะเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่มีปริมาณกาวน้อยและมีการใช้เศษกิ่งไม้ที่ผ่านการไสเพียงอย่างเดียว [10-11] และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.876-2547 [4] ซึ่งกำหนดให้แผ่นชิ้นไม้อัดต้องมีความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าสูงกว่า 0.4 เมกะพาสคัล และความยึดแน่นของผิวหน้าต้องสูงกว่า 0.8 เมกะพาสคัล จะเห็นว่าแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนทั้งหมดต่ำกว่ามาตรฐานกำหนด โดยน่าจะเป็นผลมาจากเนื้อของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ไม่แน่นเท่าที่ควรเช่นเดียวกับคุณสมบัติด้านความต้านทานแรงดัดและมอดุลัสยืดหยุ่น [12]



รูปที่ 18 ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นชิ้นไม้อัด

7. สรุปผล และข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินงานข้างต้น สามารถเป็นสรุปผลและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

7.1 สรุปผล

จากผลการดำเนินโครงการ “การพัฒนาแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและส่งเสริมแนวคิดขยะเหลือศูนย์” สามารถสรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

7.1.1 จากการศึกษากรรมวิธีการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียน เมื่อนำเศษกิ่งไม้จากต้นทุเรียนมาผสมกับกาวไดไอโซไซยาเนต และอัดขึ้นรูปให้มีความหนา 6 มิลลิเมตร โดยใช้ความร้อน 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที สามารถอัดขึ้นรูปเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่มีความแข็งแรงเหมาะสมสำหรับการใช้งานเป็นวัสดุตกแต่ง หรือสินค้าที่ระลึกได้

7.1.2 จากผลการทดสอบสมบัติของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียน ทั้ง 6 อัตราส่วน สามารถสรุปได้ว่า แผ่นชิ้นไม้อัดทั้งหมดมีความหนาแน่น ปริมาณความชื้น และการพองตัวตามความหนาผ่านตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.876-2547 กำหนด แต่ยังคงมีความต้านทานแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น และความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งจากผลการทดสอบสามารถสรุปปัจจัยที่ทำให้แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนมีความต้านทานแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น และความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าต่ำกว่ามาตรฐานเป็นผลมาจากความหนาแน่นของแผ่นชิ้นไม้อัดที่ยังไม่แน่นเพียงพอ

7.1.3 จากการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนสามารถสรุปได้ว่า อัตราส่วนที่เหมาะในการขึ้นรูปแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนคือ แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่ผสมกาวร้อยละ 8 และมีการใช้เศษกิ่งไม้ที่ผ่านการไสกับเศษกิ่งไม้ที่ผ่านการบดย่อยผสมกันอย่างละครึ่ง (อัตราส่วน M-8) เนื่องจากอัตราส่วนดังกล่าวใช้ปริมาณกาวที่ไม่มากจนเกินไป แต่ยังคงมีผลการทดสอบความหนาแน่น ปริมาณความชื้น และการพองตัวตามความหนาที่ผ่านตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.876-2547 กำหนด แม้ว่าค่าความต้านทานแรงดัดและความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้ายังต่ำกว่ามาตรฐานแต่ก็เพียงพอต่อการนำไปใช้เป็นวัสดุตกแต่งสินค้าที่ระลึก หรือผลิตภัณฑ์ได้เช่นเดียวกับแผ่นชิ้นไม้อัดทั่วไปได้

7.2 ข้อเสนอแนะ

7.2.1 ควรมีการพัฒนาคุณสมบัติด้านความแข็งแรงของแผ่นชิ้นไม้อัดที่พัฒนาให้ผ่านมาตรฐาน มอก.846-2547 เพื่อให้ใช้ประโยชน์ได้หลากหลายยิ่งขึ้น

7.2.2 ต้นทุนการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนที่พัฒนาหลักๆ คือ ต้นทุนของกาว pMDI ราคาประมาณ 170 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นต้นทุนประมาณร้อยละ 90 ของต้นทุนการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดทั้งหมด ส่วนอีกร้อยละ 10 เป็นค่าไฟฟ้าสำหรับเครื่องไสไม้ เครื่องบดย่อยไม้ ปั๊มลม และเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน เมื่อนำมาคำนวณเป็นต้นทุนการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดจะมีต้นทุนประมาณ 8,976 และ 17,952 บาทต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อใช้กาว pMDI เท่ากับ 0.08 และ 0.16 ส่วนโดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนไม้อัดทั่วไปมีราคาประมาณ 14,700 ถึง 21,000 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

7.2.3 ควรมีการพัฒนาแผ่นชิ้นไม้อัดเทียมจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียนเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆ เพิ่มเติม เพื่อช่วยในการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณแผ่นดินมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประจำปี 2565 ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

9. เอกสารอ้างอิง

[1] Kerprasit, P., Weeranukul, P., Weeranukul, I., Suweero, K., & Muangprab , K. . Development of particleboard from northern black wattle tree bark for using as decorative materials. Journal of Engineering, RMUTT. 2021; 19(1):125–35. (in Thai)

[2] 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)

[3] Office of Trade Policy and Strategy. Durian, the king of Thai fruits, foreigners like. Bangkok: Grassroots Economic Development Group, Division of Trade Strengthening Policy, Office of Trade Policy and Strategy; 2020. (in Thai)

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

[5] 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.

[6] 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.

[7] 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)

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

[9] 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.

[10] 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.

[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.

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