

การสร้างความมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสู่ผลิตภัณฑ์ใหม่

Adding Value to Agricultural Waste to New Products

ประจักษ์ จัตกุล¹ ธีรวุฒิ เชื้อนกแก้ว² จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร³ และ ฐิติ หมอรักษา^{1*}

¹สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์บูรณาการและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
อ.เขาคิชฌกูฏ จ.ฉะเชิงเทรา 22210

²สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000

³สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

Prajak Jattakul¹ Teerawut Khuenkaew² Jittiwat Nithikarnjanatharn³
and Thiti Mhoraksa^{1*}

¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Integrated Engineering and Technology, Rajamangala
University of Technology Tawan-Ok, Khao Kitchakut, Chanthaburi, 22210

²Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan,
Mueang, Khon Kaen, 40000

³Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Rajamangala University of
Technology Isan, Mueang, Nakhon Ratchasima, 30000

*Corresponding author Email: thiti_mh@rmutto.ac.th

(Received: February 25, 2024; Revise: June 28, 2024; Accepted: June 30, 2024)

บทคัดย่อ

งานวิจัยการสร้างความมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสู่ผลิตภัณฑ์ใหม่ มีจุดมุ่งหมายเพื่อการแก้ปัญหา หาวิธีการจัด
และจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ซึ่งจะสามารถทำให้ลดจำนวนวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร อันทำให้สามารถลดภาวะทาง
อากาศลงได้ วิธีการที่นำมาใช้ในงานวิจัย และสามารถทำขยะให้มีมูลค่าเพิ่มในเชิงพาณิชย์ คือ การนำวิธีการทางวิศวกรรมมาทำให้
วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเกิดมูลค่าเพิ่มเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยใช้ทรัพยากรให้เป็นไปอย่างคุ้มค่า และเกิดประโยชน์สูงสุด
โดยมีขั้นตอน คือ เตรียมวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร คือ กิ่งลำไย และใบลำไยเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตมาย่อยให้เหลือขนาด 3
mm ด้วยเครื่องสับย่อยจากนั้นชั่งน้ำหนักวัตถุดิบที่ผ่านการสับย่อยตามสูตรที่กำหนด และนำหนักกากไอโซไซยานต 10% ของ
น้ำหนักวัตถุดิบ นำเข้าเครื่องผสมพร้อมกับผสมกากโดยการฉีดกากเข้าไปยังเครื่อง เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วนำวัตถุดิบที่ผสมแล้วมาชั่ง
แล้วใส่ในแม่พิมพ์ขนาด 400×600 mm หลังจากนำวัตถุดิบใส่จนเสร็จแล้วทำการอัดขึ้นรูปด้วยแรงดันไฮดรอลิกส์ 30 MPa
อุณหภูมิประมาณ 160 °C เป็นเวลา 10 min หลังจากนั้นนำออกจากเครื่องอัดร้อน จะได้แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดตามสูตรที่ผสม ผล
การศึกษาพบว่ามีความหนาแน่นเฉลี่ย 788.53 kg/m³ มีค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ย 8.82 % มีค่าการพองตัวเฉลี่ย 5.58 % มีค่า
ความต้านทานแรงดัดเฉลี่ย 11.12 MPa มีค่ามอดูลัสยืดหยุ่น และค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ย 1,763.9 MPa และ
0.42 MPa ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 876-2547 พบว่าคุณสมบัติทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์
มาตรฐานส่วนคุณสมบัติทางกลบางอย่างยังต่ำกว่าเกณฑ์

คำสำคัญ: วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ผลิตภัณฑ์ใหม่ มูลค่า ลำไย

Abstract

The goal of research on the creation of value from agricultural waste to new products is to find solutions to problems, reduce the amount of waste material left in agriculture, which can improve air quality, and generate commercial value-added waste. The process of manufacturing particleboards from agricultural wastes, longan branches and leaves, is to reprocess them to 3 mm in the Sub-chopper and mix 10% isocyanate glue by weight in the mixing machine. A sample was weighted and placed in a 400 x 600 mm mold by compressing it with a heat press. A 400 x 600 mm mold was filled with a weighted sample, which was compressed using a heat press machine set at roughly 30 MPa for ten minutes at 160 °C. Particleboards were then taken out of the heat press machine. The averages of density, moisture content, and thickness swelling, according to the study's findings, were 788.53 kg/m³, 8.82%, and 5.58%, respectively. Additionally, the averages for tension perpendicular to the surface, modulus of elasticity, and flexural strength were 0.42 MPa, 1,763.9 MPa, and 11.12 MPa, respectively. The physical properties of particleboards were found to surpass the Thai Industrial Standard 876–2547 when compared to the standard, although the mechanical properties did not. Consequently, although this particleboard was excellent for building homes, it was not suited for creating furniture, but it was suitable for making home decoration.

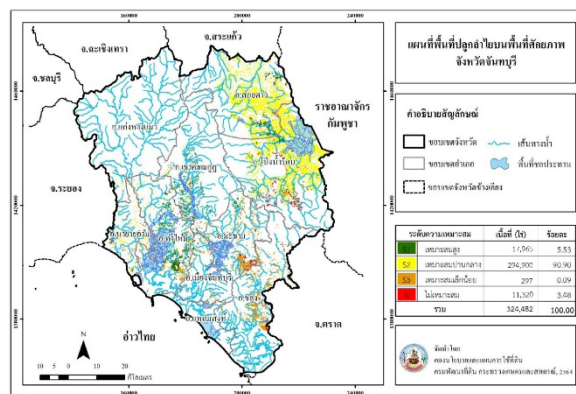
Keywords: Agricultural wastes, New products, Value, Longan

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยของเราประสบปัญหาจากมลภาวะต่าง ๆ มากมายอันเกิดจากวิทยาการที่ก้าวหน้า จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น เป็นเหตุให้เศษสิ่งเหลือใช้มีปริมาณมากขึ้น ก่อให้เกิดปัญหาของวัสดุเหลือทิ้ง ขยะมูลฝอยในหลายพื้นที่อันก่อให้เกิดปัญหามลภาวะที่สำคัญ และมีผลกระทบต่อดำรงชีวิตของมนุษย์ วัสดุเหลือทิ้งหรือขยะเหล่านี้เป็นของเหลือใช้จากการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น วัสดุเหลือทิ้งที่เกิดจากสำนักงาน วัสดุเหลือทิ้งจากร้านอาหาร วัสดุเหลือทิ้งจากสถานประกอบการ โรงงาน และวัสดุเหลือทิ้งจากบ้านเรือน ซึ่งหากเราไม่รู้จักรวีกำจัด และจัดการวัสดุเหลือทิ้งหรือขยะเหล่านั้นอย่างถูกวิธีแล้ว จะนำไปสู่ปัญหาต่าง ๆ ตามมามากมาย เช่น มลพิษที่เกิดจากขยะมูลฝอย หมายถึง สภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม อันเนื่องมาจากขยะมูลฝอย เช่น การทิ้งขยะในที่สาธารณะ การทิ้งขยะลงในแหล่งน้ำ และการเกิดกลิ่นเหม็นจากกองขยะส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ ร่างกาย และสุขภาพ จากการสำรวจพื้นที่ชุมชนตำบลเทพนิมิต อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี พบว่าประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก โดยมีพืชเศรษฐกิจสำคัญ คือ ลำไย เนื่องจากเป็นพื้นที่ศักยภาพเหมาะสมในการปลูกลำไยของจังหวัดจันทบุรี [1] ซึ่งในการปลูกลำไยนั้นจะมีการตกแต่งกิ่ง และมีใบร่วงหล่นจำนวนมาก เกษตรกรมักนิยมนำใบไปทำปุ๋ย ทำฟืน และเผาทำลาย อันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศ คือฝุ่นละอองเกินค่ามาตรฐาน ส่งผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพของประชากรในพื้นที่เช่นเดียวกับพื้นที่อื่น ๆ ต่างกันตรงแหล่งที่มาของมลภาวะนั่นเอง จากการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีนักวิจัยนำวัสดุต่าง ๆ ทั้งที่เหลือทิ้งหรือไม่มีมูลค่า มาสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งแผ่นประกอบกระดาน และจานรองแก้ว เช่น วัสดุเชิงประกอบชีวภาพพอลิแลคติกแอซิดเสริมแรงด้วยอนุภาคเส้นใยกล้วยและทัลค์ [2] ปาร์ติเกิล

บอร์ดจากใบยาง โยมะพร้าว และเปลือกหมาก [3] วัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพิลีนรีไซเคิลผสมกับฟางข้าว [4] แผ่นประกอบจากเศษกระชูดเหลือใช้ [5] กระดาษจากเส้นใยเปลือกหน่อไม้ผสมเปลือกข้าวโพด [6] จานรองแก้วจากกากกาแฟและพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ [7] แผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษไม้ไผ่ที่เหลือจากการทำเสื่อ [8] วัสดุเชิงประกอบเสริมแรงด้วยเส้นใยจากกล้วยและใบสัปะรด [9] วัสดุเชิงประกอบเสริมแรงด้วยเส้นใยจากใบสัปะรด [10–11] แผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นมะยมชิต [12] แผ่นไม้อัดจากเส้นใยทางปาล์มน้ำมันผสมน้ำยาฟารา [13] แผ่นขึ้นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้สัก [14] แผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษเหลือไม้จากโรงงานทำตะเกียบ [15] แผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษเหลือทิ้งของไม้เสม็ดขาว [16] แผ่นใยไม้อัดจากขานอ้อยผสมขี้เลื่อย [17] แผ่นขึ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียน [18] แผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษกิ่งไม้ต้นทุเรียน [19] และอื่น ๆ อีกมากมาย

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรโดยการนำมาผลิตปาร์ติเกิลบอร์ดเพื่อจัดทำเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์ขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น



รูปที่ 1 พื้นที่ปลูกกล้วยบนพื้นที่ศักยภาพ จังหวัดจันทบุรี [1]

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 วัสดุและวิธีการทดสอบ

โครงการวิจัยนี้จะการผลิต และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางกลของปาร์ติเกิลบอร์ดจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเปรียบเทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 876 – 2547 แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดราบ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร คือ กิ่งลำไยแห้ง และใบลำไยแห้ง
- 2) ตัวประสาน คือ กาวไอโซไซยาเนต
- 3) คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนาแน่น ปริมาณความชื้น และการพองตัวตามความหนา
- 4) คุณสมบัติทางกล คือ ความต้านแรงดัด โมดูลัสยืดหยุ่น และความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

2.2 ขั้นตอนการผลิตปาร์ติเกิลบอร์ด

เตรียมวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร คือ กิ่งลำไย และใบลำไยซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตมาย่อยให้เหลือขนาด 3 mm ด้วยเครื่องสับย่อยจากนั้นชั่งน้ำหนักวัตถุดิบที่ผ่านการสับย่อยตามสูตรที่กำหนด และน้ำหนักกาวไอโซไซยาเนต 10% ของน้ำหนักวัตถุดิบ นำเข้าเครื่องผสมพร้อมกับผสมกาวโดยการฉีดกาวเข้าไปยังเครื่อง เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วนำวัตถุดิบที่ผสมกาวแล้วมาชั่ง แล้วใส่ในแม่พิมพ์ขนาด 400×600 mm หลังจากนำวัตถุดิบใส่จนเสร็จแล้วทำการอัดขึ้นรูปด้วยแรงดันไฮดรอลิกส์ 30 MPa อุณหภูมิประมาณ 160 °C เป็นเวลา 10 min หลังจากนั้นนำออกจากเครื่องอัดร้อน จะได้แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดตามสูตรที่ผสม



รูปที่ 2 ขั้นตอนการผสมวัตถุดิบกับตัวประสาน



รูปที่ 3 ขั้นตอนการอัดขึ้นรูป



รูปที่ 4 ปาร์ติเกิลบอร์ดจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

2.3 ขั้นตอนการทดสอบ

ปาร์ติเกิลบอร์ดที่ได้จากการอัดขึ้นรูปจะมีขนาด $400 \times 600 \times 10$ mm การทดสอบตัวอย่างแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดมีการสุ่มตัวอย่างจากการผลิตมาทำการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876 – 2547 เรื่องแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ [20] ได้แก่

คุณสมบัติทางกายภาพ

1) ความหนาแน่น ตัดชิ้นทดสอบขนาด 50×50 mm จำนวน 6 ชิ้น นำชิ้นทดสอบที่ตัดเรียบร้อยแล้ว ไปทำการชั่งให้ได้มวลที่แน่นอนถึง 0.1 g และทำการวัดความหนาตรงจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ และวัดความกว้างกับความยาวจากนั้นหาค่าความหนาแน่น

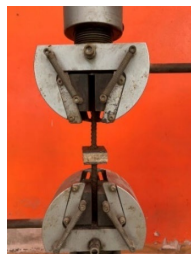
2) ปริมาณความชื้น ชั่งชิ้นทดสอบซึ่งผ่านการทดสอบตามข้อ 1 ให้ได้มวลแน่นอนถึง 0.1 g เป็นมวลของชิ้นทดสอบก่อนอบ ทำการอบชิ้นทดสอบในตู้อบที่มีอุณหภูมิ $(130 \pm 2) ^\circ\text{C}$ จนได้มวลคงที่ คือมวลของชิ้นทดสอบเมื่อชั่ง 2 ครั้งใช้เวลาห่างกัน 6 hr ต้องไม่แตกต่างกันเกิน 0.1 % ของมวลของชิ้นทดสอบ หลังจากนั้นนำมาใส่ในเดซิเคเตอร์ ปล่อยให้เย็น ชั่งชิ้นทดสอบเป็นมวลของชิ้นทดสอบหลังอบแห้งจึงหาค่าปริมาณความชื้น

3) การพองตัวตามความหนา ตัดชิ้นทดสอบขนาด 50×50 mm จำนวน 8 ชิ้น จากนั้นทำเครื่องหมายตำแหน่งที่วัดความหนา และวัดความหนาของชิ้นทดสอบ ทดสอบเป็นความหนาก่อนแช่น้ำ และแช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ $20 \pm 2 ^\circ\text{C}$ เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 1 hr ระบายน้ำชิ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาด แล้วจึงปล่อยให้ชิ้นทดสอบแห้งที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซับน้ำปล่อยให้ชิ้นทดสอบไว้อีก 1 hr นำชิ้นทดสอบขึ้นมาวัดความหนาตามตำแหน่งเดิมเป็นความหนาหลังแช่น้ำทำการหาค่าการพองตัวตามหนา

คุณสมบัติทางกล

1) ความต้านทานแรงดัด และมอดูลัสยืดหยุ่น ตัดชิ้นทดสอบขนาด 50×200 mm จำนวน 12 ชิ้น ทำการวัดความหนาและความกว้างจากนั้นทำการคำนวณวางชิ้นทดสอบบนแท่นรองรับซึ่งมีระยะห่างกัน 15 เท่าของความหนาระบุของชิ้นทดสอบ ให้ปลายชิ้นทดสอบยื่นออกไปจากจุดที่รองรับข้างละประมาณ 25 mm ให้แรงกดลงที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกด จนกระทั่งชิ้นทดสอบหักต้องไม่น้อยกว่า 30 sec แต่ไม่มากกว่า 90 sec (ความเร็วในการกดประมาณ 10 mm/min)

2) ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ตัดชิ้นทดสอบขนาด 50×50 mm จำนวน 8 ชิ้น ตัดผิวหน้าทั้งสองของชิ้นทดสอบกับแผ่นดึงโดยใช้กาวสังเคราะห์ที่ให้แรงยึดระหว่างชิ้นทดสอบกับแผ่นดึงได้มากกว่าแรงยึดตัวในชิ้นทดสอบ นำชิ้นทดสอบที่เตรียมได้แล้วนี้ไปเข้าเครื่องดึงดึงให้ชิ้นทดสอบแยกออกจากกัน ซึ่งปกติจะแยกในชั้นไส้อัตราการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดึงจนกระทั่งชิ้นทดสอบแยกออกจากกันต้องไม่น้อยกว่า 30 sec แต่ไม่มากกว่า 90 sec (ความเร็วในการดึงประมาณ 2 mm/min) หาค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า



รูปที่ 5 ทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

2.4 ขั้นตอนการจัดทำต้นแบบผลิตภัณฑ์ใหม่

เมื่อทราบคุณสมบัติทางกายภาพ และทางกลของปาร์ติเกิลบอร์ดจากการทดสอบตัวอย่างตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876 – 2547 เรื่องแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ คณะวิจัยออกแบบเพื่อจัดทำต้นแบบผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นแนวทางเสนอให้ชุมชน โดยมี 2 แนวทางคือ 1) ใช้ปาร์ติเกิลบอร์ดจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร คือ กิ่งลำไย และใบลำไยเท่านั้น และ 2) ใช้ปาร์ติเกิลบอร์ดที่ผลิตได้ร่วมกับวัสดุอื่น ๆ เมื่อชุมชนเห็นด้วยจึงทำการจัดทำต้นแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ทั้ง 2 แนวทางขึ้น



รูปที่ 6 ต้นแบบผลิตภัณฑ์จากปาร์ติเกิลบอร์ดที่ผลิตได้



รูปที่ 7 ต้นแบบผลิตภัณฑ์จากปาร์ติเกิลบอร์ดที่ผลิตได้ร่วมกับวัสดุอื่น ๆ

3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ในการดำเนินงานหลังการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และทางกลของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรแล้วนำผลที่ได้นั้นมาเปรียบเทียบกับผลวิจัยของฐิติ และคณะ [3] และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876–2547 เรื่องแผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ ได้ผลดังนี้

- 1) คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนาแน่น, การพองตัวตามความหนา และปริมาณความชื้น ดังตาราง

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นกับมาตรฐาน

วัตถุดิบ	ความหนาแน่นเฉลี่ย (kg/m ³)	มาตรฐาน (kg/m ³)
กิ่งลำไย และใบลำไย	788.53	400 – 900
ใบยาง	826.7115	400 – 900
ใบมะพร้าว	744.841	400 – 900
เปลือกหมาก ใบยาง ใบมะพร้าว	805.97083	400 – 900

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการฟองตัวตามความหนากับมาตรฐาน

วัตถุดิบ	การฟองตัวตามความหนาเฉลี่ย (%)	มาตรฐาน (%)
กิ่งลำไย และใบลำไย	5.580	≤12
ใบยาง	2.363	≤12
ใบมะพร้าว	2.735	≤12
เปลือกหมาก ใบยาง ใบมะพร้าว	3.638	≤12

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความชื้นกับมาตรฐาน

วัตถุดิบ	ความชื้นเฉลี่ย (%)	มาตรฐาน (%)
กิ่งลำไย และใบลำไย	8.82	4–13
ใบยาง	7.27	4–13
ใบมะพร้าว	11.88	4–13
เปลือกหมาก ใบยาง ใบมะพร้าว	10.81	4–13

2) คุณสมบัติทางกล คือ ความต้านแรงดัด, โมดูลัสยืดหยุ่น และความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ดังตาราง

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดัดกับมาตรฐาน

วัตถุดิบ	ความต้านแรงดัดเฉลี่ย (Mpa)	มาตรฐาน (Mpa)
กิ่งลำไย และใบลำไย	11.12	>14
ใบยาง	13.53	>14
ใบมะพร้าว	21.02	>14
เปลือกหมาก ใบยาง ใบมะพร้าว	21.3	>14

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมอดูลัสยืดหยุ่นกับมาตรฐาน

วัตถุดิบ	มอดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย (Mpa)	มาตรฐาน (Mpa)
กิ่งลำไย และใบลำไย	1,763.90	>1,800
ใบยาง	1,659	>1,800
ใบมะพร้าว	1,070.55	>1,800
เปลือกหมาก ใบยาง ใบมะพร้าว	1,277	>1,800

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้ากับมาตรฐาน

วัตถุดิบ	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ย (Mpa)	มาตรฐาน (Mpa)
กิ่งลำไย และใบลำไย	0.420	>0.4
ใบยาง	0.341	>0.4
ใบมะพร้าว	0.803	>0.4
เปลือกหมาก ใบยาง ใบมะพร้าว	0.593	>0.4

4. อภิปรายผล

จากผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางกลของปาร์ติเกิลบอร์ดจากกิ่งลำไย และใบลำไย เมื่อนำผลมาเปรียบเทียบกับตารางมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876-2547 แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ พบว่ามีสมบัติทางกายภาพอยู่ในมาตรฐานกำหนด และคุณสมบัติทางกลบางประการไม่ได้อยู่ในมาตรฐานกำหนด สอดคล้องกับผลวิจัยของฐิติ และคณะ [3] ซึ่งพัฒนาปาร์ติเกิลบอร์ดจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร คือ เปลือกหมาก ใบยาง ใบมะพร้าว และงานวิจัยของเดช และคณะ [5] เนื่องจากการผลิตปาร์ติเกิลบอร์ดที่ไม่ได้เสริมแรงด้วยวัสดุชนิดอื่น ๆ เพิ่มเติมเข้าไป

5. สรุป

จากการศึกษา สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1) จากการศึกษาศสมบัติทางกายภาพของปาร์ติเกิลบอร์ดจากกิ่งลำไย และใบลำไย พบว่า มีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 788.53 kg/m^3 ค่าการพองตัวเฉลี่ย 5.58 % และปริมาณความชื้นเฉลี่ย 8.82 % เมื่อนำผลมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876-2547 แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ พบว่ามีสมบัติทางกายภาพอยู่ในมาตรฐานกำหนด

2) จากการศึกษาศสมบัติทางกลของปาร์ติเกิลบอร์ดจากกิ่งลำไย และใบลำไย พบว่า มีค่าความต้านทานแรงดัดเฉลี่ย 11.12 MPa, ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น และค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ย 1,763.90 MPa และ 00.42 MPa ตามลำดับ เมื่อนำผลมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876-2547 แผ่นขึ้นไม้อัดชนิดอัดราบ พบว่ามีสมบัติทางกลบางประการต่ำกว่ามาตรฐานกำหนด ซึ่งส่งผลกระทบต่อการใช้งานในเชิงกล จึงไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งานด้านการทำเฟอร์นิเจอร์ ที่ต้องมีการรับแรงต่าง ๆ เช่น แรงกด แรงกระแทก แต่เหมาะกับการทำอุปกรณ์ตกแต่งภายในบ้าน เช่น กล่องใส่ของขนาดเล็ก ชั้นวางของเล็ก ๆ น้อย ๆ และกรอบรูป ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องรับแรงมาก

3) จากการศึกษาค่าทำให้ทราบสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางกลของปาร์ติเกิลบอร์ดจากกิ่งลำไย และใบลำไย คณะวิจัยจึงได้ทำผลิตภัณฑ์ต้นแบบเสนอชุมชน เพื่อเป็นการหาวิธีจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ซึ่งจะสามารถทำให้ลดจำนวน

ลงได้ อันซึ่งผลต่อการไม่ทำลายภาวะทางอากาศโดยตรง เกิดมูลค่าเพิ่มเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยใช้ทรัพยากรให้เป็นไปอย่างคุ้มค่า และเกิดประโยชน์สูงสุด

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สามารถดำเนินการวิจัยได้โดยเสร็จสมบูรณ์ โดยได้รับการสนับสนุนวัสดุจากเกษตรกรผู้ปลูกลำไยตำบลเทพนิมิต อำเภอบึงนาราง จังหวัดพิจิตร

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] “Appropriate Agricultural Promotion Guidelines According to The Chanthaburi Provincial Proactive Agriculture Map Database,” Land Development Department, <https://www.ddd.go.th/Agri-Map/Data/E/cti.pdf> (accessed Jan. 21, 2023). (in Thai)
- [2] W. Sitthicharoen et al., “Use of Hemp Fiber Particles and Talc as Fillers to Reinforce Polylactic Acid Biocomposite Materials,” in *Proceeding of 4th Rajamangala Manufacturing and Management Technology Conference 2019 (RMTC2019)*, Chiang Mai, Thailand, May 30–31, 2019, pp. 314–320, 2019. (in Thai)
- [3] T. Mhoraksa, S. Sriprathuang, and J. Na-Phatthalung, “Development of Particle Board from Agricultural Waste Materials,” in *Proceeding of 4th Rajamangala Manufacturing and Management Technology Conference 2019 (RMTC2019)*, Chiang Mai, Thailand, May 30–31, 2019, pp. 321–326, 2019. (in Thai)
- [4] J. Nithikarnjanatharn et al., “Mechanical Properties of Recycled Polypropylene Composites Mixed with Rice Straw,” in *Proceeding of 5th Rajamangala Manufacturing and Management Technology Conference 2020 (RMTC2020)*, Chanthaburi, Thailand, September 3–4, 2020, pp. 744–749, 2020. (in Thai)
- [5] D. Mueankhao, Y. Dulyakul, and C. Mee-ngam, “Producing Composite Panels from Scraps of Krajoed Left Over from Handicrafts in The Thale Noi Community, Phatthalung Province,” in *Proceeding of 5th Rajamangala Manufacturing and Management Technology Conference 2020 (RMTC2020)*, Chanthaburi, Thailand, September 3–4, 2020, pp. 779–785 (in Thai)
- [6] M. Khaosuk, and T. Somjai, “Study of The Properties of Paper Made from Bamboo Shoot Husk Fibers Mixed with Corn Husks,” *Journal of Manufacturing and Management Technology (JMMT)*, vol. 1, no. 2, pp. 21–31, 2022. (in Thai)
- [7] S. Akaranarakul, C. Uthiyang, and T. Saengkat, “Study of The Mixing Ratio of Coffee Grounds and Low-Density Polyethylene for Creating Products, A Case Study: Glass Coasters,” in *Proceeding of 6th Rajamangala Manufacturing and Management Technology Conference 2021 (RMTC2021)*, Nakhon Pathom, Thailand, September 1–3, 2021, pp. 526–531, 2021. (in Thai)
- [8] K. Phiwngam et al., “Production of Plywood Sheets from Bamboo Scraps Left Over from Making Mats,”

- in *Proceeding of 7th Rajamangala Manufacturing and Management Technology Conference 2022 (RMTC2022)*, Nakhon Ratchasima, Thailand, July 6–8, 2022, pp. 526–531, 2022. (in Thai)
- [9] M. Rahman, S. Das, and M. Hasan, “Mechanical Properties of Chemically Treated Banana and Pineapple Leaf Fiber Reinforced Hybrid Polypropylene Composites,” *Advances in Materials and Processing Technologies*, vol. 4, no. 4, pp. 527–537, Apr. 2018. doi:10.1080/2374068x.2018.1468972
- [10] J. Jain, and S. Sinha, “Pineapple Leaf Fiber Polymer Composites as A Promising Tool for Sustainable, Eco-Friendly Composite Material: Review,” *Journal of Natural Fibers*, vol. 19, no. 15, pp. 10031–10052, Oct. 2021. doi:10.1080/15440478.2021.1993478
- [11] S. Joshi and S. Patel, “Review on Mechanical and Thermal Properties of Pineapple Leaf Fiber (PALF) Reinforced Composite,” *Journal of Natural Fibers*, vol. 19, no. 15, pp. 10157–10178, Dec. 2021. doi:10.1080/15440478.2021.1993487
- [12] K. Boontositrakul et al., “Developing Plywood Sheets from Scraps of Mangosteen Trees to Generate Income for Local Communities and Promote the Zero-Waste Concept,” *VRU Research and Development Journal Science and Technology*, vol. 18, no. 3, pp. 121–135, 2023. (in Thai)
- [13] P. Chumprong et al., “Plywood Sheets Made from Oil Palm Fibers Mixed with Latex,” in *Proceeding of The 28th National Convention on Civil Engineering, Phuket, Thailand, May 24–26, 2023*, pp. MAT43–1–MAT43–10, 2023. (in Thai)
- [14] T. Wanichdilokrat et al., “Influence of Hot-Pressing Temperature on The Properties of Plywood Sheets Made from Teak Sawdust in Phrae Province,” *Thai Journal of Forestry*, vol. 43, no. 1, pp. 49–56, 2024. (in Thai)
- [15] S. Sukhitham, S. Jarusombat, and T. Wenin, “Plywood Sheets Made from Leftover Bamboo from Chopstick Factories,” *Thai Journal of Forestry*, vol. 38, no. 2, pp. 192–201, 2019. (in Thai)
- [16] P. Yenchai, S. Jarusombat, and T. Wenin, “Production of Plywood Sheets from Scraps of Samed Khao Wood,” *VRU Research and Development Journal Science and Technology*, vol. 11, no. 2, pp. 131–140, 2016. (in Thai)
- [17] N. Mayeng et al., “Development of Fiberboard from Bagasse Mixed with Sawdust,” in *Proceeding of The 6th Nation Science and Technology Conference, Songkhla, Thailand, April 1–2, 2021*, pp. 506–513, 2021. (in Thai)
- [18] J. Namwong et al., “Study of Physical Properties Mechanical Properties and The Development of Plywood Sheets Made from Durian Peels Using a Compression Molding Process,” *Journal of Industrial Education*, vol. 23, no. 1, pp.43–53, 2024. (in Thai)
- [19] P. Keprasit et al., “Developing Plywood Sheets from Durian Tree Branch Fragments to Add Value to Agricultural Waste Materials and Promote the Zero-Waste Concept,” *Journal of Engineering, RMUTT*, vol. 21, no. 2, pp. 37–46, 2023. (in Thai)

- [20] “Industrial Product Standards TIS 876 – 2004, Flat Plywood Sheets,” Thai Industrial Standards Institute (TISI), http://www.fio.co.th/web/tisi_fio/fulltext/TIS876-2547.pdf (accessed Jan. 20, 2023). (in Thai)