Technical Education Journal : King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Vol. 12 No. 1 January – April 2021

แผ่นใยไม้อัดจากวัสดุธรรมชาติ: กรณีศึกษาฟางข้าว ใบยางพารา และผักตบชวา

นิรัตน์ แย้มโอษฐ์[1*] และ อดิสรณ์ พงษ์สุวรรณ[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำฟางข้าว ใบยางพารา และผักตบชวามาใช้เป็นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติในการผลิตแผ่นใยไม้อัด 2) ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของฟางข้าว ใบยางพารา และผักตบชวา กับวัสดุประสานในการผลิตแผ่นใยไม้อัด และ 3) ศึกษาสมบัติเชิงกายภาพและสมบัติเชิงกลของแผ่นใยไม้อัดจากฟางข้าว ใบยางพารา และผักตบชวา โดยใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เป็นวัสดุประสาน ผลิตตัวอย่างแผ่นใยไม้อัดขนาด 40×40×1 cm และทดสอบคุณสมบัติเชิงกายภาพ (ความหนาแน่น ความชื้น และการพองตัว) และเชิงกล (ความต้านทานแรงดัด โมดูลัสความยืดหยุ่น และความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้า) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดราบ มอก. 876-2547 ผลการวิจัย พบว่า 1) ฟางข้าว เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติในการผลิตแผ่นใยไม้อัด เนื่องจากมีคุณสมบัติเชิงกายภาพและเชิงกลเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดราบ มอก. 876-2547 แต่การใช้ใบยางพาราและผักตบชวาเป็นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติในการผลิตแผ่นใยไม้อัด ทำให้คุณสมบัติเชิงกลต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งสามารถนำมาใช้ในงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงได้ 2) อัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นใยไม้อัดจากฟางข้าว คือ ใช้ฟางข้าวผสมกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ซึ่งฟางข้าวนี้อาจผ่านหรือไม่ผ่านการอบแห้งก็ได้ และอาจผ่านหรือไม่ผ่านการตัดย่อยก็ได้ และ 3) แผ่นใยไม้อัดจากฟางข้าวที่พัฒนาได้ มีความหนาแน่น 738.24-797.48 kg/m^3 ความชื้นร้อยละ 5.89-7.07 การพองตัวร้อยละ 10.64-11.57 ความต้านทานแรงดัด 14.75-14.60 MPa โมดูลัสความยืดหยุ่น 1.93-1.96 GPa และความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้า 0.44-0.45 MPa

คำสำคัญ: แผ่นใยไม้อัด; วัสดุธรรมชาติ; ฟางข้าว; ใบยางพารา; ผักตบชวา

รับพิจารณา: 21 มิถุนายน 2562
แก้ไข: 6 กันยายน 2562
ตอบรับ: 26 พฤศจิกายน 2562

[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[2] อาจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. +668 6387 7159 อีเมล: nirat.y@cit.kmutnb.ac.th

The Natural Material Particleboard: Case Study of Rice Straw, Rubber Tree Leaves, and Water Hyacinth

Nirat Yamoat[1*] and Adisorn Pongsuwan[2]

Abstract

The research aimed at 1) studying the possibility of using rice straw, rubber tree leaves, and water hyacinth to substitute natural materials for particleboard production 2) studying the proper mixture ratio of rice straw, rubber tree leaves, and water hyacinth to adhesive ingredient, and 3) studying physical and mechanical properties of particleboard from rice straw, the rubber tree leaves, and the water hyacinth. The urea formaldehyde glue was used as the adhesive ingredient for producing 40×40×1 cm particleboards. Thai industrial standard for flat pressed particleboard (TIS. 876-2547) is used for testing the physical properties (density, humidity, and swelling) and the mechanical properties (flexural strength, modulus of elasticity, and tensile strength perpendicular to surface). The results are 1) The rice straw is an appropriate material for the natural material particleboard production because its physical and mechanical properties meet the Thai industrial standard of flat pressed particleboard (TIS. 876-2547). Therefore, this can be used for low strength works. 2) The weight mixture ratio of rice straw and urea formaldehyde glue in the natural material particleboard production is 80:20. The rice straw can be dried or undried, and cut or uncut. 3) The developed rice straw particleboard in terms of density, humidity, swelling, flexural strength, modulus of elasticity, and tensile strength perpendicular to surface are 738.24-797.48 kg/m^3, 5.89%-7.07%, 10.64%-11.57%, 14.75-14.60 MPa, 1.93-1.96 GPa, and 0.44-0.45 MPa, respectively.

Keywords: Particleboard; Natural material; Rice straw; Rubber tree leaves; Water hyacinth

Received: June 21, 2019
Revised: September 6, 2019
Accepted: November 26, 2019

[1] Assistant Professor, Department of Civil and Environmental Engineering Technology, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok
[2] Lecturer, Department of Civil and Environmental Engineering Technology, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok
[*] Corresponding author Tel. +668 6387 7159 e-mail: nirat.y@cit.kmutnb.ac.th

1. บทนำ

ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมไม้อัดมีความต้องการใช้ไม้เป็นอย่างมาก เนื่องจากวัตถุดิบหลักในกระบวนการผลิตส่งผลให้การผลิตไม้จากทั้งธรรมชาติและที่มนุษย์ได้สร้างขึ้นไม่ทันต่อความต้องการของตลาด อีกทั้งสภาวการณ์ที่ป่าไม้ลดลงเรื่อย ๆ ในปัจจุบัน และมีการการปลูกป่าทดแทนในจำนวนที่น้อยมาก [1] จำเป็นต้องหาวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติมาใช้ในอุตสาหกรรมไม้อัด จึงได้มีแนวคิดในการนำเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น ฟางข้าว ใบยางพารา ผักตบชวา ฯลฯ มาใช้เป็นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติในการผลิตแผ่นใยไม้อัด

ฟางข้าวเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่สำคัญ เนื่องจากข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทย และเกษตรกรไทยนิยมปลูกข้าวกันเป็นจำนวนมาก ทำให้หลังจากฤดูกาลเก็บเกี่ยวข้าวในแต่ละปี จะมีวัสดุเหลือใช้ เช่น ตอซัง และฟางข้าว เป็นจำนวนมากถึง 25 ล้านตันต่อปี จึงมีความพยายามที่จะนำฟางข้าวมาประยุกต์ใช้ทำประโยชน์อื่น ๆ เช่น โคมไฟ กระดาษ และเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ เป็นต้น [2]

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยมีการปลูกมากในภาคใต้และสามารถปลูกได้ทุกภูมิภาคของประเทศ คิดเป็นพื้นที่ปลูกทั้งหมดประมาณ 17 ล้านไร่ สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรเป็นจำนวนมาก ทำให้เกษตรกรหันมาปลูกยางพารากันเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทุกปี [3] ซึ่งโดยธรรมชาติของต้นยางพารานั้น จะมีการผลัดใบปีละหนึ่งครั้ง ส่งผลให้มีปริมาณใบยางพาราที่ผลัดใบลงมาเป็นจำนวนมหาศาล แต่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ กลายเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

ผักตบชวาเป็นพืชน้ำที่มีเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วมาก และทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีมาก ทำให้มีผักตบชวาเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในแหล่งน้ำธรรมชาติ และสร้างความเดือดร้อนให้แก่ประชากรและสิ่งแวดล้อมในหลายประเทศทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย เช่น อุปสรรคในการเดินเรือและการประมง การลดลงของความเร็วการไหลของน้ำในแม่น้ำลำคลอง การตื้นเขินของแม่น้ำลำคลอง และก่อมลภาวะทางน้ำ [4]

แผ่นใยไม้อัดเป็นกลุ่มของแผ่นวัสดุที่ทำจากเส้นใย เยื่อไม้ หรือวัสดุที่มีลิกนินและเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก โดยมีแรงยึดเหนี่ยวภายในส่วนใหญ่ได้จาก การสานตัวของเส้นใยร่วมกับคุณสมบัติยึดเหนี่ยวตัวเองระหว่างเส้นใย แต่อาจมีการผสมวัสดุประสานหรือสารเชื่อมติดอื่น ๆ ลงไปด้วย เพื่อให้แผ่นใยมีความแข็งแรง ต้านทานความชื้น ต้านทานไฟ ต้านทานแมลง หรือการผุพังเพิ่มมากขึ้น หรือปรับปรุงคุณภาพด้านอื่น ๆ บางประการของแผ่นใย

การผลิตแผ่นใยไม้อัด โดยทั่วไปจะนำไม้จากธรรมชาติมาบดย่อยเป็นชิ้นขนาดเล็ก ๆ และนำมาอัดเข้ารูปเป็นแผ่นด้วยความร้อน กาวพิเศษ และแรงอัด โดยผลิตเป็นแผ่นสำเร็จรูปขนาด 120x240 cm หรือขนาด 180x240 cm ที่ความหนาต่าง ๆ เช่นขนาดหนา 3 mm 9 mm 16 mm และ 19 mm ทั้งนี้แผ่นใยไม้อัดที่ผลิตได้ยังเป็นแผ่นเปลือย และก่อนที่จะนำไปใช้งานจะต้องปิดผิวภายนอกเสียก่อน

ในปัจจุบัน นักวิจัยได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้เป็นวัสดุทดแทนไม้ในการผลิตแผ่นใยไม้อัด อาทิ ชาตรี และคณะ [5] ศึกษาการนำผงแกลบและผงฟางข้าวมาผลิตแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีตัวประสาน พบว่า แผ่นใยไม้อัดที่ผลิตจากผงแกลบและที่ผลิตจากผงฟาง ข้าวขนาดเล็กกว่า 150 μm มีค่าความต้านทานแรงดัด ค่าโมดูลัสการดัด ค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และการพองตัวผ่าน Japanese Industrial Standard A 5905 เกณฑ์ Type 5

Kamonnarakit, Thongsri, and Siripithakul [6] ได้ออกแบบและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านจากวัสดุฟางข้าว เพื่อประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ และศึกษาหารูปแบบเฟอร์นิเจอร์ที่เหมาะสมกับบ้านพักอาศัยขนาดกลาง พบว่า เฟอร์นิเจอร์จากวัสดุฟางข้าวมีความสะดวกสบายในการใช้งาน การเคลื่อนย้าย และการติดตั้ง มีความปลอดภัยขณะใช้งาน โดยไม่ทำให้เกิดความกังวลต่อผู้ใช้งาน การทำความสะอาดง่าย และไม่มีฝุ่น ซึ่งผลการทดสอบชุดเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุฟางข้าว ผ่านเกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตที่กระทำต่อพื้นนั่ง พนักพิง ดันเท้าแขนด้านข้าง กดลงเท้าแขน และฐาน ตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม

Pasom [7] ศึกษาถึงกระบวนการผลิตแผ่นใยไม้อัดจากเปลือกเมล็ดยางพารา เพื่อหากระบวนการที่เป็นไปได้ในระดับท้องถิ่นโดยใช้เครื่องมือเครื่องจักรที่เกษตรมีอยู่หรือพอหาได้ พบว่าการใช้กาวผงบอสนีเป็นตัวยึด

ประสานกับผงฝุ่นจากเปลือกเมล็ดยางพารานั้น จะต้องมีการเพิ่มน้ำ 1/2 ส่วนต่อกาวผงบอสนี 1 ส่วน เข้าไปในส่วนผสม เป็นการเพิ่มความชื้นให้กับแผ่นไม้อัดอีกทางหนึ่ง และในขั้นตอนการขึ้นรูปไม้อัดด้วยมือนั้นก็ขึ้นรูปได้ยากกว่าการใช้กาวเรซิ่นอีพ๊อกซี ส่วนในด้านคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของแผ่นไม้อัดนั้น จากการใช้กาวทั้ง 2 ชนิด ให้ผลไปในทางเดียวกัน คือ ไม้อัดที่มีความหนาแน่นสูง จะมีค่าปริมาณความชื้น ค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำ ค่าแรงต้านภายใน ค่าความต้านทานแรงดึง และค่าความต้านทานแรงกด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามค่าความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น

Disthalamphoo and Suweero [8] ศึกษาการผลิตแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ความหนาแน่นสูงจากผักตบชวา โดยใช้สารเร่งการก่อตัวของปูนซีเมนต์ พบว่า แผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ความหนาแน่นสูงจากผักตบชวาที่ได้ มีคุณสมบัติเชิงกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล และความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 878-2537

จากความสำคัญของปัญหาและการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงควรมีการวิจัยโดยนำฟางข้าว ใบยางพารา และผักตบชวา มาศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมาใช้เป็นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติในการผลิตแผ่นใยไม้อัด

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำฟางข้าว ใบยางพารา และผักตบชวามาใช้เป็นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติในการผลิตแผ่นใยไม้อัด

2.2 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของฟางข้าว ใบยางพารา และผักตบชวา กับวัสดุประสาน ในการผลิตแผ่นใยไม้อัด

2.3 เพื่อศึกษาสมบัติเชิงกายภาพและสมบัติเชิงกลของแผ่นใยไม้อัดจากฟางข้าว ใบยางพารา และผักตบชวา ตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 876-2547 [9]

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีการออกแบบส่วนผสม ผู้วิจัยได้ออกแบบความหนาแน่นของแผ่นใยไม้อัดที่ 800 kg/m^3 จากนั้นออกแบบส่วนผสมดังนี้

1) แผ่นใยไม้อัดจากฟางข้าว ผู้วิจัยได้ทดลองผสมฟางข้าวพันธุ์ กข 49 จากจังหวัดชัยนาท และกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ จนกระทั่งได้กำหนดอัตราส่วนผสมกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เป็นร้อยละ 16-24 ของน้ำหนักฟางข้าว

2) แผ่นใยไม้อัดจากใบยางพารา ผู้วิจัยได้ทดลองผสมใบยางพาราพันธุ์ RRIM 3001 จากจังหวัดสุราษฎร์ธานีและกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ จนกระทั่งได้กำหนดอัตราส่วนผสมกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เป็นร้อยละ 16-24 ของน้ำหนักใบยางพารา

3) แผ่นใยไม้อัดจากผักตบชวา ผู้วิจัยได้ทดลองผสมแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ Printed Circuit Board (PCB) บดอัด เพื่อเพิ่มความแข็งแรง ในอัตราส่วนผสมของผักตบชวาที่ผ่านการตากแห้งและสับย่อยให้มีขนาด 12.7 มม (ร่อนผ่านตะแกรง 1/2 นิ้ว) ต่อ PCB เท่ากับ 80:20 70:30 และ 60:40 โดยน้ำหนัก และใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์เป็นร้อยละ 10 ของน้ำหนักมวลรวม

3.2 วิธีการผลิตแผ่นใยไม้อัดจากฟางข้าว ใบยางพารา และผักตบชวา มีขั้นตอนดังนี้

1) วัสดุผสมหลักคลุกเคล้ากับกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ตามอัตราส่วนผสมที่ได้ออกแบบไว้ โดยใช้เครื่องผสมและเครื่องพ่นกาว เพื่อให้วัสดุผสมหลักและกาวเข้ากันได้ดี

2) นำวัสดุผสมมาขึ้นรูปในแบบไม้ขนาด 40x40 cm แล้วประกบด้วยแผ่นเทปลอนและแผ่นเหล็ก เพื่อเตรียมนำเข้าเครื่องอัดร้อน

3) นำวัสดุผสมเข้าเครื่องอัดร้อนให้มีความหนา 10 mm โดยใช้อุณหภูมิ 100°C และแรงดัน 150 kg/cm^2 เป็นเวลา 12 นาที

4) นำแผ่นใยไม้อัดที่ได้ มาผึ่งให้แห้งเป็นเวลา 7 วัน แล้วตัดให้มีขนาดตามต้องการ เพื่อเตรียมทดสอบคุณสมบัติเชิงกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล

3.3 วิธีการทดสอบคุณสมบัติเชิงกายภาพของแผ่นใยไม้อัด มีดังนี้

3.3.1 วิธีการทดสอบความหนาแน่น มีขั้นตอนดังนี้

1) ตัดแผ่นใยไม้อัดออกเป็นชิ้นตัวอย่างให้มีขนาดประมาณ 5x5 cm

2) วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นตัวอย่างแผ่นใยไม้อัด

3) ชั่งมวลของชิ้นตัวอย่างแผ่นใยไม้อัด

4) คำนวณความหนาแน่น (ρ) จากสมการ

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (1)$$

เมื่อ M แทน มวลของชิ้นตัวอย่าง

V แทน ปริมาตรของชิ้นตัวอย่าง

3.3.2 วิธีการทดสอบความชื้น มีขั้นตอนดังนี้

1) ตัดแผ่นใยไม้อัดออกเป็นชิ้นตัวอย่างให้มีขนาดประมาณ 5x5 cm

2) ชั่งมวลของชิ้นตัวอย่างแผ่นใยไม้อัดเป็นมวลก่อนอบ

3) อบชิ้นตัวอย่างในตู้อบที่อุณหภูมิ 103±2 °C จนได้มวลคงที่ คือมวลของชิ้นตัวอย่าง เมื่อชั่ง 2 ครั้งที่เวลาห่างกัน 6 ชั่วโมง ต้องไม่แตกต่างกันเกินร้อยละ 0.1

4) ชั่งมวลของชิ้นตัวอย่างแผ่นใยไม้อัดเป็นมวลหลังอบ

5) คำนวณความชื้น (W) จากสมการ

$$W = \frac{M_1-M_2}{M_2} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ M_1 แทน มวลของชิ้นตัวอย่างก่อนอบ

M_2 แทน มวลของชิ้นตัวอย่างหลังอบ

3.3.3 วิธีการทดสอบการพองตัว มีขั้นตอนดังนี้

1) ตัดแผ่นใยไม้อัดออกเป็นชิ้นตัวอย่างให้มีขนาดประมาณ 5x5 cm

2) วัดความหนาของชิ้นตัวอย่างแผ่นใยไม้อัด เป็นความหนาก่อนแช่น้ำ

3) แช่ชิ้นตัวอย่างในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 20±2 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใช้ตะแกรงกดทับให้ขอบบนของชิ้นตัวอย่างอยู่ใต้ผิวน้ำประมาณ 2.5 cm ซึ่งแต่ละชิ้นต้องห่างจากกัน และต้องห่างจาก ผนังและก้นภาชนะที่ใส่ไม่น้อยกว่า 1 cm

4) นำชิ้นตัวอย่างขึ้นมาซับน้ำที่ผิวให้หมดด้วยผ้าหมาด แล้ววางผึ่งไว้บนแผ่นกระจกที่อุณหภูมิห้อง อีก 1 ชั่วโมง

5) วัดความหนาของชิ้นตัวอย่างแผ่นใยไม้อัด เป็นความหนาหลังแช่น้ำ

6) คำนวณการพองตัว (SW) จากสมการ

$$SW = \frac{T_2-T_1}{T_1} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ T_1 แทน ความหนาของชิ้นตัวอย่างก่อนแช่น้ำ

T_2 แทน ความหนาของชิ้นตัวอย่างหลังแช่น้ำ

3.4 วิธีการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของแผ่นใยไม้อัด มีดังนี้

3.4.1 วิธีการทดสอบความต้านทานแรงดัด มีขั้นตอนดังนี้

1) ตัดแผ่นใยไม้อัดออกเป็นชิ้นตัวอย่างให้มีขนาดประมาณ 5x20 cm

2) วัดความกว้างและความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นตัวอย่าง

3) วางชิ้นตัวอย่างบนแท่นรองรับซึ่งมีระยะห่างกัน 15 เท่าของความหนาระบุของชิ้นตัวอย่าง แต่ต้องไม่น้อยกว่า 15 cm ให้ปลายชิ้นตัวอย่างยื่นออกไปจากจุดที่รองรับข้างละ ประมาณ 2.5 cm

4) ให้แรงกดลงที่จุดกึ่งกลางของชิ้นตัวอย่างโดยมีการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกดจนกระทั่งชิ้นตัวอย่างหัก ต้องอยู่ระหว่าง 30-90 วินาที

5) บันทึกค่าแรงกดสูงสุดก่อนที่ตัวอย่างจะหัก

6) คำนวณความต้านทานแรงดัด (σ_M) จากสมการ

$$\sigma_M = \frac{3F_{max}L}{2BT^2} \quad (4)$$

เมื่อ F_{max} แทน แรงกดสูงสุด

L แทน ระยะห่างของแท่นรองรับ

B แทน ความกว้างของชิ้นตัวอย่าง

T แทน ความหนาของชิ้นตัวอย่าง

3.4.2 วิธีการทดสอบความต้านทานแรงดัด มีขั้นตอนดังนี้

1) ตัดแผ่นใยไม้อัดออกเป็นชิ้นตัวอย่างให้มีขนาดประมาณ 5x20 cm

2) วัดความกว้างและความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นตัวอย่าง

3) วางชิ้นตัวอย่างบนแท่นรองรับซึ่งมีระยะห่างกัน 15 เท่าของความหนาระบุของชิ้นตัวอย่าง แต่ต้องไม่น้อยกว่า 15 cm ให้ปลายชิ้นตัวอย่างยื่นออกไปจากจุดที่รองรับข้างละ ประมาณ 2.5 cm

4) ให้แรงกดลงที่จุดกึ่งกลางของชิ้นตัวอย่างโดยมีการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกดจนกระทั่งชิ้นตัวอย่างหัก ต้องอยู่ระหว่าง 30-90 วินาที

5) บันทึกค่าแรงกดและระยะแอ่นตัวที่เวลาต่าง ๆ และพล็อตกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

6) คำนวณโมดูลัสความยืดหยุ่น (E_M) จากสมการ

$$E_M = \frac{L^2 \Delta F}{4BT^2 \Delta A} \qquad (5)$$

เมื่อ ΔF แทน ผลต่างของแรงกดในช่วงเวลาที่กำหนด

ΔA แทน ผลต่างของระยะแอ่นตัวในช่วงเวลาที่กำหนด

3.4.3 วิธีการทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้า มีขั้นตอนดังนี้

1) ตัดแผ่นใยไม้อัดออกเป็นชิ้นตัวอย่างให้มีขนาดประมาณ 5x5 cm

2) วัดความหนาและความกว้างของชิ้นตัวอย่าง

3) ติดผิวหน้าทั้งสองของชิ้นตัวอย่างกับแผ่นดึง โดยใช้กาวสังเคราะห์ที่ให้แรงยึด ระหว่างชิ้นทดสอบกับแผ่นดึงได้มากกว่าแรงยึดตัวในชิ้นตัวอย่าง

4) ให้แรงดึงชิ้นตัวอย่างจนกระทั่งแยกออกจากกัน โดยอัตราการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ และเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดึงจนกระทั่งชิ้นตัวอย่างแยกออกจากกันต้องอยู่ระหว่าง 30-90 วินาที

5) บันทึกค่าแรงดึงสูงสุดก่อนที่ชิ้นตัวอย่างจะแยกออกจากกัน

6) คำนวนความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้า (IB) จากสมการ

$$IB = \frac{F_{max}}{BL} \qquad (6)$$

เมื่อ F_{max} แทน แรงดึงสูงสุด

B แทน ความกว้างของชิ้นตัวอย่าง

L แทน ความยาวของชิ้นตัวอย่าง

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิจัยแผ่นใยไม้อัดจากฟางข้าว พบว่าเมื่อแผ่นใยไม้อัดจากฟางข้าวให้แน่นขึ้น แผ่นใยไม้อัดจะมีแนวโน้มของความหนาแน่น ความชื้น ความต้านทานแรงดัด โมดูลัสความยืดหยุ่น และความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้าสูงขึ้น แต่มีการพองตัวมีแนวโน้มลดลง สอดคล้องกับผลวิจัยของ Homkhiew et. al [5]

ทั้งนี้ การอบฟางข้าวให้แห้งส่งผลให้แผ่นใยไม้อัดมีความหนาแน่น ความชื้น และการพองตัวลดลง แต่มีความต้านทานแรงดัด โมดูลัสความยืดหยุ่น และความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนการตัดย่อยส่งผลให้แผ่นใยไม้อัดมีความต้านทานแรงดัด โมดูลัสความยืดหยุ่น และความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้าลดลงเล็กน้อย

อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ ใช้ฟางข้าวผสมกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ซึ่งฟางข้าวนี้อาจผ่านหรือไม่ผ่านการอบแห้งก็ได้ และอาจผ่านหรือไม่การตัดย่อยก็ได้ เนื่องจากมีคุณสมบัติเชิงกายภาพและเชิงกลเป็นตามมาตรฐาน ดังตารางที่ 1

4.2 ผลการวิจัยแผ่นใยไม้อัดจากใบยางพารา พบว่าเมื่อแผ่นใยไม้อัดจากใบยางพาราให้แน่นขึ้น แผ่นใยไม้อัดจะมีแนวโน้มของความหนาแน่น และการพองตัวสูงขึ้น สอดคล้องกับผลวิจัยของ Pasom [7] แต่ความชื้นมีแนวโน้มลดลง และความต้านทานแรงดัด โมดูลัสความยืดหยุ่น และความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้ามีแนวโน้มไม่ชัดเจน อาจเนื่องมาจากวิธีการอัดร้อนซึ่งแตกต่างกัน

ตารางที่ 1 ผลการวิจัยแผ่นใยไม้อัดจากฟางข้าว

ส่วนผสม*	ρ (kg/m^3)	W (%)	SW (%)	σ_M (MPa)	E_M (GPa)	IB (MPa)	หมายเหตุ
DC20	738.24 ✓	5.89 ✓	10.64 ✓	14.75 ✓	1.96 ✓	0.45 ✓	✓
MC16	729.82 ✓	6.35 ✓	14.11 ✗	12.86 ✗	1.38 ✗	0.32 ✗	✗
MC20	797.48 ✓	7.07 ✓	11.57 ✓	14.60 ✓	1.93 ✓	0.44 ✓	✓
MC24	817.61 ✓	7.65 ✓	10.63 ✓	15.45 ✓	2.10 ✓	0.50 ✓	✓
MU16	736.10 ✓	6.42 ✓	13.66 ✗	13.52 ✗	1.29 ✗	0.35 ✗	✗
MU20	760.43 ✓	7.08 ✓	11.58 ✓	15.09 ✓	2.05✓	0.48 ✓	✓
MU24	796.62 ✓	7.29 ✓	10.42 ✓	15.20 ✓	2.16 ✓	0.56 ✓	✓

หมายเหตุ * D = ฟางข้าวผ่านการอบแห้ง, M = ฟางข้าวไม่ผ่านการอบแห้ง, C = ฟางข้าวผ่านการตัดย่อย, U = ฟางข้าวไม่ผ่านการตัดย่อย, 16 20 และ 24 = ร้อยละของกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์โดยน้ำหนัก

ρ = ความหนาแน่น (400-900 kg/m^3), **W** = ความชื้น (4-13%), **σ_M** = ความต้านทานแรงดัด (>14 MPa), **SW** = การพองตัว (<12%), **E_M** = โมดูลัสความยืดหยุ่น (>1.8 GPa) และ **IB** = ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้า (>0.4 MPa)

✓ เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดราบ มอก.876-2547 [9]

✗ ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดราบ มอก.876-2547 [9]

แผ่นใยไม้อัดจากยางพารามีความหนาแน่น ความชื้น และการพองตัว เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดราบ มอก.876-2547 แต่ความต้านทานแรงดัด โมดูลัสความยืดหยุ่น และความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้า ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน แต่หากต้องการนำมาใช้ในงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมาก ควรเลือกอัตราส่วนผสมที่ใช้ใบยางพาราผสมกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ร้อยละ 24 โดยน้ำหนัก ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิจัยแผ่นใยไม้อัดจากใบยางพารา

ปริมาณกาว (%)	ρ (kg/m^3)	W (%)	SW (%)	σ_M (MPa)	E_M (GPa)	IB (MPa)	หมายเหตุ
16	797.02 ✓	6.92 ✓	9.81 ✓	4.80 ✗	0.32 ✗	0.07 ✗	✗
18	789.50 ✓	7.14 ✓	9.46 ✓	5.85 ✗	0.27 ✗	0.12 ✗	✗
20	778.14 ✓	7.55 ✓	9.50 ✓	3.64 ✗	0.18 ✗	0.05 ✗	✗
22	768.90 ✓	9.32 ✓	9.43 ✓	4.90 ✗	0.44 ✗	0.15 ✗	✗
24	761.34 ✓	9.67 ✓	8.71 ✓	5.11 ✗	0.29 ✗	0.13 ✗	✗

หมายเหตุ **ρ** = ความหนาแน่น (400-900 kg/m^3), **W** = ความชื้น (4-13%), **σ_M** = ความต้านทานแรงดัด (>14 MPa), **SW** = การพองตัว (<12%), **E_M** = โมดูลัสความยืดหยุ่น (>1.8 GPa) และ **IB** = ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้า (>0.4 MPa)

✓ เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดราบ มอก.876-2547 [9]

✗ ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดราบ มอก.876-2547 [9]

4.3 ผลการวิจัยแผ่นใยไม้อัดจากผักตบชวา พบว่า เมื่อแผ่นใยไม้อัดจากผักตบชวาให้แน่นขึ้น แผ่นใยไม้อัดจะมีแนวโน้มของความหนาแน่น และความต้านทานแรงดัดสูงขึ้น สอดคล้องกับผลวิจัยของ Disthalamphoo and Suweero [8] แต่มีการพองตัวมีแนวโน้มลดลง และความ ชื้น โมดูลัสความยืดหยุ่น และความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้ามีแนวโน้มไม่ชัดเจน อาจเนื่องมาจากวิธีการอัดร้อน และจำนวนอัตราส่วนผสมอาจน้อยเกินไป

ทั้งนี้ แผ่นใยไม้อัดจากผักตบชวามีความหนาแน่นและความชื้น เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดราบ มอก.876-2547 แต่การพองตัว ความต้านทานแรงดัด โมดูลัสความยืดหยุ่น และ

ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้า ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน หากต้องการนำมาใช้ในงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมาก ควรเลือกอัตราส่วนผสมที่ใช้ผักตบชวาผสมผงแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (PCB) ร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิจัยแผ่นใยไม้อัดจากผักตบชวา

ปริมาณ PCB (%)	ρ (kg/m^3)	W (%)	SW (%)	σ_M (MPa)	E_M (GPa)	IB (MPa)	หมายเหตุ
20	673.84 ✓	7.42 ✓	12.85 ✗	2.11 ✗	0.13 ✗	0.02 ✗	✗
30	670.04 ✓	8.14 ✓	13.18 ✗	2.64 ✗	0.25 ✗	0.01 ✗	✗
40	591.23 ✓	9.13 ✓	11.87 ✓	1.30 ✗	0.41 ✗	0.01 ✗	✗

หมายเหตุ ρ = ความหนาแน่น (400-900 kg/m^3), **W** = ความชื้น (4-13%), σ_M = ความต้านทานแรงดัด (>14 MPa), **SW** = การพองตัว (<12%), E_M = โมดูลัสความยืดหยุ่น (>1.8 GPa) และ **IB** = ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้า (>0.4 MPa)
✓ เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดราบ มอก.876-2547 [9]
✗ ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดราบ มอก.876-2547 [9]

5. สรุปผลการวิจัย

ฟางข้าว เป็นวัสดุที่เหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติในการผลิตแผ่นใยไม้อัด เนื่องจากมีคุณสมบัติเชิงกายภาพและเชิงกลเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัดราบ มอก. 876-2547 แต่การใช้ใบยางพาราและผักตบชวาเป็นวัสดุทดแทนไม้ธรรมชาติในการผลิตแผ่นใยไม้อัดนั้น ทำให้คุณสมบัติเชิงกายภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน แต่คุณสมบัติเชิงกลต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน จึงสามารถนำมาใช้ในงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงได้ ทั้งนี้ อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นใยไม้อัดจากฟางข้าว คือ ใช้ฟางข้าวผสมกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ซึ่งฟางข้าวนี้อาจผ่านหรือไม่ผ่านการอบแห้งก็ได้ และอาจผ่านหรือไม่การตัดย่อยก็ได้ จะทำให้ได้แผ่นใยไม้อัดจากฟางข้าวที่มีความหนาแน่น 738.24-797.48 kg/m^3 ความชื้นร้อยละ 5.89-7.07 การพองตัวร้อยละ 10.64-11.57 ความต้านทานแรงดัด 14.75-14.60 MPa โมดูลัสความยืดหยุ่น 1.93-1.96 GPa และความต้านทานแรงดึงตั้งฉากผิวหน้า 0.44-0.45 MPa

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Seub Nakhasathien Foundation, Forest Situation in Thailand (2016-2017), Nonthaburi: Seub Nakhasathien Foundation, 2017. (in Thai)

[2] Foundation for Aggricultural and Environmental Conservation (Thailand), "Foundation for Aggricultural and Environmental Conservation (Thailand)," 2018. [Online]. Available: http://www.aecth.org/. [Accessed 29 May 2019]. (in Thai)

[3] S. Polpuech, "Thai National Assembly," March 2016. [Online]. Available: https://library2. parliament.go.th/ebook/content-issue/2559 /hi2559-032.pdf. [Accessed 29 May 2019]. (in Thai)

[4] B. Au-aroon, "A Study to Reduce the Amount of Water Hyacinth to Create Small and Medium Enterprise in Luang Prot – Tan Liam Lat Krabang, Bangkok," *Journal of Thonburi University,* vol. 17, no. 1, pp. 38-44, 2014. (in Thai)

[5] C. Homkhiew, S. Rawangwong, W. Boonchouytan, P. Kaewpom and T. Thongkaowphueak, "Mechanical, Physical and Thermal Properties of Binderless Fiberboard from Rice Husk Flour and Rice Straw Flour," *The Journal of Industrial Technology,* vol. 13, no. 1, pp. 85-100, 2017. (in Thai)

[6] S. Kamonnarakit, K. Thongsri and A. Siripithakul, Design and Development of Furniture and Decoration Product Made by Rice Straw to Subserve an Eco-tourist, Case Study of Bun Tamsue Community Tumbol Tamsue Ampor Kaeng Krachan Province Phetchaburi, Bangkok: Faculty of Architecture and Design, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, 2016. (in Thai)

[7] W. Pasom, Study and Quality Improvement of Production Plywood from Seed Coat of Rubber at Local, Sakon Nakhon: Sakon Nakhon Rajabhat University, 2010. (in Thai)

[8] T. Disthalamphoo and K. Suweero, Utilization of Water Hyacinth Fiber in Outdoor Cement-bonded Fiberboard for Community Enterprises, Bangkok: Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, 2017. (in Thai)

[9] Thai Industrial Standards Institute, Thai Industrial Standard for Flat Pressed (TIS. 876-2547), Bangkok: Thai Industrial Standards Institute, 2017. (in Thai)