

นิพนธ์ต้นฉบับ

อิทธิพลของอุณหภูมิในการอัดร้อนต่อสมบัติของแผ่นขึ้นไม้อัดจากขี้เลื่อยไม้สักในจังหวัดแพร่

Effect of Pressure Temperature on Particleboard Properties
from Teak Sawdust in Phrae Provinceฉิติ วานิชดิโลkratn^{1*}Thiti Wanishdilokratn^{1*}สรพัชร อโหสิ¹Sorapat Ahosi¹วิศพล เพชรคง¹Vassapon Phetkong¹จิราภา วานิชดิโลkratn²Jirapa Wanishdilokratn²

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140

¹Department of Forest Industry Technology, Maejo University Phrae Campus, Phrae 54140, Thailand

²สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 13 (แพร่) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช จังหวัดแพร่ 54140

²Protected Area Regional Office 13 Phrae, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Phrae Province 54000, Thailand

*Corresponding Author; E-mail: Thiti_jk@hotmail.com

รับต้นฉบับ 13 กรกฎาคม 2566

รับแก้ไข 28 กันยายน 2566

รับลงพิมพ์ 4 ตุลาคม 2566

ABSTRACT

The effects were investigated of various pressure temperatures on the properties of particleboard made from teak sawdust in Phrae province in total 9 panels were tested at 3 temperatures (80, 100 and 120 °C) using 3 replicates. The properties of the samples were tested according to the Thai Industrial Standard for Flat Pressed Particleboard (TIS) 876-2004 for: moisture content, density, water absorption, thickness swelling, internal bonding, modulus of rupture and modulus of elasticity. Using 120 °C of pressure temperature was the optimum average value and met the standard. The mean values were: 6.65±2.03% for moisture content, 688.90±10.27 kg/m³ for density, 37.73±20.67% for water absorption, 10.89±5.49% for thickness swelling, 0.43±0.02 MPa for internal bonding, 15.73±0.88 MPa for modulus of rupture and 2,384±11.95 MPa for modulus of elasticity.

Keywords: Particleboard; Phrae province; Sawdust; Temperature; Teak

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิในการอัดร้อนแผ่นขึ้นไม้อัดจากซีเลื่อยไม้สักในจังหวัดแพร่ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิในการอัดร้อนต่อสมบัติของแผ่นขึ้นไม้อัด โดยทำการอัดร้อนที่อุณหภูมิ 80, 100 และ 120 องศาเซลเซียส และทำการทดสอบค่าสมบัติทางกายภาพและกลศาสตร์ ได้แก่ ความชื้น (moisture content) ค่าความหนาแน่น (density) ค่าการดูดซึมน้ำ (water absorption) ค่าการพองตัวตามความหนา (thickness swelling) ค่าแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (internal bonding) ค่ามอดูลัสแตกหัก (modulus of rupture) และค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity) ซึ่งผลการทดลองพบว่า แผ่นขึ้นไม้อัดจากซีเลื่อยไม้สักที่อุณหภูมิในการอัด 120 องศาเซลเซียส มีค่าการทดสอบดีที่สุดในทุกสภาวะ และผ่านมาตรฐานการทดสอบทั้งหมดโดยมีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 6.65±2.03 ค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 688.90±10.27 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 37.73±20.67 ค่าการพองตัวตามความหนาเฉลี่ยร้อยละ 10.89±5.49 ค่าแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ย 0.43±0.02 เมกะปาสกาล ค่ามอดูลัสแตกหักเฉลี่ย 15.73±0.88 เมกะปาสกาล และค่ามอดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย 2,384±11.95 เมกะปาสกาล

คำสำคัญ: แผ่นขึ้นไม้อัด จังหวัดแพร่ ซีเลื่อย อุณหภูมิ สัก

คำนำ

ทรัพยากรจากไม้ในประเทศไทยมีปริมาณลดลง เนื่องจากความต้องการในการใช้ประโยชน์ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีความจำเป็นที่จะใช้ทรัพยากรทดแทน โดยในจังหวัดแพร่ เป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์จากไม้เป็นจำนวนมาก (Kamy and Suwannawon, 2017; Howpinjai et al., 2019) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไม้สัก (*Tectona grandis*) ซึ่งเป็นไม้ที่มีลวดลายสวยงามและสามารถแปรรูปได้ง่าย ทำให้เกิดอุตสาหกรรมตั้งแต่ระดับครัวเรือนไปจนถึงระดับโรงงาน ในรูปแบบของการผลิตและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ เช่น เติง ตู้ โต๊ะ เก้าอี้ เป็นต้น (Wanishdilokrat et al., 2022) ส่งผลให้มีเศษเหลือในรูปแบบของซีเลื่อยจำนวนมาก ทำให้เกิดปริมาณขยะในชุมชน หรือการเผาทิ้งทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศ เช่น ฝุ่น PM2.5 เป็นต้น (Soviwadan et al., 2019; Muenmee and Bootdee, 2021) จึงจำเป็นต้องมีแนวทางในการนำมาใช้ประโยชน์ทดแทนผลิตภัณฑ์ไม้ ซึ่งการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัด (particleboard) เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษซีเลื่อยไม้สัก โดยผ่านกระบวนการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดที่มีความเหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ ซึ่งจำเป็นต้องมีการหาสภาวะในกระบวนการอัดร้อน ที่เป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งในการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัด (Iswanto et al., 2013)

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้เศษซีเลื่อยจากไม้สักมาทำเป็นแผ่นขึ้นไม้อัดโดยเปรียบเทียบสมบัติจากอุณหภูมิในการอัดร้อน โดยใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน ซึ่งการใช้อุณหภูมิต่ำจะเป็นการประหยัดพลังงาน และประหยัดต้นทุนในการผลิต เพื่อหา

สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจากการทดสอบหาสมบัติของแผ่นขึ้นไม้อัดที่ได้จากเศษซีเลื่อยที่เหลือทิ้งให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกทั้งเป็นอีกแนวทางในการเพิ่มมูลค่าในเชิงชุมชนและใช้ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การผลิตแผ่นขึ้นไม้อัด

นำเศษซีเลื่อยไม้สักที่ผ่านการแปรรูปจากไม้สักจากป่าสวนป่าเอกชนอายุ 20 ปี จากพื้นที่ อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่ มาคัดขนาดผ่านเครื่องคัดขนาด (screener) โดยใช้ตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 มิลลิเมตร แล้วนำไปผึ่งเพื่อปรับสภาวะให้ได้ความชื้นประมาณร้อยละ 10 จากนั้นนำมาชั่งจำนวน 1,748.69 กรัม/แผ่น (ซึ่งเผื่อปริมาณร้อยละ 20) แล้วนำมาใส่เครื่องผสมกาว ต่อมาทำการผสมกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (urea formaldehyde) จำนวน 158.97 กรัม/แผ่น (ปริมาณกาวร้อยละ 10 ของน้ำหนักอบแห้งขึ้นไม้) กับสารแอมโมเนียมคลอไรด์ (ammonium chloride) หรือสารเร่งแข็ง (hardener) จำนวน 2.54 กรัม/แผ่น (ปริมาณสารเร่งแข็งร้อยละ 2 ของน้ำหนักกาว) แล้วทำการพ่น พร้อมทั้งคลุกเคล้ากันในเครื่องผสมกาวโดยใช้ระยะเวลา 5 นาที ต่อมานำเศษซีเลื่อยที่ผสมกาวมาชั่งน้ำหนักจำนวน 1,589.72 กรัม/แผ่น มาโรยใส่กล่องไม้สำหรับขึ้นรูปขนาด 450 มิลลิเมตร x 450 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร ให้ขึ้นไม้มีความสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่นบนเทปลอนและแผ่นเหล็ก พร้อมทั้งใส่เหล็กกำหนดความหนาขนาด 10 มิลลิเมตรด้านละ 1 อันแล้วทำการอัดร้อนที่ความดัน 35 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร เป็นเวลา 5 นาทีโดยกำหนดสภาวะละ 3 อุณหภูมิ

ได้แก่ 80, 100 และ 120 องศาเซลเซียส อุณหภูมิละ 3 ชั่วโมง ทั้งสิ้น 9 แผ่น จากนั้นนำแผ่นขึ้นไม้อัดจากซีลื้อยไม้สักไปปรับสภาพในห้องควบคุมความชื้นในระยะเวลา 30 วันหรือชั่งน้ำหนักจนแผ่นขึ้นไม้อัดมีน้ำหนักคงที่ แสดงดัง Figure 1

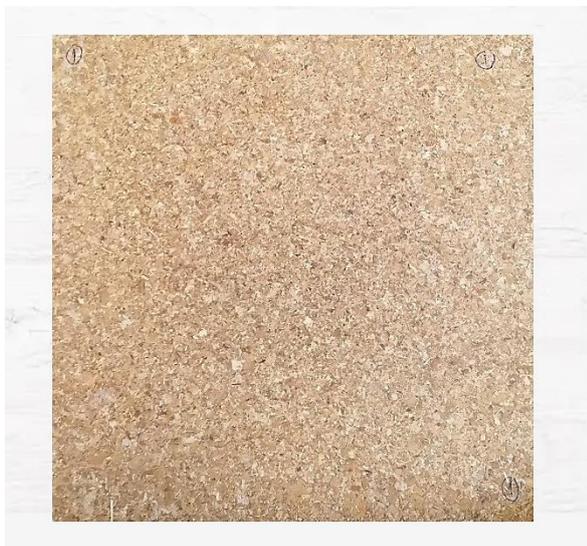


Figure 1 Particleboard made from teak sawdust

การทดสอบ

นำแผ่นขึ้นไม้อัดไปตัดขอบออกด้านละ 30 มิลลิเมตร แล้วนำไปตัดชิ้นทดสอบให้มีขนาดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Thai Industrial Standard) มอก.867-2547 (Thai Industrial Standard, 2004) โดยการทดสอบสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้ ค่าความชื้น (moisture content) ค่าความหนาแน่น (density) ค่าการดูดซึมน้ำ (water absorption) ค่าการพองตัวตามความหนา (thickness swelling) ค่าแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (internal bonding) ค่ามอดูลัสแตกหัก (modulus of rupture) และค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity) ดังนี้

การทดสอบหาค่าความชื้นและความหนาแน่น สามารถทำได้โดยชั่งชิ้นทดสอบให้ได้น้ำหนักที่ความแม่นยำ 0.01 กรัม เป็นน้ำหนักของชิ้นทดสอบก่อนอบ จากนั้นวัดขนาดความกว้าง ความหนา และความยาวของชิ้นทดสอบ ที่ระดับความแม่นยำ 0.02 มิลลิเมตร ต่อมอบชิ้นทดสอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103±2 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักของชิ้นทดสอบคงที่ หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักขึ้นไม้ เป็นน้ำหนักของชิ้นทดสอบหลังอบแห้ง และวัดขนาดความกว้าง ความหนา และความยาวของชิ้นทดสอบหลังอบ สำหรับหาปริมาตรของชิ้นตัวอย่าง การหาค่าปริมาณความชื้น แสดงดังสมการที่ (1)

$$Mc = \frac{(M_1 - M_2)}{M_2} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ Mc คือ ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)

M_1 คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบก่อนอบ (กรัม)

M_2 คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบหลังอบ (กรัม)

การหาค่าความหนาแน่น แสดงดังสมการที่ (2)

$$D = \frac{M}{V} \times 10^6 \quad (2)$$

เมื่อ D คือ ความหนาแน่น (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

M คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบ (กรัม)

V คือ ปริมาตรของชิ้นทดสอบ (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)

การทดสอบการดูดซึมน้ำ และการพองตัวตามความหนา สามารถทำได้โดยชั่งน้ำหนักและวัดความหนาชิ้นทดสอบแล้วแช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำผ้าหมาดมาซับน้ำออกให้หมดจากนั้นปล่อยให้ไว้ในสถานะของอุณหภูมิห้องอีก 1 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนัก และวัดความหนาหลังทดสอบ การหาค่าการดูดซึมน้ำ แสดงดังสมการที่ (3)

$$Wa = \frac{(W_2 - W_1)}{W_1} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ Wa คือ การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)

W_1 คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ (กรัม)

การหาค่าการพองตัวตามความหนา แสดงดังสมการที่ (4)

$$Ts = \frac{(T_2 - T_1)}{T_1} \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ Ts คือ การพองตัวตามความหนา (ร้อยละ)

T_1 คือ ความหนาก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร)

T_2 คือ ความหนาหลังแช่น้ำ (มิลลิเมตร)

การทดสอบแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า สามารถทำได้โดยติดผิวหน้าทั้งสองของชิ้นทดสอบกับแผ่นดึง โดยใช้กาวสังเคราะห์ จากนั้นนำเข้าเครื่องทดสอบสากล (universal testing machine) แสดงดัง Figure 2 เพื่อทำการดึงในอัตราส่วนที่สม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดึงจนกระทั่งชิ้นทดสอบแยกจะต้องออกจากกันไม่น้อยกว่า 30 วินาที และไม่มากกว่า 90 วินาที หรือความเร็วในการดึงอยู่ที่ 2 มิลลิเมตรต่อนาที โดยหาค่าแรงดึงตั้งฉาก แสดงดังสมการที่ (5)

$$IB = \frac{F}{(W \times L)} \quad (5)$$

เมื่อ IB คือ แรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า (เมกะพาสคาล)

F คือ แรงดึงสูงสุด (นิวตัน)

W คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

L คือ ความยาวของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)



Figure 2 Universal testing machine

การทดสอบมอดูลัสแตกหักและมอดูลัสยืดหยุ่นสามารถทำได้โดยทำได้โดยวางชิ้นทดสอบไปวางบนแท่นรองรับ (supports) ของเครื่องทดสอบสากล ซึ่งระยะวางห่างกัน 280 มิลลิเมตร ให้ปลายชิ้นทดสอบยื่นออกจากจุดที่รองรับด้านละ 10 มิลลิเมตร ให้แรงกดลงที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกดจนกระทั่งชิ้นทดสอบหัก ภายในเวลา 1.5 ± 0.5 นาที จากนั้นหาค่ามอดูลัสแตกหัก แสดงดังสมการที่ (6)

$$MOR = \frac{3 F_{max} L}{2 b t^2} \quad (6)$$

เมื่อ MOR คือ ความสามารถในการต้านการแตกหัก (เมกะพาสคาล)

F_{max} คือ แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ (นิวตัน)

L คือ ระยะห่างของแท่นรองรับ (มิลลิเมตร)

B คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

t คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นไม้ (มิลลิเมตร)

ส่วนการหาค่ามอดูลัสยืดหยุ่นของไม้ แสดงดังสมการที่ (7)

$$MOE = \frac{L^3 (F_2 - F_1)}{4 b t^3 (a_2 - a_1)} \quad (7)$$

เมื่อ MOE คือ มอดูลัสยืดหยุ่น (เมกะพาสคาล)

L คือ ระยะห่างของแท่นรองรับ (มิลลิเมตร)

$F_2 - F_1$ คือ แรงกดที่เพิ่มขึ้นในช่วงเส้นกราฟเป็นเส้นตรง (นิวตัน)

b คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

t คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

$a_2 - a_1$ คือ ระยะแอนตัวที่เพิ่มขึ้นช่วงเส้นกราฟเป็นเส้นตรง (มิลลิเมตร)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลค่าการดูดซึมน้ำ ค่าการพองตัวตามความหนา ค่าแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ค่ามอดูลัสแตกหัก และค่ามอดูลัสยืดหยุ่น มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลและวิจารณ์

ความชื้นและความหนาแน่น

การศึกษาปริมาณความชื้นและความหนาแน่นของแผ่นขึ้นไม้อัดจากซีลี้อยไม้สักโดยใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน พบว่าแผ่นขึ้นไม้อัดที่อัดด้วยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นต่ำที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 6.35 ± 2.68 รองลงมาคือ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 6.65 ± 2.03 และอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 7.65 ± 2.74 ส่วนค่าความหนาแน่นของแผ่นขึ้นไม้อัดที่มีค่าสูงที่สุดคือ อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส มีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 688.90 ± 10.27 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 677.30 ± 10.75 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 673.32 ± 8.89 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แสดงดัง Table 1 ซึ่งความชื้นและความหนาแน่นของแผ่นขึ้นไม้อัดจากซีลี้อยไม้สักที่อุณหภูมิในการอัด 80, 100 และ 120 องศาเซลเซียส ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Thai Industrial Standard) มอก.867-2547 (Thai Industrial Standard, 2004) ที่กำหนดความชื้นในช่วงร้อยละ 4.00-13.00 และความหนาแน่นอยู่ในช่วง

400-900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Prungsuk *et al.* (2019) ที่ได้ทำการทดสอบแผ่นขึ้นไม้อัดจากไม้ยางพารา พบว่า มีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 8.24 และความหนาแน่นเฉลี่ย 773.65 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และใกล้เคียงกับ Yenjai *et al.* (2016) ที่ได้ทำการผลิตแผ่นขึ้นไม้อัดจาก

เศษเหลือทิ้งของไม้เสม็ดขาวโดยใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ พบว่า มีค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 7.10–7.19 และความหนาแน่นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 700.00–750.00 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

Table 1 Moisture content and density of particleboard made from teak sawdust using different hot pressing temperatures

Hot pressing temperature (°C)	Moisture content (%)	Density (kg/m ³)
80	7.65±2.74	673.32±8.89
100	6.65±2.03	677.30±10.75
120	6.35±2.68	688.90±10.27
Mean	6.88±2.48	679.84±9.97

การดูดซึมน้ำ และการพองตัวตามความหนา

การศึกษาค่าการดูดซึมน้ำ และการพองตัวตามความหนาของแผ่นขึ้นไม้อัดจากซีลี้อยไม้สักโดยใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน พบว่า แผ่นขึ้นไม้อัดที่อัดด้วยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส มีค่าการดูดซึมน้ำต่ำที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 37.73±20.67 รองลงมาคือ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 44.98±13.09 และอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 45.35±6.12 ส่วนค่าการพองตัวตามความหนาของแผ่นขึ้นไม้อัดที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส มีค่าต่ำที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 10.89±5.49 รองลงมาคือ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 12.90±4.40 และอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่าพองตัวตามความหนาต่ำที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 14.40±5.04 แสดงดัง Table 2 โดยค่าการดูดซึมน้ำและค่าการพองตัวตามความหนามีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงดัง Table 4 ซึ่งการดูดซึมน้ำ และการพองตัวตามความหนาของแผ่นขึ้นไม้อัดจากซีลี้อย

ไม้สักที่อุณหภูมิในการอัด 80 และ 100 องศาเซลเซียสไม่ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Thai Industrial Standard) มอก.867–2547 (Thai Industrial Standard, 2004) ส่วนแผ่นขึ้นไม้อัดจากซีลี้อยไม้สักที่อุณหภูมิในการอัด 120 องศาเซลเซียสผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.867–2547 ที่กำหนดค่าการดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 40.00 และค่าการพองตัวตามความหนาไม่เกินร้อยละ 12.00 ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Masturi *et al.* (2020) ที่ได้ทำการศึกษาค่าการดูดซึมน้ำของแผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษใบไม้สักเหลือทิ้ง พบว่า มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 40 เนื่องจากความหนาแน่นที่สูงจะส่งผลต่อการดูดซึมน้ำได้ลดลง แต่แตกต่างกับ Nourbakhsh (2010) ที่ได้ทำการทดสอบค่าพองตัวตามความหนาของแผ่นขึ้นไม้อัดจากเศษไม้พ็อปลาร์ (poplar wood) อายุ 3 ปี พบว่า มีค่าพองตัวตามความหนาเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 21.77–26.54 เนื่องจากเป็นไม้ที่อายุน้อยและมีความชื้นสูงทำให้เกิดการพองตัวตามความหนามาก

Table 2 Water absorption and thickness swelling of particleboard made from teak sawdust using different hot pressing temperatures

Hot pressing temperature (°C)	Water absorption (%)	Thickness swelling (Percentage)
80	45.35±6.12 ^{ns}	14.40±5.04 ^{ns}
100	44.98±13.09 ^{ns}	12.90±4.40 ^{ns}
120	37.73±20.67 ^{ns}	10.89±5.49 ^{ns}
Mean	42.68±13.29	12.73±4.98

Remarks: ns indicates no significant difference in column values based on ANOVA for $p<0.05$, followed by Duncan's new multiple range test

แรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า มอดูลัสแตกหัก และมอดูลัสยืดหยุ่น

การศึกษาค่าแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า มอดูลัสแตกหัก และมอดูลัสยืดหยุ่นของแผ่นขึ้นไม้อัดจากซีเลื่อยไม้สักโดยใช้ อุณหภูมิที่แตกต่างกัน พบว่า แผ่นขึ้นไม้อัดที่อัดร้อนด้วย อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส มีค่าแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าสูง ที่สุดเฉลี่ย 0.43±0.02 เมกะปาสกาล ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับแผ่นขึ้นไม้อัดที่อัดด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ที่มีค่าเฉลี่ย 0.37±0.01 เมกะปาสกาล และ แผ่นขึ้นไม้อัดที่อัดด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ที่มีค่าเฉลี่ย 0.33±0.03 เมกะปาสกาล ส่วนค่ามอดูลัสแตกหักของแผ่นขึ้น ไม้อัดที่อัดด้วยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส มีค่าสูงสุดเฉลี่ย 15.73±0.88 เมกะปาสกาล ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p < 0.05$) กับแผ่นขึ้นไม้อัดที่อัดด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ที่มีค่าเฉลี่ย 13.78±0.67 เมกะปาสกาล และ แผ่นขึ้นไม้อัดที่อัดด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ที่มีค่าเฉลี่ย 12.45±0.40 เมกะปาสกาล ส่วนค่ามอดูลัสยืดหยุ่นของแผ่นขึ้น ไม้อัดที่อัดด้วยอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียสมีค่าสูงสุดเฉลี่ย 2,384±11.95 เมกะปาสกาล ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับแผ่นขึ้นไม้อัดที่อัดด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ที่มีค่าเฉลี่ย 2,274±9.36 เมกะปาสกาล และแผ่นขึ้นไม้อัดที่อัดด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสที่มี ค่าเฉลี่ย 2,251±14.96 เมกะปาสกาล แสดงดัง Table 3 และ

Table 4 ซึ่งแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และมอดูลัสแตกหัก ของ แผ่นขึ้นไม้อัดจากซีเลื่อยไม้สักที่อุณหภูมิในการอัด 80 และ 100 องศาเซลเซียส ไม่ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Thai Industrial Standard) มอก. 867-2547 (Thai Industrial Standard, 2004) ส่วนแผ่นขึ้นไม้อัดจากซีเลื่อยไม้ สักที่อุณหภูมิในการอัด 120 องศาเซลเซียสผ่านมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.867-2547 ที่กำหนดค่าแรงดึงตั้ง ฉากกับผิวหน้ามากกว่า 0.40 และค่ามอดูลัสแตกหักไม่น้อยกว่า 14.00 เมกะปาสกาล ส่วนค่ามอดูลัสยืดหยุ่นในทุกสภาวะผ่าน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.867-2547ที่กำหนดค่า มอดูลัสยืดหยุ่นไม่น้อยกว่า 1,800 เมกะปาสกาล ซึ่งใกล้เคียง กับงานวิจัยของ Korai (2021) ที่ได้ทำการประเมินความ แตกต่างของค่าแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นขึ้นไม้อัด พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.46 เมกะปาสกาล และใกล้เคียงกับ งานวิจัยของ Kusumah *et al.* (2020) ที่ได้ทำการผลิตแผ่นขึ้น ไม้อัดจากข้าวฟ่างหวาน พบว่ามีค่ามอดูลัสแตกหักเฉลี่ย 10.92 เมกะปาสกาล และมอดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย 2,263.00 เมกะปาส กาล โดยขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นและความหนาแน่นของแผ่น ขึ้นไม้อัด อีกทั้งใกล้เคียงกับ Kornitsaranukoon *et al.* (2019) ที่ได้ทำการศึกษาการพัฒนาแผ่นไม้ปาติเกิล (particle board) จากแกนกัญชงเพื่อเป็นผนังตกแต่งภายในอาคาร พบว่า ความ หนาแน่นมีผลต่อความแข็งแรงที่อุณหภูมิตั้งแต่ 110-150 องศา เซลเซียส ซึ่งการใช้อุณหภูมิที่สูงจะต้องคำนึงถึงวัสดุที่ใช้ เนื่องจากจะส่งผลต่อการไหม้ของแผ่นขึ้นไม้อัด

Table 3 Internal bonding, MOR and MOE of particleboard made from teak sawdust using different hot-pressing temperatures

Hot pressing temperature (°C)	Internal bonding (MPa)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
80	0.33±0.03 ^c	12.45±0.40 ^c	2,251±14.96 ^b
100	0.37±0.01 ^b	13.78±0.67 ^b	2,274±9.36 ^b
120	0.43±0.02 ^a	15.73±0.88 ^a	2,384±11.95 ^a
Mean	0.38±0.02	14.02±0.65	2,303±12.09

Remarks: a, b and c superscripts indicate significant differences in column values based on ANOVA for $p < 0.05$, followed by Duncan’s new multiple range test

Table 4 Statistical analysis of water absorption, thickness swelling, internal bonding MOR and MOE

Item	Group	Sum of squares	df	Mean square	F	P-value
Water absorption	Between group	110.856	2	55.428	0.261	0.778
	Within group	1272.176	6	212.029		
	Total	1383.031	8			
Thickness swelling	Between group	18.614	2	9.307	0.373	0.704
	Within group	149.869	6	24.978		
	Total	168.482	8			
Internal bonding	Between group	0.015	2	0.008	14.083	0.005
	Within group	0.003	6	0.001		
	Total	0.018	8			
MOR	Between group	16.263	2	8.131	17.635	0.003
	Within group	2.767	6	0.461		
	Total	19.029	8			
MOE	Between group	30102.581	2	15051.291	99.449	0.000
	Within group	908.079	6	151.346		
	Total	31010.660	8			

การนำเศษเหลือทิ้งจากซีลื้อไม้สักจากโรงงานไม้มาใช้ประโยชน์จะเป็นแนวทางในการสร้างรายได้ให้กับสถานประกอบการ ชุมชน ชาวบ้าน หรือผู้ที่สนใจ ยังสามารถลดปัญหาการเผาซีลื้อไม้สัก ซึ่งในอนาคตสามารถเพิ่มกรรมวิธีในการทำแผ่นซีลื้อไม้อัดจากซีลื้อไม้สัก ในการลดต้นทุนการผลิตจากการใช้เครื่องจักร หรือสามารถต่อยอดในการเพิ่มสมบัติด้านต่าง ๆ ให้แผ่นซีลื้อไม้อัดมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค (Yiachongthor, 2021)

สรุป

แผ่นซีลื้อไม้อัดจากซีลื้อไม้สักที่อุณหภูมิในการอัด 120 องศาเซลเซียส มีค่าการทดสอบดีที่สุดในทุกสภาวะ และผ่านมาตรฐานการทดสอบทั้งหมดโดยมีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 6.65 ± 2.03 ค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 688.90 ± 10.27 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 37.73 ± 20.67 ค่าการพองตัวตามความหนาแน่นเฉลี่ยร้อยละ 10.89 ± 5.49 ค่าแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ย 0.43 ± 0.02 เมกะปาสกาล ค่ามอดูลัสแตกหักเฉลี่ย 15.73 ± 0.88 เมกะปาสกาล และค่ามอดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย $2,384 \pm 11.95$ เมกะปาสกาล

คำนิยาม

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนการทำวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ในกรอบทุนสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund) จากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ผ่านสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ 2566 ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ให้อนุเคราะห์สถานที่สำหรับการวิจัย รวมถึงโรงงานสุชาติ 83 เฟอร์นิเจอร์ไม้สักแพร่ ที่ได้อนุเคราะห์วัสดุสำหรับทำงานวิจัยในครั้งนี้

REFERENCES

- Howpinjai, I., Sukjaroen, S., Wanishdilokratn, T. 2019. The comparison of wood utilization: Case study of Phrae province. *Thai Forest Ecological Research Journal*, 3(2): 17-25. (in Thai)
- Iswanto, A.H., Febrianto, F., Hadi, Y.S., Ruhendi, S., Hermawan, D. 2013. The effect of pressing temperature and time on the quality of

- particleboard made from jatropa fruit hulls treated in acidic condition. **Makara Seri Teknologi**, 17(3): 145-151. doi: 10.7454/mst.v17i3.2
- Kamyo, T., Suwannawon, S. 2017. Land cover changes in the Rong Kwang district, Phrae province based on a systematic remote sensing sampling approach. **Thai Forest Ecological Research Journal**, 1(1): 10-18. (in Thai)
- Korai, H. 2021. Difficulty of internal bond prediction of particleboard using the density profile. **Journal of Wood Science**, 67(1): 1-7. doi: 10.1186/s10086-021-01994-4
- Kornitsaranukoon, W., Toyjalearn, N., Sorathorn, S. 2019. Development particleboard for interior wall panel building from hemp woody core. **Journal of Building Energy & Environment**, 3(3): 78-96. (in Thai)
- Kusumah, S.S., Massijaya, S.Y., Prasetyo, K.W., Sutiawan, J., Lubis, M.A.R., Hermawan, D. 2020. Surface modification of eco-friendly particleboard made from sorghum bagasse and citric acid sucrose adhesive. **Materials Science and Engineering**, (2020): 012054. doi: 10.1088/1757-899X/935/1/012054
- Masturi, Jannah, W.N., Maulana, R.M., Darsono, T., Sunarno, Rustad, S. 2020. Mechanical and physical properties of teak leaves waste/polyurethane composites for particleboard application. **Advanced Composites Letters**, 29(19): 2633366X2096250. doi: 10.1177/2633366X20962507
- Muenmee, S., Bootdee, S. 2021. Health risk assessment of exposure PM2.5 from industrial area in Pluak Daeng district, Rayong province. **Naresuan Phayao Journal**, 14(3): 95-110. (in Thai)
- Nourbakhsh, A. 2010. Mechanical and thickness swelling of particleboard composites made from three-year-old poplar clones. **Journal of Reinforced Plastics and Composites**, 29(4): 481-489. doi: 10.1177/0731684408097771
- Prungsuk, S., Jarusombuti, S., Veenin, T. 2019. Effect of added boron compounds on physical, mechanical and fire retardant properties in particleboard. **Thai Journal of Forestry**, 38(1): 156-167. (in Thai)
- Soviwadan, D., Kassegne, K.A., Kadja, K., Koffi, D., Koutsawa, Y., Sanda, K. 2019. Evaluation of mechanical, physical and thermal properties of particleboard from teak (*Tectona grandis*) sawdust with the tannic powder of African locust bean pod (*Parkia biglobossa*). **International Journal of Current Research**, 11(6): 4821-4829. doi: 10.24941/ijcr.35744.06.2019
- Thai Industrial Standard. 2004. **Thai Industrial Standard for Flat pressed Particleboard**. TIS876- 2004.
- Wanishdilokratn, T., Sukjareon, S., Howpinjai, I., Kamyo, T., Wiangtong, C. 2022. Comparison of timber volumes during teak bed production between Wiang Thong and Mee Kong factories in Sung Men district, Phrae province. **Thai Journal of Forestry**, 41(2): 116-126. (in Thai)
- Yenjai, P., Jarusombuti, S., Veenin, T. 2016. Particleboard manufacturing from waste of Cajuput (*Melaleuca cajuputi* Powell). **VRU Research and Development Journal Science and Technology**, 11(2): 131-140. (in Thai)
- Yiachongthor, C. 2021. **The Added Value of Teak Sawdust from Sawmill in Xiengnguern District Luangprabang Province to Particleboard for Furniture Production**. M.S. Thesis, Maejo University, Chiang Mai, Thailand. (in Thai)