

นิพนธ์ต้นฉบับ

การเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลศาสตร์ของไม้กระถินยักษ์
ในบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

Comparison of Physical and Mechanical Properties of *Leucaena leucocephala*
(Lam.) de Wit Wood on Maejo University Phrae Campus

ธิตี วานิชดิตรัตน์^{1*}Thiti Wanishdilokratn^{1*}เบญจมาศ นิพิฐธรรม²Benjamat Nipitam²กัญญารัตน์ สมอคำ²Kanyarat Samorkam²จิรกิตติ์ ตันประดิษฐ์²Jirakit Tanpradit²¹สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140¹Department of Forest Industry Technology, Maejo University Phrae Campus, Phrae 54140, Thailand²สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140²Department of Agroforestry, Maejo University Phrae Campus, Phrae 54140, Thailand

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

รับต้นฉบับ 22 ตุลาคม 2566

รับแก้ไข 8 ธันวาคม 2566

รับลงพิมพ์ 13 ธันวาคม 2566

ABSTRACT

The physical and mechanical properties were compared of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit wood from three zones (forest, nearby building, and nearby reservoir) on the Maejo University Phrae Campus to assist in identifying ways to utilize this Invasive plant species. The physical properties of samples investigated were the moisture content and specific gravity, while the mechanical properties were the modulus of rupture (MOR), modulus of elasticity (MOE), compression parallel to grain, compression perpendicular to grain, hardness and shearing stress parallel to grain. The sample from the forest zone had the values for the moisture content of $25.70 \pm 1.32\%$ and for the specific gravity of 0.63 ± 0.03 , for the MOR of 115.75 ± 4.35 MPa, for the MOE of $10,055.09 \pm 27.55$ MPa, for compression parallel to grain of 55.93 ± 2.46 MPa, for compression perpendicular to grain of 6.03 ± 0.62 MPa, for hardness of $4,217.30 \pm 43.67$ N and for shearing stress parallel to grain of 20.82 ± 1.02 MPa.

Keywords: *Leucaena leucocephala* wood; Maejo university Phrae campus; Mechanical properties; Physical properties; Zone

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลศาสตร์ของไม้กระถินยักษ์ในบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ทั้ง 3 บริเวณ ได้แก่ บริเวณในป่า บริเวณใกล้อาคาร และบริเวณใกล้แหล่งน้ำ เพื่อเป็นแนวทางในการนำพืชกรูกรานต่างถิ่นมาใช้ประโยชน์ โดยทดสอบสมบัติทางกายภาพและกลศาสตร์ ได้แก่ ค่าความชื้น (moisture content) ค่าความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) ค่ามอดูลัสแตกหัก (modulus of rupture, MOR) ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity, MOE) ค่าแรงอัดขนานเส้น (compression parallel to grain) ค่าแรงอัดตั้งฉากเส้น (compression perpendicular to grain) ค่าความแข็ง (hardness) และความเค้นเฉือนขนานเส้น (shearing stress parallel to grain) ทดสอบตัวอย่างละ 5 ซ้ำ ผลการทดสอบ พบว่า ไม้กระถินยักษ์จากบริเวณในป่ามีค่าการทดสอบสมบัติทางกายภาพและกลศาสตร์ดีที่สุด โดยมีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 25.70 ± 1.32 ค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.63 ± 0.03 ค่ามอดูลัสแตกหักเฉลี่ย 115.75 ± 4.35 เมกะปาสกาล ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย $10,055.09 \pm 27.55$ เมกะปาสกาล ค่าแรงอัดขนานเส้นเฉลี่ย 55.93 ± 2.46 เมกะปาสกาล ค่าแรงอัดตั้งฉากเส้นเฉลี่ย 6.03 ± 0.62 เมกะปาสกาล ค่าความแข็งเฉลี่ย $4,217.30 \pm 43.67$ นิวตัน และค่าความเค้นเฉือนขนานเส้นเฉลี่ย 20.82 ± 1.02 เมกะปาสกาล

คำสำคัญ: ไม้กระถินยักษ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ สมบัติทางกลศาสตร์ สมบัติทางกายภาพ พื้นที่

คำนำ

ไม้เป็นทรัพยากรทางธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ ได้มีการนำมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ ตั้งแต่งานไม้โครงสร้าง เฟอร์นิเจอร์ เครื่องมือเครื่องใช้ ไปจนถึงผลิตภัณฑ์ในเชิงพลังงาน (Lafleur and Fraanje, 1997) ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำไม้หลากหลายชนิดมาใช้ประโยชน์ เช่น ไม้สัก (*Tectona grandis*) ไม้พะยูน (*Dalbergia cochinchinensis*) ไม้ชิงชัน (*Dalbergia oliveri*) เป็นต้น ส่งผลต่อปริมาณไม้ที่ลดน้อยลง (Aerts et al., 2009; Xu et al., 2019; Diloksumpun and Arunwarakorn, 2021) จึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำไม้ชนิดอื่นมาใช้ประโยชน์ โดยไม้จากพืชกรูกรานต่างถิ่น (invasive plant species) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำมาใช้ประโยชน์ (Sharma et al., 2022) เนื่องจากเป็นชนิดพันธุ์ที่มีการคุกคามระบบนิเวศ และแหล่งที่อยู่อาศัยของชนิดพันธุ์พื้นถิ่น ซึ่งต้นกระถินยักษ์ (*Leucaena leucocephala*) เป็นพืชที่มีการแพร่กระจายพันธุ์อย่างรวดเร็ว (Tewari et al., 2003; Rahman et al., 2020) ได้มีการแย่งอาหาร น้ำ และแสงแดดจากชนิดพันธุ์ที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน ทำให้พืชท้องถิ่นเดิมเกิดความเสียหาย และมีการล้มตายเป็นจำนวนมาก (Wan-Mohd-

Nazri et al., 2011; Angelis et al., 2021; Wanishdilokratn et al., 2022) โดยต้นกระถินยักษ์มีการแพร่กระจายในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ เป็นพื้นที่ที่มีการกระจายตัวของต้นกระถินยักษ์เป็นจำนวนมาก เช่น บริเวณป่า บริเวณใกล้แหล่งน้ำ บริเวณใกล้อาคาร เป็นต้น

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำไม้กระถินยักษ์ในพื้นที่แต่ละบริเวณที่แตกต่างกันมาหาสมบัติทางกายภาพและกลศาสตร์ เช่น ความชื้น ความถ่วงจำเพาะ ค่ามอดูลัสแตกหัก ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น เป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ไม้กระถินยักษ์ในแต่ละพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม รวมถึงเป็นแนวทางในการจัดการพืชกรูกรานต่างถิ่นได้อย่างยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่าง

เลือกไม้กระถินยักษ์ที่บริเวณส่วนกลางของลำต้นอายุเฉลี่ย 10 ปี จากในพื้นที่บริเวณมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ โดยเลือกจาก 3 พื้นที่ที่แตกต่างกัน ได้แก่ บริเวณป่า บริเวณใกล้อาคาร และบริเวณใกล้แหล่งน้ำ แสดงดัง Figure 1

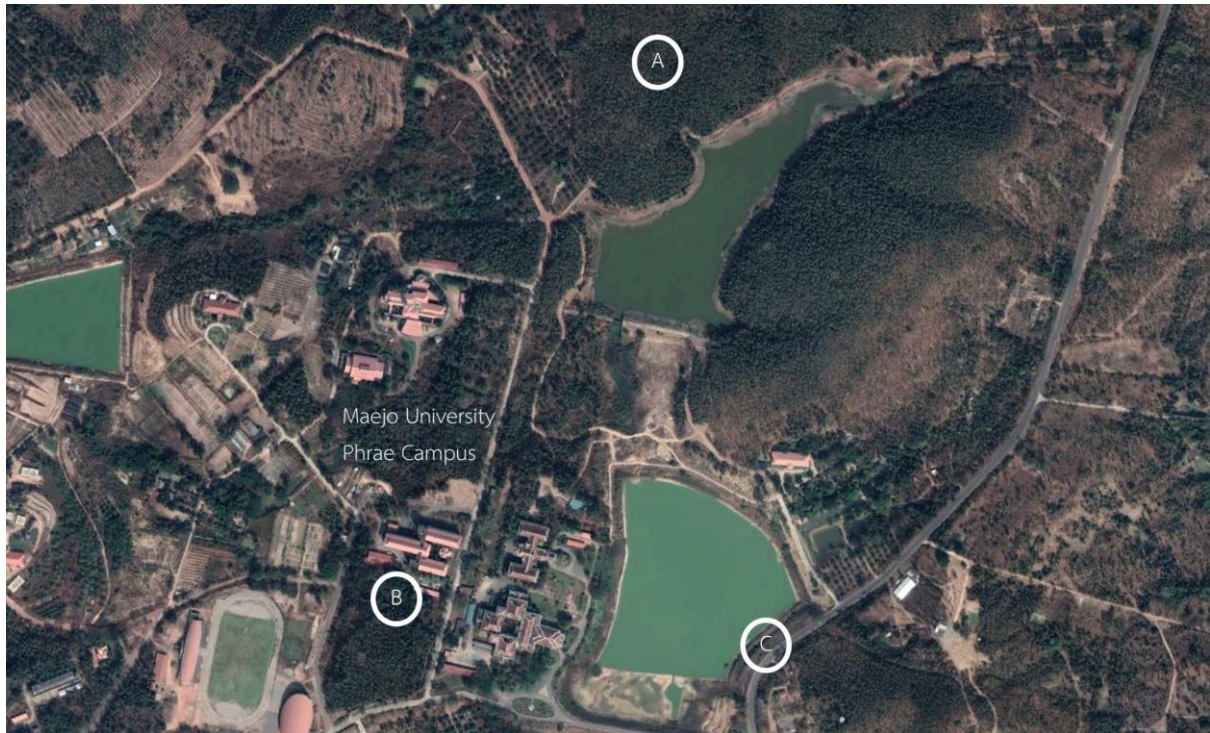


Figure 1 *Leucaena leucocephala* tree sample locations in each zone: (A) forest, (B) nearby building and (C) nearby reservoir

การทดสอบ

นำไม้กระถินยักษ์จากทั้ง 3 พื้นที่ มาทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลศาสตร์ ตามมาตรฐาน BS 373 standard (1985) และมาตรฐาน ASTM D 143 standard (2014) ได้แก่ ค่าความชื้น (moisture content) ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) ค่ามอดูลัสแตกหัก (modulus of rupture, MOR) ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity, MOE) ค่าแรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain) ค่าแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (compression perpendicular to grain) ค่าความแข็ง (Hardness) และความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน (shearing stress parallel to grain) โดยก่อนการทดสอบสมบัติทางกลศาสตร์ได้มีการปรับสภาวะชิ้นทดสอบให้มีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 12 ซึ่งมีการทำการทดสอบ ดังนี้

การทดสอบหาค่าความชื้นและความถ่วงจำเพาะ โดยตัดชิ้นทดสอบขนาด 20 มิลลิเมตร x 20 มิลลิเมตร x 20 มิลลิเมตร จำนวนพื้นที่ละ 5 ซ้ำ ซึ่งชิ้นทดสอบ เป็นน้ำหนักของชิ้นทดสอบก่อนอบ จากนั้นวัดขนาดความกว้าง ความหนา และความยาวของชิ้นทดสอบ ทำการอบชิ้นทดสอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหรือจนได้น้ำหนักของชิ้นทดสอบคงที่ หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักขึ้น

ทดสอบ เป็นน้ำหนักของชิ้นทดสอบหลังอบแห้ง แล้ววัดขนาดความกว้าง ความหนา และความยาวของชิ้นทดสอบหลังอบ โดยการหาค่าปริมาณความชื้น 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)

การหาค่าความถ่วงจำเพาะ แสดงดังสมการที่ (2)

$$G = \frac{M_2}{V \rho_w} \quad (2)$$

เมื่อ G คือ ความถ่วงจำเพาะ

M_2 คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบหลังอบ (กรัม)

V คือ ปริมาตรของชิ้นทดสอบ (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)

ρ_w คือ ความหนาแน่นของน้ำ (=1 กรัม/ลูกบาศก์มิลลิเมตร)

การทดสอบมอดูลัสแตกหักและมอดูลัสยืดหยุ่นสามารถทำได้โดยทำได้โดยตัดชิ้นทดสอบขนาด 20 มิลลิเมตร x 20 มิลลิเมตร x 300 มิลลิเมตร จำนวนพื้นที่ละ 5 ซ้ำ แล้วนำชิ้นทดสอบไปวางบนแท่นรอง (supports) ของเครื่องทดสอบสากล

(universal testing machine) ยี่ห้อ BPS INSTRUMENT รุ่น BA-100 ซึ่งระยะวางห่างกัน 280 มิลลิเมตร ให้ปลายชิ้นทดสอบยื่นออกจากจุดที่รองรับด้านละ 10 มิลลิเมตร ให้แรงกดลงที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกด จนกระทั่งชิ้นทดสอบหักภายในเวลา 1.5 ± 0.5 นาที จากนั้นหาค่ามอดูลัสแตกหัก แสดงดังสมการที่ (3)

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

เมื่อ MOR คือ มอดูลัสแตกหัก (เมกะปาสกาล)

F_{max} คือ แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ (นิวตัน)

L คือ ระยะห่างของแท่งรองรับ (มิลลิเมตร)

b คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

t คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นไม้ (มิลลิเมตร)

ส่วนการหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของไม้ แสดงดังสมการที่ (4)

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

เมื่อ MOE คือ มอดูลัสยืดหยุ่น (เมกะปาสกาล)

L คือ ระยะห่างของแท่งรองรับ (มิลลิเมตร)

$F_2 - F_1$ คือ แรงกดที่เพิ่มขึ้นในช่วงเส้นกราฟเป็นเส้นตรง (นิวตัน)

b คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

t คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)

$a_2 - a_1$ คือ ระยะแอนตัวที่เพิ่มขึ้นช่วงเส้นกราฟเป็นเส้นตรง (มิลลิเมตร)

การทดสอบความเค้นอัดขนานเสี้ยน สามารถทำได้โดยทำได้โดยตัดชิ้นทดสอบขนาด 20 มิลลิเมตร x 20 มิลลิเมตร x 60 มิลลิเมตร จำนวนพื้นที่ละ 5 ซ้ำ แล้วนำชิ้นทดสอบไปวางบนอุปกรณ์สำหรับทดสอบความเค้นอัดขนานเสี้ยนของเครื่องทดสอบสากล ในแนวตั้งแล้วทำการกดชิ้นทดสอบให้แรงกระจายสม่ำเสมอบนผิวหน้าตัด โดยให้ไม้แตกหักภายในเวลา 1.5 ± 0.5 นาที จากนั้นคำนวณค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยน แสดงดังสมการที่ (5)

$$C_{pa} = \frac{F_{max}}{a \times b} \quad (5)$$

เมื่อ C_{pa} คือ ความเค้นอัดขนานเสี้ยน (เมกะปาสกาล)

F_{max} คือ แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ (นิวตัน)

$a \times b$ คือ ขนาดหน้าตัดของตัวอย่างไม้ (มิลลิเมตร)

การทดสอบความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน สามารถทำได้โดยทำได้โดยตัดชิ้นทดสอบขนาด 20 มิลลิเมตร x 20 มิลลิเมตร x 60 มิลลิเมตร จำนวนพื้นที่ละ 5 ซ้ำ แล้วนำชิ้นทดสอบไปวางบนอุปกรณ์สำหรับทดสอบความเค้นอัดขนานเสี้ยนของเครื่องทดสอบสากล ในแนวนอน โดยนำแผ่นเหล็กขนาด 20 มิลลิเมตร x 5 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร วางทับบริเวณกึ่งกลางของผิวหน้าไม้ในลักษณะตั้งฉากกัน แล้วทำการกดชิ้นทดสอบให้แรงกระจายสม่ำเสมอบนผิวหน้าตัด โดยให้แผ่นเหล็กกดยุบลงไปบนผิวหน้าไม้ 2.50 มิลลิเมตร ภายในเวลา 1.5 ± 0.5 นาที จากนั้นคำนวณค่าความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน แสดงดังสมการที่ (6)

$$C_{pe} = \frac{F_{max}}{(a \times b) \times L} \quad (6)$$

เมื่อ C_{pe} คือ ความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน (เมกะปาสกาล)

F_{max} คือ แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ (นิวตัน)

$a \times b$ คือ ขนาดหน้าตัดของตัวอย่างไม้ (มิลลิเมตร)

L คือ ความกว้างของแผ่นเหล็ก (มิลลิเมตร)

การทดสอบความแข็ง สามารถทำได้โดยทำได้โดยตัดชิ้นทดสอบขนาด 50 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร จำนวนพื้นที่ละ 5 ซ้ำ แล้วนำชิ้นทดสอบไปวางบนอุปกรณ์สำหรับทดสอบความแข็งของเครื่องทดสอบสากล แล้วทำการกดด้วยเหล็กขนาดครึ่งวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 11.28 มิลลิเมตร ให้จมลงไปบนเนื้อไม้ลึก 5.64 มิลลิเมตร จากนั้นคำนวณค่าความแข็ง แสดงดังสมการที่ (7)

$$H = F_{max} K \quad (7)$$

เมื่อ H คือ ความแข็ง (นิวตัน)

F_{max} คือ แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ (นิวตัน)

K คือ ค่าสัมประสิทธิ์ (=1 มิลลิเมตร)

การทดสอบความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน สามารถทำได้โดยทำได้โดยตัดชิ้นทดสอบขนาด 20 มิลลิเมตร x 20 มิลลิเมตร x 20 มิลลิเมตร จำนวนพื้นที่ละ 5 ซ้ำ นำชิ้นทดสอบไปวางบนอุปกรณ์สำหรับทดสอบความเค้นเฉือนขนานเสี้ยนของเครื่องทดสอบสากล แล้วทำการกดด้วยความเร็วคงที่ให้ชิ้นไม้ขาดออกจากกัน ภายในระยะเวลา 1.5 ± 0.5 นาที จากนั้นคำนวณค่าความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน แสดงดังสมการที่ (8)

$$S = \frac{F_{max}}{a \times b} \quad (8)$$

เมื่อ S คือ ความเค้นเฉือนขนานเส้น (เมกะปาสกาล)

F_{max} คือ แรงกดสูงสุดที่ขึ้นทดสอบรับได้ (นิวตัน)

$a \times b$ คือ ขนาดหน้าตัดของตัวอย่างไม้ (มิลลิเมตร)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลค่ามอดูลัสแตกหัก ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น ค่าแรงอัดขนานเส้น ค่าแรงอัดตั้งฉากเส้น ค่าความแข็ง และ ค่าความเค้นเฉือนขนานเส้น มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's new multiple range test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลและวิจารณ์

ความชื้นและความหนาแน่น

ค่าความชื้นของไม้กระถินยักษ์จากบริเวณใกล้อาคารมีค่าความชื้นต่ำที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 25.70±1.32 รองลงมาคือ

ไม้กระถินยักษ์จากบริเวณในป่ามีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 27.42±0.84 และไม้กระถินยักษ์บริเวณใกล้แหล่งน้ำมีค่าความชื้นสูงที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 28.95±1.20 ส่วนค่าความถ่วงจำเพาะของไม้กระถินยักษ์จากบริเวณในป่ามีค่าความถ่วงจำเพาะสูงที่สุดเฉลี่ย 0.63±0.03 รองลงมาคือ ไม้กระถินยักษ์จากบริเวณใกล้อาคารมีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.60±0.02 และไม้กระถินยักษ์บริเวณใกล้แหล่งน้ำมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำที่สุดเฉลี่ย 0.57±0.07 แสดงดัง Table 1 โดยไม้กระถินยักษ์มีค่าความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกับการทดลองของ Chavan *et al.* (2015) ที่ได้ทำการทดสอบสมบัติของไม้กระถินยักษ์ในประเทศอินเดีย เพื่อนำมาทำเป็นเยื่อและเชื้อเพลิง พบว่า ไม้กระถินยักษ์มีค่าความถ่วงจำเพาะ 0.65 และใกล้เคียงกับการทดลองของ Mainoo and Ulzen-appiah (1996) ที่ได้ทำการทดสอบสมบัติของไม้กระถินยักษ์อายุ 4 ปีในประเทศกานา พบว่ามีค่าความถ่วงจำเพาะ 0.67

Table 1 Moisture content and specific gravity of *Leucaena leucocephala* wood samples by zone.

Zone	Moisture content (percentage)	Specific gravity
Forest	25.70±1.32	0.63±0.03
Nearby building	27.42±0.84	0.60±0.02
Nearby reservoir	28.95±1.20	0.57±0.07
Average	27.36±1.12	0.60±0.04

Remarks: Values are mean±standard deviation (SD)

ค่ามอดูลัสแตกหัก ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น ค่าแรงอัดขนานเส้น ค่าแรงอัดตั้งฉากเส้น ค่าความแข็ง และ ค่าความเค้นเฉือนขนานเส้นสมบัติทางกลศาสตร์

การศึกษาสมบัติทางกลศาสตร์ของไม้กระถินยักษ์ทั้ง 3 บริเวณ พบว่า ค่ามอดูลัสแตกหักของไม้กระถินยักษ์จากบริเวณในป่ามีค่าสูงที่สุดเฉลี่ย 115.75±4.35 เมกะปาสกาล ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับไม้กระถินยักษ์จากบริเวณใกล้อาคารที่มีค่าเฉลี่ย 108.72±4.82 เมกะปาสกาล และไม้กระถินยักษ์บริเวณใกล้แหล่งน้ำที่มีค่าเฉลี่ย 102.73±2.09 เมกะปาสกาล ส่วนค่ามอดูลัสยืดหยุ่นของไม้กระถินยักษ์ทั้ง 3 บริเวณแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยไม้กระถินยักษ์จากบริเวณในป่ามีค่าสูงที่สุดเฉลี่ย 10,055.09±27.55

เมกะปาสกาล รองลงมาคือ ไม้กระถินยักษ์จากบริเวณใกล้อาคารมีค่าเฉลี่ย 10,032.08±33.41 เมกะปาสกาล และไม้กระถินยักษ์ใกล้แหล่งน้ำมีค่าเฉลี่ย 10,020.36±14.07 เมกะปาสกาล เช่นเดียวกับค่าแรงอัดขนานเส้นของไม้กระถินยักษ์ทั้ง 3 บริเวณแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยไม้กระถินยักษ์จากบริเวณในป่ามีค่าสูงที่สุดเฉลี่ย 55.93±2.46 เมกะปาสกาล รองลงมาคือ ไม้กระถินยักษ์จากบริเวณใกล้อาคารมีค่าเฉลี่ย 53.66±2.72 เมกะปาสกาล และไม้กระถินยักษ์ใกล้แหล่งน้ำมีค่าเฉลี่ย 53.62±2.00 เมกะปาสกาล ส่วนค่าแรงอัดตั้งฉากเส้นของไม้กระถินยักษ์ทั้ง 3 บริเวณแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยไม้กระถินยักษ์จากบริเวณใกล้อาคารมีค่าสูงที่สุดเฉลี่ย 6.05±0.31 เมกะปาสกาล รองลงมาคือ ไม้กระถินยักษ์จากบริเวณในป่ามีค่าเฉลี่ย

6.03±0.62 เมกะปาสกาล และไม้กระถินยักษ์ใกล้แหล่งน้ำมีค่าเฉลี่ย 5.99±0.44 เมกะปาสกาล เช่นเดียวกับค่าความแข็งของไม้กระถินยักษ์ทั้ง 3 บริเวณแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยไม้กระถินยักษ์จากบริเวณใกล้อาคารมีค่าสูงที่สุดเฉลี่ย 4,236.68±40.45 นิวตัน รองลงมาคือ ไม้กระถินยักษ์จากบริเวณในป่ามีค่าเฉลี่ย 4,217.30±43.67 นิวตัน และไม้กระถินยักษ์ใกล้แหล่งน้ำมีค่าเฉลี่ย 4,191.04±60.97 นิวตัน ส่วนค่าความเค้นเฉือนขนานเส้นของไม้กระถินยักษ์จากบริเวณในป่ามีค่าสูงที่สุดเฉลี่ย 20.82±1.02 เมกะปาสกาล ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับไม้กระถินยักษ์จากบริเวณใกล้อาคารที่มีค่าเฉลี่ย 19.24±1.16 เมกะปาสกาล แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับไม้กระถินยักษ์บริเวณใกล้แหล่งน้ำที่มีค่าเฉลี่ย 17.62±1.82 เมกะปาสกาล แสดงดัง Table 2 และ Table 3

ค่าการทดสอบทางกลศาสตร์ของไม้กระถินยักษ์บริเวณในป่ามีค่าใกล้เคียงกับ Forest Research and Development Office (2005) ที่ได้ทำการทดสอบค่าสมบัติทางกลศาสตร์ของไม้กระถินยักษ์บริเวณสวนป่า พบว่า มีค่าความชื้นร้อยละ 10.37 ค่าความถ่วงจำเพาะ 0.61 ค่ามอดูลัสแตกหัก 123 เมกะปาสกาล ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น 11,270 เมกะปาสกาล ค่าแรงอัดขนานเส้นเฉลี่ย 64.9 เมกะปาสกาล ค่าความแข็งเฉลี่ย 4,540 นิวตัน และค่าความเค้นเฉือนขนานเส้น 23 เมกะปาสกาล

และใกล้เคียงกับการทดลอง Carrillo *et al.* (2011) ที่ได้ทดสอบสมบัติทางกลศาสตร์ของไม้กระถินยักษ์ในบริเวณพื้นที่ตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศเม็กซิโก พบว่า มีค่ามอดูลัสแตกหักเฉลี่ย 109 เมกะปาสกาล และค่ามอดูลัสยืดหยุ่นสูงสุดเฉลี่ย 10,300 เมกะปาสกาล รวมถึงใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Olufemi *et al.* (2018) ที่ได้ทำการทดสอบสมบัติเชิงกลของไม้กระถินยักษ์ พบว่า ไม้กระถินยักษ์ในสภาวะควบคุมมีค่ามอดูลัสแตกหัก 90 เมกะปาสกาล ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น 11,323.47 เมกะปาสกาล จากข้อมูลดัชนีการใช้ประโยชน์ไม้โตเร็วของไม้กระถินยักษ์จาก Forest Products Development Division (2004) พบว่า ไม้กระถินยักษ์ที่มีอายุน้อยส่งผลต่อสมบัติทางกลศาสตร์ที่ต่ำ ซึ่งไม้กระถินยักษ์ที่มีอายุเฉลี่ยเพียง 6 ปี ยังไม่เหมาะสมต่อการนำมาทำเป็นไม้โครงสร้าง โดยไม้กระถินยักษ์ในบริเวณมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่มีอายุเฉลี่ย 10 ปีมีค่ามอดูลัสแตกหักเฉลี่ย 109.07±3.75 เมกะปาสกาล และค่าแรงอัดขนานเส้นเฉลี่ย 54.40±2.39 เมกะปาสกาล จัดอยู่ในไม้ประเภทที่มีค่าความแข็งแรงสูงในชั้นความแข็งแรง A เนื่องจากมีค่ามอดูลัสแตกหักสูงกว่า 95 เมกะปาสกาล และค่าแรงอัดขนานเส้นสูงกว่า 51 เมกะปาสกาล (Forest Products Development Division, 2010)

Table 2 MOR, MOE, compression parallel to grain, compression perpendicular to grain, hardness and shear of *Leucaena leucocephala* wood samples by zone

Zone	MOR (MPa)	MOE (MPa)	Compression parallel to grain (MPa)	Compression perpendicular to grain (MPa)	Hardness (N)	Shear (MPa)
Forest	115.75±4.35 ^a	10,055.09±27.55 ^{ns}	55.93±2.46 ^{ns}	6.03±0.62 ^{ns}	4,217.30±43.67 ^{ns}	20.82±1.02 ^a
Nearby building	108.72±4.82 ^b	10,032.08±33.41 ^{ns}	53.66±2.72 ^{ns}	6.05±0.31 ^{ns}	4,236.68±40.45 ^{ns}	19.24±1.16 ^{ab}
Nearby reservoir	102.73±2.09 ^c	10,020.36±14.07 ^{ns}	53.62±2.00 ^{ns}	5.99±0.44 ^{ns}	4,191.04±60.97 ^{ns}	17.62±1.82 ^b
Average	109.07±3.75	10,035.84±25.01	54.40±2.39	6.03±0.45	4,215.00±48.36	19.23±1.33

Remarks: Lowercase superscripts (a, b and c) indicate significant ($p<0.05$) differences between MOR and shear; ns indicates not significant ($p>0.05$) differences between MOE, compression parallel to grain, compression perpendicular to grain and hardness based on ANOVA, followed by Duncan's new multiple range test

Table 3 Statistical analysis of MOR, MOE, compression parallel to grain, compression perpendicular to grain, hardness and shear of *Leucaena leucocephala* wood samples by zone

Parameter	Group	Sum of squares	df	Mean square	F	p-Value
MOR	Between group	424.428	2	212.214	13.685	0.001
	Within group	186.084	12	15.507		
	Total	610.512	14			
MOE	Between group	3,121.887	2	1,560.943	2.259	0.147
	Within group	8,291.390	12	690.949		
	Total	11,413.277	14			
Compression parallel to grain	Between group	17.478	2	8.739	1.501	0.262
	Within group	69.878	12	5.823		
	Total	87.356	14			
Compression perpendicular to grain	Between group	0.009	2	0.005	0.021	0.979
	Within group	2.660	12	0.222		
	Total	2.669	14			
Hardness	Between group	5,247.403	2	2,623.701	1.084	0.369
	Within group	29,044.027	12	2,420.336		
	Total	34,291.430	14			
Shear	Between group	25.665	2	12.833	6.789	0.011
	Within group	22.682	12	1.890		
	Total	48.347	14			

สรุป

ไม้กระถินยักษ์จากบริเวณในป่ามีค่าการทดสอบสมบัติทางกายภาพและกลศาสตร์ที่ดีที่สุด โดยมีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 25.70 ± 1.32 ค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.63 ± 0.03 ค่ามอดูลัสแตกหักเฉลี่ย 115.75 ± 4.35 เมกะปาสกาล ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย $10,055.09 \pm 27.55$ เมกะปาสกาล ค่าแรงอัดขนานเส้นใยเฉลี่ย 55.93 ± 2.46 เมกะปาสกาล ค่าแรงอัดตั้งฉากเส้นใยเฉลี่ย 6.03 ± 0.62 เมกะปาสกาล ค่าความแข็งเฉลี่ย $4,217.30 \pm 43.67$ นิวตัน และค่าความเค้นเฉือนขนานเส้นใยเฉลี่ย 20.82 ± 1.02 เมกะปาสกาล

คำนิยาม

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่อนุญาตให้ใช้พื้นที่ปลูกต้นกระถินยักษ์ และสถานที่ที่ใช้สำหรับการวิจัย รวมถึงนักศึกษาสาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัย-

แม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ช่วยเก็บข้อมูลในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

REFERENCES

- Aerts, R., Volkaert, H., Roongruangsree, N., Roongruangsree, U., Swennen, R., Muys, B. 2009. Site requirements of the endangered rosewood *Dalbergia oliveri* in a tropical deciduous forest in northern Thailand. **Forest Ecology and Management**, 259(1): 117–123. doi: 10.1016/j.foreco.2009.09.051
- Angelis, A.D., Gasco, L., Parisi, G., Danieli, P.P. 2021. A multipurpose leguminous plant for the Mediterranean countries: *Leucaena leucocephala* as an alternative protein source:

- A review. **Animals**, 11(8): 2230. doi: 10.3390/ani11082230
- American Society for Testing and Materials (ASTM). 2014. **D 143**. Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber.
- British Standard (BS). 1985. **BS 373**. Method of Testing Small Clear Specimens of Timber. British Standards Institution.
- Carrillo, A., Garza, M., Nañez, M.D.J., Garza, F., Foroughbakhch, R., Sandoval, S. 2011. Physical and mechanical wood properties of 14 timber species from Northeast Mexico. **Annals of Forest Science**, 68(4): 675-679. doi: 10.1007/s13595-011-0083-1
- Chavan, S.B., Uthappa, A.R., Keerthika, A., Parthiban, K.T., Vennila, S., Kumar, P., Anbu, P.V., Newaj, R., Sridhar, K.B. 2015. Suitability of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit as a source of pulp and fuelwood in India. **Journal of Tree Sciences**, 34(1): 30-38.
- Diloksumpun, P., Arunwarakorn, S. 2021. Study of logistics and supply chain management of teak wood product industry in the northern part of Thailand. **Kasetsart Journal of Social Sciences**, 42 (4): 703-714. doi: 10.34044/j.kjss.2021.42.4.01
- Forest Products Development Division. 2004. **Basic Wood Utilization**. Royal Forest Department, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Forest Products Development Division. 2010. **General Characteristics of Thai Timbers**. Forest Research and Development Bureau. Royal Forest Department, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Forest Research and Development Office. 2005. **The Thai Hardwoods**. Royal Forest Department, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Lafleur, M.C.C., Fraanje, P.J. 1997. Towards sustainable use of the renewable resource wood in the Netherlands — a systematic approach. **Resources, Conservation and Recycling**, 20(1): 19-29. doi: 10.1016/S0921-3449(97)01195-6
- Mainoo, A.A., Ulzen-appiah, F. 1996. Growth, wood yield and energy characteristics of *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* and *Senna siamea* at age four years. **Ghana Journal of Forestry**, 3: 69-79.
- Olufemi, B., Ayanleye, S.O., Iyiola, E.A. 2018. Influence of thermal and chemical modification on the physical and mechanical properties of *Leucaena leucocephala* wood. **Asian Journal of Advanced Research and Reports**, 2(2): 1-7. doi: 10.9734/AJARR/2018/v2i229744
- Rahman, W.A., Johari, N.A.N., Sarmin, S.N., Yunus, N.Y.M., Japarudin, Y., Mahmud, J., Khairuddin, M.N. 2020. *Leucaena leucocephala*: a fast-growing tree for the Malaysian particleboard industry. **BioResources**, 15(4): 7433-7442. doi: 10.15376/biores.15.4.7433-7442
- Sharma, P., Kaur, A., Batish, D.R., Kaur, S. Chauhan, B.S. 2022. Critical insights into the ecological and invasive attributes of *Leucaena leucocephala*, a tropical agroforestry species. **Frontiers in Agronomy**, 41(4): 890992 doi: 10.3389/fagro.2022.890992
- Tewari, S.K., Katiyar, R.S., Ram, B., Misra, P.N. 2003. Effect of age and season of harvesting on the growth, coppicing characteristics and biomass productivity of *Leucaena leucocephala* and *Vitex negundo*. **Biomass and Bioenergy**, 26(3): 229-234. doi: 10.1016/S0961-9534(03)00118-1

- Wan-Mohd-Nazri, W.A.R., Jamaludin, K., Rahim, S., Nor Yuziah, M.Y., Abdul-Hamid, H. 2011. Strand properties of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit wood. **African Journal of Agricultural Research**, 6(22): 5181–5191. doi: 10.5897/AJAR11.514
- Wanishdilokratn, T., Sukjareon, S., Howpinjai, I., Asanok, L. 2022. Enhancing *Leucaena leucocephala* wood preservation by steeping it in boron compounds and acetic acid to protect against termites. **Wood Research**, 67(2): 213–220. doi: 10.37763/wr.1336-4561/67.2.213220
- Xu, D.P., Xu, S.S., Zhang, N.N., Yang, Z.J., Hong, Z. 2019. Chloroplast genome of *Dalbergia cochinchinensis* (Fabaceae), a rare and endangered rosewood species in Southeast Asia. **Mitochondrial DNA Part B**, 4(1): 1144–1145. doi: 10.1080/23802359.2019.1591190
-