



Srinakharinwirot University Journal of Sciences and Technology



Volume 17, Issue 1, January - June 2025, Pages 1 – 11 ISSN 2985-2641 (Online)

Research Article

คุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของไม้ยูคาลิปตัสจากพื้นที่ที่แตกต่างกัน

Physical and mechanical properties of Eucalyptus wood from different areas

ธิตี วานิชดิโลกรัตน์^{1*}, จิรพงศ์ ศรศักดิ์านภาพ¹, ประดุง สวนพุด¹, รัตนาวดี ศิริภา², ลลนา โค้งคำแดง²Thiti Wanishdilokratn^{1*}, Jirapong Sornsakdanuphap¹, Pradoong Suanpoot¹, Rattanawadi Siripha²,
Lalana Khongkhamdaeng²¹สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ¹Department of Forest Industry Technology, Maejo University Phrae Campus.²สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ²Department of Agroforestry, Maejo University Phrae Campus.

*Corresponding author, e-mail: thiti_jk@hotmail.com

Received: 28 June 2024; Revised: 19 September 2024; Accepted: 19 September 2024

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของไม้ยูคาลิปตัสสายพันธุ์ K56 จากพื้นที่ที่แตกต่างกันทั้ง 3 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่สวนป่า พื้นที่ป่า และพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำ โดยทำการทดสอบคุณสมบัติเนื้อไม้ ตามมาตรฐาน BS 373 standard (1985) และมาตรฐาน ASTM D 143 standard (2014) ประกอบด้วยค่าความชื้นสด ความถ่วงจำเพาะ ค่ามอดูลัสแตกหัก ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น ค่าแรงอัดขนานเสี้ยน ค่าแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน ค่าความแข็ง และความเค้นฉีกขนานเสี้ยน ซึ่งทำการทดลองพื้นที่ละ 5 ตัวอย่าง ผลการทดลองพบว่า ไม้ยูคาลิปตัสที่มาจากพื้นที่สวนป่า มีค่าการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลที่ดีที่สุด โดยมีค่าความชื้นสดเฉลี่ยร้อยละ 27.39 ± 2.49 ค่าความชื้นก่อนทดสอบเฉลี่ยร้อยละ 10.02 ± 1.21 ค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.70 ± 0.03 ค่ามอดูลัสแตกหักเฉลี่ย 93.94 ± 4.26 เมกะปาลกาล ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย $8,969.16 \pm 94.94$ เมกะปาลกาล ค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยนเฉลี่ย 49.42 ± 2.48 เมกะปาลกาล ค่าความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยนเฉลี่ย 7.58 ± 0.65 เมกะปาลกาล ค่าความแข็งเฉลี่ย $5,691.29 \pm 129.07$ นิวตัน และค่าความเค้นฉีกขนานเสี้ยนเฉลี่ย 12.26 ± 1.01 เมกะปาลกาล โดยระบบวนวัฒนวิธีในการดูแลจัดการพื้นที่สวนป่าที่ดี จะส่งผลต่อคุณสมบัติและคุณภาพของไม้ที่ดีขึ้น

คำสำคัญ: คุณสมบัติทางกายภาพ; คุณสมบัติทางกล; มาตรฐานไม้; ยูคาลิปตัส; สวนป่า

Abstract

This study aims to compare the physical and mechanical properties of Eucalyptus wood clone K56 from three different areas: forest planting area, natural forest area, and near water area. The properties were tested according to BS 373 standard (1985) and ASTM D 143 standard (2014). Green moisture content, specific gravity, modulus of rupture, modulus of elasticity, compression parallel to grain, compression perpendicular to grain, hardness, and shearing stress parallel to grain were measured. Each area was tested in 5 replications. The results showed that Eucalyptus wood from the forest planting had the best physical and mechanical properties. The average green moisture content was $27.39 \pm 2.49\%$, the average moisture content before testing was $10.02 \pm 1.21\%$, the average specific gravity was 0.70 ± 0.03 , the average modulus of rupture was 93.94 ± 4.26 MPa, the average modulus of elasticity was $8,969.16 \pm 94.94$ MPa, the average compression parallel to grain was 49.42 ± 2.48 MPa, compression perpendicular to grain was 7.58 ± 0.65 MPa, the average hardness was $5,691.29 \pm 129.07$ N, and shearing stress parallel to grain was 12.26 ± 1.01 MPa. These results indicate that good silvicultural practices in managing plantation forests lead to improved wood properties and quality.

Keywords: Physical Property; Mechanical Property; Wood Standard; *Eucalyptus Camaldulensis*; Forest Plantation

บทนำ

ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis*) อยู่ในวงศ์ Myrtaceae ทั่วโลกมีจำนวนมากกว่า 700 ชนิด เป็นไม้ต่างถิ่นที่นำเข้ามาปลูกในประเทศไทย เพื่อเป็นไม้เศรษฐกิจ [1-2] ยูคาลิปตัสเป็นไม้โตเร็ว มีรอบตัดฟันสั้นโดยสามารถตัดฟันเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้ตั้งแต่อายุ 3-5 ปี ลักษณะของลำต้นมีขนาดใหญ่ ทั้งคดงอและเปลาตรง และมีเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกที่ใหญ่ที่สุดเฉลี่ยประมาณ 2 เมตร เปลือกอร่อนเป็นแผ่นและเนื้อไม้มีสีน้ำตาลอ่อน [3-4] โดยยูคาลิปตัสที่ปลูกในประเทศไทยเหมาะสมปลูกในพื้นที่ราบถึงที่พื้นราบต่ำ สภาพของดินเป็นดินร่วน ดินร่วนเหนียวปนทราย ในพื้นที่ที่ระบายน้ำได้ดี [5] ส่วนใหญ่ไม่ยูคาลิปตัสจะนิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมพลังงาน เช่น ไม้ฟืน ชี้นไม้สับ ถ่านหุงต้ม ถ่านอัดก้อน [6] ไปจนถึงอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ เนื่องจากมีเส้นใยมีความแข็งแรงและมีขนาดเหมาะสมต่อการผลิต รวมถึงผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เชิงอุตสาหกรรม [7] โดยยูคาลิปตัสในแต่ละพื้นที่จะมีความแตกต่างกันจะขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

จากสภาวะแวดล้อมในการเจริญเติบโตของต้นยูคาลิปตัสที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณพื้นที่ป่าของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ โดยในพื้นที่สวนป่าจะมีการดูแลจัดการภายใต้ระบบวนวัฒนวิธี เช่น การรดน้ำใส่ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช การตัดสางขยายระยะ เพื่อให้ต้นยูคาลิปตัสสามารถเจริญเติบโตได้ดีและมีคุณภาพ [8] ส่วนพื้นที่ป่าจะอยู่ในพื้นที่ป่าผลัดใบ (Deciduous forest) ลักษณะทั่วไปเป็นป่าโปร่ง พื้นที่แห้งแล้งดินร่วนปนทราย กรวด หรือลูกรัง ซึ่งต้นยูคาลิปตัส เป็นพืชที่สามารถปรับตัวและเจริญเติบโตได้ทั้งในทุกสภาวะแวดล้อม [9] และพื้นที่ใกล้บริเวณแหล่งน้ำจะเป็นต้นยูคาลิปตัสที่เจริญเติบโตได้ดี และมีขนาดใหญ่ เนื่องจากอยู่ในพื้นที่ที่มีความชุ่มชื้นสูง [10] โดยคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของไม้ตามแต่ละพื้นที่จะใช้กำหนดความเหมาะสมของไม้ยูคาลิปตัสในการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ค่าความแข็งแรงสูงนำไปใช้ในงานโครงสร้าง ค่าความแข็งแรงปานกลางนำไปใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ ค่าความแข็งแรงต่ำไปใช้ในการเผาถ่านเพื่อผลิตพลังงาน [11]

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของไม้ยูคาลิปตัสจากพื้นที่ที่แตกต่างกัน โดยมีการเปรียบเทียบคุณสมบัติของไม้ยูคาลิปตัสในพื้นที่สวนป่า พื้นที่ป่า และพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำ จากการลงพื้นที่สำรวจและเก็บข้อมูลต้นยูคาลิปตัสที่มีขนาดใกล้เคียงกัน เพื่อเป็นข้อมูลแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ไม้ยูคาลิปตัสในพื้นที่และสามารถนำไปใช้ต่อยอดในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ได้อย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกจากพื้นที่ที่แตกต่างกัน 3 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่สวนป่า พื้นที่ป่า และพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่าง

เลือกไม้ยูคาลิปตัสในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ในบริเวณที่แตกต่างกันทั้ง 3 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่สวนป่า พื้นที่ป่า และพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำ แสดงดังภาพที่ 1 โดยทำการคัดเลือกไม้ยูคาลิปตัสสายพันธุ์ K56 แบบสุ่มโดยมีขนาดที่มีความใกล้เคียงกันโดยวัดจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at breast height) ที่ระดับ 1.30 เมตรของต้นยูคาลิปตัสในแต่ละพื้นที่และมีเส้นรอบวงเฉลี่ย 60 เซนติเมตร แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 ตำแหน่งของต้นยูคาลิปตัสในแต่ละพื้นที่ (A) พื้นที่สวนป่า (B) พื้นที่ป่า (C) พื้นที่ใกล้แหล่งน้ำ



ภาพที่ 2 ลักษณะของต้นยูคาลิปตัสในแต่ละพื้นที่ (A) พื้นที่สวนป่า (B) พื้นที่ป่า (C) พื้นที่ใกล้แหล่งน้ำ

2. การทดสอบ

นำไม้ยูคาลิปตัสบริเวณกลางลำต้นจากพื้นที่สวนป่า พื้นที่ป่า และพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำ มาทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางกล ตามมาตรฐาน BS 373 standard (1985) [12] และมาตรฐาน ASTM D 143 standard (2014) [13] ประกอบด้วยค่าความชื้นสด (Green moisture content) ความถ่วงจำเพาะ (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) สำหรับการทดสอบคุณสมบัติทางกล จะมีการปรับสภาวะขึ้นทดสอบด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ให้มีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 10 ± 2 ซึ่งมีการทำการทดสอบดังนี้

2.1 การทดสอบหาค่าคุณสมบัติทางกายภาพ

การทดสอบหาค่าคุณสมบัติทางกายภาพ ประกอบด้วย การทดสอบหาค่าความชื้นสดและความถ่วงจำเพาะ สามารถทำได้โดยตัดชิ้นทดสอบขนาด $20 \times 20 \times 20$ มิลลิเมตร จำนวนพื้นที่ละ 5 ตัวอย่าง ทำการทดสอบวิธีตามมาตรฐานโดยนำไปอบด้วยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 103 ± 2 ระยะเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณนำค่าที่ได้มาคำนวณแสดงดังสมการที่ (1) และ (2)

การคำนวณหาค่าความชื้นสด

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

เมื่อ	Mc	คือ ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)
	M ₁	คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบก่อนอบ (กรัม)
	M ₂	คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบหลังอบแห้ง (กรัม)

การคำนวณหาค่าความถ่วงจำเพาะ

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

เมื่อ	G	คือ ความถ่วงจำเพาะ
	M ₂	คือ น้ำหนักของชิ้นทดสอบหลังอบแห้ง (กรัม)
	V	คือ ปริมาตรของชิ้นทดสอบ (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)
	ρ_w	คือ ความหนาแน่นของน้ำ (=1 กรัม/ลูกบาศก์มิลลิเมตร)

2.2 การทดสอบหาค่าคุณสมบัติทางกล

การทดสอบหาค่าคุณสมบัติทางกล จะทดสอบชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องทดสอบสมบัติทางกลเนกประสงค์ (Universal testing machine) ยี่ห้อ BPS รุ่น BA-100 สำหรับการทดสอบมอดูลัสแตกหักและมอดูลัสยืดหยุ่น สามารถทำได้โดยทำได้โดยตัดชิ้นทดสอบขนาด 20x20x300 มิลลิเมตร จำนวนพื้นที่ละ 5 ตัวอย่าง ทำการทดสอบวิธีตามมาตรฐานซึ่งมีระยะห่างห่างกัน 280 มิลลิเมตร และกดจนชิ้นตัวอย่างหักภายในเวลา 1.5±0.5 นาที แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณ แสดงดังสมการที่ (3) และ (4)

การคำนวณหาค่ามอดูลัสแตกหัก

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

เมื่อ	MOR	คือ มอดูลัสแตกหัก (เมกะปาสคาล)
	F _{max}	คือ แรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้ (นิวตัน)
	L	คือ ระยะห่างของแท่งรองรับ (มิลลิเมตร)
	b	คือ ความกว้างที่จุดกึ่งกลางด้านยาวของชิ้นทดสอบ (มิลลิเมตร)
	t	คือ ความหนาที่จุดกึ่งกลางของชิ้นไม้ (มิลลิเมตร)

การคำนวณหาค่ามอดูลัสยืดหยุ่น

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

เมื่อ	MOE	คือ มอดูลัสยืดหยุ่น (เมกะปาสคาล)
	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)

การทดสอบความเค้นอัดขนานเสี้ยน สามารถทำได้โดยทำได้โดยตัดชิ้นทดสอบขนาด 20x20x60 มิลลิเมตร จำนวนพื้นที่ละ 5 ตัวอย่าง ทำการทดสอบวิธีตามมาตรฐานโดยทำการกดจนชิ้นตัวอย่างหักภายในเวลา 1.5±0.5 นาที แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณนำค่าที่ได้มาคำนวณ แสดงดังสมการที่ (5)

การคำนวณหาค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยน

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

เมื่อ C_{pa} คือ ความเค้นอัดขนานเสี้ยน (เมกะปาสคาล)
 F_{max} คือ แรงกดสูงสุดที่ขึ้นทดสอบรับได้ (นิวตัน)
 $a \times b$ คือ ขนาดหน้าตัดของตัวอย่างไม้ (มิลลิเมตร)

การทดสอบความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน สามารถทำได้โดยทำได้โดยตัดชิ้นทดสอบขนาด 20x20x60 มิลลิเมตร จำนวนพื้นที่ละ 5 ตัวอย่าง ทำการทดสอบวิธีตามมาตรฐานโดยทำการกดจนขึ้นตัวอย่างหักภายในเวลา 1.5 ± 0.5 นาที แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณนำค่าที่ได้มาคำนวณ แสดงดังสมการที่ (6)

การคำนวณหาค่าความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน

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

เมื่อ C_{pe} คือ ความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน (เมกะปาสคาล)
 F_{max} คือ แรงกดสูงสุดที่ขึ้นทดสอบรับได้ (นิวตัน)
 $a \times b$ คือ ขนาดหน้าตัดของตัวอย่างไม้ (มิลลิเมตร)
 L คือ ความกว้างของแผ่นเหล็ก (มิลลิเมตร)

การทดสอบความแข็ง สามารถทำได้โดยทำได้โดยตัดชิ้นทดสอบขนาด 50x50x50 มิลลิเมตร จำนวนพื้นที่ละ 5 ตัวอย่าง ทำการทดสอบวิธีตามมาตรฐาน โดยทำการกดด้วยเหล็กขนาดครึ่งวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 11.28 มิลลิเมตร ให้จมลงไปในเนื้อไม้ลึก 5.64 มิลลิเมตร แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณนำค่าที่ได้มาคำนวณ แสดงดังสมการที่ (7)

การคำนวณหาค่าความแข็ง

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

เมื่อ H คือ ความแข็ง (นิวตัน)
 F_{max} คือ แรงกดสูงสุดที่ขึ้นทดสอบรับได้ (นิวตัน)
 K คือ ค่าสัมประสิทธิ์ (=1)

การทดสอบความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน สามารถทำได้โดยทำได้โดยตัดชิ้นทดสอบขนาด 20x20x20 มิลลิเมตร จำนวนพื้นที่ละ 5 ตัวอย่าง ทำการทดสอบวิธีตามมาตรฐานโดยทำการกดจนขึ้นตัวอย่างหักภายในเวลา 1.5 ± 0.5 นาที แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณนำค่าที่ได้มาคำนวณ แสดงดังสมการที่ (8)

การคำนวณหาค่าความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน

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

เมื่อ	S	คือ ความเค้นเฉือนขนานเส้น (เมกะปาสคาล)
	$F_{\max}$	คือ แรงกดสูงสุดที่ขึ้นทดสอบรับได้ (นิวตัน)
	$a \times b$	คือ ขนาดหน้าตัดของตัวอย่างไม้ (มิลลิเมตร)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลค่าคุณสมบัติทางกลได้แก่ ค่ามอดูลัสแตกหัก ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น ค่าแรงอัดขนานเส้น ค่าแรงอัดตั้งฉาก เส้น ค่าความแข็ง และค่าความเค้นเฉือนขนานเส้น มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics 20 มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิจัย

1. ค่าคุณสมบัติทางกายภาพ

ปริมาณความชื้นสที่ต่ำที่สุดคือ ไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกในบริเวณพื้นที่สวนป่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 27.39 ± 2.49 ลำดับถัดมาคือไม้ยูคาลิปตัสที่ขึ้นในบริเวณพื้นที่ป่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 28.04 ± 1.96 และบริเวณใกล้แหล่งน้ำมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 33.52 ± 1.33 ตามลำดับ เช่นเดียวกับค่าปริมาณความชื้นก่อนทดสอบที่มีค่าต่ำที่สุดคือไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกในบริเวณพื้นที่สวนป่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 10.02 ± 1.21 ลำดับต่อมาก็คือไม้ยูคาลิปตัสที่ขึ้นในบริเวณพื้นที่ป่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 10.16 ± 1.23 และบริเวณใกล้แหล่งน้ำมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 10.71 ± 0.88 ตามลำดับ ส่วนค่าความถ่วงจำเพาะที่สูงที่สุดคือ ไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกในบริเวณพื้นที่สวนป่ามีค่าเฉลี่ย 0.70 ± 0.03 รองลงมาคือไม้ยูคาลิปตัสที่ขึ้นในบริเวณพื้นที่ป่ามีค่าเฉลี่ย 0.65 ± 0.05 และบริเวณใกล้แหล่งน้ำมีค่าเฉลี่ย 0.62 ± 0.04 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าคุณสมบัติทางกายภาพของไม้ยูคาลิปตัสในแต่ละพื้นที่

พื้นที่	ความชื้นสด (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)	ความถ่วงจำเพาะ
สวนป่า	27.39 ± 2.49	10.02 ± 1.21	0.70 ± 0.03
ป่า	28.04 ± 1.96	10.16 ± 1.23	0.65 ± 0.05
ใกล้แหล่งน้ำ	33.52 ± 1.33	10.71 ± 0.88	0.62 ± 0.04
เฉลี่ย	29.65 ± 1.93	10.30 ± 1.11	0.66 ± 0.04

2. ค่าคุณสมบัติทางกล

ผลการศึกษาค่าคุณสมบัติทางกลของไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกในพื้นที่ที่แตกต่างกันทั้ง 3 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่สวนป่า พื้นที่ป่า และพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำ มีค่า MOR (MPa), MOE (MPa), ค่าความเค้นอัดขนานเส้น (MPa), ค่าความเค้นอัดตั้งฉากเส้น (MPa), ความแข็ง (N) และค่าความเค้นเฉือนขนานเส้น (MPa) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าคุณสมบัติทางกลของไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกในพื้นที่สวนป่ามีคุณสมบัติทางกลศาสตร์ดีที่สุด รองลงมาคือ พื้นที่ป่า และพื้นที่บริเวณใกล้แหล่งน้ำ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่าค่าความเค้นเฉือนขนานเส้น (MPa) ของไม้ยูคาลิปตัสที่ปลูกในพื้นที่สวนป่าและพื้นที่ป่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าคุณสมบัติทางกลของไม้ยูคาลิปตัสในแต่ละพื้นที่

พื้นที่	MOR (MPa)	MOE (MPa)	ค่าความเค้นอัด ขนานเสี้ยน (MPa)	ค่าความเค้นอัดตั้ง ฉากเสี้ยน (MPa)	ความแข็ง (N)	ความเค้นเฉือน ขนานเสี้ยน (MPa)
สวนป่า	93.94±4.26 ^a	8,969.16±94.94 ^a	49.42±2.48 ^a	7.58±0.65 ^a	5,691.29±129.07 ^a	12.26±1.01 ^a
ป่า	78.54±2.70 ^b	7,710.21±82.48 ^b	44.73±2.64 ^b	6.52±0.56 ^b	5,162.50±171.46 ^b	10.51±1.27 ^a
ใกล้แหล่งน้ำ	71.01±4.13 ^c	7,098.03±102.77 ^c	37.56±2.21 ^c	4.55±0.61 ^c	4,363.37±187.59 ^c	10.03±1.49 ^b
เฉลี่ย	81.17±3.70	7,925.80±93.40	43.90±2.44	6.22±0.61	5,0712.39±162.71	10.93±1.26
p-value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0400

สรุปและอภิปรายผล

สรุปผล

ไม้ยูคาลิปตัสที่มาจากพื้นที่สวนป่า มีค่าการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลที่ดีที่สุดจากทั้ง 3 พื้นที่ โดยมีค่าความชื้นสดเฉลี่ยร้อยละ 27.39±2.49 ค่าความชื้นก่อนทดสอบเฉลี่ยร้อยละ 10.02±1.21 ค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.70±0.03 ค่ามอดูลัสแตกหักเฉลี่ย 93.94±4.26 เมกะปาสคาล ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นเฉลี่ย 8,969.16±94.94 เมกะปาสคาล ค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยนเฉลี่ย 49.42±2.48 เมกะปาสคาล ค่าความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยนเฉลี่ย 7.58±0.65 เมกะปาสคาล ค่าความแข็งเฉลี่ย 5,691.29±129.07 นิวตัน และค่าความเค้นเฉือนขนานเสี้ยนเฉลี่ย 12.26±1.01 เมกะปาสคาล โดยระบบวนวัฒนวิธีในการดูแลจัดการพื้นที่สวนป่าที่ดี จะส่งผลต่อคุณสมบัติและคุณภาพของไม้ที่ดีขึ้น

อภิปรายผล

ค่าคุณสมบัติทางกายภาพมีความสอดคล้องกับ Nogueira et al. [14] ที่ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติของไม้ยูคาลิปตัส โดยมีความชื้นสดเฉลี่ยร้อยละ 30 โดยค่าความชื้นของไม้ยูคาลิปตัสจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกัน และความชื้นก่อนทดสอบเฉลี่ยร้อยละ 10±2 เพื่อเป็นการปรับสภาวะไม้ยูคาลิปตัสก่อนทดสอบ และใกล้เคียงกับ Hunter [15] และ Oliveira et al. [16] ซึ่งได้ทำการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของไม้ยูคาลิปตัสพบว่า มีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.60 ส่วนค่าคุณสมบัติทางกลมีความสอดคล้องกับ Hanvongjirawat และ Tasen [17] และ Hanvongjirawat [18] ที่ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางกลของไม้ยูคาลิปตัสสุริฟิลล่าสายต้น K62 และ K7 พบว่า ค่ามอดูลัสแตกหักมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 72.45-112.08 เมกะปาสคาล ส่วนค่า MOE มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6,654-9,213 เมกะปาสคาล และมีความใกล้เคียงกับ Hanvongjirawat [19] และ Forest Research and Development Bureau [20] ที่ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติยูคาลิปตัส พบว่า มีค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 36.00-63.50 เมกะปาสคาล มีค่าความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยนเฉลี่ย 9.20 เมกะปาสคาล และค่าความเค้นเฉือนขนานเสี้ยนเฉลี่ย 12.00 เมกะปาสคาล แต่มีค่าแตกต่างกับ Forest Research and Development Bureau [21] ที่ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติของไม้ยูคาลิปตัส พบว่า มีค่าความแข็งเฉลี่ย 7,170.00 นิวตัน ซึ่งจากค่าความถ่วงจำเพาะที่สูงจะส่งผลต่อค่าคุณสมบัติทางกลที่ดีขึ้น เนื่องจากสภาวะแวดล้อมของไม้ยูคาลิปตัสที่มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ทำให้ไม่มีความอุดมสมบูรณ์ที่แตกต่างกัน โดยในพื้นที่สวนป่าสามารถมีการดูแลจัดการทั้งระบบน้ำ และธาตุอาหารในปริมาณที่เหมาะสมในระบบวนวัฒนวิธี [22-23] ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพของต้นไม้ได้ดีกว่าบริเวณป่า และบริเวณใกล้แหล่งน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางกล [24] โดยการจัดลำดับการจัดชั้นความแข็งแรงของเนื้อไม้ยูคาลิปตัสจากพื้นที่สวนป่า พื้นที่ป่า และพื้นที่บริเวณใกล้แหล่งน้ำจัดอยู่ในชั้นความแข็งแรง B ซึ่งเป็นชั้นที่มีค่าความแข็งแรงปานกลาง โดยค่ามอดูลัสแตกหักอยู่ระหว่าง 60.0-94.9 เมกะปาสคาล และค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยนอยู่ระหว่าง 35-50.9 เมกะปาสคาล [25] ยังไม่เหมาะสมแก่การนำไปผลิตเป็นไม้โครงสร้างที่มีการรับน้ำหนักมาก

แต่เหมาะสมแก่การนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ หรือผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมไม้ประกอบ รวมถึงนำไปใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมพลังงาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] McDonald, M. W., Brooker, M. I. H., and Sardabi, H. (2009). A taxonomic revision of *Eucalyptus camaldulensis* (Myrtaceae). *Australian Systematic Botany*, 22(4), 257-285.
<https://doi.org/10.1071/SB09005>
- [2] Royal Forest Department. (2013). *Eucalyptus camaldulensis* dehn. Reforestation Promotion Office, Royal Forest Department. Bangkok. (in Thai)
- [3] Sillett, S. C., Van Pelt, R., Kramer, R. D., Carroll, A. L., and Koch, G. W. (2015). Biomass and growth potential of *Eucalyptus regnans* up to 100 m tall. *Forest Ecology and Management*, 348, 78-91.
<http://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.03.046>
- [4] Fernandes, A., Cruz-Lopes, L., Dulyanska, Y., Domingos, I., Ferreira, J., Evtuguin, D., and Esteves, B. (2022). Eco valorization of *Eucalyptus globulus* bark and branches through liquefaction. *Applied Sciences*, 12(8), Article 3775. <https://doi.org/10.3390/app12083775>
- [5] Sawiangphon, B., Lumyai, P., Maelim, S., and Boukaew, C. (2021). Growth and yield models of four year old Eucalyptus clones K7 and K62 at the Sa Kaeo plantation, Sa Kaeo province. *Thai Journal of Forestry*, 40(2), 187-203. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/article/view/252507/173152> (in Thai)
- [6] Romanelli, T. L., Milan, M., and Tieppo, R. C. (2012). Energy-based evaluations on Eucalyptus biomass production. *International Journal of Forestry Research*, 2012(1), 1-13.
<https://doi.org/10.1155/2012/340865>
- [7] Sirijinda, A., Sodpiban, P., and Egwutvongsa, S. (2015). A project of studying and developing process of utilizing Eucalyptus stumps to apply for local product design. *Art and Architecture Journal Naresuan University*, 6(1), 99-108. <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/ajnu/article/download/35908/29852/81597> (in Thai)
- [8] Goncalves, J. L. M., Stape, J. L., Laclau, J., Bouillet, J., and Ranger, J. (2008). Assessing the effects of early silvicultural management on long-term site productivity of fast-growing Eucalypt plantations: The Brazilian experience. *Southern Forests*, 70(2), 1-14.
<https://doi.org/10.2989/SOUTH.FOR.2008.70.2.6.534>
- [9] Kumar, N. J. I., Kanti, P., Kumar, R. N., and Gupta, P. (2012). Assessment of soil-atmosphere exchange of green house gases and their environmental factors in tropical dry deciduous forest and Eucalyptus plantation at central Gujarat. *Western India*, 2(4), 1873-1888.
<https://doi.org/10.6088/ijes.00202030070>

- [10] Feikema, P. M., Morris, J. D., and Connell, L. D. (2010). The water balance and water sources of a Eucalyptus plantation over shallow saline groundwater. *Plant Soil*, 332, 429-449.
<https://doi.org/10.1007/s11104-010-0309-2>
- [11] Nowak, T., Patalas, F., and Karolak, A. (2021). Estimating mechanical properties of wood in existing structures—selected aspects. *Materials*, 14, Article 1941. <https://doi.org/10.3390/ma14081941>
- [12] British Standard. (1985). *BS 373, Method of testing small clear specimens of timber*. British Standards Institution.
- [13] American Society for Testing and Materials. (2014). *D 143, Standard methods of testing small clear specimens of timber*. American Society for Testing and Materials.
- [14] Nogueira, M. C. D. J. A., Almeida, D. H. D., Araujo, V. A. D., Vasconcelos, J. S., Christoforo, A. L., Almeida, T. H. D., and Lahr, F. A. R. (2019). Physical and mechanical properties of *Eucalyptus saligna* wood for timber structures. *Ambiente Construído*, 19(2), 233-239.
<https://doi.org/10.1590/s1678-86212019000200319>
- [15] Hunter, J. T. (2015). Changes in allometric attributes and biomass of forests and woodlands across an altitudinal and rainfall gradient: What are the implications of increasing seasonality due to anthropogenic climate change?. *International Journal of Ecology*, 2015(3), 1-10.
<http://doi.org/10.1155/2015/208975>
- [16] Oliveira, J. T. D. S., Wang, X., and Vidaure, G. B. (2017). Assessing specific gravity of young Eucalyptus plantation trees using a resistance drilling technique. *Holzforschung*, 71(2), 137-145.
<https://doi.org/10.1515/hf-2016-0058>
- [17] Hanvongjirawat, W., and Tasen, W. (2023). Physical and mechanical properties of *Eucalyptus urophylla* clone K62 wood. *Thai Journal of Forestry*, 42(1), 144-156. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/article/view/258783/176493> (in Thai)
- [18] Hanvongjirawat, W. (2022). Physical and mechanical properties of Eucalyptus wood clone K7. *Thai Journal of Forestry*, 41(1), 139-150. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/article/view/254293/174235> (in Thai)
- [19] Hanvongjirawat, W. (2016). Physical and mechanical properties of *Eucalyptus urophylla* clone K58. *Thai Journal of Forestry*, 35(3), 128-135. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/article/view/247045/169028> (in Thai)
- [20] Forest Research and Development Bureau. (2016). *General characteristics of thai timbers*. Royal Forest Department, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- [21] Forest Research and Development Bureau. (2005). *The thai hardwoods*. Royal Forest Department, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- [22] Thaiutsa, B., and Taweasuk, S. (1987). Eucalyptus plantation in Thailand. *Thai Journal of Forestry*, 6, 437-443. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tjf/article/view/256755/175284> (in Thai)

- [23] Forrester, D. I., Medhurst, J. L., Wood, M., Beadle, C. L., and Valencia, J. C. (2010). Growth and physiological responses to silviculture for producing solid-wood products from Eucalyptus plantations: An Australian perspective. *Forest Ecology and Management*, 259(9), 1819-1835. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.08.029>
- [24] Langbour, P., Gerard, J., Roda, J. M., Fauzi, P. A., and Guibal, D. (2011). Comparison of wood properties of planted big-leaf Mahogany (*Swietenia macrophylla*) in Martinique Island with naturally grown mahogany from Brazil, Mexico and Peru. *Journal of Tropical Forest Science*, 23(3), 252-259. <https://jtfs.frim.gov.my/jtfs/article/view/622/492>
- [25] Building Control Bureau. (2021). *Specification standard of materials using in building structure*. Department of Public Works and Town & Country Planning, Ministry of Interior. (in Thai)