

28. กลสมบัติและกายภาพสมบัติของไม้กระถินเทพา¹MECHANICAL AND PHYSICAL
PROPERTIES OF *ACACIA MANGIUM*

บพคัตย่อ

จากการศึกษาสมบัติและกายภาพสมบัติของไม้กระถินเทพา *Acacia mangium* Willd. ตัวอย่างไม้ อายุ 17 ปี จากการตัดสายขยายระยะของแปลงทดลองปลูกสถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษ อำเภอน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา และตัวอย่างไม้ อายุ 18 ปี จากแปลงปลูกสวนป่าเอกชน สวนป่ากิจไพศาล อำเภอกะบุรี จังหวัดระนอง ตามมาตรฐานการทดสอบ British Standard 373: 1957 Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber ใช้ขนาดตัวอย่าง 2 x 2 cm พบว่าความถ่วงจำเพาะ ความหนาแน่น แรงอัดตั้งฉากกับเส้น และแรงเฉือนขนานกับเส้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) ส่วนค่ามอดูลัสแตกร้าว มอดูลัสยืดหยุ่น ความเหนียวจากการกระแทก และความแข็ง ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ และจัดเป็นชนิดไม้ที่มีค่าความแข็งแรงสูง ค่ามอดูลัสแตกร้าวมากกว่า $1,000 \text{ kg/cm}^2$

คำหลัก : กระถินเทพา กลสมบัติไม้ กายภาพสมบัติไม้

ABSTRACT

Study of wood mechanical properties and physical properties of *Acacia mangium* Willd. The samples from 2 sources, tree aged 17 years from Government plantation, Sakaerat silvicultural research station, Wang nam khiao, Nakhon ratchasima (North eastern Thailand) and tree aged 18 years from Private plantation, Kidpisan plantation, Kaburi, Ranong (Southern Thailand). Tests follow British Standard 373: 1957 Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber. The results show that specific gravity, density, compression perpendicular to grain and shear along to grain are significant ($p < .05$) but modulus of rupture, modulus of elasticity, impact and hardness are non-significant. The strength values are high (modulus of rupture is more than $1,000 \text{ kg/cm}^2$).

¹ บางรักษ์ เชษฐสิงห์ วิเชียร ปิยาจารประเสริฐ บุญส่ง สมเพาะ และชาวลิตร วงศ์ศรีแก้ว สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้



Keywords: *Acacia mangium*, wood mechanical properties, wood physical properties

คำนำ

กระถินเทพา *Acacia mangium* Willd. วงศ์ (Family) Fabaceae – Mimosoideae ชื่อพ้อง (Synonym) *Racosperma mangium* (Willd.) L. Pedley. ชื่อสามัญ (Common names) (English) : black wattle, brown salwood, hickory wattle, mangium, sabah salwood (Filipino) : maber (Indonesian) : mangge hutan, nak, tongke hutan (Malay) : mangium (Polynesia) : arr (Spanish) : zamorano (Thai) : kra thin tepa, krathin-thepha ชื่อการค้า (Trade names) Black Wattle, Hickory Wattle and Mangium

ลักษณะทั่วไป ไม้ยืนต้น ความสูง 25-35 m ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นถึง 90 cm มีถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติในประเทศออสเตรเลีย อินโดนีเซีย ปาปัวนิวกินี และมีการนำไปปลูกในประเทศมาเลเซีย แอฟริกาใต้ เวียดนาม และไทย

เนื้อไม้ (wood) แก่นสีน้ำตาลอมแดง กระจุกสีขาวอมเหลือง เนื้อค่อนข้างละเอียด ที่ปริมาณความชื้น 15% ความหนาแน่น 530-690 kg/m³ (ICRAF, 2004) คุณสมบัติของไม้กระถินเทพา จากสวนป่าปลูกที่จังหวัดขอนแก่น มีความถ่วงจำเพาะ 0.53 ที่ปริมาณความชื้น 10.278% ความถ่วงจำเพาะ 0.588 มอดุลัสแตกร้าว (MOR) 1091 kg/cm² มอดุลัสยืดหยุ่น (MOE) 102200 kg/cm² แรงอัดขนานกับเส้น 588 kg/cm² แรงเฉือนขนานกับเส้น 159 kg/cm² ความเหนียวจากการเฉาะ 3.09 kg-m ความแข็ง 370 kg (ณรงค์ และคณะ, 2528) คุณสมบัติของไม้กระถินเทพาจากประเทศอินเดีย ที่ปริมาณความชื้น 49.46% ความถ่วงจำเพาะ 0.50 มอดุลัสแตกร้าว (MOR) 570.6 kg/cm² มอดุลัสยืดหยุ่น (MOE) 80,234 kg/cm² แรงอัดสูงสุดขนานกับเส้น 323.2 kg/cm² แรงอัดตั้งฉากกับเส้น 77.86 kg/cm² แรงเฉือนขนานกับเส้น 159 kg/cm² ความแข็ง 386.3 kg การหดตัวด้านรัศมีจากสดถึงแห้ง 3.512% การหดตัวด้านสัมผัสจากสดถึงแห้ง 7.236% (Shanavas and Kumar, 2006)

การใช้ประโยชน์เนื้อไม้ ใช้ทำไม้โครงสร้างทั่วไป เครื่องเรือน ไม้ประสาน กรอบวงกบ บานประตูหน้าต่าง ไม้พื้น ปาร์เกต์-โมเสก ลูกกรง บันได ไม้ค้ำไม้บัว งานกลึงและแกะสลัก ของเด็กเล่น ของชำร่วย ไม้ค้ำยัน ไม้เสาเข็ม เสารั้ว ด้ามเครื่องมือ ทำชิ้นไม้สำหรับอุตสาหกรรมแผ่นขึ้นไม้อัดและแผ่นใยไม้อัดเผาทำถ่านไม้ (ส่วนพัฒนาผลิตภัณฑ์ป่าไม้, 2547)

ตามรายงานนี้เป็นการดำเนินงานตามแผนงานโครงการวิจัยคุณสมบัติและกายภาพสมบัติของไม้อะเคเซีย (Mechanical properties and physical properties of *Acacia* species) รหัสข้อเสนอการวิจัย 2554091203024 และเป็นโครงการวิจัยย่อย (ว1-ค) ภายในชุดโครงการวิจัยคุณสมบัติและการใช้ประโยชน์ไม้สวนป่าเศรษฐกิจสกุล *Acacia* ระยะเวลาดำเนินการต่อเนื่อง 5 ปี (ปีงบประมาณ 2550-2554) และเป็นผลการศึกษาไม้กระถินเทพา จากตัวอย่างไม้ 2 แหล่งปลูก ที่ได้ศึกษาทดลองในการดำเนินการปีที่ 3 (ตุลาคม



2551-กันยายน 2552) ตัวอย่างไม้อายุ 17 ปี จากการตัดสางขยายระยะของแปลงทดลองปลูกสถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษ อำเภอลำสนธิ จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 5 ต้น และปีที่ 5 (ตุลาคม 2553-กันยายน 2554) ตัวอย่างไม้อายุ 18 ปี จากแปลงปลูกสวนป่าเอกชน สวนป่ากิจไพศาล อำเภอกะบุรี จังหวัดระนอง จำนวน 5 ต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติไม้ของไม้ด้านกลสมบัติ (mechanical properties) และด้านกายภาพสมบัติ (physical properties)

วิธีการศึกษา

1. ตัวอย่างไม้ ใช้ตัวอย่างไม้ท่อนแรกของต้นไม้ ยาว 150 เซนติเมตร นำมาแปรรูปให้ได้ตรงตามด้านหน้าตัด ด้านรัศมี และด้านสัมผัส นำไปผึ่งให้แห้งในร่มจนได้ไม้ความชื้นประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ (air-dry) แล้วนำไม้มาแปรรูปให้ได้ขนาดตามมาตรฐานการทดสอบ British Standard 373: 1957 Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber จำนวนชิ้นตัวอย่าง (n) อย่างน้อย 20 ชิ้นตัวอย่างขึ้นไป ใช้ตัวอย่างไม้ขนาดความกว้างและความหนา 2x2 เซนติเมตร ความยาวตามมาตรฐานการทดสอบ

2. อุปกรณ์

- 2.1 เครื่องทดสอบกำลังไม้ แบบ Universal Testing Machine ยี่ห้อ Testometric
- 2.2 เครื่องทดสอบแรงเคาะ (Pendulum Impact Testing Machine) ยี่ห้อ Morh & Federhaff
- 2.3 เตาอบไม้ ยี่ห้อ W.C.Heraew Hanua รุ่น KT 500
- 2.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น AG204
- 2.5 ดิจิตอลเวอร์เนียร์ คาลิเปอร์ (Digital Veneer Caliper)
- 2.6 ไมโครมิเตอร์ (micrometer)

3. วิธีการ ดำเนินการทดสอบตามมาตรฐานการทดลอง British Standard 373: 1957 Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber

3.1 การศึกษาสมบัติของไม้ ใช้เครื่องทดสอบกำลังไม้เพื่อศึกษาแรงดัดสถิตย์ (static bending test) เพื่อศึกษาค่ามอดุลัสแตกร้าว และมอดุลัสยืดหยุ่น, แรงอัด (compression test) ทั้งแรงอัดขนานเส้นและตั้งฉากเส้น, แรงเฉือนขนานเส้น (shear parallel to grain test), และความแข็ง (hardness test) พร้อมทั้งดำเนินการหาค่าปริมาณความชื้นของไม้ (moisture content) โดยใช้ตัวอย่างร่วมกับตัวอย่างไม้ที่ใช้ทดสอบแรงอัดขนานเส้น และใช้เครื่องทดสอบแรงเคาะ ทดลองหาค่าความเหนียวจากการเคาะ (impact test)

3.2 การศึกษาสภาพของไม้

- ความหนาแน่นของไม้ (density) ซึ่งดำเนินการพร้อมกับค่าปริมาณความชื้นในข้อ 3.1



- ความถ่วงจำเพาะของไม้ (specific gravity) ใช้ตัวอย่างไม้ทดสอบสภาพสด (green) ขนาด 2x2x2 เซนติเมตร วัดขนาดคำนวณหาปริมาตรไม้สด แล้วชั่งไม้เข้าอบในเตาอบไม้ ที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส จนแห้งแล้วออกมาชั่งน้ำหนักเป็นน้ำหนักอบแห้ง คำนวณหาความถ่วงจำเพาะ

- การหดตัวของไม้ (shrinkage) ด้านรัศมี (radial section) และด้านสัมผัส (tangential section) โดยใช้ตัวอย่างไม้สด (green) ขนาด 2x2x2 เซนติเมตร วัดขนาดและชั่งน้ำหนัก แล้วนำผึ่งไว้ในอุณหภูมิปกติของห้อง ทำการวัดขนาดและชั่งน้ำหนักทุกวัน จนน้ำหนักคงที่ (air-dry) จากนั้นนำตัวอย่างไม้เข้าเตาอบไม้ ที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส นำออกมาวัดขนาดและชั่งน้ำหนักทุกวัน จนน้ำหนักคงที่ (oven-dry) นำข้อมูลขนาดและน้ำหนักไม้คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวด้านรัศมีและด้านสัมผัสของไม้

4. ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

5. สรุปผลการศึกษา



ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ผลการศึกษากลสมบัติและกายภาพสมบัติของไม้กระถินเทพา จากแหล่งปลูก 2 แห่ง ได้แก่ แปลงทดลองปลูกของกรมป่าไม้ จังหวัดนครราชสีมาและจากสวนป่าเอกชน จังหวัดระนอง (Table 1.)

Table 1. Mechanical and physical properties of *Acacia mangium* Willd. from Nakhon rachasima and Ranong.

Properties	Nakhon Ratchasima ¹	Ranong ²
Specific gravity	0.49	0.52
Density at moisture content 12% (kg/m ³)	593	618
Static bending		
- modulus of rupture (N/mm ²)	107.66	106.69
- modulus of elasticity (N/mm ²)	11,743	11,677
Compression parallel to grain		
- compressive stress at maximum load (N/mm ²)	53.21	53.50
Compression perpendicular to grain		
-compressive stress at limit of proportionality (N/mm ²)	12.60	13.20
Shear parallel to grain		
-Average shearing stress (radial and tangential) (N/mm ²)	15.16	16.45
Impact (kg-m)	2.91	3.68
Hardness		
-Average hardness (radial and tangential) (N)	3,745	3,658
Shrinkage		
-radial green to air-dry (%)	1.09	1.52
-radial green to oven-dry (%)	3.18	3.23
-tangential green to air-dry (%)	2.21	2.80
-tangential green to oven-dry (%)	6.41	6.32

¹ = the samples from Royal forest department plantation at Sakaerat silvicultural research station, Wang nam khiao, Nakhon ratchasima (North eastern of Thailand).

² = the samples from private plantation at Kitpisan plantation, Kraburi, Ranong (Southern of Thailand).

จากผลการศึกษาคูสมบัติของไม้กระถินเทพา เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์การจัดชั้นคุณภาพไม้ของกรมป่าไม้ที่ยึดตามหนังสือกรมป่าไม้ กส.0702/6679 ลงวันที่ 3 พฤษภาคม 2517 ที่ใช้ค่าความแข็งแรงหรือค่า



มอดุลัสแตกร้าว (modulus of rupture) ของไม้แห้ง (air-dry) และความทนทานตามธรรมชาติของไม้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาและได้แบ่งกลุ่มไม้ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ไม้เนื้อแข็ง (ความแข็งแรงมากกว่า 1000 Kg/cm² และความทนทานตามธรรมชาติ มากกว่า 6 ปี) ไม้เนื้อแข็งปานกลาง (ความแข็งแรง 600-1000 Kg/cm² และความทนทานตามธรรมชาติ 2-6 ปี) และไม้เนื้ออ่อน (ความแข็งแรง น้อยกว่า 600 Kg/cm² และความทนทานตามธรรมชาติ น้อยกว่า 2 ปี) เมื่อนำค่ามอดุลัสแตกร้าวที่ได้มาพิจารณาตามหลักเกณฑ์ของกรมป่าไม้ พบว่าไม้กระถินเทพา จาก 2 แหล่งปลูกนี้มีค่าความแข็งแรงหรือมอดุลัสแตกร้าว สูงกว่า 1,000 kg/cm² หรือ 102 N/mm² จัดเป็นไม้ที่ค่าความแข็งแรงอยู่ในกลุ่มไม้เนื้อแข็ง แต่ยังไม่ใช่ไม้เนื้อแข็งตามหลักเกณฑ์ดังกล่าว เนื่องจากยังขาดข้อมูลผลการทดลองความทนทานตามธรรมชาติ

Table 2. T-Test for mean properties of *Acacia mangium* from Nakhon Rachasima and Ranong

Properties	Site	N	M	SD	t
Specific gravity	Nakhon Rachasima	30	0.53	0.06	.030*
	Ranong	27	0.53	0.04	
Density (kg/ m ³)	Nakhon Rachasima	30	593	67.49	-1.750*
	Ranong	27	618	38.79	
Modulus of rupture (N/mm ²)	Nakhon Rachasima	30	107.66	5.80	.655
	Ranong	27	106.69	5.38	
Modulus of elasticity (N/mm ²)	Nakhon Rachasima	30	11,744	1,304	.213
	Ranong	27	11,677	1,022	
Compression parallel to grain (N/mm ²)	Nakhon Rachasima	30	53.21	5.51	-.185
	Ranong	27	53.50	6.26	
Compression perpendicular to grain (N/mm ²)	Nakhon Rachasima	30	12.60	2.03	-1.393*
	Ranong	27	13.20	1.10	
Shear parallel to grain (N/mm ²)	Nakhon Rachasima	30	15.16	2.86	-1.972*
	Ranong	27	16.45	2.07	
Impact (kg-m)	Nakhon Rachasima	30	2.91	0.52	-4.697
	Ranong	27	3.68	0.71	
Hardness (N)	Nakhon Rachasima	30	3,745	476	.674
	Ranong	27	3,658	504	

* $p < .05$



Table 2. แสดงผลการทดสอบ *t*-test เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของไม้กระถินเทพาระหว่างตัวอย่างไม้จากแหล่งจังหวัดนครราชสีมาและจังหวัดระนอง ที่ปริมาณความชื้นไม้ 12% (air-dry) การทดสอบพบว่าความถ่วงจำเพาะ ความหนาแน่น แรงอัดตั้งฉากกับเส้น และแรงเฉือนขนานกับเส้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) ส่วนค่ามอดุลัสแตกร้าว มอดุลัสยืดหยุ่น ความเหนียวจากการกระแทก และความแข็ง ไม้แตกต่างกันในทางสถิติ

เนื้อไม้ (wood) มีสีของกระพี้ออกโทนสีขาวหรือเหลืองอ่อน แตกต่างจากสีของแก่นไม้ที่ออกโทนสีน้ำตาล น้ำตาลแดง น้ำตาลปนสีเหลืองจาง ๆ เนื้อไม้ด้านหน้าตัดไม้จะสามารถมองเห็นวงเจริญเติบโตได้แต่ไม่ชัดเจนเหมือนไม้สัก ลวดลายไม้แปรรูปด้านสัมผัสหรือไม้แปรรูปที่เลื่อยแบบผ่าแบน (plain sawn or flat sawn board) จะปรากฏลวดลายแถบสีเทาดำ หรือที่เรียกทั่วไปว่าลวดลายภูเขา แต่ไม่ค่อยชัดเจนนัก เนื้อไม้ละเอียดปานกลาง ไม้มีกลิ่น เส้นตรง (Figure 1.)

การใช้ประโยชน์เนื้อไม้กระถินเทพา จัดเป็นไม้โตเร็วและเป็นชนิดไม้ที่ใช้ปลูกสวนป่าเพื่อการค้าอย่างแพร่หลาย นอกจากการนำเนื้อไม้ไปใช้เป็นวัตถุดิบในการทำชิ้นไม้สับ ทำเยื่อแล้ว ต้นกระถินเทพาที่มีขนาดใหญ่สามารถแปรรูปเพื่อนำไม้แปรรูปสำหรับทำเครื่องใช้เฟอร์นิเจอร์ ก่อสร้างภายใน ตกแต่ง เป็นต้น ข้อแนะนำในการใช้ไม้ชนิดนี้ ไม่มีการหดตัวสูง ควรมีการฝั่งไม้ให้แห้ง (ปริมาณความชื้นไม้ 12%) เพื่อลดปัญหาดังกล่าว การใช้งานภายนอกควรมีการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้

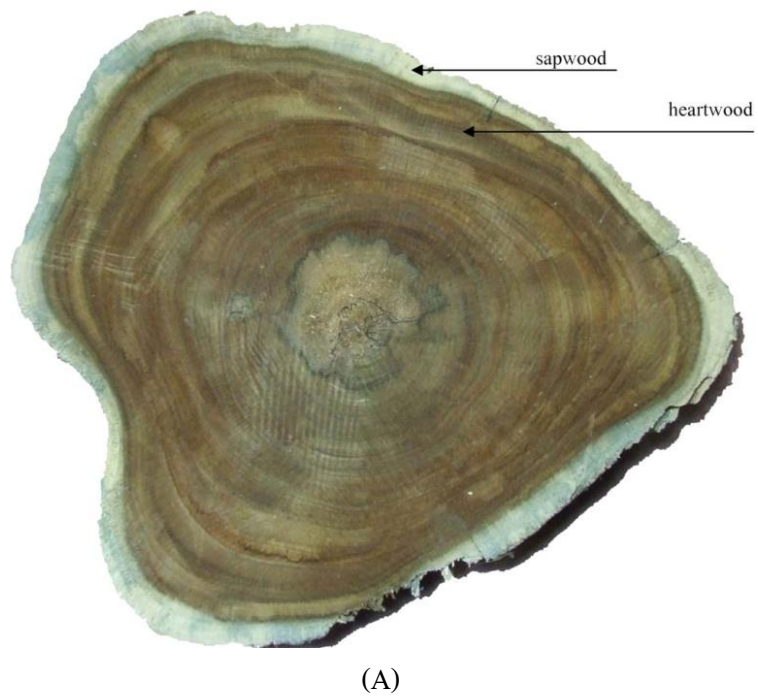


Figure 1. Cross section lumber and see heart rot at central log (A) and flat sawn board, tangential section (B) of *Acacia mangium* Willd.



สรุปผล

จากผลการศึกษาค้นสมบัติของไม้กระถินเทพา *Acacia mangium* Willd. ตัวอย่างไม้อายุ 17 ปี จากการตัดสายขยายระยะของแปลงทดลองปลูกสถานีวนวัฒนวิจัยสระแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 5 ต้น และตัวอย่างไม้อายุ 18 ปี จากแปลงปลูกสวนป่าเอกชน สวนป่ากิจไพศาล อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง จำนวน 5 ต้น ตามมาตรฐานการทดสอบ British Standard 373: 1957 Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber ใช้ขนาดตัวอย่าง 2x2 เซนติเมตร ไม้กระถินเทพาจาก 2 แหล่งปลูกมีน้ำหนัก (ความถ่วงจำเพาะ ความหนาแน่น) แรงอัดตั้งฉากกับเส้น และแรงเฉือนขนานกับเส้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) ส่วนความแข็งแรงจากการตัด (ค่ามอดูลัสแตกร้าว มอดูลัสยืดหยุ่น) ความเหนียวจากการกระแทก และความแข็ง ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ และจัดเป็นชนิดไม้ที่มีค่าความแข็งแรงจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับไม้เนื้อแข็ง ตามหลักเกณฑ์ของกรมป่าไม้ แต่ทั้งนี้ยังไม่สรุปว่าเป็นไม้เนื้อแข็ง เพราะยังขาดข้อมูลผลการศึกษาค้นหาตามธรรมชาติของไม้ การใช้ประโยชน์เนื้อไม้ สามารถนำมาใช้งานก่อสร้างในส่วนที่รับแรงได้ การใช้งานภายนอกควรมีการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้และใช้ไม้ที่แห้งแล้วประมาณความชื้นไม้ประมาณ 12% เพราะลดปัญหาการหดตัวของไม้

เอกสารอ้างอิง

- ณรงค์ โทณานนท์, ศิริ เจือวิจิตรจันทร์. สุชาติ ไทยเพ็ชร์, ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์. 2528. ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย. เลขที่ ร.188. พิมพ์ครั้งที่ 2. ฝ่ายวิจัยไม้ขั้นพื้นฐาน กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 127 น.
- บุญนำ เกี่ยวข้อง, มยุรี ดวงเพ็ชร. 2542. คู่มือปฏิบัติการเชิงกลของไม้. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 99 น.
- พงศ์ โสโน, สงคราม ตรังรัฐพิทย, ศิริ เจือวิจิตรจันทร์. 2517. ปริมาณความชื้น การหดตัว ความถ่วงจำเพาะ และช่องว่างในไม้ไทย. เลขที่ ร.147. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 56 น.
- พงศ์ โสโน, สายัณห์ จารุกม, สุชาติ ไทยเพชร, สมหมาย เอื้อเจริญ. 2516. กลสมบัติของไม้ไทย. เลขที่ ร.144. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 138 น.
- ราชบัณฑิตยสถาน. 2547. ศัพท์ป่าไม้ อังกฤษ-ไทย ไทย-อังกฤษ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ. 640 น.
- วิรัช ชื่นวาริน. 2533. สมบัติทางฟิสิกส์ของเนื้อไม้. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 315 น.
- ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์. 2544. กลสมบัติของไม้กับการใช้ประโยชน์ไม้. ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 181 น.



สุธี วิสุทธิเทพกุล. 2542. การแปรรูปไม้. ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 47 น.

ส่วนพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม้. 2547. คุณลักษณะของไม้ไทย. พิมพ์ครั้งแรก. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพมหานคร. 306 น.

British standards institution. 1957. Methods of testing small clear specimens of timber.

B.S. 373 : 1957. London, UK. 31 p.

Shanavas, A. and Kumar, B.M. 2006. Physical and mechanical properties of three agroforestry tree species from Kerala, India. Journal of tropical agriculture 44 (1-2): 23-30

ICRAF. 2004. Acacia mangium. The agroforestry (AFT) database. <http://www.worldagroforestry.org/sea/Products/AFDbases/af/asp/SpeciesInfo.asp?SpID=69> . (วันที่ค้นข้อมูล 18 กุมภาพันธ์ 2554).

Lavers, M. Gwendoline. 1969. The strength properties of timbers. Bulletin no.50

(second edition, metric units). Forest products research. London, UK. 62 p.