คุณสมบัติพื้นฐานของไม้เพื่อการใช้ประโยชน์

THE BASIC PROPERTIES OF WOOD FOR UTILIZATION

บุญส่ง สมเพาะ[1] (BOUNSONG SOMPOH)

จันไท จิตจักร[2] (JANTHAI JITJAK)

วิเชียร ปิยาจารประเสริฐ[1] (WICHIAN PIYAJARAPRASERT)

อนงคณี เรือนทิพย์[3] (ANONGKANEE RUENTHIP)

บางรักษ์ เชษฐสิงห์[1] (BANGRAK CHEDTHASING)

อุทารัตน์ ภู่ไพบูลย์[1] (UTHARAT PHOOPATBOOL)

บทคัดย่อ

คุณสมบัติพื้นฐานของไม้เพื่อการใช้ประโยชน์ ได้ทำการศึกษาระหว่างปี พ.ศ. 2551–2555 โดยศึกษาคุณสมบัติด้านต่างๆ คือ กลสมบัติ สกายสมบัติ และคุณสมบัติทางเคมีของไม้ 5 ชนิด คือ ไม้สนคาริเบีย สนจีน สนโอคาร์ปา รักใหญ่ และกระถินยักษ์

ผลการศึกษาปรากฏว่า การศึกษากลสมบัติทั้งในในสภาพแห้งและสภาพเปียก ของไม้ 5 ชนิด มีค่าต่างๆ ได้แก่ มอดุลัสแตกร้าว ความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูป มอดุลัสยืดหยุ่น แรงเฉือนด้านรัศมี แรงเฉือนด้านสัมผัส แรงอัดขนานเสี้ยน แรงอัดตั้งฉากเสี้ยนด้านรัศมี แรงอัดตั้งฉากเสี้ยนด้านสัมผัส แรงดึงค่าความเหนียวจากการดัดกระแทก ค่าความแข็งด้านรัศมีและด้านสัมผัส แตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดไม้ โดยไม้ตระกูลสน คือไม้สนคาริเบีย สนจีน และสนโอคาร์ปา มักมีค่ากลสมบัติปานกลางหรือค่อนข้างต่ำ ส่วนไม้ใบกว้าง ได้แก่ ไม้รักใหญ่ และกระถินยักษ์ มักมีค่ากลสมบัติปานกลางหรือค่อนข้างสูง

ส่วนค่าสกายสมบัติของไม้ มีค่าต่างๆ ได้แก่ การหดตัวตามแนวรัศมี การหดตัวตามแนวสัมผัส การหดตัวด้านยาวตามแนวเสี้ยน การหดตัวทางปริมาตร ค่าความชื้นที่จุดหมาด ค่าความแน่นที่สภาวะแห้ง และค่าความถ่วงจำเพาะ ปรากฏว่า ค่าความแน่นที่สภาวะแห้ง และค่าความถ่วงจำเพาะ ของไม้รักใหญ่ และกระถินยักษ์ มักมีค่าที่สูงกว่าไม้สนคาริเบีย สนจีน และสนโอคาร์ปา

---

[1] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพมหานคร

[2] นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพมหานคร

[3] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพมหานคร

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไม้สนคาริเบีย ไม้สนจีน และไม้กระถินยักษ์ พบว่าไม้ทั้งสามชนิดมีปริมาณร้อยละเฉลี่ยของเซลลูโลสสูง และมีปริมาณร้อยละเฉลี่ยของลิกนินมีค่าปานกลาง ดังนั้นไม้ทั้ง 3 ชนิดนี้ มีความเหมาะสมที่จะนำไปเป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตเยื่อและกระดาษ

คำหลัก : สนคาริเบีย สนจีน สนโอคาร์ปา รักใหญ่ กระถินยักษ์ คุณสมบัติไม้ องค์ประกอบทางเคมี

ABSTRACT

The basic properties of wood for utillization was conducted during 2008–2012. The mechanical properties, physical properties and chemical properties were studied. 5 species of wood, *Pinus caribaea* Morelet, *Cupressus lusitanica* Mill., *Pinus oocarpa* Schiede ex Schitdl., *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou and *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit were collected and tested.

The result of mechanical properties revealed that modulus of rupture, stress at proportional limit, modulus of elasticity, radial side shearing, tangential side shearing, compression parallel to grain, radial side compression perpendicular to grain, tangential side compression perpendicular to grain and tension were 116, 75.8, 11,000, 17.6, 21.1, 50.2, 23.1, 26.5 and 155 Megapascal or 1,186, 773, 113,000, 180, 215, 512, 235, 270 and 1,581 kg./cm.^{2} respectively,The impact bending was 2.91 kg.–m. and hardness on radial and tangential side were 5,670 and 6,459 Newton or 556 and 633 kg., respectively.

While the result of mechanical properties on wet condition of the samples revealed that modulus of rupture, stress at proportional limit, modulus of elasticity, radial shearing, tangential shearing, compression parallel to grain, radial compression perpendicular to grain, tangential compression perpendicular to grain and tension were 98.6, 59.2, 10,300, 14.3, 16.4, 41.1, 14.7, 17.9 and 93.9 Megapascal or 1,005, 594, 105,200, 146, 167, 419, 149, 183 and kg./cm.^{2} respectively. The impact bending was 4.33 kg–m. and hardness on radial and tangential side were 5,261 and 4,927 Newton or 516 and 483 kg., respectively.

And the result of physical properties testing of *A. indica* samples revealed that their radial shrinkage, tangential shrinkage, longitudinal shrinkage and volume shrinkage were 5.02, 7.88, 0.69 and 12.67 percent, respectively. moisture content at fiber saturation point was 22 percent, dry density was 847 kg./m.^{3}, and the specific gravity was 0.811.

The chemical compositions of *Pinus caribae* Morelet and *Cupressus lusitanica* Mill.and *Leucaena leucoceplala* (Lam.) de Wit were determined. The inter – relationships of these species and their stem length for the properties were evaluated as a guide to used to potentials. The high

cellulose and medium lignin contents of these species indicated their high potentials as a raw material for pulp and paper.

Keywords : *Pinus caribaea* Morelet, *Cupressus lusitanica* Mill., *Pinus oocarpa* Schiede ex Schitdl., *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, wood properties, chemical compositions

คำนำ

โครงการวิจัยคุณสมบัติพื้นฐานของไม้เพื่อการใช้ประโยชน์ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาคุณสมบัติของไม้ในด้านต่างๆ คือกลสมบัติ กายภาพสมบัติ และสมบัติทางเคมีของไม้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของชุดโครงการแม่การวิจัยการใช้ประโยชน์ไม้และผลิตผลป่าไม้และความหลากหลายทางชีวภาพ ต่อไป

กลสมบัติไม้ (mechanical properties) หมายถึง คุณสมบัติของไม้หรือวัตถุใดๆ ที่มีต่อน้ำหนักหรือแรงภายนอก (external force) ที่มากระทำ ความสามารถต่อต้านหรือรับรองแรงหรือน้ำหนักมากน้อยต่างกัน เรียกว่าความแข็งแรง (strength) ความยากง่ายในการเสียรูป เรียกว่าความดื้อ (stiffness) ความสามารถรับพลังงานที่ทำให้ไม้เสียกำลังโดยสิ้นเชิงหรือที่ระดับใดๆ เรียกว่าความเหนียว (toughness) และความต่อต้านต่อการขีดข่วนเจาะไช เรียกว่าความแข็ง (hardness)

กายภาพสมบัติ หรือสกายสมบัติของไม้ (physical properties) หมายถึง คุณลักษณะ (characteristic) และพฤติกรรมของไม้ต่ออิทธิพลภายนอก นอกเหนือจากแรงต่างๆ (Winandy, 1994) เช่น การยืดหดตัว (shrinkage and swelling) ปริมาณความชื้น ความแน่น ความถ่วงจำเพาะ คุณสมบัติที่มีต่อความร้อน ไฟ การนำไฟฟ้า ความทนทาน เป็นต้น

คุณสมบัติทางเคมีของไม้ (chemical properties) หมายถึง คุณลักษณะ(characteristic) และพฤติกรรมของไม้ต่ออิทธิพลภายนอก นอกเหนือจากแรงต่างๆ (Winandy, 1994) เช่น การยืดหดตัว (shrinkage and swelling) ปริมาณความชื้น ความแน่น ความถ่วงจำเพาะ คุณสมบัติที่มีต่อความร้อน ไฟ การนำไฟฟ้า ความทนทาน เป็นต้น

สนคาริเบีย (*Pinus caribaea* Morelet) อยู่ในวงศ์ Pinaceae มีชื่อสามัญคือ Caribean pine เป็นสนเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน (subtropical) มีถิ่นกำเนิดในอเมริกากลาง คิวบา เกาะบาฮามาส และเกาะเติร์กแอนด์ไคคอส กระจายพันธุ์ตามธรรมชาติตั้งแต่เส้นรุ้ง 12˚13/ – 27˚25/ เหนือ เส้นแวง 71˚40/ – 89˚25/ ตะวันตก ทั้งในพื้นที่ราบ ไปจนถึงที่สูงประมาณ 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล สนคาริเบีย มักขึ้นปะปนกับไม้สนอื่นๆ เช่นสนโอคาร์ปา และสนทรอฟฟิกาลัส ต่อมามีการนำไปปลูกในโคลัมเบีย จีน แอฟริกาใต้ สนคาริเบียมีการกระจาย 3 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ฮอนดูเรนซิส (*P. caribaea* Morelet var. *hondurensis*) สายพันธุ์บาฮาเมนซิส (*P. caribaea* Morelet var. *bahamensis*) และสายพันธุ์คาริเบีย (*P. caribaea* Morelet var. *caribaea*)

Figure 1. *Pinus caribaea* Morelet

สนจีน (*Cupressus lusitanica* Mill.) อยู่ในวงศ์ Cupressaceae มีชื่อเรียกอื่นๆ คือ Cedra Blanco, Mexican white cedar มีถิ่นกำเนิดในเม็กซิโก กัวเตมาลา เอลซัลวาดอร์ และฮอนดูรัส เป็นไม้ขนาดใหญ่ สูงถึง 40 เมตร ใบรูปเข็มกลม ยาว 2–5 มม. ผลรูปโคนยาว 10–20 มม.ดอก มี 4–10 แท่ง เมื่อยังอ่อนเป็นสีเขียว เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือเทาน้ำตาล ผลจะแก่เมื่ออายุประมาณ 2 ปี โดยตัวผู้ยาว 3–4 มม. จะเกิดเป็นเมล็ดในเดือน กุมภาพันธ์–มีนาคม ไม้ชนิดนี้ถูกนำไปปลูกทั้งในเขตอบอุ่นและกึ่งเขตร้อน ในทวีปอเมริกา เอเชีย และแอฟริกา เป็นทั้งไม้ประดับ ส่วนเนื้อไม้ใช้ในเป็นเครื่องมือเครื่องใช้และการก่อสร้าง

Figure 2. *Cupressus lusitanica* Mill.

สนโอคาร์ปา (*Pinus oocarpa* Schiede ex Schitdl.) อยู่ในวงศ์ Pinaceae มีชื่ออื่นๆ เช่น Mexican yellow pine, hezenut pine, pino amarillo, pino avellano มีถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติกระจายตั้งแต่เส้นรุ้ง 14˚– 29˚เหนือ ในเม็กซิโกภาคตะวันตก กัวเตมาลา และในพื้นที่สูงของฮอนดูรัส เอลซัลวาดอร์ และนิการากัว ขึ้นในที่สูงประมาณ 900 – 2,400 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ในที่อุณหภูมิเฉลี่ย 15˚– 24 ซ.˚ ปริมาณน้ำฝน 1,000 – 1,900 มม./ปี สนโอคาร์ปา เป็นไม้ทางการค้าที่สำคัญในอเมริกากลาง และนำไปปลูกทั่วโลก เพื่อเป็นเยื่อกระดาษทั้งในอเมริกาใต้ แอฟริกา และออสเตรเลีย ในอเมริกาใต้มีการใช้เนื้อไม้สนโอคาร์ปาเป็นเชื้อเพลิงด้วย

Figure 3. *Pinus oocarpa* Schiede ex Schitdl.

รักใหญ่ (*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou) อยู่ในวงศ์ Anacadiaceae มักพบขึ้นทั่วไปในป่าเบญจพรรณ ท้องที่ภาคเหนือและภาคตะวันตก ในที่สูงกว่าระดับทะเลปานกลาง 300 – 1,000 เมตร เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงใหญ่ สูงถึง 15 – 25 เมตร เปลือกเป็นสีน้ำตาลดำปนเทา ใบเป็นรูปไข่กลับ มน หรือรูปขอบขนาน ขนาด 5 –12 X 12– 36 ซม. โคนสอบมน หลังใบมีขนสีน้ำตาลปนเทา ท้องใบมีขนหนาแน่นเมื่อแก่เต็มที่จะร่วงหลุดไปเกือบหมด เนื้อหนา ขอบเรียบหรือเป็นคลื่นบ้าง ดอกเป็นดอกสมบูรณ์ ออกเป็นช่อใหญ่ตามง่ามใบตอนปลายๆกิ่ง กลีบดอกและกลีบรองดอกมีอย่างละ 5 กลีบ ผลกลมแข็ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 ซม. มีปีกสีแดงเรื่อๆ เนื้อไม้สีแดงเข้ม มีริ้วสีแก่แทรก เป็นมันเลื่อม เสี้ยนสน เนื้อค่อนข้างเหนียว เด้ง แข็ง ทนทาน ไสกบตบแต่งไม่ยาก นำมาใช้ประโยชน์เป็นเครื่องเรือน เครื่องกลึง เครื่องใช้ต่างๆ เปลือกนำมาเข้ายาบำรุงกำลัง ขับเหงื่อ ทำให้อาเจียน ต้มแก้โรคเรื้อน กามโรค ท้องร่วง เปลือกและรากใช้รักษาโรคผิวหนัง พยาธิ์ลำไส้ โรคไอ ท้องมาน ยางรักเป็นยาถ่ายอย่างแรง ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ เครื่องจักรสาน เพื่อความทนทาน ทารองวัตถุต่างๆ เพื่อลงลวดลายและปิดทอง

Figure 4. *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou

กระถินยักษ์ (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) อยู่ในวงศ์ Leguminosae–Mimosoideae มีถิ่นกำเนิดในเม็กซิโกตอนใต้ กัวเตมาลา และเบลิซ เป็นไม้พุ่มถึงไม้ต้นขนาดเล็ก ใบประกอบแบบขนนกสองชั้น เรียงสลับ ดอกช่อแบบช่อกระจุกแน่น ออกตามง่ามใบ 1–3 ช่อ ฝักแบน ปลายแหลม โคนสอบ ฝักแก่แตกตามยาวมีเมล็ด 15–30 เมล็ด สีน้ำตาลเป็นมัน รูปไข่แบนกว้าง การใช้ประโยชน์ใบหมักเป็นปุ๋ย ใบ ยอด ฝัก ส่วนต่างๆใช้เป็นอาหารของสัตว์ ยอดอ่อนและฝักอ่อนใช้กินเป็นผักได้ เมล็ดนำมาทำเป็นเครื่องประดับหลายชนิด เช่น สายสร้อย เข็มกลัด เข็มขัด ยอดอ่อนและฝักอ่อนใช้กินเป็นผักได้ ส่วนต่างๆเป็นอาหารของสัตว์ เปลือกให้เส้นใยทำกระดาษได้ ดอกบำรุงตับ รากช่วยขับลม ขับระดูขาว ปลูกเพื่อกันลมและบังแดดให้แก่พืชที่ปลูก เช่น ชา กาแฟ และใช้ทำฟืน การใช้งานด้านภูมิทัศน์ (landscape used) เจริญเติบโตเร็ว ปลูกเพื่อเป็นแนวกันลม บังแดด เหมาะในพื้นที่ที่มีการดูแลรักษาต่ำ

Figure 5. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit

วิธีการศึกษา

อุปกรณ์ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย เครื่องทดสอบกำลังไม้ Testomatric รุ่น MICO 500 ขนาด 30 ตัน ของสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ (สำหรับการทดสอบกลสมบัติทุกชนิด ยกเว้นแรงดึง) เครื่องทดสอบ GINIUS OLSEN model AD RECORDER ขนาด 200 ตัน ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สำหรับการทดสอบแรงดึง) นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์อื่น ได้แก่ เวอร์เนีย คาลิเปอร์ ใช้วัดขนาดไม้ตัวอย่าง ตู้อบไม้ที่ตั้งอุณหภูมิได้ถึง 100° ซ และเครื่องชั่งที่มีความละเอียดถึงจุดทศนิยม 3 ตำแหน่ง ส่วนอุปกรณ์สำหรับทดสอบองค์ประกอบทางเคมีพื้นฐานของไม้ ได้แก่ ชุดสกัด จำนวน 6 ชุด Filter Crucibles เบอร์ 1, 2, 3 และ 4 Thimble เบอร์ 1 และ 2 4.เครื่องทำน้ำเย็นแบบไหลเวียน เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง เตาอบไฟฟ้า เครื่องหาความชื้น เตาเผาไฟฟ้า Suction ชุดควบแน่น บีกเกอร์ ขนาด 50 มล.100 มล.และ250 มล. เครื่องระเหยแห้งแบบสุญญากาศ Dessiccator เครื่องร่อน และเครื่องบดไม้

การเก็บและการเตรียมตัวอย่างไม้

1. สนคาริเบีย อายุ 23 ปี จากสถานีวนวัฒนวิจัยห้วยบง ตำบลบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ พิกัดเส้นรุ้ง 18° 09′ เหนือ เส้นแวง 98° 26′ ตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 830 เมตร

2. สนจีนและสนโอคาร์ปา อายุประมาณ 30 ปี จากสถานีวนวัฒนวิจัยบ่อแก้ว ตำบลบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ พิกัดเส้นรุ้ง 18° 09′ เหนือ เส้นแวง 98° 23′ ตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,020 เมตร

3. รักใหญ่ อายุประมาณ 30 ปี จากท้องที่ตำบลขุนยวม อำเภอขุนยวม จังหวัดแม่ฮ่องสอน พิกัดเส้นรุ้ง 18° 47′ เหนือ เส้นแวง 97° 56′ ตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 650 เมตร

4. กระถินยักษ์ อายุประมาณ 20 ปี จากสวนป่าเอกชน ตำบลห้วยต่อน อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ พิกัดเส้นรุ้ง 15° 54′ เหนือ เส้นแวง 101° 58′ ตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 230 เมตร

นำมาเก็บไว้ที่ศูนย์ส่งเสริมพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่าจังหวัดขอนแก่น และศูนย์ฯ จังหวัดราชบุรี จนมีความชื้นเท่ากับบรรยากาศ จากนั้นจึงทำการแปรรูปให้ได้ตามมาตรฐานอังกฤษ (British standard) คือมาตรฐาน BS 373:1957 Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber(British standard, 1957) โดยการนำไปไสตกแต่งให้มีขนาด 2×2 ซม.^{2} แล้วนำไปตัดความยาวให้ได้ตามขนาดของชนิดการทดสอบกลสมบัติต่างๆ (test pieces) จะทำการทดสอบ

ทั้งในสภาพแห้ง (air–dry condition) และสภาพเปียก (wet condition) ตัวอย่างไม้ที่ใช้ทดสอบในสภาพแห้ง จะนำไปผึ่งไว้ให้แห้งในกระแสอากาศ ให้ได้ความชื้นประมาณ 12% ส่วนตัวอย่างไม้ที่ใช้ทดสอบในสภาพเปียก จะนำไปแช่ไว้ในน้ำ ให้ได้ไม้ที่มีความชื้นสูงกว่าจุดหมาด (fiber saturation point) เพื่อทำการทดสอบต่อไป

การทดสอบคุณสมบัติไม้

การทดสอบกลสมบัติไม้

1 การทดสอบแรงดัดสถิตย์น้ำหนักกดกึ่งกลาง (static bending test central point loading) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาดกว้าง 2 ซม.หนา 2 ซม. ยาว 30 ซม. ให้น้ำหนักที่จุดกึ่งกลางของชิ้นไม้ตัวอย่าง ซึ่งวางบนหมอนรองห่างกัน 28 ซม. ใช้ความเร็วของน้ำหนักกดคงที่ 6.604 มม./นาที โดยใช้ด้านรัศมีของไม้ตัวอย่างรับแรง จะได้ค่ามอดุลัสแตกร้าว ความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูป และมอดุลัสยืดหยุ่น

2 การทดสอบแรงเดาะ (impact bending test) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาดกว้าง 2 ซม.หนา 2 ซม. ยาว 30 ซม.วางบนฐานรองซึ่งห่างกัน 24 ซม. ลักษณะเช่นเดียวกับการทดสอบแรงดัด แล้วปล่อยลูกตุ้มน้ำหนักฟาดไปบนไม้ ณ จุดกึ่งกลางไม้ โดยใช้ด้านรัศมีรับแรง ค่าที่ได้บนหน้าตัด จะเป็นค่างานที่ทำให้ไม้หัก หน่วยเป็น กก.–ม.

3 การทดสอบแรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain test) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาดกว้าง 2 ซม.หนา 2 ซม. ยาว 6 ซม. เข้าเครื่องกดตามแนวเสี้ยน โดยใช้ความเร็วกดคงที่ 0.635 มม./นาที

4 การทดสอบแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (compression perpendicular to grain test) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาดกว้าง 2 ซม.หนา 2 ซม. ไม่จำกัดความยาว ใช้แผ่นเหล็กขนาดพื้นที่ 2×2 ซม.^{2} โดยวางแผ่นเหล็กบนตัวอย่างไม้ด้านรัศมี ใช้น้ำหนักกดในอัตราความเร็วคงที่ 0.635 มม./นาที

5 การทดสอบแรงเฉือนขนานเสี้ยน (shear parallel to grain test) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาด 2×2×2 ซม.^{3} เข้าเครื่องทดสอบแรงเฉือนกดตามแนวเสี้ยน โดยใช้น้ำหนักกดในอัตราความเร็วคงที่เท่ากับ 0.635 มม./นาที ทำการหาค่าแรงเฉือนทั้งด้านรัศมีและด้านสัมผัส

6 การทดสอบความแข็ง (hardness test) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาดกว้าง 2 ซม.หนา 2 ซม. ไม่จำกัดความยาว นำเข้าเครื่องกดความแข็ง ในอัตราความเร็วคงที่เท่ากับ 6.35 มม./นาที โดยเป็นหัวทรงกลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11.20 มม. กดลงบนเนื้อไม้จมลงครึ่งลูก ทั้งด้านรัศมีและด้านสัมผัส เป็นค่าความแข็ง

7. การทดสอบแรงดึง (tension test) ใช้ไม้ตัวอย่างขนาดกว้าง 2 ซม.หนา 2 ซม. ยาว 30 ซม. เตรียมตัวอย่างโดยใช้ด้านที่รับแรงดึงขนาดด้านรัศมี 10–20 มม. และด้านสัมผัส 5–10 มม. นำมาทดสอบกับเครื่องทดสอบ GENIUS OLSEN model AB RECORDER ขนาด 200 ตัน จับปลายทั้งสองด้านของตัวอย่าง อ่านค่าแรงสูงสุดที่ทำให้ตัวอย่างขาดจากกัน นำมาหาค่าแรงดึง

การทดสอบสกายสมบัติไม้

1. หาค่าความแน่น (density) และค่าความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) นำไม้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบแล้ว มาแปรเป็นตัวอย่างขนาด 2x2x2 ซม.^{3} มาชั่งน้ำหนักและวัดขนาดแต่ละด้านเพื่อหาความแน่น และความถ่วงจำเพาะของไม้

2. การหดตัว (shrinkage) โดยการเตรียมตัวอย่างขนาด 2X2X2 ซม.^{3} ที่ปราศจากตำหนิ และพยายามให้ได้ด้านรัศมี (radial) และด้านสัมผัส (tangential) ให้มากที่สุด ทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาดด้านรัศมี ด้านสัมผัส และด้านความยาว (length) และทำการคำนวณหาปริมาตร (volume) ในแต่ละชิ้น โดยทำการชั่งและวัดในสถานที่และเวลาเดียวกันเรื่อยๆ จนกว่าตัวอย่างแห้งลงตามสภาพอากาศภายนอก หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปอบในตู้อบไม้ที่อุณหภูมิ 103 ± 2° ซ. จนอยู่ในสภาพแห้ง ทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาดต่างๆ อีกครั้ง นำไปทำการหาค่าการหดตัวแค่ละด้าน

3. ค่าความชื้นที่จุดหมาด (fiber saturation point) หาได้จากการพล็อตกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น กับการหดตัวด้านรัศมี (ดัดแปลงจากพงศ์ และคณะ, 2517)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีไม้

ตัวอย่างไม้ที่นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี จำนวน 3 ชนิด คือ ไม้สนจีน ไม้สนคาริเบีย เก็บตัวอย่างจากสถานีวนวัฒนวิจัยบ่อแก้ว ตำบลบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ และไม้กระถินยักษ์จากตำบลห้วยต่อน อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ โดยเก็บตัวอย่างที่ระดับความสูง 1.30 เมตร หนา 2 นิ้ว การเตรียมตัวอย่าง ดำเนินการตามวิธีของ TAPPI T 257 cm – 02 (Anonymous, 2002)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ผึ่งตัวอย่างให้แห้งบดหยาบและบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดไม้ แล้วนำไปร่อนเพื่อคัดขนาด 40 mesh เก็บไว้ในขวดเก็บตัวอย่าง ก่อนนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ จะหาความชื้นด้วยเครื่องหาความชื้นที่อุณหภูมิ 105 ±°C การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและการรายงานผลจะดำเนินการตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI ดังนี้

Ash	TAPPI T 211 cm – 07 (Anonymous, 2007)
Alcohol – benzene solubility (1: 2)	TAPPI T 204 cm 97 (Anonymous, 1997)
Lignin	CCA5 of Swedish Association of pulp &paper Engineering
1% NaOH solubility	TAPPI T 212 om – 07 (Anonymous, 2007)
Water solubility	TAPPI T 207 cm – 08 (Anonymous, 2008)
Holocellulose	L.E.WISE (1946)
Pentosan	TAPPI T19 os–50
Cellulose	Cross& Bevan

Figure 6. The conductions under the project

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

การศึกษาโครงการวิจัยคุณสมบัติพื้นฐานของไม้เพื่อการใช้ประโยชน์ ซึ่งดำเนินการระหว่างปี พ.ศ.2551–2555 ได้ผลการศึกษา ดังนี้ (Table 1–4)

ผลการศึกษาค่ากลสมบัติ (Table 1–2)

ผลการศึกษาค่ากลสมบัติ แยกตามชนิดไม้ ดังนี้

ไม้สนคาริเบีย

1. มอดุลัสแตกร้าว (modulus of rupture : MOR) ของไม้ตัวอย่าง ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง เท่ากับ 68.7 และ 86.3 เมกะปาสคาล หรือ 701 และ 880 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มไม้เนื้อแข็งปานกลางตามมาตรฐานของกรมป่าไม้ คือมีค่า MOR ระหว่าง 60 – 100 เมกะปาสคาล หรือ 600 – 1,000 กก/ซม.^{2} ส่วนการเสียรูปของไม้ตัวอย่าง ส่วนใหญ่จะเป็นการเสียรูปแบบธรรมดา (simple tension) แต่มีบางส่วนที่เสียรูปแบบเป็นเสี้ยนขวาง (splintering tension) และ เสียรูปแบบหักตามเสี้ยน (cross grain tension)

2. ความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูป (stress at proportional limit) ของไม้ตัวอย่าง ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง มีค่าเท่ากับ 34.9 และ 46.1 เมกะปาสคาล หรือ 356 และ 470 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ เมื่อหาอัตราส่วนของความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูปเทียบกับค่ามอดุลัสแตกร้าว (MOR) ของไม้ตัวอย่าง พบว่าอัตราส่วนของ r มีค่าประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่าไม้สนคาริเบียมีช่วงการยืดหยุ่น (elastic range) ที่มีค่าปานกลาง

3. มอดุลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity : MOE) ของไม้ตัวอย่างในสภาพเปียก และสภาพแห้ง มีค่าเท่ากับ 4,950 และ 8,100 เมกะปาสคาล หรือ 50,500 และ 82,600 กก/ซม.^{2} ตามลำดับ ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงความยากง่ายในการเสียรูปของไม้ ที่มีต่อแรงที่มากระทำ

4. แรงเดาะ (impact bending) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 2.29 และ 1.80 กก.–ม. ตามลำดับ ค่านี้เป็นค่าที่ชี้ความเหนียวจากการดัดกระแทกของไม้ และจะขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ เนื่องจากไม้แต่ละชนิดจะมีลักษณะโครงสร้างของเนื้อไม้แตกต่างกันไป

5. แรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 38.4 และ 42.1 เมกะปาสคาล หรือ 391 และ 423 กก/ซม^2 ตามลำดับ ไม้ตัวอย่างที่ทำการทดสอบส่วนใหญ่เสียรูปแบบ crushing shearing และ wedge split

6. แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (compression perpendicular to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง ในด้านรัศมีมีค่าเท่ากับ 4.11 และ 8.61 เมกะปาสคาล หรือ 41.9 และ 87.8 กก./ซม.^{2} และในด้านสัมผัสมีค่าเท่ากับ 4.25 และ 8.11 เมกะปาสคาล หรือ 43.3 และ 82.7 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ

7. แรงเฉือนขนานเสี้ยน (shear parallel to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง ในด้านรัศมีมีค่าเท่ากับมีค่าเท่ากับ 11.4 และ 16.6 เมกะปาสคาล หรือ 116 และ 169 กก/ซม^2 และในด้านสัมผัสมีค่าเท่ากับ 11.1 และ 17.8 เมกะปาสคาล หรือ 113 และ 182 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ

8. แรงดึง (tension) ผลการศึกษาพบว่าค่าแรงดึงในสภาพเปียก และสภาพแห้งของไม้ตัวอย่าง เท่ากับ 62.9 และ 92.0 เมกะปาสคาล หรือ 642 และ 938 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ ค่าแรงดึงมักจะมีค่าใกล้เคียงหรือสูงกว่าค่าแรงดัด (มอดุลัสแตกร้าว)

9. ความแข็ง (hardness) ค่าความแข็งในสภาพเปียก และสภาพแห้งของไม้ตัวอย่าง ในด้านรัศมีมีค่าเท่ากับ 2,509 และ 3,510 นิวตัน หรือ 246 และ 344 กก. ตามลำดับ และค่าดังกล่าวในสภาพเปียก และสภาพแห้งของไม้ตัวอย่างทางด้านสัมผัส มีค่าเท่ากับ 2,387 และ 3,473 นิวตัน หรือ 234 และ 341 กก. ตามลำดับ จากผลที่ได้ดังกล่าว พบว่าค่าความแข็งของไม้สนคาริเบีย มีค่าความแข็งปานกลาง ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความแข็งของไม้คือ ความแน่นของเนื้อไม้

ไม้สนจีน

1. มอดุลัสแตกร้าว (modulus of rupture : MOR) ของไม้ตัวอย่าง ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง เท่ากับ 49.8 และ 66.9 เมกะปาสคาล หรือ 508 และ 682 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มไม้เนื้อแข็งปานกลางตามมาตรฐานของกรมป่าไม้ คือมีค่า MOR ระหว่าง 60 – 100 เมกะปาสคาล หรือ 600 – 1,000 กก/ซม.^{2} ส่วนการเสียรูปของไม้ตัวอย่าง ส่วนใหญ่จะเป็นการเสียรูปแบบหักตามเสี้ยน และมีบางส่วนที่เสียรูปแบบเป็นเสี้ยนขวาง และเสียรูปแบบธรรมดา เช่นเดียวกับสนคาริเบีย

2. ความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูป (stress at proportional limit) ของไม้ตัวอย่าง ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง มีค่าเท่ากับ 22.6 และ 42.8 เมกะปาสคาล หรือ 231 และ 437 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ

3. มอดุลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity : MOE) ของไม้ตัวอย่างในสภาพเปียก และสภาพแห้ง มีค่าเท่ากับ 3,980 และ 6,260 เมกะปาสคาล หรือ 40,600 และ 63,800 กก/ซม.^{2} ตามลำดับ

4. แรงเดาะ (impact bending) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้สนจีนตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 2.76 และ 2.30 กก.–ม. ตามลำดับ

5. แรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 22.4 และ 35.4 เมกะปาสคาล หรือ 229 และ 360 กก/ซม^2 ตามลำดับ ไม้ตัวอย่างที่ทำการทดสอบ ส่วนใหญ่เสียรูปแบบ crushing shearing และ wedge split

6. แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (compression perpendicular to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง ในด้านรัศมีมีค่าเท่ากับ 12.7 และ 14.7 เมกะปาสคาล หรือ 130 และ 150 กก./ซม.^{2} และในด้านสัมผัสมีค่าเท่ากับ 12.5 และ 13.6 เมกะปาสคาล หรือ 128 และ 138 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ

7. แรงเฉือนขนานเสี้ยน (shear parallel to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง ในด้านรัศมีมีค่าเท่ากับมีค่าเท่ากับ 7.09 และ 13.7 เมกะปาสคาล หรือ 72.3 และ 140 กก/ซม^2 และในด้านสัมผัสมีค่าเท่ากับ 7.87 และ 15.1 เมกะปาสคาล หรือ 80.2 และ 154 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ

8. แรงดึง (tension) โดยผลการศึกษาพบว่าค่าแรงดึงในสภาพเปียก และสภาพแห้งของไม้ตัวอย่าง เท่ากับ 171 และ 186 เมกะปาสคาล หรือ 1,742 และ 1,897 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ ค่าแรงดึงของไม้สนจีนมีค่าที่สูงกว่าค่าแรงดัดมาก

9. ความแข็ง (hardness) ค่าความแข็งในสภาพเปียก และสภาพแห้งของไม้ตัวอย่าง ในด้านรัศมีมีค่าเท่ากับ 2,813 และ 2,912 นิวตัน หรือ 276 และ 286 กก. ตามลำดับ และค่าดังกล่าวในสภาพเปียก และสภาพแห้งของด้านสัมผัส มีค่าเท่ากับ 2,698 และ 2,805 นิวตัน หรือ 264 และ 275 กก. ตามลำดับ ค่าความแข็งของไม้สนจีน มีค่าความแข็งปานกลาง เนื่องจากมีความแน่นของเนื้อไม้ที่ค่อนข้างต่ำ

ไม้สนโอคาร์ปา

1. มอดุลัสแตกร้าว (modulus of rupture : MOR) ของไม้ตัวอย่าง ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง เท่ากับ 45.3 และ 76.7 เมกะปาสคาล หรือ 462 และ 782 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มไม้เนื้อแข็งปานกลางตามมาตรฐานของกรมป่าไม้ คือมีค่า MOR ระหว่าง 60 – 100 เมกะปาสคาล หรือ 600 – 1,000 กก/ซม.^{2} ส่วนการเสียรูปของไม้ตัวอย่าง เป็นไปในทิศทางเดียวกับไม้สนคาริเบีย และไม้สนจีน

2. ความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูป (stress at proportional limit) ของไม้ตัวอย่าง ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง มีค่าเท่ากับ 20.9 และ 37.5 เมกะปาสคาล หรือ 213 และ 382 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ เมื่อหาอัตราส่วนของความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูปเทียบกับค่ามอดุลัสแตกร้าว (MOR) ของไม้ตัวอย่าง พบว่าอัตราส่วนของ r มีค่าประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ไม้สนโอคาร์ปา มีช่วงการยืดหยุ่นที่มีค่าปานกลาง

3. มอดุลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity : MOE) ของไม้ตัวอย่างในสภาพเปียก และสภาพแห้ง มีค่าเท่ากับ 7,100 และ 9,580 เมกะปาสคาล หรือ 72,400 และ 97,700 กก/ซม.^{2} ตามลำดับ

4. แรงเดาะ (impact bending) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 1.74 และ 1.58 กก.–ม. ตามลำดับ

5. แรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 20.6 และ 39.3 เมกะปาสคาล หรือ 210 และ 400 กก/ซม^2 ตามลำดับ ไม้ตัวอย่างที่ทำการทดสอบ ส่วนใหญ่เสียรูปแบบ crushing shearing และ wedge split

6. แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (compression perpendicular to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง ในด้านรัศมีมีค่าเท่ากับ 5.01 และ 9.03 เมกะปาสคาล หรือ 54.1 และ 92.1 กก./ซม.^{2} และในด้านสัมผัสมีค่าเท่ากับ 4.47 และ 7.40 เมกะปาสคาล หรือ 45.6 และ 75.5 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ

7. แรงเฉือนขนานเสี้ยน (shear parallel to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง ในด้านรัศมีมีค่าเท่ากับมีค่าเท่ากับ 6.21 และ 11.5 เมกะปาสคาล หรือ 63.3 และ 118 กก/ซม^2 และในด้านสัมผัสมีค่าเท่ากับ 6.91 และ 12.2 เมกะปาสคาล หรือ 70.5 และ 124 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ

8. แรงดึง (tension) โดยผลการศึกษาพบว่าค่าแรงดึงในสภาพเปียก และสภาพแห้งของไม้ตัวอย่าง เท่ากับ 53.4 และ 60.9 เมกะปาสคาล หรือ 545 และ 621 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ

9. ความแข็ง (hardness) ค่าความแข็งในสภาพเปียก และสภาพแห้งของไม้ตัวอย่าง ในด้านรัศมีมีค่าเท่ากับ 1,715 และ 2,418 นิวตัน หรือ 168 และ 237 กก. ตามลำดับ และค่าดังกล่าวในสภาพเปียกและสภาพแห้งของด้านสัมผัส มีค่าเท่ากับ 1,891 และ 2,551 นิวตัน หรือ 185 และ 250 กก. ตามลำดับ ค่าความแข็งของไม้สนโอคาร์ปา มีค่าความแข็งที่ค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับไม้ชนิดอื่น

ไม้รักใหญ่

1. มอดุลัสแตกร้าว (modulus of rupture : MOR) ของไม้ตัวอย่าง ในสภาพเปียก และสภาพแห้งเท่ากับ 95.6 และ 107 เมกะปาสคาล หรือ 975 และ 1,091 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในกลุ่มไม้เนื้อแข็งตามมาตรฐานของกรมป่าไม้ คือมีค่า MOR สูงกว่า 100 เมกะปาสคาล หรือ 1,000 กก/ซม.^{2} ส่วนการเสียรูปของไม้ตัวอย่าง ส่วนใหญ่จะเป็นการเสียรูปแบบเป็นเสี้ยนขวาง และเสียรูปแบบธรรมดา

2. ความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูป (stress at proportional limit) ของไม้ตัวอย่าง ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง มีค่าเท่ากับ 63.1 และ 73.3 เมกะปาสคาล หรือ 643 และ 748 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ เมื่อหาอัตราส่วนของความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูปเทียบกับค่ามอดุลัสแตกร้าว (MOR) ของไม้ตัวอย่าง พบว่าอัตราส่วนของ r มีค่าประมาณ 60–70 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่าไม้รักใหญ่มีช่วงการยืดหยุ่น ที่มีค่าปานกลางถึงค่อนข้างสูง

3. มอดุลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity : MOE) ของไม้ตัวอย่างในสภาพเปียก และสภาพแห้งมีค่าเท่ากับ 10,000 และ 10,300 เมกะปาสคาล หรือ 101,900 และ 105,300 กก/ซม.^{2} ตามลำดับ

4. แรงเดาะ (impact bending) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 2.36 และ 2.28 กก.–ม. ตามลำดับ

5. แรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 37.3 และ 48.8 เมกะปาสคาล หรือ 380 และ 497 กก/ซม^2 ตามลำดับ ไม้ตัวอย่างที่ทำการทดสอบ ส่วนใหญ่เสียรูปแบบ crushing และ shearing ซึ่งเป็นการเสียรูปที่เกิดขึ้นตามปกติของไม้ที่ทำการทดสอบแรงอัดขนานเสี้ยน (ศักดิ์พิชิต, 2544)

6. แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (compression perpendicular to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้งของไม้ตัวอย่าง ในด้านรัศมีมีค่าเท่ากับ 13.7 และ 21.3 เมกะปาสคาล หรือ 140 และ 218 กก./ซม.^{2} และในด้านสัมผัสมีค่าเท่ากับ 14.7 และ 20.8 เมกะปาสคาล หรือ 150 และ 212 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ

7. แรงเฉือนขนานเสี้ยน (shear parallel to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้รักตัวอย่าง ในด้านรัศมีมีค่าเท่ากับมีค่าเท่ากับ 10.2 และ 14.9 เมกะปาสคาล หรือ 104 และ 152 กก/ซม^2 และในด้านสัมผัสมีค่าเท่ากับ 12.1 และ 16.0 เมกะปาสคาล หรือ 124 และ 163 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ

8. แรงดึง (tension) โดยผลการศึกษาพบว่าค่าแรงดึงในสภาพเปียก และสภาพแห้งของไม้ตัวอย่าง เท่ากับ 94.0 และ 125 เมกะปาสคาล หรือ 958 และ 1,278 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ ค่าแรงดึงของไม้รักมีค่าใกล้เคียงกับค่าแรงดัด

9. ความแข็ง (hardness) ค่าความแข็งในสภาพเปียก และสภาพแห้งของไม้ตัวอย่าง ในด้านรัศมีมีค่าเท่ากับ 4,549 และ 5,169 นิวตัน หรือ 446 และ 507 กก. ตามลำดับ และค่าดังกล่าวในสภาพเปียก และสภาพแห้งของด้านสัมผัส มีค่าเท่ากับ 4,219 และ 4,772 นิวตัน หรือ 414 และ 468 กก. ตามลำดับ ค่าความแข็งของไม้รักใหญ่ มีค่าความแข็งที่สูง เนื่องจากมีความแน่นของเนื้อไม้ที่ค่อนข้างสูง

ไม้กระถินยักษ์

1. มอดุลัสแตกร้าว (modulus of rupture : MOR) ของไม้ตัวอย่าง ในสภาพเปียก และสภาพแห้งเท่ากับ 89.4 และ 122 เมกะปาสคาล หรือ 912 และ 1,240 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในกลุ่มไม้เนื้อแข็งตามมาตรฐานของกรมป่าไม้ คือมีค่า MOR สูงกว่า 100 เมกะปาสคาล หรือ 1,000 กก/ซม.^{2} ส่วนการเสียรูปของไม้ตัวอย่าง ส่วนใหญ่จะเป็นการเสียรูปแบบธรรมดา และเสียรูปแบบเป็นเสี้ยนขวาง

2. ความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูป (stress at proportional limit) ของไม้ตัวอย่าง ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง มีค่าเท่ากับ 51.3 และ 65. 9 เมกะปาสคาล หรือ 523 และ 672 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ เมื่อหาอัตราส่วนของความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูปเทียบกับค่ามอดุลัสแตกร้าว (MOR) ของไม้ตัวอย่าง พบว่าอัตราส่วนของ r มีค่าประมาณ 60–65 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่าไม้กระถินยักษ์มีช่วงการยืดหยุ่น (elastic range) ที่มีค่าปานกลางถึงค่อนข้างสูง

3. มอดุลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity : MOE) ของไม้ตัวอย่างในสภาพเปียก และสภาพแห้งมีค่าเท่ากับ 9,540 และ 11,200 เมกะปาสคาล หรือ 97,200 และ 114,100 กก/ซม.^{2} ตามลำดับ

4. แรงเดาะ (impact bending) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 4.47 และ 4.38 กก.–ม. ตามลำดับ

5. แรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 40.0 และ 56.9 เมกะปาสคาล หรือ 408 และ 580 กก/ซม^2 ตามลำดับ ไม้ตัวอย่างที่ทำการทดสอบ ส่วนใหญ่เสียรูปแบบ crushing และ shearing ซึ่งเป็นการเสียรูปที่เกิดขึ้นตามปกติของไม้ที่ทำการทดสอบแรงอัดขนานเสี้ยน

6. แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (compression perpendicular to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้งของไม้ตัวอย่าง ในด้านรัศมีมีค่าเท่ากับ 13.0 และ 19.3 เมกะปาสคาล หรือ 132 และ 197 กก./ซม.^{2} และในด้านสัมผัสมีค่าเท่ากับ 13.8 และ 23.4 เมกะปาสคาล หรือ 141 และ 238 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ

7. แรงเฉือนขนานเสี้ยน (shear parallel to grain) ในสภาพเปียก และสภาพแห้ง ของไม้ตัวอย่างในด้านรัศมีมีค่าเท่ากับมีค่าเท่ากับ 12.3 และ 16.6 เมกะปาสคาล หรือ 126 และ 170 กก/ซม^2 และในด้านสัมผัสมีค่าเท่ากับ 15.0 และ 20.5 เมกะปาสคาล หรือ 153 และ 209 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ

8. แรงดึง (tension) โดยผลการศึกษาพบว่าค่าแรงดึงในสภาพเปียก และสภาพแห้งของไม้ตัวอย่าง เท่ากับ 131 และ 134 เมกะปาสคาล หรือ 1,333 และ 1,363 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ

9. ความแข็ง (hardness) ค่าความแข็งในสภาพเปียก และสภาพแห้งของไม้ตัวอย่าง ในด้านรัศมีมีค่าเท่ากับ 5,028 และ 6,381 นิวตัน หรือ 493 และ 626 กก. ตามลำดับ และค่าดังกล่าวในสภาพ

เปียก และสภาพแห้งของด้านสัมผัส มีค่าเท่ากับ 4,891 และ 6,674 นิวตัน หรือ 480 และ 655 กก. ตามลำดับ ค่าความแข็งของไม้สะเดา มีค่าความแข็งที่สูง เช่นเดียวกับไม้รักใหญ่

ผลการศึกษาค่าสกายสมบัติ (Table 3)

1. ความแน่นในสภาพแห้ง (dry density) ของไม้สนคาริเบีย สนจีน สนโอคาร์ปา รักใหญ่ และกระถินยักษ์ มีค่าเท่ากับ 535, 582, 554, 868 และ 759 กก./ม.^{3} ตามลำดับ รักใหญ่ และกระถินยักษ์ มีค่าความแน่นค่อนข้างสูง ส่วนไม้สนคาริเบีย สนจีน และสนโอคาร์ปา มีค่าความแน่นค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับไม้ชนิดอื่นๆ

2. ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) ของไม้สนคาริเบีย สนจีน สนโอคาร์ปา รักใหญ่ และกระถินยักษ์ มีค่าเท่ากับ 0.477, 0.520, 0.494, 0.790 และ 0.654 ตามลำดับ

3. การหดตัว ของไม้สนคาริเบีย สนจีน สนโอคาร์ปา รักใหญ่ และกระถินยักษ์ มีค่าการหดตัวด้านรัศมี เท่ากับ 1.13, 7.92, 3.76, 2.13 และ 1.96 เปอร์เซ็นต์ ด้านสัมผัส เท่ากับ 3.30, 9.30, 6.08, 3.42 และ.4.27 เปอร์เซ็นต์ ด้านยาวตามแนวเสี้ยน เท่ากับ 0.86, 1.21, 0.69, 0.32 และ.0.80 เปอร์เซ็นต์ และทางปริมาตร เท่ากับ 5.54, 17.49, 10.25, 5.76 และ.6.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4. ค่าความชื้นที่จุดหมาด (fiber saturation point) ของไม้สนคาริเบีย สนจีน สนโอคาร์ปา รักใหญ่ และกระถินยักษ์ มีค่าเท่ากับ 23, 29, 24, 26 และ.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ไม้สะเดามีค่าการหดตัวจากสภาพสดจนถึงสภาพแห้งที่จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ปานกลางจนถึงค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับไม้ทั่วๆ ไป

ผลการศึกษาค่าคุณสมบัติทางเคมี

แสดงไว้ตาม Table 4

1.. องค์ประกอบหลักทางเคมีของไม้สนคาริเบีย สนจีน และไม้กระถินยักษ์ จะพบว่าปริมาณร้อยละของเซลลูโลส จะเป็น 60.51 45.58 และ 45.58 ปริมาณร้อยละของลิกนิน จะเป็น 28.33 31.10 และ 26.22 ปริมาณร้อยละของเพนโตแซน จะเป็น 13.01 11.62 และ 11.59 การละลายใน 1% NaOH จะเป็น 12.64 15.13 และ 15.09 ตามลำดับ

Table 1. The mechanical properties of some woods species (SI unit)

species	conditions	MOR	p.l.	MOE	shearing		Compression			Tension	Hardness		Impact
					radial	tangial	parallel	_l_R	_l_T		radial	tangial	bending
		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(N)	(N)	(kg.-m.)
Pinus caribaea Morelet	air dry	86.3	46.1	8,100	16.6	17.8	42.1	8.61	8.11	92.0	3,510	3,473	1.80
	green	49.8	34.9	4,950	11.4	11.1	38.4	4.11	4.25	62.9	2,509	2,387	2.29
Cupressus lusitanica Mill.	air dry	66.9	42.8	6,260	13.7	15.1	35.4	14.7	13.6	186	2,912	2,805	2.30
	green	49.8	22.6	3,980	7.09	7.87	22.4	12.7	12.5	171	2,813	2,698	2.76
Pinus oocarpa Schiede ex Schitdl.	air dry	76.7	37.5	9,580	11.5	12.2	39.3	9.03	7.40	60.9	2,418	2,551	1.58
	green	45.3	20.9	7,100	6.21	6.91	20.6	5.01	4.47	53.4	1,751	1,891	1.74
Gluta usitata (Wall.) Ding Hou	air dry	107	73.3	10,300	14.9	16.0	48.8	21.3	20.8	125	5,169	4,772	2.28
	green	95.6	63.1	10,000	10.2	12.1	37.3	13.7	14.7	94.0	4,549	4,219	2.36
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	air dry	122	65.9	11,200	16.6	20.5	56.9	19.3	23.4	134	6,381	6,674	4.38
	green	89.4	51.3	9,540	12,3	15,0	40.0	13.0	13.8	131	5,028	4,891	4.47

Table 2. The mechanical properties of some woods species (Metric unit)

species	conditions	MOR	p.l.	MOE	shearing		Compression			Tension	Hardness		Impact
					radial	tangial	parallel	_l_R	_l_T		radial	tangial	bending
		(kg/cm^2)	(kg/cm^2)	(kg/cm^2)	(kg/cm^2)		(kg/cm^2)	(kg/cm^2)	(kg/cm^2)	(kg/cm^2)	(kg.)	(kg.)	(kg.–m.)
Pinus caribaea Morelet	air dry	880	470	82,600	169	182	423	87.8	82.7	938	344	341	1.80
	green	701	356	50,500	116	113	391	41.9	43.3	642	246	234	2.29
Cupressus lusitanica Mill.	air dry	682	437	63,800	140	154	360	150	138	1,742	276	264	2.30
	green	508	231	40,600	72.3	80.2	229	130	128	1,897	286	275	2.76
Pinus oocarpa Schiede ex Schitdl.	air dry	782	382	97,700	118	124	400	92.1	75.5	621	237	250	1.58
	green	462	213	72,400	63.3	70.5	210	54.1	45.6	545	168	185	1.74
Gluta usitata (Wall.) Ding Hou	air dry	1,186	748	105,300	152	163	497	218	212	1,278	507	468	2.28
	green	1,005	643	101,900	104	124	380	140	150	958	446	483	2.36
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	air dry	1,240	672	114,100	170	209	580	197	238	1,363	626	655	4.38
	green	912	523	97,200	126	153	408	132	141	1,333	493	480	4.47

Table 3. The physical properties of some woods species

species	shrinkage (%)				specific gravity	density (kg/m^3)	FSP (%)
	radial	tangential	length	volume			
Pinus caribaea Morelet	1.13	3.30	0.86	5.54	0.477	535	23
Cupressus lusitanica Mill.	7.92	9.30	1.21	17.49	0.520	582	29
Pinus oocarpa Schiede ex Schitdl.	3.76	6.08	0.69	10.25	0.494	554	24
Gluta usitata (Wall.) Ding Hou	2.13	3.42	0.32	5.76	0.790	868	26
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit	1.96	4.27	0.80	6.92	0.654	759	28

Table 4. Chemical compositions of some woods species

Sample	Cold water Solubility	Hot water Solubility	1%NaOH Solubility	Alcohl–benzen Solubility (1:2)	Holo–Cellulose	Cellulose	Lignin	Pentosan	Ash
Pinus caribaea Morelet	1.32	1.19	12.64	4.41	84.63	60.51	28.33	13.01	0.32
Cupressus lusitanica Mill.	1.33	3.52	15.13	4.64	65.08	45.58	31.10	11.62	0.35
Leucaena leucocephala. (Lam.) de Wit	3.89	3.90	15.09	4.62	68.30	49.95	26.22	11.59	1.23

สรุปผลการศึกษา

จากการทดสอบหาค่ากลสมบัติของไม้ทั้ง 5 ชนิด เมื่อเทียบกับไม้ทั่วไป พบว่าไม้รักใหญ่ และกระถินยักษ์ จะมีค่าที่ค่อนข้างสูง และเมื่อนำค่ามอดูลัสแตกร้าวในสภาพแห้งไปแบ่งประเภทไม้เนื้ออ่อนหรือไม้เนื้อแข็งตามมาตรฐานกรมป่าไม้ (ณรงค์ และคณะ, 2528) แล้ว ปรากฏว่าไม้ทั้งสองชนิด จัดอยู่ในประเภทไม้เนื้อแข็งตามมาตรฐานกรมป่าไม้ (ค่ามอดูลัสแตกร้าวมากกว่า 1,000 กก./ซม.^{2} หรือ 100 เมกะปาสคาล) เมื่อพิจารณาค่ากลสมบัติอื่นๆ ได้แก่ค่าแรงอัด แรงเฉือน แรงดึง มอดุลัสยืดหยุ่น ความเหนียวจากการดัดกระแทก และความแข็ง จัดอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกับไม้เนื้อแข็งทั่วไปเช่นกัน แสดงว่าไม้ไม้รักใหญ่ และกระถินยักษ์มีโครงสร้างที่แข็งแรงพอสมควร จึงพอสรุปได้ว่า การใช้ประโยชน์ไม้รักใหญ่ และกระถินยักษ์ในสภาพแห้ง ในงานที่ต้องรับแรงมากๆ เช่น การก่อสร้าง เครื่องมือต่างๆ พอใช้งานได้ดี

ส่วนไม้สนคาริเบีย สนจีน และสนโอคาร์ปา มีค่ามอดูลัสแตกร้าวไม่สูงนัก เมื่อนำในค่าดังกล่าวสภาพแห้งไปแบ่งประเภทไม้เนื้ออ่อนหรือไม้เนื้อแข็งตามมาตรฐานกรมป่าไม้ (ณรงค์ และคณะ, 2528) จัดอยู่ในประเภทไม้เนื้อแข็งปานกลางตามมาตรฐานกรมป่าไม้ (ค่ามอดูลัสแตกร้าวระหว่าง 600 – 1,000 กก./ซม.^{2} หรือ 60 – 100 เมกะปาสคาล) ซึ่งเมื่อพิจารณาค่ากลสมบัติอื่นๆ ได้แก่ค่าแรงอัด แรงเฉือน แรงดึง มอดุลัสยืดหยุ่น ความเหนียวจากการดัดกระแทก และความแข็ง จัดอยู่ในเกณฑ์ปานกลางเช่นกัน ประกอบกับมีลวดลายสวยงาม ดังนั้นจึงควรใช้งานไม้ดังกล่าวที่ไม่ต้องรับแรงมากนัก เช่น เครื่องมือต่างๆ งานตกแต่งภายใน และถ้าทำการอาบน้ำยาไม้แล้ว จะทำให้ไม้มีค่าความทนทานมากขึ้น จะทำให้ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น

เมื่อพิจารณาค่าสกายสมบัติต่างๆ ได้แก่ค่าความถ่วงจำเพาะ และความแน่นในสภาวะแห้ง จะเห็นว่าไม้รักใหญ่ และกระถินยักษ์ เป็นไม้ที่หนักกว่าไม้สนคาริเบีย สนจีน และสนโอคาร์ปา ส่วนค่าความชื้นที่จุดหมาดของไม้ทั้ง 5 ชนิด มีค่าอยู่ระหว่าง 23 – 29 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับไม้ทั่วไป โดยไม้ทั่วไปจะมีความชื้นที่จุดหมาดประมาณ 28% (Hirizoglu, 2004) สำหรับค่าการหดตัวนั้น ไม้สนจีน และสนโอคาร์ปา มีค่าการหดตัวสูงกว่าไม้ทั่วไปเล็กน้อย จากคุณสมบัติที่ได้ จึงควรใช้ประโยชน์ไม้สนจีน และสนโอคาร์ปาในสภาพแห้ง เพื่อลดผลกระทบจากการหดตัว ไม้สนคาริเบีย ไม้รักใหญ่ และกระถินยักษ์ มีค่าการหดตัวอยู่ในระดับใกล้เคียงกับไม้ทั่วไป

ส่วนผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี สรุปได้ดังนี้

1.ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า ไม้ทั้ง 3 ชนิด มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลักมากกว่า 50 % (เปรียบเทียบน้ำหนักแห้ง) และไม้สนคาริเบียมีค่าสูงสุด

2.ปริมาณลิกนิน ในไม้สนทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณลิกนินสูง เฉลี่ย 31.00%

3. การละลายใน 1 % NaOH ของไม้ทั้ง 3 ชนิดมีค่าสูง บ่งชี้ว่า จะถูกทำลายโดยเชื้อราได้ง่าย

4.ไม้กระถินยักษ์จะมีเปอร์เซ็นต์เถ้าเฉลี่ยสูงกว่าชนิดอื่น แสดงว่ามีแร่ธาตุสูง เช่น Na K เป็นต้น

5.ปริมาณเพนโตแซน โดยเฉลี่ยมีปริมาณสูง จะช่วยให้เยื่อไม้มีค่ากำลังความต้านทานการดึงขาด และแรงต้านทานแรงดันทะลุสูงขึ้น

จากการพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของไม้ทั้ง 3 ชนิด จะพบว่าไม้สนคาริเบียมีความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อและกระดาษมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ทำการวิจัยขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในการอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการทดสอบแรงดึงของไม้ตัวอย่าง เจ้าหน้าที่ศูนย์ส่งเสริมพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่าจังหวัดขอนแก่น และศูนย์ฯ ราชบุรี ที่ช่วยในการแปรรูปไม้ตัวอย่าง และขอขอบคุณกรมป่าไม้ที่ช่วยสนับสนุนงบประมาณ และให้โอกาสในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

ณรงค์ โทณานนท์ ศิริ เจือวิจิตรจันทร์ สุชาติ ไทยเพ็ชร์ และ ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์. 2528. **ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย**. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 176 น.

นันทวัน บุญยะประภัสสร และ อรนุช โชคชัยเจริญพร. 2542. **สมุนไพรพื้นบ้าน**, กรุงเทพฯ.

พงศ์ โสโน สงคราม ตรังรัฏฐพิทย์ และศิริ เจือวิจิตรจันทร์. 2517. **ปริมาณความชื้น การหดตัว ความถ่วงจำเพาะ และช่องว่างในไม้ไทย**. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 56 น.

สุชาติ ไทยเพ็ชร์ เกรียงศักดิ์ เสพย์ธรรม ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์ อุฑารัตน์ ภู่ไพบูลย์ วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์ บุญส่ง สมเพาะ วิเชียร ปิยจารประเสริฐ และ บางรักษ์ เชษฐสิงห์. 2547. **คุณลักษณะไม้ไทย**. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 306 น.

ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์. 2544. **กลสมบัติของไม้และการใช้ประโยชน์ไม้**. สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 145 น.

British Standard. 1957. **Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber.** Maxwell & Springer Ltd, London. 375 p.

Hiziroglu, S. 2004. **Wood Properties**. Department of Forest Products. Kasetsart University, Bangkok. 175 p.

Winandy, J. 1994. **Wood Properties.** *In* Arntzen, Charles J., ed. Encyclopedia of Agriculture Science. Orlando, FL. Academic Press: 549–561 pp. Vol. 4.