กายวิภาคเปรียบเทียบและสมบัติเนื้อไม้วงศ์ถั่วสกุล *Albizia* 2 ชนิด ในประเทศไทย

Comparative Woods Anatomy and Properties of Two Species in the Genus *Albizia* (Fabaceae) in Thailand

เบญจวรรณ ชิวปรีชา[1*] ฉัตรชัย เงินแสงสรวย[2] และ ประศาสตร์ เกื้อมณี[2]

Benchawon Chiwapreecha[1*] Chatchai Ngernsaengsaruay[2] and Prasart Kermanee[2]

[1]*บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*

[2] *ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*

[1]*Graduate School, Kasetsart University*

[2]*Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University*

วันที่รับบทความ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2558

วันที่ตอบรับตีพิมพ์ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2558

บทคัดย่อ

ไม้ต้นวงศ์ถั่ว เจริญแพร่กระจายไปทั่วประเทศไทย ตลอดจนในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หลายชนิดเป็นไม้มีค่าทางเศรษฐกิจ การศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคและสมบัติทางฟิสิกส์และทางกลของไม้พื้นเมืองของไทยวงศ์ถั่ว (Fabaceae) จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ กางขี้มอด (*Albizia odoratissima* (L.f.) Benth.) และถ่อน (*Albizia procera* (Roxb.) Benth.) ที่เก็บตัวอย่างมาจากจังหวัดนครราชสีมา สระแก้ว และชลบุรี จัดเตรียมตัวอย่างด้วยอุปกรณ์ฝานชิ้นไม้และกรรมวิธีการแช่ยุ่ย ศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และทดสอบไม้ที่ความชื้น 12 % หาความหนาแน่น และสมบัติทางกล ลักษณะเด่นประจำสกุลของไม้ *Albizia* เนื้อไม้มีสีน้ำตาลแกมแดงเสี้ยนสน ค่อนข้างเป็นมันวาว วงปีไม่ชัด เวสเซลแบบกระจาย พบทั้งเวสเซล เดี่ยวและแฝด บนผนังเวสเซลพบรอยเว้ามีขอบยื่นเรียงสลับ พาราเทรคีลพาเรงคิมาแบบปีกต่อ พาเรงคิมาตามยาวพบผลึกรูปปริซึม ภายในเรย์เซลล์พบสารสะสม ลักษณะที่แตกต่างของไม้ทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ การจับกลุ่มของเวสเซล และจำนวนแถวของเรย์ ความหนาแน่นของกางขี้มอดและถ่อนมีค่า 0.69 และ 0.66 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร สัมประสิทธิ์การแตกหักของกางขี้มอดและถ่อนมีค่า 101.9 และ 143.5 เมกะปาสคาล สัมประสิทธิ์ยืดหยุ่นของกางขี้มอดและถ่อนมีค่า 7,645.3 และ 6,073.3 เมกะปาสคาล แรงอัดขนานเสี้ยนกางขี้มอดและถ่อนมีค่า 173.10 และ 99.63 เมกะปาสคาล แรงอัดตั้งฉากเสี้ยนกางขี้มอดและถ่อนมีค่า 80.41 และ 48.54 เมกะปาสคาล จากผลการทดสอบพบว่าไม้ทั้ง 2 ชนิด จัดอยู่ในชั้นคุณภาพ B ตามมาตรฐานการจัดชั้นความแข็งแรงของเนื้อไม้โดยกรมป่าไม้

คำสำคัญ : พืชวงศ์ถั่ว กายวิภาคเนื้อไม้ สมบัติไม้

*Corresponding author. E-mail : benchawon@buu.ac.th

Abstract

The Fabaceae distributed throughout Thailand and South-East Asia. Many species are used as valuable timber. The focuses of this study were carried out to characterize the anatomy and properties of two indigenous tree species. The woods of *Albizia odoratissima* (L.f.) Benth. and *Albizia procera* (Roxb.) Benth., collected from Nakhon Ratchasima, Sa Kaeo and Chon Buri provinces, were cut by sliding microtome and maceration techniques. The wood specimens were examined under light microscope (LM) and scanning electron microscope (SEM). Wood density and mechanical properties were determined by the condition of relative humidity at 12 %. The dominant anatomical characteristics of the *Albizia* showed the color of heartwood is reddish-brown. Wood surface are luster with interlocking grains. Growth rings are found indistinctly. Vessels diffuse with solitary and in groups of 2 and 3. The arrangement of intervessel pits are vesture alternately. Axial parenchymata appear in paratracheal, wing-aliform types. Prismatic crystals appear in a strand parenchyma chambered character. Some deposits contain in rays. The different characteristics of the two species are vessel grouping and ray cell numbers. In addition, the wood properties of two species, *A. odoratissima* and *A. procera* were reported respectively as follows: woods density (0.69 and 0.66 g/cm$^{3.}$), modulus of rupture (101.9 and 143.5 MPa), modulus of elasticity (7,645.3 and 6.073.3 MPa), wood compression perpendicular to grain (80.41 and 48.54 MPa), parallel compression to grain (173.10 and 99.63 MPa). As a result, they are considered B level in the quality of wood standard by Thai Royal Forestry Department.

Keywords : Fabaceae, wood anatomy, wood property

บทนำ

ไม้ต้นวงศ์ถั่ว (Fabaceae) มีความสำคัญในอุตสาหกรรมป่าไม้แถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในปัจจุบันไทยมีการนำเข้าไม้ปีละหลายร้อยล้านบาท โดยเฉพาะไม้ท่อนและไม้แปรรูปในวงศ์ถั่ว จากสถิติของกรมป่าไม้ประจำปี พ.ศ. 2557 นำเข้าไม้ชิงชันและไม้ประดู่มูลค่ากว่า 18 ล้านบาท (สถิติป่าไม้, 2558) ด้วยเหตุที่ไม้วงศ์ถั่วมีความหลากหลายของชนิด และมีการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวาง อีกทั้งหลายชนิดเป็นไม้โตเร็ว จึงเป็นพรรณไม้ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุดวงศ์หนึ่ง เพราะเนื้อไม้มีคุณสมบัติเฉพาะตรงกับความต้องการใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ ไม้สกุล *Albizia* ประเภทไม้ต้นในไทยพบ 12 ชนิด แพร่กระจายตั้งแต่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก ภาคกลาง และภาคใต้ตอนบน เฉพาะกางขี้มอดและถ่อน พบแพร่กระจายแทบทุกภาคของประเทศ และมีรายงานการใช้ประโยชน์โดยคนในท้องถิ่น แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคและสมบัติของเนื้อไม้อย่างครบถ้วน ลักษณะเด่นของไม้ในสกุลนี้เป็นไม้ต้นสูง 15-40 เมตรใบประกอบแบบขนนกสองชั้น ช่อดอกแบบช่อกระจุกแน่น ออกตามปลายกิ่ง ดอกสีขาว กลีบเลี้ยงเชื่อมติดกันปลายแยกเป็นแฉก เกสรเพศผู้จำนวนมาก ผลเป็นฝักแบน (ก่องกานดา, 2541; Nielsen, 1985)

การจะนำไม้ไปใช้ให้เกิดคุณค่ามากที่สุด จำเป็นต้องพิจารณาจากสมบัติของเนื้อไม้ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์จากไม้มีคุณภาพที่ดีตรงตามความต้องการในการใช้งานด้านต่าง ๆ ด้วยเหตุผลที่ว่าไม้ต่างชนิดกันเซลล์ที่ประกอบเป็นเนื้อไม้ย่อมมีความแตกต่างกันในด้านชนิด ขนาด รูปร่าง และการเรียงตัวของเซลล์ (Desch and Dinwoodie, 1996;

Lewin and Goldstein, 1991) ในขณะที่ Bowyer *et al*. (2003) ศึกษาพบว่าลักษณะทางกายวิภาคเนื้อไม้นอกจากใช้ระบุชนิดไม้ได้แล้ว ยังมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับสมบัติไม้ทั้งด้านฟิสิกส์และกลสมบัติไม้ อันส่งผลถึงการนำไม้ไปใช้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงาน และเพื่อเพิ่มมูลค่าของไม้บางชนิดที่มีความแข็งแรงทนทานรองลงไปอาจถูกนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตไม้แผ่นบาง (veneer) ไม้อัด (plywood) ไม้ประกอบ (composite lumber) หรือผลิตเยื่อและกระดาษ (pulp and paper) การนำไม้ไปใช้จึงต้องมีข้อมูลทุกด้านเพื่อประกอบการพิจารณา อันจะส่งผลให้ได้ผลิตภัณฑ์จากไม้ที่มีมูลค่าและมีความคงทนแข็งแรง ลักษณะทางกายวิภาคและสมบัติของเนื้อไม้ จึงเป็นข้อมูลสำคัญเบื้องต้น ที่จะใช้ประกอบการตัดสินเพื่อการนำไม้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดในงานอุตสาหกรรมไม้ประเภทต่าง ๆ และใช้ในงานระบุชนิดไม้สำหรับเจ้าหน้าที่กรมป่าไม้ที่มีหน้าที่ตรวจพิสูจน์ไม้ในตลาดซื้อขายไม้ หรือการเคลื่อนย้ายไม้ซุง

เมื่อพิจารณาความสำคัญของไม้วงศ์ถั่ว จากงานวิจัยของ Pham *et al.* (2015) ทำการสำรวจพื้นที่นาข้าวทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ที่มีการจัดการรูปแบบระบบวนเกษตร พบไม้ต้นที่ชาวนาปลูกไว้ในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นไม้ประจำท้องถิ่น ไม้หลักที่ปลูกได้แก่ ไม้วงศ์ถั่วและไม้วงศ์ยางนา (Diterocarpaceae) โดยนำไม้ไปใช้เพื่อการก่อสร้าง เผาถ่านและทำฟืน มีการปลูกมะม่วง และมะขามเพื่อการบริโภคผล รวมทั้งปลูกขี้เหล็กไว้บริโภคใบและดอก ในขณะที่ใบของพืชในวงศ์ถั่วที่ร่วงลงดินยังเป็นปุ๋ยแก่นาข้าว เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ส่วนกิ่งก้านของไม้ยืนต้นเหล่านี้เมื่อถูกตัดแต่งกิ่งสามารถใช้ทำเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน ได้อีกประการ สำหรับงานวิจัยในต่างประเทศ Fifanou *et al.* (2011) สำรวจไม้พื้นบ้านในพื้นที่วนเกษตรของเมือง Benin ตะวันตกของแอฟริกา พบพืชในวงศ์ถั่ว ได้แก่ *Afzelia africana*, *Daniella oliveri*, *Burkea africana*, *Pterocarpus erinaceus* และ *Tamarindus indica* ถูกปลูกและอนุรักษ์ไว้ในพื้นที่ทำการเกษตรของชาวบ้าน โดยชาวบ้านใช้ประโยชน์ไม้ในการก่อสร้าง เป็นพืชเชื้อเพลิง และพืชอาหาร พืชในระบบวนเกษตรยังช่วยลดแรงกดดันระหว่างการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ ทั้งยังช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญแก่พืชชนิดอื่นๆ ในไร่นาได้เป็นอย่างดี

งานศึกษากายวิภาคไม้โดย Soerianegara and Lemmens (1994) รายงานลักษณะกายวิภาคไม้วงศ์ถั่ว สกุล *Afzelia, Dalbergia, Dialium, Pterocarpus* และ *Sindora* ทั้งนี้ข้อมูลดังกล่าวมุ่งเน้นไปที่ไม้มีค่าทางเศรษฐกิจของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เท่านั้น ไม้บางกลุ่มมีการระบุลักษณะเพียงระดับสกุล (genus) ในขณะที่ไม้พื้นเมืองไทยหลายชนิดโดยเฉพาะไม้ในสกุล *Albizia* ไม่ได้มีการศึกษาไว้

วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคและสมบัติของเนื้อไม้พื้นเมือง ในวงศ์ถั่ว สกุล *Albizia* จำนวน 2 ชนิด ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และทดสอบความแข็งแรงไม้ งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมไม้ และเจ้าหน้าที่ตรวจพิสูจน์ไม้

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ชิ้นไม้ตัวอย่างในวงศ์ถั่ว (Fabaceae) สกุล *Albizia* จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ กางขี้มอด (*Albizia odoratissima* (L.f.) Benth.) และถ่อน (*Albizia procera* (Roxb.) Benth.) ที่รวบรวมจากจังหวัดนครราชสีมา สระแก้ว และ ชลบุรี นำมาตัดให้ได้ขนาด 0.5 x 0.5 x 2.0 เซนติเมตร ทางด้านตัดขวาง (transverse) ด้านขนานเส้นสัมผัส (tangential) และแนวรัศมี (radial) เพื่อเข้าเครื่องฝานเป็นแถบบาง ด้วย sliding microtome รุ่น American Optical Company Model 860 Ser. No. 17066 ความหนาประมาณ 20-40 ไมโครเมตร แล้วนำไปย้อมสี ดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อและติดบนกระจกสไลด์

ชิ้นไม้ขนาดเล็กนำไปแช่ยุ่ยโดยการต้มในสารละลายผสมระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับกรดอะซิติก อัตราส่วน 1:1 จนเนื้อเยื่อแยกออกจากกัน แล้วนำไปย้อมสี ดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อและติดบนกระจกสไลด์ตามกรรมวิธีของประศาสตร์ (2551) เพื่อศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscope) รุ่น Zeiss Axioskop 2 plus และบันทึกภาพด้วยชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพดิจิตอลรุ่น Zeiss Axio Cam MRc

ตัวอย่างชิ้นไม้ขนาด 0.5 x 0.5 x 0.5 เซนติเมตร หลังดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อ นำไปติดบนแท่นวาง (aluminum stub) ทำให้ตัวอย่างแห้งแล้วเคลือบด้วย gold-palladium mixture นำไปศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) รุ่น JEOL (JSM-35CF) บันทึกลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้ และบรรยายลักษณะเนื้อไม้ตาม Wheeler and Gasson (1989) เซลล์เส้นใยที่ได้จากการแช่ยุ่ย คัดเฉพาะเซลล์ที่สมบูรณ์จำนวน 30 เซลล์ นำไปวัดความยาวด้วยไมโครมิเตอร์

การทดสอบสมบัติไม้ทางกล ประกอบด้วยค่าสัมประสิทธิ์แตกหัก (modulus of rupture, MOR) ค่าสัมประสิทธิ์ยืดหยุ่น (modulus of elasticity, MOE) แรงอัดตั้งฉากเสี้ยน (compression perpendicular to grain) และแรงอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain) โดยการเตรียมตัวอย่างไม้ที่ความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ ทดสอบตามกรรมวิธีมาตรฐาน ISO 3129-1975 (International Standard, 1975) ด้วยเครื่อง universal testing machine รุ่น Instron 4466 โดยทดสอบจากไม้ตัวอย่างจำนวน 2 ซ้ำ

การทดสอบสมบัติไม้ทางฟิสิกส์ โดยการหาความหนาแน่นของไม้ เตรียมชิ้นไม้ขนาด 2 x 2 x 2 เซนติเมตร นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 120^{0}C ให้น้ำหนักคงที่ แล้วคำนวณหาความหนาแน่น ตามวิธีของ Desch and Dinwoodie (1996)

ความหนาแน่น = มวล/ปริมาตร (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร) (D=M/V)

M= มวล (กรัม) V= ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

โดยทดสอบจากไม้ตัวอย่างจำนวน 3 ซ้ำ

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ลักษณะทางกายวิภาคเนื้อไม้ทั้งสองชนิด เมื่อศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าเนื้อไม้สกุลเดียวกันแต่ต่างชนิด มีลักษณะทางกายวิภาคที่เหมือนและต่างกันบางประการ (ตารางที่ 1) ดังนี้ **ไม้กางขี้มอด** วงปีไม่ชัดเจน เสี้ยนสน (interlocked grain) เวสเซลแบบกระจาย (diffuse)พบทั้งเวสเซลเดี่ยวรูเดียว (solitary) และเวสเซลแฝดจำนวน 2 รู (multiple) พบสารสะสมในเวสเซล (deposits) พาราเทรคีลพาเรงคิมา (paratracheal parenchyma) แบบปีกต่อ (wing-aliform) รอยเว้าบนผนังเวสเซลแบบมีขอบยื่น (vesture pit)และเรียงแบบสลับ (alternate) พบผลึกรูปปริซึม (prismatic crystals) ในแถวของพาเรงคิมาตามยาวของเนื้อไม้ เรย์ (ray) พบทั้งเรย์แถวเดียว และเรย์ 2-3 แถว ภายในเรย์พบสารสะสม

ไม้ถ่อน วงปีไม่ชัดเจน เสี้ยนสน เวสเซลแบบกระจายพบทั้งเวสเซลเดี่ยวรูเดียว เวสเซลแฝดจำนวน 2 รู และเวสเซลกลุ่มจำนวนมากกว่า 5 รู พบสารสะสมในเวสเซล พาราเทรคีลพาเรงคิมาแบบปีกต่อ รอยเว้าบนผนังเวสเซลแบบมีขอบยื่นและเรียงแบบสลับ พบผลึกรูปปริซึมในแถวของพาเรงคิมาตามยาวของเนื้อไม้ เรย์พบเฉพาะเรย์หลายแถว ภายในเรย์พบสารสะสม

ลักษณะที่เหมือนกัน ได้แก่ การเรียงของรอยเว้าบนเวสเซล และรอยเว้ามีขอบยื่น (ภาพที่ 1a, 1b) พาราเทรคีลพาเรงคิมาแบบปีกต่อ (ภาพที่ 1f) ผลึกรูปปริซึมในพาเรงคิมาตามยาว (ภาพที่ 2a) สารสีเข้มที่พบในเรย์ (ภาพที่ 2d) และแผ่นมีรูแบบเดี่ยว (simple perforation plate) (ภาพที่ 2c)

ลักษณะที่แตกต่างได้แก่ การจับกลุ่มของเวสเซล (vessel groupings) ที่พบลักษณะเวสเซลเดี่ยวรูเดียว และเวสเซลแฝด 2 รูในกางขี้มอด ในขณะที่ถ่อนพบทั้ง เวสเซลเดี่ยวรูเดียว เวสเซลแฝด 2 รู และเวสเซลกลุ่มที่มีมากกว่า 5 รู (ภาพที่ 1e,f) และจำนวนแถวของเวสเซล (ภาพที่ 1c, 1d)

สมบัติทางฟิสิกส์และทางกลของเนื้อไม้ทั้งสองชนิด (ตารางที่ 2) พบว่าไม้กางขี้มอดมีค่าความหนาแน่น ค่าสัมประสิทธิ์ยืดหยุ่น ค่าการรับแรงอัดขนานเสี้ยน และแรงอัดตั้งฉากเสี้ยน ที่สูงกว่าไม้ถ่อน จึงกล่าวได้ว่าไม้กางขี้มอดมีความแข็งแรงมากกว่าไม้ถ่อน

เนื้อไม้กางขี้มอดและถ่อน มีเสี้ยนสน จากงานวิจัยของ Thinley *et al*. (2005) รายงานว่าในไม้ที่มีเสี้ยนสนมีข้อจำกัดในการรับแรงอัดขนานเสี้ยนได้ไม่ดีพอ และเป็นสาเหตุหนึ่งของการหดและบิดของเนื้อไม้ แต่มีข้อดีจากการบิดไปมาของเสี้ยนไม้ เมื่อแสงตกกระทบทำให้เกิดความเงางามตามธรรมชาติของเนื้อไม้ หากนำไปผลิตเครื่องเรือนเครื่องใช้จะได้ผลิตภัณฑ์จากไม้ที่สวยงาม แต่อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยของ Hernandez (2007) กล่าวว่าไม้เสี้ยนสนที่เจริญอยู่ในเขตร้อนสามารถรับแรงรับแรงอัดขนานเสี้ยนได้ดีกว่าไม้เสี้ยนสนที่เจริญอยู่ในเขตอบอุ่น นอกจากนี้ Bowyer *et al*. (2003) รายงานว่าไม้เสี้ยนตรงสามารถรับแรงรับแรงอัดขนานเสี้ยนได้ดี จึงเหมาะแก่การใช้งานที่ต้องการความแข็งแรงของไม้สูง เช่น งานก่อสร้าง

เวสเซลไม้ถ่อนมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ (249 $\pm$ 33.6 ไมครอน) ในขณะที่กางขี้มอดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กกว่า (146.67 $\pm$ 15 ไมครอน) ย่อมส่งผลต่อความแข็งแรงของไม้ จากงานวิจัยของ Leal *et al.* (2011) และ Rana *et al.* (2012) พบว่าไม้ที่มีจำนวนเวสเซลต่อพื้นที่มาก และมีเส้นผ่านศูนย์กลางเวสเซลขนาดใหญ่ ส่งผลให้ความหนาแน่นของเนื้อไม้และความแข็งแรงของไม้ลดลง ดังนั้นการนำไม้ถ่อนไปใช้งานจึงควรหลีกเลี่ยงงานที่ต้องรับแรงหนักเช่น งานเสาหรือคานรับน้ำหนัก

เนื้อไม้ทั้งสองชนิดปรากฏผลึกรูปปริซึมในแถวพาเรงคิมาตามยาว (strand parenchyma) (ภาพที่ 2a) ซึ่งอาจถือได้ว่าเป็นลักษณะเด่นของเนื้อไม้สกุลนี้ ผลึกที่พบในเนื้อไม้ตามรายงานของ Bulian and Graystone (2008) มีผลขัดขวางการซึมแทรกของสีที่ใช้ทาหรือเคลือบเนื้อไม้ ในขณะที่ Vansteenkiste *et al.* (2007) รายงานผลึกที่พบส่วนใหญ่เป็นสารประกอบจำพวกแคลเซียมออกซาเลต แคลเซียมคาร์บอเนต และซิลิกา โดยเฉพาะพบการสะสมมากในส่วนที่เป็นแก่นไม้ สารดังกล่าวส่งผลต่อความหนาแน่นของเนื้อไม้ ทำให้มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น และส่งผลกระทบด้านลบต่อการแปรรูปไม้ ทำให้ตัดฝานได้ยากและทำให้ใบเลื่อยทื่อได้เร็วขึ้น อีกทั้งฝุ่นที่เกิดจากการแปรรูปไม้ ทำให้เกิดอาการระคายของระบบหายใจ และในเรย์พาเรงคิมายังพบสารสีเข้มบรรจุอยู่เป็นจำนวนมาก (ภาพที่ 2d) Allen and Allen (1981) รายงานถึงสารสะสมที่แทรกในเนื้อไม้วงศ์ถั่วหลายชนิด สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ได้แก่ สีย้อม แทนนิน ยาง และสารกำจัดแมลง สอดคล้องกับรายงานจาก วีณา (2538) และ พร้อมจิตและอุบลวรรณ (2550) ที่ศึกษาเนื้อไม้ฝาง หนึ่งในสมาชิกของไม้วงศ์ถั่วพบว่ามีสาร brazilin และ tannin สะสมอยู่ สารดังกล่าวมีสมบัติต้านเชื้อแบคทีเรียกรัมบวกและลบ ลดอาการอักเสบในสัตว์ทดลอง

เรย์ที่มีจำนวนหลายแถวของไม้ถ่อน (มากกว่า 3 แถวขึ้นไป) (ภาพที่ 1d) มีผลต่อความแข็งแรงของไม้ จากรายงานของ Baharoglu *et al.* (2013) พบว่าเซลล์ที่ประกอบเป็นเรย์ มีผนังเซลล์บางจึงส่งผลต่อการลดสมบัติทางกลของไม้ กล่าวคือไม้ที่เรย์ขนาดใหญ่และจำนวนมาก ย่อมมีค่าการรับแรงลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบสมบัติไม้ในตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ไม้ถ่อนมีค่าความหนาแน่น สัมประสิทธิ์ยืดหยุ่น (MOE) ค่ารับแรงอัดขนานเสี้ยน และแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนต่ำกว่าไม้กางขี้มอด

Tavares *et al*. (2014) ศึกษาไม้ของต้น *Acacia melanoxylon* พืชวงศ์ถั่วที่ปลูกในประเทศโปรตุเกส พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตดี และทนต่อไฟป่าได้ จึงถูกส่งเสริมให้เป็นไม้เศรษฐกิจในโปรตุเกส สมบัติไม้ที่ได้จากการศึกษาพบว่าไม้มีความหนาแน่น 0.449-0.649 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งจัดว่ามีความหนาแน่นค่อนข้างสูง คณะวิจัยของโปรตุเกสจึงแนะนำให้ใช้เป็นวัสดุหลักในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ หรือทำเป็นผลิตภัณฑ์ทดแทนไม้จริง เมื่อเทียบกับค่าความหนาแน่นของกางขี้มอดและถ่อน ที่อยู่ในช่วง 0.66-0.69 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร พบว่าไม้ทั้ง 2 ชนิดของไทยมีค่าใกล้เคียงและค่อนข้างสูงกว่า จึงไม่มีปัญหาในการนำไม้ไปทำผลิตภัณฑ์เครื่องเรือน

กลุ่มงานพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ (2548) ได้จัดชั้นคุณภาพไม้โดยดูจากค่าสัมประสิทธิ์การแตกหัก (MOR) โดยกำหนดค่า MOR สูงกว่า 98 เมกะปาสคาล (MPa) จัดอยู่ในกลุ่มไม้เนื้อแข็ง แต่เมื่อเทียบกับรายงานของงานคุณสมบัติและวิศวกรรมโครงสร้างไม้ กลุ่มงานพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ (2553) จัดไม้พฤกษ์ (*A. lebbek*) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแตกหักเท่ากับ 113 MPa ให้อยู่ในชั้นคุณภาพ B ซึ่งเป็นไม้เนื้อแข็งปานกลางและคุณภาพปานกลาง เหมาะแก่การใช้ทำโครงสร้าง และเฟอร์นิเจอร์ เช่น ตู้ โต๊ะ เตียง ซึ่งไม้กางขี้มอดและไม้ถ่อนซึ่งเป็นไม้สกุลเดียวกับพฤกษ์ แม้จะมีค่าสัมประสิทธิ์การแตกหักสูงกว่า 98 MPa (ค่าที่ทดสอบได้อยู่ในช่วง 102-114 MPa) แต่อาจถูกจัดไว้ในกลุ่มชั้นคุณภาพ B อันเนื่องมาจากการที่ไม้มีเสี้ยนสน และมีเรย์ขนาดใหญ่นั้นเอง ไม้เสี้ยนสน หรือเสี้ยนเวียน เป็นปัญหาของไม้ในเขตร้อน สอดคล้องกับรายงานของ Desch and Dinwoodie (1996) ที่ระบุว่าเนื้อไม้ที่มีเสี้ยนบิด (spiral grain) และเสี้ยนสน (interlocked grain) ส่งผลกระทบในการลดค่าการรับแรงของไม้กว่าที่ควรจะเป็น สอดคล้องกับรายงานของ Hernandez (2007) ได้ศึกษาอิทธิพลของไม้เนื้อแข็งเขตร้อนจากเปรูและควิเบค ที่มีเสี้ยนสน พบว่าไม้ดังกล่าวมีค่าการรับแรงอัดขนานเสี้ยนลดลงอย่างชัดเจน ถึงแม้จะมีค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้สูงก็ตาม สภาวะที่มีเสี้ยนสน ทำให้ความสามารถในการรับของไม้ลดลง ไม่สามารถใช้งานด้านทำเสารับน้ำหนักได้ เพราะไม้อาจยุบตัวลงมาหรือเสาหักนั่นเอง

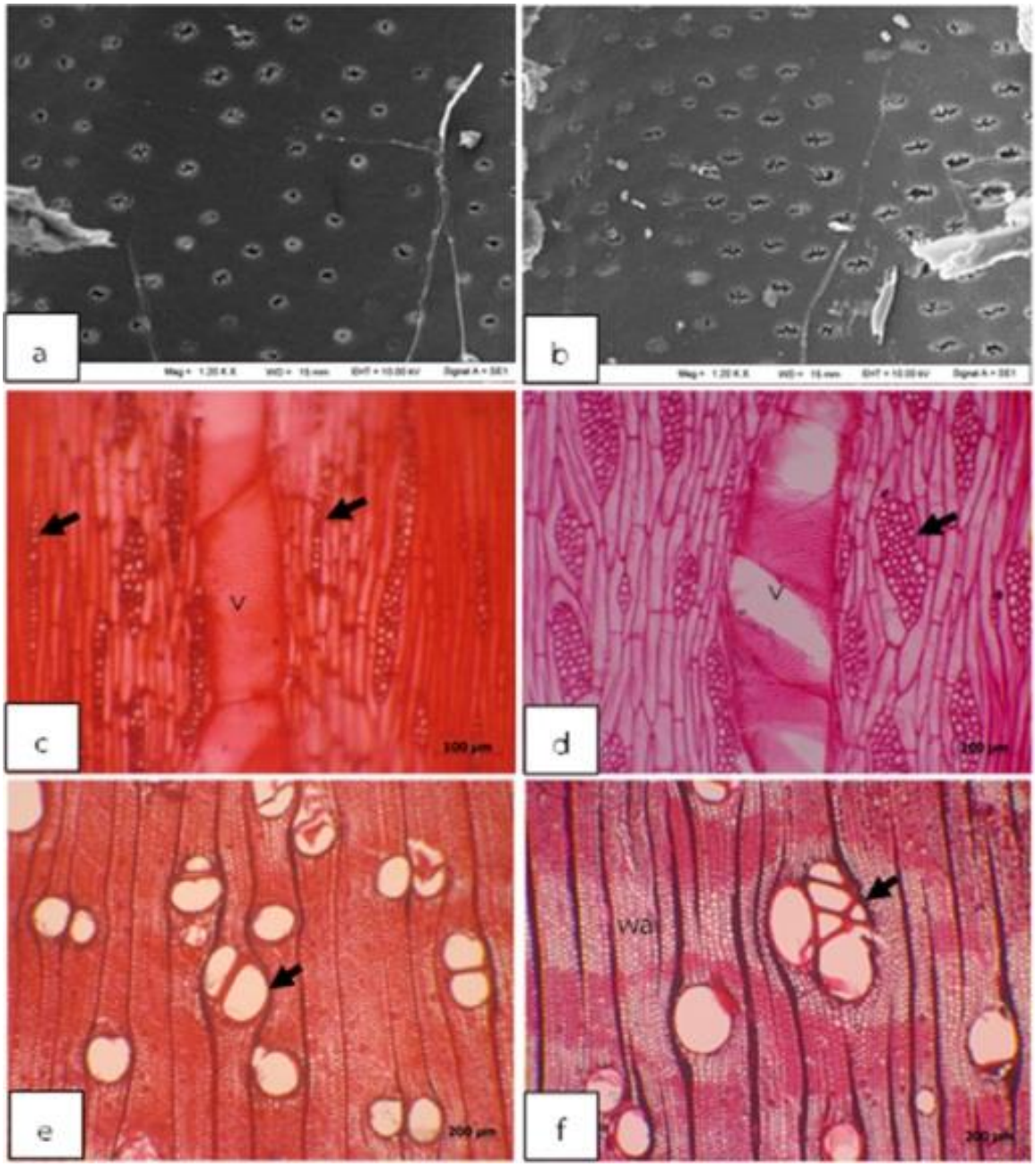
จากงานวิจัยนี้ พบว่าการนำไม้ไปใช้ประโยชน์ต้องคำนึงถึง สมบัติของเนื้อไม้หลายประการ เช่น ลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้ และสมบัติทางฟิสิกส์และทางกลของไม้ ไม้กางขี้มอดและถ่อน เป็นไม้ต้นพื้นเมืองที่ยังไม่เป็นที่รู้จักของวงการค้าไม้ แต่เมื่อมีการศึกษาด้านกายวิภาคและสมบัติเนื้อไม้ ทำให้นักพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้สามารถนำข้อมูลไปเป็นองค์ประกอบในการตัดสินใจเลือกไม้ชนิดใหม่มาใช้ทดแทนไม้ชนิดเดิม ๆ ที่ปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดค้าไม้ และเป็นการช่วยลดการนำเข้าไม้จากต่างประเทศได้ จากงานวิจัยพบว่า ไม้ทั้ง สองชนิด เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในงานก่อสร้างที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมาก เช่น งานตกแต่งภายใน ทำฝาเรือน และเครื่องเรือน โดยเฉพาะ ตู้ โต๊ะ ที่ต้องการขัดเงาให้มีความสวยงาม

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคเนื้อไม้ในสกุล *Albizia* 2 ชนิด

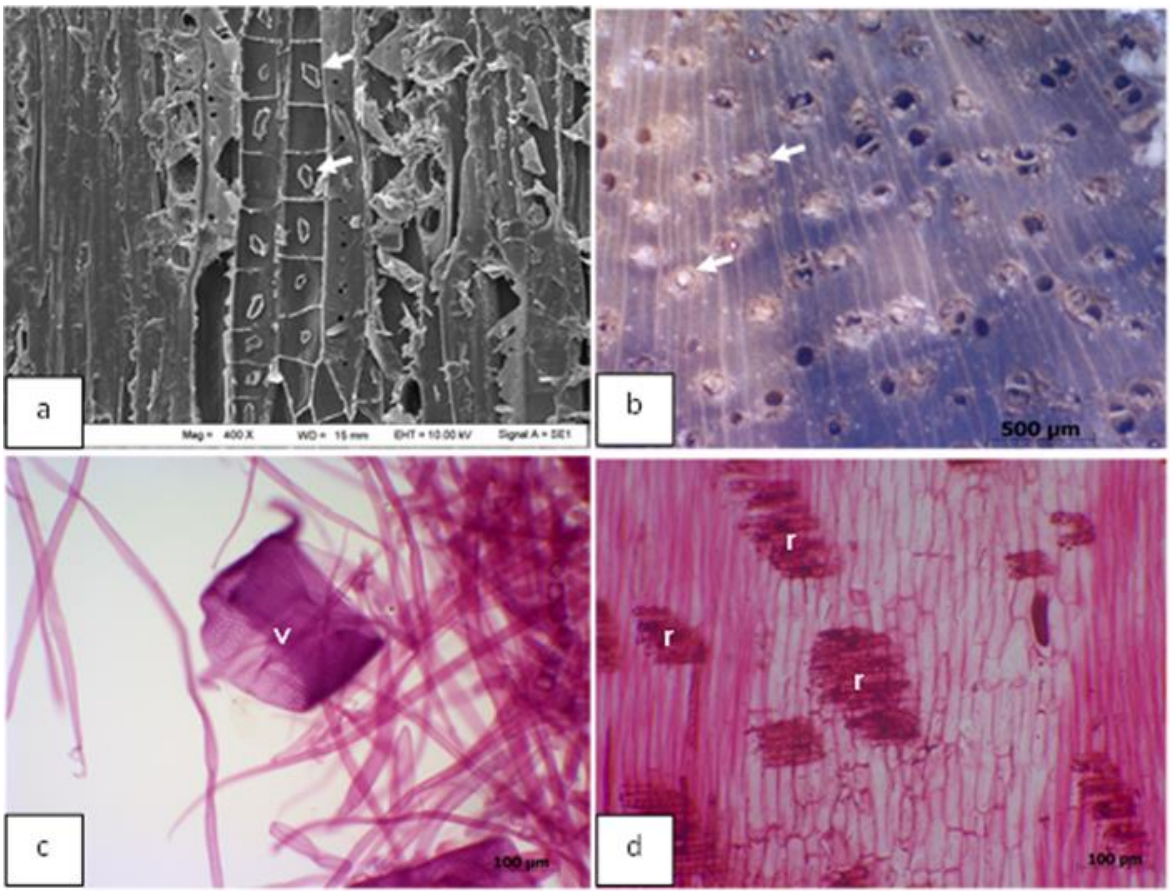
	A. odoratissima	*A. procera*
Growth ring	indistinct	indistinct
Grain	interlocked	interlocked
Porosity	diffuse	diffuse
Vessel groupings	solitary and multiple	solitary, multiple and cluster
Vessels/mm^2	4.17 ± 0.41	3.4 ± 0.89
Vessel diameter (μ)	146.67 ± 15	249 ± 33.6
Deposits	present	present
Paratracheal	wing-aliform	wing-aliform
Fibre wall thickness (μ)	3.75 ± 1.25	4.38 ± 0.88
Fibre length (μ)	1,076 ± 237	966 ± 143
Ray cell numbers	1, 1-3 row	> 3 row
Ray height (μ)	258.06 ± 41.5	238.86 ± 54.2
Ray width (μ)	31.14 ± 2.1	44.26 ± 10.8
Intervessel pits	alternate	alternate
Pit aperture	vestured	vestured
Prismatic crystals	present	present
Septate fibre	present	present
Deposits in ray	present	present

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบสมบัติทางฟิสิกส์และทางกลของเนื้อไม้ในสกุล *Albizia* 2 ชนิด

	A. odoratissima	*A. procera*
Average density (g/m^3)	0.69	0.66
Average MOR (MPa)	101.9	143.5
Average MOE (MPa)	7,645.3	6,073.3
Average compressive ⊥ strength (MPa)	80.41	48.54
Average compressive // strength (MPa)	173.10	94.63



ภาพที่ 1 ภาคตัดขนานเส้นสัมผัสไม้กางขี้มอด (a) ไม้ถ่อน (b)จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงรอยเว้าแบบมีขอบยื่น (c) ภาคตัดขนานเส้นสัมผัสไม้กางขี้มอดแสดงเรย์แถวเดียว (ลูกศรชี้) (d) ภาคตัดขนานเส้นสัมผัสไม้ถ่อนแสดงเรย์หลายแถว (ลูกศรชี้) (e) ภาคตัดขวางไม้กางขี้มอดแสดงเวสเซลเดี่ยวและเวสเซลแฝด (ลูกศรชี้) (f) ภาคตัดขวางไม้ถ่อนแสดงเวสเซลเดี่ยว เวสเซลแฝด และเวสเซลกลุ่ม (ลูกศรชี้) (v = vessel, wa = wing-aliform parenchyma)



ภาพที่ 2 (a) ภาคตัดขนานเส้นสัมผัสไม้กางขี้มอดจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแสดงผลึกรูปปริซึม (ลูกศรชี้) (b) ภาคตัดขวางแสดงลักษณะอย่างหยาบของเนื้อไม้ถ่อน บริเวณศรชี้แสดง deposits ในเวสเซล (c) เนื้อไม้กางขี้มอดแช่ยุ่ย แสดงเวสเซลและเซลล์เส้นใย (d) ภาคตัดแนวรัศมีไม้ถ่อนแสดงสารสีเข้มที่แทรกอยู่ในเรย์พาเรงคิมา (v = vessel, r= ray)

สรุปผลการวิจัย

1. ลักษณะทางกายวิภาคเปรียบเทียบของเนื้อไม้สกุล (*Albizia*) จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ กางขี้มอด (*Albizia odoratissima* (L.f.) Benth.) และถ่อน (*Albizia procera* (Roxb.) Benth.) มีลักษณะที่เหมือนกัน คือ ลักษณะเด่นประจำสกุลของไม้ *Albizia* เนื้อไม้มีสีน้ำตาลแกมแดง เสี้ยนสน ค่อนข้างเป็นมันวาว วงปีไม่ชัด เวสเซลแบบกระจาย พบทั้งเวสเซลเดี่ยวและแฝด บนผนังเวสเซลพบรอยเว้ามีขอบยื่น เรียงสลับ พาราเทรคีลพาเรงคิมาแบบปีกต่อ พาเรงคิมาตามยาวพบผลึกรูปปริซึม เซลล์เส้นใยมีผนังกั้น ผนังเซลล์เส้นใยมีความหนาอยู่ในช่วง 3.75-4.38 ไมครอน ภายในเรย์เซลล์พบสารสีเข้ม ส่วนลักษณะที่แตกต่างของไม้ทั้งสองชนิด ได้แก่ การจับกลุ่มของเวสเซล และจำนวนแถวของเรย์

2. สมบัติของเนื้อไม้ทั้งสองชนิดตามลำดับ ประกอบด้วย ความหนาแน่นของกางขี้มอดมีค่า 0.69 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ่อนมีค่า 0.66 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร สัมประสิทธิ์การแตกหักของกางขี้มอดมีค่า 101.9 เมกะปาสคาล ถ่อนมีค่า

143.5 เมกะปาสคาล สัมประสิทธิ์ยืดหยุ่นของกางขี้มอดมีค่า 7,645.3 เมกะปาสคาล ถ่อนมีค่า 6.073.3 เมกะปาสคาล แรงอัดขนานเสี้ยนกางขี้มอดมีค่า 173.10 เมกะปาสคาล ถ่อนมีค่า 99.63 เมกะปาสคาล แรงอัดตั้งฉากเสี้ยนกางขี้มอดมีค่า 80.41 เมกะปาสคาล ถ่อนมีค่า 48.54 เมกะปาสคาล จากผลการทดสอบพบว่าไม้ทั้ง 2 ชนิด จัดอยู่ในชั้นคุณภาพ B ตามมาตรฐานการจัดชั้นความแข็งแรงของเนื้อไม้โดยกรมป่าไม้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2551 การเตรียมตัวอย่างเพื่อศึกษาโดยศูนย์กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

ก่องกานดา ชยามฤต. (2541). *คู่มือจำแนกพรรณไม้.* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: บริษัทไดมอนท์ พริ้นติ้ง จำกัด.

กลุ่มงานพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้. (2548). *ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สุขุมวิทมีเดีย มาร์เก็ตติ้ง จำกัด.

งานคุณสมบัติและวิศวกรรมโครงสร้างไม้ กลุ่มงานพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้. (2553). *คุณลักษณะของไม้ไทย.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ประศาสตร์ เกื้อมณี. (2551). *เทคนิคเนื้อเยื่อพืช.* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พร้อมจิต ศรลัมพ์ และ อุบลวรรณ บุญเปล่ง. (2550). *กายวิภาคและจุลทรรศน์ลักษณะของพืชสมุนไพร.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

วีณา จิรัจฉริยากูล. (2538). เอกลักษณ์ของผงยาจากเปลือกไม้และเนื้อไม้. *ใน* .ถนอมศรี วงศ์รัตนาสถิต.(บรรณาธิการ). *เอกลักษณ์สมุนไพร.* (น. 121-143) . กรุงเทพฯ :ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สถิติป่าไม้. (2558). *ไม้ท่อนและไม้แปรรูปนำเข้าแยกรายชนิดปี พ.ศ. 2557*. วันที่ค้นข้อมูล 12 พฤษภาคม 2558. เข้าถึงได้จาก http://forestinfo.forest.go.th

Allen, O.N. & Allen, E.K. (1981). *The Leguminosae*. The University of Wisconsin Press, Wisconsin.

Baharoglu, M., Nemli G., San, B., Birturk, T. & Bardak, S.. (2013). Effects of anatomical and chemical properties of wood on the quality of particleboard. *Composites*, 52, 282-285.

Bowyer, J., L., Shmulsky R. & Haygreen, J.G. (2003). *Forest Products and Wood Science An Introduction*. 4th ed. Iowa State Press, Iowa.

Bulian, F.C. & Graystone, J.A. (2008). *Wood Coatings: Theory and Practice*. Elsevies Publications, Budapet, Hungary.

Desch, H.E. & Dinwoodie, J.M. (1996). *Timber Structure, Properties, Conversion and Use.* 7th ed. Macmillan Press LTD., London, UK.

Fifanou, V.G., Ousmane, C. Gauthier B., & Brice, S. (2011). Traditional agroforestry systems and biodiversity conservation in Benin (West Africa). *Agroforest Syst. , 82*, 1-13.

Hernandez, R.E. (2007). Influence of accessory substances, wood density and interlocked grain on the compressive properties of hardwoods. *Wood Sci. Technol.* ,*41*, 249-265.

International Standard. (1975). *Wood-Sampling methods and genrequirement tests ISO 3129-1975*. International Stand Organization. USA.

Leal, S., Sousa, V.B., Knapic, S., Louzada, J.L. & Pereira, H. (2011). Vessel size and number are contributors to define wood density in cork oak. *Eur. J. Forest Res.* ,*130*, 1023-1029.

Lewin, M., and Goldstein, I.S. (1991). *Wood Structure and Composition.* Marcel Dekker, Inc., New York.

Nielson, L.C. (1985). LEGUMINOSAE-MIMOSOIDEAE, pp. 131-220. *In* Smitinand, T. and K. Larsen. eds. *Flora of Thailand Vol. 4 Part 2*. TISTR Press, Bangkok, Thailand.

Pham, H.T., Miyagawa S., and Kosaka, Y. (2015). Distribution patterns of trees in paddy field landscapes in relation to agro-ecological settings in northeast Thailand. *Agriculture, Ecosystem and Environment.* , *202*, 42-47.

Rana, R., Heyser, R.L., Finkeldey, R., & Polle, A. (2012). Functional anatomy of five endangered tropical timber wood species of the family Dipterocarpaceae. *Trees.* ,*23*,521-529.

Soerianegara, I., & Lemmens, R.H.M.J. (1994). *Plant Resources of South-East Asia No 5 (1) Timber Trees: Major Commercial Timbers*. Prosea Foundation, Bogor, Indonesia.

Tavares, F., Louzada, J.L., & Perrira, H. (2014). Variation in wood density and ring width in *Acacia melanoxylon* of four sites in Portugal. *Eur. J. Forest Res.* , *133*, 31-39.

Thinley, C., Palmer, G. Vanclay, J.K., & Henson, M. (2005). Spiral and interlocking grain in *Eucalyptus dunnii*. *Holz als Roh and Werkstoff.* , *63*, 372-379.

Vansteenkiste, D., Acker, J.V., Stevens, M., Thiec, D.L,. & Nepveu, G. (2007). Composition, distribution and supposed origin of mineral inclusions in sessile oak wood-consequences for microdensitometrical analysis. *Ann. For. Sci.* , *64*, 11-19.

Wheeler, E.A. & Gasson, P.E. (1989). IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin.*, *10* (3), 219-332.