คุณสมบัติและลักษณะโครงสร้างไม้ไผ่บางชนิด

The Properties and Anatomy of Some Bamboo Species

บุญส่ง สมเพาะ (BOUNGSONG SOMPOH)[1]

เชาวลิตร วงศ์ศรีแก้ว (CHAOWALIT WONGSRIKAEW)[2]

นพดล สมศรี (NOPADOL SOMSRI)[3]

ภัทร์สินี วงศ์ศรีแก้ว (PHUTSINEE WONGSRIKAEW)[3]

เทพประสิทธิ์ เทียวประสงค์ (THEPPRASIT THEOPRASONG)[3]

วรศิลป์ แอ๊วสกุลทอง (WORASIN AEWSAKULTHONG)[3]

อรรถสิทธิ์ บุญรอด (ATTASIT BOONROD)[3]

บทคัดย่อ

การศึกษากลสมบัติ และสกายสมบัติ ของไม้ไผ่ 4 ชนิด คือ ไผ่ซางนวล ไผ่รวกดำ ไผ่มันหมู และไผ่กิมซุง ผลการศึกษาพบว่า ไผ่ชนิดที่ทำการทดสอบ มีค่าทางกลสมบัติทั่วไปใกล้เคียงกับไม้เนื้อแข็ง และไผ่ซางนวลและไผ่รวกดำ มีค่าแรงดึงไม้ได้สูงกว่าไผ่มันหมูและไผ่กิมซุง แต่ไผ่ทั้ง 4 ชนิด มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นสูงเมื่อเทียบกับไม้ทั่วไป ส่วนค่าความถ่วงจำเพาะและความแน่นของไผ่กิมซุง จะมีค่าต่ำกว่าไผ่ชนิดอื่น ความชื้นที่จุดหมาด ของไผ่ทั้ง 4 ชนิด มีค่าสูงกว่าไม้ทั่วไปเล็กน้อย และสรุปได้ว่าไผ่ชนิดที่ทำการทดสอบ มีคุณสมบัติและมีศักยภาพที่จะนำไปใช้ประโยชน์เช่นเดียวกับไม้ทั่วไป

คำหลัก : คุณสมบัติ, กลสมบัติ, สกายสมบัติ, ลักษณะโครงสร้าง, ไม้ไผ่, ไผ่ซางนวล, ไผ่รวกดำ ไผ่มันหมู, ไผ่กิมซุง

[1] นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

[2] ลูกจ้างประจำ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

[3] พนักงานราชการ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

ABSTRACT

The mechanical properties and physical properties of four bamboo species, *Dendrocalamus membranaceus* Munro, *Thyrsostachys oliveri* Gamble, *Dendrocalamus copelandii* Gamble ex Brandis and *Bambusa beecheyana* Munro were studied. The result showed that mechanical properties of all studied bamboo species are similar to wood's. While the tension value of *D. membranaceus* and *T. oliveri* are higher than those of *D. copelandii* and *B. beecheyana*. Modulus of elasticity of four bamboo species are higher than. that of woods. However, The specific gravity and density of *B. beecheyana*. is lower than those of another species. The fiber saturation point of all tested bamboo species are higher than wood species'. It can be conducted that those four bamboo species efficient potential to be utilized in the same as timber wood. Moreover, anatomical characteristics of those four bamboo species were studied can will be uses as data base for wood identification.

Keywords : properties, mechanical properties, physical properties, anatomy, bamboo, *Dendrocalamus membranaceus* Munro, *Thyrsostachys oliveri* Gamble, *Dendrocalamus copelandii* Gamble ex Brandis, *Bambusa beecheyana* Munro

คำนำ

ไผ่จัดอยู่ในวงศ์หญ้า (Graminae) ไผ่ทั่วโลกมีอยู่ 77 สกุล 1,030 ชนิด สำหรับในประเทศไทย มีไผ่ขึ้นอยู่ 15 สกุล 82ชนิด (รุ่งนภาและคณะ, 2545) ไม้ไผ่เป็นไม้ที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก ทั้งในรูปของอาหาร ผลิตภัณฑ์ เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ตลอดจนสิ่งก่อสร้างต่างๆ ในส่วนของการใช้ประโยชน์เป็นสิ่งก่อสร้างนั้น ไม้ไผ่เป็นที่นิยมมาก เนื่องจากมีคุณสมบัติพิเศษคือ มีลวดลายสวยงาม เนื้อแน่น ทนน้ำ ทนแดด มีความแข็งแรง ความเหนียวและยืดหยุ่นที่เหมาะกับทุกสภาพอากาศ จึงเป็นไม้ที่มีศักยภาพในการก่อสร้างเทียบเท่ากับไม้ทั่วไป สามารถนำไปทดแทนไม้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยตั้งแต่ขนาดเล็ก เช่น ศาลากลางน้ำ กระท่อม บ้านพักอาศัย ตลอดจนโรงเรือนขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังพบว่ามีการใช้ประโยชน์ไม้ไผ่เป็นเครื่องดนตรีชนิดต่างๆ เช่น ซอ ระนาด ขลุ่ย โหวด อังกะลุง แคน เป็นอาวุธสมัยโบราณ เช่น คันธนู ลูกธนู ลูกดอก กระบอง ตะพด เป็นสมุนไพรรักษาโรคต่างๆได้หลายโรค ส่วนประโยชน์ทางอ้อมนั้น ในบริเวณป่าไผ่หรือสวนป่าไผ่ ช่วยในการป้องกันความรุนแรงของลมพายุ ป้องกัน

การชะล้างดิน ทำให้อากาศไม่เย็นหรือร้อนเกินไป และยังเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ต่างๆ จำพวกแมลงและนก (ประเชิญ, 2548)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษากลสมบัติ (mechanical properties) สกายสมบัติ หรือสมบัติทางกายภาพ (physical properties) ของไผ่ที่มีค่าทางเศรษฐกิจ เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาการใช้ประโยชน์ไม้ไผ่ในรูปแบบต่างๆ ต่อไป โดยได้ทำการศึกษาในไผ่ 4 ชนิด คือ ไผ่ซางนวล (*Dendrocalamus membranaceus* Munro) ไผ่รวกดำ (*Thyrsostachys oliveri* Gamble) ไผ่มันหมู (*Dendrocalamus copelandii* Gamble ex Brandis) และไผ่กิมซุง (*Bambusa beecheyana* Munro)

ไผ่ซางนวล มีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติในอินเดียจนถึงอินโดจีน ในประเทศไทยพบในป่าเบญจพรรณทั่วทุกภาค ยกเว้นภาคใต้ ไผ่ซางนวลเป็นไผ่ประเภทเหง้ากอ ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูง 10 – 25 เมตร ลำตรงอยู่รวมกันเป็นกอค่อนข้างแน่น เส้นผ่าศูนย์กลางลำ 5 – 12 เซนติเมตร ปล้องยาว 20 – 40 เซนติเมตร เนื้อลำหนา 0.7 – 1.5 เซนติเมตร ลำอ่อนมีนวลสีขาวปกคลุมหนาแน่น ลำแก่สีเขียวอ่อน ปล้องล่างไม่มีขน แตกกิ่งตลอดลำ โดยข้อล่างของกิ่งมักไม่มีใบ หรือมีน้อย และขนาดเล็กกว่าปกติ มักมีเพียงข้อละกิ่งเดียว กิ่งที่มีขนาดปกติเริ่มจากกิ่งกลางลำขึ้นไป แต่ละมีข้อมีหลายกิ่ง มีกิ่งกลาง 1 กิ่ง และกิ่งรองเด่น 2 กิ่ง ที่เหลือมีขนาดไล่เลี่ยกัน ใบรูปใบหอกหรือรูปแถบ กว้าง 1 – 2 เซนติเมตร ยาว 10 – 20 เซนติเมตร กาบหุ้มลำสีส้ม สีเหลืองถึงสีน้ำตาลอมเขียว มีขนสีน้ำตาลเข้มจนถึงและนวลสีขาวปกคลุม บางครั้งกาบค่อนข้างเกลี้ยง ใบยอดกาบหอกถึงรูปแถบ สีม่วงแดงถึงสีเขียวอมม่วง พับลง หูกาบเป็นพูเตี้ยๆพับไปหรือเป็นคลื่นมีขนปกคลุมเป็นแถบสูง 0.5 – 1 เซนติเมตร ขอบจักไม่เป็นระเบียบ ช่อดอกย่อยเทียมยาวประมาณ 1 เซนติเมตร มีกลุ่ม 2 อัน ดอกย่อยสมบูรณ์ 2–3 ดอก ไม่มีโลดิคูล เกสรเพศผู้ 6 อัน ก้านเกสรเพศผู้แยกอิสระ ยอดเกสรเพศเมีย 1 อัน (สราวุธ และคณะ, 2554) ไผ่ซางนวลเป็นไผ่ขนาดกลางๆ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง โดยใช้ด้านการก่อสร้าง ทำเยื่อกระดาษ หน่อใช้เป็นอาหารได้

ไผ่รวกดำ มีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติในเอเชียเขตร้อน ในประเทศไทยพบในป่าผสมผลัดใบในภาคเหนือ เป็นไผ่ประเภทเหง้ากอ เป็นไผ่ขนาดกลาง สูง 10–17 เมตร ลำตรงอัดเป็นกอแน่นมาก กาบหุ้มลำติดคงทนและผุสลายไปขณะยังติดอยู่กับลำ เส้นผ่าศูนย์กลางลำ 4.5–7 เซนติเมตร ปล้องยาว 30–60 เซนติเมตร เนื้อลำหนาหรือตันบริเวณโคนลำ ลำแก่สีเขียวอมเทา แตกกิ่งตั้งแต่กลางลำขึ้นไป ส่วนใหญ่มี 3 กิ่ง บางครั้งมี 5 กิ่ง กิ่งเด่น 1 กิ่งอยู่ตรงกลาง และมีกิ่งรองเด่น 2 กิ่ง กิ่งที่เหลือมีขนาดไล่เลี่ยกัน ใบรูปใบหอกหรือรูปแถบ กว้าง 1–2 เซนติเมตร ยาว 10–20 เซนติเมตร กาบหุ้มลำสีเขียว สีส้ม หรือสีน้ำตาล มีขนสีขาวและนวลสีขาวปกคลุม ใบยอดกาบรูปสามเหลี่ยมถึงรูปใบหอกตั้งตรง ไม่มีหูกาบ ลิ้นกาบเป็นแถบๆ สูง 1–2 มิลลิเมตร ขอบจักฟันเลื่อยถี่ ช่อดอกย่อยเทียมยาว 1–2.5 เซนติเมตร กลุม 2 อัน ดอกย่อยสมบูรณ์ 2–3 ดอก ถัดจากดอกย่อยดอกสุดท้ายเป็นแกนช่อดอกย่อยที่ยืดยาวออกไป แกนช่อดอกสั้นและหลุดได้เป็นท่อน ปลายพาเลียจักซี่ฟันหรือเป็นพู โลดิคูล 2–3 อัน เกสรเพศผู้

6 อัน ก้านเกสรเพศผู้แยกอิสระ อับเรณูสีเหลือง อมเขียวถึงสีเหลือง ยอดเกสรเพศเมีย 3 อัน (สราวุธ และคณะ, 2554) ไผ่รวกดำ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านการก่อสร้าง ทำเยื่อกระดาษ เครื่องเรือน เครื่องจักสาน และหน่อรับประทานได้

ไผ่มันหมู มีชื่ออื่นๆ คือไผ่หกน้ำ มีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติในพม่าและไทย ในประเทศไทย มักพบขึ้นตามป่าเขาหินปูนในภาคเหนือและภาคตะวันตก ไผ่มันหมูเป็นไผ่ประเภทเหง้ากอขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูง 15–25 เมตร ลำตรงอัดกันเป็นกอแน่น ปลายลำโค้ง เส้นผ่าศูนย์กลางลำ 8–20 เซนติเมตร ปล้องยาว 25–45 เซนติเมตร เนื้อลำหนา 1–2.5 เซนติเมตร ลำอ่อนมีนวลสีขาวปกคลุมหนาแน่น มีกาบหุ้มลำติดอยู่ค่อนข้างนาน ลำแก่สีเขียวอมเทา ปล้องล่างๆไม่มีขนปกคลุม และมักไม่มีรากเป็นวงรอบข้อ แตกกิ่งตั้งแต่กิ่งกลางลำขึ้นไป แต่ละข้อมีหลายกิ่งโดยทั่วไปมีกิ่งกลางเด่น 1 กิ่ง แต่ขนาดไม่ต่างไปจากกิ่งที่เหลือมากนัก ใบรูปหอกแกมรูปไข่ กว้าง 3–6.5 เซนติเมตร ยาว 20–30 เซนติเมตร กาบหุ้มลำติดอยู่กับลำค่อนข้างคงทน สีเขียวอมม่วง สีเขียวอมเหลือง จนถึงสีส้มอมเขียว มีขนสีน้ำตาลทองหรือสีม่วงเข้มจนถึงสีดำปกคลุมใบยอดกาบเป็นรูปโดมหรือรูปสามเหลี่ยมกว้างๆ สีม่วงเข้มถึงสีม่วงอมเขียว ตั้งตรงถึงพับลงหูกาบเป็นพูเตี้ยๆ ขอบเป็นคลื่น เกลี้ยง เปราะ ลิ้นกาบลักษณะเป็นแถบเกลี้ยง ขอบจักซี่ฟันจนถึงเกือบเรียบ ช่อดอกย่อยเทียมยาว 2–2.8 เซนติเมตร กลุ่ม 2–9 อัน ดอกย่อยสมบูรณ์ 5–6 ดอก เกสรเพศผู้ 5 อัน ก้านเกสรเพศผู้แยกอิสระ ยอดเกสรเพศเมีย 1 อัน (สราวุธ และคณะ, 2554) ไผ่มันหมูเป็นไผ่ขนาดกลางถึงใหญ่ จึงใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างได้ และยังใช้เป็นเครื่องเรือน รางน้ำ หน่อใช้เป็นอาหารได้ รสชาติดี หวานกรอบ

ไผ่กิมซุง มีชื่ออื่นๆ ที่เรียกกันคือ ไผ่ตงลืมแล้ง ไผ่บีเชย์ เป็นไผ่พื้นเมืองทางใต้ของประเทศจีน นำมาปลูกในประเทศไทยเพื่อผลิตหน่อจนเป็นที่นิยมในเวลาอันรวดเร็ว เป็นไผ่ประเภทเหง้ากอขนาดกลาง สูงถึง 15 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางลำ 7–12 เซนติเมตร ปล้องยาว 25–45 เซนติเมตร เนื้อลำหนา 1.5–2 เซนติเมตร ลำอ่อนมีนวลสีขาวปกคลุม มีวงของขนสีน้ำตาลใต้ข้อ ลำแก่สีเขียวเข้มลักษณะชิกแซ็กเล็กน้อย ข้อล่างๆมักมีรากอากาศ แตกกิ่งตั้งแต่กลางลำขึ้นไป มีข้อละ 3 ถึงหลายกิ่ง มีกิ่งกลางเด่นเพียงกิ่งเดียว หรือมีกิ่งกลางเด่น 1 กิ่ง และมีกิ่งรองอีก 2 กิ่ง กิ่งที่เหลือเล็กกว่า และมีขนาดเท่าๆกัน ใบรูปหอกแกมรูปขอบขนาน กว้าง 1.5–5 เซนติเมตร ยาว 10–30 เซนติเมตร กาบหุ้มลำสีเหลือง หรือสีเหลืองอมเขียว เกลี้ยงหรือมีขนกระจายห่างๆ ใบยอดกาบรูปไข่หรือรูปใบหอกแกมขอบขนาน ตั้งตรงถึงกางออก หูกาบเป็นพูเล็กๆไม่เด่นชัด ขอบมีขนเล็กน้อย ลิ้นกาบลักษณะเป็นแถบสูงประมาณ 0.5 – 1 เซนติเมตร ขอบจักซี่ฟัน (สราวุธ และคณะ, 2554) ไผ่กิมซุงนำสามารถมาใช้ประโยชน์ได้หลายส่วน ลำใช้ในงานก่อสร้าง หน่อสามารถนำมารับประทานได้ แต่มีรสขม นิยมส่งโรงงานทำเป็นหน่อไม้แปรรูป

คุณสมบัติไม้ แบ่งได้เป็นกลสมบัติ และสกายสมบัติ

กลสมบัติไม้ หมายถึง คุณสมบัติของไม้หรือวัตถุใดๆ ที่มีต่อน้ำหนักหรือแรงภายนอก (external force) ที่มากระทำ ความสามารถในการต่อต้านหรือรับรองแรงหรือน้ำหนักมากน้อยต่างกัน เรียกว่า

ความแข็งแรง (strength) ความยากง่ายในการเสียรูป เรียกว่าความดื้อ (stiffness) ความสามารถรับพลังงานที่ทำให้ไม้เสียกำลังโดยสิ้นเชิงหรือที่ระดับใดๆ เรียกว่าความเหนียว (toughness) และความต่อต้านต่อการขีดข่วนเจาะไช เรียกว่าความแข็ง (hardness)

ในการทดสอบกลสมบัติของไม้ไผ่ จะมีการทดสอบแรงดัดสถิต (static bending) แรงอัด (compression) แรงเฉือน (shearing) และแรงดึง (tension)

การทดสอบแรงดัดสถิต ค่าต่างๆ ที่ได้จากการดัดคือ มอดุลัสแตกร้าว (modulus of rupture : MOR) เป็นค่าสัมประสิทธิ์ในการหัก หรือแรงประลัยในการดัด ซึ่งเป็นความเค้นที่รับน้ำหนักสูงสุดในการทดสอบแรงดัด ค่านี้ใช้ในการเปรียบเทียบความแข็งแรงของไม้ชนิดต่างๆ ความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูป (stress at proportional limit : r) เป็นค่าความเค้นที่เขตการได้สัดส่วน คือ เป็นความแข็งแรงของวัตถุที่สามารถรับน้ำหนักในระดับนี้ตลอดไป มอดุลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity : MOE) หรือความแข็งตึง เป็นค่าที่บอกความสามารถของไม้ในการต้านทานการเสียรูป (การโก่ง, การแอ่นตัว) ต่อแรงที่กระทำ เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของการยืดหยุ่น และชี้ความดื้อ หรือความแข็งตึงของไม้

แรงอัด ในกรณีการทดสอบไม้ไผ่ เป็นการทดสอบแรงอัดขนานเสี้ยน หรือค่าความเค้นที่เกิดจากการอัดทางปลายไม้

แรงเฉือน เป็นค่าความต้านทานของไม้ ในการทำไม้ชิ้นไม้ส่วนหนึ่ง เคลื่อนออกจากส่วนที่อยู่ติดกัน

แรงดึง เป็นค่าความแข็งแรงสูงสุดในการดึงชิ้นไม้ให้ขาดออกจากกัน ในกรณีของการทดสอบไม้ไผ่เป็นการทดสอบแรงดึงขนานเสี้ยน

Thaipetch and Sompoh (2004) รายงานว่าไม้ไผ่ 5 ชนิดในประเทศไทย คือ ไผ่ตง (*Dendrocalamus asper* Backer) ไผ่สีสุก (*Bambusa blumeana* Scultes) ไผ่ซาง (*Dendrocalamus stirictus* Nees.) ไผ่ไร่ (*Gigantochloa albeciliata* Munro.) และไผ่เสี้ยง (*Bambusa sp.*) มีค่าความแข็งแรงดัดเท่ากับ 84, 92, 83, 117 และ 81 เมกะปาสคาล ตามลำดับ ส่วนไผ่ซางหม่น (*Dendrocalamus sericeus* Munro) ไผ่เลี้ยงหวาน (*Bambusa* sp.) ไผ่บงใหญ่ (*Dendrocalamus brandisii* Kurz) และไผ่หม่าจู๋ (*Dendrocalamus latiflorus* Munro) มีค่าความแข็งแรงดัดในสภาวะแห้งเท่ากับ 96.2, 56.3, 102 และ 52.2 เมกะปาสคาล ตามลำดับ (บุญส่ง และคณะ, 2556)

สกายสมบัติของไม้ หมายถึง คุณลักษณะ (characteristic) และพฤติกรรมของไม้ต่ออิทธิพลภายนอก นอกเหนือจากแรงต่างๆ (Winandy, 1994) เช่นการยืดหดตัว ปริมาณความชื้น ความแน่น ความถ่วงจำเพาะ คุณสมบัติที่มีต่อความร้อน ไฟ การนำไฟฟ้า ความทนทาน เป็นต้น

วิธีการศึกษา

อุปกรณ์การศึกษาครั้งนี้คือ เครื่องทดสอบกำลังไม้ Testometric รุ่น MICO 500 ขนาด 30 ตัน ของงานคุณสมบัติและวิศวกรรมโครงสร้างไม้ กลุ่มงานพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ และเครื่องทดสอบ GENIUS OLSEN model AD RECORDER ขนาด 200 ตัน ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตู้อบไม้ เครื่องชั่งดิจิตอล ขนาด 240 กรัม, เวอร์เนียร์ คาลิปเปอร์

การเก็บตัวอย่าง

1. ไผ่ซางนวล อายุ 3 ปีขึ้นไป จากสถานีวนวัฒนวิจัยหินลับ ตำบลหนองกุ่ม อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี พิกัดเส้นรุ้ง 14° 13′ เหนือ เส้นแวง 99° 27′ ตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 90 เมตร

2. ไผ่รวกดำ อายุ 3 ปีขึ้นไป จากสวนป่าเอกชน ตำบลยม อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน พิกัดเส้นรุ้ง 19° 04′ เหนือ เส้นแวง 100° 54′ ตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 320 เมตร

3. ไผ่มันหมู อายุ 3 ปีขึ้นไป จากสวนป่าเอกชน ตำบลท่าขนุน อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี พิกัดเส้นรุ้ง 14° 47′ เหนือ เส้นแวง 98° 35′ ตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 250 เมตร

4. ไผ่กิมซุง อายุ 3 ปีขึ้นไป จากสวนป่าเอกชน ในตำบลหนองไผ่ อำเภอด่านมะขามเตี้ย จังหวัดกาญจนบุรี พิกัดเส้นรุ้ง 13° 50′ เหนือ เส้นแวง 99° 25′ ตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 60 เมตร

โดยนำตัวอย่างไม้ไผ่ มาเก็บและแปรรูปตัวอย่างที่ศูนย์ส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่าจังหวัดราชบุรี ทั้งในสภาพสดและสภาพแห้ง โดยแปรรูปตัวอย่างให้ได้จำนวนและขนาด เพื่อทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน ISO 22157-2 : 2004

การเตรียมตัวอย่างไม้ไผ่

ทำการเตรียมตัวอย่างทั้งในสภาพสดและสภาพแห้ง สำหรับไผ่ซางนวลและไผ่รวกดำแบ่งการเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบคุณสมบัติต่างๆ เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนโคน (bottom part : B) และส่วนปลาย (top part : T) ส่วนไผ่มันหมูและไผ่กิมซุงทำการทดสอบเพียงส่วนเดียว เนื่องจากไผ่ทั้ง 2 ชนิดดังกล่าว มีจำนวนปล้องในแต่ละลำน้อยเกินไปสำหรับการแบ่งตัวอย่างการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนได้

การทดสอบกลสมบัติไม้

1. การทดสอบแรงดัดสถิต (static bending strength) ตามมาตรฐาน ISO 22157-2 : 2004 (Bamboo-Determination of Physical and Mechanical Properties) โดยใช้เครื่องทดสอบ GENIUS OLSEN model AD RECORDER ขนาด 200 ตัน โดยเตรียมตัวอย่างไม้ไผ่ให้มีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 30 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง โดยวิธีการทดสอบแบบให้น้ำหนัก 4 จุด (four point loading) โดยใช้ความเร็วน้ำหนักกดเฉลี่ย 0.254 ซม./นาที บันทึกการเสียรูปโดยการอ่าน dial gauge จะได้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงกับการเสียรูป นำไปหาค่าความแข็งแรง ความเค้นที่จำกัดคืนรูป และมอดุลัสยืดหยุ่น

2. การทดสอบแรงเฉือน (shearing) โดยการเตรียมตัวอย่างทั้งแบบข้อและแบบปล้อง ทำการเตรียมตัวอย่างให้มีขนาดความยาวของตัวอย่างเท่ากับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง แต่ถ้าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ≤ 20 มม. ให้มีขนาดตัวอย่างยาวเป็น 2 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (l = 2D) วัดขนาดตัวอย่างแล้วนำมาทดสอบกำลังไม้ Testometric รุ่น MICO 500 ขนาด 30 ตัน จนได้ค่าแรงสูงสุด นำมาหาค่าแรงเฉือน

3. การทดสอบแรงอัด (compression) เตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับการทดสอบแรงเฉือน แต่ทดสอบเฉพาะส่วนที่เป็นปล้องเท่านั้น ทดสอบกับเครื่อง Testometric รุ่น MICO 500 ขนาด 30 ตัน จนได้ค่าแรงสูงสุด

4. การทดสอบแรงดึง (tension) เตรียมตัวอย่างโดยใช้ด้านที่รับแรงดึงติดกับข้อ ขนาดกว่า 10-20 มม. ยาว 50-100 มม. นำมาทดสอบกับเครื่องทดสอบ GENIUS OLSEN model AB RECORDER ขนาด 200 ตัน จับปลายทั้งสองด้านขอตัวอย่าง อ่านค่าแรงสูงสุดที่ทำให้ตัวอย่างขาดจากกัน นำมาหาค่าแรงดึง

การทดสอบสกายสมบัติของไผ่

1. การหดตัว (shrinkage) และปริมาณความชื้น (moisture content) โดยการเตรียมตัวอย่างในส่วนของปล้องที่สมบูรณ์ปราศจากตำหนิ ทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก (outer diameter) 4 จุด ความหนา (wall thickness) 4 จุด ความยาว (length) 2 จุด และทำการคำนวนหาปริมาตรในแต่ละชิ้น โดยทำการชั่งและวัดในสถานที่และเวลาเดียวกันเรื่อยๆ จนกว่าตัวอย่างจะแห้งลงตามสภาพอากาศภายนอก หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปอบในตู้อบไม้ที่อุณหภูมิ 103±2°ซ จนอยู่ในสภาพแห้ง ทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาดต่างๆ อีกครั้ง นำไปทำการหาค่าการหดตัวและปริมาณความชื้น

2. ค่าความชื้นที่จุดหมาด (fiber saturation point) หาได้จากการพล็อตกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น กับการหดตัวด้านความหนา (ดัดแปลงจาก พงศ์และคณะ, 2517)

3. ความแน่น (density) หรือ มวลต่อปริมาตร (mass by volume) หาได้จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับปริมาตร

4. ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) หาได้จากอัตราส่วนระหว่างความแน่นของชิ้นตัวอย่างต่อความแน่นของน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 4°ซ

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

ผลการศึกษาคุณสมบัติและลักษณะโครงสร้างไม้ไผ่จำนวน 4 ชนิด คือ ไผ่ซางหม่น ไผ่เลี้ยงหวาน ไผ่บงใหญ่ และไผ่หม่าจู๋ ได้ผลการศึกษาดังนี้ (Table 1–3) และ Figure 1)

ไผ่ซางนวล

ผลการศึกษากลสมบัติ (Table 1–2)

1. มอดุลัสแตกร้าว ตัวอย่างไผ่จากส่วนโคน และส่วนปลาย มีค่ามอดุลัสแตกร้าวในสภาวะแห้งเท่ากับ 152 และ 189 เมกะปาสคาล หรือ 1,548 และ 1,923 กก/ซม^2 ตามลำดับ ส่วนค่ามอดุลัสแตกร้าวในสภาวะเปียกในส่วนโคน และส่วนปลาย เท่ากับ 129 และ 171 เมกะปาสคาล หรือ 1,315 และ 1,748 กก/ซม^2 ตามลำดับ ซึ่งถ้าเทียบกับการแบ่งประเภทไม้เนื้อแข็งของกรมป่าไม้ (ณรงค์ และคณะ, 2528) แล้ว ไผ่ซางนวลจัดอยู่ในกลุ่มไม้เนื้อแข็ง คือ มีค่าความแข็งแรงมากกว่า 100 เมกะปาสคาล หรือ 1,000 กก/ซม^2

2. ความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูป ในสภาวะแห้งของไผ่ซางนวลส่วนโคน และส่วนปลาย มีค่าเท่ากับ 54.4, และ 91.6 เมกะปาสคาล หรือ 555 และ 934 กก/ซม^2 ตามลำดับ ส่วนในสภาวะเปียกส่วนโคน และส่วนปลาย มีค่าเท่ากับ 43.6 และ 65.5 เมกะปาสคาล หรือ 444 และ 668 กก/ซม^2 ตามลำดับ อัตราส่วนของความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูปกับค่ามอดุลัสแตกร้าว (r/MOR) ประมาณ 35–40 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่าไผ่ซางหม่นมีช่วงการยืดหยุ่น (elastic range) ค่อนข้างต่ำ

3. มอดุลัสยืดหยุ่น ในสภาวะแห้งของไผ่ซางนวล ที่ส่วนโคน และส่วนปลาย มีค่าเท่ากับ 29,200, และ 65,000 เมกะปาสคาล หรือ 297,900 และ 662,300 กก/ซม^2 ตามลำดับ ส่วนค่าดังกล่าวของไผ่ซางนวลส่วนโคน และส่วนปลายในสภาวะเปียกเท่ากับ 24,600 และ 40,900 เมกะ

ปาสคาล หรือ 250,700 และ 417,300 กก/ซม^2 ตามลำดับ อัตราส่วนระหว่างค่ามอดุลัสยืดหยุ่นกับค่ามอดุลัสแตกร้าว (MOE/MOR) ของไม้ทั่วไปจะมีค่าประมาณ 100 ซึ่งค่าดังกล่าวของไผ่ซางนวลส่วนล่างมีค่าประมาณ 200 ส่วนไผ่ซางนวลส่วนปลาย มีค่าดังกล่าวประมาณ 250-350 ซึ่งถือว่ามีค่าสูงมาก แสดงให้เห็นว่าไผ่ซางนวลมีความแข็งตึง หรือความต้านทานในการเสียรูปที่สูง

4. แรงเฉือน ในส่วนที่ติดข้อ (node) นั้น ไผ่ซางนวลส่วนโคน และส่วนปลายในสภาวะแห้งมีค่าแรงเฉือนเท่ากับ 12.4, และ 15.1 เมกะปาสคาล หรือ 126 และ 154 กก/ซม^2 ตามลำดับ ส่วนในสภาวะเปียกมีค่าแรงเฉือนเท่ากับ 7.18 และ8.29 เมกะปาสคาล หรือ 73.2 และ 84.5 กก/ซม^2 ตามลำดับ ส่วนไผ่ซางนวลในส่วนที่เป็นปล้อง (internode) มีค่าแรงเฉือนในสภาวะแห้งส่วนโคน และส่วนปลายเท่ากับ 14.6 และ 14.9 เมกะปาสคาล หรือ 149 และ 152 กก/ซม^2 ตามลำดับ ส่วนในสภาวะเปียกมีค่าแรงเฉือนส่วนโคน และส่วนปลายเท่ากับ 7.65 และ 8.80 เมกะปาสคาล หรือ 78.0 และ 89.7 กก/ซม^2 ตามลำดับ

5. แรงอัด โดยในส่วนของปล้องในสภาวะแห้ง ไผ่ซางนวลมีค่าแรงอัดที่ส่วนโคน และส่วนปลายเท่ากับ 57.7 และ 62.7 เมกะปาสคาล หรือ 588 และ 639 กก/ซม^2 ตามลำดับ ส่วนในสภาวะเปียก มีค่าแรงอัดในส่วนโคน และส่วนปลายเท่ากับ 48.5 และ 55.5 เมกะปาสคาล หรือ 495 และ 566 กก/ซม^2 ตามลำดับ เป็นที่น่าสังเกตว่า ค่าแรงอัดจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากส่วนโคนขึ้นมาส่วนปลาย

6. แรงดึง โดยทำการศึกษาในส่วนของข้อ ค่าแรงดึงในสภาวะแห้งของไผ่ซางนวลในส่วนโคน และส่วนปลายเท่ากับ 261 และ 244 เมกะปาสคาล หรือ 2,660 และ 2,486 กก/ซม^2 ตามลำดับ ในสภาวะเปียกมีค่าแรงดึงเท่ากับ 191 และ 194 เมกะปาสคาล หรือ 1,947 และ 1,980 กก/ซม^2 ตามลำดับ ค่าแรงดึงมักจะมีค่าใกล้เคียงหรือสูงกว่าค่าแรงดัด (มอดุลัสแตกร้าว) การทดสอบแรงดึงในไม้ไผ่จะทดสอบในส่วนของข้อเท่านั้น เนื่องจากในส่วนปล้องจะมีค่าแรงดึงที่สูงมาก และการทดสอบอาจล้มเหลวได้

ผลการศึกษาค่าสกายสมบัติ (Table 3)

1. การหดตัว ไผ่ซางนวลส่วนโคน และส่วนปลาย มีการหดตัวจากสภาวะสดจนถึงสภาวะอบแห้งในด้านต่างๆ ตามลำดับ ดังนี้ การหดตัวด้านความหนาเท่ากับ 7.83 และ 4.36 เปอร์เซ็นต์ การหดตัวด้านความยาวเท่ากับ 0.04 และ 0.05 เปอร์เซ็นต์ การหดตัวด้านเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกเท่ากับ 8.78 และ 5.64 เปอร์เซ็นต์ และการหดตัวด้านปริมาตรเท่ากับ 13.98 และ 9.57 เปอร์เซ็นต์ เป็นที่น่าสังเกตว่า ส่วนโคนของลำไผ่ซางนวลมีการหดตัวด้านต่างๆ มากกว่าส่วนปลาย ยกเว้นด้านความยาว

2. ความถ่วงจำเพาะ ไผ่ซางนวลส่วนโคน และส่วนปลาย มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 0.727 และ 0.796 ตามลำดับ ไผ่ซางนวลมีค่าความถ่วงจำเพาะปานกลาง และค่าดังกล่าวมีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อยจากส่วนโคนสู่ส่วนปลาย

3. ความแน่นในสภาวะแห้ง ของไผ่ซางนวลส่วนโคน และส่วนปลาย เท่ากับ 788 และ 852 กก/ม^3 ตามลำดับ

4. ความชื้นที่จุดหมาด ในไผ่ซางนวลมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 35 และ 28 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนโคนและส่วนปลาย ตามลำดับ

5. ขนาดต่างๆของลำไผ่ ไผ่ซางหม่นมีขนาดต่างๆของลำในส่วนโคน และส่วนปลาย ตามลำดับดังนี้ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำภายนอกเท่ากับ 80.6 และ 66.5 มม. เส้นผ่าศูนย์กลางลำภายในเท่ากับ 60.4 และ 55.1 มม. และความหนาของลำเท่ากับ 10.1 และ 5.71 มม. ไผ่ซางนวลจัดเป็นไผ่ขนาดกลาง

ไผ่รวกดำ

ผลการศึกษาค่ากลสมบัติ (Table 1-2)

1. มอดุลัสแตกร้าว ในส่วนโคน และส่วนปลายของลำไผ่รวกดำ มีค่ามอดุลัสแตกร้าวในสภาวะแห้งเท่ากับ 135 และ 159 เมกะปาสคาล หรือ 1,373 และ 1,618 กก/ซม^2 ตามลำดับ ส่วนในสภาวะเปียก ไผ่รวกดำส่วนโคน และส่วนปลายมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 140 และ 148 เมกะปาสคาล หรือ 1,433 และ 1,514 กก/ซม^2 ตามลำดับ ไผ่รวกดำมีค่าความแข็งแรงเทียบเท่าไม้เนื้อแข็งตามมาตรฐานกรมป่าไม้ นั่นคือมีค่าความแข็งแรงตั้งแต่ 100 เมกะปาสคาล หรือ 1,000 กก/ซม^2 ขึ้นไป (สุชาติ และคณะ, 2547)

2. ความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูป ไผ่รวกดำส่วนโคน และส่วนปลายมีค่าความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูปในสภาวะแห้งเท่ากับ 61.9 และ 93.6 เมกะปาสคาล หรือ 632 และ 958 กก/ซม^2 ตามลำดับ ขณะที่ค่าดังกล่าวที่ส่วนโคน และส่วนปลายในสภาวะเปียกเท่ากับ 51.2 และ 79.1 เมกะปาสคาล หรือ 523 และ 807 กก/ซม^2 ตามลำดับ ค่านี้เมื่อเทียบกับค่ามอดุลัสแตกร้าวแล้ว พบว่ามีค่าประมาณ 35-60 เปอร์เซ็นต์ ไผ่รวกดำจึงมีช่วงการยืดหยุ่นปานกลาง

3. มอดุลัสยืดหยุ่น ไผ่รวกดำในสภาวะแห้งส่วนโคนและส่วนปลายมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นเท่ากับ 31,400 และ 58,000 เมกะปาสคาล หรือ 320,600 และ 591,100 กก/ซม^2 ตามลำดับ และในสภาพเปียกมีค่ามอดุลัสยืดหยุ่นที่ส่วนโคน และส่วนปลายเท่ากับ 38,600 และ 61,500 เมกะปาสคาล หรือ 393,900 และ 627,100 กก/ซม^2 ตามลำดับ อัตราส่วนระหว่างค่ามอดุลัสยืดหยุ่นกับค่ามอดุลัส

แตกร้าว (MOE/MOR) ของไผ่รวกดำ มีค่าประมาณ 250–400 ซึ่งถือว่ามีค่าสูงมาก ไผ่รวกดำจึงมีค่าความแข็งตึงหรือความดื้อที่สูง

4. แรงเฉือน ไผ่รวกดำบริเวณข้อในสภาพแห้ง มีค่าแรงเฉือนของลำเฉลี่ย 7.90 และ 9.58 เมกะปาสคาล หรือ 80.6 และ 97.7 กก/ซม^2 ในส่วนโคน และส่วนปลาย ตามลำดับ ส่วนในสภาวะเปียก มีค่าแรงเฉือนเฉลี่ย 6.57 และ 8.71 เมกะปาสคาล หรือ 67.0 และ 88.8 กก/ซม^2 ตามลำดับ ส่วนในบริเวณปล้อง ไผ่รวกดำมีค่าแรงเฉือนในส่วนโคน และส่วนปลายที่สภาวะแห้งแล้วเฉลี่ย 9.29 และ 8.73 เมกะปาสคาล หรือ 94.7 และ 89.0 กก/ซม^2 ตามลำดับ และในสภาวะเปียกมีค่าแรงเฉือนเท่ากับ 7.61 และ 7.66 เมกะปาสคาล หรือ 77.6 และ 78.1 กก/ซม^2 ตามลำดับ ค่าแรงเฉือนของไผ่รวกดำในส่วนของปล้อง มีค่าที่สูงกว่าส่วนของข้อ

5. แรงอัด ไผ่รวกดำในสภาวะแห้งมีค่าแรงอัดส่วนโคน และส่วนปลายของลำ เฉลี่ย 63.3 และ 70.5 เมกะปาสคาล หรือ 646 และ 719 กก/ซม^2 ตามลำดับ ในสภาวะเปียกมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 49.5 และ 56.2 เมกะปาสคาล หรือ 505 และ 573 กก/ซม^2 ตามลำดับ ค่าแรงอัดของไผ่รวกดำส่วนโคนจะมีค่าต่ำกว่าส่วนปลาย เล็กน้อย

6. แรงดึง ในส่วนโคน และส่วนปลายในสภาวะแห้ง ไผ่รวกดำมีค่าแรงดึงเฉลี่ย 150 และ 213 เมกะปาสคาล หรือ 1,531 และ 2,175 กก/ซม^2 ตามลำดับ ส่วนในสภาวะเปียก ไผ่รวกดำมีค่าแรงดึงดังกล่าวเฉลี่ย 116 และ 125 เมกะปาสคาล หรือ 1,185 และ 1,273 กก/ซม^2 ตามลำดับ

ผลการศึกษาค่าสกายสมบัติ (Table 3)

1. การหดตัว ไผ่รวกดำที่ส่วนโคน และส่วนปลายของลำ มีค่าการหดตัวในด้านต่างๆจากสภาวะสดจนถึงสภาวะอบแห้งตามลำดับคือ การหดตัวด้านความหนาของลำเฉลี่ย 2.66 และ 2.88 เปอร์เซ็นต์ การหดตัวด้านความยาวเฉลี่ย 0.06 และ 0.18 เปอร์เซ็นต์ การหดตัวด้านเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 5.94 และ 5.06 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการหดตัวด้านปริมาตรเท่ากับ 9.22 และ 8.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การหดตัวด้านต่างๆ ของไผ่รวกดำส่วนล่างจะสูงกว่าไผ่ส่วนบน

2. ความถ่วงจำเพาะ ไผ่รวกดำที่ส่วนโคน และส่วนปลาย มีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 0.768 และ 0.784 ตามลำดับ

3. ความแน่น ในสภาวะแห้ง ไผ่รวกดำส่วนโคน และส่วนปลาย มีค่าความแน่นเท่ากับ 832 และ 837 กก/ม^3 ตามลำดับ ไผ่รวกดำเป็นไผ่ที่มีน้ำหนักค่อนข้างมาก

4. ความชื้นที่จุดหมาดของไผ่รวกดำเฉลี่ยส่วนโคนและส่วนปลายเท่ากับ 31 และ 27 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

5. ขนาดต่างๆของลำไผ่ ไผ่รวกดำมีขนาดต่างๆ ในส่วนโคน และส่วนปลายเรียงตามลำดับคือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย 58.0 และ 51.6 มม. เส้นผ่าศูนย์กลางภายในลำเฉลี่ย 29.8 และ 37.2 มม. ส่วนขนาดความหนาของลำไผ่เฉลี่ยเท่ากับ 14.1 และ 7.39 มม. ไผ่รวกดำมีขนาดของลำขนาดใหญ่ปานกลาง

ไผ่มันหมู

ผลการศึกษากลสมบัติ (Table 1-2)

1. มอดุลัสแตกร้าว ไผ่มันหมูมีค่ามอดุลัสแตกร้าวในสภาวะแห้งและเปียกเท่ากับ 95.0 และ 94.4 เมกะปาสคาล หรือ 969 และ 963 กก/ซม^2 ตามลำดับ จะเห็นว่าไผ่มันหมูมีค่ามอดุลัสแตกร้าวซึ่งเป็นค่าความแข็งแรงระหว่าง 60-100 เมกะปาสคาล หรือ 600-1,000 กก/ซม^2 ซึ่งอยู่ในกลุ่มไม้ที่มีความแข็งแรงปานกลางมาตรฐานกรมป่าไม้ (สุชาติ และคณะ. 2547)

2. ความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูป ไผ่มันหมูมีค่าดังกล่าวในสภาวะแห้งและเปียกเท่ากัน คือ 43.3 เมกะปาสคาล หรือ 442 กก/ซม^2 เมื่อเทียบกับค่ามอดุลัสแตกร้าวแล้ว มีค่าประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ จึงถือว่ามีช่วงการยืดหยุ่นปานกลาง

3. มอดุลัสยืดหยุ่น ในสภาวะแห้งและเปียก ไผ่มันหมูมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 21,700 และ 21,300 เมกะปาสคาล หรือ 221,800 และ 217,600 กก/ซม^2 ตามลำดับ ค่า MOE/MOR ประมาณ 200-250 จึงถือว่าไผ่มันหมูมีค่าความดื้อหรือความแข็งตึงที่สูง เมื่อเทียบกับไม้ทั่วไป

4. แรงเฉือน ไผ่มันหมูในส่วนที่ติดข้อ มีค่าแรงเฉือนในสภาวะแห้งและเปียกเท่ากับ 9.52 และ 9.07 เมกะปาสคาล หรือ 97.1 และ 92.5 กก/ซม^2 และส่วนที่เป็นปล้อง มีค่าแรงเฉือนในสภาวะดังกล่าวเท่ากับ 9.71 และ 8.98 เมกะปาสคาล หรือ 99.0 และ 91.5 กก/ซม^2 ตามลำดับ ค่าแรงเฉือนของไผ่มันหมูส่วนติดข้อและส่วนที่เป็นปล้องมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก

5. แรงอัด ในสภาวะแห้งและเปียก ไผ่มันหมูมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 54.0 และ 47.8 เมกะปาสคาล หรือ 551 และ 487 กก/ซม^2 ตามลำดับ

6. แรงดึง ของไผ่มันหมูในสภาวะแห้งและสภาวะเปียก มีค่าแรงดึงเฉลี่ย 121 และ 87.5 เมกะปาสคาล หรือ 1,235 และ 892 กก/ซม^2 ตามลำดับ

ผลการศึกษาสกายสมบัติ (Table 3)

1. การหดตัว ไผ่มันหมูมีการหดตัวในสภาวะสดจนถึงสภาวะอบแห้ง ในด้านความหนา ความยาว เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก และด้านปริมาตรเท่ากับ 6.09, 0.11, 4.48 และ 10.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นว่าไผ่มันหมูมีการหดตัวทุกด้านค่อนข้างสูง

2. ความถ่วงจำเพาะ เท่ากับ 0.784 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

3. ความแน่น ในสภาวะแห้งเท่ากับ 834 กก/ม^3

4. ความชื้นที่จุดหมาด มีค่าประมาณ 26 เปอร์เซ็นต์

5. ขนาดต่างๆของลำไผ่ ไผ่เลี้ยงหวานมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก เส้นผ่าศูนย์กลางภายในลำ และความหนาของลำเฉลี่ยเท่ากับ 73.5, 61.1 และ 6.18 มม. ตามลำดับ ไผ่มันหมูเป็นไผ่ที่มีขนาดของลำขนาดใหญ่ปานกลาง

ไผ่กิมซุง

ผลการศึกษาค่ากลสมบัติ (Table 1-2)

1. มอดุลัสแตกร้าว ไผ่กิมซุงมีค่ามอดุลัสแตกร้าวในสภาวะแห้งและเปียกเฉลี่ยเท่ากับ 120 และ 102 เมกะปาสคาล หรือ 1,219 และ 1,045 กก/ซม^2 ตามลำดับ จากตัวเลขดังกล่าว เห็นได้ว่าไผ่กิมซุงเป็นไผ่ที่มีความแข็งแรงในเกณฑ์สูง

2. ความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูป ไผ่กิมซุงมีค่าความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูปในสภาวะแห้งและสภาวะเปียกเฉลี่ยเท่ากับ 63.5 และ 54.0 เมกะปาสคาล หรือ 647 และ 550 กก/ซม^2 ตามลำดับ เมื่อเทียบค่าความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูปกับค่ามอดุลัสแตกร้าวของไผ่กิมซุงแล้ว มีค่าประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ถือว่ามีช่วงการยืดหยุ่นปานกลาง

3. มอดุลัสยืดหยุ่น ไผ่กิมซุงมีค่าดังกล่าว ในสภาวะแห้งและเปียกเท่ากับ 61,000 และ 38,100 เมกะปาสคาล หรือ 622,200 และ 389,000 กก/ซม^2 ตามลำดับ ไผ่กิมซุงมีค่าความดื้อหรือความแข็งตึงที่สูงมาก

4. แรงเฉือน ไผ่กิมซุงมีค่าแรงเฉือนบริเวณข้อในสภาวะแห้งและเปียกเท่ากับ 13.7 และ 6.55 เมกะปาสคาล หรือ 139 และ 67.0 กก/ซม^2 ตามลำดับ ส่วนบริเวณปล้องมีค่าดังกล่าวตามลำดับ คือ 14.8 และ 9.83 เมกะปาสคาล หรือ 151 และ 100 กก/ซม^2

5. แรงอัด ไผ่กิมซุงในสภาวะแห้งและเปียกมีค่าแรงอัดเฉลี่ย 54.4 และ 35.8 เมกะปาสคาล หรือ 554 และ 365 กก/ซม^2 ตามลำดับ ค่าแรงอัดของไผ่กิมซุงมีค่าใกล้เคียงกับไผ่มันหมู แต่ต่ำกว่าไผ่ซางนวลและไผ่รวกดำ

6. แรงดึง ค่าแรงดึงของไผ่กิมซุงในสภาวะแห้งและเปียก มีค่าเฉลี่ย 135 และ 71.7 เมกะปาสคาล หรือ 1,376 และ 751 กก/ซม^2 ตามลำดับ

ผลการศึกษาค่าสกายสมบัติ (Table 3)

1. การหดตัว ไผ่กิมซุงมีอัตราการหดตัวจากสภาวะสดสู่สภาวะอบแห้ง ในด้านต่างๆคือ ด้านความหนา ความยาว เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก และด้านปริมาตร เท่ากับ 5.50, 0.10, 3.99 และ 9.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2. ความถ่วงจำเพาะของไผ่กิมซุงเท่ากับ 0.651

3. ความแน่นในสภาวะแห้งของไผ่กิมซุงเท่ากับ 744 กก/ม^3 ไผ่กิมซุงจัดเป็นไผ่ที่มีน้ำหนักปานกลาง แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า ความแน่นของไผ่กิมซุง ต่ำกว่าไผ่อีก 3 ชนิดที่ทำการทดสอบเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากการที่เกษตรกรผู้ปลูกไผ่กิมซุง มีวัตถุประสงค์เพื่อการบริโภคหน่อไม้ จึงทำการบำรุงรักษาไผ่ที่ปลูกไว้อย่างดี ลำไผ่จึงมีการเจริญเติบโตรวดเร็ว ความแน่นจึงต่ำ

4. ความชื้นที่จุดหมาดของไผ่กิมซุง มีค่าประมาณ 31 เปอร์เซ็นต์

5. ขนาดต่างๆของลำไผ่ ไผ่กิมซุงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก เส้นผ่าศูนย์กลางภายในและความหนาของลำเฉลี่ยเท่ากับ 69.9, 43.2 และ 13.3 มม. ตามลำดับ ไผ่กิมซุงเป็นไผ่ที่มีขนาดโตปานกลาง

วิจารณ์ผล

จากค่าความแข็งแรง ซึ่งในที่นี้หมายถึงค่ามอดุลัสแตกร้าวของไผ่ที่ทำการศึกษา ทั้ง 4 ชนิด เมื่อดูจากความแข็งแรงในสภาวะแห้ง แล้วเทียบกับมาตรฐานไม้เนื้อแข็งของกรมป่าไม้พบว่า ไผ่ซางนวล ไผ่รวกดำ และและไผ่กิมซุงเทียบเท่ากลุ่มไม้เนื้อแข็ง ส่วนไผ่มันหมูเทียบเท่ากลุ่มไม้เนื้อแข็งปานกลาง

ค่าความเค้นที่ขีดจำกัดคืนรูปของไม้ไผ่ที่ทำการศึกษา เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามอดุลัสแตกร้าวสำหรับไผ่ซางนวลเฉลี่ยประมาณ 35–40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่ต่ำ แสดงว่าไผ่ซางนวลมีช่วงการยืดหยุ่นที่สั้น ทำให้ช่วงการอ่อนตัวที่ยาว อันเป็นลักษณะของไม้ที่มีความเหนียว ส่วนไผ่อีก 3 ชนิด คือไผ่รวกดำ ไผ่มันหมู และไผ่กิมซุง มีค่าดังกล่าวปานกลาง คือประมาณ 40–60 เปอร์เซ็นต์

อัตราส่วนระหว่างค่ามอดุลัสยืดหยุ่นต่อค่ามอดุลัสแตกร้าวของไม้โดยทั่วไป จะมีค่าประมาณ 100 แต่จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ไผ่ที่ทำการทดสอบทั้ง 4 ชนิด มีค่าดังกล่าว 200–500 ซึ่งเป็นค่าที่สูงมาก อาจเนื่องมาจากการที่ไผ่มีลักษณะโครงสร้างเป็นไฟเบอร์ยาวมากๆ และในการทดสอบความแข็งแรงของไม้ไผ่ จะทำการทดสอบลงบนส่วนของข้อ จึงทำให้ค่าความดื้อ หรือมอดุลัสยืดหยุ่นสูงตามไปด้วย

ค่าแรงเฉือนที่ได้จากการทดสอบครั้งนี้พบว่า ไผ่ทั้ง 4 ชนิด ค่าแรงเฉือนตรงข้อจะมีค่าใกล้เคียงกับแรงเฉือนตรงปล้อง ส่วนค่าแรงอัดนั้น ไผ่ทั้ง 4 ชนิด มีค่าอัดที่ใกล้เคียงกัน ส่วนค่าแรงดึงนั้น จากตัวเลขที่ได้จะเห็นว่า ไผ่ซางนวลและไผ่รวกดำ สามารถรับแรงดึงไม้ได้สูงกว่าไผ่มันหมูและไผ่กิมซุงอย่างเห็นได้ชัด

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

species	part	modulus of rupture (MOR) (Mpa)		stress at proportional limit (Mpa)		modulus of elasticity (MOE) (x100 Mpa)		shearing (Mpa)				compression(Mpa)		Tension (Mpa)	
								node		internode		internode		node	
		green	air dry	green	air dry	green	air dry	green	air dry	green	air dry	green	air dry	green	air dry
Dendrocalamus sericeus Munro	bottom	129	152	43.6	54.4	246	292	7.18	12.4	7.65	14.6	48.5	57.7	191	261
	top	171	189	65.5	91.6	409	650	8.29	15.1	8.80	14.9	55.5	62.7	194	244
Bambusa sp	bottom	140	135	51.2	61.9	386	314	6.57	7.90	7.61	9.29	49.5	63.3	116	150
	top	148	159	79.1	93.6	615	580	8.71	9.58	7.66	8.73	56.2	70.5	125	213
Dendrocalamus brandisii Kurz	all	94.4	95.0	43.3	43.3	213	217	9.07	9.52	8.98	9.71	47.8	54.0	87.5	121
Dendrocalamus latiflorus Munro	all	102	120	54.0	63.5	381	610	6.55	13.7	9.83	14.8	35.8	54.4	73.7	135

Table 2. The mechanical properties of some bamboo species (Metric units)

species	part	modulus of rupture (MOR) (kg/cm^2)		stress at proportional limit (kg/cm^2)		modulus of elasticity (MOE) ($x100kg/cm^2$)		shearing (kg/cm^2)				compression (kg/cm^2)		tension (kg/cm^2)	
								node		internode		internode		node	
		green	air dry	green	air dry	green	air dry	green	air dry	green	air dry	green	air dry	green	air dry
Dendrocalamus sericeus Munro	bottom	1315	1548	444	555	2507	2979	73.2	126	78.0	149	495	588	1947	2660
	top	1748	1923	668	934	4173	6623	84.5	154	89.7	152	566	639	1980	2486
Bambusa sp	bottom	1433	1373	523	632	3939	3206	67.0	80.6	77.6	94.7	505	646	1185	1531
	top	1514	1618	807	958	6271	5911	88.8	97.7	78.1	89.0	573	719	1273	2175
Dendrocalamus brandisii Kurz	all	963	969	442	442	2176	2218	92.5	97.1	91.5	99.0	487	551	892	1235
Dendrocalamus latiflorus Munro	all	1045	1219	550	647	3890	6222	67.0	139	100	151	365	554	751	1376

Table 3. The physical properties of some bamboo species

species	part	shrinkage (%)				specific gravity	density (kg/m^3)	FSP (%)	outer diameter (mm.)	inner diameter (mm.)	thickness (mm.)
		thickness	length	diameter	volume						
Dendrocalamus sericeus Munro	bottom	7.83	0.04	8.78	13.98	0.727	788	35	80.6	60.4	10.1
	top	4.36	0.05	5.64	9.57	0.796	852	28	66.5	55.1	5.71
Bambusa sp	bottom	2.66	0.06	5.94	9.22	0.768	832	31	58.0	29.8	14.1
	top	2.88	0.18	5.06	8.30	0.784	837	27	51.6	37.2	7.39
Dendrocalamus brandisii Kurz	all	6.09	0.11	4.48	10.26	0.784	834	26	73.5	61.1	6.18
Dendrocalamus latiflorus Munro	all	5.50	0.10	3.99	9.03	0.651	744	31	69.9	43.2	13.3

Figure 1 The conductions under the project.

การหดตัวด้านต่างๆ ของไผ่นั้นพบว่า การหดตัวด้านความยาวของไผ่แต่ละชนิดจะมีค่าต่ำมาก การหดตัวด้านความหนาลำมีค่าใกล้เคียงกับการหดตัวด้านเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก การหดตัวด้านต่างๆ จะมีผลต่อการหดตัวด้านปริมาตรด้วย ไผ่ทั้ง 4 ชนิด จะมีค่าการหดตัวที่ใกล้เคียงกัน

ค่าความถ่วงจำเพาะและความแน่นของไผ่ที่ทำการทดสอบนั้น จะเห็นว่าไผ่ซางนวล ไผ่รวกดำ และไผ่มันหมู จะมีค่าความถ่วงจำเพาะสูงกว่าไผ่กิมซุง ทำให้มีความแน่นสูงกว่าด้วย เนื่องจากไผ่กิมซุงเป็นไผ่ที่ปลูกเพื่อรับประทานหน่อเป็นหลัก ทำให้ได้รับการเอาใจใส่จากเกษตรกรผู้ปลูกมาก จึงมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าไผ่ชนิดอื่นๆ จึงทำให้มีค่าความแน่นและค่าความถ่วงจำเพาะต่ำ ในขณะเดียวกันค่าความความชื้นที่จุดหมาด ของไผ่ทั้ง 4 ชนิด มีค่าระหว่าง 27–35 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าไม้ทั่วไปเล็กน้อย

สรุปผล

จากผลการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของไผ่ทั้ง 4 ชนิด พบว่า ไผ่มีค่าความแข็งแรง (มอดุลัสแตกร้าว) อยู่ในระดับเดียวกันกับไม้ทั่วไป แต่มีค่าความแข็งตึง (มอดุลัสยืดหยุ่น) ที่สูงกว่า ไผ่จึงเป็นไม้ที่มีความดื้อ ทำให้ต้านทานการเสียรูปสูง สำหรับการรับแรงเฉือนและแรงอัดของไม้ไผ่ดังกล่าว มีค่าใกล้เคียงกับไม้เนื้อแข็งและไม้เนื้อแข็งปานกลางทั่วไป ส่วนการรับแรงดึง ไผ่ซางนวลและไผ่รวกดำมีการรับแรงดึงที่สูง จึงน่านำมาจะใช้งานรับแรงดึงได้ดี การหดตัวของไผ่มีค่าใกล้เคียงกับไม้ทั่วไป และไผ่มักมีน้ำหนักเบา สรุปแล้วสามารถนำไผ่ไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างชั่วคราวได้ เนื่องจากมีความแข็งแรงใกล้เคียงไม้ทั่วไป เมื่อนำไปอาบน้ำยาก็สามารถยืดอายุการใช้งานได้ยาวนานขึ้น ไผ่มีข้อได้เปรียบคือหาได้ง่าย ราคาถูก ประหยัด แปรรูปง่าย แต่มีข้อเสียเปรียบคือ ไผ่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เท่ากันตลอดทั่วลำ ทำให้การใช้งานไผ่ทั้งลำนั้นไม่สามารถกำหนดขนาดไม้ให้ได้ตามความต้องการได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ทำการวิจัย ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่อนุเคราะห์ให้ใช้ห้องปฏิบัติการในการทดสอบดัดสถิตของไม้ไผ่ ศูนย์ส่งเสริมพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ไม้ขนาดเล็กและของป่าจังหวัดราชบุรี ที่ช่วยในการแปรรูปตัวอย่างไม้ เกษตรกรผู้ปลูกในท้องที่ที่เก็บตัวอย่างไม้ และขอขอบคุณกรมป่าไม้ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยดังนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

ณรงค์ โทณานนท์, ศิริ เจือวิจิตรจันทร์, สุชาติ ไทยเพ็ชร์ และศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์. 2528. ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้. 176 หน้า.

บุญส่ง สมเพาะ, อนงคณี เรือนทิพย์, บางรักษ์ เชษฐสิงห์, เชาวลิตร วงศ์ศรีแก้ว, ภัทร์สินี วงศ์ศรีแก้ว, เทพประสิทธิ์ เทียวประสงค์ และวรศิลป์ แอ๊วสกุลทอง. 2556. คุณสมบัติและลักษณะโครงสร้างไม้ไผ่บางชนิด. สำนักวิจัยและพัฒนาป่าไม้ กรมป่าไม้. 26 หน้า.

ประเชิญ สร้อยทองคำ. 2548. แนวทางการจัดการและการใช้ประโยชน์ไม้ไผ่. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้. 121 หน้า.

รุ่งนภา พัฒนวิบูลย์, ประเสริฐ สอนสถาพรกุล, ภูสิน เกตานนท์ และสุทัศน์ เล้าสกุล. 2545. การปลูกสร้างและบำรุงรักษาสวนป่า. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

พงศ์ โสโน, สงคราม ตรังรัฏฐพิทย์ และ ศิริ เจือวิจิตรจันทร์. 2517. ปริมาณความชื้น การหดตัว ความถ่วงจำเพาะ และช่องว่างในไม้ไทย. กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สราวุธ สังข์แก้ว, อัจฉรา ตีระวัฒนานนท์ และ กิตติศักดิ์ จินดาวงศ์. 2554. ไผ่ในเมืองไทย. ศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านไผ่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์., กรุงเทพฯ. 263 หน้า.

สุชาติ ไทยเพ็ชร์, เกรียงศักดิ์ เสพย์ธรรม, ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์, อุทารัตน์ ภู่ไพบูลย์, วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์, บุญส่ง สมเพาะ, วิเชียร ปิยาจารประเสริฐ และบางรักษ์ เชษฐสิงห์. 2547. คุณลักษณะของไม้ไทย. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพญ. 306 หน้า.

Thaipetch, S. and B. Sompoh. 2004. Physical and Mechanical Properties of Five Bamboo Species in Thailand. Royal Forest Department, Bangkok.

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