

สมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ 5 ชนิด ที่ผ่านการอบแห้ง Mechanical Properties of Five Species Dried Bamboo

ธวัชชัย อุ่นใจจอม* นฤมล มณีอินตา วรวัฒน์ ปัญญาคำ

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

128 ถนนห้วยแก้ว ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50230

Thawatchai Ounjaijom* Naruamol Manee-inta Worawat Punyacum

Department of Mechanical Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai

128 Huay Kaew Road, Muang, Chiang Mai, 50300

*Corresponding author: Email: tounjaijom@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติเชิงกลของชิ้นงานไม้ไผ่ที่นิยมนำมาใช้ประโยชน์ จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ ไผ่รวก ไผ่ตง ไผ่สีกุส ไผ่ซาง และไผ่เลี้ยง โดยนำชิ้นงานไม้ไผ่จากส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลายของลำต้น มาผ่านการอบแห้งเพื่อกำจัดความชื้นออกจากเนื้อไม้ ชิ้นงานไม้ไผ่ที่ผ่านการอบแห้งแล้วจะถูกนำไปทดสอบโดยการให้ภาระดึง ภาระกด และภาระดัด ด้วยเครื่องทดสอบสากล เพื่อหาค่าสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ ผลการศึกษาพบว่าไม้ไผ่เลี้ยงมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานในการรับแรงต่างๆ เนื่องจากมีความต้านทานแรงสูงกว่าไม้ไผ่ชนิดอื่น โดยมีความต้านทานแรงดึงสูงสุด 124.05 MPa ความต้านทานแรงอัดสูงสุด 92.29 MPa ความต้านทานแรงดัดสูงสุด 265.47 MPa และมีค่ามอดูลัสความยืดหยุ่น 13.17 GPa ตามลำดับ

คำสำคัญ: ไม้ไผ่, สมบัติเชิงกล, มอดูลัสของความยืดหยุ่น

ABSTRACT

The purpose of this research is to study the mechanical properties of five popular bamboo species, i. e., *Pai Ruak* (*Thyrsostachys siamensis*), *Pai Tong* (*Dendrocalamus asper*), *Pai See Suk* (*Bambusa blumeana*), *Pai Sang* (*Dendrocalamus strictus*), and *Pai Liang* (*Bambusa sp.*). Three parts of bamboo culm, i.e. parts from the bottom, middle and top, were used as specimens. These specimens were dried in order to remove moisture content from the wood. Each dried bamboo specimen was tested under either tensile, compressive or bending load using the Universal Testing Machine. This process was to evaluate the bamboos mechanical properties. The result shows that mechanical properties of *Pai Liang* are in higher than other species. The maximum tensile strength, compressive strength, bending strength, and modulus of elasticity are 124.05 MPa, 92.29 MPa, 265.47 MPa, and 13.17 GPa, respectively.

Keyword: Bamboo, Mechanical Properties, Modulus of Elasticity

1. บทนำ

ไม้ไผ่เป็นพืชเอนกประสงค์ที่อยู่คู่กับมนุษย์มาช้านาน เนื่องจากสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายส่วนตั้งแต่หน่อไม้จนถึงลำต้น เช่น การนำหน่อไม้มาเป็นอาหาร การนำส่วนของลำต้นมาทำเครื่องใช้ไม้สอย เช่น ค้ำจอบ ตะกร้าสาน ฝ้ายนั่งและเพดาน หรือนำมาใช้ในงานโครงสร้าง เช่น การทำนั่งร้าน หรือโครงสร้างของที่พักอาศัย จากการศึกษาของ ปรัชญาและรวี [1] พบว่าสำหรับประเทศไทยนั้นพบว่ามีไม้ไผ่มากกว่า 69 ชนิด ใน 13 สกุล กระจายตัวอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ โดยจะพบในภาคกลางมากที่สุด 458,500 ไร่ รองลงมาคือภาคอีสาน 248,312 ไร่ ภาคเหนือ 125,500 ไร่ ภาคตะวันออก 97,875 ไร่ และภาคใต้ 9,437 ไร่ [2]

ไม้ไผ่มีลักษณะที่แตกต่างจากไม้เนื้อแข็งทั่วไปเนื่องจากมีลักษณะเป็นท่อนทงกระบอกกลวงและถูกแบ่งด้วยข้อที่ระยะต่างๆ ตลอดความยาวของลำต้น โครงสร้างของเนื้อไม้ไผ่ประกอบไปด้วยเซลล์พาเรนไคมา (Parenchyma Cells) 60% กลุ่มเส้นใย (Fiber) 40% และเวสเซลและซีฟทิวบ์ (Vessels and Sieve Tubes) 10% ที่เรียงตัวตามแนวยาวของลำต้น แต่ไม่มีกลุ่มเส้นใยตามแนวรัศมี หรือตามแนวเส้นรอบวง [3] โดยที่ความหนาแน่นของกลุ่มเส้นใยจะมีค่ามากที่สุดบริเวณใกล้กับผิวด้านนอก และจะค่อยๆ ลดลงจนถึงบริเวณผิวด้านใน ซึ่งส่งผลให้ลำไม้ไผ่สามารถยืนต้นและต้านทานแรงลมได้ดีโดยไม่เกิดการแตกหัก [4]

การนำไม้ไผ่ไปใช้งานในด้านโครงสร้างนั้นจำเป็นที่จะต้องทราบถึงสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่แต่ละชนิด เพื่อที่จะทำให้เกิดประโยชน์ได้สูงสุดสำหรับไม้ไผ่ที่มีอยู่ในประเทศไทยนั้นได้มีการศึกษาถึงสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ชนิดต่างๆ บ้างแล้ว เช่น รุติกุล [5] ได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของไม้ไผ่ตงจากจังหวัดปราจีนบุรี พบว่าไม้ไผ่ตงมีความขึ้นตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำ มีความถ่วงจำเพาะปานกลาง มีการหดตัวค่อนข้างน้อย เมื่อเทียบกับไม้ทั่วๆ ไป แต่มีสมบัติเชิงกลสูงมาก โดยเฉพาะความแข็งแรงในการต้านแรงดึงขนานเส้นมีค่าสูงกว่าไม้ชนิดอื่น และสมบัติเชิงกลต่างๆ ยังสม่ำเสมอ ตั้งแต่ส่วนโคน

ถึงส่วนปลาย จากรายงานการศึกษาการจัดการและการใช้ประโยชน์จากไม้ไผ่อย่างยั่งยืน [6] ได้ศึกษาสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ในประเทศจำนวน 5 ชนิด พบว่าไผ่สีสุกและไผ่ไร่ มีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดสูงกว่าไผ่ชนิดอื่น นอกจากนี้ สราวุธ [7] ได้ทดสอบหาสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่แต่ละชนิดในแต่ละศูนย์พัฒนาโครงการหลวงในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดเชียงราย ด้วยวิธีการทดสอบแรงดึง แรงอัด แรงดัด พบว่าสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ขึ้นอยู่กับชนิด อายุ สภาพแวดล้อม และอิทธิพลจากความชื้น มงคล และพิเชษฐ์ [8] ได้ศึกษาอิทธิพลของข้อปล้อง ขนาดหน้าตัด และปริมาณความชื้นต่อกำลังรับแรงดึงของไม้ไผ่ตงและไผ่สีสุก พบว่ากำลังรับแรงดึงบริเวณข้อปล้องของไม้ไผ่ตงและไผ่สีสุกมีค่าต่ำกว่ากำลังรับแรงดึงบริเวณกลางปล้องประมาณ 1.1 – 2.0 เท่า ผลกระทบของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ขนาดเล็กให้ค่ากำลังรับแรงดึงบริเวณกลางปล้องสูงกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ 3.65 และ 3.14 เท่า ตามลำดับ ส่วนอิทธิพลของความชื้นในไม้ไผ่แสดงให้เห็นว่า ไม้ไผ่ที่มีความชื้นต่ำจะให้กำลังรับแรงดึงสูงกว่าไม้ไผ่ที่มีความชื้นสูงร้อยละ 9.4 – 31.7

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าการศึกษาสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่นั้นเป็นการศึกษาไม้ไผ่สดที่ยังคงมีความชื้นอยู่ในเนื้อไม้ ซึ่งส่งผลให้สมบัติเชิงกลที่ได้นั้นยังคงได้รับอิทธิพลจากความชื้นในเนื้อไม้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงศึกษาสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ที่ผ่านการอบแห้ง เพื่อเป็นการกำจัดผลของความชื้นที่มีต่อสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ ภายใต้สมมติฐานที่ว่าไม้ไผ่ที่ผ่านการอบแห้งแล้วจะมีสมบัติเชิงกลที่ดีกว่าไม้ไผ่สด

2. อุปกรณ์และวิธีการ

ในการศึกษาสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ในครั้งนี้ เลือกใช้ไม้ไผ่จำนวน 5 ชนิด ที่มีอายุประมาณ 3-5 ปี ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ ไผ่รวก (*Thyrsostachys siamensis*) ไผ่ตง (*Dendrocalamus asper*) ไผ่สีสุก (*Bambusa blumeana*) ไผ่ขาง (*Dendrocalamus strictus*) และไผ่เลี้ยง (*Bambusa sp.*) นำไม้ไผ่แต่ละชนิดมาตัดออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ ส่วนโคนลำต้น ส่วนกลางลำ

ต้น และส่วนปลายลำต้น จากนั้นทำการผ่าซีกๆ ตามแนวเส้นใยเพื่อลอกผิวด้านในและผิวด้านนอกออกด้านละประมาณไม่เกิน 1 มิลลิเมตร ทั้ง 3 ส่วน นำซีกไม้ไฟที่ผ่านการลอกผิวแล้วไปอบแห้งเพื่อกำจัดความชื้นออกจากเนื้อไม้ด้วยตู้อบแห้งยี่ห้อ Binder รุ่น ED-FD ดังแสดงในรูปที่ 1 ที่อุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ จากนั้นทำการอบขึ้นไม้ไฟและชั่งมวลขึ้นไม้ไฟทุกๆ 6 ชั่วโมง เพื่อตรวจสอบมวลและเนื้อไม้ไฟไม่ให้เกิดการปริแตกเนื่องจากการอบแห้ง จนครบ 24 ชั่วโมง จึงทำการชั่งมวลขึ้นไม้ไฟทุกๆ 1 ชั่วโมง จนกระทั่งมวลขึ้นไม้ไฟไม่มีการเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 0.01 กรัม ตามมาตรฐานของ ISO/DIS 22157 [9] ไม้ไฟที่ผ่านการอบแห้งแล้วจะถูกเก็บไว้ในอุปกรณ์ควบคุมความชื้นเพื่อนำไปทำชิ้นทดลองต่อไป

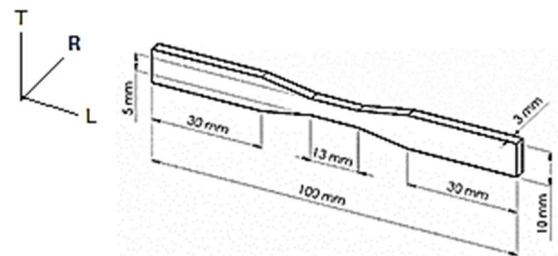


รูปที่ 1 ตู้อบแห้งยี่ห้อ Binder รุ่น ED-FD

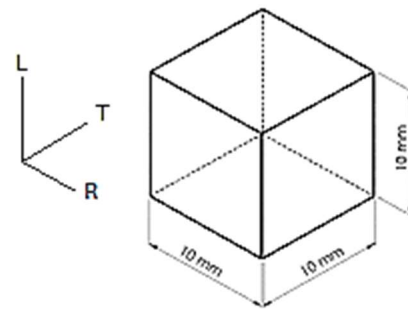
ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงสมบัติเชิงกลตามแนวเส้นใยของไม้ไฟด้วยเครื่องทดสอบสากลยี่ห้อ Hounsfield รุ่น H50KS ความแม่นยำในการวัดค่าแรง $\pm 0.5\%$ ของค่าแรงที่วัดได้ ดังแสดงในรูปที่ 2 ตามวิธีการของ ISO/DIS 22157 [9] ได้แก่ ความต้านทานแรงดึงสูงสุด ความต้านทานแรงอัดสูงสุด ความต้านทานแรงดัดสูงสุด และมอดูลัสของความยืดหยุ่นของไม้ไฟ 5 ชนิด ทั้งส่วนโคนลำต้น ส่วนกลางลำต้น และส่วนปลายลำต้น โดยที่ชิ้นทดลองในการทดสอบมีขนาดตามแนวเส้นใย (Longitudinal, L) ตามแนวรัศมี (Radial, R) และตามแนวเส้นสัมผัส (Transverse, T) ดังแสดงในรูปที่ 3 ถึงรูปที่ 5



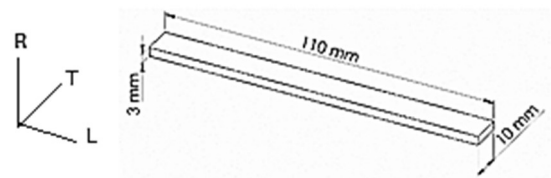
รูปที่ 2 เครื่องทดสอบสากล Hounsfield รุ่น H50KS



รูปที่ 3 ขนาดของชิ้นทดลองความต้านทานแรงดึงสูงสุด



รูปที่ 4 ขนาดของชิ้นทดลองความต้านทานแรงอัดสูงสุด



รูปที่ 5 ขนาดของชิ้นทดลองความต้านทานแรงดัดสูงสุด

ชิ้นทดลองที่ผ่านการตัดด้วยเลื่อยวงเดือนและผ่านการขัดแต่งผิวด้วยกระดาษทรายจนได้ขนาดของชิ้นทดสอบตามที่ต้องการแล้วจะถูกนำไปทดสอบหาค่าความ

ด้านแรงดึงสูงสุด ความต้านทานแรงอัดสูงสุด ความต้านทานแรงดัดสูงสุด และมอดูลัสของความยืดหยุ่นของไม้ไม้แต่ละชนิด โดยใช้ชิ้นทดลองในส่วนโคนลำต้นชนิดละ 9 ชิ้นต่อการทดสอบ ส่วนกลางลำต้นชนิดละ 9 ชิ้นต่อการทดสอบ และส่วนปลายลำต้นชนิดละ 9 ชิ้นต่อการทดสอบตามลำดับ เพื่อใช้ในการทดสอบซ้ำในแต่ละการทดสอบและแต่ละตำแหน่งของลำต้นจำนวน 9 ครั้ง โดยกำหนดให้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัวจับของเครื่องทดสอบสากลในการทดสอบดึงและกดมีค่าเท่ากับ 0.01 mm/sec และในการทดสอบดัดมีค่าเท่ากับ 0.5 mm/sec ค่าของภาระและระยะการเปลี่ยนรูปที่ได้จากการทดสอบจะถูกบันทึกไว้ในโปรแกรมสำเร็จรูป QMATtestzone[®] เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาค่าสมบัติเชิงกลของไม้ต่อไป

การหาค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด ทดสอบด้วยวิธีการดึง (Tensile Test) ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ (1) คือ

$$\sigma_{ut} = \frac{F_{ut}}{A} \quad (1)$$

เมื่อ σ_{ut} คือ ความต้านทานแรงดึงสูงสุด (หน่วย MPa), F_{ut} คือ ภาระดึงสูงสุด (หน่วย N), และ A คือ พื้นที่หน้าตัดที่รับภาระ (หน่วย mm²) ตามลำดับ

การหาค่าความต้านทานแรงอัดสูงสุด ทดสอบด้วยวิธีการกด (Compressive Test) ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ (2) คือ

$$\sigma_{uc} = \frac{F_{uc}}{A} \quad (2)$$

เมื่อ σ_{uc} คือ ความต้านทานแรงอัดสูงสุด (หน่วย MPa), และ F_{uc} คือ ภาระกดสูงสุด (หน่วย N) ตามลำดับ

การหาค่าความต้านทานแรงดัดสูงสุดและมอดูลัสของความยืดหยุ่น สามารถหาได้จากการทดสอบด้วยวิธีการดัด 3 จุด (3 Point Bending Test) ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ (3) และ (4) คือ

$$\sigma_{ub} = \frac{3F_{ub}L}{2bh^2} \quad (3)$$

$$E = \frac{F_{ub}L^3}{48yl} \quad (4)$$

เมื่อ σ_{ub} คือ ความต้านทานแรงดัดสูงสุด (หน่วย MPa), E คือ มอดูลัสของความยืดหยุ่น (หน่วย GPa), F_{ub} คือ ภาระดัดสูงสุด (หน่วย N), L คือ ความยาวระหว่างจุดรองรับของชิ้นทดสอบ (90 mm) b คือ ความกว้างของหน้าตัดของชิ้นทดสอบ (หน่วย mm), h คือ ความสูงของหน้าตัดของชิ้นทดสอบ (หน่วย mm), y คือ ระยะการแอ่นสูงสุดของชิ้นทดสอบ (หน่วย mm), และ I คือ โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดลอง (หน่วย mm⁴) ($I = bh^3/12$) ตามลำดับ

3. ผลและวิจารณ์

ผลที่ได้จากการทดสอบหาค่าการทดสอบถูกนำมาหาค่าความต้านแรงดึงได้จากสมการที่ (1) ความต้านทานแรงอัดสูงสุดได้จากสมการที่ (2) ความต้านทานแรงดัดสูงสุดได้จากสมการที่ (3) และมอดูลัสของความยืดหยุ่นจากสมการที่ (4) ของไม้ไม้แต่ละชนิด ซึ่งสามารถสรุปได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 จากผลการทดสอบสมบัติเชิงกลของไม้ไม้ที่ผ่านการอบแห้งทั้ง 5 ชนิดนั้น พบว่ามีสมบัติเชิงกลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าที่สูงกว่าไม้ไม้ที่อยู่ในสภาพสดที่ได้จากการศึกษาของ Thaipetch [6] ซึ่งจะเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนเมื่อพิจารณาถึงความต้านทานแรงดัดสูงสุด เช่น ไม้ตง 190.92 MPa (84 MPa) ไม้สีสุก 200.42 MPa (92 MPa) ไม้ซาง 239.17 MPa (83 MPa) และไม้เลียง 265.47 MPa (81 MPa) โดยตัวเลขในวงเล็บคือความต้านทานแรงดัดสูงสุดที่ได้จากการศึกษาของ Thaipetch [6] สังเกตได้ว่าเนื้อไม้ส่วนโคนของลำต้นไม้ไม้ทั้ง 5 ชนิดมีความสามารถในการต้านทานแรงต่างๆ ได้ต่ำกว่าส่วนอื่นๆ ส่วนเนื้อไม้บริเวณส่วนกลางลำต้นมีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดและความต้านทานแรงอัดสูงสุดมากกว่าส่วนปลายและส่วนโคนของลำต้นอันเนื่องมาจากส่วนกลางลำต้นที่มีระยะห่างระหว่างข้อมากกว่าส่วนอื่นๆ

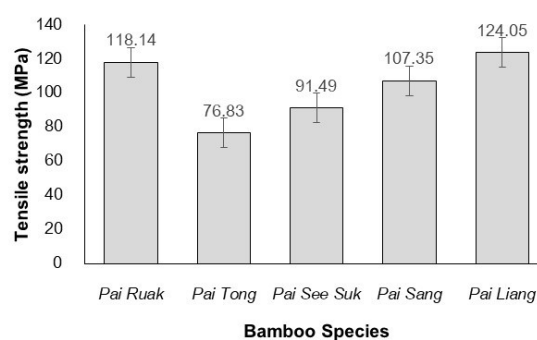
ตารางที่ 1 สมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ทั้ง 5 ชนิด ที่ผ่านการอบแห้ง

ชนิด	ตำแหน่ง	Tensile Strength (MPa)	Compressive Strength (MPa)	Bending Strength (MPa)	Modulus of Elasticity (GPa)
ไผ่รวก <i>Thyrsostachys siamensis</i>	โคน	108.62	80.27	189.63	7.83
	กลาง	130.33	88.53	205.88	8.27
	ปลาย	115.47	80.53	228.75	9.44
	เฉลี่ย	118.14 (11.1)	83.11 (4.7)	208.08 (19.7)	8.51 (0.8)
ไผ่ตง <i>Dendrocalamus asper</i>	โคน	52.64	46.00	186.75	10.17
	กลาง	90.18	60.68	185.13	11.23
	ปลาย	87.69	54.93	200.88	12.59
	เฉลี่ย	76.83 (20.9)	53.87 (7.4)	190.92 (8.7)	11.33 (1.2)
ไผ่สีสุก <i>Bambusa blumeana</i>	โคน	83.61	82.97	196.75	5.43
	กลาง	103.20	85.57	201.25	7.09
	ปลาย	87.64	84.97	203.25	8.54
	เฉลี่ย	91.49 (10.3)	84.50 (1.4)	200.42 (3.3)	7.02 (1.6)
ไผ่ซาง <i>Dendrocalamus strictus</i>	โคน	103.91	74.57	214.13	11.18
	กลาง	109.51	79.91	251.25	11.61
	ปลาย	108.62	79.06	252.13	11.84
	เฉลี่ย	107.35 (3.0)	77.85 (2.9)	239.17 (21.6)	11.54 (0.3)
ไผ่เลี้ยง <i>Bambusa sp.</i>	โคน	113.22	82.13	232.63	12.21
	กลาง	131.00	101.46	260.00	12.99
	ปลาย	127.92	93.27	303.78	14.30
	เฉลี่ย	124.05 (9.5)	92.29 (9.7)	265.47 (35.9)	13.17 (1.1)

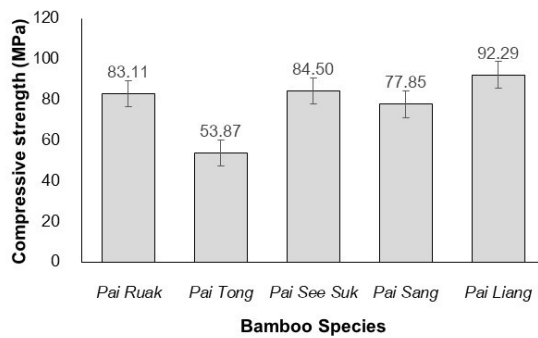
หมายเหตุ : () * Standard Deviation

และเนื้อไม้ส่วนปลายของลำต้นมีความสามารถในการต้านทานแรงดัดและค่ามอดูลัสของความยืดหยุ่นของไม้ไผ่มากกว่าส่วนกลางและส่วนโคน ตามลำดับ อันเนื่องมาจากความหนาแน่นของเส้นใยบริเวณผิวด้านนอกมีค่ามากและจะค่อยๆ ลดลงไปตามความหนาของเนื้อไม้ ดังข้อมูลจากรายงานการศึกษาของนิรันดร์ [4]

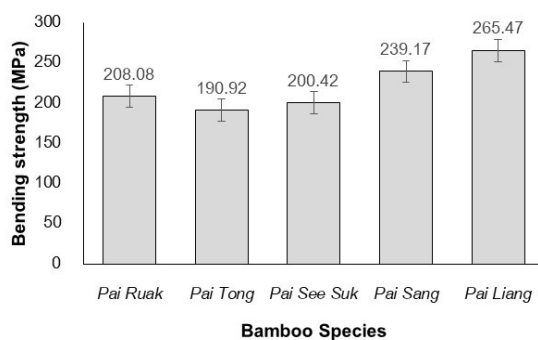
สมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ที่ผ่านการอบแห้งทั้ง 5 ชนิด ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำมาเปรียบเทียบดังแสดงได้ในรูปที่ 6-9 ได้ดังนี้



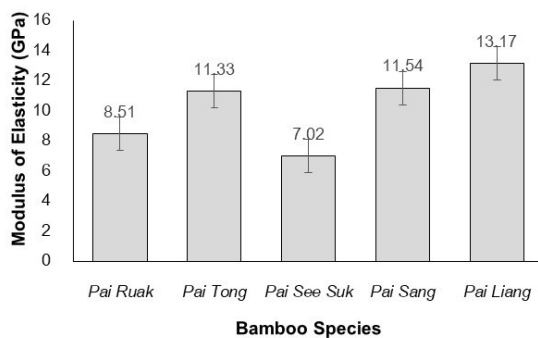
รูปที่ 6 ความต้านทานแรงดึงสูงสุดของไม้ไผ่ 5 ชนิด



รูปที่ 7 ความต้านทานแรงอัดสูงสุดของไม้ไผ่ 5 ชนิด



รูปที่ 8 ความต้านทานแรงดัดสูงสุดของไม้ไผ่ 5 ชนิด



รูปที่ 9 ค่ามอดูลัสของความยืดหยุ่นของไม้ไผ่ 5 ชนิด

จากผลการเปรียบเทียบค่าความต้านทานแรงดึงในรูปที่ 6 พบว่าไผ่เลี้ยงและไผ่รวกมีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดเฉลี่ยสูงกว่าไม้ไผ่ชนิดอื่น (124.05 MPa และ 118.14 MPa ตามลำดับ) ไผ่ชางมีค่าเฉลี่ยปานกลาง (107.35 MPa) ส่วนไผ่สีสุกและไผ่ตงมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าไม้ไผ่ชนิดอื่น (91.49 MPa และ 76.83 MPa ตามลำดับ) ส่วนผลการเปรียบเทียบค่าความต้านทานแรงอัดสูงสุดเฉลี่ยในรูปที่ 7 พบว่าไม้ไผ่ทุกชนิดมีค่าความต้านทานแรงอัดน้อย

กว่าความต้านทานแรงชนิดอื่นเนื่องจากลักษณะทางกายภาพของเส้นใย (Fiber) ของไม้ไผ่ที่เรียงตัวตามแนวยาวของลำต้นโดยที่ไม่มีการเรียงตัวในแนวรัศมี ทำให้เมื่อได้รับแรงอัดในแนวแกน เส้นใยของเนื้อไม้จะเกิดการโก่งงอ (Bulking) และเสียหายได้ง่าย ซึ่งจากผลการเปรียบเทียบพบว่าทั้งไผ่เลี้ยง ไผ่สีสุก ไผ่รวก และไผ่ชาง มีค่าความต้านทานแรงอัดค่อนข้างสูง (92.29 MPa, 84.50 MPa, 81.11 MPa และ 77.85 MPa ตามลำดับ) ส่วนไผ่ตงมีความสามารถในการรับแรงอัดได้น้อยกว่าไม้ชนิดอื่น (53.87 MPa) ผลจากการเปรียบเทียบค่าความต้านทานแรงดัดสูงสุดในรูปที่ 8 พบว่าไผ่เลี้ยงมีค่าความต้านทานแรงดัดมากที่สุด (265.47 MPa) ตามด้วยไผ่ชาง (239.17 MPa) ไผ่รวก (208.08 MPa) ไผ่สีสุก (200.42 MPa) และไผ่ตง (190.92 MPa) ตามลำดับ ส่วนค่ามอดูลัสของความยืดหยุ่นเฉลี่ยในรูปที่ 9 พบว่าไผ่เลี้ยง ไผ่ชาง และไผ่ตงมีค่ามอดูลัสของความยืดหยุ่นเฉลี่ยที่แตกต่างกันไม่มากนัก (13.17 GPa, 11.54 GPa และ 11.33 GPa ตามลำดับ) ส่วนไผ่รวกและไผ่สีสุกมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าไม้ชนิดอื่น (8.51 GPa และ 7.02 GPa ตามลำดับ)

สมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ที่ผ่านการอบแห้งทั้ง 5 ชนิดนี้เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Thaipetch [6] นั้นพบว่าไม้ไผ่ตงที่อยู่ในสภาพสดจะให้ค่ามอดูลัสของความยืดหยุ่นเฉลี่ยที่สูงกว่าไม้ไผ่ชนิดอื่นๆ แต่จากการศึกษาในครั้งนี้ซึ่งใช้ชิ้นทดสอบที่ผ่านการอบแห้งแล้วนั้นพบว่าไม้ไผ่เลี้ยงให้ค่ามอดูลัสของความยืดหยุ่นเฉลี่ยที่สูงกว่าไผ่ตง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของความชื้นที่มีต่อสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ เมื่อความชื้นในเนื้อไม้ถูกทำให้หมดไปส่งผลให้เนื้อไม้มีค่าความต้านทานเชิงกลเพิ่มขึ้น นอกจากนี้อาจเกิดจากการที่เนื้อไม้ไผ่ชนิดเดียวกันอาจมีปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อสมบัติเชิงกลแตกต่างกันได้ เช่น ลักษณะของดินที่ปลูก สภาพภูมิประเทศ หรืออายุของเนื้อไม้ เป็นต้น จึงส่งผลให้ข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้แตกต่างกับงานวิจัยที่ผ่านมา

4. สรุป

จากผลการศึกษาสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ 5 ชนิด ที่ผ่านการอบแห้งมีสมบัติเชิงกลที่ดีกว่าไม้ไผ่สดที่ได้ตั้งสมมติฐานไว้ข้างต้น โดยพบว่าไม้ไผ่เลี้ยงมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานในลักษณะต่างๆ ได้ดี เนื่องจากมีค่าความต้านทานแรงดึง แรงอัด แรงดัด และมอดุลัสของความยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงกว่าไม้ไผ่ชนิดอื่นๆ แต่เมื่อพิจารณาถึงการรับแรงอัดนั้นพบว่าไม้ไผ่ทั้ง 5 ชนิด ที่นำมาศึกษาในครั้งนี้มีค่าความต้านทานแรงอัดน้อยกว่าการรับแรงดึงและดัด ดังนั้นเมื่อนำไม้ไผ่ไปใช้งานที่มีลักษณะการรับแรงอัดนั้นผู้ใช้งานควรพิจารณาถึงสมบัติเชิงกลในด้านนี้ด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณห้องวิจัยและปฏิบัติการสมบัติทางกลของวัสดุทางการเกษตร สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ และโรงฝึกฝีมือสาขาวิชาออกแบบเครื่องเรือน คณะศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างสูง

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ปรัชญา ยังวัฒนา และระวี ถาวร. “ความหลากหลายชนิดและการใช้ประโยชน์ไม้ในประเทศไทย”. *เอกสารประกอบการประชุมแลกเปลี่ยน ไม้กับวิถีชีวิตคนไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ และรูปแบบการจัดการของท้องถิ่น*, 2557, หน้า 10-18.
- [2] สุริย์ ภูมิภมร. “ไม้กับวิถีชุมชนท้องถิ่นไทย”. *เอกสารประกอบการประชุมแลกเปลี่ยน ไม้กับวิถีชีวิตคนไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ และรูปแบบการจัดการของท้องถิ่น*, 2557, หน้า 19-27.
- [3] Liese, W. , “ The Structure of Bamboo in Relation to its Properties and Utilization” . *Bamboo and its use International Symposium on Industrial use of Bamboo*, Beijing, CHINA, December 1992, pp. 7-11.
- [4] นิรันดร์ มาแทน. “ไม้: นวัตกรรมเอกของธรรมชาติ”. *WOODSPHERE*. ปีที่ 1. ฉบับที่ 3, ธันวาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546, 3.
- [5] ฐิติกุล ภาคศิริ. “สมบัติทางกายภาพและเชิงกลของไม้ไผ่ตง”. *กรุงเทพมหานคร: ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย*, 2540.
- [6] Thaipetch, S. , “ Physical and Mechanical Properties of Five Bamboo Species in Thailand” . *Final Technical Report: Sustainable Management and Utilization from Bamboo*. Royal Forest Department, International Tropical Timber Organization, Bangkok, Thailand, September 2004. pp. 41-45.
- [7] ศราวุธ สีขาว. *การทดสอบสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่*. วิทยานิพนธ์อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต. หลักสูตรเทคโนโลยีเครื่องกล, สาขาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 2550.
- [8] มงคล นามลักษณ์ และ พิเชษฐ์ เมฆแสน. “อิทธิพลของข้อปล้อง ขนาดหน้าตัด และปริมาณความชื้นต่อกำลังรับแรงดึงของไม้ไผ่”. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม*. ฉบับที่ 9, เล่มที่ 2, พฤษภาคม-สิงหาคม, 2557, หน้า 84-96.
- [9] ISO/ DIS 22157. *International Standard. Determination of Physical and Mechanical Properties of Bamboo*, 2004.