

สมบัติของลำไผ่บางชนิดซึ่งปลูกที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

Properties of some Bamboo Culms Planted at the Royal Agricultural Station Angkhang

นิคม แหยมลัก¹
อัจฉริยะ โชติพันธ์¹

Nikhom Laemsak¹
Aujchariya Chotikhun¹

¹ ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Forest Products, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

ABSTRACT

The objectives of this study were to determine the physical and mechanical properties from bamboos planted at the Royal Agricultural Station Angkhang, Chiang Mai. The specimens were consisted of 3 years old of 4 bamboo species, i.e. *Bambusa oldhamii*, *Dendrocalamus latiflorus*, *Dendrocalamus brandisii* and *Dendrocalamus hamiltonii*. The results indicated that culm properties varied between species of bamboo variables (culm length, internodes length, diameter at breast height and culm wall thickness). *D.hamiltonii* had highest properties but lowest moisture content after cutting. On the other hand, *B. oldhamii* had the highest moisture content after cutting. All of the specimens of bamboos were cut and dried by air seasoning for 75 days until approaching equilibrium moisture content (EMC). Strength of bamboos, in terms of compression and shearing parallel to grain, Modulus of Rupture (MOR) and Modulus of Elasticity (MOE) showed that *B.hamiltonii* had highest strength. Comparison of mechanical properties of bamboo between wet and dry culm conditions, the results showed that dry culm condition had better mechanical properties than those of wet culm condition.

Key words: culm properties, *Bambusa oldhamii*, *Dendrocalamus latiflorus*, *Dendrocalamus brandisii*, *Dendrocalamus hamiltonii*

บทคัดย่อ

การศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์และสมบัติเชิงกลของลำไผ่ซึ่งปลูกที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง มูลนิธิโครงการหลวง 4 ชนิด ได้แก่ ไผ่หอย (*Bambusa oldhamii*) ไผ่หวานอ่างขาง (*Dendrocalamus latiflorus*) ไผ่บงใหญ่ (*D. brandisii*) และ ไผ่หก (*D. hamiltonii*) ที่มีอายุ 3 ปี จากการเปรียบเทียบสมบัติต่างๆ พบว่า สมบัติทางฟิสิกส์ ไผ่หก มีค่าเฉลี่ยทางความยาวของลำ ความยาวปล้อง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และความหนาของเนื้อไม้มากที่สุด แต่มีปริมาณความชื้นในเนื้อไม้หลังตัดใหม่น้อยที่สุด ซึ่งไผ่หอย มีปริมาณความชื้นในเนื้อไม้หลังตัดใหม่มากที่สุด หลังจากการตัดลำไผ่ การนำลำไผ่ไปผึ่งในกระแสดอากาศเพื่อให้ลำไผ่มีปริมาณความชื้นสมดุลเท่ากับความชื้นสมดุลเฉลี่ยของอากาศ ใช้เวลา 75 วัน สำหรับสมบัติ

เชิงกล ใผ่หก ให้ค่าแรงอัด แรงเฉือนขนานเส้น ค้ำมอดูลัสการแตกร้าว (Modulus of Rupture : MOR) และค้ำมอดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity : MOE) มากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบสมบัติเชิงกลระหว่างลำใผ่สภาพสดกับลำใผ่สภาพแห้งของใผ่ทั้ง 4 ชนิด พบว่า ลำใผ่สภาพแห้งมีสมบัติเชิงกลที่ดีกว่าลำใผ่สภาพสดทุกรายการ

คำสำคัญ: สมบัติของลำใผ่ ใผ่หก ใผ่หวานอ่างขาง ใผ่บงใหญ่ ใผ่หก

คำนำ

ใผ่ จัดว่าเป็นพืชอเนกประสงค์ชนิดหนึ่ง ที่มีความสัมพันธ์กับชีวิตและความเป็นอยู่ของคนไทยมาแต่โบราณ ส่วนของไม้ใผ่ที่ให้ประโยชน์แก่มนุษย์อย่างมหาศาล คือหน่อและลำโดยเฉพาะอย่างยิ่งชาวชนบทที่รู้จักนำเอาลำใผ่มาใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย หรือใช้เป็นวัสดุค้ำสำหรับ อุตสาหกรรมในครัวเรือน ตลอดจนรู้จักการนำหน่อมาบริโภคในรูปแบบต่าง ๆ นอกจากนี้ใผ่ยังเป็นวัสดุค้ำที่สำคัญชนิดหนึ่งในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น อุตสาหกรรมกระดาษและเยื่อกระดาษ ใผ่เป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตเร็วอย่างน่าอัศจรรย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหน่อใผ่ บางชนิดมีการพุ่งตัวได้สูงถึง 90 - 120 เซนติเมตรภายในเวลา 24 ชั่วโมง นอกจากนั้น ใผ่ยังเป็นพืชที่ค่อนข้างจะลืกลบ กล่าวคือไม่มีใครสามารถคาดคะเนอายุหรือเวลาในการออกดอกของไม้ใผ่ในป่าธรรมชาติได้อย่าง ถูกต้อง มนุษย์รู้จักใผ่และการใช้ประโยชน์จากใผ่เป็นอย่างดี ในขณะยังขาดมาตรการในการอนุรักษ์ อีกทั้งการศึกษาค้นคว้าและวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของใผ่ และการจัดการทรัพยากร ใผ่ยังเป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องกระทำต่อไปในอนาคต เพื่อตอบสนองความต้องการทั้งทางตรงและทางอ้อมอย่างต่อเนื่องและถาวรสืบไป

ใผ่มีถิ่นกำเนิดและการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวางเกือบทุกส่วนของโลก ทั้งในเขตหนาว เขตอบอุ่น (temperates) และเขตร้อน (tropics) ซึ่งใผ่ทั่วโลกเท่าที่รู้ในปัจจุบันมีอยู่ 75 สกุล 1,250 ชนิด ใผ่มีเหง้าอยู่ใต้ดินเพื่อทำหน้าที่สะสมอาหารและส่งอาหารไปเลี้ยงลำ ค้ำที่ปรากฏอยู่ข้างๆ ของเหง้าจะมีการพัฒนาไปเป็นหน่อและลำใผ่ แต่การแตกหน่อนั้นขึ้นกับชนิดพันธุ์ตลอดจนชนิดดินและปริมาณน้ำเป็นหลัก (ชาญชัย, 2544)

ในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางมีแปลงปลูกสวนใผ่อยู่เป็นจำนวนมากเพื่อใช้ประโยชน์จากลำและหน่อ สถานีเกษตรหลวงอ่างขางได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของพืชเศรษฐกิจชนิดนี้ ซึ่งในสถานีได้ทำการทดลองปลูกใผ่พันธุ์ต่างๆ เช่น ใผ่หก (*Bambusa oldhamii*) ใผ่หวานอ่างขาง (*Dendrocalamus latiflorus*) ใผ่บงใหญ่ (*D. brandisii*) ใผ่หก (*D. hamiltonii*) (นิคม และอลงกรณ์, 2545)

ด้วยสมบัติที่แปรผันตามสภาพภูมิประเทศ ทำให้การนำใผ่แต่ละชนิดแต่ละพื้นที่มาใช้งานนั้น จำเป็นจะต้องทำการศึกษาวิจัยสมบัติทางฟิสิกส์เบื้องต้น ดังต่อไปนี้ ความแข็งแรง การพองตัวและการหดตัว ความถ่วงจำเพาะ ปริมาณความชื้น เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการนำใผ่ไปใช้ประโยชน์และพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องทดสอบสากล (Universal testing machine)
2. อุปกรณ์เก็บข้อมูล (Data acquisition instruments)
3. เตาอบไฟฟ้า (Electric oven)
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Balance)
5. เครื่องมือวัดขนาดอย่างละเอียด (Vernier caliper)
6. เครื่องเลื่อยวงเดือน (Circular saw)
7. เครื่องเลื่อยแขนรัศมี (Radial arm saw)
8. อุปกรณ์ควบคุมสภาวะของบรรยากาศ (Climate conditioning dessicator)
9. อุปกรณ์สำหรับผ่าไม้ใผ่ ได้แก่ มีดและค้อน

วิธีการ

ในการทดสอบหาสมบัติทางฟิสิกส์ ได้ใช้ไม้ไผ่ชนิดต่างๆ เป็นวัสดุในการทดสอบ โดยศึกษาสมบัติ ดังนี้

1. จำนวนปล้องของลำต้น
2. ความยาวปล้อง
3. ความหนาของผนังปล้อง
4. ปริมาณความชื้น (Moisture content)
5. ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity)
6. การหดตัว (Shrinkage)

ได้ทดสอบสมบัติเชิงกล ดังนี้ การคดสถิต (Static bending) อันได้แก่

มอดุลัสการแตกร้าว (Modulus of rupture; MOR)

มอดุลัสการยืดหยุ่น (Modulus of elasticity; MOE)

ความเหนียว (Toughness) และได้ทดสอบค่าการอัดขนานเสี้ยน (Compression parallel to grain) การเฉือนขนานเสี้ยน (Shear parallel to grain)

(บุญนำ และ มยุรี, 2542)

การเตรียมชิ้นไม้ทดสอบ

ใช้ไม้ 4 ชนิด คือ ไม้หยก (*B. oldhamii*) ไม้หวานอ่างช้าง (*D. latiflorus*) ไม้ปงใหญ่ (*D. brandisii*) ไม้หก (*D. hamiltonii*) โดยใช้ชนิดละ 5 ต้นที่อายุ 3 ปี ตัดสุ่มมาจากสถานีเกษตรหลวงอ่างช้าง เมื่อเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2548 โดยนำมาตัดและแปรรูปเป็นชิ้นทดสอบ ที่มีขนาดและวิธีการซึ่งดัดแปลงให้เหมาะสมกับไม้ตามมาตรฐาน ISO 3129-1975 (E) ซึ่งใช้ความหนาของไม้เป็นหลัก

การแบ่งตามความสูงของลำต้น

ตัดไม้ตามความสูงของลำต้นออกเป็น 5-7 ท่อน โดยตัดท่อนละ 1 เมตร และกำหนดให้เป็นท่อนที่ A, B, C, D, E, F และ G ตามลำดับ สำหรับท่อนที่ A นั้นจะทำการตัดสูงจากระดับพื้นดิน 0.30 เมตร (Figure 1)

การแบ่งตามความยาวของท่อน

ตัดไม้เรียงตามลำดับจากส่วนโคนต้นไปยังส่วนปลาย โดยตัดหลบข้อของไม้ไผ่ให้มีขนาดความยาวตามวิธีการทดสอบต่างๆ ดังนี้ (Figure 2)

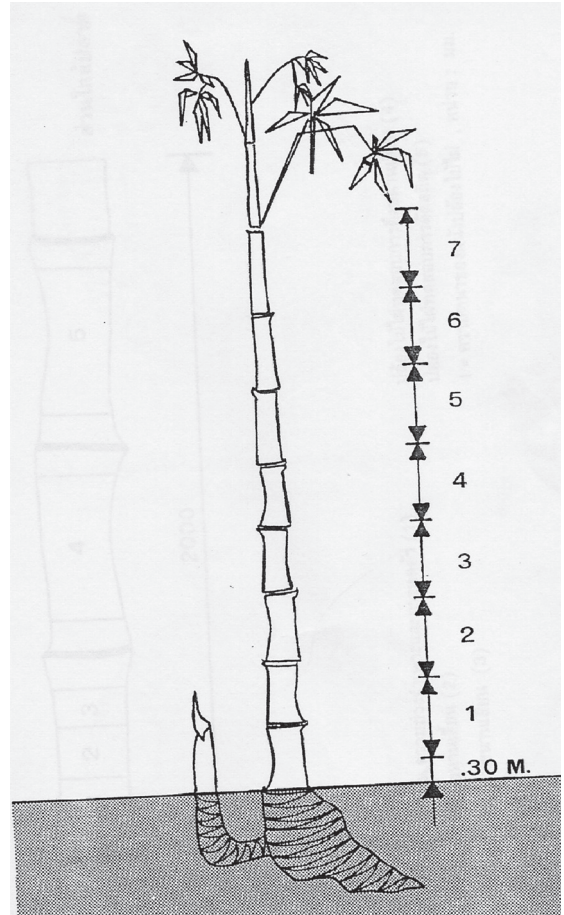


Figure 1. Cutting of longitudinal test of the target bamboos.

(1) ขนาดความยาวของท่อนไม้ไผ่ทดสอบความชื้น, ความถ่วงจำเพาะ และการหดตัว เท่ากับ 20 มิลลิเมตร

(2) ขนาดความยาวของท่อนไม้ไผ่ทดสอบการอัดขนานเสี้ยน เท่ากับ 20 มิลลิเมตร

(3) ขนาดความยาวของท่อนไม้ไผ่ทดสอบการเฉือนขนานเสี้ยนเท่ากับ 20 มิลลิเมตร

(4) ขนาดความยาวของท่อนไม้ไผ่ทดสอบการคดสถิต เท่ากับ 12-16 เท่าของความหนาผนังปล้องและบวกเพิ่มอีก 20 มิลลิเมตร

การแบ่งตามหน้าตัดของลำต้น

(1) ชิ้นไม้สำหรับการทดสอบความชื้น, ความถ่วงจำเพาะ และการหดตัว ขนาดของความหนา และความกว้างของชิ้นไม้จะเท่ากับความหนาของผนังปล้องที่ไม่มี

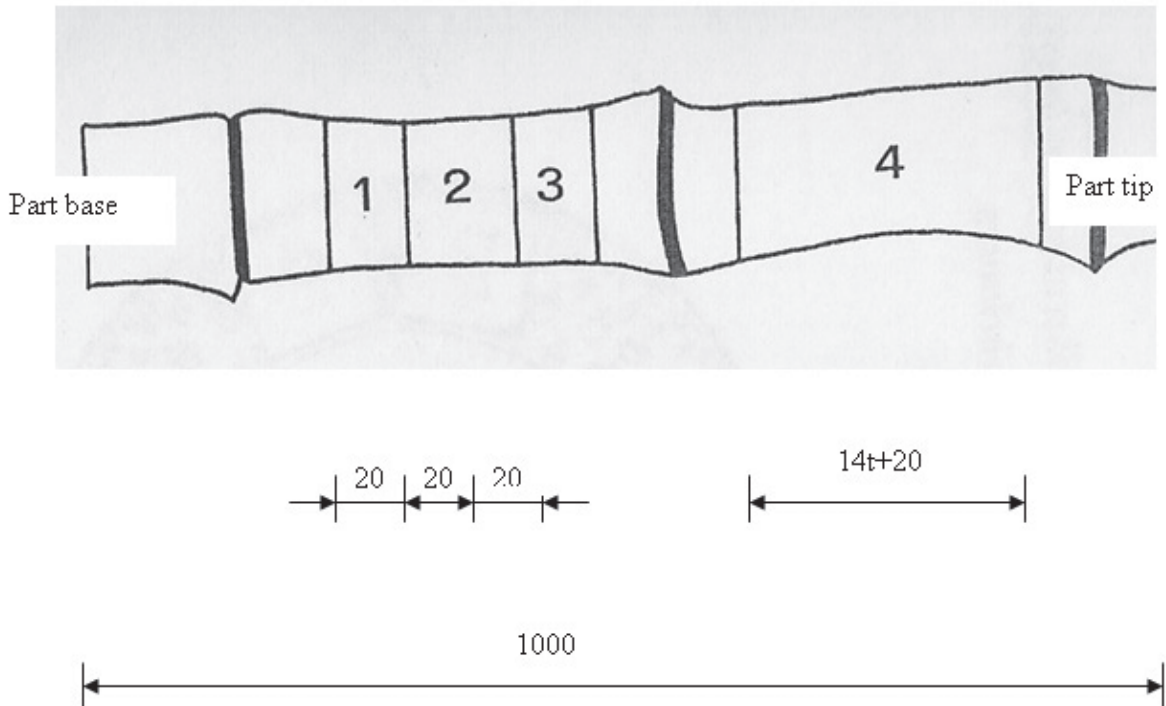


Figure 2. Cutting of longitudinal internodes length
internodes length test , Moisture content, Specific gravity and Shrinkage (1)
internodes length test , Compression parallel to grain (2)
internodes length test , Shearing parallel to grain (3)
internodes length test , Tension parallel to grain (4)
 t = Culm wall thickness, mm.

ส่วนผิวนอกและผิวในในแต่ละท่อนจะมีชิ้นไม้ที่ตัดออกมาตามหน้าตัดของลำต้น จำนวน 4 ชิ้น

(2) ชิ้นไม้สำหรับการทดสอบการอัดขนานเส้น การเนียนขนานเส้น และการดัดสถิติ ขนาดของความหนาและความกว้างของชิ้นไม้จะเท่ากับขนาดของผนังปล้อง ในแต่ละท่อนจะมีชิ้นไม้ที่ตัดออกมาตามหน้าตัดของลำต้น จำนวน 8 ชิ้น

การแบ่งกลุ่มไม้เพื่อการทดสอบ

(1) ชิ้นไม้ทดสอบที่สภาพสด ประกอบด้วยชิ้นไม้ที่กำกับด้วยสัญลักษณ์ คือ A1, B1, C1 และ D1

(2) ชิ้นไม้ทดสอบที่สภาพแห้ง ประกอบด้วยชิ้นไม้ที่กำกับด้วยสัญลักษณ์คือ A2, B2, C2 และ D2

ผลการศึกษา

การทดสอบสมบัติทางฟิสิกส์ของไม้เป้าหมาย 4 ชนิด

การศึกษาลักษณะทั่วไปของลำไม้และการหัดตัว ดังแสดงใน Table 1 และ Table 2

ไม้หยก

ไม้หยกมีความยาวของลำเฉลี่ย 4.72 เมตร ความยาวของปล้องเฉลี่ย 337.4 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของจำนวนปล้องต่อลำ 14 ปล้อง ค่าเฉลี่ยความหนาของผนังปล้อง 6.3 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล้อง 30.1 มิลลิเมตร สำหรับลักษณะกายภาพของไม้ไม้หยก ในสภาพสด ส่วนผิวนอกมีสีเขียวปนเหลือง เมื่อตัดเข้ามาใน

Table 1. Some characteristics of 4 bamboo species planted at the Royal Agricultural Station Angkhang

Species	Culm length (m)	Internodes per culm	Internodes length (m.)	Diameter (mm)	Culm wall Thickness(mm)
<i>B. oldhamii</i>	4.72	14	337.4	30.1	6.3
<i>D. latiflorus</i>	15.87	31	512.0	81.3	7.3
<i>D. brandisii</i>	14.34	31	462.7	76.1	7.1
<i>D. hamiltonii</i>	14.61	26	562.0	86.4	7.6

Table 2. Shrinkage of the target bamboos

Species	Moisture content (%)	Radial(%)	Tangential(%)	Longitudinal(%)
<i>B. oldhamii</i>	12.3	2.45	1.87	0.24
<i>D. latiflorus</i>	12.4	4.61	3.44	0.27
<i>D. brandisii</i>	11.3	4.86	4.25	0.37
<i>D. hamiltonii</i>	11.6	4.19	3.24	0.26

ส่วนกลางที่เป็นเนื้อไม้จะมีสีขาวอมครีม เมื่อทิ้งไว้ให้แห้ง สีของผิวนอกจะเข้มขึ้น โดยจะเกิดสีเหลืองเข้มมากกว่าสภาพสด

ไผ่หวานอ่างขาง

ไผ่หวานจุ่มมีความยาวของลำเฉลี่ย 15.87 เมตร ความยาวของปล้องเฉลี่ย 512.0 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของจำนวนปล้องต่อลำ 31 ปล้อง ค่าเฉลี่ยความหนาของผนังปล้อง 7.3 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล้อง 81.3 มิลลิเมตร สำหรับลักษณะกายภาพของไม้ไผ่หวานอ่างขาง ในสภาพสด ส่วนผิวนอกมีสีเขียวเหลือง เมื่อตัดเข้ามาในส่วนกลางที่เป็นเนื้อไม้จะมีสีเหลือง เมื่อทิ้งไว้ให้แห้งสีของผิวนอกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มขึ้น

ไผ่บงใหญ่

ไผ่บงใหญ่มีความยาวของลำเฉลี่ย 14.34 เมตร ความยาวของปล้องเฉลี่ย 462.7 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของจำนวนปล้องต่อลำ 31 ปล้อง ค่าเฉลี่ยความหนาของผนังปล้อง 7.1 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล้อง 76.1 มิลลิเมตร สำหรับลักษณะกายภาพของไม้ไผ่บงใหญ่ ในสภาพสด ส่วนผิวนอกมีสีเขียว

ปนเหลืองเมื่อตัดเข้ามาในส่วนกลางที่เป็นเนื้อไม้จะมีสีขาวอมครีม เมื่อทิ้งไว้ให้แห้งสีของผิวนอกจะเข้มขึ้น โดยจะเกิดสีเหลืองเข้มมากกว่าสภาพสด

ไผ่หก

ไผ่หกมีความยาวของลำเฉลี่ย 14.61 เมตร ความยาวของปล้องเฉลี่ย 562.0 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของจำนวนปล้องต่อลำ 26 ปล้อง ค่าเฉลี่ยความหนาของผนังปล้อง 7.6 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล้อง 86.4 มิลลิเมตร สำหรับลักษณะกายภาพของไม้ไผ่หกในสภาพสด ส่วนผิวนอกมีสีเขียวเมื่อตัดเข้ามาในส่วนกลางที่เป็นเนื้อไม้จะมีสีขาวอมครีม เมื่อทิ้งไว้ให้แห้งสีของผิวนอกจะเข้มขึ้น โดยจะเกิดสีเหลืองเข้มมากกว่าสภาพสด

การทดสอบสมบัติเชิงกลของไผ่เป้าหมาย 4 ชนิด

จากการทดสอบตามหลักการของมาตรฐาน ISO 3133-1975 (E) ซึ่งได้ทำการทดสอบที่ห้องปฏิบัติการเชิงกลภาคิวิชาวนผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ผลการทดสอบ ดัง Table 3 และ Table 4

Table 3. Mechanical properties of the culm in green condition

Species	Moisture content (%)	Specific gravity	Compression parallel to grain (MPa)	Shearing parallel to grain (MPa)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
<i>B. oldhamii</i>	82.4	0.78	20.46	15.47	99	7,688
<i>D. latiflorus</i>	73.5	0.84	50.62	19.25	98	6,106
<i>D. brandisii</i>	76.1	0.74	31.69	18.94	53	5,187
<i>D. hamiltonii</i>	68.4	0.71	54.83	30.55	107	7,863

Table 4. Mechanical properties of the culm in dry condition

Species	Moisture content (%)	Specific gravity	Compression parallel to grain (MPa)	Shearing parallel to grain (MPa)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
<i>B. oldhamii</i>	11.6	0.51	25.76	22.77	120	8,740
<i>D. latiflorus</i>	12.5	0.56	52.91	23.91	100	9,177
<i>D. brandisii</i>	11.3	0.52	35.46	19.65	69	6,575
<i>D. hamiltonii</i>	12.7	0.59	61.21	35.67	125	9,796

วิจารณ์

จากการศึกษาสมบัติของไม้ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง พบว่าไม้มีความชื้นหลังตัดมาก (ร้อยละ 60-100) หลังการตัดใหม่ (ตัดในช่วงเดือนมีนาคม - มิถุนายน) ดังนั้นในการที่จะนำไม้ไปใช้ประโยชน์ทางด้านการรับแรง จำเป็นต้องมีการนำไม้ไปผึ่งหรืออบให้แห้งเสียก่อน แต่ในการผึ่งหรืออบจะต้องระวังเรื่องของแมลงทำลายไม้ เช่น มอด เพราะจะทำให้ไม้ถูกทำลายโครงสร้าง สมบัติเชิงกลจะลดลงไปด้วย

การทดลองจำเป็นต้องนำไม้ที่ตัดจากสถานีเกษตรหลวงอ่างขางส่งลงมาทดสอบด้วยการบรรจุในถุง ป้องกันความชื้นระเหยออก บางครั้งก็อาจมีการฉีกขาดของถุงบรรจุได้ทำให้ความชื้นคลาดเคลื่อนได้

ไม้จัดว่าเป็นพืชอเนกประสงค์ (multi-purpose species) ทุกส่วนของไม้สามารถใช้ประโยชน์ได้ ทั้งสิ้นทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น หน่อไม้สำหรับการบริโภค เครื่องประดับตกแต่ง เครื่องจักสาน ก่อสร้าง เครื่องดนตรี เชือกกระดาช เป็นต้น

การศึกษาวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำลำไม้มาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง การทำเฟอร์นิเจอร์ ไม้พื้น ไม้บุผนัง เครื่องจักสาน เครื่องตกแต่งบ้าน ตะเกียบ เชือกกระดาช เป็นต้น ซึ่งควรเลือกใช้ลำไม้ที่มีความแข็งแรงสอดคล้องกับชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์นั้นๆ นอกจากนี้ลำไม้ยังมีค่าแรงเฉือนขนานเส้นใยที่ต่ำ จึงควรหลีกเลี่ยงการออกแบบชิ้นส่วนที่ต้องรับแรงเฉือน

สรุป

สมบัติทางฟิสิกส์ของไผ่หูก มีค่าเฉลี่ยทางความยาวของลำ ความยาวปล้อง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และความหนาของเนื้อไม้มากที่สุด แต่มีปริมาณความชื้นในเนื้อไม้หลังตัดใหม่น้อยที่สุด ซึ่งไผ่หูกมีปริมาณ ความชื้นในเนื้อไม้หลังตัดใหม่มากที่สุด หลังจากการตัดลำไผ่สมบัติเชิงกล ไผ่หูกให้ค่าแรงอัด แรงเฉือนขนานเส้น ค้ำอดคู่ลัดการแตกหักและค้ำอดคู่ลัดยืดหยุ่นมากที่สุด สมบัติเชิงกลระหว่างลำไผ่สภาพสดกับลำไผ่สภาพแห้งของไผ่ทั้ง 4 ชนิด พบว่า ลำไผ่สภาพแห้งมีสมบัติเชิงกลที่ดีกว่าลำไผ่สภาพสด

คำนิยาม

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณฝ่ายวิจัย มูลนิธิโครงการหลวง ที่สนับสนุนงบประมาณในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- ชาญชัย งามเจริญ. 2544. ไผ่ พืชสารพัดประโยชน์. สวนป่าชุมชน สำนักส่งเสริมการปลูกป่า. กรุงเทพฯ.
- บุญนำ เกี่ยวข้อง และ มยุรี ดวงเพชร. 2542. คู่มือการทดสอบเชิงกลของไม้. โครงการเผยแพร่ความรู้ทางวนผลิตภัณฑ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- นิคม แหลมลัก และ อลงกรณ์ นุ่มน่วม. 2545. สมบัติและการใช้ประโยชน์จากไม้ตัดสาขายาระยะสวนป่าที่อ่างขาง. รายงานผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวง ประจำปี 2545.