

## นิพนธ์ต้นฉบับ

มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในสวนไผ่ 4 ชนิดที่มีอายุลำต่างกัน  
ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่Aboveground Biomass of 4 Bamboo Plantations in Different Culm Ages at  
Royal Agricultural Station Angkhang, Chiang Mai Provinceอิทธิพงษ์ วรรณลังกา  
รุ่งเรือง พูลศิริ\*  
ลดาว์ลัย พวงจิตรIttipong Wannalangka  
Roongreang Poolsiri\*  
Ladawan Puangchitคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900  
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand  
\*Corresponding Author, E-mail: fforrrp@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 20 พฤษภาคม 2557

รับลงพิมพ์ 2 มิถุนายน 2557

## ABSTRACT

The aboveground biomass of various aged culms bamboo plantations were studied at the Royal Agricultural Station Angkhang, Chiang Mai Province. Four bamboo plantation species were *Bambusa longispatha*, *Dendrocalamus brandisii*, *Dendrocalamus hamiltonii* and *Dendrocalamus latiflorus* with culm aged 1, 2, 3 and 4 years or more. Randomized complete block design (RCBD) was applied. Two sampled plots of 20 m x 20 m size each were laid out in each bamboo plantation species.

The results showed that diameter at breast height of the four age classes were 3.43-3.85 cm for *B. longispatha*, 12.73-13.84 cm for *D. brandisii*, 8.86-9.62 cm for *D. hamiltonii* and 7.13-8.74 cm for *D. latiflorus*, the height growths were 8.75-10.11 m for *B. longispatha*, 20.80-23.34 m for *D. brandisii*, 20.02-21.31 m for *D. hamiltonii* and 10.07-15.13 m for *D. latiflorus*. The highest aboveground biomass of totally four age classes was *D. brandisii* and followed by *D. hamiltonii*, *B. longispatha* and *D. latiflorus* with the values of 87.83, 84.58, 27.39 and 20.82 t ha<sup>-1</sup>, respectively. The aboveground biomass were consisted of culm, branch and leaf with percentages of 80-87, 7-16 and 3-6 respectively.

**Keywords:** aboveground biomass, bamboo plantation, *Dendrocalamus*, *Bambusa*

## บทคัดย่อ

การศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินในสวนไผ่ที่มีอายุลำต่างกัน ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ได้ทำการศึกษาในสวนไผ่ 4 ชนิด ได้แก่ ไผ่บงป่า (*Bambusa longispatha*) ไผ่บงใหญ่ (*Dendrocalamus brandisii*) ไผ่หก (*Dendrocalamus hamiltonii*) และไผ่หวานอ่างขาง (*Dendrocalamus latiflorus*) ที่ลำอายุ 1, 2, 3 และ 4 ปีขึ้นไป ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) โดยวางแผนแปลงขนาด 20×20 เมตร จำนวน 2 แปลง ในแต่ละชนิด

จากผลการศึกษาพบว่า การเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของไผ่บงป่าทั้ง 4 ชั้นอายุมีค่าระหว่าง 3.43-3.85 เซนติเมตร ไผ่บงใหญ่มีค่าระหว่าง 12.73-13.84 เซนติเมตร ไผ่หกมีค่าระหว่าง 8.86-9.62 เซนติเมตร และไผ่หวานอ่างขางมีค่าระหว่าง 7.13-8.74 เซนติเมตร ส่วนการเติบโตทางความสูง ไผ่บงป่ามีค่าระหว่าง 8.75-10.11 เมตร ไผ่บงใหญ่มีค่าระหว่าง 20.80-23.34 เมตร ไผ่หกมีค่าระหว่าง 20.02-21.31 เมตร และไผ่หวานอ่างขางมีค่าระหว่าง 10.07-15.13 เมตร ส่วนมวลชีวภาพรวมทั้ง 4 ชั้นอายุ ไผ่บงใหญ่มีมากที่สุด รองลงมาคือ ไผ่หก ไผ่บงป่า และไผ่หวานอ่างขาง โดยมีค่าเท่ากับ 87.83, 84.58, 27.39 และ 20.82 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ซึ่งเป็นมวลชีวภาพของลำ ร้อยละ 80-87 กิ่งร้อยละ 7-16 และใบร้อยละ 3-6

**คำสำคัญ:** มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน สวนไผ่ *Dendrocalamus Bambusa*

## คำนำ

ไผ่เป็นพืชโตเร็วชนิดหนึ่งที่มีรอบตัดฟันสั้นที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับไม้โตเร็วชนิดอื่น อีกทั้งมีความสามารถในการปรับตัวสูง ทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดีและเติบโตได้ดีกับดินในทุกพื้นที่จึงสามารถพบไผ่เกือบทุกภูมิภาคของโลก โดยเฉพาะบริเวณเขตร้อนและเขตอบอุ่นบางส่วน ในประเทศไทยมีไผ่ที่พบตามธรรมชาติอยู่ 15-20 สกุล ประมาณ 80-100 ชนิด กระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคตามป่าเบญจพรรณหรือป่าผสมผลัดใบและป่าดิบชื้น (Sungkaew *et al.*, 2011)

สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นโครงการหนึ่งที่ตั้งดำเนินงานตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่ว่าด้วยการปลูกป่า 3 อย่าง เพื่อใช้ประโยชน์ 4 อย่าง ซึ่งทรงมีพระราชประสงค์ที่จะฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้และแหล่งต้นน้ำลำธารที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ โดยได้มีการทดลองปลูกสร้างสวนป่าไม้โตเร็วต่างถิ่นหลายชนิด ไผ่เป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่ได้ทำการทดลองปลูกในรูปแบบของการศึกษาวิจัยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 เป็นต้นมา เนื่องจากพื้นที่สถานี

เกษตรหลวงอ่างขางแต่เดิมนั้นไม่มีไผ่ขึ้นอยู่ ในแต่ละปีทางสถานีเกษตรหลวงอ่างขางและประชาชนในพื้นที่ใกล้เคียงต้องการใช้ไผ่เป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่ใช้เป็นไม้ค้ำยันสำหรับไม้ผลขึ้นต้นเมืองหนาว ทางโครงการปลูกป่าบนที่สูง (Highland Reforestation Project) ได้เล็งเห็นความสำคัญดังกล่าว จึงได้ทำการทดลองปลูกไผ่ต่างถิ่นจากได้หวั่นควบคู่กับไผ่ในประเทศไทยหลายชนิด จนปัจจุบันแปลงปลูกไผ่เหล่านี้ได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของ “สวนป่าสาธิตสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง” และไผ่บางชนิดก็ได้จำหน่ายให้สวนสัตว์เชียงใหม่เพื่อใช้เป็นอาหารของหมีแพนด้าตั้งแต่แรกมาจนถึงทุกวันนี้ (Thaiutsa, 2000)

แต่เนื่องจากสถานีเกษตรหลวงอ่างขางได้มีการนำไผ่ออกไปใช้ประโยชน์ทุกปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งไผ่บงป่า ไผ่บงใหญ่ ไผ่หก และไผ่หวานอ่างขาง เป็นต้น ซึ่งในแต่ละปีจึงควรทราบถึงปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในแต่ละชั้นอายุของลำ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณหามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไผ่ 4 ชนิดที่มีอายุลำต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น

ทั้งนี้ผลที่ได้สามารถนำมาใช้หาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการผลผลิตสวนไผ่ของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางได้ในอนาคต

## อุปกรณ์และวิธีการ

### พื้นที่ศึกษา

ดำเนินการศึกษาที่สวนไผ่ในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะภูมิประเทศเป็นแอ่งรูปรีคล้ายกระทะ ประกอบด้วยเขาหินปูน และเขาหินดินดาน ทอดตัวตามแนวเหนือใต้ขนานกัน สภาพภูมิประเทศแบบคาสต์ (Karst topography) (Bhubharuang, 1980) ความลาดชันของพื้นที่ไหล่เขาสองด้านส่วนใหญ่อยู่ระหว่างร้อยละ 15-45 สภาพพื้นที่มีทิศด้านลาดไปทางทิศใต้ (Royal Project Foundation, 2012) ลักษณะดินบริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขางประกอบด้วย กลุ่มดิน 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มดินที่สร้างตัวมาจากการผุพังของหินดินดาน หินทรายแป้ง หรืออาจมีบางส่วนของหินแปรปะปนอยู่บ้าง เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวถึงดินเหนียว อินทรีย์วัตถุสูงมาก ส่วนดินอีกกลุ่มเกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ของหินดินดาน หินปูน และอาจมีหินทรายแป้งปะปนอยู่ด้วย เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียวถึงดินเหนียวปนทรายแป้ง อินทรีย์วัตถุสูงมาก (Bhubharuang, 1980)

ลักษณะภูมิอากาศบริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง มีสภาพภูมิอากาศอบอุ่นและแห้งแล้งในฤดูหนาว อุณหภูมิเฉลี่ย 9.10-25.90 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 17.70 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 32.00 องศาเซลเซียสในเดือนเมษายน และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด -3.00 องศาเซลเซียสในเดือนมกราคม มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,075.00 มิลลิเมตรต่อปี (Royal Agricultural Station Angkhang, 2011)

### การเก็บข้อมูลภาคสนาม

วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) ทำการวางแผนตัวอย่างขนาด 20x20 เมตร ในสวนไผ่ 4 ชนิด

คือ ไผ่บงป่า ไผ่บงใหญ่ ไผ่หก และไผ่หวานอ่างขาง จำนวนชนิดละ 2 แปลง ซึ่งไผ่บงใหญ่ ไผ่หก และไผ่หวานอ่างขาง มีระยะปลูก 5x5 เมตร (64 กอต่อไร่) ในขณะที่ไผ่บงป่า มีระยะปลูก 4x4 เมตร (100 กอต่อไร่) โดยทำการเลือกพื้นที่แปลงทดลองที่มีปัจจัยแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งแปลงทดลองเป็นแปลงปลูกไผ่เมื่อปี พ.ศ. 2536 โดยการขยายพันธุ์ด้วยการแยกเหง้า ดังนั้นกอไผ่ที่ทำการศึกษาในปี พ.ศ. 2556 จึงมีอายุ 20 ปี และการเก็บข้อมูลครั้งนี้ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน พ.ศ. 2556

การเก็บข้อมูลมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน โดยทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height; DBH) ของลำไผ่ทั้ง 4 ชนิด ในแต่ละชั้นอายุ จำนวน 4 ชั้นอายุ คือ 1, 2, 3 และ 4 ปีขึ้นไป ของไผ่ทุกลำในแปลง จากนั้นนำค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่ได้ในแต่ละชั้นอายุมาแจกแจงความถี่จำนวนชั้นอายุละ 5 อันตรภาคชั้น แล้วกำหนดขนาดของค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยในแต่ละอันตรภาคชั้นเป็นลำตัวอย่างที่จะตัด ซึ่งเลือกลำที่จะตัดจำนวนชั้นละ 2 ลำ ทำการตัดลำของไผ่ทั้ง 4 ชนิด ชนิดละ 10 ลำในแต่ละชั้นอายุ ในการศึกษาครั้งนี้ทำการตัดลำไผ่ทั้งหมด 160 ลำ โดยทำการตัดลำไผ่ให้ชิดระดับผิวดินมากที่สุด บันทึกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก แล้วบันทึกน้ำหนักสดของลำกิ่งและใบ จากนั้นทำการสุ่มเก็บตัวอย่างในแต่ละส่วนของไผ่ใส่ในถุงกระดาษที่เตรียมไว้ โดยแยกเป็นตัวอย่างของแต่ละลำ บันทึกน้ำหนักสดเพื่อนำไปคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินต่อไป

### การวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ข้อมูลมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน โดยนำตัวอย่างส่วนต่างๆ ของไผ่มาอบในตู้อบความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่อเนื่อง 24-48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักของตัวอย่างคงที่ ที่ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยาป่าไม้ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แล้วบันทึกน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง เพื่อคำนวณมวลชีวภาพจากสมการของ Satoo and Senda (1958) ดังนี้

$$W = a(D^2H)^b$$

$$\text{หรือ } \log W = \log a + b \log D^2H$$

โดย  $W$  = ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน  
( $W_c$  = ลำ,  $W_b$  = กิ่ง และ  $W_l$  = ใบ)

$D$  = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก

$H$  = ความสูงทั้งหมด

$a, b$  = ค่าคงที่

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการเติบโตและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนต่างๆ ของไม้แต่ละชนิด ตามวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA)

## ผลและวิจารณ์

จากผลการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ทั้ง 4 ชนิด ในแต่ละกอไม้ที่มีลำอายุแตกต่างกัน จำนวน 4 ชั้นอายุ ได้ผลการศึกษาดังนี้

### การเติบโต

#### 1. การเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก

การเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของลำไม้ที่มีอายุ 1, 2, 3 และ 4 ปีขึ้นไปของไม้แต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการเติบโตของลำไม้ทั้ง 4 ชนิด พบว่า ไม้บงใหญ่ทั้ง 4 ชั้นอายุมีค่าเฉลี่ยการเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมากที่สุด รองลงมาคือ ไม้หก ไม้หวานอ่างขาง และ ไม้บงป่า ตามลำดับ (Table 1)

**Table 1** Growth of 4 bamboo plantations in different culm ages at Royal Agricultural Station Angkhang, Chiang Mai province.

Species	Culm age (years)	DBH (cm)	Height (m)	Species	Culm age (years)	DBH (cm)	Height (m)
<i>B. longispatha</i>	1	3.85	9.07	<i>D. hamiltonii</i>	1	9.16	21.31
	2	3.61	10.11		2	8.86	19.51
	3	3.76	9.71		3	9.22	20.46
	≥4	3.43	8.75		≥4	9.62	20.02
F-value		2.21 <sup>ns</sup>	2.65 <sup>ns</sup>	F-value		1.08 <sup>ns</sup>	1.55 <sup>ns</sup>
<i>D. brandisii</i>	1	13.84	23.34	<i>D. latiflorus</i>	1	8.73	15.13
	2	13.64	22.45		2	8.13	14.95
	3	13.23	21.62		3	8.74	12.53
	≥4	12.73	20.80		≥4	7.13	10.07
F-value		0.56 <sup>ns</sup>	0.93 <sup>ns</sup>	F-value		4.21 <sup>ns</sup>	9.09 <sup>ns</sup>

**Remark:** <sup>ns</sup> non significant difference ( $p > 0.05$ )

#### 2. การเติบโตทางความสูง

การเติบโตทางความสูงของลำไม้ทั้ง 4 ชนิด เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก คือ ไม้บงใหญ่ทั้ง 4 ชั้นอายุมี

ค่าเฉลี่ยทางความสูงมากที่สุด รองลงมา คือ ไม้หก ไม้หวานอ่างขาง และ ไม้บงป่า ตามลำดับ ซึ่งการเติบโตทางความสูงของลำไม้แต่ละชนิด ทั้ง 4 ชั้นอายุแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (Table 1)

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Puangchit *et al.* (2005) พบว่า ไม้หวานอ่างขาง อายุ 1-3 ปี ในแปลงรวมพันธุ์แม่เหิยะ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ มีการเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และการเติบโตทางความสูงน้อยกว่า ไม้หวานอ่างขางที่ทำการศึกษาในสถานีเกษตรหลวงอ่างขางที่อายุเดียวกัน และขนาดของ ไม้หวานอ่างขางที่แปลงรวมพันธุ์แม่เหิยะมีขนาดค่อนข้างเล็กเมื่อเปรียบเทียบกับ ไม้ชนิดเดียวกันที่มีอายุเท่ากันที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ (Puangchit *et al.*, 2004) เนื่องจากโดยปกติแล้ว การเติบโตของ ไม้ขนาดของ ไม้ถูกควบคุมโดยลักษณะทางพันธุกรรม ไม้บางชนิดจะมีขนาดลำใหญ่ ในขณะที่ ไม้บางชนิดมีขนาดลำค่อนข้างเล็ก แต่ทั้งนี้ขนาดของลำก็จะแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ การเติบโตของ ไม้จะโตเต็มที่ภายในหนึ่งฤดูกาลเติบโต โดยลำที่เกิดทีหลังมักมีขนาดของลำใหญ่กว่าลำที่เกิดก่อน (Puangchit *et al.*, 2005) ดังนั้น ไม้ชนิดเดียวกันแต่ปลูกในพื้นที่ต่างกันจึงมีการเติบโตที่แตกต่างกัน นอกจากนี้การเติบโตของ ไม้ที่ผลิตลำใหม่ในแต่ละปี ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของลำในกอ อายุของกอ และปริมาณน้ำฝนในปีที่ผ่านมา (Shanmughavel and Francis, 1996)

## มวลชีวภาพ

### 1. สมการมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกยกกำลังสอง ( $DBH^2$ ) คูณด้วยความสูงทั้งหมด ( $H$ ) กับมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของส่วนต่างๆ ได้แก่ มวลชีวภาพของลำ ( $W_L$ ) มวลชีวภาพ

ของกิ่ง ( $W_B$ ) มวลชีวภาพของใบ ( $W_P$ ) และมวลชีวภาพรวม ( $W_T$ ) ของ ไม้แต่ละชนิด ทั้ง 4 ชั้นอายุ โดยอาศัยรูปแบบสมการ allometric relation (Table 2-3) จากสมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของ ไม้ทั้ง 4 ชนิด ทั้ง 4 ชั้นอายุ พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ( $DBH$ ) และความสูงทั้งหมด ( $H$ ) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $p \leq 0.01$ ) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kira and Shidei (1967) ที่พบว่า การนำเอาความสูงทั้งหมด ( $H$ ) มาเป็นตัวแปรอิสระร่วมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกยกกำลังสอง ( $DBH^2$ ) ในรูปของ  $DBH^2H$  จะทำให้สามารถประมาณหาปริมาณมวลชีวภาพได้อย่างถูกต้องที่สุด เนื่องจาก  $DBH^2H$  เป็นค่าโดยประมาณของปริมาตรไม้ ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับมวลชีวภาพหรือน้ำหนัก ในส่วนของการศึกษามวลชีวภาพของ ไม้ นั้น Othman (1994) ได้นำสมการในรูปของ  $DBH^2H$  มาใช้เพื่อประมาณหามวลชีวภาพเหนือดินของ ไม้ ซึ่งก็พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของ ไม้เช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามจากการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (regression coefficient) ของสมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของ ไม้แต่ละชนิด ทั้ง 4 ชั้นอายุ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) จึงสามารถใช้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยร่วมกันได้ ดังนั้นสมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมทั้ง 4 ชั้นอายุของ ไม้แต่ละชนิด จึงสามารถใช้แทนสมการประมาณมวลชีวภาพของ ไม้แต่ละชนิดที่ต่ำกว่าอายุ 1, 2, 3 และ 4 ปีขึ้นไป ได้ (Table 4)

**Table 2** Allometric equation in different culm ages of *B. longispatha* and *D. brandisii* at Royal Agricultural Station Angkhang, Chiang Mai province.

Culm age (years)	<i>B. longispatha</i>	<i>R</i> <sup>2</sup>	<i>D. brandisii</i>	<i>R</i> <sup>2</sup>
	$W_c = 0.1099(\text{DBH}^2\text{H})^{0.7213}$	0.9744**	$W_c = 0.0109(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9784}$	0.8390**
1	$W_b = 0.2307(\text{DBH}^2\text{H})^{0.6023} - W_c$	0.9031**	$W_b = 0.0136(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9593} - W_c$	0.8453**
(n=10)	$W_l = 0.1172(\text{DBH}^2\text{H})^{0.7102} - W_c$	0.9731**	$W_l = 0.0127(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9579} - W_c$	0.8401**
	$W_t = 0.2410(\text{DBH}^2\text{H})^{0.5953}$	0.9009**	$W_t = 0.0155(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9411}$	0.8470**
	$W_c = 0.0512(\text{DBH}^2\text{H})^{0.8520}$	0.9055**	$W_c = 0.0075(\text{DBH}^2\text{H})^{1.0401}$	0.9796**
2	$W_b = 0.0847(\text{DBH}^2\text{H})^{0.7886} - W_c$	0.8611**	$W_b = 0.0092(\text{DBH}^2\text{H})^{1.0315} - W_c$	0.9746**
(n=10)	$W_l = 0.0552(\text{DBH}^2\text{H})^{0.8510} - W_c$	0.9128**	$W_l = 0.0099(\text{DBH}^2\text{H})^{1.0187} - W_c$	0.9727**
	$W_t = 0.0839(\text{DBH}^2\text{H})^{0.7908}$	0.8647**	$W_t = 0.0114(\text{DBH}^2\text{H})^{1.0125}$	0.9672**
	$W_c = 0.0428(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9459}$	0.9335**	$W_c = 0.0946(\text{DBH}^2\text{H})^{0.7454}$	0.8561**
3	$W_b = 0.0824(\text{DBH}^2\text{H})^{0.8487} - W_c$	0.9004**	$W_b = 0.2014(\text{DBH}^2\text{H})^{0.6664} - W_c$	0.8506**
(n=10)	$W_l = 0.0500(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9165} - W_c$	0.9260**	$W_l = 0.1510(\text{DBH}^2\text{H})^{0.7038} - W_c$	0.8282**
	$W_t = 0.0964(\text{DBH}^2\text{H})^{0.8278}$	0.8936**	$W_t = 0.2716(\text{DBH}^2\text{H})^{0.6355}$	0.8237**
	$W_c = 0.1114(\text{DBH}^2\text{H})^{0.7351}$	0.9820**	$W_c = 0.0064(\text{DBH}^2\text{H})^{1.0524}$	0.8934**
≥4	$W_b = 0.1409(\text{DBH}^2\text{H})^{0.7274} - W_c$	0.9948**	$W_b = 0.0071(\text{DBH}^2\text{H})^{1.0575} - W_c$	0.9072**
(n=10)	$W_l = 0.1148(\text{DBH}^2\text{H})^{0.7364} - W_c$	0.9828**	$W_l = 0.0068(\text{DBH}^2\text{H})^{1.0428} - W_c$	0.8966**
	$W_t = 0.1439(\text{DBH}^2\text{H})^{0.7287}$	0.9953**	$W_t = 0.0075(\text{DBH}^2\text{H})^{1.0497}$	0.9073**

**Remarks:**  $W_c$  = culm biomass,  $W_b$  = branch biomass,  $W_l$  = leaf biomass,  $W_t$  = total biomass and coefficient of determination ( $R^2$ )

\*\* highly relative significant difference ( $p \leq 0.01$ )

**Table 3** Allometric equation in different culm ages of *D. hamiltonii* and *D. latiflorus* at Royal Agricultural Station Angkhang, Chiang Mai province.

Culm age (years)	<i>D. hamiltonii</i>	R <sup>2</sup>	<i>D. latiflorus</i>	R <sup>2</sup>
	$W_c = 0.0417(DBH^2H)^{0.8202}$	0.8565**	$W_c = 0.0375(DBH^2H)^{0.7922}$	0.9411**
1	$W_b = 0.0500(DBH^2H)^{0.7964} - W_c$	0.8486**	$W_b = 0.0429(DBH^2H)^{0.7810} - W_c$	0.9281**
(n=10)	$W_l = 0.0596(DBH^2H)^{0.7768} - W_c$	0.8556**	$W_l = 0.0514(DBH^2H)^{0.7530} - W_c$	0.9284**
	$W_t = 0.0785(DBH^2H)^{0.7581}$	0.8389**	$W_t = 0.0596(DBH^2H)^{0.7450}$	0.9139**
	$W_c = 0.1000(DBH^2H)^{0.6973}$	0.9054**	$W_c = 0.0176(DBH^2H)^{0.8897}$	0.8852**
2	$W_b = 0.1535(DBH^2H)^{0.6523} - W_c$	0.9375**	$W_b = 0.0213(DBH^2H)^{0.8725} - W_c$	0.8857**
(n=10)	$W_l = 0.1644(DBH^2H)^{0.6408} - W_c$	0.9168**	$W_l = 0.0224(DBH^2H)^{0.8656} - W_c$	0.8827**
	$W_t = 0.2382(DBH^2H)^{0.6048}$	0.9414**	$W_t = 0.0269(DBH^2H)^{0.8511}$	0.8802**
	$W_c = 0.0778(DBH^2H)^{0.7682}$	0.8464**	$W_c = 0.0344(DBH^2H)^{0.8262}$	0.7771**
3	$W_b = 0.2037(DBH^2H)^{0.6501} - W_c$	0.7985**	$W_b = 0.0782(DBH^2H)^{0.7339} - W_c$	0.7635**
(n=10)	$W_l = 0.0867(DBH^2H)^{0.7625} - W_c$	0.8642**	$W_l = 0.0525(DBH^2H)^{0.7789} - W_c$	0.7864**
	$W_t = 0.2075(DBH^2H)^{0.6513}$	0.8139**	$W_t = 0.1069(DBH^2H)^{0.6983}$	0.7707**
	$W_c = 0.0564(DBH^2H)^{0.7958}$	0.9062**	$W_c = 0.0402(DBH^2H)^{0.8333}$	0.8987**
≥4	$W_b = 0.1919(DBH^2H)^{0.6584} - W_c$	0.8279**	$W_b = 0.0664(DBH^2H)^{0.7856} - W_c$	0.9059**
(n=10)	$W_l = 0.0652(DBH^2H)^{0.7877} - W_c$	0.9084**	$W_l = 0.0582(DBH^2H)^{0.7916} - W_c$	0.8959**
	$W_t = 0.2000(DBH^2H)^{0.6634}$	0.8279**	$W_t = 0.0851(DBH^2H)^{0.7522}$	0.8992**

**Remarks:**  $W_c$  = culm biomass,  $W_b$  = branch biomass,  $W_l$  = leaf biomass,  $W_t$  = total biomass,  $W_t$  = total biomass and coefficient of determination (R<sup>2</sup>)

**Table 4** Allometric equation for all culm ages of 4 bamboo species at Royal Agricultural Station Angkhang, Chiang Mai province.

Species	Equations	R <sup>2</sup>
<i>B. longispatha</i> (n=40)	$W_c = 0.0867(DBH^2H)^{0.7822}$	0.9281**
	$W_b = 0.1384(DBH^2H)^{0.7232} - W_c$	0.8980**
	$W_l = 0.0940(DBH^2H)^{0.7748} - W_c$	0.9278**
	$W_t = 0.1466(DBH^2H)^{0.7187}$	0.8962**
<i>D. brandisii</i> (n=40)	$W_c = 0.0136(DBH^2H)^{0.9548}$	0.8695**
	$W_b = 0.0184(DBH^2H)^{0.9293} - W_c$	0.8547**
	$W_l = 0.0174(DBH^2H)^{0.9313} - W_c$	0.8562**
	$W_t = 0.0222(DBH^2H)^{0.9098}$	0.8413**
<i>D. hamiltonii</i> (n=40)	$W_c = 0.0834(DBH^2H)^{0.7650}$	0.8280**
	$W_b = 0.1671(DBH^2H)^{0.6832} - W_c$	0.7510**
	$W_l = 0.1107(DBH^2H)^{0.7358} - W_c$	0.8297**
	$W_t = 0.2061(DBH^2H)^{0.6627}$	0.7492**
<i>D. latiflorus</i> (n=40)	$W_c = 0.0324(DBH^2H)^{0.8340}$	0.8118**
	$W_b = 0.0476(DBH^2H)^{0.7947} - W_c$	0.7868**
	$W_l = 0.0446(DBH^2H)^{0.7962} - W_c$	0.8046**
	$W_t = 0.0627(DBH^2H)^{0.7630}$	0.7761**

**Remarks:**  $W_c$  = culm biomass,  $W_b$  = branch biomass,  $W_l$  = leaf biomass,  $W_t$  = total biomass and coefficient of determination (R<sup>2</sup>), \*\* highly relative significant difference (p<0.01)

## 2. มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

ผลการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไผ่ทั้ง 4 ชนิด พบว่า มวลชีวภาพรวมทั้ง 4 ชั้นอายุของไผ่บงใหญ่มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ไผ่หก ไผ่บงป่า และไผ่หวานอย่างขาง ตามลำดับ โดยที่มวลชีวภาพของลำ กิ่ง และใบของไผ่บงใหญ่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 76.56 (ร้อยละ 87.18), 7.20 (ร้อยละ 8.19) และ 4.07 (ร้อยละ 4.63) ต้นต่อเฮกเตอร์ ตามลำดับ ส่วนไผ่หกมีมวลชีวภาพของแต่ละส่วนเท่ากับ 73.82 (ร้อยละ 87.29), 5.94 (ร้อยละ 7.02) และ 4.82 (ร้อยละ 5.69) ต้นต่อเฮกเตอร์ ตามลำดับ ขณะที่ไผ่บงป่ามีมวลชีวภาพของแต่ละส่วนเท่ากับ 22.13 (ร้อยละ 80.80), 4.25 (ร้อยละ 15.52) และ 1.01 (ร้อยละ 3.68) ต้นต่อเฮกเตอร์ ตามลำดับ และไผ่หวานอย่างขางมีมวลชีวภาพของแต่ละส่วนเท่ากับ 17.81 (ร้อยละ 85.55), 2.07 (ร้อยละ 9.94) และ 0.94 (ร้อยละ 4.51)

ต้นต่อเฮกเตอร์ ตามลำดับ ซึ่งมวลชีวภาพของลำ กิ่ง ใบ และมวลชีวภาพรวมของไผ่แต่ละชนิด ทั้ง 4 ชั้นอายุ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ทั้งนี้มวลชีวภาพของลำ กิ่ง ใบ และมวลชีวภาพรวมของไผ่บงป่าทั้ง 4 ชั้นอายุมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.56-12.75, 0.50-2.50, 0.13-0.56 และ 3.19-15.81 ต้นต่อเฮกเตอร์ ตามลำดับ ส่วนมวลชีวภาพของไผ่บงใหญ่มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 9.06-45.00, 0.88-4.31, 0.50-2.44 และ 10.44-51.75 ต้นต่อเฮกเตอร์ ตามลำดับ ขณะที่มวลชีวภาพของไผ่หกมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.44-53.44, 0.44-4.19, 0.31-3.44 และ 5.19-61.07 ต้นต่อเฮกเตอร์ ตามลำดับ และมวลชีวภาพของไผ่หวานอย่างขางมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.25-4.81, 0.44-0.63, 0.19-0.31 และ 4.88-5.75 ต้นต่อเฮกเตอร์ ตามลำดับ (Table 5)



มวลชีวภาพหรือน้ำหนักแห้งของลำไผ่ทั้ง 4 ชนิดที่ทำการศึกษา พบว่า มีความสัมพันธ์กับขนาดของลำ กล่าวคือ ไผ่บงใหญ่ที่มีขนาดลำใหญ่ที่สุดจะมีมวลชีวภาพสูงกว่าไผ่หก ไผ่หวานอ่างขาง และไผ่บงป่าที่มีขนาดลำเล็กกว่า ทั้งนี้มวลชีวภาพของไผ่แต่ละชนิดนั้นมีประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์ และความต้องการปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำ แสง สารอาหาร ฯลฯ แตกต่างกัน จึงเป็นผลให้มวลชีวภาพแตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไผ่ 3 ชนิด ในพื้นที่เดียวกัน ที่พบว่า มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดเท่ากับ 121.51 ตันต่อเฮกตาร์ โดยที่

*Bambusa cacharensis* > ไผ่เหลือง (*Bambusa vulgaris*) > *Bambusa balcooa* คิดเป็นร้อยละ 46, 28 และ 26 ตามลำดับ (Nath *et al.*, 2009) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Puangchit *et al.* (2005) พบว่ามวลชีวภาพของไผ่หวานอ่างขางในสถานีเกษตรหลวงปางดะที่อายุเดียวกัน มีมากกว่ามวลชีวภาพของไผ่หวานอ่างขางในแปลงรวมพันธุ์แม่เหิยะถึงสองเท่า ทั้งนี้เนื่องจากไผ่หวานอ่างขางเป็นไผ่ในพื้นที่สูงจึงไม่เหมาะที่จะปลูกในพื้นที่ราบ นอกจากนั้นแปลงรวมพันธุ์แม่เหิยะเป็นพื้นที่ที่ค่อนข้างแห้งแล้งเมื่อเปรียบเทียบกับสถานีเกษตรหลวงปางดะ

**Table 5** Aboveground biomass of 4 bamboo plantations in different culm ages at Royal Agricultural Station Angkhang, Chiang Mai province.

Species	Culm age (years)	Aboveground biomass (ton/ha)			
		Culm	Branch	Leaf	Total
<i>B. longispatha</i>	1	2.88	0.50	0.13	3.51
	2	2.56	0.50	0.13	3.19
	3	3.94	0.75	0.19	4.88
	≥4	12.75	2.50	0.56	15.81
	Total	22.13	4.25	1.01	27.39
	F-value	4.03 <sup>ns</sup>	3.59 <sup>ns</sup>	3.74 <sup>ns</sup>	3.98 <sup>ns</sup>
<i>D. brandisii</i>	1	9.94	0.88	0.50	11.32
	2	9.06	0.88	0.50	10.44
	3	12.56	1.13	0.63	14.32
	≥4	45.00	4.31	2.44	51.75
	Total	76.56	7.20	4.07	87.83
	F-value	2.12 <sup>ns</sup>	2.15 <sup>ns</sup>	2.29 <sup>ns</sup>	2.13 <sup>ns</sup>
<i>D. hamiltonii</i>	1	9.19	0.75	0.63	10.57
	2	4.44	0.44	0.31	5.19
	3	6.75	0.56	0.44	7.75
	≥4	53.44	4.19	3.44	61.07
	Total	73.82	5.94	4.82	84.58
	F-value	4.35 <sup>ns</sup>	3.97 <sup>ns</sup>	4.23 <sup>ns</sup>	4.31 <sup>ns</sup>
<i>D. latiflorus</i>	1	4.25	0.44	0.19	4.88
	2	4.31	0.44	0.19	4.94
	3	4.44	0.56	0.25	5.25
	≥4	4.81	0.63	0.31	5.75
	Total	17.81	2.07	0.94	20.82
	F-value	0.13 <sup>ns</sup>	0.69 <sup>ns</sup>	2.75 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>ns</sup>

**Remark:** <sup>ns</sup> non significant difference ( $p > 0.05$ )

นอกจากนี้ผลการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ทั้ง 4 ชนิดยังมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Shanmughavel and Francis (1996) ที่พบว่า มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ป่า (*Bambusa bambos*) ส่วนใหญ่เป็นของลำร้อยละ 80-85 กิ่งร้อยละ 15-20 และใบร้อยละ 1 ซึ่งมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 286.00 ตันต่อเฮกแตร์ และจากการศึกษาของ Nath *et al.* (2009) พบว่า มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนของลำ กิ่ง และใบของไม้ 3 ชนิด ได้แก่ *B. cacharensis*, ไม้เหือง และ *B. balcooa* มีค่าเท่ากับ 104.08, 12.22 และ 5.21 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ

## สรุป

การศึกษากาเรดิบโต มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ 4 ชนิด ทั้ง 4 ชั้นอายุ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของไม้บงป่า มีค่าระหว่าง 3.43-3.85 เซนติเมตร ไม้บงใหญ่มีค่าระหว่าง 12.73-13.84 เซนติเมตร ไม้หกมีค่าระหว่าง 8.86-9.62 เซนติเมตร และไม้หวานอังก้างมีค่าระหว่าง 7.13-8.74 เซนติเมตร

2. การเติบโตทางความสูงของไม้บงป่ามีค่าระหว่าง 8.75-10.11 เมตร ไม้บงใหญ่มีค่าระหว่าง 20.80-23.34 เมตร ไม้หกมีค่าระหว่าง 20.02-21.31 เมตร และไม้หวานอังก้างมีค่าระหว่าง 10.07-15.13 เมตร

3. ไม้บงใหญ่มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมทั้ง 4 ชั้นอายุมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ไม้หก ไม้บงป่า และ ไม้หวานอังก้าง โดยมีค่าเท่ากับ 87.83, 84.58, 27.39 และ 20.82 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ซึ่งเป็นมวลชีวภาพของลำมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80-87 รองลงมา ได้แก่ ส่วนของกิ่งร้อยละ 7-16 และใบร้อยละ 3-6 ตามลำดับ

4. สมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมทุกชั้นอายุของไม้ในแต่ละชนิด สามารถนำไปใช้ประมาณหามวลชีวภาพของไม้ได้

5. แนวทางในการใช้ประโยชน์ไม้ควรตัดไม้ที่ลำอายุ 3 และ 4 ปีขึ้นไป เนื่องจากลำไม้มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ได้

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะ คือ สมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้บงป่า ไม้บงใหญ่ ไม้หก และ ไม้หวานอังก้าง แต่ละชั้นอายุ สามารถใช้สมการรวมทั้ง 4 ชั้นอายุได้ แต่ทั้งนี้สมการมวลชีวภาพของไม้ทั้ง 4 ชนิดในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอังก้าง อาจจะใช้ประมาณมวลชีวภาพในพื้นที่อื่นๆ แล้วได้ผลคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงเนื่องจากไม้ชนิดเดียวกันแต่ปลูกในพื้นที่ต่างกันย่อมมีการเติบโตที่ต่างกัน ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาสมการมวลชีวภาพของไม้ทั้ง 4 ชนิดที่ปลูกในพื้นที่อื่นๆ แล้วเปรียบเทียบกับสมการของพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอังก้าง เพื่อให้ได้สมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุด

## คำนิยม

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมูลนิธิโครงการหลวง สถานีเกษตรหลวงอังก้าง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทดลองทดลองจนคุณขจร สุริยะ คุณปราโมทย์ สุขสถิตย์ รวมไปถึงเจ้าหน้าที่โครงการหลวงทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการวิจัยครั้งนี้ และงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

## REFERENCES

- Bhubharuang, B. 1980. **Soil Characterization and Land Potential Assessment of Ang Khang Range, Chiangmai.** M.S. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Kira, T. and T. Shidei. 1967. Primary production and turnover of organic matter in different forest ecosystems of the Western Pacific. **J. Jap. Ecol.** 17: 70-87.
- Nath, A.J., G. Das and A.K. Das. 2009. Above ground standing biomass and carbon

- storage in village bamboos in North East India. **Biomass Bioenerg.** 33: 1188-1196.
- Othman, A.R. 1994. Culm composition and above-ground biomass of *Gigantochloa scortechinii* in a natural stand and a three-year-old plantation. **Trop. For. Sci.** 7: 280-285.
- Puangchit, L., B. Thaiutsa, W. Thongchet, S. Phakvilai, S. Na Lampang , K. Jindawong, T. Pratum, N. Chaisalee, K. Ruengritsarakul and C. Deekumma. 2004. **Ecophysiology in Relation to Soil and Water Management of Highland Bamboo Plantation.** Progress Report the 1<sup>st</sup> Year. Royal Project Foundation, Chiang Mai. (in Thai)
- Puangchit, L., B. Thaiutsa, W. Thongchet, S. Phakvilai, S. Na Lampang , K. Jindawong, T. Pratum and C. Sriladda. 2005. **Ecophysiology in Relation to Soil and Water Management of Highland Bamboo Plantation.** Progress Report the 2<sup>nd</sup> Year. Royal Project Foundation, Chiang Mai. (in Thai)
- Royal Agricultural Station Angkhang. 2011. **About Station.** Available Source: [http://www.angkhangstation.com/about\\_us](http://www.angkhangstation.com/about_us), January 10, 2013. (in Thai)
- Royal Project Foundation. 2012. **Royal Agricultural Station Angkhang, Fang District, Chiang Mai Province.** Available Source: <http://www.royalprojectthailand.com/station-angkhang>, January 10, 2013. (in Thai)
- Satoo, T. and M. Senda. 1958. Materials for the studies of growth in stand. IV. Amount of leaves and production of wood in young plantation of *Chamaecyparis obtusa*. **Bull. Tokyo Univ. For.** 54: 7-100.
- Shanmughavel, P. and K. Francis. 1996. Above ground biomass production and nutrient distribution in growing bamboo (*Bambusa bambos* (L.) Voss). **Biomass Bioenerg.** 10: 383-391.
- Sungkaew, S., A. Teerawatananon and K. Jindawong. 2011. **Bamboo of Thailand.** Amarin Printing & Publishing Public Company Limited, Bangkok. (in Thai)
- Thaiutsa, B. 2000. Bamboo plantations of the Royal Project, pp. 1-5. *In* L. Puangchit, B. Thaiutsa and S. Thamincha, eds. **Proceedings of the International Workshop on Bamboo 2000.** Aksorn Siam Printing, Bangkok.
-