

ความผันแปรในความยาวเส้นใยของลำไผ่หยกอายุ 3 ปี

Variation in Fiber Length of the 3-Year-Old *Bambusa oldhamii* Culm

วิวัฒน์ อรรณพานุรักษ์¹

Wikhan Anapanurak¹

นิคม แหยมลัก²

Nikhom Laemsak²

¹ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute, Kasetsart University,
Bangkok 10900, Thailand

² ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Department of Forest Products, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

ABSTRACT

The objectives of this investigation were to determine the variation in fiber length of 3- year-old *Bambusa oldhamii*. Both the variation between bamboo culm, i.e. the same age class, and the variation within single culm, i.e. within cross section and in axial direction, were measured and analyzed. The specimens used in this study were obtained from the Royal Agricultural Station Angkhang, Chaing Mai. Two culms represented in age class were used for fiber length study which was measured in 3 positions of 4 radial samples from 3 different levels in a culm. The unweighted means of fiber length of culm ranged from 2.46 -2.94 mm. All sources of fiber length variation were non statistically significant difference except culm effect and height-position interaction effect. The variance composition of random effect and fixed effect were high in culm but the fixed effect was lower in height within a culm. The fiber length clearly decreased from the culm base to the tip but, for radial direction, increased from inner to middle and slightly decreased to the outer portion. Morphological fiber of this bamboo culm was determined for pulp and paper. The paper had rough manner and fiber bonding was not good. The physical properties of hand-sheets had high tear strength but slightly lower tensile strength, burst strength and folding endurance.

Key words: *Bambusa oldhamii*, fiber length, Royal Project Foundation

บทคัดย่อ

การศึกษาความผันแปรในความยาวเส้นใยของลำไผ่หยกอายุ 3 ปี ซึ่งปลูกทดลองในบริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อหาแนวทางนำมาใช้ประโยชน์ โดยการเปรียบเทียบระหว่างลำไผ่ ความสูง แนวรัศมี และในแนวรัศมี ใช้ลำไผ่ตัวอย่าง 2 ลำ ในแต่ละลำวัดความยาวเส้นใยในแนวรัศมี 3 ตำแหน่ง ระหว่างรัศมี 4 แนว และระดับความสูง 3 ระดับ ผลของการศึกษาพบว่าในช่วงค่าเฉลี่ยความยาวเส้นใยของลำไผ่ 2.46 -2.94 มม. โดยความยาวเส้นใยของลำไผ่ที่แตกต่างกัน

เกิดจากลำไผ่ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างลำและความสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) แต่ระหว่างความสูงแนวรัศมี ระยะห่างจากภายในถึงภายนอกของแนวรัศมี ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระยะห่างจากภายในถึงภายนอกของแนวรัศมีกับลำ ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระยะห่างจากภายในถึงภายนอกของแนวรัศมีกับความสูง และปฏิกิริยาสัมพันธ์ทั้งสามอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในความแตกต่างระหว่างลำไผ่มีองค์ประกอบของความผันแปรทั้งหมดและความผันแปรจากการสุ่มทั้งหมดสูง และความแตกต่างระหว่างความสูงก็มีองค์ประกอบของความผันแปรทั้งหมดต่ำกว่า ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นจากส่วนโคนถึงส่วนปลาย อย่างเห็นได้ชัด และระยะห่างระหว่างจากภายในถึงภายนอกของแนวรัศมีไม่มีองค์ประกอบของความผันแปรทั้งหมด ความผันแปรทั้งหมดและความผันแปรจากการสุ่มทั้งหมด ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างระยะห่างจากภายในถึงส่วนกลางแล้วลดลงเล็กน้อยในภายนอก สำหรับสัญญาณเส้นใยของลำได้ประเมินในศักยภาพเป็นวัตถุดิบเพื่อการผลิตเชื้อกระดาษแล้วทำให้ทราบว่ากระดาษที่ได้นั้นมีลักษณะหยาบและการประสานตัวระหว่างเส้นใยไม่ดี จึงให้ค่าความต้านแรงดึง แรงดันทะลุ และแรงหักพับต่ำลง แต่ความต้านแรงฉีกขาดสูง

คำสำคัญ: ไผ่หยก ความยาวเส้นใย มุลนิธิโครงการหลวง

คำนำ

พืชจำพวกไผ่เป็นทรัพยากรป่าไม้ที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ประโยชน์มากมาตั้งแต่อดีตกาล โดยเฉพาะในชนบท และไผ่จัดเป็นพืชโตเร็วที่มีรอบตัดฟันที่สั้นที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับไม้โตเร็วที่ปลูกสร้างสวนป่าและใช้ประโยชน์กันอยู่ในประเทศไทย นอกจากนั้นไผ่ยังจัดเป็นไม้เอนกประสงค์เพราะทุกส่วนของไผ่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งสั้นทั้งทางตรงและทางอ้อม ประโยชน์ทางตรง เช่น หน่อไผ่ใช้ในการบริโภค ได้แก่ ไผ่ตง ไผ่ไร่ ไผ่รวก ไผ่หมาจู และไผ่หยก เป็นต้น เหง้าของไผ่ใช้ทำเครื่องประดับตกแต่งบ้าน ใบของไผ่บางชนิดใช้ห่ออาหาร ลำไผ่ไผ่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง ได้แก่ ทำเครื่องจักสาน ก่อสร้าง ไม้ค้ำยัน เครื่องดนตรี เชื้อกระดาษ ไม้อัด และถ่าน เป็นต้น ส่วนประโยชน์ทางอ้อม เช่น การปลูกไผ่ไว้ริมตลิ่งกันตลิ่งพัง การปลูกไผ่รอบที่อยู่อาศัยช่วยชะลอความเร็วของลม และที่สำคัญการปลูกไผ่ช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเพิ่มปริมาณออกซิเจนในบรรยากาศจากกระบวนการสังเคราะห์แสงทั้งที่ใบและลำไผ่ ในกรณีการใช้ประโยชน์จากลำไผ่จากปารัชมชาติอาจมีความผันแปรในคุณภาพมาก โดยเฉพาะไม้ไผ่ที่มีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว การศึกษาความผันแปรความยาวเส้นใยของ

ลำไผ่ที่ได้จากการปลูก จะทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการพิจารณาลำไผ่ไปใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม และใช้ประกอบการพิจารณาเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ทางด้านวนวัฒนวิธีที่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติของลำไผ่เพื่อควบคุมปัจจัยต่างๆ ให้เอื้ออำนวยต่อความเจริญเติบโตและคุณสมบัติของลำไผ่ ในเรื่องนี้ได้เสนอผลการศึกษาความผันแปรในความยาวเส้นใยและสัญญาณเส้นใยของลำไผ่ไผ่หยก (*Bambusa oldhamii*) มีอายุ 3 ปีที่ปลูกในบริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถใช้ประเมินความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ไม้ไผ่ชนิดนี้เพื่ออุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

อุปกรณ์และวิธีการ

การคัดเลือกลำไผ่ทดลอง

ได้เลือกลำไผ่ไผ่หยกอายุ 3 ปีในแปลงทดลองปลูกไผ่ไผ่ในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 2 ลำ

การเก็บลำไผ่ตัวอย่าง

หมายลำไผ่ตัวอย่างที่ระดับความสูง 3 ระดับ กล่าวคือ โคนลำกลางลำและปลายลำ เลือกว่าง 10 เซนติเมตร ที่ระดับต่างๆ

การเตรียมชิ้นไม้ไผ่ทดลอง

1. นำแวนไม้มาตัดแบ่งตามยาวเป็น 3 แวนเท่าๆ กัน นำเฉพาะแวนกลางใช้เพื่อดำเนินการต่อไป
2. ผ่าแบ่งแวนออกเป็น 4 เสี้ยวเท่าๆ กัน
3. หมายตำแหน่งชิ้นไม้ไผ่ทดลองบนเส้นแบ่งครึ่งในไม้แต่ละเสี้ยวตรง 20, 50 และ 80 เปอร์เซ็นต์ของความหนาไม้จากด้านในถึงด้านนอกเปลือกไม้ไผ่
4. ผ่าไม้ไผ่แต่ละเสี้ยวตามตำแหน่งที่หมายไว้ในข้อ 3 ให้ได้ชิ้นไม้ไผ่ทดลองตำแหน่งละ 1 ชิ้น ซึ่งมีขนาดเท่ากับก้านไม้ขีดไฟและตัดแบ่งชิ้นให้เป็นชิ้นสั้นๆ ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร สำหรับการหาความยาวของเส้นใย
5. เก็บไม้ไผ่ชิ้นเล็กๆ ขนาดเท่ากับก้านไม้ขีดไฟในข้อ 4 ไว้ในขวดมีฝาปิดปนกัน

การเตรียมเส้นใยและวัด

1. นำชิ้นไม้ไผ่ซึ่งเล็กในขวด มาเติมน้ำกลั่นให้ท่วมชิ้นไม้ไผ่ทดลองแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง จนกระทั่งชิ้นไม้ไผ่ทดลองจมน้ำ
2. เทน้ำออกจากขวดทดลองแล้วเติมกรด CH_3COOH และ H_2O_2 ในอัตราส่วน 1:1 ให้ท่วมชิ้นไม้ไผ่ทดลองแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนกระทั่งชิ้นไม้ไผ่ทดลองเป็นสีขาว
3. เทกรดออกจากขวดทดลอง แล้วล้างชิ้นไม้ไผ่ทดลองด้วยน้ำกลั่นให้ปราศจากกรด แล้วเติมน้ำกลั่นลงในขวดให้ท่วมชิ้นไม้ไผ่ทดลอง ปิดฝาเก็บไว้เพื่อนำไปวัดความยาวของเส้นใยต่อไป
4. วัดความยาวของเส้นใยโดยนำชิ้นไม้ไผ่ทดลองที่ผ่านขบวนการแยกเยื่อออกจากขวดทดลอง แล้วใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 20 มล.เติมน้ำกลั่นประมาณ 2/3 ของหลอด เขย่าจนชิ้นไม้ไผ่ทดลองแยกตัวออกเป็นเส้นใยเล็กๆ วัดความยาวเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ จำนวน 50 เซลล์ และวัดความกว้าง ลูเมน และความหนาของผนังเซลล์ของเส้นใยจากเส้นใยที่วัดความยาวเส้นใยที่ 13 และ 38 ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงความลำเอียง

การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยวิธีแผนการทดลอง มีปัจจัยสาม ปัจจัยคงที่และปฏิกริยาสัมพันธ์ของปัจจัย ปรากฏใน Table 1 และพิจารณาองค์ประกอบของความผันแปรที่เกิดจากทั้งหมดหรือเฉพาะส่วนที่สุ่มเลือกมาโดยแสดงเป็นค่าความผันแปรแท้จริงและเป็นค่าร้อยละของความผันแปร หากปัจจัยใดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะมีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

นำข้อมูลการวัดสถานะเส้นใยในด้านความยาว ความกว้าง ลูเมน และความหนาของผนังเซลล์ มาคำนวณค่า Runkel ratio, Flexibility coefficient, Slenderness ratio, Wall fraction (%) ซึ่งเป็นอัตราส่วนสองเท่าของความหนาของผนังเซลล์กับลูเมน ลูเมนกับความกว้างของเส้นใย ความยาวกับความกว้างของเส้นใย อัตราส่วนสองเท่าของความหนาของผนังเซลล์คูณด้วย 100 กับความกว้างของเส้นใยตามลำดับ

ผลและวิจารณ์

ความผันแปรในความยาวเส้นใยของลำไผ่หยก

จาก Table 2 จะเห็นได้ว่าความผันแปรในความยาวเส้นใยของลำไผ่เกิดจาก ปัจจัยปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่าง C (ลำไผ่) x H (ความสูง) x P (ตำแหน่ง) ระหว่าง CxP และปัจจัย R (รัศมี) เป็นปัจจัยสุ่มที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีองค์ประกอบของความผันแปร 0.00% ของความผันแปรทั้งหมด หรือ 0.00% ของความผันแปรจากการสุ่มทั้งหมด และปัจจัยปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่าง HxP และปัจจัย P เป็นปัจจัยคงที่ที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีองค์ประกอบของความผันแปร 0.00% ของความผันแปรทั้งหมด แต่ปัจจัยปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่าง CxH เป็นปัจจัยสุ่มที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีองค์ประกอบความผันแปร 8.18% ของความผันแปรทั้งหมด หรือ 8.65% ของความผันแปรจากการสุ่มทั้งหมด

Table 1. Format of variance analysis of the 3-year-old *Bambusa oldhamii* culm fiber length

Entry no.	Source of variance	Degree of freedom	Expectation mean squares	Appropriate variance comparisons
1	Culm(C)	(c-1)	$V_E + pV_R + hrpV_C$	4
2	Height (H)	(h-1)	$V_E + pV_R + rpV_{CH} + crp \emptyset_H$	3
3	CxH	(c-1)(h-1)	$V_E + pV_R + rpV_{CH}$	4
4	Radii(R)/H/C	ch(r-1)	$V_E + pV_R$	9
5	Position(P)	(p-1)	$V_E + hrV_{CP} + chr \emptyset_P$	6
6	CxP	(c-1)(p-1)	$V_E + hrV_{CP}$	9
7	HxP	(h-1)(p-1)	$V_E + rV_{CHP} + cr \emptyset_{HP}$	8
8	CxHxP	(c-1)(h-1)(p-1)	$V_E + rV_{CHP}$	9
9	RxP/H/C	ch(r-1)(p-1)	V_E	

Remark: V and $\emptyset$ refer to random and fixed variance respectively

Table 2. Summary of variance analysis and variance components of the 3-year-old *Bambusa oldhamii* culm fiber length expressed in terms of actual values (AV) and as percentages of total (%)

Source of variance	Degree of freedom	F	Total effect		Random effect	
			AV	%	AV	%
Culm (C)	1	283.11**	752.32	25.24	752.32	26.63
Height (H)	2	1.81 ^{NS}	160.77	5.39	-	-
CXH	2	46.53**	243.95	8.18	243.95	8.65
Radii (R)	18	0.06 ^{NS}	0.00	0.00	0.00	0.00
Position (P)	2	3.73 ^{NS}	0.00	0.00	-	-
CXP	2	0.14 ^{NS}	0.00	0.00	0.00	0.00
HXP	4	0.55 ^{NS}	0.00	0.00	-	-
CXHXP	4	0.37 ^{NS}	0.00	0.00	0.00	0.00
Error	36		1823.83	61.18	1823.83	64.67

Remark: ** statistically significant difference ($P \leq 0.01$)

^{NS} non statistically significant difference

Table 3. Average mean and standard error in comparison with the 3-year-old *Bambusa oldhamii* culm fiber length expressed between culms

Culm	Fiber Length** (mm)
1	2.4624b
2	2.9433a
Standard error	0.0286

Remark: ** statistically significant difference ($P \leq 0.01$)

a or b the same letter to be non statistically significant difference between average mean of factor ($P \leq 0.01$)

ปัจจัย H เป็นปัจจัยคงที่ที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีองค์ประกอบความผันแปร 5.39% ของความผันแปรทั้งหมด ปัจจัย C เป็นปัจจัยสุ่มที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีองค์ประกอบความผันแปร 25.24% ของความผันแปรทั้งหมดหรือ 26.63% ของความผันแปรจากการสุ่มทั้งหมด จึงสรุปโดยแยกพิจารณาออกเป็น 2 ประเด็นดังนี้

ความผันแปรระหว่างต้น

ความผันแปรในความยาวเส้นใยของลำไผ่มีความแตกต่างกันระหว่างลำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีองค์ประกอบความผันแปร 25.24% ของความผันแปรทั้งหมด หรือ 26.63% ของความผันแปรจากการสุ่มทั้งหมด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความยาวเส้นใยของลำไผ่ต้นที่สูงสุดเท่ากับ 2.9433 มิลลิเมตร และต้นที่ต่ำสุดเท่ากับ 2.4624 มิลลิเมตร ดังรายละเอียดใน Table 3 ซึ่งมีความแตกต่างกันเท่ากับ 0.4809 มิลลิเมตร มีขนาดความแตกต่างมากพอที่จะมีผลต่อคุณภาพของเยื่อกระดาษได้ ในทำนองเดียวกับผลการทดลองของ Mat- ziris (1971) วิวัฒน์ (2525) และ วิวัฒน์ และคณะ (2547) ดังนั้นในการคัดเลือกลำไผ่มาปักชำเพื่อขยายพันธุ์ควรเลือกจากลำไผ่ที่มีความยาวเส้นใยของลำไผ่สูงที่สุดในการปลูกสร้างสวนไผ่

ความผันแปรภายในลำไผ่

มีปัจจัยปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง CxH ซึ่งได้แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่มีองค์ประกอบความผันแปรสูงถึง 8.18% ของความผันแปรทั้งหมดหรือ 8.65% ของความผันแปรจากการสุ่มทั้งหมด แต่ปัจจัย H แสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่มีองค์ประกอบความผันแปรต่ำกว่า 5% ของความผันแปรทั้งหมด ย่อมแสดงให้เห็นว่าความยาวเส้นใยของลำไผ่ตามระดับความสูงจากส่วนโคนในแต่ละลำไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีความยาวเส้นใยของลำไผ่ต่างระดับในแต่ละลำมีความผันแปรไม่มาก ประกอบกับเมื่อพิจารณา

ในแต่ละลำค่าเฉลี่ยความผันแปรในความยาวเส้นใยของลำไผ่ตามระดับความสูงจากส่วนโคน ปรากฏว่าแสดงแนวโน้มเพิ่มขึ้นแล้วลดลงจากข้อมูลเฉลี่ยความผันแปรในความยาวเส้นใยของลำไผ่ตามลำดับความสูงจากส่วนโคนเพิ่มขึ้นถึงส่วนกลางและลดลงถึงส่วนปลาย (วิวัฒน์ และ นิคม, 2547) ซึ่งมีแนวโน้มลักษณะเช่นเดียวกับลำไม้ไผ่หมาจู้ (นิคม และ วิวัฒน์, 2548) และมีค่าเฉลี่ยความยาวเส้นใยของลำไผ่ตามลำดับความสูงจากส่วนโคน ส่วนกลาง และส่วนปลาย เท่ากับ 2.8522, 2.8150, 2.4413 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 4)

ความผันแปรในแนวรัศมีมีปัจจัย P ซึ่งได้แสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่มีองค์ประกอบความผันแปรร้อยละ 0.00% ของความผันแปรทั้งหมด ปัจจัยปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง CxP ได้แสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ไม่มีองค์ประกอบความผันแปรทั้งความผันแปรทั้งหมดและจากการสุ่มทั้งหมด และปัจจัยปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง HxP ไม่ได้แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่มีองค์ประกอบความผันแปร ย่อมแสดงให้เห็นว่าความยาวเส้นใยของลำไผ่ตามระยะห่างจากความหนาแน่นในถึงด้านนอกภายในแต่ละแนวรัศมีของลำไผ่เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันโดยไม่มี ความผันแปร แต่ยังขึ้นอยู่กับแต่ละลำมากกว่าระดับความสูง ประกอบกับเมื่อพิจารณาในแต่ละลำ ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นใยของลำไผ่ตามระยะห่างจากความหนาแน่นในถึงด้านนอกภายในแต่ละแนวรัศมี ปรากฏว่าแสดงแนวโน้มออกจากข้อมูลเฉลี่ยความผันแปรในความยาวเส้นใยของลำไผ่ตามระยะห่างจากความหนาแน่นในถึงด้านนอกภายในแต่ละแนวรัศมี โดยมิลักษณะความยาวเส้นใยของลำไผ่จะเพิ่มขึ้นจากความหนาแน่นในถึงส่วนกลางและเพิ่มน้อยลงถึงด้านนอก (วิวัฒน์ และ นิคม, 2547) ซึ่งแตกต่างจากลำไม้ไผ่หมาจู้ โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างระยะห่างจากภายในถึงภายนอกเห็นได้ชัด (นิคม และ วิวัฒน์, 2548) และมีค่าเฉลี่ยความยาวเส้นใยของลำไผ่ตามระยะห่างจากความหนาแน่นใน ส่วนกลางของความหนา และด้านนอกภายในแต่ละแนวรัศมี เท่ากับ 2.6222, 2.7747, 2.7116 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยความยาวเส้นใยระหว่างแนวรัศมีที่ 1, 2, 3, และ 4

Table 4. Average mean and standard error in comparison with the 3-years-old *Bambusa oldhamii* culm fiber length expressed among height level

Height level	Fiber Length ^{NS} (mm)
Bottom part	2.8522
Middle part	2.8150
Top part	2.4413
Standard error	0.2388

Remark: ^{NS} non statistically significant difference

Table 5. Average mean and standard error in comparison with the 3-years-old *Bambusa oldhamii* culm fiber length expressed among positions inside to outside in radial direction

Culm thickness from inside to outside(%)	Fiber Length ^{NS} (mm)
20	2.6222
50	2.7747
80	2.7116
Standard error	0.0562

Remark: ^{NS} non statistically significant difference

Table 6. Average mean and standard error in comparison with the 3-years-old *Bambusa oldhamii* culm fiber length expressed among radii

Radii direction	Fiber Length ^{NS} (mm)
1	2.7390
2	2.6832
3	2.6747
4	2.7144
Standard error	0.1708

Remark: ^{NS} non statistically significant difference

Table 7. Fiber morphology of the 3-years-old *Bambusa oldhamii* culm

Items	Values
Length, mm.	2.84
Width, μ m	21.94
Lumen width, μ m	3.88
Cell wall thickness, μ m	9.03
Runkel's ratio	4.66
Flexibility coefficient	0.18
Slenderness ratio	129.30
Wall fraction (%)	82.34

เท่ากับ 2.7390, 2.6832, 2.6747 และ 2.7144 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังใน Table 5-6 สันฐานเส้นใยของลำไผ่หยุก โดยการวัดและประเมินศักยภาพในการใช้เป็นวัตถุดิบผลิตเยื่อกระดาษ

จาก Table 7 เส้นใยของไผ่หยุกจัดเป็นพวกเส้นใยยาว (IAWA, 1987) โดยมีความยาว 2.84 มิลลิเมตร ความกว้าง เส้นใย 21.94 ไมโครเมตร ความหนาผนังเซลล์ 9.03 ไมโครเมตร และลูเมนมีความกว้าง 3.88 ไมโครเมตร เมื่อพิจารณาค่า Runkel ratio มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าเส้นใยที่ได้จากลำไผ่มีผนังเซลล์หนามาก มีผลทำให้เส้นใยประสานตัวไม่ค่อยดี หากนำมาทำกระดาษจะทำให้ได้กระดาษที่มีลักษณะหยาบ (Casey, 1980) ค่า Flexibility coefficient น้อยกว่า 0.5 จะทำให้เมื่อนำลำไผ่มาทำเยื่อกระดาษคาดว่าจะมีค่าความต้านแรงดึง แรงดันทะลุ และแรงหักพับต่ำ ค่า Slenderness ratio ของเส้นใยลำไผ่มีค่ามากกว่า 75 ทำให้กระดาษมีค่าความต้านแรงฉีกขาดสูง ส่วนค่า Wall fraction มีค่ามากกว่า 40% ซึ่งทำให้กระดาษมีเส้นใยประสานตัวไม่ดี เป็นผลให้ค่าความต้านต่อแรงดึงและแรงดันทะลุต่ำลง

สรุป

การหาความผันแปรในเส้นใยของลำไผ่ไผ่หยุกอายุ 3 ปี ครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานพิจารณาการควบคุมคุณภาพของลำไผ่ การเลือกตัดฟัน

และการใช้ประโยชน์ของลำไผ่อย่างเหมาะสม ซึ่งสรุปได้ว่าลำไผ่หยุกอายุ 3 ปี มีช่วงค่าเฉลี่ยความยาวเส้นใย 2.46-2.94 มิลลิเมตร โดยที่ค่าความยาวเส้นใยของลำไผ่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ระหว่างลำระหว่างปฏิริยาสัมพันธ์ของความสูงกับลำ แต่ระหว่างความสูง ระหว่างแนวรัศมี ระหว่างระยะห่างจากภายในถึงภายนอกของแนวรัศมี ระหว่างปฏิริยาสัมพันธ์ของระยะห่างจากภายในถึงภายนอกของแนวรัศมีกับลำ ปฏิริยาสัมพันธ์ของระยะห่างจากภายในถึงภายนอกของแนวรัศมีกับความสูง ระหว่างปฏิริยาสัมพันธ์ของระยะห่างจากภายในถึงภายนอกของแนวรัศมี ความสูงกับลำ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในความแตกต่างระหว่างลำไผ่มีองค์ประกอบความผันแปรทั้งหมดและความผันแปรจากการสุ่มทั้งหมดสูง และความแตกต่างระหว่างความสูงก็มีองค์ประกอบของความผันแปรทั้งหมดต่ำกว่า ซึ่งค่าความยาวเส้นใยมีแนวโน้มสูงขึ้นจากส่วนโคนถึงส่วนปลายลำไผ่อย่างเห็นได้ชัด นอกจากนั้นระหว่างระยะห่างจากภายในถึงภายนอกของแนวรัศมีไม่มีองค์ประกอบความผันแปรทั้งความผันแปรทั้งหมดและความผันแปรจากการสุ่มทั้งหมด แต่ความยาวเส้นใยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากภายในถึงส่วนกลางแล้วลดลงในภายนอกเล็กน้อยของแนวรัศมี เมื่อได้พิจารณาฐานเส้นใยลำไผ่หยุกซึ่งเกี่ยวข้องกับผลิตเยื่อเพื่อการทำกระดาษจะได้กระดาษที่มีลักษณะหยาบ และมีการประสานตัวระหว่างเส้นใยไม่ดี ทำให้ได้ค่าความต้านต่อแรงดึง แรงดันทะลุและแรงหักพับ

น้อยลง ส่วนความต้านแรงดัดสูง แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าหากจะต้องการปลูกสร้างสวนไผ่หยกเพื่ออุตสาหกรรมกระดาษควรคัดเลือกกล้าไผ่หยกที่มีความยาวเส้นใยยาวที่สุดในการปักชำเพื่อผลิตกล้าไผ่หยกที่มีคุณภาพดีเพิ่มขึ้นได้

คำนิยม

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณฝ่ายวิจัย มูลนิธิโครงการหลวง ที่สนับสนุนงบประมาณในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

นิคม แหลมสัก และ วิวัฒน์ อรรถพานุรักษ์. 2548. การใช้ประโยชน์ลำไผ่ที่สูง: ความผันแปรในความยาวเส้นใยของลำไผ่หม่าจูอายุ 3 ปี, น. 432. ใน รายงานการประชุมวิชาการผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวง ประจำปี 2548. วันที่ 4 พฤศจิกายน 2548. ณ โรงแรมเชียงใหม่ฮิลล์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.

วิวัฒน์ อรรถพานุรักษ์. 2525. ความผันแปรในคุณภาพของไม้เลื้อยที่ปลูกในสวนป่ากระทิง, น. 38-41. ใน การประชุมวิชาการป่าไม้ สาขานวนผลิตภัณฑ์ ประจำปี 2525. วันที่ 22-26 พฤศจิกายน 2525. กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ.

_____ และ นิคม แหลมสัก. 2547. ความยาวเส้นใยของลำไผ่หม่าจูอายุ 3 ปี 4 ชนิด, น. 376-385. ใน รายงานการประชุมวิชาการผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวง ประจำปี 2547. วันที่ 18 พฤศจิกายน 2547. ณ โรงแรมอมิตีกรีนฮิลล์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.

_____, สมบูรณ์ ปลื้มปัญญา, วรธรรม อุ่นจิตติชัย, ชีระ วิณิน, ทรงกลด จารุสมบัติ, อรุณี วิณิน และ สุเทพ กลั่นรักษา. 2546. สันฐานเส้นใยของไม้พญาสัตบรรณอายุ 9 ปีเพื่ออุตสาหกรรมกระดาษ, น. 43-50. ใน การประชุมวิชาการประจำปี 2547 ครั้งที่ 2 สถาบันคันคว่ำและพัฒนาผลิตผลเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร. วันที่ 29 กรกฎาคม 2547. ตึกอุตสาหกรรมเกษตร อาคาร 3 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Casey, J.P. 1980. **Pulp and Paper Chemistry Technology**. Vol. 3rd ed, John Wiley&Sons, New York.

IAWA. 1987. Standard terms of length of vessel members and fibers. **Tropical Wood**. 51:21.

Matziris, D.I. 1971. **Inheritance of Juvenile Characteristics in Loblolly Pine (*Pinus taeda*, L.)**. Raleigh. M.S. Thesis, North Carolina State University.