



### 3. การศึกษาสัณฐานเส้นใยของไม้ *Acacia crassicarpa*<sup>1</sup>

#### STUDY ON MORPHOLOGICAL FIBER OF *ACACIA CRASSICARPA*

##### บทคัดย่อ

การศึกษาสัณฐานเส้นใยของไม้ *Acacia crassicarpa* อายุ 4 ปี 5 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์เบอร์ 5 79 9 20 และ 47 จากสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกกราช เพื่อดูความผันแปรของความยาวเส้นใยไม้และขนาดของเส้นใยไม้ โดยเปรียบเทียบระหว่างต้น ระหว่างระดับความสูง ระหว่างแนวรัศมี และระหว่างระยะห่างจากใจไม้ของไม้ต้นเดียวกัน ในแต่ละต้นใช้ไม้ตัวอย่าง 5 ตำแหน่ง ในแนวรัศมี 4 แนว และตามระดับความสูง 6 ระดับ ผลการศึกษาพบว่า ความยาวเส้นใยของเนื้อไม้เฉลี่ย 0.85-0.89 มิลลิเมตร และความแตกต่างกันของความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ที่เกิดจากตัวต้นไม้ ความสูง แนวรัศมี ระยะห่างจากใจไม้มีความผันแปรน้อยมาก เมื่อพิจารณาเส้นใยของเนื้อไม้เพื่อใช้ผลิตกระดาษ เส้นใยมีผนังเซลล์บางประสานกันได้ดี กระดาษที่ผลิตจะได้กระดาษแผ่นเรียบ มีความต้านทานต่อแรงดึง แรงดันทะลุและแรงหักพับสูงแต่ค่าความต้านทานแรงฉีกขาดค่อนข้างต่ำ

**คำหลัก :** สัณฐานเส้นใย ไม้อะเคเซีย คราสซิคาร์ปา

##### ABSTRACT

Study on morphological fiber of *Acacia crassicarpa* age 4 years five families which are family number 5, 79, 9, 20 and 47 from Sakaerat research station. To compare the variation between trees and the variation within single tree, i.e. between height, between radius and between distance from axial direction. Each trees were used for fiber length study which was measured in 5 positions of 4 radial samples from six

<sup>1</sup> เพ็ญศรี อติวรรณพัฒน์ วรรณม อุ่นจิตติชัย เบญจวรรณ คฤหพัฒนา สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ และวิชัญห์ อรรณพานุรักษ์ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ



different levels in a trunk of a tree. The unweighted means of fiber length of the trees ranged from 0.85-0.89 mm. All sources of fiber length variation are very low. To consider as raw material for paper production, fiber has thin wall and good fiber bonding. Paper produced has good smoothness, high tensile strength, burst strength and folding endurance but rather low tear strength.

**Keyword :** Morphological fiber , *Acacia crassicarpa*

## คำนำ

เส้นใยไม้มีลักษณะทรงกระบอกกลวงยาวปลายแหลม ความแตกต่างของเส้นใยขึ้นกับชนิดไม้ เช่น ไม้เนื้อแข็ง (hardwoods) ไม้เนื้ออ่อน (softwoods) พืชเส้นใยอื่น ๆ เป็นต้น จะมีความยาว ความกว้าง ความหนาผนังเซลล์ และความยืดหยุ่นของเส้นใยแตกต่างกันไป ซึ่งมีผลต่อการผลิตเยื่อกระดาษ ต้นไม้ที่จะนำมาผลิตเยื่อต้องมีเส้นใยเพียงพอและต้องดูความเหมาะสมของเส้นใยด้วย เส้นใยของไม้ต่างชนิดกันจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป นักวิจัยด้านเยื่อกระดาษต้องมีความรู้เรื่องเส้นใยของไม้ที่นำมาใช้ผลิตเยื่อกระดาษด้วย จึงจำเป็นต้องศึกษาพื้นฐานเส้นใยของไม้ที่นำมาผลิตเยื่อกระดาษ (TAPPI, vol.1) เส้นใยของไม้เนื้อแข็งจะสั้นและบางกว่า เส้นใยของไม้เนื้ออ่อน ไม้อ่อนพวกสน สปรูซ เฟอร์ มีความยาวเส้นใยประมาณ 3-4 มิลลิเมตร ไม้เนื้อแข็งมีความยาวเส้นใยประมาณ 0.6-1.3 มิลลิเมตร (Bucher. H, 1948) ความยาวของเส้นใยมีผลต่อแรงดึงขาดและความหนาแน่นของกระดาษ แต่ไม่มีผลต่อแรงฉีกขาด (McKenzie, 1994)

ไม้ *Acacia crassicarpa* มีถิ่นกำเนิดทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยเมื่อปี 2528 เป็นไม้โตเร็วเขตร้อน ขึ้นได้ทุกสภาพท้องที่และมีคุณสมบัติช่วยปรับปรุงดิน เป็นไม้ชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการนำไปปลูกสร้างป่าเศรษฐกิจที่ได้รับความนิยมสูง จากการนำเข้ามาปลูกในประเทศไทย ให้ผลผลิตเนื้อไม้สูงมาก เนื้อไม้มีความแข็งแรงและทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ใช้ในการก่อสร้างบ้านเรือน เฟอร์นิเจอร์ ต่อเรือ เป็นต้น มีประโยชน์มากสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบผลิตเยื่อกระดาษ ในประเทศอินโดนีเซียมีการปลูกไว้เพื่อใช้ผลิตเยื่อกระดาษถึง 250,000 ไร่ เยื่อกระดาษจากไม้ *Acacia* เป็นเยื่อใยสั้น มีความหนาแน่นสูง ทำให้กระดาษมีผิวหน้าเรียบและมีความทึบแสงสูง เยื่อขาวและสว่างเหมาะสำหรับผลิตกระดาษได้หลายชนิด เช่น กระดาษทิชชู กระดาษพิมพ์-เขียน กระดาษคัมภีร์ กระดาษซองจดหมาย เป็นต้น (สุจิตราและคณะ, 2536; วิฑูรย์, 2544; Luangviriyasaeng and Pinyopusarerk, 2005)



การวิจัยนี้เพื่อศึกษาสัณฐานเส้นใยของไม้ *Acacia crassicarpa* อายุ 4 ปี 5 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์เบอร์ 5 79 9 20 และ 47 จากสถานีวิจัยสะแกราช โดยศึกษาความผันแปรในความยาวเส้นใยเนื้อไม้เปรียบเทียบระหว่างสายพันธุ์ ระหว่างระดับความสูงจากพื้นดิน 6 ระดับ ระหว่างแนวรัศมีในแต่ละระดับความสูงจากพื้นดิน 4 แนวซึ่งตั้งฉากกัน ระหว่างระยะห่างจากใจไม้ของต้นไม้ต้นเดียวกัน และศึกษาปฏิกิริยาสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในปัจจุบันดังกล่าว และศึกษาขนาดเส้นใยของเนื้อไม้เพื่อดูความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษ

## วิธีการศึกษา

การศึกษาสัณฐานเส้นใยของไม้ *Acacia crassicarpa* ทั้งความผันแปรในความยาวเส้นใยเนื้อไม้ขนาดของเส้นใยในส่วนของความยาว ความกว้าง ความหนาผนังเซลล์ และความกว้างลูเมน มีวิธีดังนี้

1. คัดเลือกไม้ *Acacia crassicarpa* อายุ 4 ปี จำนวน 5 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์เบอร์ 5 79 9 20 และ 47 สายพันธุ์ละ 1 ต้นจากแปลงปลูกพันธุ์ไม้
2. การเก็บตัวอย่าง
  - 2.1 หมายตัวอย่างตรงระดับความสูงจากพื้นดิน 0.30 เมตร
  - 2.2 หมายตำแหน่งแวนไม้ในแต่ละต้นให้เริ่มนับจากตำแหน่งที่หมายไว้ตามข้อ 2.1 เป็นแวนที่ 1 และให้แวนต่อๆ ไป มีระยะห่างกัน 1 เมตร ได้ทั้งหมด 6 แวน แล้วเลื่อยแต่ละแวนที่หมายไว้ให้มีความหนา 10 เซนติเมตร
3. การเตรียมชิ้นไม้ทดลอง
  - 3.1 แบ่งแวนไม้เป็นสองซีกแล้ว นำมาเลื่อยออกข้างละ 3.5 ซม. ให้เหลือความหนาเพียง 3 ซม.
  - 3.2 แบ่งไม้ครึ่งแวนออกเป็น 2 เลี้ยวเท่าๆ กัน จะได้ 4 เลี้ยว
  - 3.3 หมายตำแหน่งชิ้นไม้ทดลองบนเส้นแบ่งครึ่งในไม้แต่ละเลี้ยวตรง 10 30 50 70 และ 90% ของระยะจากใจไม้ถึงเปลือกไม้
  - 3.4 เลื่อยและผ่าไม้แต่ละเลี้ยว ตามตำแหน่งที่หมายไว้ในข้อ 3.3 ให้ได้ชิ้นไม้ทดลองตำแหน่งละ 1 ชิ้น ซึ่งมีขนาดเท่ากับก้านไม้ขีดไฟและสูง 1 ซม. สำหรับการหาความยาวของเส้นใย
  - 3.5 เก็บไม้ชิ้นเล็กๆ ขนาดเท่ากับก้านไม้ขีดไฟและสูง 1 ซม. ไว้ในขวดมิให้ปะปนกัน
4. การทดลองหาความยาวเส้นใย
  - 4.1 นำชิ้นไม้ชิ้นเล็กในขวด จากข้อ 3.5 มาเติมน้ำกลั่นให้ท่วมชิ้นไม้ทดลอง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 24 ชม. จนกระทั่งชิ้นไม้ทดลองจมน้ำ



4.2 เทน้ำออกจากขวดทดลองแล้วเติมกรด  $\text{CH}_3\text{COOH}$  และ  $\text{H}_2\text{O}_2$  ในอัตราส่วน 1:1 ให้ท่วมชิ้นไม้ทดลอง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ  $80^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 24 ชม. จนกระทั่งชิ้นไม้ทดลองเป็นสีขาว

4.3 เทกรดออกจากขวดทดลอง แล้วล้างชิ้นไม้ทดลองด้วยน้ำกลั่นให้ปราศจากกรด แล้วเติมน้ำกลั่นลงในขวดให้ท่วมชิ้นไม้ทดลอง ปิดฝาเก็บไว้เพื่อนำไปวัดความยาวของเส้นใยต่อไป

4.4 วัดความยาวของเส้นใยและลักษณะของเส้นใย นำชิ้นไม้ทดลองออกจากขวดทดลอง แล้วใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลางเติมน้ำกลั่นประมาณ  $\frac{2}{3}$  ของหลอด เขย่าจนชิ้นไม้ทดลองแยกตัวออกเป็นเส้นใยเล็กๆ วัดความยาวเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ จำนวน 25 เซลล์ต่อสไลด์ รวม 2 สไลด์ เท่ากับ 50 เซลล์ แต่ละสไลด์ให้สุ่มตัวอย่างจากการวัดหาความยาวของเส้นใยเพื่อวัดเส้นที่ 13 และ 38 สำหรับวัดความกว้างลูเมนและความหนาของผนังเซลล์ของเส้นใยด้วย

5. การวิเคราะห์ข้อมูลความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ แล้วพิจารณาองค์ประกอบของความผันแปรที่เกิดจากทั้งหมดหรือเฉพาะส่วนที่สุ่มเลือกมา โดยแสดงเป็นค่าความผันแปรแท้จริงและเป็นค่าร้อยละของความผันแปรจึงจะสรุปค่าเฉลี่ยของแต่ละต้น แต่ละระดับความสูงจากพื้นดิน และแต่ละระยะที่ห่างจากใจไม้ พร้อมค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานด้วย

6. นำข้อมูลการวัดขนาดเส้นใยที่เกี่ยวกับความยาว ความกว้าง ลูเมน และความหนาของผนังเซลล์ มาคำนวณค่า Runkel ratio Flexibility coefficient Slenderness ratio และ Wall fraction (%) ซึ่งเป็นอัตราส่วนสองเท่าของความหนาของผนังเซลล์กับลูเมน ลูเมนกับความกว้างของเส้นใย ความยาวกับความกว้างของเส้นใย อัตราส่วนสองเท่าของความหนาของผนังเซลล์คูณด้วย 100 กับความกว้างของเส้นใยตามลำดับ

## ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

### 1. ผลการศึกษาความผันแปรในความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. การวิเคราะห์ความผันแปรและการพิจารณาองค์ประกอบของความผันแปรในความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ *Acacia crassicarpa*

แหล่งของ ความผันแปร	องศาอิสระ	อัตราส่วน ค่าเฉลี่ยกำลัง สอง	ความผันแปรทั้งหมด		ความผันแปรจากการสุ่ม ทั้งหมด	
			ค่าแท้จริง	ร้อยละ	ค่าแท้จริง	ร้อยละ
ต้นไม้ (T)	4	18.97**	0.481	12.72	0.431	14.23
ความสูง (H)	5	3.48*	0.382	10.11	-	-



T x H	20	4.80 <sup>**</sup>	0.610	16.14	0.610	18.40
รัศมี (R)	90	1.56 <sup>**</sup>	0.230	6.08	0.230	6.80
ตำแหน่ง (P)	4	2.18 <sup>ns</sup>	0.002	0.05	-	-
T x P	16	0.52 <sup>ns</sup>	0.000	0.00	0.000	0.00
H x P	20	1.67 <sup>ns</sup>	0.015	0.40	-	-
T x H x P	80	0.68 <sup>ns</sup>	0.000	0.00	0.000	0.00
ความคลาดเคลื่อน	360		2.060	54.50	2.060	60.93

หมายเหตุ \*\* เป็นเครื่องหมายแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

\* เป็นเครื่องหมายแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95  
ns เป็นอักษรแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างไรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ความผันแปรในความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ *Acacia crassicaarpa* ปรากฏผลการวิเคราะห์ความผันแปรและองค์ประกอบของความผันแปรในตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแต่ละต้น แต่ละระดับความสูงของต้นไม้จากผิวดิน แต่ละแนวรัศมีซึ่งตั้งฉากกับ 4 แนวของต้น และแต่ละตำแหน่งของระยะห่างจากใจไม้ ตารางที่ 2 3 4 และ 5 พร้อมการแสดงลักษณะการผันแปรตามระดับความสูงของต้นไม้จากผิวดินตามในภาพ 1 ตามแนวรัศมีซึ่งตั้งฉากกับ 4 แนว ตามภาพที่ 2 และตามตำแหน่งใจไม้ตามภาพที่ 3 4 5 6 7 และ 8

ตารางที่ 2. ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการเปรียบเทียบความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ *Acacia crassicaarpa* ในการพิจารณารายต้น

ต้นที่ (สายพันธุ์เบอร์)	ความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ (มิลลิเมตร)
1 (5)	0.85 <sup>b</sup>
2 (79)	0.88 <sup>a</sup>
3 (9)	0.89 <sup>a</sup>
4 (20)	0.87 <sup>a</sup>
5 (47)	0.89 <sup>a</sup>
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	0.16355

หมายเหตุ ตัวอักษร a หรือ b ที่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นใยของเนื้อไม้อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.01$ )



**ตารางที่ 3.** ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการเปรียบเทียบความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ *Acacia crassicarpa* ในกรณีพิจารณาระดับความสูงของต้นไม้จากพื้นดิน

ความสูง (เมตร)	ความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ (มิลลิเมตร)
0.30	0.88 <sup>ab</sup>
1.30	0.90 <sup>a</sup>
2.30	0.89 <sup>ab</sup>
3.30	0.85 <sup>b</sup>
4.30	0.87 <sup>ab</sup>
5.30	0.87 <sup>ab</sup>
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	0.392428

หมายเหตุ ตัวอักษร ab, a หรือ b ที่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นใยของเนื้อไม้อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.01$ )

**ตารางที่ 4.** ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการเปรียบเทียบความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ *Acacia crassicarpa* กรณีพิจารณาแต่ละแนวรัศมีซึ่งตั้งฉากกับ 4 แนวของต้นไม้

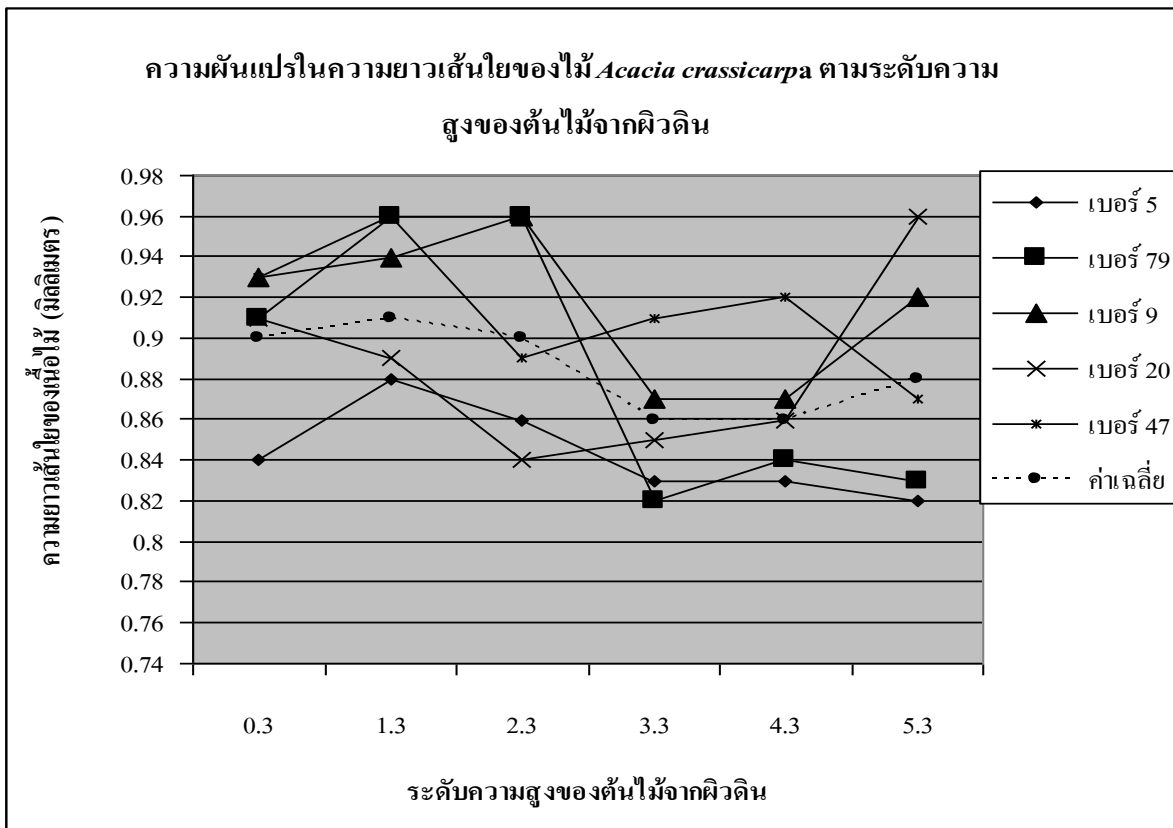
แนวรัศมี	ความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ (มิลลิเมตร)
1	0.87 <sup>b</sup>
2	0.88 <sup>a</sup>
3	0.88 <sup>a</sup>
4	0.88 <sup>a</sup>
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	0.117189

หมายเหตุ ตัวอักษร a หรือ b ที่เหมือนกันแสดงว่ามีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นใยของเนื้อไม้อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.01$ )

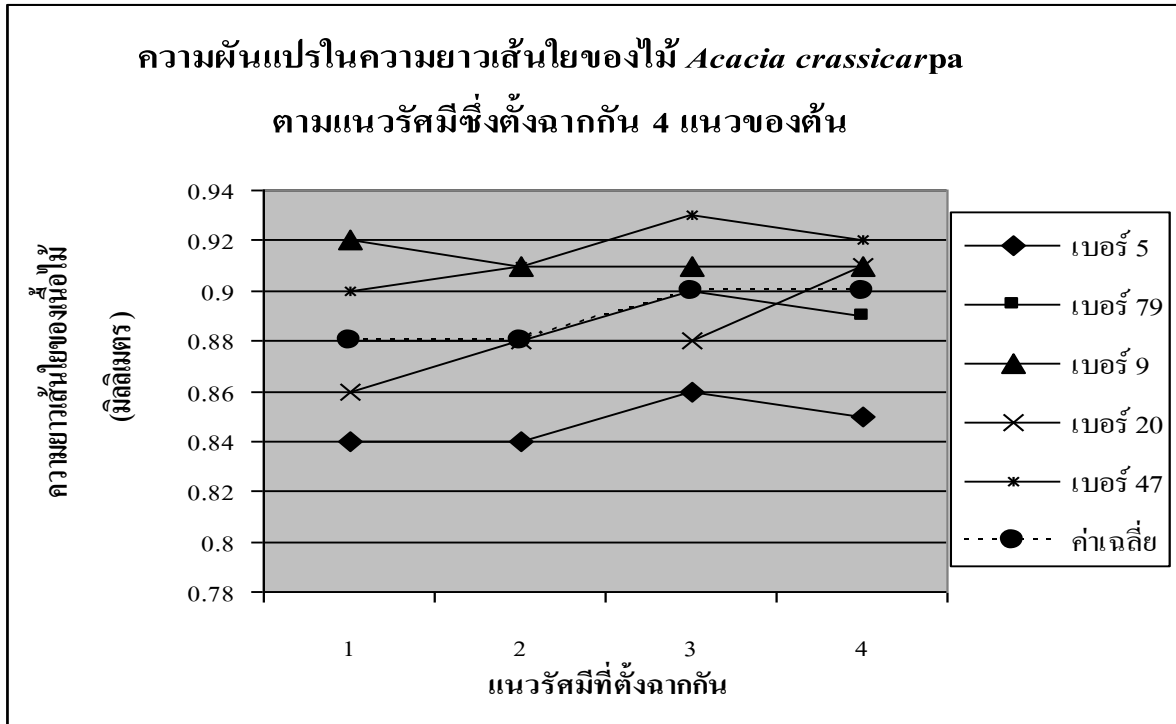


**ตารางที่ 5. ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการเปรียบเทียบความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ *Acacia crassicarpa* พิจารณาแต่ละตำแหน่งของระยะห่างจากใจไม้**

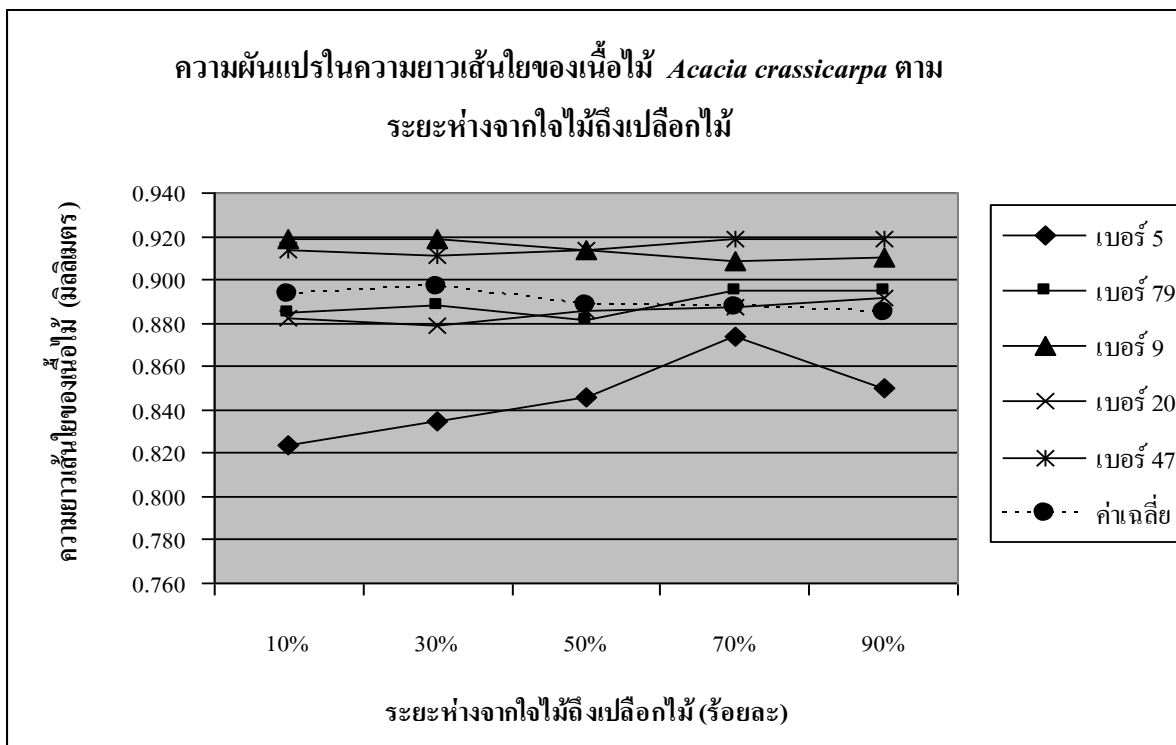
ตำแหน่ง (ร้อยละ)	ความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ (มิลลิเมตร)
10	0.85
30	0.88
50	0.89
70	0.88
90	0.89
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	0.094428



**ภาพที่ 1. ความผันแปรในความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ *Acacia crassicarpa* จำนวน 5 สายพันธุ์ ตามระดับความสูงของต้นไม้จากผิวดิน**

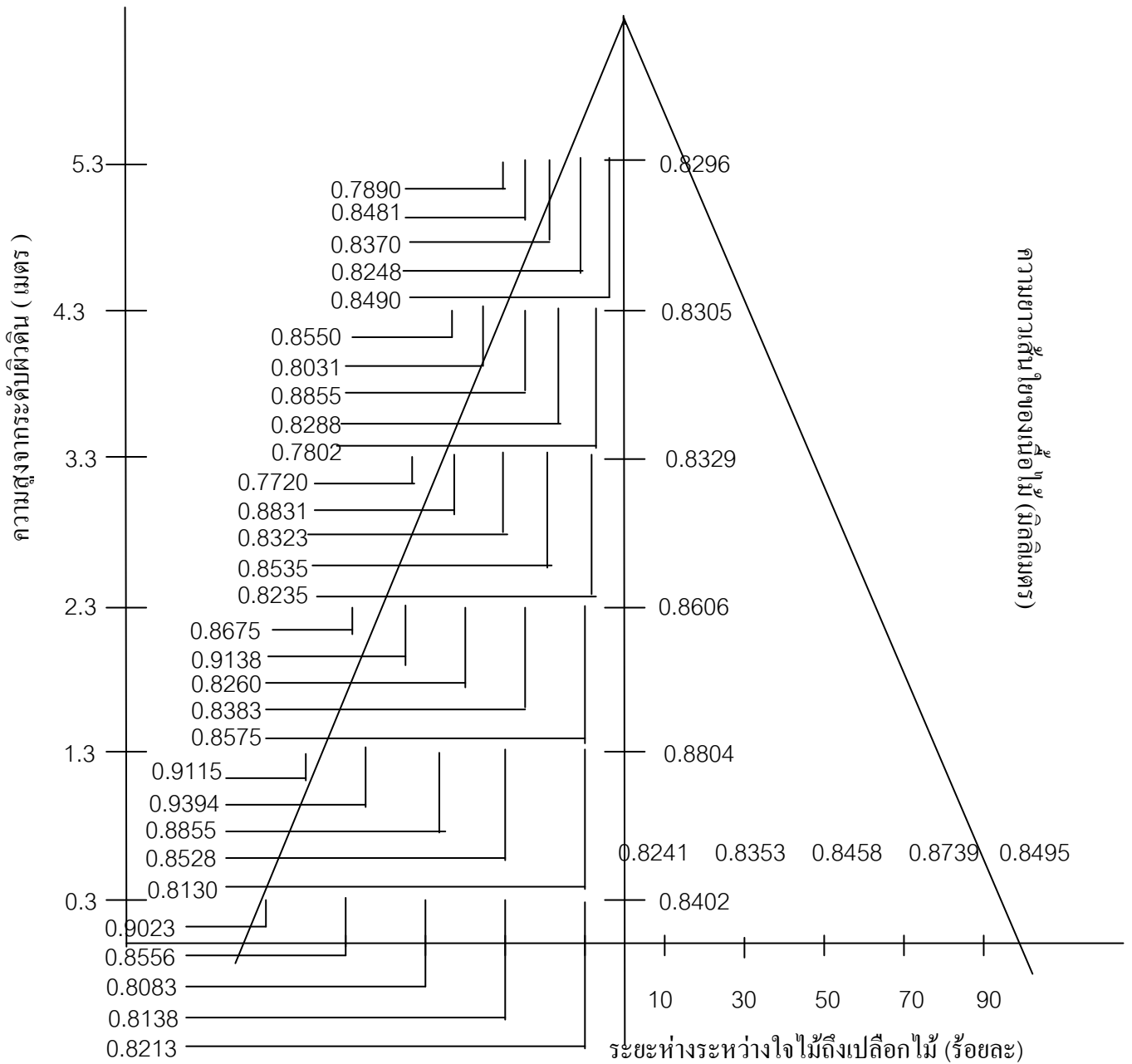


ภาพที่ 2. ความผันแปรในความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ *Acacia crassicarpa* จำนวน 5 สายพันธุ์ ตามแนวรัศมีซึ่งตั้งฉากกัน 4 แนวของต้น

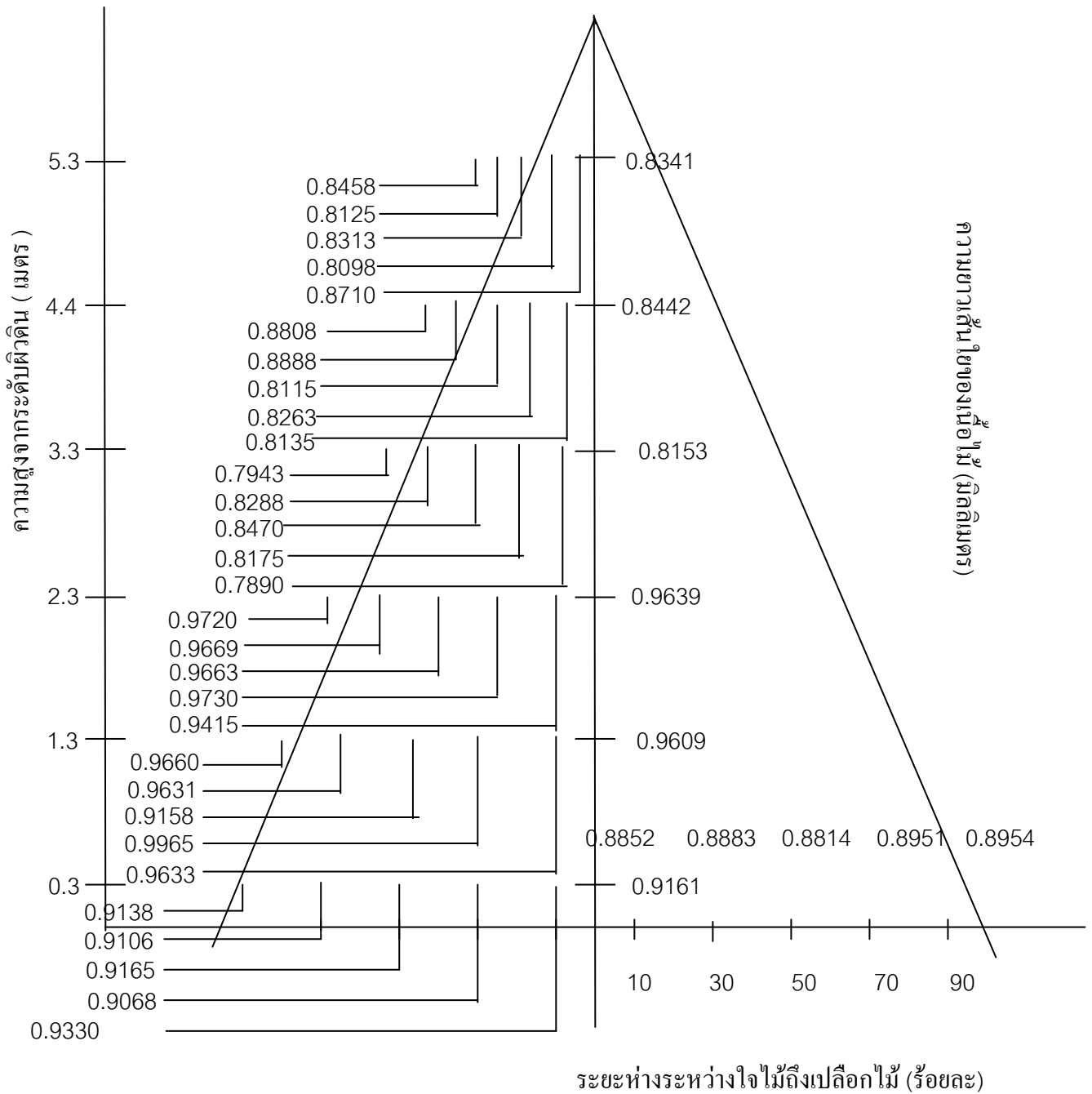


ภาพที่ 3. ความผันแปรในความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ *Acacia crassicarpa* จำนวน 5 สายพันธุ์ ตามระยะห่างจากใจไม้ถึงเปลือกไม้

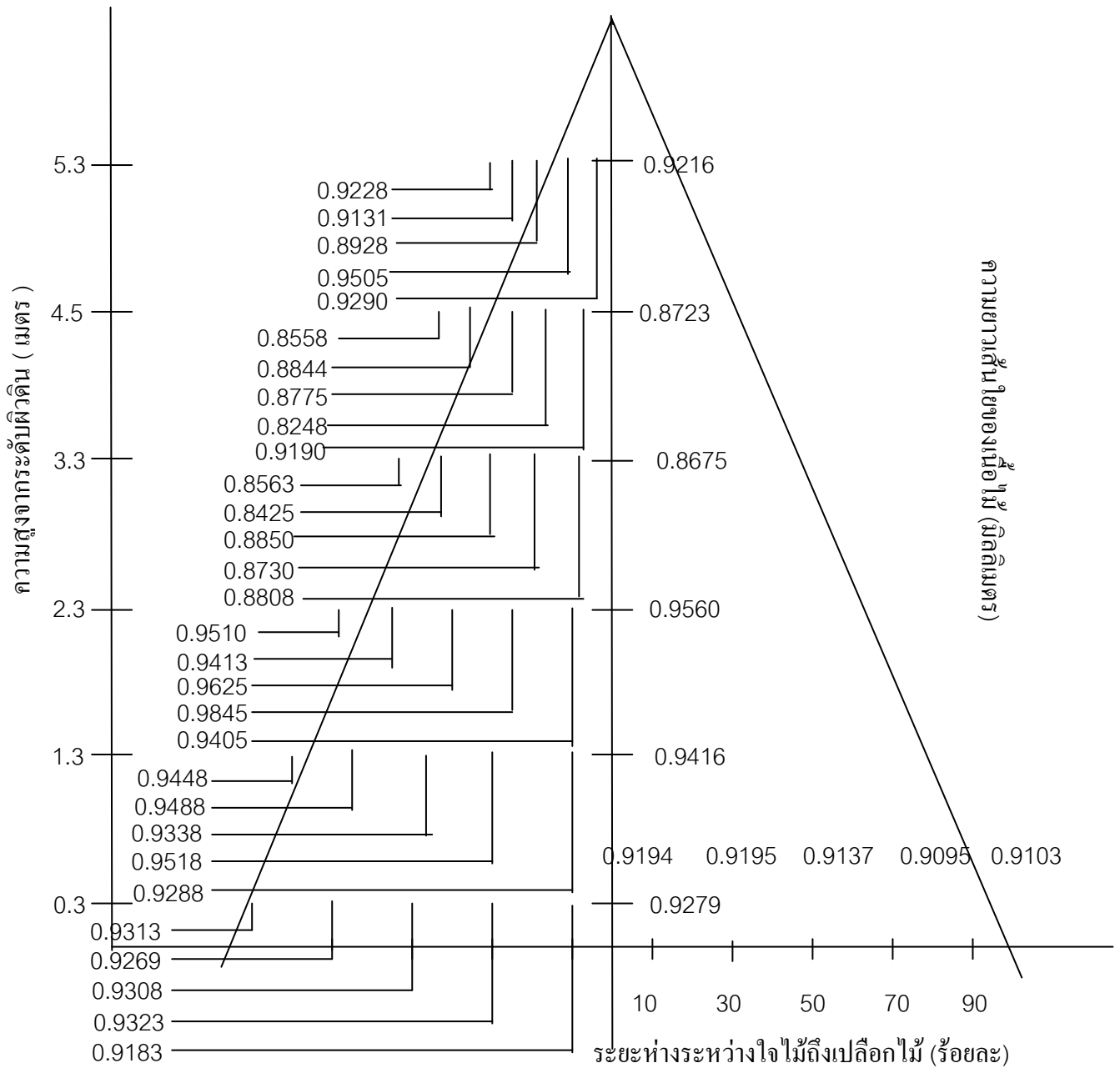




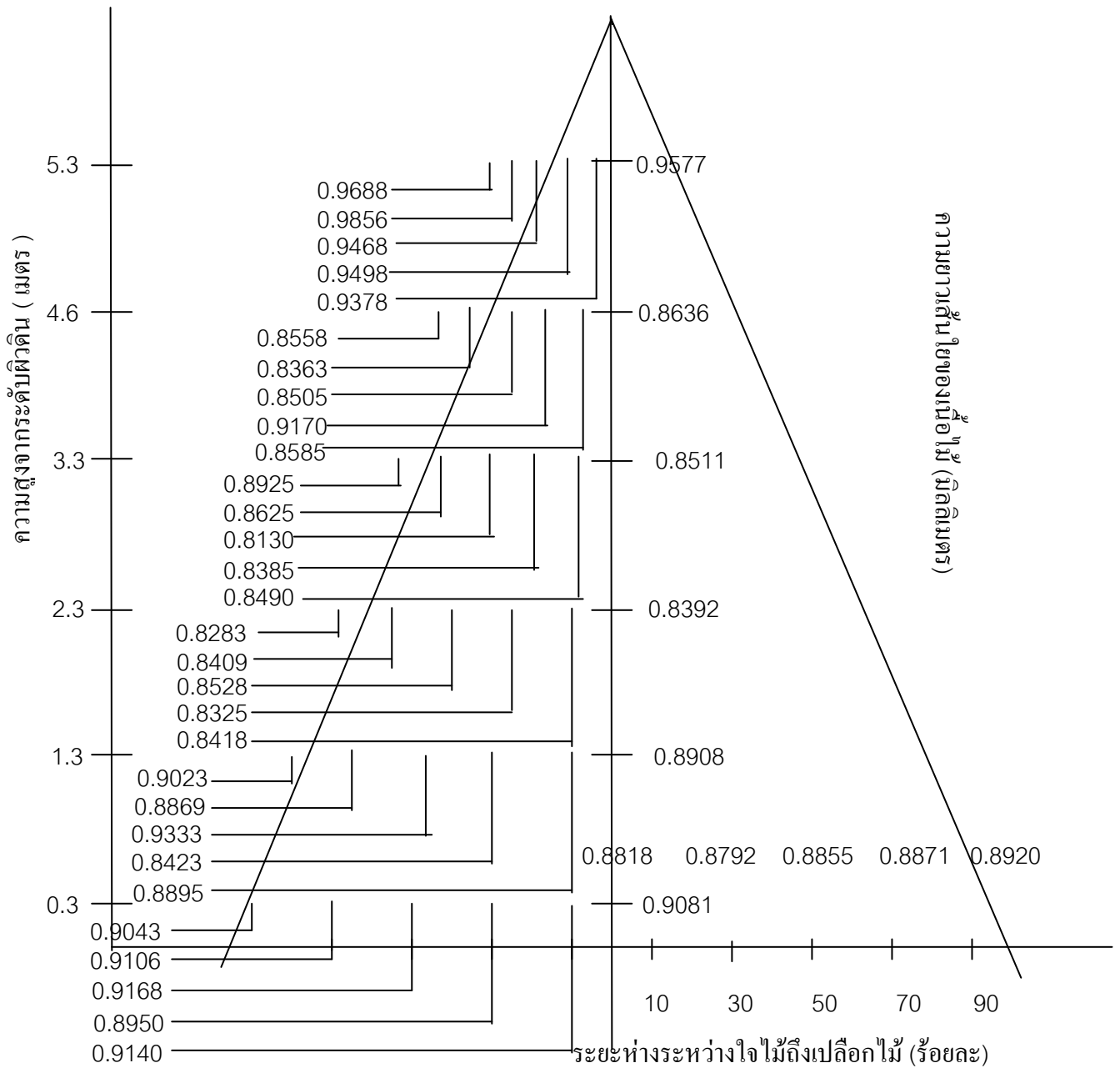
ภาพที่ 4. แสดงการผันแปรในความหนาแน่นของเนื้อไม้ *Acacia crassicaarpa* ภายในลำต้นตามระยะห่างจากใจไม้ในระดับความสูงของต้นไม้ จากพื้นดินถึงระดับความสูง 5.30 เมตร ไม้สายพันธุ์เบอร์ 5



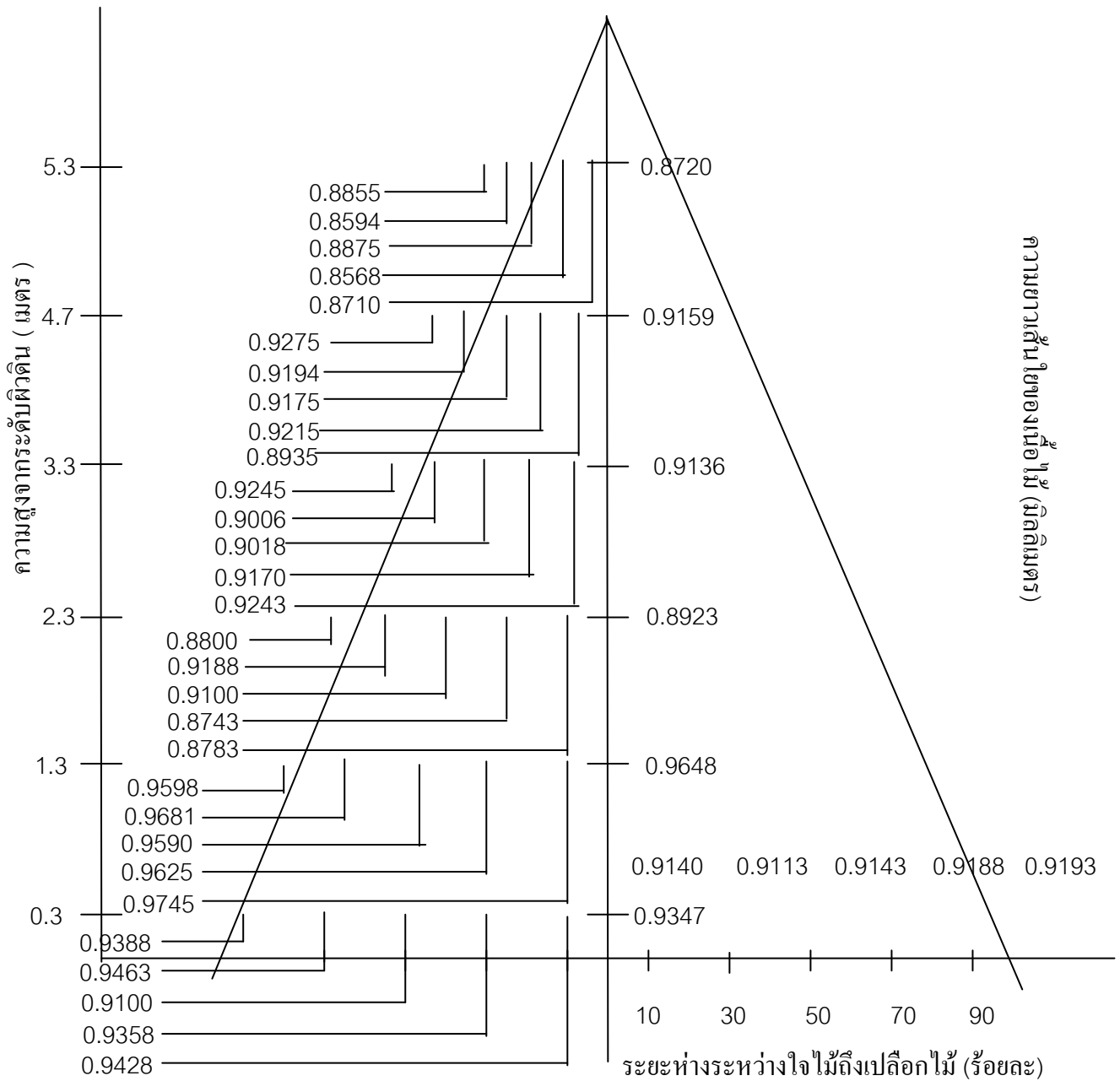
ภาพที่ 5. แสดงการผันแปรในความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ *Acacia crassicaarpa* ภายในลำต้นตามระยะห่างจากใจไม้ในระดับความสูงของต้นไม้ จากผิวดินถึงระดับความสูง 5.30 เมตร ไม้สายพันธุ์เบอร์ 79



ภาพที่ 6. แสดงการผันแปรในความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ *Acacia crassicaarpa* ภายในลำต้นตามระยะห่างจากใจไม้ในระดับความสูงของต้นไม้ จากพื้นดินถึงระดับความสูง 5.30 เมตร ไม้สายพันธุ์เบอร์ 9



ภาพที่ 7. แสดงการผันแปรในความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ *Acacia crassicaarpa* ภายในลำต้นตามระยะห่างจากใจไม้ในระดับความสูงของต้นไม้จากผิวดินถึงระดับความสูง 5.30 เมตร ไม้สายพันธุ์เบอร์ 20



ภาพที่ 8. แสดงการผันแปรในความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ *Acacia crassicaarpa* ภายในลำต้นตามระยะห่างจากใจไม้ในระดับความสูงของต้นไม้จากพื้นดินถึงระดับความสูง 5.30 เมตร ไม้สายพันธุ์เบอร์ 47



ปัจจัยปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง T (ต้นไม้) x H (ความสูง) x P (ตำแหน่ง) เป็นปัจจัยคู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปัจจัยปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง H x P เป็นปัจจัยคู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีองค์ประกอบของความผันแปรร้อยละ 0.40 ของความผันแปรทั้งหมด

ปัจจัยปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง T x P เป็นปัจจัยคู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปัจจัย P เป็นปัจจัยคู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีองค์ประกอบความผันแปรร้อยละ 0.05 ของความผันแปรทั้งหมด

ปัจจัย R เป็นปัจจัยคู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีองค์ประกอบของความผันแปรร้อยละ 6.08 ของความผันแปรทั้งหมด หรือร้อยละ 6.80 ของความผันแปรจากการสุ่มทั้งหมด

ปัจจัยปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง T x H เป็นปัจจัยคู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีองค์ประกอบความผันแปรร้อยละ 16.14 ของความผันแปรทั้งหมด หรือร้อยละ 18.40 ของความผันแปรจากการสุ่มทั้งหมด

ปัจจัย H เป็นปัจจัยคู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีองค์ประกอบความผันแปรร้อยละ 10.11 ของความผันแปรทั้งหมด

ปัจจัย T เป็นปัจจัยคู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีองค์ประกอบความผันแปรร้อยละ 12.72 ของความผันแปรทั้งหมด หรือร้อยละ 14.23 ของความผันแปรจากการสุ่มตัวอย่างทั้งหมด

เนื่องจากความผันแปรในความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ที่เกิดจากปัจจัย R ในแต่ละระดับความสูงของแต่ละต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และปัจจัยปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง H x P มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง T x H x P มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็ยังมีองค์ประกอบของความผันแปรต่ำซึ่งเมื่อพิจารณาทางเศรษฐกิจและทางชีววิทยาแล้วจะมีความสำคัญน้อยมาก และยังไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์จัดการในทางปฏิบัติได้ง่ายอีกด้วย จึงพิจารณาปัจจัยอื่นที่สำคัญข้างต้นโดยแยกเป็น 2 ประเด็นคือ

#### 1. ความผันแปรภายในต้นไม้

ปัจจัยปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง T x H แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีองค์ประกอบความผันแปรสูงกว่าร้อยละ 16 ของความผันแปรทั้งหมด ปัจจัย H แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีองค์ประกอบความผันแปรสูงกว่าร้อยละ 10 ของความผันแปรทั้งหมด แสดงว่าความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ตามระดับความสูงจากผิวดินในแต่ละต้นมีความแตกต่างกัน ดังภาพที่ 1 และภาพที่ 4 ถึง 8 จะเห็นว่าที่ระดับความสูงจากผิวดิน 1.3 เมตร และ 2.3 เมตร ความยาวเส้นใยของเนื้อไม้จะสูงขึ้น และเมื่อความสูงเพิ่มความยาวเส้นใยเนื้อไม้จะลดลงและอาจเพิ่มขึ้นอีกในบางต้น

ความผันแปรในแนวรัศมีมีปัจจัย P แสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ปัจจัยปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่าง T x P และ H x P แสดงความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าความ



ยาวเส้นใยของเนื้อไม้ตามระยะห่างจากใจไม่มีความแตกต่างกัน ดังภาพที่ 2 3 และภาพที่ 4 ถึง 8 จะเห็นว่าความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ตามระยะห่างจากใจมีค่าใกล้เคียงกัน

## 2. ความผันแปรระหว่างต้น

ความผันแปรความยาวของเส้นใยของเนื้อไม้มีความแตกต่างกันระหว่างต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีองค์ประกอบความผันแปรร้อยละ 12.72 ของความผันแปรทั้งหมด โดยสายพันธุ์เบอร์ 5 มีความยาวเส้นใยต่ำสุด 0.85 มิลลิเมตร และสายพันธุ์เบอร์ 9 และ 47 มีความยาวเส้นใยสูงสุด 0.89 มิลลิเมตร ซึ่งใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นการคัดเลือกสายพันธุ์สำหรับปลูก สามารถนำมาปลูกได้ทุกสายพันธุ์ แต่ก็ต้องพิจารณาองค์ประกอบอย่างอื่นด้วย

## 2. ผลการศึกษาขนาดเส้นใยของเนื้อไม้ *Acacia crassicarpa* ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6. ขนาดเส้นใยของเนื้อไม้ *Acacia crassicarpa* และคุณสมบัติที่เกี่ยวข้อง

รายการ	ขนาดเส้นใยของเนื้อไม้และค่าที่เกี่ยวข้อง				
	สายพันธุ์เบอร์				
	5	79	9	20	47
ความยาวเส้นใยเฉลี่ย (มม.)	0.85	0.88	0.89	0.87	0.89
ความกว้างเส้นใยเฉลี่ย (ไมครอน)	23.33	25.00	22.5	24.17	22.5
ความกว้างลูเมน (ไมครอน)	18.33	20.00	17.50	19.17	17.5
ความหนาผนังเซลล์ (ไมครอน)	2.92	2.50	3.75	2.50	2.50
Runkel ratio	0.34	0.31	0.45	0.27	0.32
Flexibility coefficient	0.77	0.79	0.77	0.79	0.76
Slenderness ratio	36.43	35.20	39.56	36.00	39.56
Wall fraction (%)	8.61	6.00	8.54	21.25	23.61

เส้นใยของเนื้อไม้ *Acacia crassicarpa* จัดเป็นพวกเส้นใยสั้นมีความยาวเส้นใย 0.85 ถึง 0.89 มิลลิเมตร ความกว้างเส้นใย 22.5 ถึง 25.0 ไมครอน ความกว้างลูเมน 17.5 ถึง 20.0 ไมครอน ความหนาผนังเซลล์ 2.5 ถึง 3.75 ไมครอน ค่า Runkel ratio น้อยกว่า 1 แสดงว่าเส้นใยมีผนังเซลล์บางทำให้เส้นใยประสานกันได้ดี เมื่อนำมาผลิตกระดาษจะได้กระดาษแผ่นเรียบ (Casey, 1980) ค่า Flexibility coefficient มากกว่า 0.5 ทำกระดาษได้ดีจะให้กระดาษที่มีความต้านทานต่อแรงดึง แรงดันทะลุ และแรงหักพับสูง ค่า Slenderness ratio น้อยกว่า 75 อาจทำให้ค่าความต้านทานต่อแรงฉีกขาดต่ำ ค่า Wall fraction น้อยกว่า 50% ทำให้เยื่อกระดาษมีเส้นใยประสานกันได้ดี กระดาษมีค่าความต้านทานต่อแรงดึงและแรงดันทะลุสูง



## สรุปผล

การศึกษาสัณฐานเส้นใยของเนื้อไม้ *Acacia crassicarpa* เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาคุณภาพของเนื้อไม้ การเลือกสายพันธุ์ การเลือกอายุตัดฟันและการนำเนื้อไม้ไปใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม ซึ่งสรุปได้ว่าไม้ *Acacia crassicarpa* มีความยาวเส้นใยของเนื้อไม้เฉลี่ย 0.85-0.89 มิลลิเมตร โดยที่ค่าความยาวของเส้นใยของเนื้อไม้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างต้น ระหว่างความสูง ระหว่างปฏิกิริยาสัมพันธ์ของความสูงกับต้น ระหว่างแนวรัศมี แต่ระยะห่างจากใจไม้มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ความแตกต่างระหว่างต้นมีองค์ประกอบความผันแปรทั้งหมดและความผันแปรจากการสุ่มทั้งหมดสูง ความแตกต่างระหว่างความสูงมีองค์ประกอบความผันแปรทั้งหมดสูงและระยะห่างจากใจไม้มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งโดยภาพรวมแล้วมีความผันแปรของความยาวของเส้นใยเนื้อไม้ไม่มากนัก เมื่อพิจารณาเส้นใยของเนื้อไม้เพื่อใช้ผลิตกระดาษเส้นใยมีผนังเซลล์บางประสานกันได้ดี กระดาษที่ผลิตจะได้กระดาษแผ่นเรียบมีความต้านทานต่อแรงดึง แรงดันทะลุ และแรงหักพับสูง แต่ค่าความต้านทานแรงฉีกขาดค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการคัดเลือกสายพันธุ์และผสมพันธุ์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของเส้นใยเนื้อไม้ *Acacia crassicarpa* ก็จำเป็นที่จะต้องคัดเลือกจากไม้ที่มีอายุถึงรอบตัดฟัน (rotation) โดยการคัดเลือกแบบเป็นกลุ่มใหญ่ (mass selection) อาจจะใช้เครื่องมือ Pilodyn ช่วยคัดเลือกความยาวเส้นใยของเนื้อไม้ที่มีลักษณะยาวที่สุด สำหรับไม้ที่ใช้เป็นพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์เพื่อการปลูกสร้างสวนป่าสำหรับอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อไป

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานหรือชุดโครงการวิจัยคุณสมบัติและการใช้ประโยชน์ไม้สกุลกระถิน *Acacia* และขอขอบคุณ คุณชิตติ วิสารัตน์ คุณวิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง คุณรัตนะ ไทงาม และคุณเบญจวรรณ คฤห์พัฒนา ที่ได้กรุณาสับสนุนวัสดุคิบบไม้จากสถานีวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

## เอกสารอ้างอิง

วิชช์ อรรถพานุรักษ์ และคณะ. 2547. สัณฐานเส้นใยของไม้พญาสัตบรรณ อายุ 9 ปี เพื่ออุตสาหกรรมกระดาษ. การประชุมวิชาการประจำปี 2547 ครั้งที่ 2. สถาบันคั้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร. วันที่ 29 กรกฎาคม 2547. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์





- Bucher, H. and Widerkehr-Scher, L.P. 1948. Morphology and Structure of Wood Fibers. Research on Laboratories of the Cellulosefabrik Attissholz. AG. Switzerland.
- Casey. J.P. 1980. Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology. 3Ed. Vol.1. A Wiley- Interscience Publication. John Wiley & Sons. Inc. New York, U.S.A.
- IAWA. 1987. Standard Terms of Length of Vessel members and Fibers. Tropical wood. 51:21.
- Macdonald, R.G. and Franklin, J.N., Editor. 2<sup>nd</sup>. Edition. The pulping of wood. Vol.1. Pulp and Paper Manufacture. Mc.GRAW. Hill Book Company. New York. USA.
- McKenzie, AW. 1994. A guide to pulp evaluation. CSIRO. Australia.