

พรรณไม้ตระกูลใบกว้างของไทยบางชนิดที่มีเส้นใยยาว
LONG FIBER OF SOME THAI HARDWOOD SPECIES

สุพิชญ์ ภาสบุตร ๑/

Supichaya Bhasaputra

ABSTRACT

The study of fiber length and quality of some Thai hardwood species was carried out in the pulp and paper laboratory of The Forest Products Department. The main objectives of this study are to test on fiber dimensions and quality of some hardwood species, and the potential of pulp and papermaking of non-commercial and commercial or lesser-known species. Information obtained from this study would be great benefits for further forest product research and industrial development.

Evidence from the study shows that, the relative fiber length or slenderness ratio which is the coefficient of the length to the width of the fiber affects the tearing resistance of the pulp sheet. Generally the higher the relative fiber length the higher is the resistance to the tear. The tensile strength of pulp sheets, on the other hand is influenced by the "flexibility coefficient" which is the ratio of the lumens width to the width of the fiber. The higher this coefficient the higher is the tensile strength.

Fiber density, the ratio of the cell wall thickness to the fiber diameter represents the combined effects to cell wall thickness and lumens width. Thick-walled or small-lumened fibers produce bulky sheets of low tensile strength. Furthermore, fiber strength and stiffness of hardwood fibers are highly related to cell wall thickness or area. Results of variability studies indicate that age determines the fiber length of a species when older trees are used. The study is significantly found the measures of using long fiber for improving pulp and paper quality and the coefficient of the length to the width of fiber is likely to be useful for further pulp and paper quality development.

เรื่องย่อ

จากการศึกษาค้นคว้าทางด้านวนผลิตภัณฑ์และการพัฒนาอุตสาหกรรมการทำเยื่อและกระดาษจากเส้นใยไม้โดยศึกษาขนาดของ เส้นใยของไม้ตระกูลใบกว้างในประเทศไทยหลายชนิด ซึ่งใช้เป็นสินค้าได้และใช้เป็นสินค้าไม่ได้รวมทั้งศึกษาจากบางชนิดที่ยังรู้จักกันน้อย แต่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมที่ใช้เส้นใยไม้ได้ เช่นอุตสาหกรรมการทำกระดาษ และสิ่งทออื่น ๆ ซึ่งผู้เขียนได้ทำการศึกษาวัดขนาดเส้นใยของไม้ชนิดต่าง ๆ มากมายตั้งแต่ปี ๑๙๙๔ เป็นต้นมา จุดมุ่งหมายก็เพื่อจะคลี่คลายปัญหาสำหรับการเลือกชนิดไม้ที่ยังไม่ทราบและไม่ได้ใช้เป็นสินค้าแต่มีเส้นใยเหมาะสมในการอุตสาหกรรมการทำเยื่อและกระดาษ ผลจากการศึกษาค้นคว้าเป็นเวลานานประมาณ ๕ ปี จึงได้รวบรวมเป็นรูปเล่มผลงานวิจัยและแสดงถึงความยาวของเซลล์ อัตราส่วนรูปร่าง (Slenderness ratio) ซึ่งเกี่ยวข้องกับสมบัติของความยาวกับความกว้างของเซลล์เส้นใยที่มีผลต่อแรงต้านทานการฉีกของแผ่นกระดาษ โดยทั่วไปแล้วความยาวของเส้นใยมีผลต่อความต้านทานแรงฉีกสูง ส่วนกำลังดึงของกระดาษขึ้นอยู่กับสมบัติการบิดงอ (flexibility) ซึ่งเกี่ยวข้องกับอัตราส่วนระหว่างความกว้างของว่าง (lumen width) กับความกว้างของเส้นใย ถ้าสมบัตินี้มีค่าสูงกำลังดึงก็สูง

ความหนาแน่นของเส้นใยหมายถึงอัตราส่วนของความหนาของผนังเซลล์เส้นใยต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นใย เส้นใยที่มีผนังหนามีช่องว่างแคบซึ่งทำให้เกิดปัญหา เมื่อผลิตกระดาษแผ่นใหญ่ มักจะมีกำลังดึงต่ำ ยิ่งกว่านั้นกำลังเส้นใยและความเหนียวของเส้นใยไม้ตระกูลใบกว้างมักสัมพันธ์กับความหนาผนังเซลล์และเนื้อที่ผนังเซลล์ของเส้นใยอย่างมาก เนื่องจากอิทธิพลของความยาวเส้นใยมีผลต่อคุณภาพเยื่อและกระดาษ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการแนะนำและบอกกล่าว เกี่ยวกับชนิดไม้ที่มีเส้นใยยาว ที่ผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ในตารางท้ายเพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ต้องการศึกษาและอ้างอิง ซึ่งการรวบรวมได้จากการค้นคว้าและสำรวจโดยวัดเซลล์ของไม้แต่ละชนิดออกมา และใช้เวลานานมาก กว่าจะได้รับผลข้อมูลบางส่วนทั้งหมด อีกทั้งยังพบว่าอายุของไม้ต้องมีอายุมากพอจึงจะได้ไม้ที่ให้เส้นใยยาวและได้รับผลสูงในอุตสาหกรรมการทำเยื่อและกระดาษ ซึ่งข้อมูลการแปรผันของความยาวขึ้นอยู่กับอายุและอื่น ๆ ผู้วิจัยได้เคยรวบรวมแล้วในผลงานวนศาสตร์วิจัยเล่มที่ ๔๗ ปีพ.ศ. ๒๕๒๒ ถ้าผู้ที่ต้องการศึกษาค้นคว้า สามารถศึกษารายละเอียดได้จากห้องสมุดคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับความยาวของเส้นใยที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมการทำเยื่อและกระดาษควรได้มีการศึกษาและค้นคว้ากันต่อไปว่าชนิดใดเหมาะสมเพราะอาจจะไม่มีอีกหลายชนิดที่ยังไม่ได้สำรวจและรู้จักน้อยแต่มีเส้นใยยาวก็ได้

คำนำ

พรรณไม้ตระกูลใบกว้างจัดเป็นไม้ประเภทหนึ่งซึ่งมีชื่อศัพท์ทางวิชาการภาษาอังกฤษว่า Hardwood (ฮาร์ดวูด) ซึ่งมีมากมายหลายชนิดทั้งที่ขึ้นในป่าบกและในป่าชายเลน จัดจำแนกอยู่ในวงศ์ต่าง ๆ มากมาย ไม้ประเภทนี้จะมีเซลล์ที่เรียกว่า เซลล์เส้นใยหรือเซลล์ไฟเบอร์ (Fiber cell) ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมการทำเยื่อและกระดาษ อุตสาหกรรมสิ่งทอและอื่น ๆ ซึ่งลักษณะและความยาวของ เซลล์ในไม้แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน แม้แต่ในไม้ชนิดเดียวกันต้นเดียว - กัน หรือชนิดเดียวกันต่างต้นกันยังแตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อนำเส้นใยมาทำเยื่อและกระดาษจึงทำให้คุณภาพของกระดาษแตกต่างกัน เนื่องจากคุณภาพของกระดาษขึ้นอยู่กับความยาวของเซลล์ ความหนาของผนังเซลล์ และลักษณะอื่น ๆ ของเส้นใย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาและค้นคว้าว่าไม้ชนิดใดมีเส้นใยยาวหรือเหมาะสมที่จะนำมาใช้ทำเยื่อและกระดาษได้ โดยศึกษาสำรวจจากไม้ที่ใช้เป็นสินค้าได้และใช้เป็นสินค้าไม่ได้ หรือจากไม้ที่รู้จักน้อยและยังไม่ได้นำออกมาใช้ประโยชน์เลย หรือจากพืชไม้ที่ใช้ประโยชน์ไม่ได้แล้ว

การศึกษาและค้นคว้าในปัจจุบันจึงมุ่งถึงการทดลอง และสำรวจจากไม้ที่รู้จักกันน้อยหรือใช้เป็นสินค้าได้น้อย เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ด้านวนวัฒนวิทยาและอุตสาหกรรมอย่างอื่นให้มากที่สุด แต่จะต้องไม่ทำลายป่าหรือทำลายไม้ที่ควรสงวนไว้ ดังนั้นจึงมุ่งหวังศึกษาจากไม้ที่โตเร็วและสามารถปลูกสร้างสวนป่าได้ง่ายมาใช้ประโยชน์มากกว่า แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาของผู้วิจัยอาจจะแตกต่างจากผู้วิจัยอื่นแต่ก็คงไม่มากนัก เพราะการศึกษาค้นคว้าวิจัยต่างวิธีต่างขบวนการและอุปกรณ์ ตลอดจนสารเคมีย่อมมีผลต่างกัน ดังนั้นผู้เขียนเห็นว่าควรจะมีการร่วมมือกันศึกษาและค้นคว้าวิจัยต่อไปในอนาคต เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่ต้องการศึกษาและอ้างอิงอย่างละเอียดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

จากตัวอย่างไม้แต่ละชนิดของแต่ละวงศ์ที่ได้มาจากแหล่งต่าง ๆ กัน นำมาขอยให้มีขนาดเท่ากันไม้ขีดไฟใส่ในขวดทดลองไวอัล (Vial) ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อพื้นเมือง และชื่อวงศ์ของไม้แต่ละชนิดปิดไว้เรียบร้อยเพื่อกันสับสน แล้วนำมาศึกษาค้นคว้าโดยวิธีแยกเซลล์ (Maceration Methods) ตามวิธีของแฟรงคลิน (Franklin's Method) เพื่อวัดขนาดความยาว ความหนา เส้นผ่าศูนย์กลางและช่องว่างของเซลล์เส้นใย ทำการวัดแต่ละครั้งโดยวิธีลุ่มครึ่งละ ๑๒ - ๑๔ เซลล์ ลุ่มให้ได้ประมาณ ๑๕ ครั้งจากไม้แต่ละชนิด ดังนั้นไม้แต่ละชนิดจะต้องวัดให้ได้ประมาณ ๒๐๐ เซลล์ การวัดใช้กล้องจุลทรรศน์ และ Ocular micrometer ที่เทียบค่าสัมพันธ์กับ Stage micrometer เรียบร้อยแล้ว ซึ่งการวัดขนาดของเซลล์ไม่ว่าจะเป็นความยาว ความหนา หรืออื่น ๆ ย่อมอาจมีค่าคลาดเคลื่อนได้ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องนำค่าที่ได้ไปหาเปอร์เซ็นต์ระดับความเชื่อมั่น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป ถ้าค่าเฉลี่ยความยาวเส้นใยที่ได้ต่ำกว่า ๑.๕ มิลลิเมตร ถือว่าเซลล์มีขนาดสั้นเมื่อเทียบกับเซลล์ทราศิคของไม้ตระกูลสนเขาหรือที่เรียกว่าซอฟวูด (Softwood) ซึ่งมีความยาวมากกว่า จึงไม่นิยมนำเส้นใยมาทำเยื่อและกระดาษ ดังนั้นจะไม่รายงานไว้ในผลการวิจัยนี้ แต่ถ้ามีช่วงความยาวตั้งแต่ ๑.๕ มิลลิเมตร ขึ้นไปจะปรากฏในรายงานวิจัยนี้เพราะถือว่าความยาวเหมาะสมที่จะนำมาใช้ทำเยื่อและกระดาษได้ แต่ผู้วิจัยไม่รับรองทุกชนิดว่าจะได้กระดาษคุณภาพดีทั้งหมด ซึ่งเรื่องนี้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตจะเลือกใช้ ดังนั้นผลการรายงานผู้วิจัยคิดว่าเหมาะสมหรือดีนั้นผู้วิจัยพิจารณาจากอัตราส่วนการบิดงอ (Flexibility ratio) ถ้าต่ำกว่า ๔๔ ถือว่ายังไม่รับรอง โดยมีเครื่องหมาย (-) กำกับ แต่ถ้าตั้งแต่ ๔๔ ถือว่ารับรอง โดยมีเครื่องหมายบวก (+) กำกับตรงช่องท้าย ดังในตาราง

ผลและวิจารณ์ผล

ผลของการสำรวจพรรณไม้ตระกูลใบกว้างที่มีเส้นใยาวเหมาะสมที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการทำเยื่อและกระดาษพบว่าแต่ละชนิดเส้นใยมีความยาว รูปทรง สัมประสิทธิ์การบิดงอ และความหนาแน่น หรืออัตราส่วนความหนาผิวเซลล์ต่อความกว้างช่องว่าง (Density or Runkel Ratio) แตกต่างกัน จากการสำรวจยังพบว่าเส้นผ่าศูนย์กลางและความกว้างช่องว่างของเซลล์เส้นใยทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การบิดงอแตกต่างกัน ซึ่งค่านี้มีผลต่อการพิจารณาว่าเส้นใยนั้นเหมาะสมจะนำไปใช้ทำเยื่อกระดาษหรือไม่ เพราะค่านี้เกี่ยวข้องกับผลต่อกำลังดึงของกระดาษ การกำหนดหรือรับรองค่าสัมประสิทธิ์การบิดงอขึ้นอยู่กับหลักเกณฑ์ใ้ทำการวิจัยว่าจะกำหนดค่าใดเพื่อรับรองความยาวของเส้นใยนั้นว่าเหมาะสมทำเยื่อและกระดาษหรือไม่ แต่ผู้วิจัยส่วนมากรวมทั้งตัวผู้เขียน ซึ่งทำการวิจัยได้กำหนดไว้ว่าถ้าค่าสัมประสิทธิ์การบิดงอต่ำกว่า ๔๕ ถือว่ายังไม่รับรองโดยใส่เครื่องหมายลบกำกับไว้ในช่องความเหมาะสมสำหรับทำกระดาษ แต่ถ้ารับรองจะใส่เครื่องหมายบวก ดังปรากฏในตารางผลการทดลอง (ตาราง ๑ - ๔) ถ้าศึกษาจากตารางจะพบว่าเซลล์เส้นใยถึงแม้ว่าจะมีความยาวเกิน ๑.๗ มิลลิเมตร ก็อาจมีค่าสัมประสิทธิ์การบิดงอต่ำได้ แต่เซลล์ยาวต่ำกว่า ๑.๗ มิลลิเมตร ก็เช่นกันอาจมีค่าสัมประสิทธิ์การบิดงอสูงได้ แต่ค่าสัมประสิทธิ์การบิดงอขึ้นอยู่กับ เส้นผ่าศูนย์กลางและความกว้างของช่องว่างเส้นใยมากกว่า ฉะนั้นจะเห็นได้ว่าขนาดของเส้นใยที่ทำให้ได้เยื่อและกระดาษคุณภาพดีนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับความยาวและรูปทรงเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความหนา เส้นผ่าศูนย์กลาง และความกว้างช่องว่างของเซลล์เส้นใยอีกด้วย ดังนั้นแนวโน้มการตัดสินใจว่าจะรับรองหรือไม่รับรองเส้นใยที่จะนำมาใช้ทำเยื่อและกระดาษไม่ควรจะตัดสินใจจากความยาวเพียงอย่างเดียว แต่ควรตัดสินใจจากค่าสัมประสิทธิ์การบิดงอจะถูกต้องมากกว่า โดยยึดถือค่าตามที่คุณเขียนกำหนดให้หรืออาจจะยึดตามหลักอื่นที่ผู้วิจัยท่านอื่นกำหนดก็ได้ สุดแล้วแต่ผู้วิจัยท่านใดจะใช้หลักและวิธีการใดกำหนด ส่วนค่าที่ได้รับมาหรือค่าอนุพันธ์ (Derived Values) อื่น ๆ ผู้เขียนซึ่งทำการวิจัยเห็นว่า เป็นส่วนประกอบที่จะพิจารณาเกี่ยวกับเรื่องทางด้านทนแรงดึงมากกว่า

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจากการวิเคราะห์ลักษณะของเส้นใยและความยาวของเส้นใย ผู้เขียนมุ่งถึงค่าสัมประสิทธิ์การบิดงอก่อน เพื่อที่จะพิจารณาว่าจะรับรองหรือไม่รับรองเส้นใยนั้นเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการทำเยื่อและกระดาษหรือสิ่งทออื่น ๆ เมื่อรับรองแล้วจึงพิจารณาถึงความยาว และความยาวนั้นจะต้องเกิน ๑.๕ มิลลิเมตร เพราะความยาวมีผลต่อแรงดึง ด้วยเหตุผลดังกล่าวในรายงานจึงมีแต่เส้นใยที่มีความยาวเกิน ๑.๕ มิลลิเมตร ขึ้นไป ดังปรากฏในตารางผลการทดลอง สำหรับพรรณไม้ นอกเหนือจากปรากฏในตารางที่มีเส้นใยสั้นกว่า ๑.๕ มิลลิเมตร ผู้วิจัยท่านใดอยากจะนำมาศึกษาค้นคว้ารายละเอียดต่อไปก็ได้ เพราะอาจจะยังมีอีกหลายชนิดที่ยังไม่ได้สำรวจและรู้จักน้อยแต่อาจจะนำมาใช้ผลิตเยื่อและกระดาษที่มีคุณภาพดีก็ได้ ซึ่งแล้วแต่กรรมวิธีและขบวนการของการทำเยื่อและกระดาษ นับว่าเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่จะทำการวิจัยต่อไปในอนาคตสำหรับผู้ศึกษาทางสาขาเยื่อและกระดาษโดยเฉพาะ

ฉะนั้นเมื่อพิจารณาจากผลการทดลองและสำรวจเปรียบเทียบกับผลการทดลองและสำรวจเกี่ยวกับความเหมาะสมของไม้ไทยบางชนิดในการใช้ทำเยื่อกระดาษ (ถนนม ปรเมศวร์ และสมศรี อรัญญฤติ) ซึ่งได้แสดงค่าความยาวของเส้นใยไม้หลายชนิด ซึ่งมีความยาวแตกต่างกันมากมายตั้งแต่ต่ำสุดจนถึงสูงสุด อาทิ ทองหลาง : ๑.๗๖ มิลลิเมตร ปอกระสา : ๑.๘๒ มิลลิเมตร ยมหอม : ๑.๓๖ มิลลิเมตร พลาง : ๑.๔๓ มิลลิเมตร ชุมแพรง : ๑.๖๓ มิลลิเมตร อ้อยช้าง : ๑.๑๔ มิลลิเมตร กะท้อน : ๑.๕๑ มิลลิเมตร ยางพารา : ๑.๔๑ มิลลิเมตร รวก : ๒.๖๔ มิลลิเมตร สนสามใบ : ๕.๔๓ มิลลิเมตร สนสองใบ : ๖.๔๔ มิลลิเมตร

ส่วนจากรายงานงานศาสตรวิจัยเล่มที่ ๕๗ (สุพิชญ์ ภาสบุตร) โกงกางใบเล็ก : ๑.๒ - ๑.๗๖ มิลลิเมตร จากตัวอย่างดังกล่าวนี้จะเห็นว่าไม้ต่างประเทศคือ ไม้สนสองใบ และสามใบมีความยาวสูงสุด แต่ถ้าเปรียบเทียบระหว่างความยาวของเซลล์เส้นใยในไม้ใบกว้างด้วยกัน จะเห็นว่าความยาวเส้นใยที่ผู้วิจัยสำรวจได้ปรากฏในตารางที่ ๑ ถึง ๔ มีเส้นใยยาวกว่าในไม้หลายชนิดดังกล่าว และจากการสำรวจก่อน ๆ มักมุ่งถึงความยาวเส้นใยอย่างเดียว แต่ผู้เขียนซึ่งได้ศึกษาและทำการวิจัยครั้งนี้เห็นว่าควรมุ่งศึกษาจากหลายลักษณะดังที่ผู้เขียนได้กล่าวแล้วตอนต้น ๆ อีกทั้งควรตัดสินใจจากค่าสัมประสิทธิ์การบิดงอเป็นเกณฑ์ และควรจะศึกษาจากไม้ที่มีอายุมาก แต่อย่างไรก็ตามความยาวของเส้นใยอาจจะแปรผันแตกต่างกันได้ตามส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ ซึ่งเรื่องต่าง ๆ และสิ่งใหม่ ๆ ดังกล่าว เป็นเรื่องที่น่าสนใจและควรศึกษาวิจัยเป็นอย่างยิ่งในอนาคต

Table 1. Fiber Length and Derived Values of Some Thai Hardwood Species from Apocynaceae to Dilleniaceae

SPECIES:	FIBER	DERIVED VALUES			SUITABILITY
	LENGTH (mm)	Slenderness Ratio (L/D)	Runkel Ratio (2w/l)	Flexibility Ratio (1/D)	FOR PULP AND PAPERMAKING
ALANGIACEAE					
1. <i>Alangium salvifolium</i> (ปรง)	2.86	95	9.0	10	(-)
APOCYNACEAE					
1. <i>Alstonia macrophylla</i> (ทุ้งฟ้า)	1.74	54	0.35	78	(+)
2. <i>Alstonia scholaris</i> (ตีนเป็ด)	1.71	53	0.33	75	(+)
BOMBACACEAE					
1. <i>Boschia griffithii</i> (ทุเรียนนก)	1.61	52	0.35	74	(+)
2. <i>Salmaria malabarica</i> (จิว หรือจิวป่า)	1.74	54	0.52	66	(+)
CASUARINACEAE					
1. <i>Casuarina equisetifolia</i> (สนทะเล)	1.67	76	10.0	24	(-)
CELASTRACEAE					
1. <i>Lophopetalum duperreanum</i> (สองสี)	2.57	94	4	11	(-)
DILLENACEAE					
1. <i>Dillenia</i> sp. (सान)	2.75	64	1.05	49	(+)

Symbol : L = fiber length; D = fiber diameter; l = lumen width;
w = cell wall thickness.

Table 2. Fiber Length and Derived Values of Some Thai Hardwood Species from Dipterocarpaceae to Leguminosae

SPECIES	FIBER	DERIVED VALUES			SUITABILITY
	LENGTH (mm)	Slenderness Ratio (L/D)	Runkel Ratio (2w/1)	Flexibility Ratio (1/D)	FOR PULP AND PAPERMAKING
DIPTEROCARPACEAE					
1. Anisoptera glabra (กนกนาถ)	1.65	69	3.0	25	(-)
2. Dipterocarpus costatus (ยางแดง)	1.67	60	3.0	25	(-)
3. Dipterocarpus grandiflorus (ยุง)	1.63	58	2.5	29	(-)
4. Parashorea stellata (ไข่เขียว)	1.72	54	0.45	69	(+)
5. Shorea curtisii (สนาแดง)	1.73	56	0.48	67	(+)
EUPHORBIACEAE					
1. Hevea brasiliensis (ยางพารา)	1.50	63	0.62	61	(+)
FLACOURTIACEAE					
1. Hydnocarpus anthelminticus (กระเบา)	2.55	74	1.23	45	(+)
GUTTIFERAE					
1. Garcinia hanburyi (รง)	1.61	85	5.33	16	(-)
LAURACEAE					
1. Cinnamomum parthenoxylon (เทพชาโร)	1.85	53	4.83	17	(-)
LEGUMINOSAE					
1. Erythrina orientalis (ทองหลวง)	1.71	49	0.21	83	(+)
2. Insia bakeri (หลุมพอ)	1.65	66	0.56	59	(+)
3. Koompassia excelsa (ยวน)	1.68	99	1.83	35	(-)

Symbol : L = fiber length; D = fiber diameter; 1 = lumen width;
w = cell wall thickness.

Table 3. Fiber Length and Derived Values of Some Thai Hardwood Species from Magnoliaceae to Rhizophoraceae

SPECIES	FIBER	DERIVED VALUES			SUITABILITY FOR PULP AND PAPERMAKING
	LENGTH (mm)	Slenderness Ratio (L/D)	Runkel Ratio (2w/l)	Flexibility Ratio (1/D)	
MAGNOLIACEAE					
1. <i>Michelia</i> spp. (จำปา)	1.72	50	0.57	63	(+)
MALVACEAE					
1. <i>Kydia calycina</i> (แปะเลี้ยงผ้า)	1.68	44	0.50	67	(+)
MELIACEAE					
1. <i>Sandoricum koetjape</i> (กะทอน)	1.54	48	0.56	56	(+)
2. <i>Swietenia macrophylla</i> (มะฮอกกานีใบใหญ่)	2.36	103	0.53	65	(+)
MORACEAE					
1. <i>Artocarpus</i> sp. (ตังเก)	1.74	48	0.57	64	(+)
MYRTACEAE					
1. <i>Syzygium cumini</i> (ทว่า)	1.81	75	2.00	33	(-)
OLACACEAE					
1. <i>Scorodocarpus borneensis</i> (ทุลิม)	2.28	84	12.50	7	(-)
RHIZOPHORACEAE					
1. <i>Carallia brachiata</i> (เลียงพรานนางแอ)	2.26	90	5.25	16	(-)
2. <i>Rhizophora candelaria</i> (โคงกางใบเล็ก)	1.76	40	0.50	64	(+)
RUBIACEAE					
1. <i>Hymenodictyon excelsum</i> (อุโลก)	1.79	41	0.52	66	(+)

Symbol : L = fiber length; D = fiber diameter; l = lumen width; w = cell wall thickness;

Table 4. Fiber length and Derived Values of Some Thai Hardwood Species from Sapotaceae to Sterculiaceae

SPECIES	FIBER	DERIVED VALUES			SUITABILITY FOR PULP AND PAPERMAKING
	LENGTH (mm)	Slenderness Ratio (L/D)	Renkel Ratio (2w/1)	Flexibility Ratio (L/D)	
SAPOTACEAE					
1. Madhuca pierrei (มะขาง)	1.72	61	0.65	61	(+)
2. Manilkara hexandra (เกด)	1.69	60	6.00	14	(-)
3. Palaquium obovatum (จิกนม)	1.81	72	0.67	60	(+)
STERCULIACEAE					
1. Tarrietia java - nica (ขุมแพรง)	1.62	68	0.41	71	(+)
2. Herifiera littoralis (ทองนํ้าทะเล)	1.68	88	1.71	88	(+)

Symbol : L = fiber length ; D = fiber diameter ; 1 = lumen width ;
w = cell wall thickness.

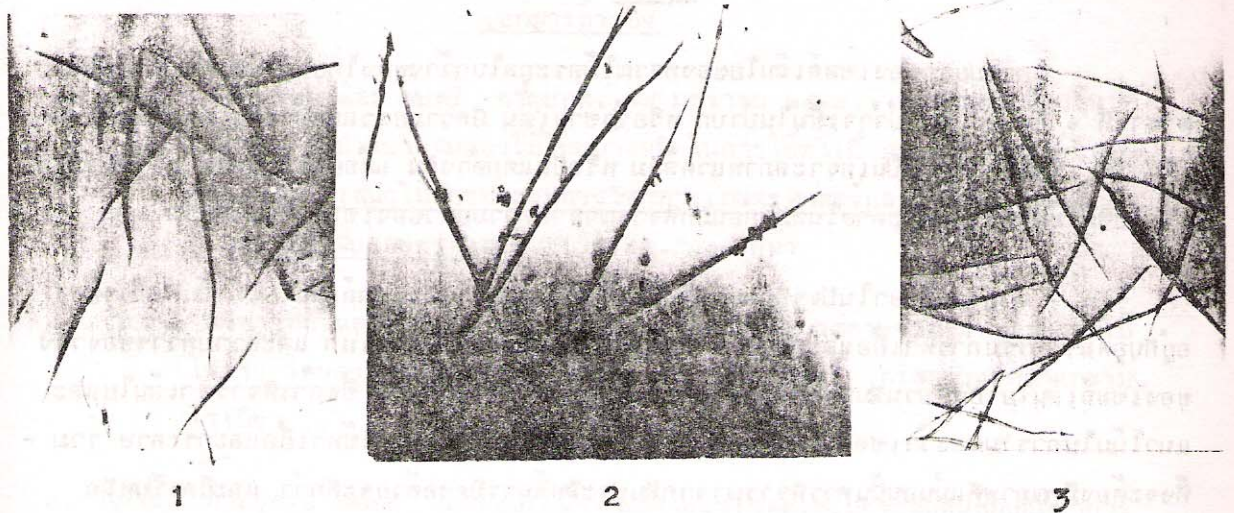


Figure 1=3. Fiber length sample of: 1) Nesaea brasiliensis (4x1.25x2.5).
2) Rhizophora candelaria (4x1.25x2.5). 3) Tarrietia javanica (4x1.25x2.5).

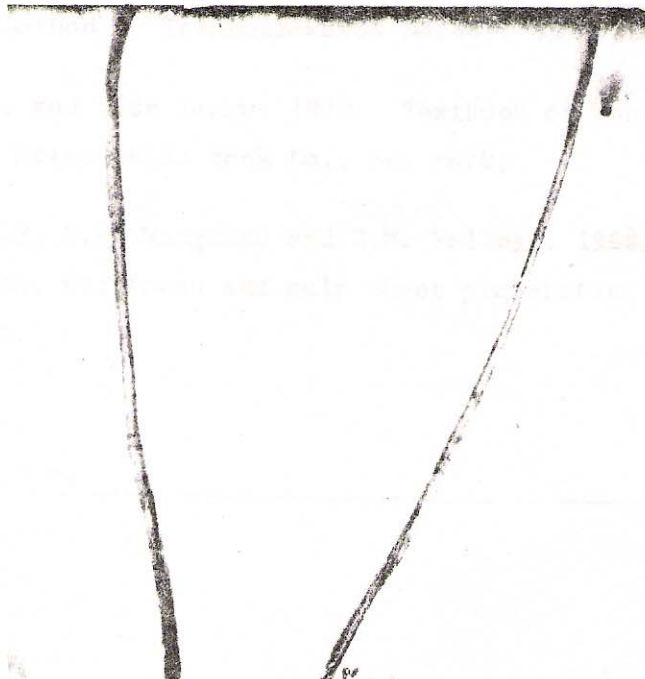


Figure 4. Fiber length sample of Rhizophora candelaria (40x).

สรุปผล

ความยาวของเซลล์เส้นใยของพรรณไม้ตระกูลใบกว้างของไทยบางชนิดทั้งปรากฏในตารางที่ ๑ ถึง ๔ ซึ่งไม่ว่าจะขึ้นในป่าบก หรือป่าชายเลน มีความยาวแตกต่างกัน บางชนิดก็ใกล้เคียงกัน เรื่องนี้อาจจะเป็นเพราะสภาพแวดล้อม หรือยีนแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม การพิจารณาเลือกชนิดไม้มาทำเยื่อกระดาษในสมัยก่อนมักพิจารณาจากความยาวของเซลล์เป็นส่วนมาก

จากการศึกษาในปัจจุบันพบว่าไม่เพียงแต่ความยาวของเซลล์เส้นใยเท่านั้นที่เกี่ยวข้องอยู่กับอุตสาหกรรมการทำเยื่อและกระดาษ แต่เส้นผ่านศูนย์กลาง ความหนา และความกว้างช่องว่างของเซลล์เส้นใย ยังมีส่วนสัมพันธ์กับคุณภาพของเยื่อและกระดาษอีกด้วย ซึ่งการพิจารณาเส้นใยและแนวโน้มในการรับรองว่าเซลล์เส้นใยของไม้ชนิดใดเหมาะสมที่จะนำมาใช้ทำเยื่อและกระดาษ รวมทั้งจะต้องมีคุณภาพดีแน่นอนนั้น ควรพิจารณาจากสมบัติการบดองด้วยจะดีกว่า และยึดเป็นหลักเกณฑ์กำหนดได้แน่นอนดีกว่าที่มุ่งถึงความยาวของเซลล์เส้นใยเพียงอย่างเดียว

อนึ่งผลการสำรวจนี้อาจจะแตกต่างจากผู้วิจัยอื่นก็ได้ ถ้าการสำรวจใช้วิธีการและอุปกรณ์ต่างกัน ตลอดจนสำรวจไม้จากแหล่งต่างกัน ฉะนั้นจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาค้นคว้าหาพรรณไม้ที่มีเส้นใยยาวกันต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

๑. ถนอม เปรมรัศมี และ สมศรี อรัญญฤติ. ๒๔ มกราคม ๒๕๑๔. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับความเหมาะสมของไม้ไทยบางชนิดในการใช้ทำเยื่อกระดาษ. กองค้นคว้ากรมป่าไม้. เสนอในการประชุมทางวิชาการเกษตรศาสตร์และชีววิทยา ครั้งที่ ๔ ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. ๑๑ หน้า
๒. รันทน์ สาตราคม และผู้วิจัยอื่น ๆ . ๒๕๑๕ การทำเยื่อกระดาษจากไม้ป่าเลนและไม้โตเร็ว โดยกรรมวิธีซัลเฟต. กองวิจัย กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม. โรเนียว
๓. สุทธิชัย ภาสบุตร. ๒๕๒๒ การแปรรูปความยาวของเซลล์ไฟเบอร์ที่สัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโตในไม้โกงกางใบเล็กที่มีอายุ ๑๖ ปี ๗ เดือน. ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. รายงานวนศาสตร์วิจัย เล่มที่ ๔๗ มกราคม ๒๕๒๒.
๔. Dinwoodie, J.M. 1961. Tracheid and Fiber length in Timber - A review of literature. Forestry 34 (2) : 125 - 144
๕. Franklin's method : Tropical Woods No.88 : 35 - 36 , 1948.
๖. Panshin, A.J. and C. de Zeeuw. 1970. Textbook of Wood Technology. Vol. I. McGraw-Hill Book Co., New York.
๗. Tamolang, F.N., F.F. Wangaard and R.M. Kellogg. 1968. Hardwood fibers strength, stiffness and pulp sheet properties. TAPPI 51 (1) 19 - 25.