

การผลิตเยื่อกระดาษจากไม้กัญชง

KRAFT PULPING OF KANCHONG (*CANNABIS SATIVA* L. SUBSP. INDICA (LAM.) E.SMALL & CRONGUIST)

เพ็ญศรี อติวรรณพัฒน์¹

Pen sri Atiwannapat¹

วิษณุ วรรณพานุรักษ์²

Wikhan Anapanuruk²

เบญจวรรณ คฤหาพัฒนา¹

Benjawon Karuhapatana¹

บทคัดย่อ

ไม้กัญชงจัดเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งได้มีการส่งเสริมให้ปลูกตามพระราชดำริ เพราะมีคุณสมบัติพิเศษหลายประการและเส้นใยที่ได้มีคุณภาพสูง เส้นใยของไม้กัญชงเหมาะสำหรับนำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตเยื่อกระดาษได้ดี จะให้ปริมาณแอลฟาเซลลูโลสสูง ในการผลิตเยื่อกระดาษจากไม้กัญชงนั้น สภาวะที่เหมาะสมสำหรับเนื้อไม้กัญชง คือ sulfidity 25 %, active alkali 19% ใช้เวลาในการต้มเยื่อ 3 ชั่วโมง อุณหภูมิสูงสุด 165°C ให้ผลผลิตเยื่อ 49.25 % และค่า kappa number 19.09 และสภาวะที่เหมาะสมสำหรับลำต้นจากไม้กัญชง คือ sulfidity 25 %, active alkali 21 % ใช้เวลาในการต้มเยื่อ 3 ชั่วโมง อุณหภูมิสูงสุด 165°C ให้ผลผลิตเยื่อ 49.21 % และค่า kappa number 18.89 จะให้คุณสมบัติของเยื่อดีและมีค่าดัชนีความต้านทานแรงดึงสูงมาก เยื่อที่ผลิตได้เหมาะสำหรับผลิตกระดาษทำถุงชั้นเดียวและกระดาษห่อของ

ABSTRACT

Kanchong is promoted to plant for potential development as economical plant. It is one economical plant in Thailand according to various special properties and high quality fiber. Kanchong fiber is suitable for using as raw material for pulping according to having high alpha-cellulose. Study on Kraft pulping of Kanchong show that optimum condition for Kanchong wood are sulfidity 25%, active alkali 19 %, cooking time 3 hours and maximum temperature 165°C which gives pulp yield 49.25% and kappa number 19.09; optimum condition for Kanchong whole stem are sulfidity 25%, active alkali 21%, cooking time 3 hours and maximum temperature 165°C ,which gives pulp yield 49.21% and kappa number 18.89. Quality of pulp produced is good and has high tensile strength. Pulp produced is suitable for single layered bag paper and wrapping paper.

¹ สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ

² สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

คำนำ

กัญชง (*Cannabis sativa* L. subsp. *indica* (Lam.) E. Small & Cronquist) มีลักษณะคล้ายกับกัญชา (*Cannabis sativa* L. var. *sativa*) มีต้นกำเนิดมาจากพืชชนิดเดียวกัน พืชทั้งสองชนิดมีการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางมาเป็นระยะเวลาอันยาวนานทำให้มีการคัดเลือกพันธุ์เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติและเหมาะสมที่สุดตรงตามวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์ ทำให้เห็นความแตกต่างกันชัดเจนมากขึ้นต้นกัญชงเป็นยาเสพติด ต้นกัญชงใช้เป็นพืชเส้นใยในปัจจุบัน พืชเดิมพบในเขตอบอุ่นของทวีปเอเชีย ประเทศจีนปลูกใช้ประโยชน์ทั้งพืชยาเสพติดและพืชให้เส้นใยมาตั้งแต่ดึกดำบรรพ์

กัญชงเป็นพืชล้มลุกมีอายุเพียงปีเดียวลำต้นตั้งตรงสูงประมาณ 1-6 เมตรขึ้นได้ในดินทุกชนิดสามารถเติบโตได้ดีในทุกอุณหภูมิแต่ขึ้นได้ดีที่สุดในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูงและอุณหภูมิระหว่าง 14 - 27 °C โดยทั่วไปกัญชงจะทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ระดับหนึ่ง แต่หากมีความแห้งแล้งมาก จะทำให้ผลผลิตน้อยลง เมล็ดขึ้นได้ในดินร่วนซุยและมีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ ความลึกในการฝังเมล็ดที่เหมาะสม 2 - 4 เซนติเมตร ให้มีระยะห่างระหว่างแถว 6 - 15 เซนติเมตร จะออกภายใน 8 - 14 วัน จากนั้นต้นกล้าจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วภายใน 90-120 วัน ก็จะให้ดอกติดเมล็ด ซึ่งสามารถเก็บเกี่ยวนำไปใช้ประโยชน์ได้

การเก็บเกี่ยวกัญชงของชาวเขาทางภาคเหนือ นิยมใช้เส้นใยจากลำต้นของเพศผู้ที่ออกดอกใหม่มีอายุอยู่ระหว่าง 3 - 4 เดือน เนื่องจากจะเป็นช่วงที่เส้นใยมีความเหนียวที่สุด เเบาและเป็นสีขาวเหมาะสำหรับการใช้เป็นเส้นใยทอผ้า ซึ่งชาวเขาเผ่าต่าง ๆ ทางภาคเหนือรู้จักกันดีและเรียกต้นเพศผู้ว่า “กัญชง”

ประโยชน์จากเส้นใยกัญชง เส้นใยกัญชงเป็นเส้นใยที่มีคุณภาพสูง มีความยืดหยุ่น แข็งแรงและทนทานสูงสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์จากเส้นใยได้กว่า 5,000 ชนิด ตั้งแต่เชือกจนถึงเส้นใยละเอียด ส่วนเส้นใยคุณภาพต่ำหรือกากเส้นใย ซึ่งประกอบด้วยเซลลูโลสกว่า 77 เปอร์เซ็นต์นั้นสามารถใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ 25,000 ชนิด นับตั้งแต่เป็นส่วนผสมของดินระเบิดหรือดินนาไมท์จนถึงการทำแผ่นเยื่อบางเซลโลเฟน ตลาดเส้นใยกัญชงในปัจจุบันนี้มีอยู่ 2 ประเภทคือใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผ้าและกระดาษ

ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม การปลูกกัญชงไม่จำเป็นต้องใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช จะใช้เพียงปุ๋ยและน้ำในปริมาณที่เหมาะสมเท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่า การปลูกกัญชงยังเป็นการปรับปรุงคุณภาพของดินที่เพาะปลูกกัญชงอีกด้วย การปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ในการทำกระดาษจะเป็น ตัวอย่างด้านการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างชัดเจน พืชที่ใช้ทำกระดาษคุณภาพดี อาทิ สน ยูคาลิปตัส และปอสา ส่วนเป็นพืชยืนต้น การเจริญเติบโตช้ามากเมื่อเทียบกับกัญชงกว่าจะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ต้องปลูกเป็นลักษณะสวนป่าใช้เวลานานเป็นปี การปลูกที่ใช้พื้นที่มากและเมื่อตัดไปแล้วจะฟื้นคืนคุณภาพพื้นที่ได้ยาก ปลูกซ้ำได้ไม่ก็ครั้ง เพราะจะมีเหง้าและตออยู่ ทำให้ดูเป็นลักษณะทำลายสิ่งแวดล้อม ส่วนกัญชงสามารถปลูกซ้ำในพื้นที่เดิมได้โดยต่อเนื่อง ไม่ต้องการมีการดูแลรักษาหรือจัดการพื้นที่มาก ตลอดจนการเก็บผลผลิตและค่าใช้จ่ายในการแปรรูปและการขนส่งต่างๆ ก็สะดวกมาก นอกจากนี้ยังสามารถดำเนินการได้โดยกลุ่มชาวบ้านทั่วไปในการทำเป็นเชิงธุรกิจ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนและกำไรจึงจะต่างกันเป็นจำนวนมาก (วีระชัย, 2544) เนื่องจากการใช้ประโยชน์จากเส้นใยกัญชงน่าสนใจ จึงนำไม้กัญชงมาทำการศึกษา

ลักษณะ สันฐานเส้นใย องค์ประกอบทางเคมีและความหนาแน่นรวมทั้งศักยภาพในการใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตเยื่อกระดาษ โดยกรรมวิธีกราฟท์เป็นประการใด มีสมบัติทางกายภาพอย่างไร และใช้ผลิตกระดาษชนิดใด

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมวัตถุดิบ

ไม้กัญชงที่ทำการทดลองเก็บมาจากสถานีชาติและถ่ายทอดการเกษตรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม ตามพระราชดำริ บ้านแปกแซม อ. เวียงแหง จ. เชียงใหม่ อายุประมาณ 100 ถึง 120 วัน ต้นสูงประมาณ 4 ถึง 5 เมตร โดยเก็บเนื้อไม้ (wood) ลำต้น (whole stem) และเปลือกไม้ (bark) ของไม้กัญชง นำมาเลื่อยตัดเป็นท่อน ๆ ท่อนละประมาณ 1 นิ้วตากแห้งใส่ถุงพลาสติกไว้สำหรับทำการทดลอง

การตรวจวัดสันฐานเส้นใยของไม้กัญชงในส่วนของเนื้อไม้และเปลือกไม้

นำตัวอย่างมาทำให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดเท่ากำปั้น ไม้ขีดไฟ ยาวประมาณ 1/2 ถึง 3/4 นิ้ว มาต้มด้วยน้ำให้จม แห้งชิ้นไม้ดังกล่าวลงในหลอดทดลองที่มีกรด gracial acetic และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์อย่างละ 3 มิลลิลิตร ทำให้อุ่นที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 9 ชั่วโมง ล้างชิ้นไม้ในน้ำไหลตลอดคืนโดยไม่ทำให้ชิ้นไม้นั้นแตกแยกหลังจากนั้นให้เขย่าเบาๆ เพื่อให้เซลล์แยกออกจากกัน สุ่มเลือกโดยใช้ droper 5 ครั้ง วางบนสไลด์ ปิดด้วย cover glass จำนวน 5 แผ่นทำการวัดขนาดเส้นใยด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อวัดความยาว ความกว้างของเส้นใย ความกว้างของลูเมน แผ่นละ 10 เส้นใยรวม 50 เส้นใย และทำซ้ำอีก 3 ครั้ง รวม 200 เส้นใย นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่า Runkel ratio, flexibility coefficient, slenderness ratio และ wall fraction

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของไม้กัญชงในส่วนของเนื้อไม้และเปลือกไม้

สุ่มเลือกตัวอย่างให้พอปริมาณที่ต้องการ นำมาบดด้วยเครื่องวิลเลอร์มิลล์แล้วร่อนผ่านตะแกรง 40 mesh ค้างบนตะแกรง 60 mesh วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีตามมาตรฐาน TAPPI (1977) เพื่อหาการละลายในแอลกอฮอล์-เบนซิน แอลกอฮอล์ (T204-cm-97) การละลายในน้ำร้อน (T207-cm-97) การละลายใน 1 % NaOH (T212-om-98) ปริมาณเถ้า (T211-om-93) ลิกนิน (T222-om-8) ไฮโดรเซลลูโลส (Browning, 1967) แอลฟาเซลลูโลส (T203-om-83) และเพนโตซาน (T223-cm-01)

การหาความหนาแน่นของไม้กัญชงในส่วนที่เป็นเนื้อไม้ ลำต้นและเปลือกไม้

ชั่งตัวอย่างสำหรับเนื้อไม้และลำต้นตัวอย่างละ 50 กรัม น้ำหนักอบแห้ง และเปลือกไม้ตัวอย่างละ 30 กรัม น้ำหนักอบแห้ง นำตัวอย่างไม้ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 2,000 ml เติมน้ำจนท่วมตัวอย่างไม้แล้วนำมาต้มเป็นเวลา 2 ชั่วโมงจนชิ้นไม้จมนมด นำตัวอย่างไม้มาล้างแล้วเทใส่ตะแกรงแล้วนำมาซับด้วยผ้าจนแห้ง นำมาใส่ตะแกรงลวดที่มีสายลวดห้อยไว้เพื่อนำมาชั่งน้ำหนักของชิ้นไม้โดยการแทนที่น้ำในบีกเกอร์ซึ่งเติมน้ำไว้และตั้งอยู่บนเครื่องชั่งโดยแขวนตะแกรงไว้กับ stand ให้ตะแกรงจุ่มลงในน้ำในบีกเกอร์จนมิดแล้วชั่งน้ำหนักของตัวอย่างไม้โดยการแทนที่น้ำ จดน้ำหนักไว้ นำมาคำนวณหา ความหนาแน่นของไม้ ทำแบบเดียวกันนี้อีก 3 ซ้ำแล้วหาค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของไม้

การต้มเยื่อกราฟท์

นำตัวอย่างไม้กัญชงในส่วนที่เป็นเนื้อไม้ ลำต้น และเปลือกไม้มาต้มแยกส่วนกัน ด้วยกรรมวิธีกราฟท์

โดยการเปลี่ยนปริมาณ active alkali ที่ 17%, 19% และ 21% แต่ให้ตัวแปรอื่นคงที่ดังนี้

Sulfidity	25 %
Temperature	165 ^o C
time to max. temperature	60 minutes
time at max. temperature	120 minutes

นำชิ้นไม้สับน้ำหนัก 200 กรัมมาช่ยในหม้อต้มเยื่อขนาด 2 ลิตรตามสภาวะที่กำหนด เมื่อต้มเสร็จแล้วนำเยื่อที่ได้มาล้างให้หมดน้ำยา แล้วนำมาเข้าเครื่องตีเยื่อและเครื่องกรองแยกเยื่อเพื่อแยกเอาเยื่อที่เป็นเศษเหลือออกแล้วนำมาเข้าเครื่องปั่นแห้ง นำมาคำนวณหาผลผลิตและ kappa number และอบแห้ง

เก็บไว้ใช้ทำแผ่นเยื่อตัวอย่างเพื่อหาสมบัติของเยื่อต่อไป

การทำแผ่นเยื่อทดสอบและหาสมบัติของเยื่อ

นำเยื่อมาตีด้วยเครื่อง PFI mill จนได้ค่า degree of freeness ตามที่ต้องการ แล้วนำมาทำแผ่นเยื่อตัวอย่างและเก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 23± 2^oC และความชื้นสัมพัทธ์ 50±2 % เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำแผ่นเยื่อตัวอย่างมาทดสอบหาคุณสมบัติของเยื่อ

ผลและวิจารณ์

ขนาดเส้นใย

เส้นใยของไม้กฤษณาในส่วนที่เป็นเนื้อไม้และเปลือกไม้ ดังในตารางที่ 1

Table 1. Fiber dimension of Kanichong and value as concerned

sample	Cannabis sativa	
	wood	bark
length(mm)	0.70	3.56
width(μm)	28.8	14.7
lumen width(μm)	20.5	4.28
cell wall thickness(μm)	4.17	5.23
Runkel ratio	0.41	2.44
flexibility coefficient	0.71	1.39
slenderness ratio	24.4	241.5
wall fraction,(%)	28.9	70.9

จากตารางที่ 1 เนื้อไม้และเปลือกไม้มีขนาดแตกต่างกันมาก เนื้อไม้มีเส้นใยสั้นกว่าเปลือกไม้มาก เนื้อไม้มีความยาว 0.70 mm เปลือกไม้มีความยาว 3.56 mm ความกว้างของเส้นใยและความกว้างของลูเมน เนื้อไม้กว้างกว่าเปลือกไม้ เนื้อไม้ความกว้างของเส้นใย 28.8 μm ความกว้างของลูเมน 20.5 μm เปลือกไม้ความกว้างของเส้นใย 14.7 μm ความกว้าง

ของลูเมน 4.28 μm เนื้อไม้มีผนังเซลล์บางกว่าเปลือกไม้ ความหนาผนังเซลล์เนื้อไม้ 4.17 μm ความหนาผนังเซลล์เปลือกไม้ 5.22 μm จะเห็นว่า เปลือกไม้มีความกว้างของเส้นใยและความกว้างของลูเมนต่ำกว่าเนื้อไม้ แต่ค่าความหนาของผนังเซลล์สูงกว่าเนื้อไม้ การที่เนื้อไม้มีผนังเซลล์บางและความกว้างของเซลล์กว้าง ทำให้มีค่า wall fraction ต่ำกว่าเปลือกไม้

เนื่องจากค่า wall fraction เท่ากับ 100 wall thickness
หารด้วย 0.5 width จึงทำให้เส้นใยของเยื่อที่ได้จาก
เนื้อไม้ประสานกันได้ดี จึงมีส่วนทำให้เกิดความ
แข็งแรงของการยึดเหนี่ยวระหว่างเส้นใยในแผ่นเยื่อ

ตัวอย่างที่ดี จึงทำให้ความแข็งแรงต่อการดึงให้ขาดสูง
กว่าแผ่นเยื่อตัวอย่างของเส้นใยที่ได้จากเปลือกไม้

องค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีของไม้กัญชงในส่วนที่เป็น
เนื้อไม้และเปลือกไม้ ดังในตารางที่ 2

Table 2. Chemical constituents of Kanchoong

sample	Cannabis sativa	
	wood	bark
ethanol – benzene solubility(%)	3.15	2.86
ethanol solubility (%)	1.28	1.95
hot water solubility (%)	1.78	10.28
ash(%)	1.95	6.60
sodium hydroxide solubility(%)	23.90	34.14
lignin(%)	27.46	6.44
holocellulose (%)	75.69	84.01
alpha – cellulose(%)	54.83	83.81
pentosan (%)	23.44	6.80

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า เนื้อไม้และเปลือกไม้
มีปริมาณแอลฟาเซลลูโลสสูง เนื้อไม้มีแอลฟา
เซลลูโลส 54.83% เปลือกไม้มีแอลฟาเซลลูโลส
83.8% ดังนั้นเนื้อไม้และเปลือกไม้กัญชงเหมาะสม
สำหรับผลิตเยื่อกระดาษในอุตสาหกรรม ในปริมาณ
น้ำหนักที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อเท่ากันเนื้อไม้จะ
ให้ผลิตเยื่อต่ำกว่าเปลือกไม้ และเนื้อไม้มีลิกนินมาก

กว่าเปลือกไม้ยอมใช้ปริมาณสารเคมีในการกำจัดลิก
นินออกในการผลิตเยื่อมากกว่าเปลือกไม้ด้วย

ความหนาแน่น

ความหนาแน่นของไม้กัญชงในส่วนที่เป็นเนื้อ
ไม้ ลำต้นและเปลือกไม้ ดังในตารางที่ 3

Table 3. Basic density of Kanchoong

sample	Cannabis sativa		
	wood	whole stem	bark
basic density (kg/m ³)	161	224	460

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าไม้กัญชงมีความหนาแน่นในส่วนที่เป็นเนื้อไม้ต่ำสุดเท่ากับ 161 kg/m^3 ลำต้นมีความหนาแน่น 224 kg/m^3 และเปลือกไม้สูงที่สุดเท่ากับ 460 kg/m^3 ทำให้ทราบว่าไม้กัญชง 1 ลูกบาศก์เมตร จะให้เนื้อไม้ ลำต้นและเปลือกไม้เท่ากับ 161, 224 และ 460 กิโลกรัม แสดงให้เห็นว่าเนื้อไม้เบากว่าลำต้นและลำต้นเบากว่าเปลือกไม้ เมื่อ

นำไปผลิตเป็นเยื่อจะให้ผลผลิตเยื่อมีปริมาณมากขึ้นตามลำดับ

การต้มเยื่อกราฟท์

การผลิตเยื่อจากไม้กัญชงในส่วนที่ใช้เนื้อไม้ ลำต้น และเปลือกไม้ ดังในตารางที่ 4

Table 4. Pulp yield and Kappa number of Kanchong

sample	Cannabis sativa								
	wood			whole stem			Bark		
active alkali (%)	17	19	21	17	19	21	17	19	21
pulp yield (%)	49.47	49.25	47.80	52.14	50.76	49.21	17.61	9.65	8.25
reject (%)	0.16	0.13	0.07	1.05	0.81	0.74	33.13	43.80	43.85
kappa number	20.51	19.09	18.01	32.76	22.30	18.89	-	-	-

จากตารางที่ 4 การผลิตเยื่อจากไม้กัญชง ซึ่งมี sulfidity 25% จะเห็นได้ว่า เนื้อไม้ต้มที่ระดับ active alkali 17, 19, 21% ให้ผลผลิต 49.47, 49.25, 47.8% และค่า kappa number 20.51, 19.09, 18.01 และลำต้นต้มที่ระดับ active alkali 17, 19, 21% ให้ผลผลิต 52.14, 50.76 และ 49.21% และค่า kappa number 32.76, 22.30 และ 18.89 ตามลำดับ จึงทำให้ทราบว่าเมื่อต้มเยื่อโดยเพิ่มปริมาณ active alkali สูงขึ้น จะทำให้ผลผลิตเยื่อและค่า kappa number ลดลง เนื่องจากการเพิ่มปริมาณ active alkali ขึ้น ทำให้เกิดปฏิกิริยา delignification ของ lignin เพิ่มขึ้น (Cassy, 1980) ส่วน

เปลือกไม้ เยื่อที่ผลิตได้ในระดับ sulfidity นี้ ช่วงของ active alkali ระดับเหล่านี้ยังคงทำให้มีเส้นใยเยื่อยาว และทำให้เกิดการพันกันแยกเป็นเยื่อใต้น้อย ดังนั้นเปลือกไม้ในสภาวะเช่นนี้ จึงไม่เหมาะสมสำหรับผลิตเยื่อในอุตสาหกรรม แต่จะเหมาะสมสำหรับผลิตเยื่อในเชิงหัตถกรรม โดยใช้วิธีเดียวกับเปลือกปอสา

สมบัติของเยื่อ

สมบัติของเยื่อกัญชงต้มด้วยกรรมวิธีกราฟท์ในส่วนที่เป็นเนื้อไม้และลำต้น ดังในตารางที่ 5 และ 6

Table 5. Physical properties of Kanchong wood at 350 ml Freeness by Kraft process at 25% sulfidity

items	wood		
active alkai(%)	17	19	21
burst index(kPa.m ² /g)	5.77	3.41	3.50
tear index (mN.m ² /g)	6.24	6.65	5.77
tensile index (N.m/g)	90.49	71.67	72.12
breaking length (km)	9.16	7.32	7.37
streth(%)	3.05	1.30	0.98
folding endurance	2819.65	134.60	192.49
brightness(%)	19.16	43.90	41.40
opacity (%)	94.01	99.07	98.68

จากตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่า สมบัติของเยื่อกระดาษ ซึ่งมี sulfidity 25% จากส่วนที่เป็นเนื้อไม้ ต้มที่ระดับ active alkai 17, 19, 21% บดได้ต่ำสุดที่ระดับความเป็นอิสระเยื่อ 350 ml CSF ค่าดัชนีต้านทานแรงดึงขาดระหว่าง 71.67 – 90.49 N.m/g โดยที่ระดับ active alkai 17% มีค่าสูงสุดและ 19% มีค่าต่ำสุด มีค่าดัชนี

ต้านทานแรงฉีกขาดระหว่าง 5.77 – 6.565 mN.m²/g โดยที่ระดับ active alkai 19% มีค่าสูงสุด และ 21% มีค่าต่ำสุด ค่าดัชนีต้านทานแรงดันทะลุขาดระหว่าง 3.41 – 5.77 kPa.m²/g โดยที่ระดับ active alkai 17% มีค่าสูงสุด และ 19% มีค่าต่ำที่สุด

Table 6. Physical properties of Kanchong whole stem at 250 ml Freeness by Kraft process at 25% sulfidity

items	Whole stem		
active alkai(%)	17	19	21
burst index(kPa.m ² /g)	3.62	3.88	3.32
tear index (mN.m ² /g)	8.91	8.69	10.38
tensile index (N.m/g)	69.58	68.11	62.40
breaking length (km)	7.10	6.95	6.37
streth(%)	1.62	1.35	1.34
folding endurance	304.08	284.58	138.13
brightness(%)	31.68	35.54	37.98
opacity (%)	98.69	98.57	98.80

จากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่าสมบัติของเยื่อกระดาษที่จากลำต้นตัมที่ระดับ 17, 19, 21% บดที่ระดับความเป็นอิสระเยื่อ 250 ml CSF จะให้ค่าดัชนีต้านทานแรงดึงขาดระหว่าง 62.40 – 69.58 N.m/g โดยที่ระดับ active alkali 17% มีค่าสูงสุดและ 21% มีค่าต่ำสุด มีค่าดัชนีต้านทานแรงฉีกขาดระหว่าง 8.69 – 10.38 mN.m²/g โดยที่ระดับ active alkali 21% มีค่าสูงสุดและ 19% ต่ำสุด ค่าดัชนีต้านทานแรงดันทะลุขาดระหว่าง 3.32 – 3.88 kPa.m²/g โดยที่ระดับ active alkali 19% มีค่าสูงสุดและ 21% มีค่าต่ำสุด จะทำให้ทราบว่าเนื้อไม้มีค่าดัชนีความต้านทานแรงดึงขาดสูงมาก และค่าดัชนีต้านทานแรงฉีกขาดและค่าดัชนีต้านทานแรงดันทะลุขาดสูงปานกลาง ส่วนลำต้นมีค่าดัชนีต้านทานแรงดึงขาดและดัชนีต้านทานแรงฉีกขาดสูง ส่วนค่าดัชนีต้านทานแรงดันทะลุขาดสูงปานกลาง เยื่อที่ผลิตได้จึงเหมาะสำหรับผลิตกระดาษทำถุงขึ้นเดียวและกระดาษห่อของ

สรุปผล

1. เส้นใยของไม้กัญชงในส่วนที่เป็นเนื้อไม้เหมาะสำหรับผลิตกระดาษในทางอุตสาหกรรม
2. เปลือกไม้กัญชงมีปริมาณแอลฟาเซลลูโลสสูงมากและมีปริมาณลิกนินต่ำ
3. เปลือกไม้กัญชงยังมีความหนาแน่นสูงกว่าเนื้อไม้กัญชงมาก

4. เมื่อนำไม้กัญชงในส่วนที่เป็นเนื้อไม้และลำต้นมาผลิตเยื่อโดยกรรมวิธีกระดาษแล้วพบว่าเนื้อไม้และลำต้นเหมาะสำหรับผลิตเยื่อเชิงอุตสาหกรรมจะให้ผลผลิตสูงและมีค่า kappa number ต่ำ ทำให้ใช้สารเคมีในการต้มเยื่อค่อนข้างต่ำ ส่วนเปลือกไม้ไม่เหมาะสำหรับผลิตเยื่อในเชิงอุตสาหกรรม เพราะเยื่อที่ผลิตได้จับกันเป็นก้อนพันกัน จึงเหมาะสำหรับผลิตเยื่อกระดาษในเชิงหัตถกรรม หรือทอเป็นผ้าใยกัญชง

5. สมบัติของเยื่อจากเนื้อไม้และลำต้นกัญชงมีค่าดัชนีความต้านทานแรงดึงขาด ดัชนีความต้านทานแรงฉีกขาดและดัชนีค่าความต้านทานแรงดันทะลุขาดสูง โดยเฉพาะเนื้อไม้มีค่าความต้านทานแรงดึงขาดสูง เยื่อที่ผลิตได้มีคุณสมบัติเหมาะสำหรับนำไปผลิตกระดาษทำถุงขึ้นเดียวและกระดาษห่อของทั่วไป

เอกสารอ้างอิง

- วีระชัย ฒ นคร. 2544. กัญชงในพระราชดำริ. วารสารนันทรี ปีที่ 48 ฉบับตุลาคม – ธันวาคม.
- Browning, B.L. 1967. Method of Wood chemistry. Institute of Paper Chemistry Appleton Wisconsin, U.S.A.
- Casey, J.P. 1980. Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology. 3 Ed. Vol. 1. A Wiley- Interscience Publication. John Wiley & Sons, Inc. New York, U.S.A.
- TAPPI. 1977. TAPPI (The Technical Association of the Pulp and Paper Industry) Test Method. TAPPI Press, Atlanta, Georgia, U.S.A.