

รายงาน
การศึกษาเกี่ยวกับ
การทำเยื่อกระดาษจากปอ
ปอแก้ว
ปอกระเจา
ปอเทือง

โดย
วันทนี สาทราคม
นิโลบล เตชาติวงศ์ฯ
รุ่งอรุณ ศิริพันธ์

ห้องปฏิบัติการเยื่อและกระดาษ
กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์
กระทรวงอุตสาหกรรม

กันยายน 2516

รายงาน
การศึกษาเกี่ยวกับการทำ
เยื่อกระดาษจากปอ

ปอแก้ว

ปอกระเจา

ปอเทือง

โดย

วันทนี สาตราคม

นีโลบล เกษาศิววงศ์ ฯ

รุ่งอรุณ ศิริพันธ์

ห้องปฏิบัติการ เยื่อและกระดาษ

กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์

กระทรวงอุตสาหกรรม

กันยายน 2516

สารบัญ

	หน้า
ปกแก้ว	1
คำนำ	1
1. ปริมาณ	1
น้ำหนักคนปอแก้วสดคอปั้นที่	2
แสดงน้ำหนักส่วนต่าง ๆ ที่ได้จากคนปอแก้วสด	2
2. การทดลอง	3
2.1 อัตราส่วนแกนปอต่อปอกลิบแห้ง	3
2.2 การวัดขนาดเส้นใย	3
ตารางแสดงขนาดเส้นใย	11
2.3 การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี	3
ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมี	12
2.4 การทดลองทำเยื่อกระดาษจากปอแก้ว	4
2.4.1 เยื่อกึ่งเคมี	5, 14, 15
2.4.2 เยื่อเคมี	5, 13
2.5 การทดลองฟอกเยื่อ	6
2.5.1 การฟอกเยื่อกึ่งเคมี	6
2.5.2 การฟอกเยื่อเคมี	7
รายละเอียดการฟอกเยื่อเคมี	16
2.6 การทดสอบคุณสมบัติเยื่อกระดาษ	7
ตารางแสดงผลการทดสอบ เยื่อจากปอทั้งต้น	17
ตารางแสดงผลการทดสอบ เยื่อจากแกนปอ	19
ตารางแสดงผลการทดสอบปอกลิบและปอฟอกเกรดซี	18
คุณสมบัติของ เยื่อกระดาษที่ใช้กันทั่วไป	20
3. ผลการทดลองและวิจารณ์	7
4. สรุปเยื่อกระดาษจากปอแก้ว	9

ข้อเสียของปอแก้ว
ข้อดีของปอแก้ว

10
10

การศึกษาการผลิตเยื่อกระดาษจากปอแก้วทั้งต้น

โดยวิธี sulfite semichemical

21

คำนำ

21

การทดลอง

21

ผลการทดลองและวิจารณ์

22

สรุป

22

รายละเอียดการย่อยไม้และผล

23

ผลการทดสอบคุณสมบัติเยื่อ

24

กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ pH ของน้ำยากับ Yield

25, 26

และ Brightness และ Strength

ปอกระเจา Jute

27

คำนำ

27

1. ปริมาณปอกระเจา

27

2. การทดลอง

28

ปอกระเจาที่ทำการทดลอง

29

ตารางแสดงการทำเยื่อและคุณสมบัติเยื่อกระดาษ

33, 34, 35

การฟอกเยื่อปอกระเจา

36

เปรียบเทียบพันธุ์ปอกระเจา

30

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

31

4. สรุป

32

ปอเทือง Sunn - hemp

37

คำนำ

37

1. การทดลองผลิตเยื่อ

37

รายละเอียดการย่อยและผล

39

รายละเอียดการฟอกเยื่อและผล

40

2. ผลการทดลองและวิจารณ์

38

3. สรุป

38

การศึกษาการทำเยื่อกระดาษจากปอ

ปอแก้ว (Kenaf)

คำนำ

ปอแก้ว (Hibiscus spp.) เป็นพืชเส้นใยชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เราแยกเส้นใยได้จากเปลือกของลำต้นนำมาใช้ทอกระสอบป่านเป็นส่วนใหญ่ ที่เหลือส่งไปขายต่างประเทศ โดยทั่วไปเมื่อพูดถึงปอแก้วแล้วมักจะคำนึงถึงปอแก้วไทย ซึ่งมีชื่อเป็นภาษาอังกฤษว่า Roselle (Hibiscus sabdariffa Linn) ส่วนปอแก้วที่แท้จริงคือ Kenaf (Hibiscus canabinus) ซึ่งมีปลูกยังไม่แพร่หลายในประเทศ ฉะนั้นปอแก้วหรือ Kenaf ที่นำมาทดลองและกล่าวถึงในรายงานนี้จึงหมายถึง Hibiscus sabdariffa Linn ปอแก้วเป็นพืชไร่ชนิดหนึ่งที่มีอายุสั้นตามฤดูกาล หรือจะเรียกเป็นภาษาสามัญว่าพืชฤดูเดียว ปอแก้วเป็นพืชล้มลุก มีระยะเวลาเจริญเติบโต ออกดอกเป็นเมล็ด ในระยะ 1 ปี แล้วก็ตาย ประโยชน์ส่วนใหญ่ได้จากเส้นใย ส่วนแกนปอซึ่งเป็นไม้ทิ้งไป หรือนำมาใช้ก็เป็นส่วนน้อย

1) ปริมาณของปอแก้ว

ปอแก้วมีอยู่หลายชนิดและหลายพันธุ์ มีทั้งพันธุ์เบา กลาง และหนักตามอายุประจำพันธุ์ ส่วนใหญ่ประเทศไทยปลูกปอแก้วไทย หรือพันธุ์พื้นเมืองของแต่ละท้องถิ่นมาแล้วจนเป็นที่รู้จักกันแพร่หลาย ส่วนปอแก้วพันธุ์ถูกยผสมต่างประเทศหรือที่เรียกกันทั่วไปว่าปอควิบานั้นยังไม่เป็นที่รู้จักกันมากนักเกี่ยวกับคุณสมบัติของมัน

ปอแก้วปลูกกันมากตามจังหวัดต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ ขอนแก่น อุดรธานี ร้อยเอ็ด มหาสารคาม กาฬสินธุ์ อุบลราชธานี ฯลฯ ประมาณว่าเนื้อที่เพาะปลูกปอแก้วทั้งหมดเกือบ 3 ล้านไร่⁽¹⁾ วัตถุประสงค์ก็เพื่อเอาเส้นใย

(1) กองเศรษฐกิจการเกษตร

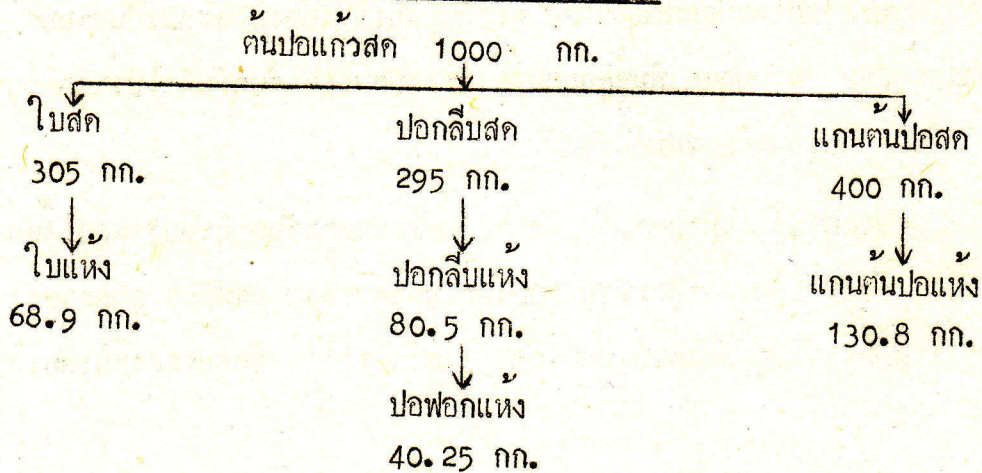
กองการคั้นควาและทดลอง กรมกลีกรรม ได้ดำเนินการทดลอง เปรียบเทียบพันธุ์ปอ
แล้ว ได้ผลผลิตของปอแก้วต่าง ๆ ดังนี้

(2) แสดงน้ำหนักต้นปอสดเป็น กก./ไร่ จากเนื้อที่เก็บเกี่ยว 20 ตารางเมตร

	โนนสูง	มหาสารคาม	กาฬสินธุ์	ขอนแก่น	เฉลี่ย 4 สถานี
ปอแก้วไทยต้นเขียว	4660	3920	8780	6316	5916
977 - 044	3934	4042	1752	3672	3350
Savador	4260	5710	2932	4066	4242
Madras Blue	5118	6316	3432	4790	4914
Cuban kenaf	5470	4934	6258	3580	5060
Master fiber	4320	6178	2198	4538	4308

ผลของการทดลอง เปรียบเทียบพันธุ์ ปอแก้วไทยต้นเขียว ให้ผลผลิตต่อไร่ สูงสุดสูงกว่าพันธุ์
คิวบาและพันธุ์ลูกผสมอื่น ผลการทดลองปลูกปอแก้วไทยต้นเขียวที่สถานีกลีกรรม จังหวัดกาฬสินธุ์ ให้
ผลผลิตต่อไร่สูงสุดถึง 8.78 ตันต่อไร่

(3) แสดงน้ำหนักของส่วนต่าง ๆ ที่ได้จากต้นปอแก้วสด



(2) กองการคั้นควาและทดลอง กรมกลีกรรม รายงานผลการคั้นควาทดลองและวิจัย ประจำปี 2523

(3) ผลการทดลองของสถานีกลีกรรมโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา

2) การทดลอง

เนื่องจากปอแก้วเป็นพืชไรที่มีอายุสั้น มีผลผลิตต่อไร่สูงในปัจจุบันชาวไร่ใช้ประโยชน์เฉพาะเส้นใย ส่วนแกนปอทิ้งไปเป็นส่วนมาก ดังนั้นจึงสมควรทำการศึกษาหาวิธีนำเอาปอแก้วมาใช้ประโยชน์ให้ใช้ทุกส่วน จึงได้ทำการศึกษาถึงความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเยื่อกระดาษ

ปอทั้งต้นสำหรับทดลองคือปอแก้วไทยต้นเขียว ได้มาจากสถานีศึกษารวมโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา ส่วนแกนปอทิ้ง เก็บมาจากริมทางหลวงระหว่างจังหวัดขอนแก่น และ นครราชสีมา ซึ่งชาวไร่ทิ้งไว้เมื่อทำปอฟอกเสร็จแล้ว

2.1) อัตราส่วนของแกนปอต่อปอกลิบแห้ง

ได้ทดลองซึ่งนำหนักของต้นปอแก้วหาส่วนประกอบน้ำหนักของ ปอกลิบและแกนปอ ได้ผลดังนี้คือ ต้นปอแห้งประกอบด้วย

ปอกลิบแห้ง	ร้อยละ	40
แกนปอแห้ง	ร้อยละ	60

2.2) การวัดขนาดเส้นใย Fibre Dimensions

เส้นใยที่ใช้วัดขนาดเตรียมโดยต้มไม้กับ Sodium chlorite กับ acetic acid จนไม้เปื่อยเป็นเยื่อ ล้างน้ำให้สะอาด แล้วจึงนำเส้นใยมาวัดขนาด ด้วยกล้องจุลทรรศน์ วัดความกว้าง ความยาว และความหนาของผนังเซลล์ ผลของการวัดขนาดเส้นใยอยู่ในตารางที่ 1 เป็นค่าเฉลี่ยของการวัดเส้นใย 100 เส้น

2.3) การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

ตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์หาคีในเครื่อง Willey mill จนป่นเป็นผง แล้วร่งเอาขนาด 40 - 60 mesh ทำการวิเคราะห์เคมีโดยใช้วิธีวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

Hot - water solubility	(4)	TAPPI Standards T 1 m - 59
Alcohol - benzene solubility	(4)	TAPPI Standards T 6 m - 59
Ash	(4)	TAPPI Standards T 15 m - 58
Lignin	(4)	TAPPI Standards T 13 os - 54
Pentosans	(4)	TAPPI Standards T 223 to - 63
Alpha - cellulose	(4)	TAPPI Standards T 203 os - 61
Holo - cellulose		E.L. Wise, Murphy and D'Addieco

ผลของการวิเคราะห์ที่อยู่ในตารางที่ 2

2.4) การทดลองทำเยื่อกระดาษจากปอแก้ว

ได้ทดลองทำเยื่อกระดาษจากปอแก้วส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ปอแก้วทั้งต้น
- แขนปอทั้ง (แขนที่เหลือทิ้งจากการทำปอฟอก)
- ปอแก้วดิบแห้ง
- ปอฟอกคุณภาพชั้น 3 หรือปอเกรคซี่

(4) TAPPI Standards Methods : Published by the technical Association of the Pulp and Paper Industry, New York.

() Wise, M. Murphy and A.A.D.'Addieco, Paper Trade J. 1946, 122, No. 2, 35

ตัวอย่างปอแก้วแต่ละส่วนเหล่านี้ได้เตรียมสำหรับทำการย่อยทำเยื่อโดยคัตให้
โคขนาดเดียวกันมีความยาวประมาณ 30-35 มม. เก็บใส่ถุงพลาสติกหาปริมาณความชื้นในไม้
มีความชื้นประมาณร้อยละ 12 โคที่คลองย่อยไม้ทำเยื่อกระดาษโดยวิธีต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางแก
ผู้สนใจที่จะนำเอาตัวอย่างนี้ไปใช้เป็นวัตถุดิบ สำหรับทำเยื่อกระดาษในชั้นอุตสาหกรรม ได้
พิจารณาเลือกเอาตามที่ได้เห็นสมควร

2.4.1 เยื่อกึ่งเคมี

โคที่คลองทำเยื่อกึ่งเคมีจากปอทั้งต้น แกนปอและปอแก้วดิบแห้ง
ด้วยวิธี Neutral sulfite semi-chemical (NSSC,) cold soda, hot soda
และ Lime การทคลองทำเยื่อกึ่งเคมีนี้ เมื่อนำตัวอย่างไม้ออกจากหมอย่อย ล้างเสร็จแล้ว
นำมาบคในเครื่องบคชนิด Refinator type D disc refiner 2 ครั้ง ครั้งแรกให้
ระยะระหว่าง disc ห่างกัน 0.2 มม. และครั้งที่ 2 ระยะ ระหว่าง disc 0.0 มม.
ในขณะบคมีน้ำดีตลอดเวลา เมื่อบคเสร็จแล้วนำมาแยกส่วนที่หยาบออกด้วย Laboratory
flat screen ต่อจากนี้ก็นำมาหาปริมาณ Yield, Permanganate number
วัด Brightness และเตรียมแผ่นทคลอง

2.4.2 เยื่อเคมี

โคที่คลองทำเยื่อเคมี จากปอแก้วทั้งต้น แกนปอ ปอกลีบ และ
ปอฟอกเกรคซี ด้วยกรรมวิธีซัลเฟต ซัลไฟท์ และโซคาร์บอน โคที่คลองย่อยโดยใช้สภาวะ
ต่าง ๆ ที่ให้เยื่อมีคุณภาพดีและประมาณผลผลิตเยื่อสูง โคที่หาสภาวะการย่อยที่ให้ได้เยื่อ
กระดาษมีคุณภาพเหมาะสมที่จะนำมาทำเยื่อฟอกขาวด้วย โดยให้โคเยื่อที่จะพอกนั้นมี
permanganate number ประมาณ 15⁽⁶⁾

(6) J.P. Casey : Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology.

Volume 1, Pulping and Bleaching, p. 465

Interscience Publishers, New York and London, 1960.

ในการทดลองย่อยตัวอย่างทำเยื่อกระดาษเกือบทุกครั้ง โดยย่อยในหม้อต้มเยื่อ (Digester) จุดสองลิตรครึ่ง หมุนอยู่ใน Polyethylene glycol bath ในการย่อยไม้ทำเยื่อเคมีส่วนมากใช้เวลาในการต้มทั้งหมดประมาณ 4 ชั่วโมง อุณหภูมิสูง 160 °ซ. เมื่อครบเวลาในการต้มแล้ว นำเยื่อที่ได้ออกมาล้างสะอาดจนหมดค่าง นำตัวอย่างไปเข้าเครื่องกระจายเยื่อ (Wet disintegrator) แล้วเอามาแยกส่วนที่ไม่สุกออกด้วยเครื่อง Laboratory flat screen นำเยื่อมาหาปริมาณผลผลิตหา permanganate number และเตรียมทำแผนทดลองสำหรับหาค่าคุณสมบัติทางกายภาพ

ผลและรายละเอียดสภาวะของการย่อยทำเยื่อโดยวิธี sulfate แสดงไว้ในตารางที่ 3

ผลและรายละเอียดสภาวะของการย่อยทำเยื่อโดยวิธี sulfite แสดงไว้ในตารางที่ 5

ผลและรายละเอียดสภาวะของการย่อยทำเยื่อโดยวิธี Lime และ Soda แสดงไว้ในตารางที่ 4

2.5 การทดลองฟอกเยื่อ

2.5.1) เยื่อกึ่งเคมี ได้เลือกเยื่อกึ่งเคมีจากต้นปอแก้วทั้งต้นและแกนปอมาฟอกด้วยน้ำยาไฮโครเจนเพอร์ออกไซด์ โดยใช้ไฮโครเจนเพอร์ออกไซด์ 2 กรัมต่อเยื่อแห้ง 100 กรัม ในการฟอกเยื่อกึ่งเคมีนี้ ใช้สภาวะการฟอกดังนี้คือ

Magnesium sulfate % on O.D. pulp	0.05
Sodium silicate "	5.0
Sodium hydroxide "	2.2
Hydrogen peroxide "	2.0
Pulp consistency, %	6.0
Temperature, °C	70
Time, hours.	3

เมื่อครบเวลาการฟอกแล้ว ล้างเยื่อจนสะอาด เยื่อซึ่งฟอกโดยวิธีนี้ ใก้เยื่อซึ่งมี
Brightness อยู่ระหว่าง 60 - 65 Elrepho

2.5.2 เยื่อเคมี

ใก้เลือกเยื่อเคมีผลิตโดยกรรมวิธีซัลเฟตจากปอทั้งคันและแกนปอ
ที่มี permanganate number ประมาณ 15 มาทดลองฟอกแบบหลายชั้นตอน และฟอกชั้น
เดียว น้ำยาที่ใช้ฟอกก็คือน้ำยาที่ใช้กันโดยทั่วไปคือน้ำยาคลอรีน โซดาไฟ แคลเซียมไฮโปคลอ-
ไรต์ และคลอรีนไดออกไซด์ ในการฟอกเยื่อชั้นเดียวใช้น้ำยาแคลเซียมไฮโปคลอไรต์

รายละเอียดของการฟอกเยื่อเคมีและผลแสดงไว้ในตารางที่ 6

2.6) การทดสอบคุณสมบัติ

ทำตามวิธีของ Tappi Standards โดยเตรียมแผ่นเยื่อสำหรับทดสอบคุณสมบัติ
ใก้มีน้ำหนักมาตรฐาน (Basis weight) 60 กรัมต่อตารางเมตร แผ่นทดสอบนี้เก็บไว้ใน
ห้องซึ่งควบคุมความชื้นและอุณหภูมิที่ 65 ± 2 % ความชื้นสัมพัทธ์ และ 27 ± 1 °ซ. ก่อน
จึงทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

ผลของการทดสอบคุณสมบัติเยื่อจาก ปอทั้งคันแสดงไว้ในตารางที่ 7

" แกนปอแสดงไว้ในตารางที่ 9

" ปอกลิบและปอฟอกเกรดซีแสดงไว้ในตารางที่ 8

คุณสมบัติของ เยื่อกระดาษที่ใช้กันทั่วไปแสดงไว้ในตารางที่ 10

3) ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1) คันปอแก้วประกอบด้วยเส้นใย 2 ชนิด เส้นใยจากส่วนเปลือกของลำต้นหรือที่
เรียกว่าปอกลิบมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 2.5 มม. ความยาวขนาดนี้ยาวกว่าเส้นใยของ
hardwood ทั่วไป แต่สั้นกว่าเส้นใยของ softwood เส้นใยของ hardwood ทั่วไป
ยาวประมาณ 0.7 - 2 มม. ส่วนเส้นใยของ softwood ยาวประมาณ 3 - 4 มม. ส่วน
แกนปอหรือส่วนในของลำต้นปอแก้ว ประกอบด้วยเนื้อไม้มีเส้นใยยาวประมาณ 0.6 - 1 มม.
มี parenchyma cell กระจายอยู่ทั่วไปและมีชุก (pith) อยู่ตรงกลาง นี่เป็นเหตุที่ทำให้
ใก้เยื่อมีการอุน้ำสูง และประกอบด้วยปริมาณเฮมิเซลลูโลสสูงด้วย การที่แกนปอมีเส้นใยสั้น
ทำให้ใก้เยื่อกระดาษมีแรงฉีกขาดต่ำ

3.2) จากการทดลองทำเยื่อกระดาษจากปอกลิ้มของปอแก้วด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ คือ Sulfate, Soda, Lime และ Neutral sulfite semichemical processes ให้ประมาณผลผลิตเยื่อไม้แตกต่างกันมาก คือให้ปริมาณผลผลิตเยื่อประมาณร้อยละ 50 ส่วน ปอฟอกเกรดที่ทดลองย่อยโดยวิธีซัลเฟตให้ผลผลิตเยื่อร้อยละ 66 เยื่อจากปอกลิ้มมีความเหนียวดีมาก โดยเฉพาะเยื่อซัลเฟตเหนียวที่สุด เยื่อจากปอกลิ้มย่อยโดย Lime process ที่อุณหภูมิ 160 °ซ. มีคุณสมบัติด้านความเหนียวดีกว่าเยื่อย่อยอุณหภูมิต่ำคือที่ 130 °ซ. กระดาษมีแรงฉีกขาดสูง เทียบได้กับเยื่อไยยาว และสูงกว่าเยื่อไยยาวบางชนิด ผิวของกระดาษไม่ค่อยเรียบเนียน ดังนั้นเยื่อนี้เหมาะที่จะนำมาใช้ทำ industrial paper หรือ ใช้ผสมกับเยื่อไยสั้นทำกระดาษบางชนิด

3.3) จากการทดลองทำเยื่อกระดาษจากแกนปอ โดยแช่ชิ้นไม้ในน้ำยา sodium hydroxide นาน 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง (33 °ซ.) แล้วบดด้วย Refinater type D. disc refiner ได้ผลผลิตเยื่อประมาณร้อยละ 77 สีของเยื่ออ่อน ความเหนียวของเยื่อใกล้เคียงกับเยื่อที่ใช้ทำกระดาษหนังสือพิมพ์ที่ใช้กันโดยทั่วไป

3.4) เยื่อกระดาษที่ผลิตจากแกนปอโดย Lime process ได้ปริมาณเยื่อร้อยละ 68 เยื่อมีสีน้ำตาลอ่อน เนื้อสวยเรียบ เหมาะที่จะนำมาใช้ทำกระดาษทำปกสมุดสีน้ำตาล

3.5) เยื่อกระดาษจากแกนปอผลิตโดยวิธี Acid sulfite ได้ปริมาณเยื่อร้อยละ 63 เยื่อมีสีอ่อนกว่าวิธีอื่น Brightness ของเยื่อ 52 % ความเหนียวของเยื่อนี้ไม่แตกต่างจากเยื่อที่ผลิตโดยวิธี Neutral sulfite semichemical

3.6) เยื่อกระดาษจากแกนปอผลิตโดยกรรมวิธี Neutral sulfite semi chemical ได้ปริมาณเยื่อร้อยละ 67 ความยาว 47 % เยื่อนี้ฟอกด้วย hydrogen peroxide 2 กรัมต่อ 100 กรัม เยื่อได้ความขาวของเยื่อเพิ่มขึ้นเป็น ประมาณ 60 - 65 % คุณสมบัติของเยื่อเทียบได้กับเยื่อจาก hardwood ที่ผลิตโดยวิธีเดียวกัน

3.7) เยื่อกระดาษผลิตจากแกนปอโดยวิธี Hot soda และ sulfate ได้ปริมาณเยื่อไม่ฟอกประมาณร้อยละ 40 - 49 เมื่อฟอกเยื่อด้วยน้ำยา Calcium hypochlorite

ด้วยการฟอกครั้งเดียว ได้เยื่อที่มีความขาว 74 % และได้ปริมาณเยื่อฟอกขาวร้อยละ 43 ความเหนียวของเยื่อซัลเฟต สูงกว่าเยื่อโซดาเล็กน้อย

3.8) เยื่อกระดาษผลิตจากปอแก้วทั้งต้นโดย Neutral sulfite semichemical process ให้ปริมาณเยื่อร้อยละ 61-65 เยื่อมีความขาว 43-45 % เมื่อฟอกเยื่อนี้ด้วย Hydrogen peroxide ร้อยละ 2 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ได้เยื่อกระดาษมีความขาว ประมาณ 60 % คุณภาพของเยื่อกระดาษดีพอสำหรับทำกระดาษพิมพ์เขียนราคาถูกได้

3.9) เยื่อกระดาษผลิตจากปอทั้งต้นโดย Lime process ให้ปริมาณเยื่อร้อยละ 65 แต่คุณภาพของเยื่อนี้ต่ำกว่าเยื่อผลิตโดย NSSC process

3.10) เยื่อกระดาษผลิตจากปอทั้งต้นโดย Sulfate process ให้ปริมาณเยื่อไม่ฟอกร้อยละ 43-47 เมื่อฟอกเยื่อนี้ด้วยการฟอกแบบหลายขั้นตอน ได้ปริมาณเยื่อฟอกขาว ร้อยละ 41-44 ความขาว 75-86 % เยื่อกระดาษจากปอทั้งต้นเตรียมโดยวิธีนี้มีคุณภาพดี เหมาะที่จะทำกระดาษพิมพ์เขียนชนิดคุณภาพดีได้ ความเหนียวของเยื่อผลิตโดยวิธีนี้ดีกว่า เยื่อผลิตโดยวิธี NSSC และ Lime

4) สรุปเยื่อกระดาษจากปอแก้ว

จากผลการศึกษารวมถึงการผลิตเยื่อกระดาษจากปอแก้ว สรุปผลได้ดังนี้

4.1) เยื่อซัลเฟตฟอกจากปอแก้วทั้งต้นทำกระดาษพิมพ์เขียนได้ดี

4.2) เยื่อปอแก้วทั้งต้นโดยวิธี Neutral sulfite semichemical อาจใช้ทำกระดาษพิมพ์ราคาถูกได้

4.3) เยื่อจากปอแก้วใช้ทำกระดาษที่ต้องการความแข็งแรงมากได้ เยื่อนี้มีคุณสมบัติแรงต้านทานการฉีกขาดสูง หรือใช้แทนเยื่อใยยาวอื่นผสมกับเยื่อสั้นได้

4.4) เยื่อผลิตจากแกนปอโดยกรรมวิธี Neutral sulfite semichemical ผสมกับเยื่อใยยาวร้อยละ 5-10 ทำกระดาษหนังสือพิมพ์ได้

เท่าที่ได้ศึกษามาแล้วปอแก้วมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ในการ เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษทั้งนี้คือ

4.5) ข้อเสียของปอแก้ว

4.5.1) เยื่อปอแก้วอูมน้ำมาก น้ำไหลออกจากเยื่อช้า เมื่อเทียบกับเยื่อกระดาษจากไม้ที่ใช้ทำเยื่อกระดาษโดยทั่วไป

4.5.2) การเก็บ การรวบรวมและการขนส่งยาก และราคาแพงกว่าไม้ เนื่องจากปอมีน้ำหนักเบาและ เปลือกเนื้อที่มาก

4.6) ข้อดีของปอแก้ว

4.6.1) เป็นพืชปีเดียว ใช้ระยะเวลาปลูกสั้นก็นำมาใช้ได้ มีปริมาณผลผลิตปอต่อพื้นที่สูง

4.6.2) ปอแก้วทั้งต้นมีส่วนผสมของ เส้นใยชนิดสั้นและยาว เสรีในตัว สามารถใช้เยื่อทำกระดาษได้เลย

4.6.3) สามารถทำเยื่อกระดาษได้ง่าย ไม่เปลืองเคมีภัณฑ์ในการย่อย ทำเยื่อและฟอกมาก

4.6.4) เยื่อปอแก้วคหรือ beat ให้ได้ Freeness ตามความต้องการ ในการทำกระดาษได้ง่าย

Table 1 Fiber Dimensions and Derived Values

	Age months	Length mm.	Width micron	Wall thickness micron	Lumen diameter micron	Flexibility Coefficient	Slender ness	Wall fraction %
<u>Thai kenaf</u>	-	<u>Kenaf</u>						
Bast		2.61	18.6	7.5	3.6	0.20	140	80
Woody stem		1.00	28.3	5.5	17.3	0.62	38	37.7
		<u>Jute</u>						
<u>JRO 632</u>	6							
Bast		2.36	18.8	6.6	5.6	0.29	126	70.2
Woody stem		0.66	29.5	3.5	22.5	0.76	22	23.7
<u>Daisee</u>	6							
Bast		2.32	18.2	6.6	5.0	0.28	127	72.5
Woody stem		0.66	30.2	3.2	23.8	0.78	22	21.2
<u>Ayutthaya</u>								
Bast	4	2.25	22.2	7.7	6.8	0.31	100	69.4
"	5	2.50	21.3	6.5	8.1	0.38	117	61.3
"	6	2.68	22.1	7.6	6.7	0.30	121	69.0
Woody stem	4	0.62	36.9	3.2	30.5	0.82	17	17.4
"	5	0.66	32.3	3.7	24.9	0.77	20	22.9
"	6	0.62	29.1	3.4	22.3	0.76	21	23.4

Table 2 Chemical Analysis of Kenaf, Jute and Sunn-hemp.

Samples	Solubility in		Holocellulose	Alpha-cellulose	Lignin (ash free)	Pentosans	Ash	Silica
	Alc-benz	Hot water						
	%	%	%	%	%	%	%	%
<u>Kenaf</u>								
Waste woody stem from retting.	1.63	0.28	82.40	37.18	21.65	25.08	0.37	-
Mechanically debarked stem	5.30	3.10	80.61	29.33	20.73	22.52	-	-
Raw ribbon	6.54	10.06	75.64	39.57	8.74	17.36	2.75	0.03
Whole stalk	5.60	8.16	76.38	33.14	15.00	20.31	2.38	0.04
Grade C retting kenaf	1.60	1.10	88.08	59.50	12.18	17.47	3.32	-
<u>Jute</u>								
<u>Ayutthaya</u>								
Woody stem, 4 months old	4.43	6.28	68.69	29.72	18.59	22.77	3.58	-
" 5 "	4.80	4.35	75.73	32.63	19.94	21.01	2.23	-
" 6 "	2.72	3.44	77.60	36.19	20.75	22.55	2.00	-
Raw ribbon, 4 months old	5.60	11.10	67.35	38.56	10.10	15.22	6.66	-
" 5 "	7.09	9.08	74.45	42.46	10.61	14.05	4.90	-
" 6 "	4.72	8.05	78.7	48.98	12.08	14.84	4.43	-
<u>JRO 632</u>								
Woody stem	4.88	3.62	73.53	38.56	21.11	20.80	-	-
Raw ribbon	4.90	5.02	78.97	54.54	12.02	16.80	-	-
<u>Daisee</u>								
Woody stem	4.88	5.02	75.80	38.60	20.72	20.80	-	-
Raw ribbon	4.53	7.05	77.77	54.38	11.30	15.90	-	-
<u>Sunn-hemp</u>								
Whole stalk	2.78	4.88	70.76	38.02	18.94	17.22	2.21	-

Note All percentage based on oven dry raw material.

Table 3 Kraft pulping of Kenaf : Cooking conditions (Sulfidity=25%, Liquor/Raw material=8:1)

Chemical charge,% on OD. raw material	Grade C											
	Whole stalk					Raw ribbon Retted kenaf					Woody stem	
	K 48A	K 48B	K 48D	K 48C	K 60A	K 60C	K 60C	K 32F	K 45A	K 45C	K 45D	K 44A
NaOH	11.50	15.80	16.77	17.74	12.77	15.48	14.58	13.75	12.25	10.75	16.75	
Na ₂ S	4.50	5.98	6.29	6.60	6.42	7.55	7.17	5.25	4.75	4.25	6.25	
Na ₂ CO ₃	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	
Cooking time, hr												
Time to max. temp.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Time at max. temp.	2	2	2	2	2	2	1½	2	2	2	3	3
Maximum temperature °C	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	170	170
% Pulp yield, screened	41.13	43.8	46.7	43.5	24.40	50.40	66.04	42.51	44.8	34.2	38.68	
screenings	5.10	3.3	0.15	-	25.55	0.65	0.15	-	0.63	15.1	0.21	
Permanganate number	18.7	16.8	14.4	14.1	22.0	13.6	8.0	12.0	14.6	19.0	8.3	
Brightness °Elrepho	17.4	20.5	-	20.5	-	-	-	33.5	30.5	21.5	37.8	

Note 1. Sulfidity 30% for K 60A, K 60C and K 32F

Table 4 Soda and Lime Pulping of Kenaf : Cooking conditions

	Whole stalk						Raw ribbon						Woody stem												
	L3A	L1a	L1d	L2a	L2b	L3b	CS1	SLc	S2a	S2B	S2C	L3B	L3A	L1a	L1d	L2a	L2b	L3b	CS1	SLc	S2a	S2B	S2C	L3B	
Liquor to raw material ratio	8:1	8:1	8:1	8:1	8:1	8:1	12:1	6:1	6:1	6:1	6:1	6:1	8:1	8:1	8:1	8:1	8:1	12:1	6:1	6:1	6:1	6:1	6:1	6:1	
Alkali charge on OD raw Material, % NaOH	-	-	-	-	-	-	15	20	22	24	26	-	10	10	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	
CaO	14	10	10	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cooking time, hr																									
Time to max. temp.	1½	1½	1½	1½	1½	1½	-	2	2	2	2	1½	1½	1½	1½	1½	1½	-	2	2	2	2	2	1½	
Time at max. temp.	3	1	3	1	3	3	4	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	2	2	2	2	2	3	
Maximum temperature, °C	130	130	130	160	160	130	30	170	170	170	170	130	130	160	160	130	30	170	170	170	170	170	170	130	
% Pulp yield, Screened	65.6	52.2	51.8	49.6	50.6	53.4	77.6	26.0	34.8	41.76	40.31	68.65	53.4	50.6	50.6	53.4	77.6	26.0	34.8	41.76	40.31	68.65	68.65	68.65	
Screenings	-	0.6	-	-	-	-	0.50	23.25	10.5	1.01	0.44	-	-	-	-	-	0.50	23.25	10.5	1.01	0.44	-	-	-	
Permanganate number	38	30	30	32	31	32	-	33.3	25.5	17.0	14.9	38	32	31	32	-	33.3	25.5	17.0	14.9	14.9	38	38	38	
Brightness, °Elrepho	30	-	-	-	-	-	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	-	-	-	-	-	-	-	

Note 1. CS = Cold Soda pulping, S = hot Soda pulping, L = Lime pulping
 2. L1, L2, L3 and SL3b defibred twice; CS1 defibred thrice in a Refinator type D disc refiner with clearances of 0.2, 0.0 and 0.0 mm. consecutively

Table 5 Sulfite Pulping of Kenaf : Cooking conditions (Liquor/raw material = 8:1)

	Whole stalk			Raw ribbon			Moody stem	
	NS22	NS23	NS24	NS28A	NS9	NS10	AS3	
Chemical charge, % on								
OD raw material								
Na ₂ SO ₃	20	12	15	15	15	12	-	
Na ₂ CO ₃	-	-	-	-	5	5	-	
NaOH	4	4	4	4	-	-	-	
Cooking time, hr								
Time to max. temp.	2	2	2	2	1½	1½	1½	
Time at max. temp.	2	2	2	½	1½	1½	1½	
Maximum temperature, °C	160	160	160	170	160	160	160	
% Pulp yield, screened	61.05	64.68	63.0	48.2	63.70	67.50	50.00	
screenings	0.55	0.6	0.52		0.17	0.11	13.3	
Permanganate number	33	33.9	33	25	36.2	36.4	23.0	
Brightness, °Elrepho	45	40	43	41.7	45.1	47.1	52.3	

Note 1. NS = Neutral Sulfite pulping, AS = Acid Sulfite pulping

2. Cooked chips were defibred twice in a Raffinator type D disc refiner with clearances of 0.2 and 0.00 mm.

3. AS. 3 Liquor/raw material = 10.1, initial pH 3.5

Table 6 Bleaching Trials on Sulfate Pulps from Kenaf.

Cook number Pulps from Bleaching sequence	K48D Whole stalk CEHD	K48D Whole stalk CEH	K48B Whole stalk Single	K45C Woody stem Single
PMN. of unbleached pulp	14.4	14.4	16.8	14.6
Brightness of unbleached pulp	22.5	22.5	20.5	30.5
1. Chlorination				
Pulp consistency, %	3	3	-	-
Temperature, C/Time, minutes	32/45	32/45		
Chlorine added % on OD pulp	5.62	5.25		
2. Alkaline Extraction				
Pulp consistency, %	10	10	-	-
Temperature, °C/Time, hr	70/1	70/1		
NaOH % on O.D. pulp	2	2		
3. Hypochlorite Bleach				
Pulp consistency, %	5	5	5	5
Temperature, °C/Time, hrs	32/3	32/3	32/4	32/3
Chlorine added % on O.D pulp	2.8	1.75	11.5	10.0
pH	9	9	9.5 - 8.5	8.5 - 8.5
4. Chlorine Dioxide Bleach				
Pulp consistency, %	5	-	-	-
Temperature, °C/Time, hrs.	70/2	-	-	-
ClO ₂ added as chlorine % on -O.D pulp	1	-	-	-
Total Chlorine added, %	9.43	7.0	11.5	10.0
Total Chlorine consumed, %	6.91	6.0	10.5	8.0
Yield of bleached pulp, %	41.5	44.4	42	43.0
Brightness, Elrepho (457 nm. filter MgO = 100)	86.6	75.6	70.8	74.0

Table 7 Evaluation of Pulps from Whole Stalk Kenaf.
PFI. Beater

Cook No.	Yield (screened) %	Perman-ganate no.	Beating revs.	Freeness CS ml.	Bulk cm ³ /g	Burst Factor	Breaking length Km.	Stretch %	Tear Factor	Double folds KM. 800 g.
<u>Sulfate Process</u>										
K48A	41.13	18.7	0	660	1.67	37	5.45	1.50	155	138
			3000	323	1.43	83	10.02	5.10	126	1527
			5000	263	1.40	82	10.10	4.80	114	1289
K48B	43.8	16.8	0	650	1.66	43	5.96	1.60	150	116
			3000	350	1.43	80	10.30	4.20	133	1404
			4000	245	1.37	84	9.85	4.30	113	1737
K48D	46.7	14.4	0	645	1.68	42	6.37	2.10	160	148
			2000	427	1.43	80	10.44	3.90	126	1323
			4000	318	1.35	86	10.88	4.60	112	1682
K48C	43.5	14.1	0	603	1.74	54	7.55	1.60	166	-
			5000	273	1.36	82	10.72	1.36	128	-
			<u>NSSC Process</u>							
NS 22	61.05	33	0	533	1.88	35	5.30	1.8	99	57
			2000	334	1.76	46	7.24	3.0	85	232
			3000	258	1.67	51	7.64	3.1	76	322
NS 23	64.68	33.9	0	527	1.83	32	4.97	1.8	48	53
			2000	303	1.65	44	6.78	2.9	40	124
			3000	232	1.63	45	6.86	3.2	38	166
NS 24	63.0	33	0	539	1.89	29	4.86	2.4	52	33
			2000	317	1.75	44	6.72	2.8	42	105
			3000	232	1.65	47	6.78	2.8	40	194
<u>Lime Process</u>										
L 3 A	65.62	38	0	610	2.35	13	3.70	1.16	98	11
			2000	417	2.08	23	4.93	1.38	82	29
			5000	235	1.92	30	5.99	3.11	75	65

Table 8 Evaluation of Pulps from Raw Ribbon and Grade C Retted Kenaf.
PFI Beater

Cook No.	Yield (screened) %	Perman. sulfate no.	Beating revs.	Freeness CS ml.	Bulk cm ³ /g	Burst Factor	Breeding Length Km.	Stretch %	Tear Factor	Double folds Km. 800 g.
<u>Sulfate Process</u>										
K60A	24.40	22	0	568	1.95	55	6.04	2.13	192	745
			4000	323	1.62	80	9.41	3.93	203	1710
K60C	50.40	13.6	0	567	2.04	61	8.02	1.70	292	1202
			2000	475	1.71	71	8.99	2.33	247	1514
			5000	320	1.60	85	8.86	3.97	205	2440
K32F	66.04	8.0	0	718	1.90	25	4.86	1.4	191	17
			9000	324	1.41	94	11.00	5.6	148	1913
<u>Lime Process</u>										
L1a	52.27	30	0	640	2.19	28	4.79	2.27	228	-
			2500	425	1.90	50	7.39	3.90	148	-
			5000	255	1.77	58	8.54	4.20	119	-
L1d	51.79	30	0	640	1.99	31	5.54	2.70	271	-
			2500	424	1.65	59	8.77	4.30	138	-
			5000	252	1.56	71	9.76	5.00	116	-
L2a	49.64	32	0	607	1.92	32	5.66	3.00	209	-
			2000	403	1.63	57	8.99	4.30	138	-
			4000	252	1.54	68	9.98	4.90	114	-
L2b	50.6	31	0	609	1.83	33	5.82	3.10	243	-
			2000	405	1.64	57	9.33	4.50	169	-
			5000	220	1.52	71	10.14	5.30	131	-
<u>MSSC Process</u>										
M620A	48.2	25	0	528	1.81	51	7.46	3.49	186	654
			2500	300	1.57	71	9.55	5.06	140	1353
			5000	188	1.53	82	10.20	5.59	135	1775
<u>Soda Process</u>										
S13b	53.4	32	0	622	2.02	31	5.58	3.00	228	-
			2500	378	1.62	62	8.85	4.70	132	-
			5000	220	1.54	67	9.68	5.30	119	-

Table 9 Evaluation of Pulps form Waste Woody Stem of Kenaf.
PFI Beater

Cook No.	Yield (screened) %	Perman ganate no.	Beating revs.	Freeness CS ml.	Bulk cm ³ /g	Burst Factor	Breaking length Km.	Stretch %	Tear Factor	Double folds KM. 800 g.
<u>Sulfate Process</u>										
K44A	38.68	8.3	0 2000	474 330	1.25 1.18	51 69	7.71 9.62	1.90 3.50	79 72	- -
K45A	42.51	12.0	0 1500 3000	494 312 215	1.30 1.26 1.18	53 74 79	8.59 10.22 10.77	2.10 3.30 2.30	76 77 67	- - -
K45C	44.80	14.6	0 1500 3500	544 369 247	1.36 1.24 1.18	38 66 72	6.55 9.38 8.98	1.80 3.00 3.40	67 65 70	-
K45D	34.20	19.0	0 2500	517 369	1.42 1.27	27 64	5.62 8.76	1.00 3.00	67 60	-
<u>NSSC Process</u>										
NS 9	63.70	36	0 4000 6000	678 402 300	1.58 1.34 1.30	32 50 51	5.83 7.94 8.48	1.90 2.60 2.50	55 49 45	-
NS10	67.51	36	0 4000 6000	613 401 312	1.72 1.41 1.37	26 44 47	4.47 6.97 6.84	1.00 1.80 1.40	60 47 44	-
<u>Acid Sulfite Process</u>										
AS 3	50.00	23	0 2000 5000	672 472 270	1.63 1.36 1.24	18 40 54	4.43 7.70 8.79	0.90 1.80 2.30	47 48 46	-
<u>Lime Process</u>										
L3B	68.65	38	0 2500 5000	655 430 278	2.09 1.80 1.64	12 21 26	2.63 4.26 5.12	0.91 2.11 2.25	59 52 50	-
<u>Hot Soda and Cold Soda Processes</u>										
S1c	26.0	33	0	652	1.52	32	5.06	0.66	56	-
S2a	34.38	25.5	0 2000	608 420	1.50 1.33	22 48	4.96 5.56	0.40 2.10	54 61	-
S2b	41.76	17.0	0 2000	490 340	1.53 1.25	34 65	6.62 10.26	0.91 2.63	62 67	-
S2c	40.31	14.9	0 2000	503 332	1.33 1.24	47 63	8.61 10.22	1.69 2.58	66 63	-
CS1	77.6	-	0 4000 6000 10000	660 348 308 162	1.77 1.63 1.54 1.51	17 23 27 29	3.50 4.71 4.96 5.40	0.80 1.60 1.40 1.40	47 40 37 36	4 11 18 24

Table 10 Physical Properties of Commercial Pulp

Type of Pulp	Type of Beater	Beating revs.	Freeness CS ml	Bulk cm ³ /g	Burst factor	Breaking length m.	Tear factor	Brightness
Bleached Birch Sulfate pulp, Sweden	PFI	1000	600	1.55	45	6000	90	92
		2000	510	1.45	55	7000	90	
		4000	300	1.40	65	8500	85	
Bleached hardwood pulp, Indonesia	PFI	0	628	-	8	2090	60	87
		4000	419	-	38	6580	80	
		6000	342	-	39	6340	82	
Bleached sulfate pulp, sweden	PFI	10000	246	-	46	7109	77	92
		2000	600	1.65	70	7500	150	
		3000	510	1.55	80	8500	130	
Bleached spruce sulfite pulp, sweden	PFI	5000	300	1.45	85	9500	120	92
		700	600	1.55	45	5500	80	
		1000	510	1.50	50	6500	70	
Unbleached Kraft sweden	Valley	1600	300	1.40	55	7500	65	-
		92 minutes.	250	-	88	11100	141	
Mechanical wood pulp (spruce) sweden		-	90-110	2.5	12.5	3000	35	60
Semi chemical Birch pulp, Sweden	PFI	0	733	2.17	7.8	1878	38	75
Semi chemical hardw d pulp, Denmark	PFI	5000	300	1.43	37	5890	100	40
		0	697	1.77	8	2300	33	
		4000	250	1.59	23	4800	45	
		7000	174	1.63	24	4850	46	

การศึกษาการผลิตเยื่อกระดาษจากปอแก้วทั้งต้น

โดยวิธี Sulfite semichemical

คำนำ

จากการศึกษาทดลองทำเยื่อกระดาษจากปอแก้วทั้งต้นที่แลวมาพบว่า เยื่อกระดาษที่ผลิตโดยวิธี Neutral sulfite semichemical มีคุณภาพดีพอใช้ คุณภาพด้านความเหนียวของเยื่อใกล้เคียงกับเยื่อกระดาษที่ใช้อยู่ในอุตสาหกรรมกระดาษทั่วไปที่ผลิตโดยวิธีเดียวกัน การผลิตเยื่อโดยวิธี sulfite pH⁽⁷⁾ ของน้ำยาที่ใช้อยู่ไม่มีความสำคัญต่อ Yield, Brightness และ strength ของเยื่อกระดาษมาก แต่ pH ที่ต่ำที่สุดของน้ำยา sulfite ในการย่อยปอแก้วทั้งต้นยังไม่พบว่าผู้ใดได้ศึกษาและรายงานไว้ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาลักษณะที่ดีที่สุดในการผลิตเยื่อจากปอแก้วโดยวิธีนี้

การทดลอง ได้ดำเนินการทดลองดังต่อไปนี้คือ

- การทดลองย่อยไม้ที่ pH ต่าง ๆ กัน ใช้น้ำยา sodium sulfite ผสมกับน้ำยา sodium bisulfite ในจำนวนต่างกัน แต่ให้ได้ pH ตามต้องการ มีปริมาณของสารเคมีคิดเป็นจำนวน SO₂ เท่ากันทุกครั้งคือมีปริมาณ SO₂ 7.6 กรัม แต่ไม้แห้ง 100 กรัม

- ในการย่อยไม้ทุกครั้งทำดังนี้ อบควยไอน้ำ (presteaming) ที่ 120-130° ซ. นาน 30 นาที แล้วเติมน้ำยา ต้มต่อไปจนถึง 170° ซ. อีกนาน 1 ชั่วโมง แล้วอบควยเครื่องบดชนิด Raffinator type D. disc refiner 2 ครั้ง แล้วเอาเยื่อมาแยกเอาส่วนที่หยาบออกหาปริมาณ Yield, Brightness และเตรียมทำแผ่นทดสอบความเหนียว

- ศึกษาความสัมพันธ์ของ pH ต่าง ๆ กับ Yield, Brightness และ strength ของเยื่อ

- ศึกษาการฟอกเยื่อ โดยฟอกด้วยน้ำยาไฮโครเจนเพอร์ออกไซด์ ใช้ไฮโครเจนเพอร์ออกไซด์ 2 กรัม ต่อเยื่อแห้ง 100 กรัม

(7) สอบถาม Mr. E. L. Ritman ผู้เชี่ยวชาญเรื่องเยื่อและกระดาษขององค์การพัฒนาอุตสาหกรรมสหประชาชาติ (UNIDO)

ผลการทดลองและวิจารณ์

- 1) ในการเตรียมเยื่อโดยใช้น้ำยามี pH ต่าง ๆ นี้ ให้ปริมาณเยื่ออยู่ระหว่างร้อยละ 55 - 65 การย่อยควยน้ำยามี pH⁶ ให้ปริมาณเยื่อสูงสุดถึงร้อยละ 65 รองลงมาคือ pH 9.5 และ 8.5 น้ำยามี pH 4.5 ให้ปริมาณเยื่อต่ำสุด
- 2) การย่อยควยน้ำยา pH 9.5 ให้เยื่อมี Brightness สูงสุดคือ 48% (Elrepho) เมื่อฟอกเยื่อควย H₂O₂ ร้อยละ 2 ของเยื่อแห้งใ้เยื่อมีความขาวสว่างประมาณ 58 - 60% การย่อยควยน้ำยา pH 4.5 ให้เยื่อมีสีคล้ำมาก มี brightness 38%
- 3) การย่อยควยน้ำยา pH 8.5-9.5 ให้เยื่อมีคุณภาพด้านความเหนียวดีที่สุดใน้ำยา pH 6 ให้เยื่อมีคุณภาพด้านความเหนียวต่ำที่สุด กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ pH และ strength อยู่ใน Fig.1 และ 2 หน้า 27-28 ผลของการทดลองย่อยและคุณสมบัติของเยื่อทั้งหมดอยู่ในตารางที่ 11 และ 12

สรุป

จากผลการทดลองพอจะสรุปได้ว่าถ้าจะทำการผลิตเยื่อโดยวิธี sulfite semichemical ไม่ควรใช้น้ำยาที่มี pH ต่ำ สภาพะที่ที่ดีที่สุดคือน้ำยามี pH อยู่ระหว่าง 8.5 - 9.5

Table 11 High Yield Sulfite Cooks
Whole Stalk Kenaf.

Cook No.	pH	Yield,% (screened)	Brightness Elrepho	Permanganate number
NS 29 E	4.5	55	38	32
NS 30 F	6.0	65	46	32
NS 29 D	7.0	59	45	32
NS 29 A	8.5	62	47.5	33
NS 31 B	9.5	62	48	35
NS 28 B	10.5	56	42.5	34.5

- Note 1. All cooks have been performed with 7.6 % SO₂ calculated on oven dry kenaf stalks for 60 minutes at 170°C and 120 minutes raising time right after 30 minutes presteaming at 130°C
2. Cooked chips were defibered twice in a Raffinator type D disc refiner with clearances of 0.2 & 0.0 mm. and the resulting pulp screened over 0.01 in. slots.

Table 12 Evaluation of High Yield Sulfite Pulps from Whole Stalk Kenaf, PFI Beater

Cook No.	pH	Yield %	Beating revs.	Freeness CS ml	Bulk cm ³ /g	Burst factor	Breaking length Km.	Stretch %	Tear factor	Double folds KM. 800 g.
NS29 E	4.5	55	0	645	1.96	18	4170	1.93	94	13
			2500	425	1.62	38	6720	3.07	84	58
			6000	232	1.52	45	7640	3.33	48	114
NS30 F	6.0	65	0	708	4.09	4	1470	0.90	55	-
			3500	602	2.14	15	4190	1.50	64	-
			7000	502	2.11	18	4300	1.90	65	-
			10000	402	1.98	19	4700	1.80	62	-
NS29 D	7.0	59	0	682	1.98	21	4450	1.70	99	-
			3500	490	1.70	38	7130	2.60	98	-
			7000	314	1.54	46	7890	2.90	94	-
NS29 A	8.5	62	0	660	1.98	22	4550	2.05	117	22
			2500	485	1.63	40	6710	3.36	89	115
			6000	280	1.51	54	8190	3.58	83	253
NS31 B	9.5	62	0	603	1.94	27	5050	2.20	120	
			2500	407	1.65	45	6990	3.20	99	
			7000	200	1.42	51	8140	3.80	80	
NS28 B	10.5	56	0	610	1.86	30	5470	2.30	117	25
			2500	406	1.56	51	7490	4.20	91	180
			6000	205	1.46	60	8860	4.90	76	273

Testing conditions 65 ± 2% R.H
27 ± 1°C.

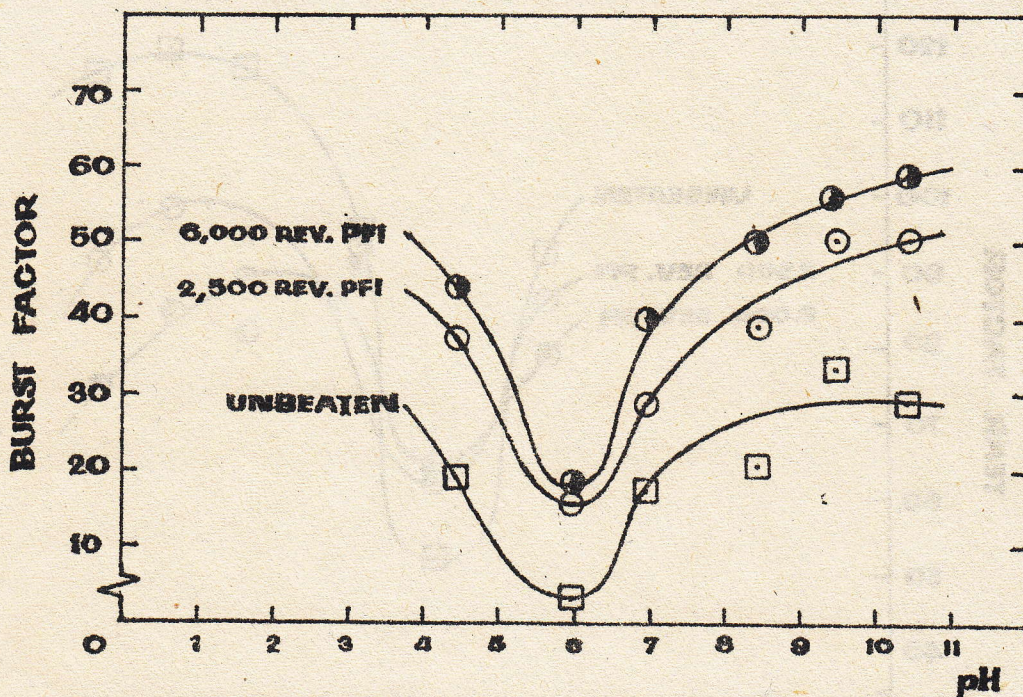


Fig. 1 Effect of initial on pH bursting strength (Sulfite pulping)

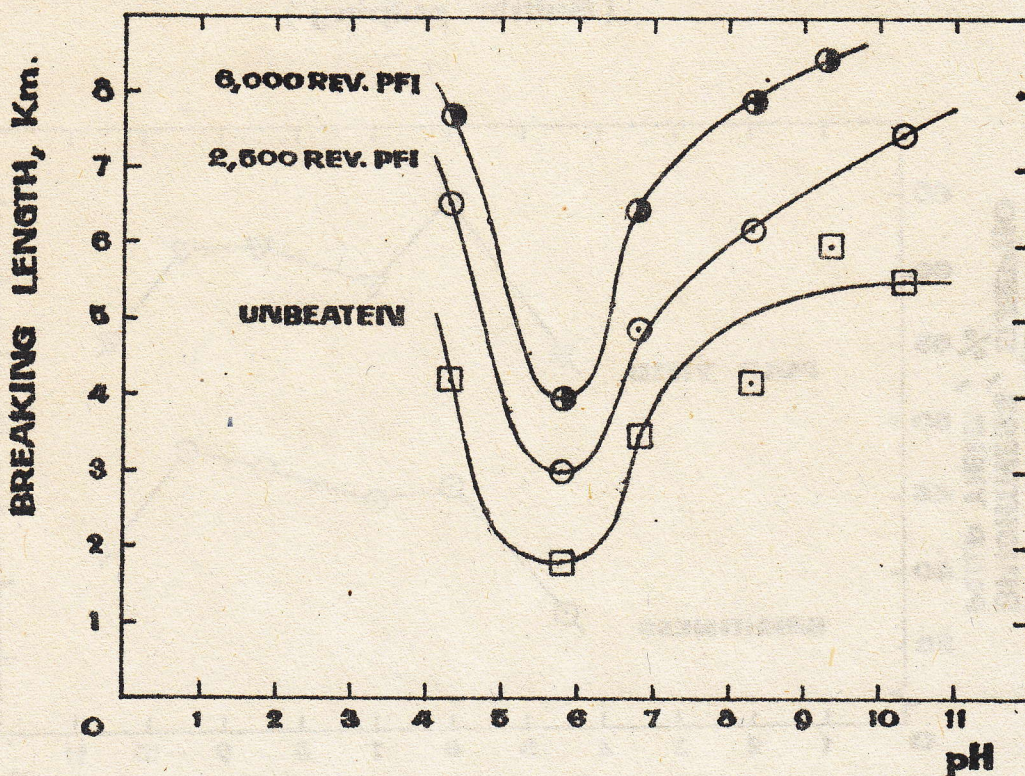


Fig. 2 Effect of initial pH on tensile strength (Sulfite pulping)

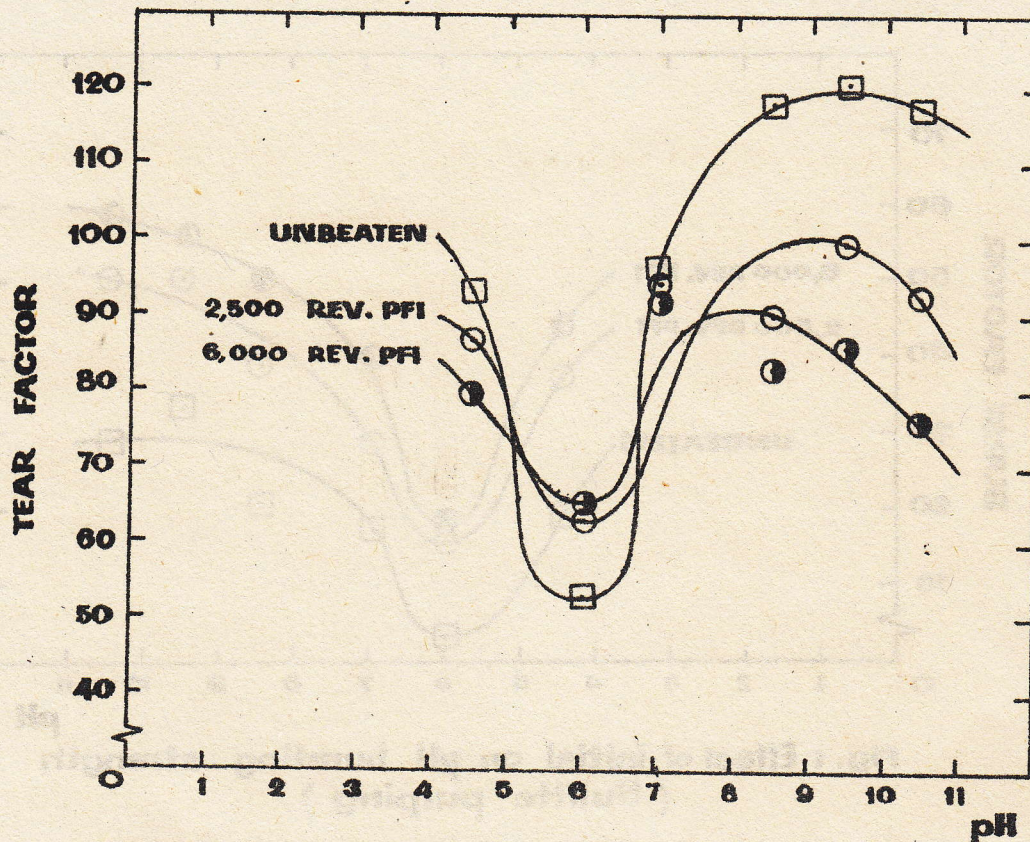


Fig. 3 Effect of initial pH on tearing strength (Sulfite pulping)

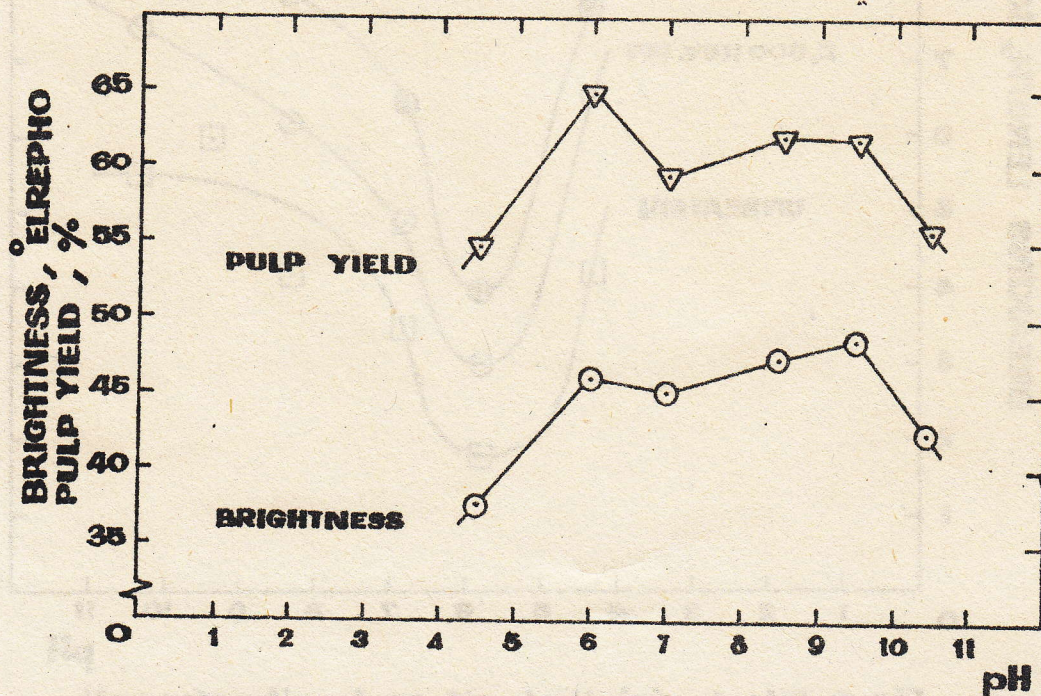


Fig. 4 Effect of initial pH on pulp yield and brightness (Sulfite pulping)

ปอกระเจา (JUTE)

คำนำ

ในวงการอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ ปัญหาสำคัญที่จะต้องพิจารณาคือชนิดของวัตถุดิบที่ใช้สำหรับผลิต การเก็บรักษา การรวบรวมขนส่ง และความเหมาะสมอื่นๆ ที่กรมวิทยาศาสตร์เห็นความสำคัญของเรื่องนี้และเห็นว่า การตั้งโรงงานขึ้นมาใหม่เป็นเรื่องที่มีได้เกิดขึ้นได้ง่าย ๆ เพราะอุตสาหกรรมประเภทนี้ต้องใช้คนทุนสูง ดังนั้นจึงได้ให้ความสนใจแก่โรงงานที่มีอยู่แล้วในภาคกลางมากกว่า จากผลการศึกษาทดลองทำเยื่อกระดาษจากปอแก้วในห้องปฏิบัติการ ได้ผลว่าปอแก้วมีคุณสมบัติใช้ เป็นวัตถุดิบทำเยื่อกระดาษได้ แต่ปอแก้วปลูกมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และกระจายอยู่ทั่วไป การเก็บรวบรวมและการขนส่งมายังโรงงานกระดาษในภาคกลาง เป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้ราคาของคนทุนสูงในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานภาคกลาง กรมวิทยาศาสตร์เห็นว่าปอกระเจามีลักษณะคล้ายปอแก้วมากและสามารถปลูกได้ดีในภาคกลาง โดยเฉพาะในบริเวณรอบ ๆ โรงงานกระดาษปัจจุบัน ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาทดลองความเหมาะสมของปอกระเจาในการทำเยื่อกระดาษ

ปอกระเจา (JUTE) เป็นพืชไร่ที่ปลูกเพื่อเอาเส้นใยจากลำต้นไปใช้ประโยชน์เช่นเดียวกับปอแก้ว ในประเทศเราขณะนี้ส่วนใหญ่ปลูกปอกระเจาได้นำไปใช้ประโยชน์ได้เพียง 2 อย่าง คือ ทำเชือก และผสมกับปอแก้วในการทอกระดาษทดสอบทำให้คุณภาพของกระดาษทดสอบดีขึ้น

ปอกระเจาที่ใช้เส้นใยทำประโยชน์อยู่ในปัจจุบันนี้มี 2 ชนิดคือ *Corchorus capsularis* และปอกระเจาฝักยาว *Corchorus olitorius*

1) ปริมาณปอกระเจา (8)

มีการปลูกปอกระเจาอยู่ในทุกภาคของประเทศไทย นอกจากภาคใต้ปลูกมากที่สุดก็ในภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดนครสวรรค์ นครศรีอยุธยา และอื่น ๆ พันธุ์ที่ปลูกกันทั่วไปมีหลายพันธุ์ สำหรับในประเทศไทยที่ปลูกกันอยู่คือพันธุ์เมืองฝักกลม ส่วนพันธุ์อื่นเป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งสิ้น

(8) อำนวย กสิการ เอกสารวิชาการ เรื่องปอแก้ว ปอกระเจา พ.ศ. 2510

- 2) การทดลอง เป้าหมายในการศึกษาทดลองคือ
- 2.1) คุณภาพของ เยื่อกระดาษ เทียบกับ เยื่อจากปอแก้ว
 - 2.2) ขนาดอายุของปอกระเจาที่ให้เยื่อกระดาษมีคุณภาพดี
 - 2.3) หาพันธุ์ปอกระเจาที่ให้เยื่อกระดาษมีคุณภาพดี
 - 2.3) หาพันธุ์ปอกระเจาที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูงสุด

ในการศึกษาทดลองทำเยื่อกระดาษจากปอกระเจาโดยใช้ sulfate process และเลือกใช้สภาวะการย่อยที่ให้ผลดีกับการย่อยปอแก้วสภาวะเดียวแล้วพิจารณาคุณภาพผลผลิตเยื่อ คุณสมบัติความเหนียว สภาวะที่ใช้อย่างเยื่อปอกระเจามีดังนี้คือ

Total alkali	20 %
Active alkali	18 %
Sulfidity	25 %
Wood/liquor =	1/8

อุณหภูมิสูงสุด 160 °ซ. เวลาที่อุณหภูมิสูง 2 ชั่วโมง
 เวลาที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิ 2 ชั่วโมง

การศึกษาอายุของปอกระเจาทำกระดาษ ใช้ปอกระเจาพันธุ์พื้นเมืองอยุธยาฝักกลม สำหรับทำการทดลอง ใ้เหมาะจากปลูกปอกระเจา 1 แปลง เนื้อที่ประมาณครึ่งไร่ ที่อำเภอหาราช จังหวัดอยุธยา เมื่อครบกำหนดอายุที่ต้องการก็ไปตัดตัวอย่างปอมาทำการทดลอง ใ้ซึ่งนำหนักหาส่วนประกอบของต้นปอกระเจา พบว่าปอกระเจาประกอบด้วยแกนปอต่อปอกลิบ = -2 : 1 (โดยน้ำหนักแห้ง) เท่ากับ

- แกนปอรอยละ	67
- ปอกลิบแห้งรอยละ	33

ใ้ทดลองทำเยื่อกระดาษโดยวิธีซัดเพด ใช้สภาวะดังกล่าวมาแล้วข้างต้นจากปอกระเจาทั้งต้น แกนปอ และปอกลิบ อายุต่าง ๆ ตั้งแต่ 4, 5 และ 6 เดือน ตามลำดับ ปอกระเจาอายุ 5 เดือนคือปอขณะที่กำลังออกดอกบานเต็มที่ ส่วนปอ 6 เดือนคือปอทิ้งไว้ในไร่จนแห้งใบร่วง จึงตัดมาทำการทดลองย่อยทำเยื่อกระดาษ รายละเอียดการย่อยและคุณสมบัติของ เยื่อแสดงไว้ในตารางที่ 13

เกี่ยวกับปอกระเจาพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อทำการทดลองหาอายุของปอกระเจาที่เหมาะสม
ในการทำเยื่อกระดาษเสร็จแล้ว ก็เกิดความคิดว่าปอกระเจามีหลายพันธุ์คงมีพันธุ์ใดบางที่จะให้
เยื่อคุณภาพดีที่สุด จึงได้ทำการศึกษาทดลองต่อไปอีกทั้งชนิดพันธุ์ผักกวมและชนิดผักยาว ได้ติดต่อ
ขอเมล็ดพันธุ์ปอต่าง ๆ จากสถานีทดลองกรรมโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา มาปลูกที่กรมวิทยาศาสตร์
และอำเภอมหาราช จังหวัดอยุธยา เมื่อปอเจริญเต็มที่จึงได้ตัดมาทำการทดลองทำเยื่อกระดาษ
พร้อมทั้งหาน้ำหนักผลผลิตปอต่อพื้นที่ ปอที่ทำการทดลองมีรายชื่อต่อไปนี้ -

ปอกระเจาพันธุ์ผักกวม

- พันเมืองอยุธยา
- ฮามาเฮลา
- พมา
- ไชยสี
- ไทวันแดง
- Y-6-466

ปอกระเจาพันธุ์ผักยาว

- พันเมือง
- ชินชูลากรีน
- JRO 632
- Daisee

ผลการทดลองย่อยเยื่อปอกระเจาพันธุ์ต่าง ๆ และคุณสมบัติของเยื่อแสดงไว้ใน
ตารางที่ 14 และ 14a

รายละเอียดการทดลองฟอกเยื่อปอกระเจาแบบหลายขั้นตอน ผลการฟอกและคุณสมบัติ
ของเยื่อฟอกปอกระเจาพันธุ์พันเมืองอยุธยาผักกวม เกษี และ JRO 632 แสดงไว้ในตารางที่ 15

เปรียบเทียบพันธุ์ปลูกกระเจา
แสดงน้ำหนักคนปอดสคเป็นกิโลกรัมต่อไร่

	(9) สถานีถาวร โนนสูง	(10) แปลง 12 ศูนย์ เกษตรภาคกลาง ชัยนาท	(11) อำเภอมหาราช จ. อุบลราชธานี	(12) ในบริเวณ กรมวิทยาศาสตร์
วันปลูก	มี.ย. 14	3 มี.ค. 15	13 ก.ค. 15	5 ก.ค. 15
วันตัด	ค.ค. 14	31 พ.ค. 15	21 พ.ย. 15	4 ม.ค. 16
Y-6-466 ผักกกลม	9045.0	4180.0	242	—
อุบลราชธานี ผักกกลม	6297.5	—	1616	2131
ไทรหวัดแดง ผักกกลม	5845.0	4240.0	1000	711
ไทรหวัดเขียว "	—	3910.0	—	—
ไซซี "	9917.5	3696.0	1000	266
ฮามาเฮลา "	7200.0	—	2100	2487
พม่า "	—	4050	1120	1332
D 154	—	3930	—	—
พนเมือง ผักยาว	5975.0	—	2020	1510
ชินชูลากรีน "	3770	—	565	4175
Daisee	9042	—	6896	4033
JRO. 632	8770.0	—	6551	4797
Tossa	—	—	1777	2932

(9) รายงานผลการคนควาทดลองและวิจัย ประจำปี 2514 ของสถานีถาวรโนนสูง จ. นครราชสีมา

(10) วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ของสมาคมวิทยาศาสตร์เกษตรแห่งประเทศไทย

(11)(12) ผลการทดลองปลูกของกรมวิทยาศาสตร์

จากผลการเปรียบเทียบพันธุ์ปอกระเจาของสถานีกสิกรรมโนนสูง ไค้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าผลการทดลองของศูนย์เกษตรภาคกลางทุกพันธุ์ พันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูงสุดคือพันธุ์ไซอี ผักกลมให้ผลผลิต 9.9 ตันต่อไร่ และสูงกว่าพันธุ์ผักยาวคือพันธุ์เคซี่ที่ให้ผลผลิตตันสด 9.0 ตันต่อไร่

ผลของการทดลองของกรมวิทยาศาสตร์ไค้ผลผลิตต่อไร่ต่ำมากทั้งที่อำเภอมหาราช และในบริเวณกรมวิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามก็พอเป็นแนวทางชี้ไค้ว่า สำหรับปอกระเจาพันธุ์ ผักยาว พันธุ์ JRO.632 และพันธุ์เคซี่ให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าพันธุ์อื่น

3) ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1) จากการศึกษาทดลองเกี่ยวกับอายุที่เหมาะสมของปอกระเจา ไค้ผลว่าปอต้นอ่อนให้ปริมาณผลผลิตเยื่อ และความเหนียว ต่ำกว่าคนปอแก่ การทำเยื่อจากต้นปออายุประมาณ 5 เดือนและ 6 เดือน ไค้ปริมาณผลผลิตเยื่อใกล้เคียงกัน คือไค้ผลผลิตประมาณร้อยละ 45 ในคานความเหนียวเยื่อจากปอแก่ไค้ความเหนียวสูงสุด เยื่อจากแกนปอกระเจาอุม่น้ำสูง น้ำไหลออกจากเยื่อไค้ช้า (slow drainage property) ส่วนเยื่อจากปอกลิบของปอกระเจาให้ปริมาณผลผลิตเยื่อร้อยละ 48 คุณสมบัติของเยื่อเทียบไค้กับเยื่อใยยาวจากไม้บางชนิด

3.2) เยื่อกระดาษจากปอกระเจาทั้งคนพันธุ์ต่าง ๆ คงแสดงไว้ในตารางที่ 14 และ 14a ให้ผลผลิตเยื่อไม่แตกต่างกันมาก ปอพันธุ์ไซอีให้ผลผลิตเยื่อสูงสุดคือร้อยละ 48 เยื่อมี permanganate number 15 รองลงมาคือพันธุ์เคซี่ JRO.632 และพันธุ์พื้นเมืองอยุธยา ผักกลม ซึ่งให้ปริมาณผลผลิตเยื่อประมาณ 45-47 เยื่อกระดาษจากปอกระเจาทุก ๆ พันธุ์มีคุณสมบัติ อุม่น้ำสูงกว่าเยื่อจากปอแก้วทั้งคนที่เกิดโดยวิธีเดียวกัน ในคานคุณสมบัติความเหนียวของเยื่อจากปอทั้ง 9 ชนิดนี้ก็ไม่แตกต่างกันมาก แรงต้านทานการฉีกขาดของเยื่อจากปอกระเจา ผักยาวพันธุ์ JRO. 632 และพันธุ์เคซี่สูงกว่าปอพันธุ์อื่นเล็กน้อย

3.3) การฟอกเยื่อจากปอกระเจาทั้งคนแบบหลายขั้นตอน ไค้ปริมาณเยื่อฟอกขาว ร้อยละ 41-43 ความขาว 77-86% Elrepho ไค้ลดรีน ในการฟอกประมาณ 5-6% การฟอกเยื่อก็เช่นเดียวกับการฟอกปอแก้ว ฟอกไค้กาย ไม่เปลืองสารเคมีมาก คุณสมบัติของเยื่อกระดาษฟอกในคานความเหนียวให้แรงฉีกขาดสูงขึ้น แต่แรงดึงให้ขาดต่ำลงเล็กน้อย

3.4) เกี่ยวกับผลผลิตต้นปอสกต๋อไรของสถานีกลกรรมโนนสูง ได้ผลเรียงตามน้ำหนักมากลงมา ดังนี้คือ

พันธุ์ไชอี ผักกลม	9.9	ต้นต้นสกต๋อไร
พันธุ์ Y-6-466 ผักกลม	9.05	" "
เคซี่ ผักยาว	9.04	" "
JRO. 632 ผักยาว	8.77	" "
ฮามาเฮลา ผักกลม	7.20	" "
อยุรยา ผักกลม	6.29	" "
พื้นเมือง ผักยาว	5.97	" "
ไต้หวันแดง ผักกลม	5.84	" "
ซินจูลากรีน ผักยาว	3.77	" "

4) สรุป

4.1) เยื่อกระดาษจากปอกระเจามีคุณภาพต่ำกว่าเยื่อจากปอแก้วทั้งทางด้านความเหนียวและคุณสมบัติอื่น ๆ บางชนิด

4.2) ในคานของอายุ ปอกระเจาต้นแก่ให้เยื่อกระดาษที่มีคุณภาพดี ระยะที่ปอกระเจาเริ่มติดฝักแล้วให้เยื่อที่มีคุณภาพเหนียวดีที่สุด

4.3) ในคานของพันธุ์ปอกระเจาต่าง ๆ ทั้งพันธุ์ผักกลมและพันธุ์ผักยาวให้ผลผลิตเยื่อไม่แตกต่างกันมาก คุณสมบัติคานความเหนียวก็ไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นในการที่จะนำมาใช้จึงน่าจะพิจารณาพันธุ์ปอที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูง เป็นข้อสำคัญ

4.4) พันธุ์ปอกระเจาที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูง โดยพิจารณาจากการทดลองของสถานีกลกรรมโนนสูง คือ พันธุ์ไชอี พันธุ์ Y-6-466 พันธุ์เคซี่และพันธุ์ JRO 632

Table 13 Properties of Sulfate Pulp* from Jute. (Ayutthaya)

Type of raw materials	Whole stalk			Raw ribbon			Woody stem			
	3	4	5	6	3	5	6	3	5	6
Age in months	(K118)	(K122)	(K125A)	(K129A)	(K116)	(K125D)	(K128c)	(K115)	(K125C)	(K128B)
Pulp yield, %	42.0	44.5	45.76	45.0	45.6	43.5	48.0	38.87	40.7	44.13
Screened screenings	2.7	1.3	2.85	0.9	0.21	0.25	0.02	2.83	2.28	0.86
Permanganate number	16.0	15.6	17.55	16.5	14.2	13.69	11.69	23.0	17.6	14.89
Initial freeness, ml. CSF	396	363	351	397	537	444	528	277	297	296
Strength properties at initial										
Breaking length, km.	7.63	7.45	9.18	7.99	7.18	8.42	7.73	7.47	9.37	11.98
Tear factor	92	84	108	133	162	216	230	45	49	58
Burst factor	39	37	50	54	64	44	45	33	44.5	67
Strength properties at 300 ml. CSF										
Breaking length, km.	8.2	8.8	9.55	9.1	9.0	9.5	9.5	-	-	-
Tear factor	87.0	80	106	120	61.0	180.0	190.0	-	-	-
Burst factor	46.5	43	56	63	58.0	64.2	68.0	-	-	-

* Cooking conditions : Active alkali = 18% on OD raw material.,

Time to/at max. temperature = 2/2 hrs.

Sulfidity = 25% Maximum Temperature = 160°C

Table 14 Kraft Pulping of Whole-Stalked Jute:
varieties & cooking conditions

Varieties	Cook numbers	Cooking conditions
Tossa	K 148 D	All cooks were performed under the same following conditions: Total alkali = 20% on raw material Active alkali = 18% on raw material Sulfidity = 25% Wood/Liquor = 1:8 Time to max. temp = 2 hrs. Time at max. temp. = 2 hrs. Maximum temperature = 160°C.
JRO-632	K 149 C	
Daisee	K 157 B	
พื้นเมืองฝักยาว	K 157 C	
ชินชูลากรีน	K 158 C	
ไซฮี	K 158 D	
ฮามาเฮลา	K 158 E	
ไต้หวันแดง	K 158 F	
อยุธยาฝักกลม	K 125 A	

Table 14a Properties of Kraft pulps from different varieties of whole-stalked jute

Type of raw materials	Corchorus oritorius					Corchorus capsularis				
	K148D	K149C	K157B	K157C	K158C	K158F	K158D	K158E	K125A	
Cook number										
Pulp yield, % screened	43.0	46.8	46.6	44.7	45.4	46.7	48.2	46.3	45.76	
screening	0.04	0.26	0.33	0.5	1.17	0.83	1.3	0.83	2.85	
Permanganate number	13.2	12.8	14.2	15.7	15.5	15.0	15.0	15.6	17.5	
Brightness, °Elrepho	26.9	27.0	27.2	25.3	25.2	25.9	25.5	24.0	25.0	
Initial freeness, ml. CSF	368.0	340.0	330.0	354.0	409.0	358	364	380	351	
<u>Pulp handsheet properties at initial</u>										
Bulk, cm ³ /g	1.615	1.672	1.63	1.49	1.56	1.52	1.55	1.55	1.57	
Burst factor	48.0	57	60	68	56	60	63	55	50	
Tear factor	122.0	134	133	100	110	100	102	103	108	
Breaking length, Km.	8.0	9.5	9.5	10.2	9.3	8.7	10.3	9.0	9.2	
<u>Pulp handsheet properties at 300 ml. CSF</u>										
Bulk, cm ³ /gm	1.57	1.62	1.57	1.45	1.5	1.49	1.45	1.48	1.49	
Burst factor	54	61.0	67	70.0	59	61.5	70	65	56	
Tear factor	118.0	129.0	132	98	116	100	102	102	105	
Breaking length, Km.	9.1	9.7	10.0	10.3	10.3	10.1	10.2	9.5	9.5	

Table 15 Jute

Bleaching Conditions and Pulp Properties

Samples	J.R0632	Daisee	Ayutthaya
Bleaching sequence	CEHD	CEHD	CEH
1. Chlorine applied % O.D. pulp (3 % Pulp consistency 32°C)	4.68	5.16	6.0
2. Alkaline extraction (10% pulp consistency 70°C, 1 hr) NaOH % O.D. pulp	2	2	2
3. Calcium hypochlorite bleaching Chlorine added % O.D. pulp (5 % pulp consistency, 32°C, 2 hrs.)	1.0	1.5	2.0
4. Chlorine dioxide (5% pulp consistency 70°C, 2 hrs.)			
ClO ₂ added as avail Cl ₂ % O.D. pulp	0.65	0.95	-
Total chlorine added as Cl ₂ %	6.33	7.61	8
Total chlorine consumed as Cl ₂ %	4.78	4.90	6.5
Bleached pulp yield % O.D. wood	42.9	41.10	42.5
Brightness, Elrepho, 457 nm filter	84.0	86.0	76.9
Initial freeness, ml. CSF	354	378	262
<u>Pulp handsheet properties at initial</u>			
Bulk cm ³ /g	1.51	1.54	1.43
Burst factor	65	61	46
Tear factor	135	137	113
Breaking length, Km.	7.63	9.00	8.09

ปอเทือง (Sunn - hemp)

คำนำ

(13)

ปอเทืองมีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *Crotalaria juncea* Linn เป็นพืชตระกูลถั่ว
ต้นสูงเรียวเล็กชุก ดอกสีเหลือง มีมากในประเทศไทย ตามปกติปอเทืองเมื่อปลูกอายุได้ 2
เดือนก็ออกดอก การปลูกปอเทืองช่วยให้ดินร่วนซุยได้ และเข้าใจว่าจะเพิ่มไนโตรเจนให้
แก่ดินด้วย

เนื่องจากปอเทืองเป็นพืชที่ปลูกได้ง่าย มีผลผลิตต่อไร่สูง สูงกว่าปอแก้วหรือปอกระ
เจา น้ำหนักต้นสดปอเทืองได้ประมาณไร่ละ 15 ตัน⁽¹⁴⁾ จึงได้เลือกพืชนี้ทำการศึกษาทดลอง
ทำเยื่อกระดาษ ปอเทืองที่ทำการศึกษาครั้งนี้เก็บมาจากหน่วยพัฒนาที่ดิน บ้านทุ่งเศรษฐี กม. 352
ทางหลวงสายนครสวรรค์ กำแพงเพชร

1) การทดลองผลิตเยื่อ

ได้ทดลองทำเยื่อกระดาษจากปอเทืองทั้งต้นด้วยวิธีโซคาและวิธีซัลเฟต ได้ทดลอง
ฟอกเยื่อผลิตโดยวิธีซัลเฟตด้วยการฟอกเป็นขั้นตอน เช่นเกี่ยวกับการฟอกเยื่อปอแก้วหรือปอกระ
เจา คือฟอกด้วยน้ำคลอรีนในตอนแรก ต่อมาล้างด้วยน้ำโซคาไฟ แล้วฟอกด้วยน้ำยาไฮโปคลอไรท์
และสุดท้ายฟอกด้วยคลอรีนไดออกไซด์ ฟอกเสร็จแล้วล้างสะอาดหมดสารซึ่งใช้ฟอก หาปริมาณผล
ผลิตเยื่อฟอก วัดความขาวแล้วเตรียมทำแผ่นมาตรฐานสำหรับทดสอบคุณสมบัติของ เยื่อกระดาษทั้ง
ฟอกและไม่ได้อฟอก ทั้งนี้ทำตามวิธีของ Tappi Standards

รายละเอียดของการย่อยทำเยื่อ ผลที่ได้และคุณสมบัติของ เยื่อกระดาษที่ยังไม่ได้
ฟอกแสดงไว้ในตารางที่ 16 ส่วนการทดลองฟอกเยื่อและคุณสมบัติของเยื่อฟอกขาว แสดงไว้
ในตารางที่ 17

(13) กลิน สุวตะพันธ์ "พืชเส้นใย" ในประมวลคำบรรยายซึ่งเสนอในการประชุมทาง
วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย วันที่ 23 - 26 ต.ค. 96 (ครั้งที่ 5) หน้า 3-4 ปอ

(14) สอดถามเจ้าหน้าที่หน่วยพัฒนาที่ดิน บ้านทุ่งเศรษฐี ตำบลนครชุม

2) ผลการทดลองและวิจารณ์

จากผลการทดลองผลิตเยื่อโดยวิธีโซคา โคยโซโซเดี่ยวไฮดรอกโซค คิดเป็น
น้ำหนักโซเคียมออกโซครอยละ 15 ของปอแห้งได้ผลผลิตเยื่อประมาณรอยละ 58 เยื่อมีคุณภาพ
พอที่จะทำกระดาษราคาถูกได้ ส่วนการทดลองผลิตเยื่อโดยวิธีซัลเฟตได้ผลผลิตเยื่อประมาณรอย
ละ 46-52 สภาวะที่ดี ให้ปริมาณเยื่อสูง และเยื่อมีคุณภาพดี เป็นสภาวะเดียวกันกับที่โซยอปปอ
แก้วและปอกระเจา คือโซ Active alkali 18% Sulfidity 25% อุณหภูมิ 160° ซ.
2 ชั่วโมง เยื่อจากปอเหลืองสามารถลอกได้ง่าย ไม่เปลืองสารที่โซฟอกมาก ได้ผลผลิตเยื่อ
ฟอกขาวประมาณรอยละ 43 มีความขาว 89% Elrepho เยื่อมีคุณภาพที่ชนิดเยื่อเส้นใยสั้น

3) สรุป

ปอเหลืองให้เยื่อกระดาษมีคุณสมบัติด้านความเหนียวใกล้เคียงกับเยื่อปอกระเจา แต่
Drainage property ของเยื่อปอเหลืองดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับปอแก้วและปอกระเจาแล้ว
ปอเหลืองดีที่สุด ทั้งในแง่ของผลผลิตต่อไร่ และปริมาณเยื่อต่อน้ำหนักปอ อีกประการหนึ่งปลูกปอเหลือง
ช่วยทำให้ดินร่วนซุย และเพิ่มไนโตรเจนให้แก่ดินด้วย ดังนั้น ปอนี้จึงน่าจะเป็นพืชที่สมควรจะนำมาใช้
เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเยื่อกระดาษประเภทเส้นใยสั้นได้อีกชนิดหนึ่ง

Table 16 Pothuang (Sunn hemp)
Digestion Conditions and Pulp Properties

Cook number	K 129 B	K 130 A	K 135 C	S.11
NaOH as Na ₂ O, %	-	-	-	15
Active Alkali as Na ₂ O % on oven dry wood.	18	15	19	-
Total Alkali as Na ₂ O % on oven dry wood.	20	17	21	-
Sulfidity, %	25	25	25	-
Wood/liquor ratio	1/7	1/7	1/7	1/7
Maximum temp. °C	160	160	160	160
Time to max. temp., hours	2	2	2	2
Time at max. temp., hours	2	2	2	2
Pulp yield, %				
screened	51.91	51.31	46.6	58.8
screenings	0.35	6.20	0.1	0.65
Permanganate number	12.0	18.2	10.5	33
Brightness, °Elrepho	33	25	35	25
Initial freeness, ml. CSF	498	565	640	674
<u>Pulp handsheet properties at initial</u>				
Bulk, cm ³ /g	1.55	1/63	1.65	1.77
Burst factor	40.2	31	28	17.4
Tear factor	98.6	103	101	90
Breaking length, Km.	7.91	6.77	5.99	4.44
<u>Pulp handsheet properties at 300 ml. CSF.</u>				
Beating rev. PFI	4000	4500	4700	7500
Bulk cm ³ /g	1.44	1.39	1.50	1.36
Burst factor	67.4	67	50	50.8
Tear factor	102	96	103	82
Breaking length, Km.	10.63	10.46	8.40	8.41

Table 17 Pothuang (Sunn hemp)
Bleaching Conditions and Pulp Properties

Cook number	K 135 C
<u>Bleaching sequence</u>	
1. Chlorination (3% pulp consistency 32°C) Chlorine applied % O.D. pulp	3.75
2. Alkaline extraction (10% pulp consistency 1 hr. at 70°C) NaOH % O.D. pulp	2
3. Calcium hypochlorite bleaching (5% pulp consistency, 32°C, 2 hrs.) Cal. hypochlorite added as avail Cl ₂ % O.D. pulp	2.15
4. Chlorine dioxide (5% pulp consistency, 70°C, 2 hrs.) ClO ₂ added as avail. Cl ₂ % O.D. pulp	1
Total chlorine added as Cl ₂ % O.D. unbleached pulp	6.90
Total chlorine consumed as Cl ₂ % unbleached pulp	5.34
Bleached pulp yield % O.D. wood	43.3
Brightness, (Elrepho, 457 nm filter MgO = 100)	89.2
Initial freeness, ml. CSF	640
<u>Pulp handsheet properties at initial/346 ml. CSF</u>	
Beating rev. PFI	0 / 4000
Bulk, cm ³ /g	1.66 / 1.37
Burst factor	40 / 56
Tear factor	88 / 85
Breaking length, Km.	5.96 / 9.07