

ผลของอายุไม้และการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับต่อสมบัติของเยื่อกลึงเคมีจากไม้ตีนเป็ด

EFFECTS OF TREE AGES AND CHIP PRETREATMENTS ON CHEMITHERMOMECHANICAL PULP PROPERTIES FROM

Alstonia scholaris (L) R.Br.

บัวผัน พวงศิลป์¹
ประเทือง พุดซ้อน¹
สาวตรี พิสุทธิพิเชฐ¹

Buapun Puangsin¹
Pratuang Puthsom¹
Sawitreee Pisuttipiched¹

ABSTRACT

The effects of tree ages, chip pretreatments, and concentrations of utilized chemicals on unbleached CTMP properties were investigated in this study. *Alstonia scholaris* (L) R. Br. with three ages of 5, 7 and 9 years old were processed to make wood chips separately and each of them was subjected to caustic soda and alkaline sulfite pretreatments before subjecting to mechanical pulping process. Each of the pretreatments was utilized by using two levels of chemical concentration, i.e., 10 and 20%. The results indicated that pulp yield, tensile index, tear index, and brightness were ranged from 56.72-67.74%, 4.99-23.14 Nm/g, 1.01-3.85 mN.m²/g, and 22.72-38.62% ISO, respectively. Wood chips pretreated with alkaline sulfite yielded higher pulp with better beatability, higher brightness, and lower strength comparing to those of wood chips pretreated with caustic soda. The increase in chemical concentration utilized in caustic soda pretreatment reduced pulp yield and increased pulp strength and brightness while that in alkaline sulfite pretreatment decreased pulp strength and brightness. *A. scholaris* (L) R. Br. with the age of 9 years old yielded the highest pulp while that with the age of 5 years old offered pulp with higher strength and brightness and inferior beatability comparing to those of the trees with the age of 7 and 9 years old.

¹ ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอายุไม้ การปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับ และปริมาณความเข้มข้นสารเคมีที่ใช้ที่มีต่อสมบัติของเยื่อกลึงเคมีไม่ฟอกครั้งนี้ ได้พิจารณาใช้ไม้ต้นเป็นอายุ 5 7 และ 9 ปี เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตเป็นชิ้นไม้สับ และทำการปฏิบัติเบื้องต้นโดยใช้โซดาไฟและอัลคาไลน์ ชัลไฟด์ ที่ปริมาณความเข้มข้นสารเคมีร้อยละ 10 และ 20 ผลการศึกษาพบว่าผลผลิตเยื่ออยู่ระหว่างร้อยละ 56.72-67.74 โดยมีค่าดัชนีแรงดึง ดัชนีแรงฉีก และความขาวสว่างอยู่ระหว่าง 4.99-23.14 Nm/g 1.01-3.85 mN.m²/g และ 22.72-38.62% ISO ตามลำดับ ชิ้นไม้สับที่ได้รับการปฏิบัติเบื้องต้นด้วยอัลคาไลน์ ชัลไฟด์จะให้ปริมาณผลผลิตเยื่อที่สูงกว่า เยื่อที่ได้สามารถตีเยื่อได้ง่ายและขาวสว่างกว่ากรณีของชิ้นไม้สับที่ได้รับการปฏิบัติเบื้องต้นด้วยโซดาไฟ การเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ในการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับด้วยโซดาไฟจะทำให้ผลผลิตเยื่อลดลง โดยเยื่อที่ได้มีความแข็งแรงและความขาวสว่างมากขึ้น ในขณะที่ชิ้นไม้สับที่ได้รับการปฏิบัติเบื้องต้นด้วยอัลคาไลน์ ชัลไฟด์ จะให้เยื่อที่มีความแข็งแรงและความขาวสว่างที่น้อยกว่าเมื่อมีการใช้ปริมาณความเข้มข้นสารเคมีเพิ่มขึ้น ไม้ต้นเปิดอายุ 9 ปีให้ผลผลิตเยื่อมากที่สุด ส่วนไม้ต้นเปิดอายุ 5 ปี ให้เยื่อที่มีความแข็งแรงและความขาวสว่างที่ดีกว่าเยื่อที่ผลิตจากไม้ต้นเปิดอายุ 7 และ 9 ปี แม้ว่าเยื่อได้ยากกว่าก็ตาม

คำนำ

กระบวนการผลิตเยื่อกล (mechanical pulping process) เป็นการผลิตเยื่อที่ให้ผลผลิตเยื่อสูงมากกว่าร้อยละ 85 และมีต้นทุนในการติดตั้งต่ำ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการลงทุนในประเทศที่กำลังพัฒนา โดยทั่วไปมักนิยมใช้ไม้ใบแคบในการผลิตเยื่อเชิงกลเนื่องจากมีเส้นใยยาว ทำให้ได้เยื่อที่มีความแข็งแรงเป็นที่ยอมรับในการผลิตกระดาษบางประเภท ได้แก่ กระดาษหนังสือพิมพ์ และกระดาษพิมพ์เขียน สำหรับไม้ใบกว้างซึ่งมีเส้นใยที่สั้นกว่าและความหนาแน่นสูงกว่า จำเป็นต้องมีการใช้สารเคมีช่วยในการแยกเยื่อเพื่อลดการแตกหักของเส้นใยเนื่องจากการใช้แรงกล กระบวนการผลิตเยื่อกลที่นิยมใช้ในไม้ใบกว้างได้แก่ การผลิตเยื่อกลเชิงเคมี (chemithermomechanical pulp, CTMP) การใช้สารเคมีในการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับก่อนที่จะนำไปแยกเยื่อด้วยการบด จะทำให้อัตราพลังงานในการบดลดลง ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตเยื่อลดลง และยังสามารถช่วยให้สมบัติทางด้านการแข็งแรงของกระดาษที่ผลิตจากเยื่อดังกล่าวดีขึ้น

ไม้ต้นเปิด (*Alstonia scholaris* (L) R. Br.) เป็นไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทยและเป็นไม้ที่โตเร็วชนิดหนึ่งที่กรมป่าไม้ได้มีการส่งเสริมให้ปลูกเป็นสวนป่า ลักษณะของเนื้อไม้มีสีขาวอมเหลือง และความหนาแน่นต่ำ (กรมป่าไม้, 2542) ซึ่งคาดว่าไม้ชนิดดังกล่าวเหมาะสำหรับนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกลเชิงเคมี ดังนั้นการศึกษารังนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของอายุไม้ ชนิดและปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับต่อสมบัติเยื่อกลเชิงเคมีไม่ฟอกจากไม้ต้นเปิด

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องทำชิ้นไม้สับ
2. เครื่องคัดขนาดชิ้นไม้สับ
3. เครื่องบดแยกเยื่อภายใต้แรงดันไอน้ำ (Sund defibrator, M132M38-4, Sweden)
4. เครื่องบดแยกเยื่อแบบจานบดที่สภาวะบรรยากาศ แบบ single disc (Kumagai Riki Kogyo,

Japan)

5. เครื่องตีเยื่อ (PFI Mill No. 226, Hamar, Norway)

6. เครื่องทดสอบหาค่าความเป็นอิสระของเยื่อแบบ canadian standard freeness (Lorentzen & Wettres, Type 4-1, Sweden)

7. เครื่องทำแผ่นทดสอบ

8. เครื่องทดสอบหาค่าความขาวสว่าง (Tech-nibrite, micro TB-1C, USA)

9. เครื่องทดสอบหาความแข็งแรงต่อการดึงแผ่นทดสอบ (Kumagai Riki Kogyo, Japan)

10. เครื่องทดสอบค่าความแข็งแรงต่อการฉีกแผ่นทดสอบ (Kumagai Riki Kogyo, Japan)

วิธีการ

การเตรียมวัตถุดิบ

ไม้ต้นเป็ดอายุ 5 7 และ 9 ปี จากสวนป่าของเกษตรกรในจังหวัดระยอง โดยทำการตัดที่ระดับเหนือพื้นดิน นำมาลอกเปลือกออกให้หมด จากนั้นจึงนำไปทำชิ้นไม้สับและผึ่งให้แห้งในบรรยากาศ นำชิ้นไม้สับที่แห้งแล้วไปทำการคัดขนาดด้วยเครื่องคัดขนาด

ขนาดของชิ้นไม้สับที่ใช้คือระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูตะแกรงเท่ากับ 22 และ 19 มิลลิเมตร หลังจากนั้นจึงนำมาร้อยละของน้ำหนักแห้งของชิ้นไม้สับที่คัดขนาดแล้ว และบรรจุใส่ในถุงพลาสติกถุงละ 500 กรัม (น้ำหนักแห้ง)

การผลิตเยื่อ

นำชิ้นไม้สับที่ผ่านการคัดขนาดแล้วมาแช่ในสารเคมี (chemical impregnation) โดยแบ่งออกเป็นการใช้สารเคมี 2 ชนิดได้แก่ โซดาไฟ (caustic soda) และอัลคาไลน์ ซัลไฟต์ (alkaline sulfite) หลังจากที่ได้ชิ้นไม้สับอ้อมตัวด้วยสารเคมีแล้วจึงนำไปปลดแยกเยื่อชั้นที่หนึ่ง (1st stage pressurized refining) ด้วยเครื่องบดแยกเยื่อ (defibrator) ภายใต้อากาศร้อน น้ำ ต่อจากนั้นนำไปปลดแยกเยื่อชั้นที่สอง (2nd stage atmospheric refining) ด้วยเครื่องบดเยื่อแบบ single disc ที่สภาวะบรรยากาศ นำเยื่อที่ได้มาทำการคัดขนาดเส้นใยโดยใช้รูตะแกรงขนาด 0.15 มิลลิเมตร โดยไม่มีการฟอกเยื่อ แล้วปั่นหามาและนำไปหาร้อยละของผลผลิตเยื่อ รายละเอียดสภาวะในการผลิตเยื่อกลึงเคมีไม่พอกจากไม้ต้นเป็ดในการศึกษาครั้งนี้แสดงใน Table 1

Table 1. Pulping conditions for *Alstonia scholaris* (L) R. Br. CTMP

1. Chemical impregnation	- Caustic soda (CS)	10 and 20%*
	- Alkaline sulfite (AS)	10 and 20%*
	(NaOH : Na ₂ SO ₃ = 30:70)	
	- Time to temperature	30 min.
	- Time at temperature	60 min.
	- Temperature	100 °C
2. 1 st stage pressurized refining	- Liquid to wood ratio (L/W)	5:1
	- Steaming time	15 min.
	- Pressure	4 bars
	- Defibrating time	3 min.
3. 2 nd stage atmospheric refining	- Consistency	10%
	- Clearance of disc refiner	0.2, 0.1 mm.

Remark: * based on dry wood chips

การศึกษาสมบัติของแผ่นเยื่อทดสอบ

การศึกษาสมบัติของเยื่อที่ผลิตจากกระบวนการผลิตเยื่อกลึงเคมีไม่ฟอกจากไม้ดินเป็ดครั้งนี้ใช้มาตรฐานของ TAPPI เพื่อทดสอบสมบัติด้านต่างๆ ดังนี้ การดีเยื่อ (TAPPI T 248 sp-00) ค่าความเป็นอิสระของเยื่อ (TAPPI T 227 om-99) การทำแผ่นทดสอบ (TAPPI T 205 sp-02) ค่าความแข็งแรงต่อการดึง (TAPPI T 494 om-96) ค่าความแข็งแรงต่อการฉีก (TAPPI T 414 om-98) ค่าความขาวสว่าง (TAPPI T 452 om-98)

ผลและวิจารณ์

ผลผลิตเยื่อ

ผลผลิตเยื่อกลึงเคมีไม่ฟอกที่ใช้โซดาไฟและอัลคาไลน์ ซัลไฟต์ในการปฏิบัติเบื้องต้นกับชันไม้สับไม้ดินเป็ด 3 ชั้นอายุคือ 5 7 และ 9 ปี พบว่าอัลคาไลน์ ซัลไฟต์ให้ผลผลิตเยื่อที่สูงกว่าชันไม้สับที่ได้รับการปฏิบัติเบื้องต้นด้วยโซดาไฟ โดยที่ผลผลิตเยื่ออยู่ระหว่างร้อยละ 59.98-67.74 และร้อยละ 56.72-63.35 ตามลำดับ และไม้ดินเป็ดอายุ 9 ปี ให้ผลผลิตเยื่อ

มากที่สุด รองลงมาคือ ที่อายุ 7 และ 5 ปี ดังจะเห็นได้จาก Figure 1

เมื่อเพิ่มปริมาณความเข้มข้นสารเคมีที่ใช้จากร้อยละ 10 เป็นร้อยละ 20 พบว่าผลผลิตเยื่อที่ได้ลดลงโดยชันไม้สับที่ได้รับการปฏิบัติเบื้องต้นด้วยโซดาไฟมีผลผลิตเยื่อลดลงมากกว่าการใช้อัลคาไลน์ ซัลไฟต์ และอิทธิพลของการเพิ่มปริมาณสารเคมีกับชันไม้สับไม้ดินเป็ดอายุน้อยจะมีมากกว่าชันไม้สับไม้ดินเป็ดที่มีอายุมากขึ้น ผลผลิตเยื่อของชันไม้สับไม้ดินเป็ดอายุ 5 7 และ 9 ปี ที่ได้รับการปฏิบัติเบื้องต้นด้วยโซดาไฟจะลดลงร้อยละ 4.99, 3.18 และ 1.45 ตามลำดับ ส่วนการใช้อัลคาไลน์ ซัลไฟต์ ปฏิบัติเบื้องต้นกับชันไม้สับไม้ดินเป็ดทั้ง 3 ชั้นอายุให้ผลผลิตเยื่อลดลงร้อยละ 1.23 2.52 และ 1.13 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Kappel (1999) ที่ได้แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณผลผลิตเยื่อกับปริมาณโซดาไฟและปริมาณโซเดียมซัลไฟต์ที่ใช้ในการผลิตเยื่อกลึงเคมีจากไม้ใบกว้างกล่าวคือ เมื่อมีการใช้ปริมาณสารเคมีทั้ง 2 ชนิดในปริมาณต่ำ จะได้ผลผลิตเยื่อสูงขึ้น ในทางตรงกันข้ามหากมีการใช้สารเคมีในปริมาณสูง จะทำให้ผลผลิตเยื่อลดต่ำลง

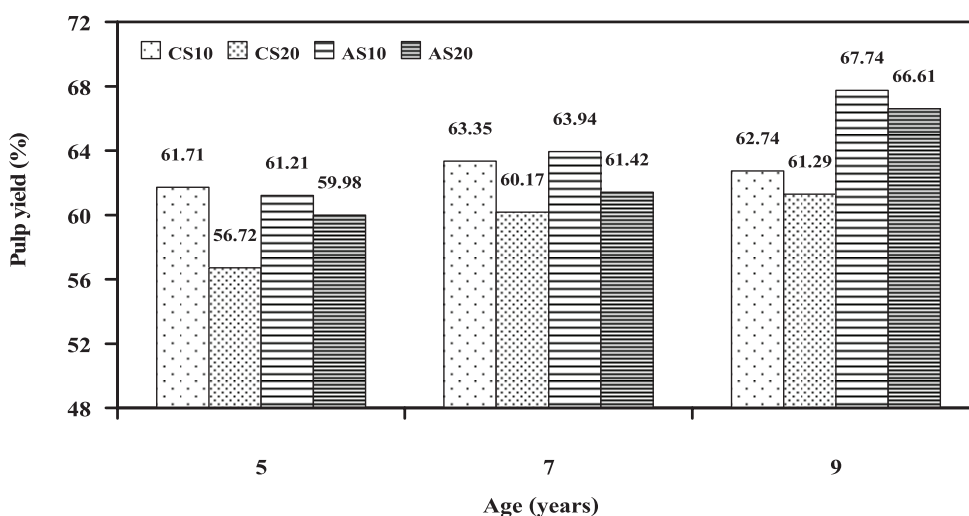


Figure 1. The age and pulp yield of CTMP from *Alstonia scholaris* (L) R. Br. N.B. CS, caustic soda; AS, alkaline sulfite; 10, 10% concentration; 20, 20% concentration

สมบัติของเยื่อ

ความยากง่ายในการบดเยื่อและค่าความเป็นอิสระของเยื่อ

ใน Table 2 แสดงสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของเยื่อกลึงเคมีไม่ฟอก Figure 2 และ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อและจำนวนรอบในการตีเยื่อ พบว่า เยื่อกลึงเคมีจากซันไม้สับที่ได้รับการปฏิบัติเบื้องต้นด้วยอัลคาไลน์ ซัลไฟต์สามารถตีได้ง่ายกว่าเยื่อจากกรณีของการใช้โซดาไฟ สำหรับการตีเยื่อเพื่อให้ได้ค่าความเป็นอิสระของเยื่อ 400 มิลลิลิตร CSF เยื่อกลึงเคมีจากซันไม้สับที่ได้รับการปฏิบัติเบื้องต้นด้วยอัลคาไลน์ ซัลไฟต์ใช้จำนวนรอบในการตีประมาณ 4,000 รอบ ในขณะที่เยื่อกลึงเคมีจากซันไม้สับที่ได้รับการปฏิบัติเบื้องต้นด้วยโซดาไฟต้องใช้จำนวนรอบในการตีประมาณ 5,000 รอบ และเยื่อที่ผลิตจากซันไม้สับไม้ต้นเป็ด

อายุ 5 ปี มีความต้องการระดับในการตีเยื่อมากกว่าเยื่อที่ผลิตจากซันไม้สับไม้ต้นเป็ดอายุ 7 และ 9 ปี

เมื่อเพิ่มปริมาณความเข้มข้นสารเคมีจากร้อยละ 10 เป็นร้อยละ 20 ทำให้ตีเยื่อได้ง่ายขึ้น Jones and Richardson (1999) ซึ่งผลิตเยื่อกลึงเคมีจากไม้ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus regnan*) พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณโซดาไฟจากร้อยละ 3 เป็น 6 ทำให้การดูดซับปริมาณโซดาไฟเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความเป็นอิสระของเยื่อลดลงอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าเพิ่มปริมาณโซดาไฟขึ้นเป็นร้อยละ 9.5 จะไม่ทำให้ค่าความเป็นอิสระของเยื่อลดลงมากนัก

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อกับค่าดัชนีแรงดึง

จาก Figure 4 และ 5 จะเห็นได้ว่า ที่ระดับค่าความเป็นอิสระของเยื่อ 400 มิลลิลิตร CSF เยื่อจากซันไม้สับที่ได้รับการปฏิบัติเบื้องต้นด้วยโซดาไฟให้ค่า

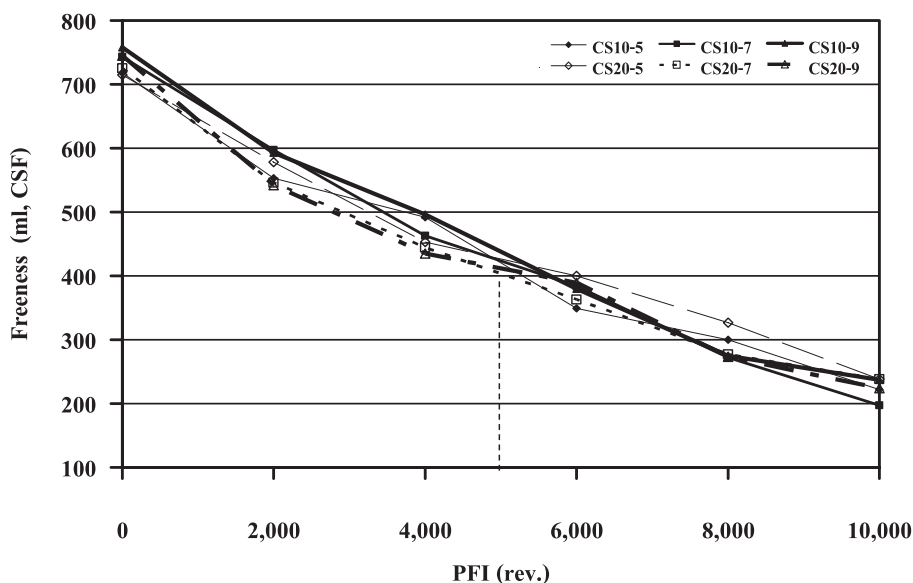


Figure 2. The relationship between freeness and beating levels of *Alstonia scholaris* (L) R. Br. unbleached CTMP from caustic soda pretreatment. N.B. CS, caustic soda; 10-5, 10% concentration and 5-year-old tree; 20-5, 20% concentration and 5-year-old tree; 10-7, 10% concentration and 7-year-old tree; 20-7, 20% concentration and 7-year-old tree; 10-9, 10% concentration and 9-year-old tree; 20-9, 20% concentration and 9-year-old tree

Table 2. Physical properties of unbleached CTMP handsheets from *Alstonia scholaris* (L) R. Br.

Pretreatment	PFI mill (rev.)	5 years old			7 years old			9 years old			Tensile index (Nm/g)	Tea index (mN.m ² /g)	Brightness (%ISO)	Freeness (ml CSF)	Tensile index (Nm/g)	Tear index (mN.m ² /g)	Brightness (%ISO)
		Freeness (ml CSF)	Tensile index (Nm/g)	Tear index (mN.m ² /g)	Brightness (%ISO)	Freeness (ml CSF)	Tensile index (Nm/g)	Tea index (mN.m ² /g)	Brightness (%ISO)	Freeness (ml CSF)							
CS10	0	718	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,000	553	12.37	1.94	25.22	597	8.22	1.47	23.75	593	8.01	1.40	22.72				
	4,000	492	12.67	3.71	26.16	463	9.77	1.88	24.10	496	10.22	1.99	23.21				
	6,000	349	16.04	2.77	26.93	384	14.18	2.17	24.35	380	13.07	2.05	22.96				
	8,000	300	17.34	3.42	27.17	272	15.20	2.77	25.11	275	13.78	2.40	23.91				
	10,000	222	21.31	4.04	27.40	197	17.76	2.92	25.92	237	14.91	2.68	24.17				
CS20	0	715	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,000	578	14.90	3.76	25.88	546	14.41	1.93	25.23	542	11.62	1.64	24.53				
	4,000	453	19.04	3.20	26.29	444	15.52	2.62	25.75	435	15.43	2.40	24.90				
	6,000	400	19.70	3.66	26.66	363	14.78	2.74	26.12	389	15.25	2.63	25.57				
	8,000	327	21.07	4.21	27.23	277	17.37	3.37	26.79	273	17.17	3.50	26.09				
	10,000	238	23.14	4.55	27.47	238	18.17	3.41	26.96	224	20.94	4.25	26.28				
AS10	0	728	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,000	567	7.38	1.30	36.44	583	6.37	1.01	33.89	577	4.99	1.15	34.34				
	4,000	458	11.81	1.72	37.28	467	7.93	1.46	34.17	483	7.35	1.24	35.25				
	6,000	391	12.28	2.25	37.72	410	10.24	1.65	35.24	385	9.72	1.43	35.76				
	8,000	314	12.80	1.98	37.72	322	12.67	2.04	35.88	267	14.99	2.35	36.79				
	10,000	241	13.73	2.33	38.62	231	13.26	2.23	36.16	225	16.19	2.34	37.16				
AS20	0	709	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,000	514	15.04	2.51	31.53	523	11.71	1.61	29.25	518	14.12	2.11	29.09				
	4,000	437	16.68	2.91	31.79	401	17.53	2.40	29.75	394	15.32	2.13	29.62				
	6,000	319	19.01	3.48	32.49	307	16.80	2.16	29.81	335	17.28	2.41	30.00				
	8,000	263	19.10	3.35	32.90	252	14.61	2.20	30.16	225	18.84	3.25	31.04				
	10,000	211	21.65	3.85	32.64	183	19.81	3.07	29.67	160	20.56	3.42	31.07				

Remarks: CS, caustic soda; AS, alkaline sulfite; 10, 10% concentration; 20, 20% concentration.

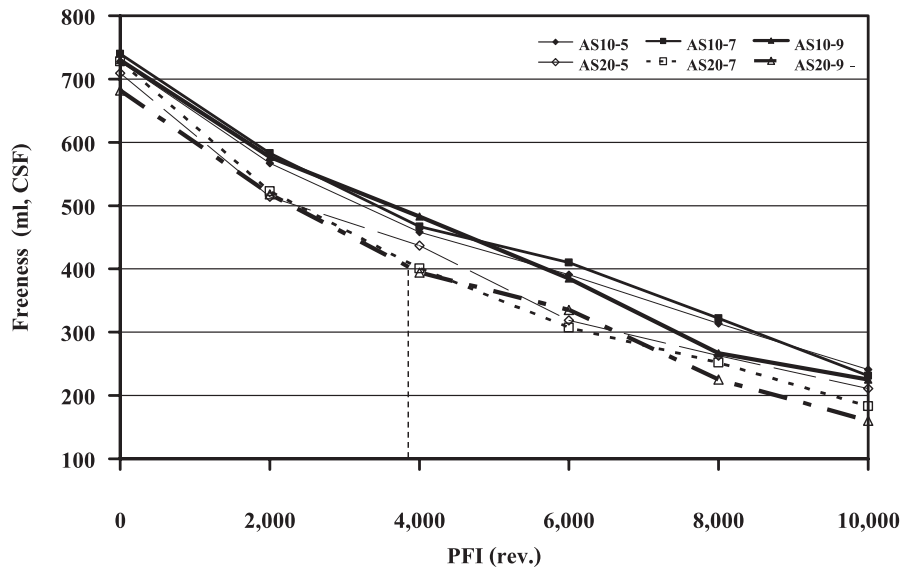


Figure 3. The relationship between freeness and beating levels of *Alstonia scholaris* (L) R. Br. unbleached CTMP from alkaline sulfite pretreatment. N.B. AS, alkaline sulfite; 10-5, 10% concentration and 5-year-old tree; 20-5, 20% concentration and 5-year-old tree; 10-7, 10% concentration and 7-year-old tree; 20-7, 20% concentration and 7-year-old tree; 10-9, 10% concentration and 9-year-old tree; 20-9, 20% concentration and 9-year-old tree

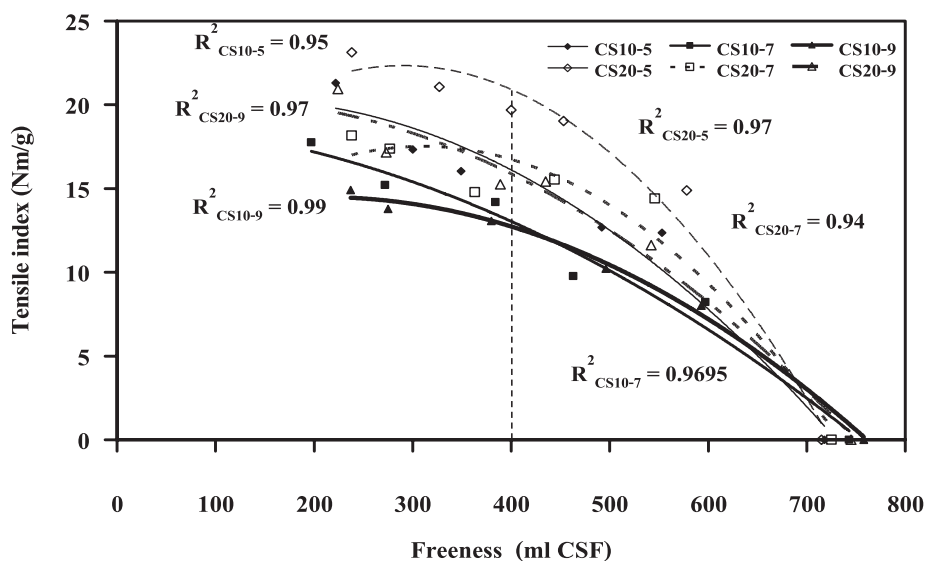


Figure 4. The relationship between freeness and tensile index of *Alstonia scholaris* (L) R. Br. unbleached CTMP from caustic soda pretreatment. N.B. CS, caustic soda; 10-5, 10% concentration and 5-year-old tree; 20-5, 20% concentration and 5-year-old tree; 10-7, 10% concentration and 7-year-old tree; 20-7, 20% concentration and 7-year-old tree; 10-9, 10% concentration and 9-year-old tree; 20-9, 20% concentration and 9-year-old tree

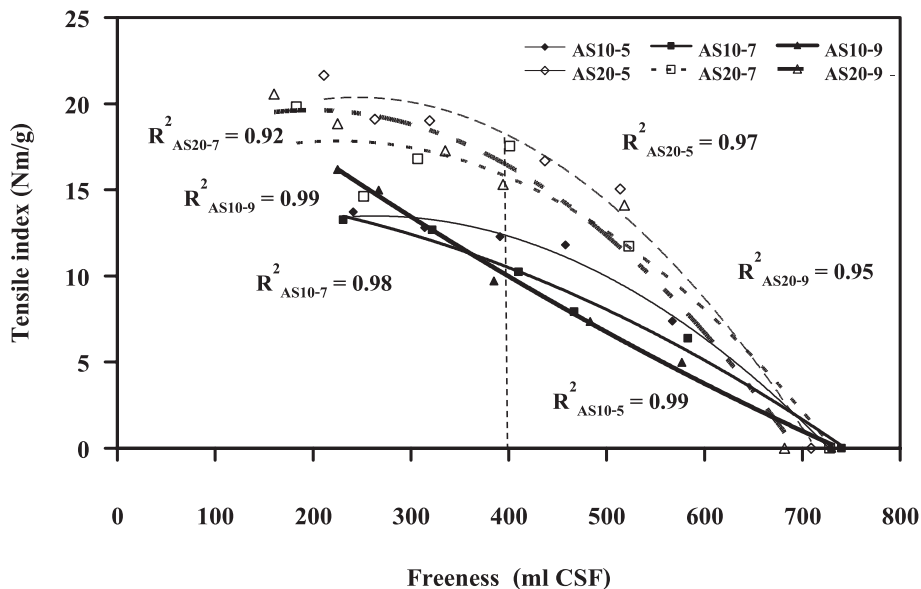


Figure 5. The relationship between freeness and tensile index of *Alstonia scholaris* (L) R. Br. unbleached CTMP from alkaline sulfite pretreatment. N.B. AS, alkaline sulfite; 10-5, 10% concentration and 5-year-old tree; 20-5, 20% concentration and 5-year-old tree; 10-7, 10% concentration and 7-year-old tree; 20-7, 20% concentration and 7-year-old tree; 10-9, 10% concentration and 9-year-old tree; 20-9, 20% concentration and 9-year-old tree

ดัชนีแรงดึงสูงกว่าเยื่อที่ได้จากชิ้นไม้สับที่ได้รับการปฏิบัติเบื้องต้นด้วยอัลคาไลน์ ซัลไฟต์ โดยที่ค่าดัชนีแรงดึงอยู่ระหว่าง 8.01-23.14 Nm/g และ 4.99-21.65 Nm/g ตามลำดับ และเยื่อจากชิ้นไม้สับไม้ต้นเปิดอายุ 5 ปี ให้ค่าดัชนีแรงดึงที่สูงที่สุด รองลงมาคือเยื่อจากชิ้นไม้สับไม้ต้นเปิดอายุ 7 และ 9 ปี การเพิ่มขึ้นของค่าดัชนีแรงดึงจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุดแล้วลดลงเมื่อมีการลดลงของค่าความเป็นอิสระของเยื่อ ทั้งนี้สาเหตุเนื่องมาจากการตีเยื่อจะทำให้เส้นใยมีความสามารถในการสานตัวและยึดเหนี่ยวกันได้ดีขึ้นเนื่องจากลักษณะของการแตกแยกชั้นของผนังเซลล์เส้นใยและการแตกแขนงไฟบริลบริเวณผิวเส้นใย ซึ่งทำให้ค่าความเป็นอิสระของเยื่อลดลง อย่างไรก็ตามหากมีการตีเยื่อมากเกินไปจะทำให้ผนังเซลล์เส้นใยอ่อนแอ ยังผลให้ความแข็งแรงของแผ่นทดสอบลดลง (Smook, 1997)

เมื่อเพิ่มปริมาณความเข้มข้นสารเคมีจากร้อยละ

10 เป็นร้อยละ 20 พบว่า ทำให้ค่าดัชนีแรงดึงของเยื่อเพิ่มขึ้น โดยที่ชิ้นไม้สับไม้ต้นเปิดอายุ 5 ปี ที่ได้รับการปฏิบัติเบื้องต้นด้วยโซดาไฟและอัลคาไลน์ ซัลไฟต์ ที่มีการใช้ปริมาณสารเคมีร้อยละ 20 ให้ค่าดัชนีแรงดึงสูงสุด คือ 23.14 และ 21.65 Nm/g ตามลำดับ

Kocurek (1987) พบว่า ในการผลิตเยื่อกลึงเคมีจากไม้ aspen ด้วยวิธีการปฏิบัติเบื้องต้นด้วยอัลคาไลน์ ซัลไฟต์ เมื่อมีการเพิ่มปริมาณโซดาไฟจาก 12 เป็น 50 กิโลกรัมต่อตัน ทำให้ค่าดัชนีแรงดึงเพิ่มขึ้นจาก 39 เป็น 60 Nm/g ที่ระดับความเป็นอิสระของเยื่อที่ 100 มิลลิลิตร CSF

ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงต่อการดึงและความแข็งแรงต่อการฉีกขาด

จาก Figure 6 และ 7 จะเห็นว่าการใช้การปฏิบัติเบื้องต้นกับชิ้นไม้สับด้วยโซดาไฟให้เยื่อที่มีความแข็งแรงสูงกว่ากรณีที่ใช้อัลคาไลน์ ซัลไฟต์ และพบว่า

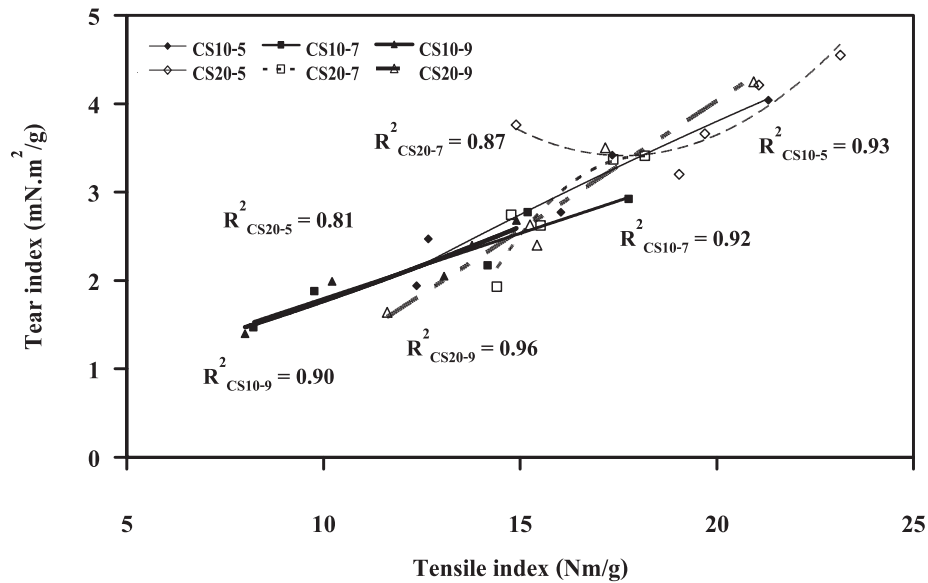


Figure 6. The relationship between tensile and tear index of *Alstonia scholaris* (L) R. Br. unbleached CTMP from caustic soda pretreatment. N.B. CS, caustic soda; 10-5, 10% concentration and 5-year-old tree; 20-5, 20% concentration and 5-year-old tree; 10-7, 10% concentration and 7-year-old tree; 20-7, 20% concentration and 7-year-old tree; 10-9, 10% concentration and 9-year-old tree; 20-9, 20% concentration and 9-year-old tree

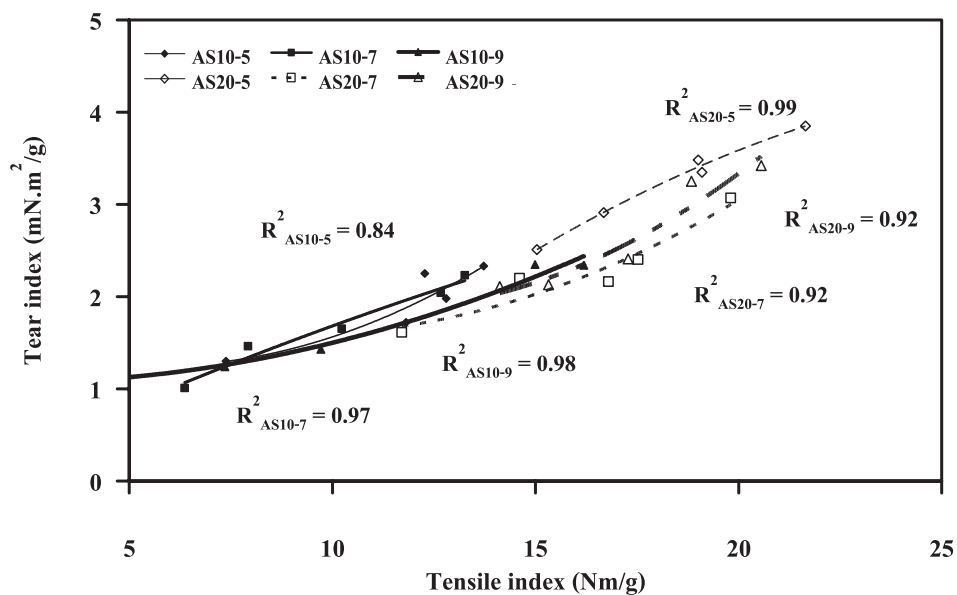


Figure 7. The relationship between tensile and tear index of *Alstonia scholaris* (L) R. Br. unbleached CTMP from alkaline sulfite pretreatment. N.B. AS, alkaline sulfite; 10-5, 10% concentration and 5-year-old tree; 20-5, 20% concentration and 5-year-old tree; 10-7, 10% concentration and 7-year-old tree; 20-7, 20% concentration and 7-year-old tree; 10-9, 10% concentration and 9-year-old tree; 20-9, 20% concentration and 9-year-old tree

ดัชนีแรงดึงเพิ่มขึ้น ค่าดัชนีแรงดึงจะเพิ่มขึ้นด้วย โดย ชีนไม้สับไม้ต้นเปิดอายุ 5 ปี ให้เยื่อที่มีความแข็งแรงมากกว่าชีนไม้สับของไม้ที่มีอายุ 7 และ 9 ปี เมื่อเพิ่มปริมาณความเข้มข้นสารเคมีจากร้อยละ 10 เป็นร้อยละ 20 พบว่า ความแข็งแรงของเยื่อเพิ่มขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อกับค่าความขาวสว่าง

Figure 8 และ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นอิสระของเยื่อกับค่าความขาวสว่างของเยื่อ ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความขาวสว่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีค่าความเป็นอิสระของเยื่อมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการตีเยื่อนั้นทำให้ผิวเส้นใยแตกกระจายออก พังเส้นใยเปิด เส้นใยบางชนิดโค่นตัดเป็นท่อนสั้นลงหรือเล็กลง มีเศษเส้นใยจำนวนมากขึ้น ซึ่งจะทำให้เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิว ยังผลให้เพิ่มพื้นที่การกระเจิงแสงมากขึ้นจึงให้ค่าความขาวสว่างที่สูงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของ

ณรงค์ (ม.ป.ป.) นอกจากนี้ยังพบว่าชีนไม้สับที่ได้รับการปฏิบัติเบื้องต้นด้วยโซดาไฟให้ค่าความขาวสว่างของเยื่อต่ำกว่าชีนไม้สับที่ได้รับการปฏิบัติเบื้องต้นด้วยอัลคาไลน์ ซัลไฟต์ โดยที่ค่าความขาวสว่างของเยื่ออยู่ระหว่างร้อยละ 24.17-27.47 ISO และร้อยละ 29.67-38.62 ISO ตามลำดับ และชีนไม้สับไม้ต้นเปิดอายุ 5 ปี ให้ค่าความขาวสว่างของเยื่อมากที่สุด รองลงมาคือ ชีนไม้สับของไม้ต้นเปิดอายุ 7 และ 9 ปี

เมื่อเพิ่มปริมาณความเข้มข้นสารเคมีจากร้อยละ 10 เป็นร้อยละ 20 พบว่า ชีนไม้สับที่ได้รับการปฏิบัติเบื้องต้นด้วยโซดาไฟจะให้ค่าความขาวสว่างของเยื่อเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ชีนไม้สับที่ได้รับการปฏิบัติเบื้องต้นด้วยอัลคาไลน์ ซัลไฟต์ทำให้ค่าความขาวสว่างลดลง อย่างไรก็ตาม Kappel (1999) ซึ่งได้ศึกษาการบดเยื่อกลึงเคมีจากไม้ใบกว้าง พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณการใช้โซดาไฟมีผลทำให้ค่าความขาวสว่างลดลง

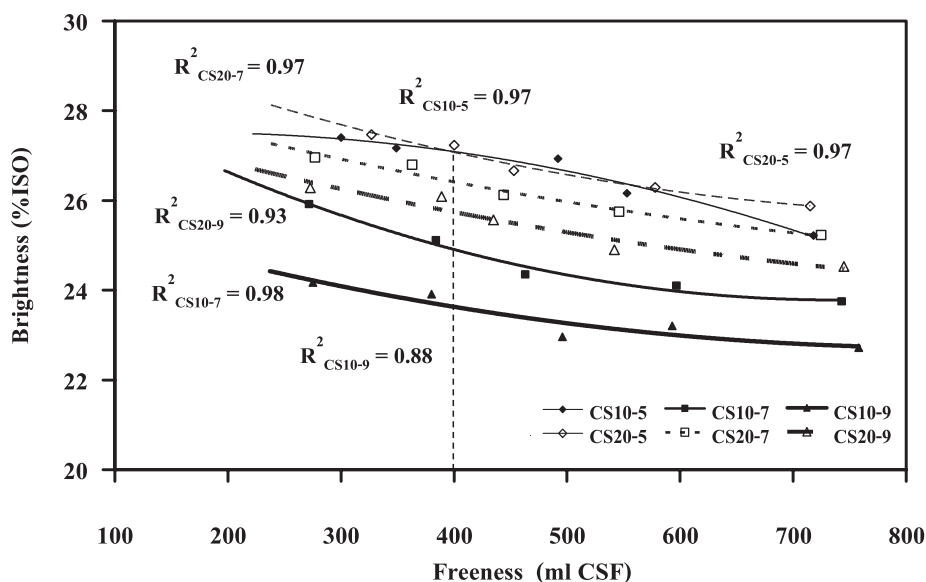


Figure 8. The relationship between freeness and brightness of *Alstonia scholaris* (L) R. Br. unbleached CTMP from caustic soda pretreatment. N.B. CS, caustic soda; 10-5, 10% concentration and 5-year-old tree; 20-5, 20% concentration and 5-year-old tree; 10-7, 10% concentration and 7-year-old tree; 20-7, 20% concentration and 7-year-old tree; 10-9, 10% concentration and 9-year-old tree; 20-9, 20% concentration and 9-year-old tree

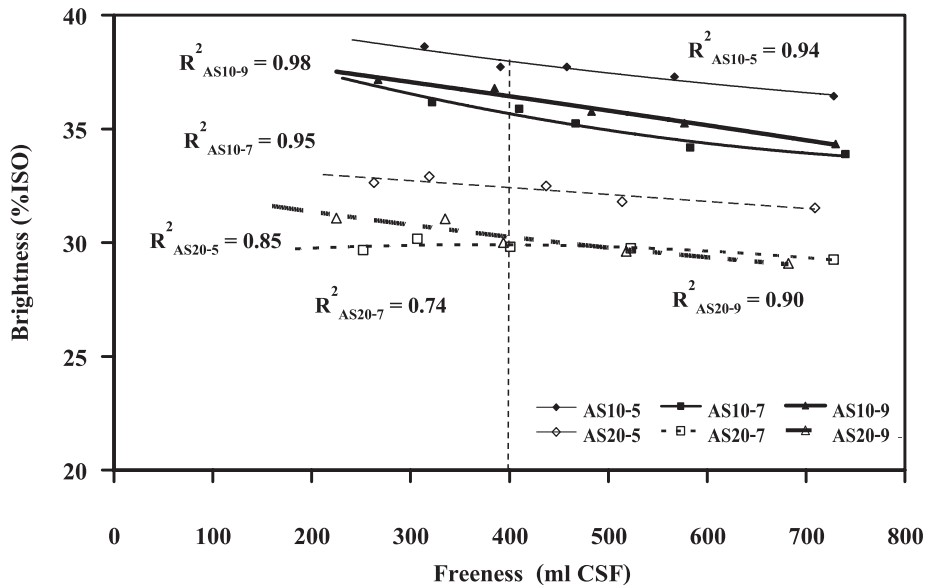


Figure 9. The relationship between freeness and brightness of *Alstonia scholaris* (L) R. Br. unbleached CTMP from alkaline sulfite pretreatment. N.B. AS, alkaline sulfite; 10-5, 10% concentration and 5-year-old tree; 20-5, 20% concentration and 5-year-old tree; 10-7, 10% concentration and 7-year-old tree; 20-7, 20% concentration and 7-year-old tree; 10-9, 10% concentration and 9-year-old tree; 20-9, 20% concentration and 9-year-old tree

สรุป

จากการทดลองผลิตเยื่อกลึงเคมีไม่ฟอกที่ใช้โซดาไฟและอัลคาไลน์ ชัลไฟต์ในการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับที่ปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีร้อยละ 10 และร้อยละ 20 กับไม้ต้นเป็ดอายุ 5 7 และ 9 ปี สรุปผลดังนี้

1. เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดสารเคมีที่ใช้ในการปฏิบัติเบื้องต้นกับชิ้นไม้สับพบว่า อัลคาไลน์ ชัลไฟต์ให้ผลผลิตเยื่อสูงกว่า ตีเยื่อได้ง่ายกว่า และค่าความขาวสว่างของเยื่อไม่ฟอกสูงกว่าโซดาไฟ อย่างไรก็ตามการใช้โซดาไฟให้เยื่อที่มีความแข็งแรงมากกว่าการใช้อัลคาไลน์ ชัลไฟต์

2. เมื่อปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้

ในการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 10 เป็นร้อยละ 20 พบว่า ผลผลิตเยื่อลดลง โดยที่กรณีที่ใช้โซดาไฟให้ผลผลิตเยื่อลดลงมากกว่ากรณีที่ใช้อัลคาไลน์ ชัลไฟต์ นอกจากนี้การใช้สารเคมีในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เยื่อที่ได้ตีเยื่อได้ง่ายขึ้น ความแข็งแรงของเยื่อเพิ่มขึ้นโดยค่าความขาวสว่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในกรณีที่ใช้โซดาไฟ แต่จะลดลงในกรณีของการใช้อัลคาไลน์ ชัลไฟต์

3. เยื่อจากไม้ต้นเป็ดอายุ 5 ปี มีความต้องการระดับในการตีเยื่อมากกว่า มีความแข็งแรงของเยื่อสูงกว่า และค่าความขาวสว่างของเยื่อสูงกว่าเยื่อจากไม้อายุ 7 และ 9 ปี โดยไม้ต้นเป็ดอายุ 9 ปี ให้ผลผลิตเยื่อมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในการใช้สารเคมีอื่นๆ ในการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับ เช่น อัลคาไลน์เปอร์ออกไซด์ เป็นต้น
2. ควรทำการศึกษาอัตราการดูดซับสารเคมีในการปฏิบัติเบื้องต้นต่อชิ้นไม้สับ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการแทรกซึมสารเคมีเข้าไปภายในชิ้นไม้สับ
3. ควรทำการศึกษาสภาวะที่ใช้ในการบดแยกเยื่อ CTMP ให้มากขึ้น เพื่อให้ได้สภาวะที่เหมาะสมกับการผลิตเยื่อ CTMP จากไม้ใบกว้างต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2542 . ไม้ดินเปิด. ส่วนปลูกป่าภาคเอกชน
สำนักส่งเสริมการปลูกป่ากรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
ณรงค์ วุทธเสถียร. ม.ป.ป. คุณสมบัติของกระดาษ
ภาค 4 คุณสมบัติด้านทัศนศาสตร์. เทคโนโลยี

การผลิตกระดาษ. บริษัท แอ็ดวานซ์ อะโกร
จำกัด (มหาชน).

- Jones, T. G. and J. D. Richardson. 1999. Chemimechanical pulping of New Zealand-grown *Eucalyptus regnans*. **Appita**. vol. 52: 397-406.
- Kappel, J. 1999. **Mechanical Pulps: From Wood to Bleached Pulp**. TAPPI PRESS, Atlanta.
- Kocurek, M. J. 1987. **Pulp and Paper Manufacture**. 3rd ed. Mechanical Pulping. Vol. 2. Herty Research Development Center, Savannah, GA, U.S.A.
- Smook, G.A. 1997. **Handbook for Pulp and Paper Technologists**. Angus Wilde Publications, Vancouver.
- TAPPI. 2002. **2002-2003 TAPPI Test Methods**. TAPPI Press, Atlanta, Georgia.