

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง “การผลิตกระดาษจากเยื่อลำต้นมะพร้าวผสมกับเยื่อคัลลิปตัส” งานวิจัยนี้ ทำการศึกษาถึงสมบัติของเยื่อและกระดาษที่ผลิตเยื่อจากลำต้นมะพร้าว โดยผสมกับเยื่อคัลลิปตัส เพื่อผลิตเป็นกระดาษพิมพ์และเขียน โดยเริ่มศึกษาสมบัติของเยื่อและกระดาษที่ผลิตจากลำต้นมะพร้าว ผสมกับเยื่อคัลลิปตัสในอัตราส่วนต่างๆ ทางกายภาพ ทางเชิงกล ทางทัศนศาสตร์ และทดสอบความสามารถในการพิมพ์ โดยการทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความยาวเฉลี่ยของเส้นใย ความหยาบของเส้นใย การให้น้ำไหลผ่านของเยื่อ น้ำหนักมาตรฐาน และความหนา การทดสอบสมบัติทางเชิงกล ได้แก่ ความหยาบ การซึมผ่านของอากาศ ความต้านแรงฉีกขาด ความต้านแรงดึง ความต้านทานการโค้งงอ และการดูดซึมน้ำ การทดสอบสมบัติทางทัศนศาสตร์ ได้แก่ ค่าความขาวสว่าง ค่าความทึบแสง และการทดสอบทางด้านกราฟิพิมพ์ ได้แก่ ปริมาณเม็ดสกปรกต่อพื้นที่ ค่าความดำ และค่าขอบเขตสี

3.1 วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.1.1 วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

1. ลำต้นมะพร้าวน้ำหอม อายุ 10 ปี จากอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี
2. เยื่อคัลลิปตัส จากบริษัท Siam Cement Group (SCG)

3.1.2 สารเคมี

1. สารเคมีที่ใช้ในการต้มเยื่อ ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) และ โซเดียมซัลไฟด์ (Sodium Sulphide)
2. สารเคมีที่ใช้ในการฟอกเยื่อ ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) และ คลอรีนไดออกไซด์ (Chlorine Dioxide)
3. ตัวเติม (Fillers) ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate)
4. สารต้านทานการซึมน้ำ (Sizing Agent) ได้แก่ แอลคิลคีทินไดเมอร์ (Alkyl Ketene Dimer; AKD) จากบริษัท Akzo Nobel Paints, Thailand
5. สารเพิ่มความแข็งแรง (Dry Strength) ได้แก่ แป้งประจุบวกจากบริษัท สยามมอดิฟายด์ สตาร์ช จำกัด
6. สารเพิ่มการตกค้าง (Retention Aid)

3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

1. เครื่องชั่ง, (Mettler Toledo PG 8001-S)
2. ตู้อบแห้ง, (Memmert)
3. ปีกเกอร์
4. กระจบอดดวง
5. แท่งแก้วคน
6. กระดาษซับน้ำ

3.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตเยื่อและกระดาษ

1. หม้อต้มเยื่อแบบระบบปิด (Single Batch Digester), Weverk Sweden
2. เครื่องคัดแยกเยื่อ (Laboratory Flat Screen)
3. เครื่องผสมเยื่อ (Mixer), Kitiwatthana Thailand
4. เครื่องสลัดเยื่อแห้ง, (Kendo Thailand)
5. เครื่องกระจายเยื่อ (Defibrator)
6. เครื่องฟอกเยื่อ, (Kemu)
7. เครื่องทำแผ่นมาตรฐาน (Sheet Former), Lorentzer & Wettre Helsinki Finland
8. เครื่องทำแห้งแบบหมุน (Finish Drying Cylinder), SAIA Switzerland
9. เครื่องชั่ง, (Mettler Toledo 6B802 Switzerland)
10. เครื่องบั่นเยื่อ (Disintegrator), Lorentzer & Wettre
11. เครื่องทำแห้ง (Flat Bed Dryer), Lorentzer & Wettre Lipid Dryer
12. เครื่องกดรีดน้ำ (Stacking and Pressing), Lorentzer & Wettre

3.1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1. เครื่องวัดการให้น้ำไหลผ่านของเยื่อ (freeness), Canadian Freeness Tester
2. เครื่องวัดความยาวของเส้นใย (Fiber length) และความหยาบของเส้นใย (Fiber coarseness) , (Fiber Test), Kajaani FS-200
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Basic Weight), Satorius Germanee
4. อุปกรณ์วัดความหนา (Micrometer), Lorentzer & Wettre Stockholm Sweden
5. เครื่องวัดความหยาบ (Roughness), Lorentzer & Wettre
6. เครื่องวัดการซึมผ่านของอากาศ (Air Permeability), Lorentzer & Wettre
7. เครื่องวัดความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength), MTS Systems Synergie 200

8. เครื่องวัดความต้านทานแรงฉีกขาด (Tear Strength), Lorentzer & Wettre
9. เครื่องวัดค่าความโค้งงอ (Bending Resistance Tester), Lorentzer & Wettre
10. เครื่องวัดการดูดซึมน้ำ (Cobb Water Absorption Tester)
11. เครื่องวัดความขาวสว่าง (Brightness Tester), Color Touch PC Technidyne

3.1.6 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบการพิมพ์

1. เครื่องพิมพ์ระบบออฟเซตแบบปรีฟแทนราบ (Proof offset printing)
2. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer), Spectroeye x-rite

3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 ขั้นตอนการผลิตเยื่อจากลำต้นมะพร้าว

เตรียมลำต้นมะพร้าวโดยจัดหาต้นมะพร้าวในพื้นที่ อ. ลำลูกกา จ.ปทุมธานี ที่มีอายุประมาณ 9-10 ปี นำมาปลอกเปลือกแล้วหั่นย่อยเป็นชิ้นขนาดความยาวประมาณ 1 นิ้ว กว้าง 1 นิ้ว แล้วนำไปตากในที่ที่มีอากาศถ่ายเท



รูปที่ 3.1 ลักษณะการปลอกเปลือกต้นมะพร้าว



รูปที่ 3.2 ลักษณะการย่อยเป็นชิ้นของต้นมะพร้าว



รูปที่ 3.3 ลักษณะการตากชิ้นต้นมะพร้าว

นำชิ้นต้นมะพร้าวไปอบเพื่อหาน้ำหนักแห้ง (Dry matter Content of Chips) ตามมาตรฐาน ISO 638: 2008

ตารางที่ 3.1 สภาวะการต้มเยื่อที่เหมาะสม (ระบบปิด)

สภาวะการต้มเยื่อที่เหมาะสม	
ปริมาณน้ำหนักแห้งของต้นมะพร้าว (กรัม)	300
ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ร้อยละ)	24
ปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ (ร้อยละ)	30
อุณหภูมิที่ใช้ในการต้มเยื่อ (องศาเซลเซียส)	170
ระยะเวลาต้มเยื่อเมื่อเดือด (นาที)	90
อัตราส่วนระหว่างต้นมะพร้าว : น้ำ	1:4

จากนั้นนำเยื่อที่ผ่านการต้ม มาล้างด้วยน้ำสะอาดประมาณ 3-4 ครั้ง เพื่อล้างทำความสะอาดให้สารเคมีที่ใช้ในการต้มออกไป แล้วผ่านเครื่องกระจายเยื่อ (Defibrator) เยื่อที่ได้ (Yield) ตามมาตรฐาน SCAN - CM 15 จากนั้นปั่นเยื่อให้แห้ง และชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณของเยื่อที่ได้ แล้วนำเยื่อที่ได้มาหาค่าแคปปา (Kappa Number) ตามมาตรฐาน TAPPI T236



รูปที่ 3.4 หม้อต้มเยื่อแบบระบบปิด (Single Batch Digester)

3.2.2 ขั้นตอนการฟอกเยื่อ

หลังจากทำการหาค่า Kappa Number ของเยื่อลำต้นมะพร้าวแล้ว โดยมีค่าเท่ากับ 16.7 นำมาคำนวณการฟอกเยื่อ เพื่อให้เยื่อมีความขาวสว่างเพิ่มมากขึ้น โดยวิธีการฟอกที่ปราศจากคลอรีน (Elemental Chlorine Free bleaching; ECF) ทำปฏิกิริยากับลิกนินให้ลิกนินหลุดออกจากเยื่อเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้ค่า Kappa Number ลดลง และทำการฟอกด้วยขั้นตอนเปอร์ออกไซด์

ตารางที่ 3.2 สภาวะการฟอกเยื่อ

ขั้นตอนการฟอก	D ₀	E-STAGE	D ₁	D ₂
ปริมาณคลอรีนไดออกไซด์ (ร้อยละ)	0.25 Kappa No.	-	2.5	1.25
ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ร้อยละ)	-	2	0.4	0.2
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	60	60	70	70
เวลา (นาที)	60	60	180	150
ความชื้น (ร้อยละ)	10	10	10	10

จากนั้นนำเยื่อมาทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และทางทัศนศาสตร์ ของเยื่อลำต้นมะพร้าวที่ไม่ผ่านการฟอกเยื่อและผ่านการฟอกเยื่อ โดยนำเยื่อมาทดสอบดังนี้

1. ความยาวเฉลี่ยของเส้นใย (Fiber length)
2. ความหยาบของเส้นใย (Fiber coarseness)

3. การให้น้ำไหลผ่านของเยื่อ (Canadian Standard freeness; CSF)
4. ความขาวสว่าง (Brightness)

3.2.3 ขั้นตอนการเติมสารเติมแต่งและการทำแผ่น

นำเยื่อที่ได้มาเติมสารเติมแต่งเพื่อปรับปรุงสมบัติบางประการให้ดีขึ้น โดยการเติม ตัวเติม (แคลเซียมคาร์บอเนต) 2%, สารต้านทานการซึมน้ำ (แอลคิลกีนไดเมออร์) 2%, สารเพิ่มการตกค้าง (Retention Aid) 0.39%, และสารเพิ่มความแข็งแรง (แป้งประจุบวก) 1.2 % จากนั้นนำเยื่อไปปั่นกระจายเยื่อ จากนั้นทำการขึ้นแผ่นกระดาษ น้ำหนัก 80 กรัมต่อตารางเมตรจากเยื่อลำต้นมะพร้าวผสมกับเยื่อยุคาลิปตัสในอัตราส่วนดังนี้ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100

ตารางที่ 3.3 อัตราส่วนระหว่างเยื่อลำต้นมะพร้าวและเยื่อยุคาลิปตัส

เยื่อลำต้นมะพร้าว	เยื่อยุคาลิปตัส
100	0
75	25
50	50
25	75
0	100

3.2.4 ขั้นตอนการทดสอบ

ในการทดสอบนี้จะทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพคือ น้ำหนักมาตรฐาน (Basis weight) ทดสอบตามมาตรฐาน SCAN-P 6, ความหนา (Thickness) ทดสอบตามมาตรฐาน SCAN-P 7, ความหยาบ (Roughness) ทดสอบตามมาตรฐาน SCAN-P 21, ทดสอบสมบัติทางเชิงกลคือ การซึมผ่านของอากาศ (Air Permeability) ทดสอบตามมาตรฐาน SCAN-P 60, ความต้านแรงฉีกขาด (Tearing -Resistance) ทดสอบตามมาตรฐาน SCAN-P 11, ความต้านแรงดึง (Tensile Strength) ทดสอบตามมาตรฐาน SCAN-P 67, ความต้านทานการโค้งงอ (Bending Resistance) ทดสอบตามมาตรฐาน SCAN-P 29, การดูดซึมน้ำ (Water Absorbency) ทดสอบตามมาตรฐาน SCAN-P 12 ทดสอบสมบัติทางทัศนศาสตร์คือ ความขาวสว่าง (Brightness) ทดสอบตามมาตรฐาน TAPPI T425, ความทึบแสง (Opacity) ทดสอบตามมาตรฐาน SCAN-P 8, และทดสอบทางด้านการพิมพ์ คือ ปริมาณเม็ดสกรีนต่อพื้นที่ (Dot area), ค่าความดำ (Density), และค่าขอบเขตสี (Color Gamut)