

สารบัญ

| | หน้า |
|--|----------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ข |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ค |
| กิตติกรรมประกาศ | ง |
| สารบัญ | จ |
| รายการตาราง | ช |
| รายการรูปประกอบ | ฉ |
| บทที่ | |
| 1. บทนำ | 1 |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 2 |
| 1.3 สมมติฐานของงานวิจัย | 3 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| 1.5 ขอบเขตของงานวิจัย | 3 |
| 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น | 4 |
| 1.7 นิยามศัพท์ | 4 |
| 2. ทฤษฎีสัมพันธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 5 |
| 2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะพร้าว | 5 |
| 2.2 แหล่งเส้นใย | 6 |
| 2.3 แหล่งเส้นใยในการผลิตเยื่อกระดาษ | 8 |
| 2.4 กระบวนการผลิตเยื่อและกระดาษ | 12 |
| 2.5 ประเภทกระดาษที่ใช้ในการพิมพ์ | 20 |
| 2.6 สมบัติของกระดาษ | 23 |
| 2.7 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระดาษพิมพ์และเขียน (มอก.287-2533) | 31 |
| 2.8 ระบบการพิมพ์ออฟเซต | 36 |
| 2.9 มาตรฐานการพิมพ์ของแผ่นพิมพ์ออฟเซต | 37 |
| 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 42 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|------------|
| 3. วิธีการดำเนินการวิจัย | 46 |
| 3.1 วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย | 46 |
| 3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย | 48 |
| 4. ผลการทดลอง | 52 |
| 4.1 การผลิตเยื่อกระดาษจากลำต้นมะพร้าว | 52 |
| 4.2 ทดสอบและเปรียบเทียบสมบัติของเยื่อที่ผลิตจากลำต้นมะพร้าวและเยื่อยูคาลิปตัส | 53 |
| 4.3 ผลิตกระดาษจากเยื่อลำต้นมะพร้าวผสมกับเยื่อยูคาลิปตัส | 58 |
| 4.4 ทดสอบและเปรียบเทียบสมบัติของกระดาษที่ผลิตจากเยื่อลำต้นมะพร้าวผสมกับเยื่อยูคาลิปตัส | 59 |
| 4.5 ทดสอบและเปรียบเทียบความสามารถในการพิมพ์ระบบออฟเซตแบบปรุฟแทนราบของกระดาษที่ผลิตจากเยื่อลำต้นมะพร้าวผสมกับเยื่อยูคาลิปตัส | 72 |
| 5. สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ | 97 |
| 5.1 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง | 97 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ | 103 |
| เอกสารอ้างอิง | 105 |
| ภาคผนวก | |
| ก. ตารางบันทึกผลการทดลอง | 108 |
| ข. ภาพเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง | 122 |
| ประวัติผู้วิจัย | 134 |

รายการตาราง

| ตาราง | | หน้า |
|-------|--|------|
| 2.1 | ความยาวเส้นของเส้นใยที่มีผลต่อคุณสมบัติของกระดาษ | 7 |
| 2.2 | สารเคมี สัญลักษณ์ และชื่อเรียกขั้นตอนการฟอก | 15 |
| 2.3 | สภาวะของการฟอกเยื่อเคมีที่ขั้นตอนต่างๆ | 15 |
| 2.4 | สภาวะของการฟอกเยื่อเคมีของขั้นตอนคลอรีนไดออกไซด์ | 16 |
| 2.5 | คุณลักษณะที่ต้องการของกระดาษพิมพ์ | 32 |
| 2.6 | คุณลักษณะที่ต้องการของกระดาษเขียน | 33 |
| 2.7 | คุณลักษณะที่ต้องการของกระดาษออฟเซต | 34 |
| 2.8 | คุณลักษณะของกระดาษอื่นๆ ตามวิธีทดสอบ SCAN และ TAPPI | 35 |
| 2.9 | ลักษณะของกระดาษพิมพ์เขียน 80 แกรม ยี่ห้อ Double A | 36 |
| 2.10 | ค่าความจำพืด (Solid Density) | 39 |
| 2.11 | ค่าเม็ดสกรีนบวมตามมาตรฐาน ISO 12647-2: 2004 ของกระดาษไม่เคลือบผิวสีขาว | 40 |
| 2.12 | มาตรฐานค่าสี ความมันวาว และความขาวสว่างของกระดาษพิมพ์ ตามมาตรฐาน ISO 12647-2: 2004 | 41 |
| 2.13 | ค่าสีของชุดหมึกพิมพ์ ตามมาตรฐาน ISO 12647-2: 2004 ของกระดาษประเภทที่ 4 (กระดาษไม่เคลือบผิวสีขาว) | 42 |
| 3.1 | สภาวะการต้มเยื่อที่เหมาะสม (ระบบปิด) | 49 |
| 3.2 | สภาวะการฟอกเยื่อ | 50 |
| 3.3 | อัตราส่วนระหว่างเยื่อลำต้นมะพร้าวและเยื่อยูคาลิปตัส | 51 |
| 4.1 | สภาวะที่ใช้ในการต้มเยื่อจากลำต้นมะพร้าว | 52 |
| 4.2 | สภาวะการฟอกเยื่อจากลำต้นมะพร้าว | 53 |
| 4.3 | ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และทางทัศนศาสตร์ของเยื่อลำต้นมะพร้าวและเยื่อยูคาลิปตัส | 54 |
| 4.4 | ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเชิงกล และสมบัติทางทัศนศาสตร์ของเยื่อ ลำต้นมะพร้าวผสมกับเยื่อยูคาลิปตัส | 60 |
| ก.1 | แสดงค่าการให้น้ำไหลผ่านของเยื่อ (freeness) ของเยื่อลำต้นมะพร้าว และเยื่อยูคาลิปตัส | 109 |
| ก.2 | แสดงค่าความหยาบของเส้นใย (fiber coarseness) ของเยื่อลำต้นมะพร้าว และเยื่อยูคาลิปตัส | 109 |

รายการตาราง (ต่อ)

| ตาราง | หน้า | |
|-------|--|-----|
| ก.3 | แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของเส้นใย (fiber length) ของเชื้อลำต้นมะพร้าว และเชื้อยูคา ลิปตัส | 109 |
| ก.4 | แสดงค่าน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ (Basic Weight) | 110 |
| ก.5 | แสดงค่าความหนาของกระดาษ (Thickness) | 111 |
| ก.6 | แสดงค่าความหยาบของผิวกระดาษ (Roughness) | 112 |
| ก.7 | แสดงค่าการซึมผ่านของอากาศของกระดาษ (Air Permeance) | 113 |
| ก.8 | แสดงค่าดัชนีความต้านทานแรงฉีกขาดของกระดาษ (Tearing Strength) | 114 |
| ก.9 | แสดงค่าดัชนีความต้านทานแรงดึงขาดของกระดาษ (Tensile Strength) | 115 |
| ก.10 | แสดงค่าความต้านทานการโค้งงอของกระดาษ (Bending Resistance) | 116 |
| ก.11 | แสดงค่าการดูดซึมน้ำของกระดาษ (Water Absorbency) | 117 |
| ก.12 | แสดงค่าความขาวสว่างของกระดาษ (Brightness) | 117 |
| ก.13 | แสดงค่าความทึบแสงของกระดาษ (Opacity) | 118 |
| ก.14 | แสดงค่าความดําของหมึกพิมพ์บนกระดาษ (Density) | 118 |
| ก.15 | แสดงค่า CIE L* a* b* ของหมึกพิมพ์บนกระดาษ | 119 |
| ก.16 | แสดงค่าการบวมของเม็ดสกรีนของหมึกพิมพ์บนกระดาษ (Dot Gain %) | 120 |

รายการรูปประกอบ

| รูป | หน้า | |
|------|--|----|
| 3.1 | ลักษณะการปลอกเปลือกคั้นมะพร้าว | 48 |
| 3.2 | ลักษณะการย่อยเป็นชิ้นของคั้นมะพร้าว | 48 |
| 3.3 | ลักษณะการตากชิ้นคั้นมะพร้าว | 49 |
| 3.4 | หม้อต้มเยื่อแบบระบบปิด (Single Batch Digester) | 50 |
| 4.1 | ค่าความยาวเฉลี่ยของเส้นใย (Fiber length) ของเยื่อลำคั้นมะพร้าวและเยื่อยูคาลิปตัส | 55 |
| 4.2 | ค่าความหยาบของเส้นใย (Fiber coarseness) ของเยื่อลำคั้นมะพร้าวและเยื่อยูคาลิปตัส | 56 |
| 4.3 | ค่าการให้น้ำไหลผ่านของเยื่อ (Freeness) ของเยื่อลำคั้นมะพร้าวและเยื่อยูคาลิปตัส | 57 |
| 4.4 | ค่าน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ (Basic Weight) | 62 |
| 4.5 | ค่าความหนาของกระดาษ (Thickness) | 63 |
| 4.6 | ค่าความหยาบของผิวกระดาษ (Roughness) | 64 |
| 4.7 | ค่าการซึมผ่านของอากาศ (Air Permeability) | 65 |
| 4.8 | ดัชนีค่าความต้านทานแรงฉีกขาด (Tearing Strength) | 66 |
| 4.9 | ดัชนีค่าความต้านทานแรงดึงขาด (Tensile Strength) | 67 |
| 4.10 | ค่าความต้านทานการโค้งงอ (Bending Resistance) | 68 |
| 4.11 | ค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorbency) | 69 |
| 4.12 | ค่าความขาวสว่าง (Brightness) | 70 |
| 4.13 | ค่าความทึบแสง (Opacity) | 71 |
| 4.14 | ปริมาณเม็ดสกรีนต่อพื้นที่ของกระดาษในอัตราส่วน 100:0 | 77 |
| 4.15 | ปริมาณเม็ดสกรีนต่อพื้นที่ของกระดาษในอัตราส่วน 75:25 | 78 |
| 4.16 | ปริมาณเม็ดสกรีนต่อพื้นที่ของกระดาษในอัตราส่วน 50:50 | 79 |
| 4.17 | ปริมาณเม็ดสกรีนต่อพื้นที่ของกระดาษในอัตราส่วน 25:75 | 80 |
| 4.18 | ปริมาณเม็ดสกรีนต่อพื้นที่ของกระดาษในอัตราส่วน 0:100 | 81 |
| 4.19 | ปริมาณการบวมตัวของเม็ดสกรีนของหมึกพิมพ์สีฟ้า (Cyan) | 82 |
| 4.20 | ปริมาณการบวมตัวของเม็ดสกรีนของหมึกพิมพ์สีม่วงแดง (Magenta) | 83 |
| 4.21 | ปริมาณการบวมตัวของเม็ดสกรีนของหมึกพิมพ์สีเหลือง (Yellow) | 84 |
| 4.22 | ปริมาณการบวมตัวของเม็ดสกรีนของหมึกพิมพ์สีดำ (Black) | 85 |
| 4.23 | ค่าความค้ำของหมึก (Density) | 86 |
| 4.24 | ค่าความค้ำของหมึก (Density) ของกระดาษในอัตราส่วน 100:0 | 87 |

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

| รูป | หน้า | |
|------|---|-----|
| 4.25 | ค่าความดำของหมึก (Density) ของกระดาษในอัตราส่วน 75:25 | 88 |
| 4.26 | ค่าความดำของหมึก (Density) ของกระดาษในอัตราส่วน 50:50 | 89 |
| 4.27 | ค่าความดำของหมึก (Density) ของกระดาษในอัตราส่วน 25:75 | 90 |
| 4.28 | ค่าความดำของหมึก (Density) ของกระดาษในอัตราส่วน 0:100 | 91 |
| 4.29 | ค่าขอบเขตสี L*a*b* (Color gamut) ของกระดาษในอัตราส่วน 100:0 | 92 |
| 4.30 | ค่าขอบเขตสี L*a*b* (Color gamut) ของกระดาษในอัตราส่วน 75:25 | 93 |
| 4.31 | ค่าขอบเขตสี L*a*b* (Color gamut) ของกระดาษในอัตราส่วน 50:50 | 94 |
| 4.32 | ค่าขอบเขตสี L*a*b* (Color gamut) ของกระดาษในอัตราส่วน 25:75 | 95 |
| 4.33 | ค่าขอบเขตสี L*a*b* (Color gamut) ของกระดาษในอัตราส่วน 0:100 | 96 |
| ข.1 | หม้อต้มเยื่อระบบปิด (Single Batch Digester), Weverk Sweden | 123 |
| ข.2 | เครื่องคัดแยกเยื่อ (Laboratory Flat Screen) | 123 |
| ข.3 | เครื่องผสมเยื่อ (Mixer), Kitiwatthana Thailand | 124 |
| ข.4 | เครื่องสลัดเยื่อแห้ง, (Kendo Thailand) | 124 |
| ข.5 | เครื่องกระจายเยื่อ (Defibrator) | 125 |
| ข.6 | เครื่องฟอกเยื่อ, (Kemu) | 125 |
| ข.7 | เครื่องทำแผ่นมาตรฐาน (Sheet Former), Lorentzer & Wettre Helsinki Finland | 126 |
| ข.8 | เครื่องทำแห้งแบบหมุน (Finish Drying Cylinder), SAIA Switzerland | 126 |
| ข.9 | เครื่องปั่นเยื่อ (Disintegrator), Lorentzer & Wettre | 127 |
| ข.10 | เครื่องทำแห้ง (Flat Bed Dryer), Lorentzer & Wettre Lipid Dryer | 127 |
| ข.11 | เครื่องอบ, (Memmert) | 128 |
| ข.12 | เครื่องกวดรีดน้ำ (Stacking and Pressing), Lorentzer & Wettre | 128 |
| ข.13 | เครื่องวัดการให้น้ำไหลผ่านของเยื่อ (freeness), Canadian Freeness Tester | 129 |
| ข.14 | เครื่องวัดความยาวของเส้นใย (Fiber length) และความหยาบของเส้นใย (Fiber coarseness), (Fiber Test), Kajaani FS-200 | 129 |
| ข.15 | เครื่องชั่งน้ำหนัก (Basic Weight), Satorius Germanee | 130 |
| ข.16 | อุปกรณ์วัดความหนา (Micrometer), Lorentzer & Wettre Stockholm Sweden | 130 |

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

| รูป | | หน้า |
|------|--|------|
| ข.18 | เครื่องวัดความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength), MTS Systems Synergie 200 | 131 |
| ข.19 | เครื่องวัดความต้านทานแรงฉีกขาด (Tear Strength), Lorentzer & Wettre | 132 |
| ข.20 | เครื่องวัดค่าความโค้งงอ (Bending Resistance Tester), Lorentzer & Wettre | 132 |
| ข.21 | เครื่องวัดการดูดซึมน้ำ (Cobb Water Absorption Tester) | 132 |
| ข.22 | เครื่องวัดความขาวสว่าง (Brightness Tester), Color Touch PC Technidyne | 133 |
| ข.23 | เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer), Spectroeye x-rite | 133 |