บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “การผลิตกระดาษจากเยื่อลำต้นมะพร้าวผสมกับเยื่อยูคาลิปตัส” สามารถสรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากการวิจัยเรื่อง การผลิตกระดาษจากเยื่อลำต้นมะพร้าวผสมกับเยื่อยูคาลิปตัส ผลิตกระดาษในอัตราส่วนต่างๆ ทำการทดสอบและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเชิงกล และสมบัติทางทัศนศาสตร์ของเยื่อและกระดาษ และทดสอบความสามารถในการพิมพ์ระบบออฟเซตแบบปรู๊ฟแท่นราบของกระดาษ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.1 การศึกษาการผลิตเยื่อจากลำต้นมะพร้าว

การผลิตเยื่อในครั้งนี้ต้มเยื่อในระบบปิดโดยกระบวนการซัลเฟต โดยใช้สภาวะดังนี้ คือการใช้อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการต้มเมื่อเดือด 90 นาที ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) ร้อยละ 24 ปริมาณโซเดียมซัลไฟด์ (Sodium Sulphide) ร้อยละ 30 อัตราส่วนระหว่างชิ้นไม้: น้ำ คือ 1:4 ซึ่งได้ปริมาณเยื่อที่ได้คือร้อยละ 41 และมีค่า Kappa Number เท่ากับ 16.7

5.1.2 การศึกษาผลการทดสอบและเปรียบเทียบสมบัติของเยื่อที่ผลิตจากลำต้นมะพร้าวและเยื่อยูคาลิปตัส

เป็นผลจากการศึกษาในขั้นตอนการทดสอบและเปรียบเทียบสมบัติของเยื่อที่ผลิตจากลำต้นมะพร้าวที่ไม่ได้ผ่านการฟอก และเยื่อที่ผ่านการฟอก เปรียบเทียบกับเยื่อยูคาลิปตัส ซึ่งจากผลการศึกษาในแต่ละวิธีทดสอบมีดังนี้

5.1.2.1 สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางทัศนศาสตร์ของเยื่อ

1. ความยาวเฉลี่ยของเส้นใย (Fiber length) พบว่าเยื่อลำต้นมะพร้าวที่ไม่ได้ผ่านการฟอกมีความยาวเฉลี่ยของเส้นใยเท่ากับ 0.39 มิลลิเมตร และเยื่อที่ผ่านการฟอกมีความยาวเฉลี่ยของเส้นใยเท่ากับ 0.34 มิลลิเมตร ส่วนเยื่อยูคาลิปตัสมีความยาวเฉลี่ยของเส้นใยเท่ากับ 0.46 มิลลิเมตร สำหรับเยื่อลำต้นมะพร้าวที่ผ่านการฟอกโดยสารเคมี มีความยาวเฉลี่ยสั้นลงกว่าเยื่อลำต้นมะพร้าวที่ไม่ได้ผ่าน

การฟอก เพราะในขั้นตอนการฟอกเยื่อ สารเคมีจะทำปฏิกิริยากับเส้นใย ส่งผลให้เส้นใยมีความยาวสั้นลง [8]

2. ความหยาบของเส้นใย (Fiber coarseness) พบว่าเยื่อลำต้นมะพร้าวที่ไม่ได้ผ่านการฟอกมีค่าความหยาบของเส้นใยเท่ากับ 115 ไมโครกรัมต่อเมตร และเยื่อที่ผ่านการฟอกมีค่าความหยาบของเส้นใยเท่ากับ 103 ไมโครกรัมต่อเมตร ส่วนเยื่อยูคาลิปตัสมีค่าความหยาบของเส้นใยเท่ากับ 38 ไมโครกรัมต่อเมตร สำหรับเยื่อลำต้นมะพร้าวที่ผ่านการฟอกโดยสารเคมี มีค่าความหยาบของเส้นใยน้อยกว่าเยื่อลำต้นมะพร้าวที่ไม่ได้ผ่านการฟอก เพราะในขั้นตอนการฟอกเยื่อ สารเคมีจะทำปฏิกิริยากับเส้นใยส่งผลให้เส้นใยมีความหยาบลดลง [8]

3. การให้น้ำไหลผ่านของเยื่อ (Canadian Standard freeness; CSF) พบว่าเยื่อลำต้นมะพร้าวที่ไม่ได้ผ่านการฟอกและเยื่อที่ผ่านการฟอกมีค่าการให้น้ำไหลผ่านของเยื่อที่มากกว่าเยื่อยูคาลิปตัส เนื่องจากเยื่อลำต้นมะพร้าวมีความหยาบของเส้นใยที่มากกว่า ส่วนเยื่อลำต้นมะพร้าวที่ผ่านการฟอกโดยสารเคมี มีค่าการให้น้ำไหลผ่านของเยื่อที่น้อยกว่าเยื่อลำต้นมะพร้าวที่ไม่ได้ผ่านการฟอก เพราะเยื่อที่ผ่านการฟอกโดยสารเคมีนั้นส่งผลให้ความยาวเฉลี่ยของเส้นใย และความหยาบของเส้นใยลดลง อาจจะส่งผลให้เยื่อมีการเรียงตัวที่ดีกว่าจึงมีค่าการให้น้ำไหลผ่านของเยื่อที่น้อยกว่า [8]

4. ความขาวสว่าง (Brightness) จากการทดสอบพบว่าเยื่อลำต้นมะพร้าวที่ไม่ได้ผ่านการฟอกมีค่าความขาวสว่างน้อยกว่าเยื่อที่ผ่านการฟอก โดยเยื่อที่ไม่ได้ผ่านการฟอกมีค่าความขาวสว่าง เท่ากับ 25.9 (% ISO) ส่วนเยื่อที่ผ่านการฟอกโดยสารเคมีนั้นมีค่าความขาวสว่างเท่ากับ 79.5 (% ISO) เนื่องจากในกระบวนการฟอกเยื่อนั้น สารเคมีจะทำปฏิกิริยากับเส้นใยเพื่อขจัดลิกนินออกและเปลี่ยนสีของลิกนินให้อยู่ในรูปไม่มีสี ทำให้เส้นใยมีความขาวสว่างเพิ่มขึ้น [13]

5.1.3 การศึกษาผลการทดสอบและเปรียบเทียบสมบัติของกระดาษที่ผลิตจากเยื่อลำต้นมะพร้าวผสมกับเยื่อยูคาลิปตัส

5.1.3.1 สมบัติทางกายภาพของกระดาษ

จากการศึกษาและทดสอบพบว่า

1. น้ำหนักมาตรฐาน (Basic Weight) ทดสอบตามมาตรฐานSCAN-P 6 การทำวิจัยครั้งนี้กำหนดน้ำหนักมาตรฐานที่ 80 กรัมต่อตารางเมตร พบว่ากระดาษที่ผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือในอัตราส่วน เยื่อลำต้นมะพร้าว: เยื่อยูคาลิปตัส 25:75, 0:100 ส่วนในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50 มีค่าน้ำหนักมาตรฐานที่เกินกว่าค่า มอก.287-2533 โดยกำหนดไว้ที่ +/- 5% [17] เนื่องจากในกระบวนการผลิตกระดาษโดยวิธีขึ้นแผ่นด้วยมือนั้น มีโอกาสเกิดข้อผิดพลาดในขั้นตอนการเตรียมน้ำเยื่อและการตวงเยื่อ ทำให้น้ำหนักของกระดาษอาจจะเกิดความคลาดเคลื่อนได้

2. ความหนาของกระดาษ (Thickness) ทดสอบตามมาตรฐาน SCAN-P 7 พบว่ากระดาษที่ผลิตในอัตราส่วน เยื่อลำต้นมะพร้าว: เยื่อยูคาลิปตัส 100:0 มีค่าความหนาน้อยที่สุดเท่ากับ 138 ไมโครเมตร ส่วนอัตราส่วน 0:100 มีค่าความหนาที่มากที่สุด เท่ากับ 167 ไมโครเมตร เนื่องจากเยื่อลำต้นมะพร้าวมีค่าความยาวเฉลี่ยของเส้นใย (0.34 มิลลิเมตร) ที่สั้นกว่าเยื่อยูคาลิปตัส (0.46 มิลลิเมตร) ส่งผลให้เยื่อลำต้นมะพร้าวมีการเรียงตัวของเส้นใยได้ดีและแน่นกว่า กระดาษที่ผลิตได้จึงมีความฟ่าม (Bulk) น้อยกว่า [8] ดังนั้นกระดาษที่มีอัตราส่วนผสมของเยื่อลำต้นมะพร้าวจึงมีค่าความหนาแน่นเสมือนมากกว่า และส่งผลให้กระดาษดังกล่าวมีความหนาน้อยกว่าเมื่อมีน้ำหนักของกระดาษที่เท่ากัน [15]

3. ความหยาบของผิวกระดาษ (Roughness) ทดสอบตามมาตรฐาน SCAN-P 21 พบว่ากระดาษที่ผลิตในอัตราส่วน เยื่อลำต้นมะพร้าว: เยื่อยูคาลิปตัส 100:0 มีค่าความหยาบของผิวกระดาษมากที่สุด เท่ากับ 1243 มิลลิลิตรต่อนาที ส่วนอัตราส่วน 0:100 มีค่าความหยาบของผิวกระดาษน้อยที่สุด เท่ากับ 821 มิลลิลิตรต่อนาที เนื่องจากเส้นใยของเยื่อลำต้นมะพร้าวมีความหยาบของเส้นใย (103 ไมโครกรัมต่อเมตร) ที่มากกว่าเยื่อยูคาลิปตัส (38 ไมโครกรัมต่อเมตร) จึงส่งผลให้กระดาษที่มีอัตราส่วนผสมของเยื่อลำต้นมะพร้าวนั้นมีความหยาบของผิวกระดาษที่มากกว่ากระดาษที่ผลิตจากเยื่อยูคาลิปตัส [8]

5.1.3.2 สมบัติทางเชิงกลของกระดาษ

1. การซึมผ่านของอากาศ (Air Permeability) ทดสอบตามมาตรฐาน SCAN-P 60 พบว่ากระดาษที่ผลิตในอัตราส่วน เยื่อลำต้นมะพร้าว: เยื่อยูคาลิปตัส 100:0 มีค่าการซึมผ่านของอากาศน้อยที่สุด เท่ากับ 2250 มิลลิลิตรต่อนาที ส่วนอัตราส่วน 0:100 มีค่าการซึมผ่านของอากาศมากที่สุด เท่ากับ 3292 มิลลิลิตรต่อนาที เนื่องจากเส้นใยของเยื่อลำต้นมะพร้าวมีค่าความยาวเฉลี่ยของเส้นใยที่สั้นกว่าเยื่อยูคาลิปตัส ส่งผลต่อการเรียงตัวและความหนาแน่นของเส้นใย จึงทำให้กระดาษที่มีอัตราส่วนผสมของเยื่อลำต้นมะพร้าวมีค่าการซึมผ่านของอากาศที่น้อยกว่ากระดาษที่ผลิตจากเยื่อยูคาลิปตัส [8]

2. ความต้านทานแรงฉีกขาด (Tearing Strength) ทดสอบตามมาตรฐาน SCAN-P 11 พบว่ากระดาษที่ผลิตในอัตราส่วน เยื่อลำต้นมะพร้าว: เยื่อยูคาลิปตัส 100: มีค่าดัชนีความต้านความแรงฉีกขาดที่น้อยที่สุด เท่ากับ 4.64 มิลลินิวตัน/ กรัมต่อตารางเมตร ส่วนอัตราส่วน 0:100 มีค่าดัชนีความต้านทานแรงฉีกขาดที่มากที่สุด เท่ากับ 9.57 มิลลินิวตัน/กรัมต่อตารางเมตร เนื่องจากเยื่อลำต้นมะพร้าวมีค่าความยาวเฉลี่ยของเส้นใยที่สั้นกว่าเยื่อยูคาลิปตัส จึงมีความต้านทานแรงฉีกขาดที่น้อยกว่า [15]

3. ความต้านทานแรงดึงขาด (Tensile Strength) ทดสอบตามมาตรฐาน SCAN-P 67 พบว่ากระดาษที่ผลิตในอัตราส่วน เยื่อลำต้นมะพร้าว: เยื่อยูคาลิปตัส 100:0 มีค่าดัชนีความต้านทานแรงดึงขาดที่น้อยที่สุด เท่ากับ 16.7 นิวตันเมตรต่อกรัม ส่วนอัตราส่วน 0:100 มีค่าดัชนีความต้านทานแรงดึง

ขาดที่มากที่สุด เท่ากับ 24.6 นิวตันเมตรต่อกรัม เนื่องจากเยื่อลำต้นมะพร้าวมีค่าความยาวเฉลี่ยของเส้นใยที่สั้นกว่าเยื่อยูคาลิปตัส จึงมีความต้านทานแรงดึงขาดและมีการยืดตัวของกระดาษน้อยกว่า [15]

4. ความต้านทานการโค้งงอ (Bending Resistance) ทดสอบตามมาตรฐาน SCAN-P 29 พบว่า กระดาษที่ผลิตในอัตราส่วน เยื่อลำต้นมะพร้าว: เยื่อยูคาลิปตัส 100:0 มีค่าความต้านทานการโค้งงอน้อยที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 49 มิลลินิวตัน ส่วนอัตราส่วน 0:100 มีค่าความต้านทานการโค้งงอมากที่สุด เท่ากับ 100 มิลลินิวตัน เนื่องจากเยื่อลำต้นมะพร้าวมีค่าความยาวเฉลี่ยของเส้นใย (Fiber length) ที่สั้นกว่าเยื่อยูคาลิปตัส และกระดาษที่มีส่วนผสมของเยื่อลำต้นมะพร้าวมีค่าความหนาของกระดาษที่น้อยกว่า จึงมีความต้านทานการโค้งงอที่น้อยกว่า [15]

5. การดูดซึมน้ำ (Water Absorbency) ทดสอบตามมาตรฐาน SCAN-P 12 พบว่า กระดาษที่ผลิตในอัตราส่วน เยื่อลำต้นมะพร้าว: เยื่อยูคาลิปตัส 100:0 มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 62.1 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนอัตราส่วน 0:100 มีค่ามีค่าการดูดซึมน้ำที่น้อยที่สุด เท่ากับ 21.4 กรัมต่อตารางเมตร เนื่องจากเยื่อลำต้นมะพร้าวมีค่าความหยาบของเส้นใยที่มากกว่าเยื่อยูคาลิปตัส ทำให้เส้นใยประสานกันไม่ดี และเกิดช่องว่างระหว่างเส้นใย และนอกจากนั้นเยื่อลำต้นมะพร้าวมีค่าการให้น้ำไหลผ่านของเยื่อ (Canadian - Standard freeness; CSF) ที่มากกว่าเยื่อยูคาลิปตัส ดังนั้นกระดาษที่ผลิตจากเยื่อลำต้นมะพร้าวจึงมีค่าการดูดซึมน้ำที่มากกว่า [8] และทั้งนี้อาจเกิดจากความแตกต่างกันขององค์ประกอบทางเคมีของไม้ลำต้นมะพร้าวและยูคาลิปตัส [10]

5.1.3.3 สมบัติทางทัศนศาสตร์ของกระดาษ

1. ความขาวสว่าง (Brightness) จากการทดสอบพบว่า กระดาษที่ผลิตในทุกอัตราส่วนมีค่าความขาวสว่างมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ (% ISO) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดย มอก.287-2533 กำหนดค่าความขาวสว่างของกระดาษ 80 กรัมต่อตารางเมตร ไว้ไม่น้อยกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ (% ISO) [17]

จากการวัดค่าความขาวสว่างของกระดาษพบว่า กระดาษที่ผลิตในแต่ละอัตราส่วนมีค่าความขาวสว่างที่ไม่คงที่และไม่แปรผันตามอัตราส่วนของเยื่อ ทั้งนี้เนื่องจากในกระบวนการผลิตกระดาษโดยวิธีขึ้นแผ่นด้วยมือนั้นมีการใช้น้ำประปาในการขึ้นแผ่น ซึ่งอาจจะมีความสกปรกและความเสื่อมของท่อน้ำ อาจจะส่งผลต่อคุณภาพน้ำในเรื่องของสีในน้ำประปาที่ใช้ในการเตรียมน้ำเยื่อและการขึ้นแผ่น

2. ความทึบแสง (Opacity) จากการทดสอบพบว่า กระดาษที่ผลิตในทุกอัตราส่วนมีค่าความความทึบแสงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดย มอก.287-2533 กำหนดค่าความทึบแสงของกระดาษ 80 กรัมต่อตารางเมตร ไว้ไม่น้อยกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ (% ISO) [17] โดยกระดาษที่ผลิตในอัตราส่วน เยื่อลำต้นมะพร้าว: เยื่อยูคาลิปตัส 100:0 มีค่าความทึบแสงน้อยที่สุด เท่ากับ 90.1 เปอร์เซ็นต์ (% ISO) ส่วนอัตราส่วน 0:100 ค่าความทึบแสงมากที่สุด เท่ากับ 92.6 เปอร์เซ็นต์ (% ISO)

5.1.4 การศึกษาผลการทดสอบและเปรียบเทียบความสามารถในการพิมพ์ระบบออฟเซตแบบปรู๊ฟแท่นราบของกระดาษที่ผลิตจากเยื่อลำต้นมะพร้าวผสมกับเยื่อยูคาลิปตัส

5.1.4.1 ปริมาณเม็ดสกรีนต่อพื้นที่ (Dot area)

จากการทดสอบพบว่ากระดาษที่ผลิตในทุกอัตราส่วนมีค่าปริมาณเม็ดสกรีนต่อพื้นที่ หรือเรียกว่าเม็ดสกรีนบวม (Dot Gain) ของหมึกพิมพ์สี ฟ้า (Cyan), ม่วงแดง (Magenta) และเหลือง (Yellow) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน ISO 12647-2 สำหรับกระดาษไม่เคลือบผิว 80 กรัมต่อตารางเมตร [20] ซึ่งเม็ดสกรีนในพื้นที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ของกระดาษในทุกอัตราส่วนจะเกิดปัญหาการบวมตัวของเม็ดสกรีนมากที่สุด และกระดาษที่ผลิตในอัตราส่วน เยื่อลำต้นมะพร้าว: เยื่อยูคาลิปตัส 100:0 เกิดปัญหาการบวมตัวของเม็ดกรีนของทุกสีมากที่สุด ส่วนอัตราส่วน 0:100 เกิดปัญหาการบวมตัวของเม็ดสกรีนทุกสีน้อยที่สุด เนื่องจากกระดาษที่มีอัตราส่วนผสมของเยื่อลำต้นมะพร้าวมีความหยาบของผิวกระดาษที่มากกว่า ทำให้หมึกพิมพ์กระจายตัวเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาเม็ดสกรีนบวมมากกว่า [15]

สำหรับสีดำ (Black) ของกระดาษที่ผลิตในทุกอัตราส่วนนั้นมีค่าเม็ดสกรีนบวมเกินกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เนื่องจากหมึกพิมพ์สีดำนั้นมีค่าความเหนียว (Tack) มากกว่าหมึกพิมพ์ทุกสี จึงต้องเพิ่มสารลดความเหนียวของหมึกพิมพ์สีดำ (Compound) เพื่อลดความเหนียวของหมึกพิมพ์สีดำลง และทำการพิมพ์หมึกสีดำเป็นสีแรก เพราะกระดาษที่ผลิตนั้นมีค่าความแข็งแรงของผิวกระดาษที่ต่ำเนื่องจากไม่ได้ผ่านการขัดผิวหน้ากระดาษ โดยหมึกพิมพ์สีดำที่มีความเหนียวลดลงนั้น หมึกพิมพ์จะมีความเหลวและกระจายตัวบนกระดาษได้มากขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาเม็ดสกรีนบวม [21]

5.1.4.2 ความดำ (Density)

จากการทดสอบพบว่ากระดาษที่ผลิตในทุกอัตราส่วนมีค่าความดำที่น้อยกว่าค่าความดำมาตรฐาน UGRA / FOGRA ของกระดาษประเภทไม่เคลือบผิว [20] โดยกระดาษที่ผลิตในอัตราส่วน เยื่อลำต้นมะพร้าว: เยื่อยูคาลิปตัส 100:0 มีค่าความดำพื้นทึบน้อยที่สุด ส่วนอัตราส่วน 0:100 ค่าความดำพื้นทึบมากที่สุด เนื่องจากกระดาษที่มีอัตราส่วนผสมของเยื่อลำต้นมะพร้าวมีความหยาบของผิวกระดาษที่มากกว่า ทำให้หมึกพิมพ์กระจายตัวเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีความดำของหมึกพิมพ์น้อยกว่า [15]

5.1.4.3 ค่าขอบเขตสี CIELAB (Color gamut)

จากการทดสอบพบว่า กระดาษที่ผลิตในทุกอัตราส่วนมีค่าขอบเขตสีที่ใกล้เคียงกัน และมีค่าขอบเขตสีที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานสำหรับกระดาษไม่เคลือบผิวสีขาว ISO 12647-2 โดยกระดาษที่ผลิตในทุกอัตราส่วนมีค่าขอบเขตในช่วงสีฟ้า (Cyan) สีเขียว (Green) และสีม่วงแดง (Magenta) มีค่าขอบเขตสีที่

ใกล้เคียงกับมาตรฐาน ISO 12647-2 ส่วนในช่วงสีแดง (Red) และสีน้ำเงิน (Blue) มีค่าขอบเขตสีที่น้อยกว่าค่ามาตรฐาน ISO 12647-2 เล็กน้อย และสีเหลือง (Yellow) มีค่าขอบเขตสีมากกว่าค่ามาตรฐาน ISO 12647-2 เล็กน้อย

จากการเปรียบเทียบค่าขอบเขตสีของกระดาษที่ผลิตพบว่า กระดาษในอัตราส่วน เยื่อลำต้นมะพร้าว : เยื่อยูคาลิปตัส 25:75 มีค่าขอบเขตสีในช่วงสีเหลือง (Yellow) มากที่สุด เนื่องจากกระดาษที่ผลิตในอัตราส่วน 25:75 มีค่าความสว่างที่น้อยที่สุด (Brightness) เท่ากับ (75.7 %ISO) และมีค่าสีของกระดาษเท่ากับ (L*94.2, a*0.55, b*8.22) สำหรับค่า b* ถ้ามีค่าเป็นบวก (b*+) ยิ่งทำให้กระดาษมีสีเหลืองมากขึ้น จึงทำให้กระดาษที่ผลิตในอัตราส่วน 25:75 มีค่าขอบเขตช่วงสีเหลืองที่มากกว่าอัตราส่วนอื่นๆ ส่วนกระดาษทุกอัตราส่วนนั้น พบว่ามีค่าขอบเขตสีในช่วงสีน้ำเงิน (Blue) น้อยที่สุด เนื่องจากกระดาษที่ผลิตมีค่าสีที่อมเหลือง ซึ่งสีเหลือง (b+) ของกระดาษมีค่าตรงข้ามกับสีน้ำเงิน (b-) ทำให้มีค่าขอบเขตสีที่น้อยกว่าสีอื่นๆ โดยค่าสีของกระดาษนั้นส่งผลต่อค่าสีของหมึกพิมพ์ที่พิมพ์ลงบนผิวกระดาษ จะทำให้ค่าสีที่ได้แตกต่างกับค่ามาตรฐาน ISO 12647-2 สำหรับค่าสีของชุดหมึกพิมพ์ตามมาตรฐาน ISO 12647-2 นั้นเป็นการวัดสีจากกระดาษไม่เคลือบผิวสีขาว (กระดาษประเภทที่4) มีค่าสีเท่ากับ (L*95, a*0, b*-2)

ส่วนค่าสีของสีแดง (Red) สีน้ำเงิน (Blue) และสีเขียว (Green) ที่เกิดจากหมึกพิมพ์แม่สี 2 สีพิมพ์ซ้อนทับกัน อาจมีค่าสีที่มีความแตกต่างเนื่องจากลำดับการพิมพ์สี สมบัติการไหลและความโปร่งใสของหมึกพิมพ์ ประเภทของหมึกพิมพ์ สภาพเครื่องพิมพ์ และลักษณะของผิววัสดุใช้พิมพ์ที่มีความแตกต่างทั้งด้านความขาวสว่าง และค่าสีของวัสดุใช้พิมพ์ [20]

5.1.5 การเปรียบเทียบสมบัติทางด้านกายภาพและทางด้านทัศนศาสตร์ของกระดาษที่ผลิตจากเยื่อลำต้นมะพร้าวผสมกับเยื่อยูคาลิปตัสกับกระดาษพิมพ์เขียนตามมาตรฐาน มอก. 287-2533

กระดาษที่ผลิตในอัตราส่วน เยื่อลำต้นมะพร้าว: เยื่อยูคาลิปตัส 100:0 มีค่าน้ำหนักมาตรฐาน (Basic Weight) มากที่สุดซึ่งมีค่าน้ำหนักมาตรฐานที่เกินกว่าค่า มอก.287-2533 โดยกำหนดไว้ที่ +/- 5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอัตราส่วน 25:75, 0:100 อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และค่าการดูดซึมน้ำ (Water Absorbency) กระดาษที่ผลิตในอัตราส่วน 25:75, 0:100 อยู่เกณฑ์ที่ยอมรับได้ที่ไม่เกิน 25 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนค่าความขาวสว่าง (Brightness) ของกระดาษที่ผลิตในทุกอัตราส่วนมีค่าความขาวสว่างที่สูงกว่าค่า มอก.287-2533 โดยกำหนดค่าความขาวสว่างของกระดาษ 80 กรัมต่อตารางเมตร ไว้ไม่น้อยกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ (% ISO) และค่าความทึบแสง (Opacity) ของกระดาษที่ผลิตในทุก

อัตราส่วนมีค่าความทึบแสงที่สูงกว่าค่า มอก.287-2533 โดยกำหนดค่าความทึบแสงของกระดาษ 80 กรัมต่อตารางเมตรไว้ไม่น้อยกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ (% ISO) ซึ่งในส่วนสมบัติทางทัศนศาสตร์ของกระดาษทุกอัตราส่วนสามารถนำไปพิมพ์ด้วยระบบออฟเซตได้

5.1.6 การเปรียบเทียบความสามารถในการพิมพ์ระบบออฟเซตแบบปรู๊ฟแท่นราบของกระดาษที่ผลิตจากเยื่อลำต้นมะพร้าวผสมกับเยื่อยูคาลิปตัสกับค่ามาตรฐาน ISO 12647-2

กระดาษที่ผลิตในทุกอัตราส่วนมีค่าปริมาณเม็ดสกรีนต่อพื้นที่ หรือเรียกว่าเม็ดสกรีนบวม (Dot Gain) ของหมึกพิมพ์ทุกสีโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยกระดาษที่มีอัตราส่วนผสมของเยื่อลำต้นมะพร้าวนั้นเกิดเม็ดสกรีนบวมมากกว่ากระดาษที่มีส่วนผสมของเยื่อยูคาลิปตัสตามลำดับอัตราส่วนผสม ส่วนค่าขอบเขตสี (Color gamut) ของกระดาษที่ผลิตในทุกอัตราส่วนมีค่าขอบเขตสีที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน ISO 12647-2 ในส่วนของความสามารถในการพิมพ์ระบบออฟเซ็ตแบบปรู๊ฟแท่นราบนั้น กระดาษที่ผลิตในอัตราส่วนผสม เยื่อลำต้นมะพร้าว: เยื่อยูคาลิปตัส 0:100 ให้คุณภาพงานพิมพ์ดีที่สุด ส่วนอัตราส่วน 27:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 ให้คุณภาพงานพิมพ์น้อยที่สุดตามลำดับ ซึ่งกระดาษที่ผลิตในทุกอัตราส่วนนั้นสามารถให้คุณภาพงานพิมพ์บนกระดาษที่ใกล้เคียงกับมาตรฐาน ISO 12647-2 โดยสามารถนำกระดาษที่ผลิตใช้เป็นกระดาษพิมพ์และเขียนได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทำวิจัยเรื่อง การผลิตกระดาษจากเยื่อลำต้นมะพร้าวผสมกับเยื่อยูคาลิปตัส โดยสามารถนำผลการศึกษาไปใช้ได้ในเรื่องต่างๆดังนี้

5.2.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองนำเยื่อลำต้นมะพร้าวมาผลิตเป็นเยื่อเพื่อผลิตเป็นกระดาษพิมพ์เขียน โดยผสมกับเยื่อยูคาลิปตัสในอัตราส่วนต่างๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลำต้นมะพร้าวสามารถนำมาผลิตเป็นเยื่อสำหรับผลิตกระดาษได้ โดยมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับ มาตรฐาน มอก.287-2533 แต่ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของสารเติมแต่งอื่นๆเช่น สารฟอกนวล (Optical brightening agent) เพื่อเพิ่มสมบัติทางทัศนศาสตร์ของกระดาษ และควรทำการทดลองบดเยื่อในระดับที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มสมบัติด้านเชิงกลของกระดาษ และทำการขัดผิวของกระดาษเพื่อเพิ่มความเรียบของกระดาษ ทำให้มีสมบัติด้านการพิมพ์เพิ่มขึ้น และควรนำเยื่อที่ได้ไปผลิตในกระบวนการอุตสาหกรรมที่ใช้ผลิตกระดาษ เพื่อผลิตกระดาษที่มีขนาดสำหรับอุตสาหกรรมการพิมพ์ ที่สามารถทดสอบพิมพ์ในเครื่องพิมพ์ออฟเซตแบบ Sheet-fed Offset ได้

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากงานวิจัยในครั้งนี้มีข้อจำกัดบางประการ โดยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ควรมีการทดลองและคำนวณการฟอกเยื่อเพื่อให้เยื่อมีความขาวและความแข็งแรงสูงสุด
2. ควรมีการทดลองเติมสารเติมแต่งในปริมาณต่างๆเพิ่มมากขึ้น
3. ควรมีการควบคุมคุณภาพการพิมพ์ทดสอบให้คงที่มากขึ้น เช่น ควบคุมค่าความดำ (Density) ในระหว่างพิมพ์ทดสอบ