

การผลิตกระดาษจากเศษผ้าฝ้าย

Production of handcraft paper from cotton rags



ฐิตาริณี สุโรพันธ์^{1*}
Thitarini Suropan^{1*}

Abstract

The main objective of this research project was to develop processes of making handcraft paper from cotton rags as alternative raw materials instead of mulberry; as the cost of mulberry increases steady and it has to be imported from neighboring countries, whereas cotton rags are abundant in Thailand because of ever-growing fashion industries. Replacing mulberry with cotton as raw material could help reducing cost of handcraft paper production and creating new pattern on handcraft paper to further use in producing other handcraft products. It was found from this study that the optimum condition of stock preparation in order to produce handcraft paper from cotton rags was using Valley Beater with 6 kilogram of weight plate for 20 minute. It was discovered that cotton fiber had good distribution without adding dispersing agents with freeness of 252 ml. At this condition, stock could be formed into plain paper sheet with ease and suitable to be used in producing pattern paper sheet with water pressure technique. The properties of laboratory paper sample were as follows Apparent density 5.90 g/cm³, Tensile index 0.027 Nm/g, Tear index 8.74 mNm²/g and Burst index 1.60 kPam²/g. These properties indicated that pulp and handcraft paper made from cotton rags had good physical properties as the Entrepreneurs are satisfied and the paper can improve their properties according to the standards of the Industrial Standards Institute. Cotton rags could be used as alternative raw materials in handcraft paper making industry.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการใช้เศษผ้าฝ้ายเป็นวัตถุดิบทดแทนปอสาในการนำมาผลิตกระดาษหัตถกรรม เนื่องจากปอสามีราคาสูงขึ้นและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และอุตสาหกรรมเส้นผ้าของประเทศไทยมีเศษผ้าเหลือจากการผลิตเป็นจำนวนมาก เพื่อการลดต้นทุนการผลิต รวมทั้งพัฒนาคุณสมบัติและลวดลายของผลิตภัณฑ์ สำหรับใช้ในงานศิลปะและผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำเยื่อและการนำไปขึ้นแผ่นด้วยเครื่องขึ้นแผ่นอัตโนมัติ คือ สภาวะการบดเศษผ้าฝ้ายโดยใช้ เวลา 20 นาที แบบใส่ตุ้มน้ำหนักถ่วง 6 กิโลกรัม ด้วยเครื่องบดเยื่อ แบบ Valley Beater ที่สภาพการระบายน้ำของเยื่อ (Freeness) คือ 252 ml เยื่อจากเศษผ้าฝ้ายมีการกระจายตัวของเส้นใยได้ดีขึ้นขึ้นแผ่น โดยไม่ต้องเติมสารช่วยกระจายเส้นใย กระดาษที่ผลิตในห้องปฏิบัติการมีสมบัติกระดาษ ดังนี้ ความหนาแน่นปรากฏ (Apparent density) 5.90 g/cm³ ดัชนีความต้านแรงดึง (Tensile index) 0.027 Nm/g ดัชนีความต้านแรงฉีกขาด (Tear index) 8.74 mNm²/g และดัชนีความต้านแรงดันทะลุ (Burst index) 1.60 kPam²/g ในสภาวะ การเตรียมน้ำเยื่อนี้สามารถนำไปขึ้นแผ่นแบบหัตถกรรมและสร้างลวดลายด้วยเทคนิคการสร้างลวดลายด้วยแรงดันน้ำ ผลการวิจัยพบว่าเยื่อและกระดาษจากเศษผ้าฝ้ายที่ผลิตได้มีคุณภาพดีเป็นไปตามที่ผู้ประกอบการต้องการ และสามารถปรับปรุงคุณภาพให้เป็นตามมาตรฐานชุมชนได้ ดังนั้นเศษผ้าฝ้ายจึงสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบทางเลือกในอุตสาหกรรมกระดาษหัตถกรรมได้

คำสำคัญ : การผลิตกระดาษ เศษผ้าฝ้าย กระดาษหัตถกรรม ลวดลาย
Keywords : Papermaking, Cotton rags, Handcraft paper, Pattern

¹ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กองวัสดุวิศวกรรม

*Corresponding author e-mail address: thitarinee@dss.go.th

1. บทนำ (Introduction)

การขาดแคลนวัตถุดิบและการขยับขึ้นของต้นทุนเป็นปัญหาของการผลิตกระดาษสาที่ผู้ประกอบการประสบมากกว่า 10 ปี การแก้ไขปัญหาระยะต้นจากการขาดแคลนวัตถุดิบป้อนสาด้วยการสั่งซื้อจากจังหวัดใกล้เคียงได้แก่ ลำปาง และน่าน ปัจจุบันต้องสั่งซื้อจากประเทศเพื่อนบ้าน คือ ลาว เมียนมา และเขมร จากราคากิโลกรัมละ 20-30 บาท เพิ่มเป็นกิโลกรัมละ 45 บาท ประมาณ 68,000 ตันต่อปี เนื่องด้วยต้นทุนการผลิตกระดาษสาขยับตัวขึ้นและราคาสินค้าจึงต้องปรับตัวตามนั้น ส่งผลให้เกิดการชะลอการสั่งซื้อจากลูกค้า และประกอบกับคู่แข่งทางตลาดโดยเฉพาะประเทศจีนที่สามารถผลิตได้ในต้นทุนที่ต่ำกว่า[1-2]จากการลงพื้นที่ ณ หมู่บ้านต้นเปา ของกลุ่มวัสดุธรรมชาติและเส้นใย กองวัสดุวิศวกรรม พบว่า ผู้ประกอบการผลิตกระดาษสาในชุมชนมีความสนใจใช้ผ้าและเศษผ้ามาเป็นส่วนผสมในการผลิตกระดาษสาเพื่อลดต้นทุน รวมทั้งมีความสนใจที่จะผลิตกระดาษจากผ้าและเศษผ้า เนื่องจากเป็นวัสดุเหลือทิ้ง ใช้สารเคมีจำนวนน้อยเพื่อคงคุณลักษณะและเอกลักษณ์ของผ้าชนิดนั้น ๆ จึงมีต้นทุนต่ำ และเป็นการเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของฐานลูกค้าที่มีอยู่เดิม และขยายฐานลูกค้าทั้งในและต่างประเทศ แต่ยังคงขาดองค์ความรู้ในการใช้ผ้าและเศษผ้าเป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษ เพื่อตอบใจทยผู้ประกอบการงานวิจัยนี้จึงใช้เศษผ้าฝ้ายเป็นวัสดุนำร่องในการนำเศษผ้าที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ มาเป็นเยื่อทางเลือกในการผลิตกระดาษหัตถกรรม และเป็นส่วนผสมในการผลิตกระดาษ เนื่องจากผ้าฝ้ายใส่สบายไม่ร้อนเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมสิ่งทอ จึงมีปริมาณเศษเหลือทิ้งจากการตัดเย็บจำนวนมาก นอกจากนี้เส้นใยฝ้ายเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีปริมาณเซลลูโลสสูงใกล้เคียงกับเนื้อไม้มีความแข็งแรง เหมาะสำหรั้นำมาผลิตกระดาษ

ผ้าและเศษผ้าชนิดต่าง ๆ ถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษในเชิงหัตถกรรมมาช้านานหลายร้อยปี เพราะเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่าย ส่วนใหญ่จะผลิตเป็นจำนวนน้อยเพื่อใช้เป็นกระดาษสำหรับเขียนในครัวเรือน แต่น้อยคนที่จะรู้ว่าผ้าและเศษผ้าได้ถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษเชิงอุตสาหกรรมด้วยเช่นกัน ยกตัวอย่าง กรณีของ Cottonwood paper mill หรือ Granite paper mill ในรัฐยูทาห์ (Utah) สหรัฐอเมริกา ซึ่งถูกสร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1883 ได้ขอเศษผ้าจากประชาชนเพื่อใช้ผลิตเป็นกระดาษ โดยสามารถผลิตกระดาษได้ปริมาณถึงห้าตันต่อวัน เพื่อใช้ผลิตหนังสือพิมพ์ Deseret News เป็นระยะเวลากว่า 20 ปี จนกระทั่งมีระบบวางรถไฟและได้เปลี่ยนไปใช้ไม้เป็นวัตถุดิบการผลิตเยื่อและกระดาษแทน หรือ ในประเทศทางตะวันออกกลาง การทำกระดาษจะทำจากเศษผ้าเก่าเป็นวัตถุดิบเสียส่วนใหญ่เนื่องจากขาดแคลนเยื่อไม้ ประกอบกับเครื่องมือที่ใช้ทำกระดาษไม่ค่อยดีนัก กระดาษที่ได้จึงถูกปรับปรุงโดยนำไปเคลือบด้วยแป้ง ทำให้กระดาษ

ของชาวอาหรับมีสีขาวและเหมาะกับการใช้ขีดเขียนได้ดีขึ้น กระดาษของชาวอาหรับจะถูกนำไปจำหน่ายในยุโรปซึ่งมีความต้องการเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ประเทศอินเดียซึ่งมีอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมหลัก ก็มีการผลิตกระดาษจากผ้ามาช้านาน แต่กรรมวิธีการผลิตกระดาษจากผ้ามักถูกเก็บเป็นความลับไม่เป็นที่เปิดเผย [3]

อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มเป็นอุตสาหกรรมเส้นใยซึ่งแบ่งตามลักษณะการผลิตจะแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ อุตสาหกรรมเส้นใยสังเคราะห์ และอุตสาหกรรมเส้นใยธรรมชาติ ประกอบไปด้วยเส้นใยฝ้าย ไหม ขนสัตว์ และพืชเส้นใยอื่น ๆ [4] อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่สร้างรายได้ให้กับประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันมีจำนวนโรงงานสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มทั้งสิ้น 4,840 โรงงาน [5] ถึงแม้ว่าจะไม่มีข้อมูลจำนวนเศษตัดเย็บและเศษผ้าที่เหลือทิ้งจากการผลิตเป็นตัวเลขที่แน่นอน แต่จากการสอบถามโรงงานผลิตเครื่องนุ่งห่มต่าง ๆ ในประเทศไทยจำนวนหนึ่งทางโทรศัพท์และอีเมลพบว่า มีเศษผ้าเหลือจากการผลิตส่วนหนึ่งถูกขายเพื่อผลิตเป็นพรมหรือนำไปใช้เป็นไส้ในของตุ๊กตาหรือเครื่องใช้ต่าง ๆ ซึ่งไม่สามารถเพิ่มมูลค่าได้มากนัก และยังคงมีเศษผ้าเหลือทิ้งอีกเป็นจำนวนมาก ถือเป็นภาระสูญเสียทรัพยากรโดยเปล่าประโยชน์ เพิ่มปริมาณขยะในประเทศและทำลายสิ่งแวดล้อมทางอ้อม และเศษผ้าเหลือทิ้งจากเส้นใยธรรมชาติเหล่านี้สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบ หรือเส้นใยทดแทนการผลิตกระดาษจากเส้นใยเนื้อไม้ได้

เส้นใยจากปอสาได้จากเปลือกที่อยู่ชั้นในสุดติดกับเนื้อไม้มีสีขาวหรือสีชาวมเหลือง เส้นใยยาว ทำให้เยื่อมีความแข็งแรง สีขาวนวลตามธรรมชาติแม้จะยังไม่ผ่านการฟอก นอกจากนี้กระดาษสาที่ได้ยังมีน้ำหนักเบา นุ่ม เหมาะแก่การนำไปใช้ในงานหัตถกรรมและศิลปกรรมต่าง ๆ [1]

เส้นใยจากฝ้ายมีความยาวเฉลี่ย 0.3-0.5 เซนติเมตร สีของใยฝ้ายมีตั้งแต่สีขาวไปจนถึงเหลือง เทา ใยฝ้ายมีสัณฐานประกอบเป็นเซลลูโลสร้อยละ 87-90 เส้นใยฝ้ายเมื่อผ่านการชุบด่าง เส้นใยจะพองกลม ดังนั้นเส้นใยจากเศษผ้าจึงเหมาะแก่การนำไปใช้ในเป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษในเชิงหัตถกรรม [6]

กระบวนการผลิตกระดาษ (Papermaking process)

กระดาษ คือ วัสดุที่เป็นแผ่นใช้สำหรับในการเขียน การบรรจุภัณฑ์และเพื่อจุดประสงค์พิเศษอื่น ๆ กระดาษประกอบไปด้วยเครื่องขยายของเส้นใยซึ่งกระจายตัวในน้ำ (โดยทั่วไปได้มาจากไม้หรือเส้นใยจากพืชอื่น ๆ) และเกิดการฟอร์มตัวของเส้นใยบนตะแกรง โดยเส้นใยยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจน กระดาษอาจมีสารเติมแต่ง (Additives) และฟิลเลอร์ (Filler) เพิ่มเติมด้วย

1. การเตรียมน้ำเยื่อ (Stock preparation)

ขั้นตอนนี้ถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของกระบวนการผลิต

กระดาษ ที่หน่วยนี้จะมีการปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยขั้นการเตรียมน้ำเยื่อประกอบด้วย การกระจายเยื่อ การปรับความเข้มข้น การตีเยื่อ (Beating/Refining) การผสมน้ำเยื่อกับสารเคมี การกำจัดสิ่งปลอมปน (Contamination) และการกำจัดอากาศ ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้สามารถปรับเปลี่ยนลำดับขั้นตอนได้

2. การทำแผ่นกระดาษ (Sheet forming)

2.1 การทำแผ่นกระดาษในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องขึ้นแผ่นกระดาษ

การผลิตกระดาษเริ่มจากน้ำเยื่อจากส่วนของการเตรียมน้ำเยื่อ ให้นำเยื่อลงบนกระบอกที่มีตะแกรงอยู่ด้านล่าง โดยน้ำเยื่อจะถูกแยกน้ำออก (Dewatering) และเยื่อจะฟอร์มตัวเป็นแผ่นด้วยกระบวนการกรอง (Sheet forming by filtration process) ได้แผ่นเปียกของกระดาษ ซึ่งมีน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 80 จากนั้นนำกระดาษซับน้ำมาวางก่อนกดทับด้วยลูกเหล็กแล้วดึงกระดาษออกจากตะแกรงกระดาษ เมื่อออกจากส่วนนี้จะมีน้ำเหลืออยู่ร้อยละ 55-60 จากนั้นแผ่นกระดาษจะเข้าสู่ส่วนทำแห้ง (Drying section) ด้วยการผึ่งกระดาษ

2.2 การทำแผ่นกระดาษด้วยวิธีหัตถกรรม

การผลิตกระดาษด้วยวิธีหัตถกรรมทำได้โดยนำเยื่อที่เตรียมไว้เทใส่ตะแกรงขนาด 55 x 79 เซนติเมตร ในอ่างหรือภาชนะที่เหมาะสมที่มีน้ำระดับพอเหมาะแล้วใช้มือคนเยื่อในอ่างให้ทั่วตะแกรง เพื่อให้เส้นใยกระจายออกจากกันสม่ำเสมอ ยกตะแกรงขึ้นจากอ่างและนำไปตากแดด

3. สมบัติของกระดาษและการทดสอบ

การทดสอบคุณภาพกระดาษเป็นสิ่งจำเป็นในการควบคุมคุณภาพกระดาษทั้งในโรงงานผู้ผลิตและผู้แปรรูปกระดาษเป็นผลิตภัณฑ์ โดยมีมาตรฐานในการทดสอบ ดังนี้

- ISO (International Standard Organization)
- TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry)
- SCAN (Scandinavian Pulp, Paper and Board Testing Committee)
- ASTM (America Society for Testing and Materials)
- มอก. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม)

สมบัติกระดาษเป็นสิ่งที่ยึดถึงคุณภาพของกระดาษและยังสามารถใช้ในการแบ่งประเภทกระดาษตามลักษณะการใช้งานอีกด้วย สมบัติที่สำคัญของกระดาษ ได้แก่ สมบัติทางโครงสร้าง สมบัติเชิงกล สมบัติเชิงแสงและสมบัติอื่น ๆ ของกระดาษ เช่น สมบัติทางเคมี สมบัติการดูดซึมน้ำมัน และผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่มีต่อกระดาษ

3.1 สมบัติทางโครงสร้างของกระดาษ (Structural properties) บ่งบอกถึงลักษณะโดยรวมของแผ่นกระดาษ ได้แก่

• น้ำหนักมาตรฐาน (Basis weight) คือ น้ำหนักของกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่เก็บไว้ในสภาวะอุณหภูมิและความชื้นที่ได้ควบคุมตามมาตรฐานกำหนด หน่วยที่นิยมใช้เป็นกรัมต่อตารางเมตร

• ความหนา (Thickness) คือ ระยะห่างที่ตั้งฉากระหว่างผิวด้านบนและผิวด้านล่างของกระดาษภายใต้สภาวะทดสอบที่กำหนด หน่วยที่ใช้วัดเป็นไมโครเมตร แต่ส่วนใหญ่วัดเป็นมิลลิเมตร

• ความพรุน (Porosity) คือ ช่องว่างภายในของเนื้อกระดาษที่อากาศสามารถไหลผ่านได้ หน่วยที่ใช้วัดเป็นวินาที หรือมิลลิลิตรต่อนาที

• ความเรียบ (Smoothness) ขึ้นจะอยู่กับผิวของกระดาษ ความสม่ำเสมอของเนื้อกระดาษ หน่วยที่ใช้วัดเป็นวินาที

• ทิศทางของเส้นใยและความแตกต่างของผิวกระดาษสองด้าน (Two sidedness) บ่งถึงความแตกต่างของเนื้อกระดาษ ความแตกต่างของกระดาษในแนวตั้งสองและ ความแตกต่างของกระดาษระหว่างด้านทั้งสอง

3.2 สมบัติเชิงกล (Mechanical properties) หมายถึง สมบัติที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของกระดาษ สมบัติเชิงกลที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่

• ความต้านแรงดึง (Tensile strength) คือ ความสามารถในการรับแรงดึงสูงสุดที่กระดาษทนได้ก่อนจะขาดออกจากกัน มีหน่วยเป็นแรงต่อความกว้างของชิ้นทดสอบ เช่น กิโลนิวตันต่อเมตร หรือปอนด์ต่อนิ้ว

• ความต้านแรงดันทะลุ (Burst strength) คือ ความสามารถของกระดาษที่ทนแรงดันได้สูงสุดเมื่อได้รับแรงกระทำในทิศทางตั้งฉากต่อผิวหน้ากระดาษ มีหน่วยเป็น กิโลพาสคาล (kPa) หรือกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

• ความต้านแรงฉีกขาด (Tear strength) คือ ความสามารถของกระดาษที่ต้านแรงซึ่งทำให้ชิ้นทดสอบหนึ่งชิ้นขาดออกจากรอยฉีกนำเดิม หน่วยที่วัดได้เป็น มิลลิวินตันต่อกรัม

• ความทนต่อการหักพับ (Folding endurance) คือ จำนวนที่กระดาษถูกพับไปมาจนกระทั่งชิ้นทดสอบขาดออกจากกันภายใต้แรงที่กำหนด หน่วยที่ใช้เป็น จำนวนครั้ง หรือ log10

• ความแกร่งหรือความทรงรูป (Stiffness) คือ ความสามารถของกระดาษที่ต้านทานแรงที่ทำให้กระดาษโค้งงอด้วยน้ำหนักกระดาษจากภายนอก หน่วยที่ใช้เป็น นิวตันเมตร หรือ นิวตัน

3.3 สมบัติเชิงแสง (Optical properties) เมื่อแสงตกกระทบกระดาษสิ่งที่เกิดขึ้นคือ การสะท้อน การกระเจิง การดูดกลืน ซึ่งปรากฏการณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ของแสงที่มีต่อวัตถุและการตอบสนองส่งผลต่อสมบัติเชิงแสงของกระดาษ เช่น

• ความมันวาว (Gloss) หมายถึง ลักษณะของผิวกระดาษที่สะท้อนแสง ณ มุมที่กำหนด โดยมุมสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบ สำหรับกระดาษนิยมใช้เชิงมุม 75 องศา กับเส้นปกติ

- ความขาวสว่างของกระดาษ (Brightness) สำหรับในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ หมายถึง ค่าสะท้อนแสงสีน้ำเงินที่ช่วงคลื่น 457 นาโนเมตรเท่านั้น

- ความทึบแสง (Opacity) สามารถวัดโดยเปรียบเทียบค่าการสะท้อนแสงสีเขียวที่ช่วงคลื่น 557 นาโนเมตร ระหว่างกระดาษหนึ่งแผ่นที่รองหลังด้วยพื้นสีดำสนิทกับกระดาษที่วางซ้อนกันหนาจนแสงไม่ทะลุผ่าน

นอกจากนี้สมบัติเชิงแสงของกระดาษ ยังรวมถึง ความขาว (Whiteness) และสี (Color) ด้วย [7-10]

การใช้ผ้าและเศษผ้าเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตกระดาษในภาวะขาดแคลนวัตถุดิบคือปอสา โดยความต้องการหาวัตถุดิบอื่นมาผสมเพื่อลดต้นทุนการผลิตกระดาษหัตถกรรมในระดับ OTOP และปัญหาเศษผ้าเหลือทิ้งจากสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มนั้น ผู้ประกอบการยังขาดองค์ความรู้ในด้านนี้อยู่มาก กลุ่มวัสดุธรรมชาติและเส้นใย กองวัสดุวิศวกรรม จึงได้ดำเนินการทำวิจัยนี้เพื่อพัฒนาสภาวะในการเตรียมน้ำเยื่อในการผลิตกระดาษจากเศษผ้า และการผลิตกระดาษหัตถกรรมจากเศษผ้า ในการตอบโจทย์ของผู้ประกอบการ และช่วยการพัฒนาอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ รวมถึงการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่และสร้างรายได้ให้กับชุมชนและประเทศชาติ

2. วิธีการวิจัย (Experimental methods)

2.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้

- เศษผ้าฝ้ายเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ
- เครื่องบดเยื่อ แบบ Valley beater
- เครื่องกระจายเยื่อ (Disintegrator)
- เครื่องขึ้นแผ่นกระดาษแบบอัตโนมัติ รุ่น TMI Space Saver model 300-0
- เครื่องทดสอบการอุ้มน้ำของเยื่อ (Freeness tester)
- เครื่องชั่ง (Analytical balance)
- เครื่องอัดแผ่นทดสอบมาตรฐาน
- อุปกรณ์ตัดชิ้นทดสอบกระดาษ
- เครื่องทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึงของกระดาษ

(Tensile tester)

- เครื่องทดสอบความหนาของกระดาษ (Thickness tester)
- เครื่องทดสอบความต้านแรงฉีกขาด (Tear tester)
- เครื่องทดสอบความต้านแรงดันทะลุ Type C (Burst tester)
- ตะแกรงขึ้นแผ่นแบบหัตถกรรม ขนาดมาตรฐาน
- กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
- ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 2,000 1,000 และ 500 มิลลิลิตร
- ถังน้ำขนาด 20 ลิตร และ 10 ลิตร
- เครื่องกวนสารละลายแบบใบพัด

2.2 วิธีการวิจัย

2.2.1 รวบรวมเศษผ้าฝ้ายจากอุตสาหกรรมผ้าต่าง ๆ ในประเทศ

2.2.2 การเตรียมน้ำเยื่อและสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำเยื่อ โดยมีขั้นตอนดังนี้

เตรียมน้ำเยื่อสำหรับผลิตกระดาษจากเศษผ้าฝ้ายในระดับห้องปฏิบัติการ โดยนำเศษผ้ามาตัดเป็นชิ้นขนาด 5 x 5 เซนติเมตร จากนั้น

- นำเศษผ้าฝ้ายไปหาความชื้นด้วยวิธีการอบ
- ชั่งเศษผ้าฝ้ายที่เตรียมไว้ 150 กรัมแห้ง
- นำไปบดด้วยเครื่องบดเยื่อ แบบ Valley beater ในน้ำ

23 ลิตร โดยทดลองใช้สภาวะในการบดเยื่อ 3 สภาวะ คือ 1) บดเยื่อโดยใช้เวลา 45 นาที โดยใส่ตุ้มน้ำหนัก 2) บดเยื่อโดยใช้เวลา 10 นาที และใส่ตุ้มน้ำหนักถ่วง 6 กิโลกรัม และ 3) บดเยื่อโดยใช้เวลา 20 นาที และใส่ตุ้มน้ำหนักถ่วง 6 กิโลกรัม

- ทำความสะอาดน้ำเยื่อจากเศษผ้าฝ้ายโดยใช้ Mesh screen ขนาด 200 mesh เพื่อคัดแยกสิ่งปลอมปนต่าง ๆ อีกรอบ
- ตีกระจายเยื่อเศษผ้าฝ้ายที่เวลา 15,000 รอบ ทำให้เส้นใยมีความเหมาะสมและกระจายตัวได้ดีขึ้นก่อนนำไปขึ้นแผ่น
- ได้น้ำเยื่อสำหรับเตรียมน้ำไปขึ้นแผ่น



รูปที่ 1 แสดงการบดเยื่อผ้าฝ้ายด้วยเครื่องบดเยื่อแบบ Valley beater

2.2.3 การขึ้นแผ่นกระดาษแบบอัตโนมัติในห้องปฏิบัติการ มีขั้นตอนดังนี้

ทดลองผลิตกระดาษจากน้ำเยื่อที่ได้เตรียมไว้ข้างต้น ข้อ 2.2.2 โดยการปรับความเข้มข้นของน้ำเยื่อให้เหมาะสม ก่อนนำมาขึ้นแผ่นด้วยเครื่องขึ้นแผ่นอัตโนมัติ และให้กระดาษที่เตรียมมีขนาดน้ำหนักมาตรฐาน 100 กรัมต่อตารางเมตร

- ตักน้ำเยื่อที่เตรียมไว้ ใส่ลงเครื่องขึ้นแผ่นแบบอัตโนมัติ
- นำแผ่นเยื่อที่ได้จากการขึ้นแผ่นไปประกบกับแผ่นเหล็กและกระดาษซับ อัดด้วยเครื่องอัดแผ่นมาตรฐาน

- นำไปตากในวงแหวน สำหรับตากตัวอย่างในสภาวะอุณหภูมิห้อง เพื่อไม่ให้กระดาษย่นเมื่อแห้ง

2.2.4 การทดสอบสมบัติต่าง ๆ ของกระดาษและเยื่อ

นำเยื่อที่ได้จากการผลิตน้ำเยื่อ ข้อ 2.2.2 ไปทดสอบสภาพการระบายน้ำ (Freeness) ตามมาตรฐาน TAPPI T227 และนำกระดาษที่ผลิตได้จากข้อ 2.2.3 ไปปรับสภาพ (Pre-conditioning) 1 วัน ที่สภาวะการทดสอบ : อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 ± 2 ก่อนนำไปทดสอบตามวิธีมาตรฐาน ISO (International Standard Organization) ดังนี้

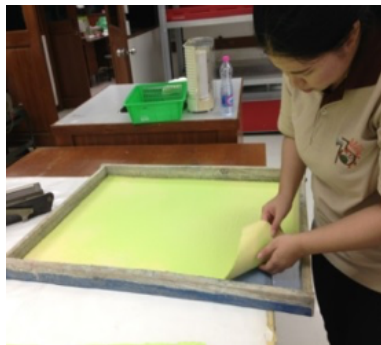
- ความหนาแน่นปรากฏ (Apparent density) ตามมาตรฐาน ISO 534
- ดัชนีความต้านแรงดึง (Tensile index) ตามมาตรฐาน ISO 1924-2
- ดัชนีความต้านแรงฉีกขาด (Tear index) ตามมาตรฐาน ISO 1974
- ดัชนีความต้านแรงดันทะลุ (Burst index) ตามมาตรฐาน ISO 2758



รูปที่ 2 แสดงแผ่นเยื่อจากเศษผ้าฝ้ายขณะขึ้นแผ่นและกระดาษจากเศษผ้าฝ้ายที่ขึ้นด้วยเครื่องขึ้นแผ่นกระดาษอัตโนมัติ

2.2.5 การขึ้นแผ่นกระดาษหัตถกรรมและลวดลายในห้องปฏิบัติการ

ทดลองผลิตกระดาษจากน้ำเยื่อจากเยื่อเศษผ้าฝ้ายล้วนที่ได้เตรียมไว้ข้างต้นด้วยวิธีขึ้นแผ่นแบบหัตถกรรม โดยปรับความเข้มข้นให้เหมาะสม ใช้มือเกลี่ยหรือตะเยื่อบนตะแกรงให้สม่ำเสมอ ก่อนจะยกตะแกรงขึ้นเพื่อระบายน้ำออก โดยขึ้นแผ่นขนาดน้ำหนักมาตรฐาน 100 กรัมต่อตารางเมตร ตากให้แห้ง



รูปที่ 3 แสดงการขึ้นแผ่นกระดาษจากเศษผ้าฝ้ายแบบหัตถกรรมและตกแต่งลวดลายในห้องปฏิบัติการ

2.2.6 ทดลองทำลวดลายบนกระดาษด้วยแรงดันน้ำและแม่พิมพ์ระดับ OTOP ที่หมู่บ้านต้นเปา อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ จากเยื่อเศษผ้าฝ้าย

- นำเยื่อจากเศษผ้าฝ้ายเตรียมไว้มาเทขึ้นแผ่นบนตะแกรง
- นำแม่พิมพ์พลาสติกมาวางประกบกับตะแกรงที่เติมน้ำเยื่อ กดให้แนบสนิท แล้วพลิกกลับด้าน นำด้านที่เป็นแม่พิมพ์วางลงกับตะแกรงเปล่าอีกแผ่น
- นำตะแกรงที่อยู่ด้านบนแผ่นเยื่อออก แล้วนำผ้าดิบวางแล้วนำตะแกรงเดิมทับไว้
- ฉีดน้ำไปตามตะแกรงให้ทั่ว ใช้แรงดันน้ำให้เยื่อไหลไปตามรูปแม่พิมพ์
- นำถ้วยขนาดเล็กกรีดไปตามตะแกรงให้ทั่ว เพื่อรีดน้ำและกดลวดลายให้คมชัดขึ้น
- นำตะแกรงและแม่พิมพ์ออก เหลือไว้แค่ด้านที่เป็นผ้าดิบประกบกับตะแกรงอีกด้านไว้ แล้วนำไปตากไว้ให้แห้ง



รูปที่ 4 แสดงการทำลวดลายบนกระดาษจากเศษผ้าฝ้ายด้วยเทคนิคแรงดันน้ำและแม่พิมพ์

3. ผลและวิจารณ์ (Results and discussion)

3.1 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำเยื่อสำหรับผลิตกระดาษจากเศษผ้าฝ้าย (จากวิธีการวิจัยข้อ 2.2.2)

โดยได้ทำการทดลอง 3 สภาวะ ได้แก่ 3.1.1 การทดลองเตรียมน้ำเยื่อ โดยใช้เวลาบด 45 นาที 3.1.2 การทดลองเตรียมน้ำเยื่อ โดยใช้เวลาบด 10 นาที แบบใส่ตุ้มน้ำหนักถ่วง 6 กิโลกรัม และ 3.1.3 การทดลองเตรียมน้ำเยื่อ โดยใช้เวลาบด 20 นาที แบบใส่ตุ้มน้ำหนักถ่วง 6 กิโลกรัม ที่บดด้วยเครื่องบดเยื่อแบบ Valley beater มีผลการทดลอง ดังนี้

3.1.1 การทดลองเตรียมน้ำเยื่อ โดยใช้เวลาบด 45 นาที ด้วยเครื่องบดเยื่อแบบ Valley beater

ทดลองโดยเตรียมน้ำเยื่อและการนำไปขึ้นแผ่น โดยชั่งเศษผ้าฝ้ายที่เตรียมไว้ 150 กรัมแห้ง นำไปบดโดยใช้เวลา 45 นาที แบบไม่ใส่ตุ้มน้ำหนัก ในน้ำ 23 ลิตร

ผลการทดลองพบว่า สภาวะการเตรียมน้ำเยื่อนี้ไม่เหมาะสมต่อการนำน้ำเยื่อไปขึ้นแผ่นเป็นกระดาษ หากนำไปขึ้นเป็นแผ่นกระดาษจะได้แผ่นกระดาษที่ไม่สม่ำเสมอ มีเศษชิ้นผ้าฝ้ายกระจุเป็นก้อนและบางส่วนขาดเป็นรู เนื่องจากน้ำเยื่อที่ได้ยังมีเศษผ้าฝ้ายแตกตัวเป็นเส้นใยเพียงบางส่วน โดยรวมแตกตัวเป็นกระจุกเส้นใย มีส่วนที่ยังคงเป็นเศษชิ้นผ้าฝ้ายปะปนอยู่บ้าง

3.1.2 การทดลองเตรียมน้ำเยื่อ โดยใช้เวลาบด 10 นาที แบบใส่ตุ้มน้ำหนักถ่วง 6 กิโลกรัม ด้วยเครื่องบดเยื่อแบบ Valley beater

ทดลองการเตรียมน้ำเยื่อและการนำไปขึ้นแผ่น โดยชั่งเศษผ้าฝ้ายที่เตรียมไว้ 150 กรัมแห้ง นำไปบดโดยใช้เวลา 10 นาที แบบใส่ตุ้มน้ำหนักถ่วง 6 กิโลกรัม ในน้ำ 23 ลิตร

ผลการทดลองพบว่า สภาวะการเตรียมน้ำเยื่อนี้ไม่เหมาะสมต่อการนำน้ำเยื่อไปขึ้นแผ่นเป็นกระดาษ หากนำไปขึ้นแผ่นกระดาษจะมีการฟอร์มตัวไม่สม่ำเสมอ ขอบของแผ่นกระดาษจะบางกว่าตรงกลางกระดาษ เนื่องจากเส้นใยที่ยังไม่แตกตัวจากการบดมีการจับตัวกันเป็นกระจุก ส่งผลให้สภาพการระบายน้ำเร็วเกินไป เส้นใยกระจายตัวไม่ค่อยดีในขณะที่ทำการขึ้นแผ่น การบดแบบใส่ตุ้มน้ำหนักถ่วง 6 กิโลกรัม ขณะทำการบดนั้นช่วยลดเวลาให้เส้นใยจากเศษผ้าฝ้ายแตกตัวได้ดีขึ้น

3.1.3 การทดลองเตรียมน้ำเยื่อ โดยใช้เวลาบด 20 นาที แบบใส่ตุ้มน้ำหนักถ่วง 6 กิโลกรัม ด้วยเครื่องบดเยื่อแบบ Valley beater การทดลองการเตรียมน้ำเยื่อ โดยซึ่งเศษผ้าฝ้ายที่เตรียมไว้ 150 กรัมแห้ง นำไปบดโดยใช้เวลา 20 นาที แบบใส่ตุ้มน้ำหนักถ่วง 6 กิโลกรัม ในน้ำ 23 ลิตร และนำน้ำเยื่อไปขึ้นแผ่นด้วยเครื่องขึ้นแผ่นอัตโนมัติ

ผลการทดลองพบว่า สภาวะการเตรียมน้ำเยื่อนี้เหมาะแก่การนำไปผลิตกระดาษ เนื่องจากการเพิ่มระยะเวลาในบดเป็น 20 นาที แบบใส่ตุ้มน้ำหนักถ่วง 6 กิโลกรัม ทำให้เส้นใยแตกตัวจากกันได้อย่างอิสระ มีการกระจายตัวได้ดี ให้สภาพการระบายน้ำที่เหมาะสม เมื่อนำไปขึ้นแผ่นกระดาษได้กระดาษที่มีความสม่ำเสมอของเส้นใยทั่วทั้งแผ่น ผิวเรียบ และเมื่อนำไปทดสอบตามมาตรฐานสากล ISO ได้สมบัติของกระดาษ ดังต่อไปนี้ ความหนาแน่นปรากฏ (Apparent density) 5.90 g/cm³ ดัชนีความต้านแรงดึง (Tensile index) 0.027 Nm/g ดัชนีความต้านแรงฉีกขาด (Tear index) 8.74 mNm²/g และดัชนีความต้านแรงดันทะลุ (Burst index) 1.60 kPam²/g

การทดลองเตรียมน้ำเยื่อ โดยใช้เวลาบด 20 นาที แบบใส่ตุ้มน้ำหนักถ่วง 6 กิโลกรัม ด้วยเครื่องบดเยื่อแบบ Valley beater โดยนำน้ำเยื่อไปขึ้นแผ่นแบบหัตถกรรมในห้องปฏิบัติการ

ผลการทดลองพบว่า สามารถนำมาขึ้นแผ่นแบบหัตถกรรมได้ เส้นใยกระจายตัวได้ดี เมื่อยกตะแกรงขึ้นสภาพการระบายน้ำดี เมื่อแห้งสามารถแกะลอกออกจากตะแกรงได้ง่าย

เมื่อนำผลการทดสอบสมบัติจากเศษผ้าฝ้ายเปรียบเทียบกับสมบัติกระดาษเศษชีผ้าฝ้าย เศษผ้ายีนส์ และสา ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบสมบัติของกระดาษเศษผ้าฝ้ายจากสภาวะน้ำเยื่อที่เหมาะสม เศษผ้ายีนส์ และกระดาษสา ที่ขึ้นแผ่นด้วยเครื่องขึ้นแผ่นอัตโนมัติ

สมบัติต่าง ๆ ของกระดาษ	เศษผ้าฝ้าย	เศษชีผ้าฝ้าย	เศษผ้ายีนส์	สา (ไม่ฟอก)
ความหนาแน่นปรากฏ (Apparent density), g/cm ³	5.90	5.34	5.45	3.09
ดัชนีความต้านแรงดึง (Tensile index), Nm/g	0.027	0.019	0.037	47.06
ดัชนีความต้านแรงฉีกขาด (Tear index), mNm ² /g	8.74	19.00	15.00	13.87
ดัชนีความต้านแรงดันทะลุ (Burst index), kPam ² /g	1.60	1.05	2.75	5.61
สภาพการระบายน้ำของเยื่อ (Freeness), ml	252	420	241	384

ผลการเปรียบเทียบความหนาแน่นปรากฏพบว่า กระดาษจากวัสดุที่ได้จากอุตสาหกรรมสิ่งทอ คือ กระดาษจากเศษผ้าฝ้าย กระดาษจากชีผ้าฝ้าย และกระดาษเศษผ้ายีนส์ มีความหนาแน่นปรากฏมากกว่ากระดาษสา เนื่องจากมีขนาดเส้นใยที่มีขนาดสั้นกว่าสามารถเติมเต็มช่องว่างระหว่างเส้นใยกระดาษทำให้กระดาษมีปริมาณเส้นใยที่หนาแน่นกว่า ทำให้มีน้ำหนักต่อความหนาที่มากกว่ากระดาษสา

ผลการเปรียบเทียบสมบัติด้านความแข็งแรงพบว่า กระดาษจากเศษผ้าฝ้าย กระดาษจากชีผ้าฝ้าย และกระดาษเศษผ้ายีนส์ มีสมบัติด้านความแข็งแรงน้อยกว่ากระดาษสา เนื่องจากเยื่อปอสาเป็นเส้นใยที่ผลิตมาจากเปลือกด้านในของต้นปอสา โดยการทุบและลอกเปลือกออก นำมาต้มด้วยด่าง เยื่อปอสาที่ได้ถือเป็นเยื่อปฐมภูมิ ที่ยังคงความยาวเส้นใยไว้ค่อนข้างสมบูรณ์ เส้นใยยังไม่ถูกทำลายมาก จากกระบวนการผลิต สำหรับเยื่อจากเศษผ้าฝ้ายนั้นเป็นเส้นใยแบบทุติยภูมิ หรือเรียกได้ว่าเป็นเยื่อที่ถูกเวียนนำมาใช้ (Recycle) เส้นใยจากเศษผ้าฝ้ายผ่านกระบวนการผลิตสิ่งทอ ที่ถูกแรงกลในการทักทอ การอัด และการตัด ผ่านกระบวนการทางเคมีที่ใช้สารเคมีในการต้ม การฟอก และการย้อม รวมถึงผ่านกระบวนการอบ การรีดที่ต้องใช้ความร้อนสูง เมื่อนำเศษผ้าฝ้ายมาผลิตเป็นเยื่อต้องผ่านการบด เพื่อให้เศษผ้าฝ้ายแตกตัวเป็นเส้นใย กระบวนการเหล่านี้มีผลต่อสมบัติของเส้นใยที่ถูกเวียนนำมาใช้ ทำให้เส้นใยถูกทำลาย ขาด มีขนาดเล็กและสั้นลงจากเดิม เส้นใยที่ผ่านความร้อนสูงนั้นทำให้สมบัติในการดูดน้ำกลับและการคืนตัวหรือการพองตัวของเส้นใยในขณะที่ถูกน้ำลดลง สืบจากการย้อมที่เคลือบอยู่กับเส้นใยขบวนการจับตัวของพันธะไฮโดรเจนระหว่างเส้นใย เป็นสาเหตุที่ทำให้กระดาษที่ทำมาจากเยื่อทุติยภูมิ มีสมบัติด้านความแข็งแรงน้อยกว่าเยื่อที่ผลิตมาจากเส้นใยปฐมภูมิ เนื่องด้วยความยาวของเส้นใยและประสิทธิภาพในการจับกันระหว่างเส้นใยขณะเปียกและแห้งมีผลต่อสมบัติด้านความแข็งแรงของกระดาษนั่นเอง

3.1.4 การทดลองผลิตกระดาษจากเศษผ้าฝ้ายและทำลวดลาย ระดับ OTOP ที่หมู่บ้านต้นเปา อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อ 17-18 มกราคม 2560 โดยทดลองผลิตกระดาษจากเศษผ้าฝ้าย และตกแต่งลวดลายด้วยเทคนิคแรงดันน้ำ (จากวิธีการวิจัยข้อ 2.2.6)

การทดลองโดยนำเยื่อที่เตรียมจากห้องปฏิบัติการ ในสภาวะใช้เวลาบด 20 นาที แบบใส่ตุ้มน้ำหนักถ่วง 6 กิโลกรัม ด้วยเครื่องบดเยื่อแบบ Valley beater ให้ผู้ประกอบการทดลองผลิตกระดาษจากเศษผ้าและทำลวดลาย ระดับ OTOP

ผลการทดลองพบว่า ความพึงพอใจของผู้ประกอบการที่มีต่อเยื่อจากเศษผ้าฝ้าย มีดังนี้

เยื่อจากเศษผ้าฝ้าย ผู้ประกอบการมีความพอใจในเยื่อที่เตรียมไปทดลองผลิตในครั้งนี้ และมีความสนใจที่จะรับเทคโนโลยีนี้ไปใช้ เนื่องจากเยื่อจากเศษผ้าฝ้าย มีเส้นใยที่สั้น จึงทำให้การขึ้นลวดลายด้วยแรงดันน้ำมีความคมชัด และไม่ขาดเป็นช่องโหว่ขณะโดนแรงดันน้ำเมื่อฉีด เปรียบเทียบกับเยื่อปอสาที่ผู้ประกอบการได้ผลิตอยู่แล้วในการขึ้นลวดลายด้วยแรงดันน้ำนั้นจะมีส่วนที่บางและขาดทะลุเมื่อถูกแรงดันน้ำได้ง่าย ในการฉีดน้ำจึงต้องใช้ความชำนาญต้องระมัดระวังขณะฉีดน้ำเป็นอย่างมาก และลวดลายที่ได้ไม่ค่อยคมชัด นอกจากนี้เยื่อจากเศษผ้าฝ้ายสามารถนำไปผลิตกระดาษหัตถกรรมที่มีสีล้นสวยงามจากสีของเศษผ้าฝ้ายโดยไม่ต้องนำไปฟอกและย้อมสี ทำให้ไม่มีต้นทุนสารเคมีและสีย้อมเพิ่ม

เมื่อผู้ประกอบการทดลองนำเยื่อจากเศษผ้าฝ้ายไปตีกระดาษรวมกับเยื่อปอสาแล้ว เยื่อจากเศษผ้าฝ้ายสามารถเข้ากันได้ดี ไม่แปลกแยกจากกัน ผู้ประกอบการให้ความเห็นว่าเยื่อจากเศษผ้าฝ้ายมีลักษณะใกล้เคียงกับเยื่อสนที่ผู้ประกอบการนำมาใช้ผสมเยื่อปอสาจากต่างประเทศ หากนำเยื่อเศษผ้าฝ้ายมาใช้ทดแทนจะสามารถลดต้นทุนในการผลิตลงไปมาก



รูปที่ 5 แสดงกระดาษจากเศษผ้าฝ้ายที่ตกแต่งลวดลายด้วยวิธีแรงดันน้ำ

กระดาษหัตถกรรมเป็นอัตลักษณ์ของแต่ละพื้นที่ แต่พื้นที่ที่มีการนำเยื่อชนิดต่าง ๆ มาผลิตเป็นกระดาษหัตถกรรม โดยใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น เช่น ปอสา ข้าวโพด ไม้ ฟางข้าว กระจุ๊ด ใบสับปะรด ต้นกก ต้นกล้วย หรือกระดาษรีไซเคิลจากกล่องนม กล่องลังและกระดาษหนังสือพิมพ์ ฯลฯ กระดาษที่ทำมาจากเยื่อแต่ละประเภทนั้นจะมีความสวยงาม ลวดลาย สี ผิวสัมผัสที่เฉพาะของเยื่อแต่ละชนิด นิยมนำกระดาษหัตถกรรมไปใช้ในงานศิลปะ ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับเป็นของขวัญของฝาก ใช้ห่อของ และใช้ประดับตกแต่ง เป็นต้น เนื่องจากการผลิตกระดาษหัตถกรรมนั้นต้องอาศัยความชำนาญและเทคนิคของแต่ละบุคคล และแต่ละพื้นที่มีสูตรการผลิตที่สืบทอดกันมาทำให้ได้คุณภาพแตกต่างกันไป เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ชุมชนเป็นที่เชื่อถือ มีคุณภาพและมาตรฐานเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จึงได้มีข้อกำหนดด้านคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สำหรับกระดาษหัตถกรรม ได้แก่ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกระดาษสา และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกระดาษเส้นใยพืช โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกระดาษสา มีข้อกำหนดคุณลักษณะที่ต้องการ และเกณฑ์ตัดสิน ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะทั่วไป ต้องมีลักษณะเป็นแผ่น มีความเหนียวนุ่ม ไม่ขาดง่าย มีความหนาบาง ความหยาบ และความละเอียดสม่ำเสมอ ไม่มีรอยฉีกขาด ไม่มีสิ่งปนเปื้อนหรือตำหนิ และไม่มีราปรากฏให้เห็นอย่างเด่นชัดตลอดชิ้นงาน
2. ลวดลาย (ถ้ามี) ต้องมีความประณีต วัสดุที่นำมาตกแต่งให้เป็นลวดลายต้องเหมาะสม สะอาด ไม่มีสิ่งสกปรกไม่เปรอะเปื้อน
3. สี (ถ้ามี) ต้องสม่ำเสมอ ไม่เลอะเทอะ ไม่ซีดจาง หรือหลุดลอก ยกเว้นการย้อมด้วยเทคนิคใหม่ เกณฑ์การตัดสิน คือ ตัวอย่างกระดาษสาต้องมีคุณลักษณะตามข้อ 1 ข้อ 2 ข้อ 3 จึงถือว่ากระดาษสาชิ้นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน [11]



รูปที่ 6 แสดงการนำกระดาษจากผ้าฝ้ายมาใช้ประดิษฐ์เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

กระดาษหัตถกรรมจากเศษผ้าฝ้ายที่ผลิตได้จากการทดลอง ขึ้นแผ่นที่หมู่บ้านต้นเปา อำเภอสีกันกาแพง จังหวัดเชียงใหม่ ได้แผ่นกระดาษที่มีเส้นใยกระจายตัวสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น ไม่ฉีกขาดง่าย ทนต่อการหักพับ สีไม่ซีดจาง ไม่หลุดลอก มีสมบัติด้านความแข็งแรงในระดับที่สามารถนำไปใช้ในการผลิตหรือประดิษฐ์เป็นผลิตภัณฑ์กระดาษหัตถกรรมจากเศษผ้าฝ้ายได้ หากผู้ประกอบการนำเทคโนโลยีการผลิตกระดาษจากเศษผ้าฝ้ายนี้ไปผลิตพัฒนาปรับปรุงสูตร และควบคุมคุณภาพให้เป็นตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ก็จะสามารถผลิตกระดาษหัตถกรรมจากเศษผ้าฝ้ายให้ได้คุณภาพเทียบเคียงกับกระดาษสาได้

4. สรุป (Conclusions)

การผลิตกระดาษจากเศษผ้าฝ้ายสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำเยื่อและการนำไปขึ้นแผ่นด้วยเครื่องขึ้นแผ่นอัตโนมัติคือ สภาวะการบดเศษผ้าฝ้ายใช้เวลา 20 นาที แบบใส่ค้อนน้ำหนักถ่วง 6 กิโลกรัม ด้วยเครื่องบดเยื่อแบบ Valley beater เยื่อกระดาษจากเศษผ้าฝ้ายมีการกระจายตัวเส้นใยได้ดีขณะขึ้นแผ่น จึงไม่จำเป็นต้องใส่สารช่วยกระจายเส้นใย และสภาวะการเตรียมน้ำเยื่อนี้ยังเหมาะสำหรับการนำไปขึ้นแผ่นด้วยเครื่องขึ้นแบบอัตโนมัติ การขึ้นแผ่นแบบหัตถกรรม และการนำไปตกแต่งลดลวดลายด้วยเทคนิคแรงดันน้ำ ซึ่งเยื่อและกระดาษที่ผลิตได้มีสมบัติกระดาษและคุณภาพดีตามที่ผู้ประกอบการต้องการ เหมาะสำหรับนำไปใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ในงานหัตถกรรมและจำหน่ายต่อ

5. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้บังคับบัญชาและเจ้าหน้าที่กลุ่มงานวัสดุธรรมชาติและเส้นใยทุกท่านที่ช่วยสนับสนุนการทำโครงการวิจัยนี้ ขอขอบคุณฟาร์มกระดาษสา อำเภอสีกันปาดอง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ อุปกรณ์ขึ้นแผ่นกระดาษหัตถกรรม และอุปกรณ์สำหรับการตกแต่งลดลวดลายด้วยแรงดันน้ำ

6. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] บุญวงศ์ ไทยอุตสาห์. *ปอสา : วัตถุประสงค์หลักของอุตสาหกรรมกระดาษ* [ออนไลน์]. 2545. [อ้างถึงวันที่ 23 พฤษภาคม 2562]. เข้าถึงจาก: http://posaa.kapi.ku.ac.th/Document/PDF/ISBN1521/1521_03.pdf

[2] *ข้อมูลเศรษฐกิจพื้นฐาน* [ออนไลน์]. [อ้างถึงวันที่ 17 พฤษภาคม 2561]. เข้าถึงจาก: http://cm.nesdb.go.th/cluster_baseinfo.asp?ClusterID=C0066

[3] *Old clothes turned into paper* [ออนไลน์]. 2558. [อ้างถึงวันที่ 26 พฤษภาคม 2558]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.deseretnews.com/article/590039536/Old-clothes-turned-into-paper.html?pg=all>

[4] สำนักส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. *แผนปฏิบัติการส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมรายสาขาอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม* [ออนไลน์]. [อ้างถึงวันที่ 14 พฤศจิกายน 2561]. เข้าถึงจาก: <http://www.oic.go.th/FILE/WE/CABINFOCENTER2/DRAWER039/GENERAL/DATA0000/0000002>

[5] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. *สรุปภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมไตรมาสที่ 1 ปี 2558 (มกราคม - มีนาคม 2558) (อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม)* [ออนไลน์]. 2558. [อ้างถึงวันที่ 26 พฤษภาคม 2558]. เข้าถึงจาก: <http://www.ryt9.com/s/oie/2168495>

[6] ดร.รชนี พัทธวราร. *เทคโนโลยีสิ่งทอ*. (เอกสารการสอน) [ออนไลน์]. 2559. [อ้างถึงวันที่ 23 พฤษภาคม 2562]. เข้าถึงจาก: <http://www.inc.science.cmu.ac.th/thai/upload/article/file/12-11-05-37a74.pdf>

[7] GULLICHSEN, J. and H. PAULAPURO. *Papermaking Science and Technology : Chemical Pulping*. USA : Tappi Press, 2000.

[8] สมพร ชัยอารีย์กิจ. *การผลิตกระดาษและสมบัติของกระดาษ*. (เอกสารประกอบการเรียน). กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีเยื่อและกระดาษ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.

[9] รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์. *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกระดาษ*. (เอกสารเผยแพร่). กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2539.

[10] ประภาภรณ์ เครือจิว. *ปัญหาหนักอกของผู้ผลิตกระดาษเสียด้าน SME : วัตถุประสงค์-ต้นทุนขยับ ปัญหาหนักอกของผู้ผลิตกระดาษสา* [ออนไลน์]. 2556. [อ้างถึงวันที่ 30 พฤษภาคม 2558]. เข้าถึงจาก: <http://www.komchadluek.net/detail/20130606/160246/ปัญหาหนักอกของผู้ผลิตกระดาษสา.html>

[11] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. *มผช. 41/2546. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกระดาษสา*. 3. 2546.