http://journal.rmutp.ac.th/

ศึกษาสมบัติทางกายภาพของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่องานหัตถอุตสาหกรรม ชุมชนบ้านถ้ำเสือ จังหวัดเพชรบุรี

สุรภา วงศ์สุวรรณ* เกรียงศักดิ์ เขียวมั่ง และ มิยอง ซอ

สาขาทัศนศิลป์และการออกแบบ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
เลขที่ 169 ถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี 20131

รับบทความ 2 กุมภาพันธ์ 2563 แก้ไขบทความ 14 พฤษภาคม 2563 ตอบรับบทความ 25 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของงานหัตถอุตสาหกรรม สมบัติของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในพื้นที่ชุมชน และเพื่อทดลองวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หาสมบัติทางกายภาพ และกระบวนการผลิตงานหัตถอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนบ้านถ้ำเสือ จังหวัดเพชรบุรี จากข้อมูลปฐมภูมิที่ศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ของชุมชนกับบริบทของงานหัตถอุตสาหกรรม คือวัฒนธรรมภูมิปัญญาทางเกษตรที่มีการสืบทอดจากรุ่นสู่รุ่น และจากการเก็บข้อมูลการวิจัยแบบมีส่วนร่วม ผลที่ได้คือเศษวัสดุเหลือใช้จากพืชเศรษฐกิจในชุมชน ด้วยเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมีสมบัติของเยื่อทำเป็นกระดาษหรือขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ โดยให้กาบกล้วย = A ให้ใบไผ่ = B และให้ใบสับปะรด = C ใช้สูตรการหาปริมาณตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend Diagram) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ร้อยละ 10-15 ของน้ำหนักแห้งต้มเยื่อ ผลที่ได้จากการทดลองจะแสดงสมบัติทางกายภาพในการเกิดวัสดุใหม่ ผลสรุปดังนี้ 1) ใช้ตัวอย่างแบบบาง (a) ตามมาตรฐานอ้างอิงมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกระดาษเส้นใยพืชขนาด 45x85 เซนติเมตร ตามเลขหมายปฏิบัติการดังนี้ 1.1) น้ำหนักมาตรฐานทุกสูตรการทดลองโดยเฉลี่ยเท่ากับ 220 กรัม/ตารางเมตร 1.2) ความต้านทานแรงฉีกขาดแข็งแรงมากที่สุดคือสูตร 3(10a) มีค่า 1,962 มิลลินิวตัน ลำดับสองคือสูตร 1(8a) ค่าอยู่ที่ 1,907 มิลลินิวตัน และลำดับสามคือสูตร 6(13a) ค่าอยู่ที่ 1,467 มิลลินิวตัน และ 1.3) ความชื้นของกระดาษพบว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ คือระดับร้อยละที่ ±10 ซึ่งมีความสมบูรณ์สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์หรือบรรจุภัณฑ์ได้ตามคุณสมบัติของการใช้งาน 2) ผลสรุปสมบัติทางกายภาพหาความเหมาะสมของการขึ้นรูปและการทดลองการใช้กระดาษจากเส้นใยพืช พบว่า ลักษณะของสีมีความแตกต่างกัน การให้สีสันโทนน้ำตาลเทา สีสไตล์โทน และการเกิดลวดลายเหมาะสมกับกระบวนการผลิตงานพิมพ์แบบพิมพ์สกรีน หรือวิธีการใช้ตรายางขนาดใหญ่ และสามารถขึ้นรูปด้วยมือและเครื่องอัดความร้อนกึ่งอัตโนมัติที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 70 วินาทีต่อชิ้น มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปต่อยอดเพื่อสร้างสรรค์งานหัตถอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนได้

คำสำคัญ : สมบัติทางกายภาพ; วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร; หัตถอุตสาหกรรม; ชุมชนบ้านถ้ำเสือ

** ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +669 4292 9545, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: 59810061@go.buu.ac.th*

http://journal.rmutp.ac.th/

Study the Physical Properties of Agricultural Waste for Industries Handicrafts Product, Bantumsua Community Phetchaburi Province

Surapa Wongsuwan* Kriangsak Khiaomang and Miyung Seo

Department of Visual art and Design, Faculty of Fine and Applied Arts, Burapha University
169 Long Had Bangsaen Rd., Saen Suk, Chon Buri District, Chon Buri 20131

Received 2 February 2020 Revised 14 May 2020; Accepted 25 June 2020

Abstract

This research 1) to study and analyze the relationship between the context of industrial handicrafts, properties of agricultural waste in community areas and 2) to agricultural waste to find physical properties and the industrial handicrafts for Bantumsua community, Phetchaburi province. From primary data it was found the relationship of the community with the context of industrial crafts is a culture of agricultural wisdom from the collection of participatory research data. Found method and test the properties of paper pulp from agricultural waste where banana leaves = A, bamboo leaves = B and pineapple leaves = C. Use the formula for quantifying the triangular grid the Trixie Blend Diagram to uses caustic sodium hydroxide 10-15% of dry weight. There are 7 test items, 1 formula thin and thickness (a) according to the experimental standard, referring to the community product standards, plant fiber paper. For testing as follows: 1) standard average weight from the test of paper size 45x85 cm operation number list of the experimental formula test section 1.1) standard weight the overall average is equal to 220 grams/sqm., 1.2) part 2 tear strength which is strong = 3(10a) at 1,962 mN, the second strength = 1(8a) at 1,907 mN and third = 6(13a) at 1,467 mN. 1.3) Part 3 the overall moisture content of the paper the experiment found the humidity level is within the normal level at ± 10%, which is complete and can be developed into a products or package. 2) Summary of physical properties the color characteristics of the paper according to provide color tones gray-brown and different beautiful suitable for the screen-printing and using large size rubber stamp. Process forming can produce use by semi-automatic heat setting at 140˚C at time of 70 seconds per piece is suitable for further expansion to create industrial handicrafts for the community.

Keywords: Physical Property; Agricultural Waste; Industrial Handicrafts; Bantumsua Community

*** Corresponding Author. Tel.: +669 4292 9545, E-mail Address: 59810061@go.buu.ac.th***

1. บทนำ

จังหวัดเพชรบุรี หรือ “เมืองพริบพรี” ยังคงมีประเด็นที่ยังต้องมีการพัฒนา เพื่อเพิ่มศักยภาพของจังหวัดร่วมกับทุกภาคส่วน โดยมุ่งเน้นการส่งเสริมการผลิตสินค้าทางการเกษตร ส่งเสริมด้านการตลาดที่สามารถต่อยอด และแปรรูปสินค้าสร้างสรรค์และเพิ่มมูลค่าของผลผลิต รวมไปถึงการพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น เน้นส่งเสริมการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศแหล่งวัฒนธรรม เพื่อสร้างสรรค์กิจกรรมการท่องเที่ยวด้วยทรัพยากร ทางธรรมชาติที่มีทุนทรัพยากรพื้นฐานสามารถนำมาแปรรูปและถ่ายทอดความคิดสร้างสรรค์สู่งานออกแบบได้ ชุมชนบ้านถ้ำเสือ อำเภอแก่งกระจาน มีพื้นที่ใช้ทำการเกษตรที่สำคัญตามลำดับคือ 1) สับปะรด 24,681 ไร่ 2) มะนาว 12,986 ไร่ และ 3) กล้วยน้ำว้า 9,041 ไร่ [1] ซึ่งจากสถิติดังกล่าว การทำการเกษตรในพื้นที่โดยรวมมีจำนวนมาก และแต่ละครัวเรือนที่ทำการเกษตรต้องมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละวันมาพอสมควร ตามวัฏจักรของการเก็บเกี่ยว เมื่อเก็บผลผลิตแล้วลำต้นในพื้นที่การเกษตรต้องมีการตัดทิ้ง เพื่อปลูกไม้ผลใหม่จากสิ่งที่ตัดทิ้ง จึงกลายเป็นเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ชาวเกษตรกรมองข้ามคุณประโยชน์ การปลูกกล้วยในพื้นที่ของชุมชนบ้านถ้ำเสือก็เช่นกัน ผู้นำชุมชนกล่าวว่าทุกบ้านปลูกกล้วย “ต้นกล้วยมีความเหนียวด้วยคุณสมบัติที่เป็นเส้นใยนำไปแช่น้ำ ก็สามารถทำอะไรได้หลาย ๆ อย่าง และชาวบ้านเองก็จะได้เห็นประโยชน์และคุณค่าของต้นกล้วยมากขึ้น แทนที่จะมองแค่เป็นอินทรียวัตถุเพียงอย่างเดียว ปัจจุบันจำนวนของเศษวัสดุเหลือใช้จากการปลูกกล้วยมีจำนวนเพิ่มขึ้น ถ้ามีกระบวนหรือนวัตกรรมที่สามารถแปรรูปเป็นวัสดุ หรือสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นที่สามารถทำได้จริง เช่น 1) เส้นใยที่สามารถทำจักสานได้ 2) แปรรูปเป็นเยื่อกระดาษสร้างบรรจุ-ภัณฑ์ สำหรับชุมชนหรือผลิตขาย และ 3) อื่น ๆ จะทำให้ชาวบ้านเห็นคุณค่ามันมากขึ้น อีกอย่างต้นกล้วยมีทุกบ้านง่ายต่อการหาเพื่อเป็นวัตถุดิบ” [2]

ดังนั้นแหล่งวัฒนธรรม ภูมิปัญญาทางการเกษตรเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถพัฒนาศักยภาพของชุมชนให้แข็งแรงได้ พืชผลหลังจากการเก็บเกี่ยวจึงเป็นตัวแปรของพืชเศรษฐกิจในชุมชนก่อให้เกิดเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มากพอ สำหรับการต่อยอดสร้างสรรค์ให้เป็นงานศิลปะและงานหัตถกรรมภายในครัวเรือนเพื่อสร้างรายได้เสริมสำหรับชุมชนได้ หลักการในการสร้างสรรค์งานศิลปะเพื่อการออกแบบหัตถ-อุตสาหกรรม สู่การบูรณาการกับหลักการทางทฤษฎีและการปฏิบัติ ผลลัพธ์ที่ได้คือภาพรวมขององค์ความรู้ใหม่ พร้อมต้นแบบงานสร้างสรรค์ที่เป็นแนวทางในการพัฒนาชุมชน การสร้างอาชีพให้เกิดรายได้เสริมสู่ครัวเรือนให้เกิดขึ้นในเชิงพาณิชย์เพิ่มมากขึ้น โดยมีศาสตร์หลายศาสตร์เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนามุ่งไปสู่การพัฒนา Thailand 4.0 ในกลุ่มที่ 5 ว่าด้วยเรื่องอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ วัฒนธรรม และบริการที่มีมูลค่าเพิ่มสูง (Creative, Culture & High Value Service) เป็นอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ในด้านมรดกทางวัฒนธรรม งานฝีมือ และศิลปะ ที่นำไปสู่กลุ่มที่เรียกตัวเองว่า “กลุ่มค้าใหม่” [3] รวมทั้งการใช้หลักการตลาด เทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องมากขึ้น การเชื่อมโยงปัญหากับงานหัตถอุตสาหกรรม ด้วยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อมที่เป็นวิถีเฉพาะของชุมชน แสดงความคิดเห็นใหม่ด้วยระบบนิเวศ ที่นำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาสร้างสรรค์เป็นงานออกแบบโดยใช้วัฒนธรรม ภูมิปัญญาชาวบ้าน วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในบริบทของงานหัตถ-อุตสาหกรรม [4] ที่มีพืชเศรษฐกิจของชุมชนบ้านถ้ำเสือจำนวนมาก รวมกับสมบัติที่เป็นประโยชน์ในการสร้างสรรค์ได้อย่างชัดเจน คือ 1) สับปะรด 2) กล้วย [5] และ 3) ไผ่ ซึ่งผู้วิจัยสำรวจในพื้นที่ชุนชนบ้านถ้ำเสือพบว่ามีไผ่เป็นจำนวนมาก อีกทั้งยังเป็นพืชเศรษฐกิจ

เป็นไม้โตเร็ว โดยนายอลงกรณ์ พลบุตร บรรยายพิเศษ “เศรษฐกิจไทยบนฐานไม้เศรษฐกิจ” ในงานวันไม้เศรษฐกิจไทย 2561 [6] กล่าวว่า “ไผ่ เป็นพืชเศรษฐกิจลำดับที่สองรองจากยางพาราที่ทางรัฐบาลจะใช้เป็นยุทธศาสตร์ของชาติในการพัฒนาประเทศ และเป็นไม้เศรษฐกิจนำร่องในการรณรงค์ให้มีการปลูกให้เพิ่มมากขึ้น จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะส่งเสริมและต่อยอดความรู้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด” ดังนั้น 3 วัสดุหลักจึงเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของชุมชน ที่จะสามารถนำมาพัฒนาต่อยอดให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมถึงการใช้กรรมวิธีในการผลิตแปรรูปให้เป็นวัสดุร่วมสมัย ด้วยกรรมวิธีการผลิตวัสดุทางอุตสาหกรรมให้สอดคล้องกับบริบทของสังคมในปัจจุบัน ควบคู่กันไปกับพัฒนาสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์สำหรับชุมชนต่อไปได้ องค์ความรู้ที่ได้จะสร้างความสัมพันธ์ให้กับกลุ่มจังหวัด ชุมชนต่าง ๆ เป็นเสมือนเครือข่ายที่ต้องมีความเกี่ยวข้องกัน การขับเคลื่อนด้วยยุทธศาสตร์ใหม่ให้เจริญเติบโต พร้อมกับการพัฒนาสู่งานหัตถอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืนสู่ชุมชนในรูปแบบที่ชุมชนมีส่วนร่วม โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของงานหัตถอุตสาหกรรม สมบัติของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในพื้นที่ชุมชนบ้านถ้ำเสือ อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี 2) เพื่อทดลองวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หาสมบัติทางกายภาพ และกระบวนการผลิตงานหัตถอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนบ้านถ้ำเสือ อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี

2. ระเบียบวิธีวิจัย

1. ผู้วิจัยได้ดำเนินการค้นคว้าดังต่อไปนี้

• การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง และการวิจัยเชิงปฏิบัติแบบมีส่วนร่วม [7]

2. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยใช้แบบสอบถาม แบบสอบถามแบบปลายเปิด การสังเกต และการสัมภาษณ์เชิงลึก

3. การเก็บข้อมูล

• ศึกษาวัสดุทางการเกษตรที่เหลือใช้ท้องถิ่น เส้นใย และส่วนผสมที่เกี่ยวข้อง ในการอัดพิมพ์ขึ้นรูปเพื่อสร้างสรรค์งานหัตถอุตสาหกรรม

• ผลที่ได้จากการศึกษาภาคเอกสาร การศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาถ่ายทอดการสร้างองค์ความรู้

• ผลการทอดลองของชุมชน และนักศึกษาในการเรียนรู้ผลของการวิจัย ที่ได้จากการทดลองผลงาน จากการสร้างงานของผู้วิจัยเพื่อนำเสนอการสร้างสรรค์เพื่อการออกแบบงานหัตถอุตสาหกรรม

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

• ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด ผู้วิจัยนำมาสังเคราะห์เนื้อหาจากการส่งวัสดุทดสอบจากกรมวิทยาศาสตร์บริการ

5. สรุปผลการทดลอง เพื่อพัฒนาการออกแบบ

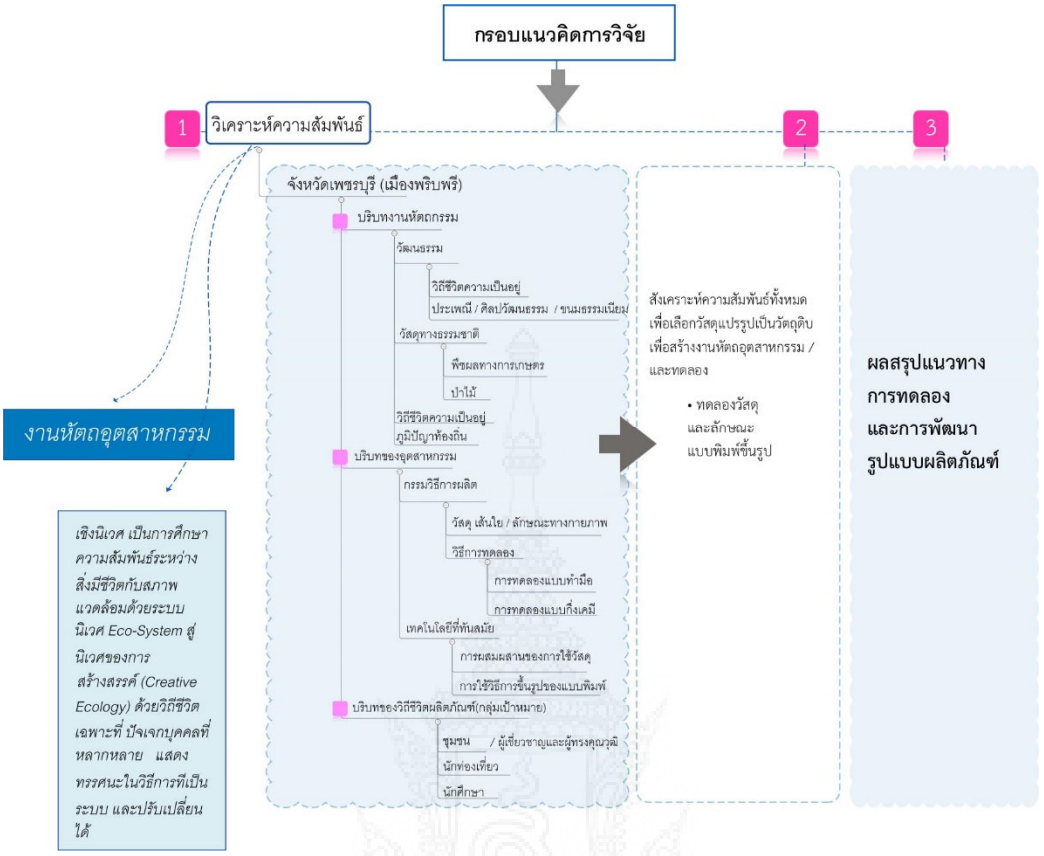
ผู้วิจัยใช้กรอบเพื่อเป็นแนวทางในการทำงานวิจัยตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

• ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของงานหัตถอุตสาหกรรมระหว่างชุมชน วิถีความเป็นอยู่ ภูมิปัญญาวัฒนธรรม ศาสนา ประเพณี สภาพแวดล้อม และวิเคราะห์ลักษณะวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร สมบัติทางกายภาพในชุมชนบ้านถ้ำเสือ และกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบได้ [8]

• ศึกษาวิธีการทดลอง จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร สมบัติทางกายภาพที่ใช้วิธีกึ่งเคมี ในกรอบของการทดลองที่เหมาะสม รวมทั้งศึกษาการขึ้นรูปโดยการใช้แบบพิมพ์ขึ้นรูปในการผลิตงานหัตถอุตสาหกรรม [9]

• ศึกษาการสร้างสรรค์ เพื่อการออกแบบงานหัตถอุตสาหกรรม โดยใช้ปัจจัยของการสร้างสรรค์งานหัตถกรรมสู่อุตสาหกรรมสร้างสรรค์ และนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเป็นแนวทางปฏิบัติ [4]

• ศึกษาหลักการพื้นฐานของการออกแบบสี วัสดุ และขบวนการหลังการออกแบบ (CMF) [10]

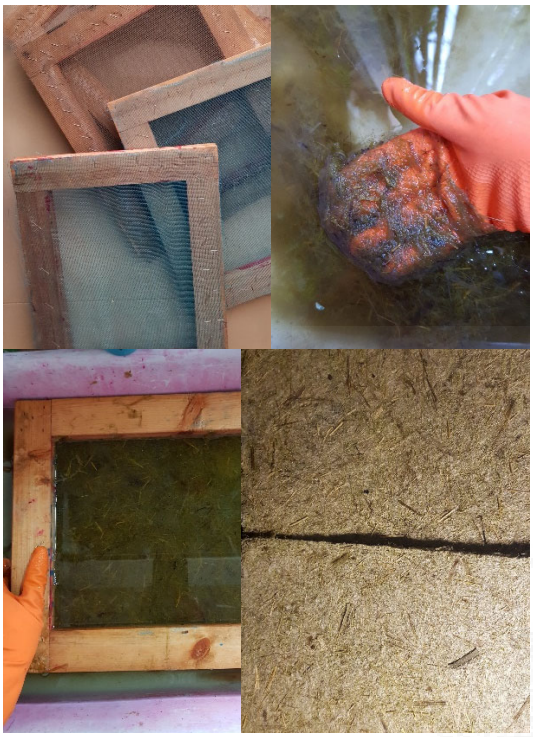


รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

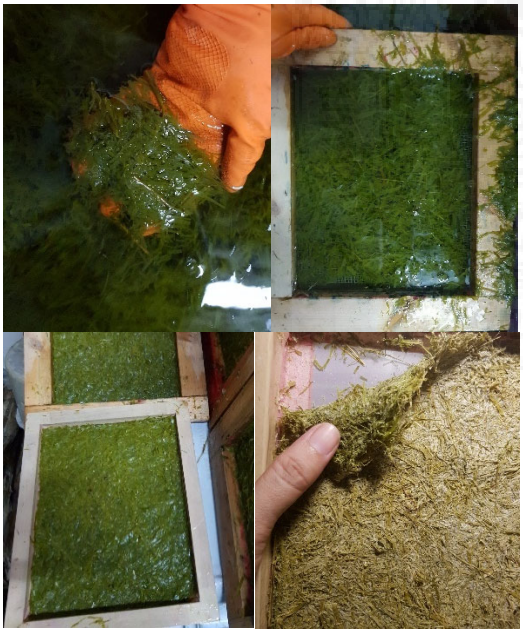
3. ผลการศึกษา

การทดลองครั้งที่ 1 เป็นการทวนการทดลองจากการศึกษาข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยการทดลองใช้เศษวัสดุทางการเกษตร 2 ชนิด คือ กาบกล้วย และใบไผ่ (ไผ่แนะ) โดยคำนวณอัตราส่วนผสมเป็นร้อยละ หรือต่อครั้ง 2 กิโลกรัม ต่อการใช้โซดาไฟร้อยละ 10-15 [11] ผลสรุปส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นในเรื่องของใช้อัตราส่วนของการใช้โซดาไฟ ในปริมาณร้อยละ 10-15 ของปริมาณวัสดุแห้งที่น้ำหนัก 2 กิโลกรัม โดยมีวิธีการทดลองดังนี้ 1) ใช้ระยะเวลาในการต้มนาน 2 ชั่วโมง 2) เมื่อเยื่อเปื่อย แล้วนำไปล้างน้ำจนความลื่นของเยื่อหมด 3) ร่อนในตะแกรง โดยการทดลองเลือกใช้ชนิดของตะแกรงร่อนที่แตกต่างกันคือ ชนิดตาข่ายไนลอน ตาข่ายมุ้งลวด และตาข่ายที่เป็นผ้าสกรีน 4) ตากแดดใช้เวลา 2-3 ชั่วโมง และนำเข้าตากในที่ร่ม โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใช้กาบกล้วยร้อยละ 50 ต่อใบไผ่ร้อยละ 50 ครั้งที่ 2 ใช้กาบกล้วยร้อยละ 100 และครั้งที่ 3 ใช้ใบไผ่ร้อยละ 100 ทดลองเพื่อให้สามารถกำหนดวิธีการ และทบทวนการศึกษาของข้อมูลกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยได้

รูปที่ 2 การเตรียมเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร กาบกล้วยเพื่อตากแดด/กาบกล้วยแห้ง



รูปที่ 3 ผลการทดลองกาบกล้วยร้อยละ 50 : ใบไผ่ร้อยละ 50



รูปที่ 4 ผลการทดลองต้มใบไผ่แนะร้อยละ 100

รูปที่ 5 ผลการทดลองกาบกล้วยร้อยละ 100

การทดลองครั้งที่ 2 การทดลองหาคุณสมบัติของเยื่อกระดาษ จากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อหาความเหมาะสม โดยการใช้สูตรการหาปริมาณตารางสามเหลี่ยม Triaxial Blend Diagram [9] ของส่วนผสมของเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร 3 ชนิด เพื่อการสร้างสรรค์งานออกแบบหัตถอุตสาหกรรม โดยให้วัสดุจากกาบกล้วย แทน A ให้วัสดุจากใบไผ่ แทน B และให้วัสดุจากใบสับปะรด แทน C แทน และปริมาณการคำนวณสูตรเป็นร้อยละ [9] และมีส่วนผสมของน้ำเป็นส่วนประกอบหลัก จากการต้มเยื้อด้วยกรรมวิธีการผลิตแต่สมัยโบราณ มีการใช้ส่วนผสมของน้ำด่างขี้เถ้าเป็นตัวทำการย่อยให้เยื่อเปื่อย [12] ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้กรรมวิธีการทำน้ำด่างขี้เถ้า ใช้วิธีการหมักด้วยอัตราส่วนของน้ำและขี้เถ้าที่ได้จากการเผากาบทางมะพร้าวที่มีอยู่ในชุมชน 1:1 ส่วน ใช้เวลา 10-14 วัน แทนการใช้โซดาไฟ หรือ "สารประกอบชนิดหนึ่ง ชื่อโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็นของแข็งสีขาว ดูดความชื้น

และละลายน้ำได้ดี ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมทำสบู่ เส้นใยเรยอน" โซดาไฟถูกใช้ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และยังใช้ประโยชน์ได้อีกมากมาย เช่น ในการผลิตเยื่อ กระดาษสบู่ ผลิตภัณฑ์ซักฟอก เคมีภัณฑ์ และอื่น ๆ

การทำน้ำด่างขี้เถ้า ต้องใช้ในปริมาณต่อครั้งเป็นจำนวนมากเมื่อเทียบกับการทดลองแต่ละสูตร และผลของการต้มเยื่อเมื่อทดลองครั้งแรกในการต้มส่วนผสมน้ำ 1 กิโลกรัม น้ำด่างขี้เถ้า 2 กิโลกรัม ใช้เวลาต้ม 1.30 ชั่วโมง เยื่อของวัสดุ C ยังไม่เห็นผลหรือเปื่อยยุ่ย ผู้วิจัยจึงทดลองวิธีที่ 2 คือการแช่น้ำด่างทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วต้มใหม่อีกครั้ง ผลสรุปที่ได้ คือ เยื่อไม่แสดงผลหรือไม่สามารถที่จะใช้กรรมวิธีของการใช้น้ำด่างขี้เถ้าได้ ในขณะทดลอง และคงต้องใช้เวลามากพอสมควรในกาผลิตน้ำด่างขี้เถ้า รวมถึงเวลาในการต้ม ผู้วิจัยจึงเลือกใช้โซดาไฟ หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) แทนการใช้น้ำด่างขี้เถ้า เนื่องจากประหยัดระยะเวลาในการต้มได้มาก การเตรียมเยื่อมีขั้นตอนดังนี้ 1) ต้มเยื่อแต่ละชนิดแยกกันเนื่องจากคุณสมบัติของเศษวัสดุมีความแตกต่างกัน โดยใช้สูตร [13] ในการต้มก่อนแยกเยื่อเพื่อชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ 2) ล้างทำความสะอาดเยื่อ ให้ความรู้สึกว่าความลื่นของเยื่อเหลือน้อยที่สุด 3) ต้มคลอรีน โดยใช้น้ำ 20 กิโลกรัม: คลอรีน 100 กรัม ชั่งน้ำหนัก 4) เตรียมน้ำเพื่อใช้ปั่น ระยะเวลาขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ 5) เตรียมตะแกรงเพื่อร่อนเยื่อตามระดับความหนา ระดับความหนาแบบบาง = a น้ำรวมเยื่อ 3 กิโลกรัม ระดับความหนาแบบกลาง = b น้ำรวมเยื่อ 4.5 กิโลกรัม ระดับความหนาแบบหนาที่สุด = c น้ำรวมเยื่อ 6 กิโลกรัม 6) ตากแดด 10-13 ชั่วโมง

กรณีที่กระดาษมีการหดตัว ไม่เรียบ เกิดจากการร่อนเยื่อที่มีขนาดหนาเกินไป และ/หรือ ระยะเวลาของการตากแดดที่ใช้เวลามากเกินไป

ตารางที่ 1 ส่วนผสมการต้มเยื่อต่อครั้ง

เศษวัสดุ : กิโลกรัม	น้ำ : กิโลกรัม	โซเดียมไฮดรอกไซด์ : กรัม	เวลา : ชั่วโมง
กาบกล้วย 12	24	200	1.30
ใบไผ่ 4	40	400	1.30
ใบสับปะรด 2	20	200	1.30

ตารางที่ 2 ส่วนผสมการต้มเยื่อของเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของชุมชนบ้านถ้ำเสือ จากการทดลองตามอัตราส่วนตารางสามเหลี่ยม Triaxial Blend Diagram [9]

สูตรที่	A	B	C	ร้อยละ/กิโลกรัม
	ร้อยละ/กิโลกรัม	ร้อยละ/กิโลกรัม	ร้อยละ/กิโลกรัม	
1(8)	60/12	20/4	20/4	100/20
2(9)	40/8	20/4	40/8	100/20
3(10)	40/8	40/8	20/4	100/20
4(11)	20/4	20/4	60/12	100/20
5(12)	20/4	40/8	40/8	100/20
6(13)	20/4	60/12	20/4	100/20
7(14)	-	100/20	-	100/20

** 1) ให้น้ำหนักร้อยละ 100 เท่ากับ 20 กิโลกรัม 2) ให้กาบกล้วยแทน A ให้ใบไผ่ แทน B และให้ใบสับปะรด (พันธุ์ฉีกตา) แทน C

รูปที่ 6 ทดลองการต้มเยื่อทดลองครั้งที่ 2 แบบใช้สูตรการหาปริมาณตารางสามเหลี่ยม *Triaxial Blend Diagram* [9]

การทดลองครั้งที่ 2 ผลสรุปทางกายภาพการทดลองผลจากทั้งหมด 7 สูตรการทดลอง แบ่งระดับความหนาเป็น 3 ระดับ โดยชั่งปริมาณเยื่อของเส้นใยก่อนการร่อน เพื่อจะให้ได้ประมาณความหนาแบบบาง = a, แบบหนาปานกลาง = b, และแบบหนา = c โดยได้กระดาษที่มีสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกันดังนี้

รูปที่ 7 สมบัติทางกายภาพกระดาษเส้นใยพืช 1(8a)

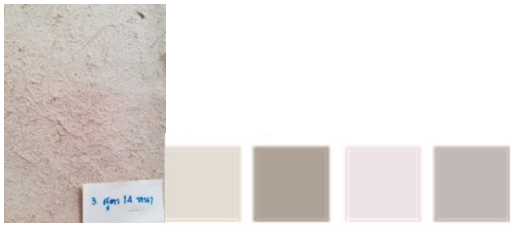
รูปที่ 8 สมบัติทางกายภาพกระดาษเส้นใยพืช 2(9a)

รูปที่ 9 สมบัติทางกายภาพกระดาษเส้นใยพืช 3(10a)

รูปที่ 10 สมบัติทางกายภาพกระดาษเส้นใยพืช 4(11a)

รูปที่ 11 สมบัติทางกายภาพกระดาษเส้นใยพืช 5(12a)

รูปที่ 12 สมบัติทางกายภาพกระดาษเส้นใยพืช 6(13a)



รูปที่ 13 สมบัติทางกายภาพกระดาษเส้นใยพืช 7(14a)

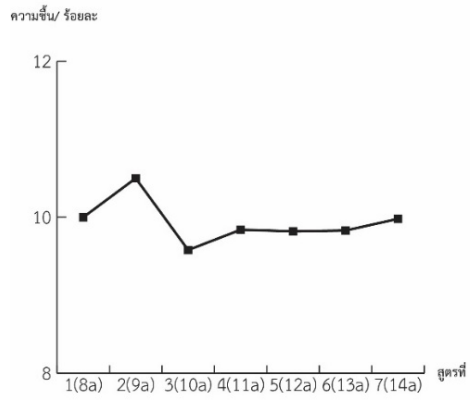
ผู้วิจัยขอรับการบริการสอบเทียบจาก One Stop Service ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ เลขที่คำร้องเลขรับ: L62/01728 ในวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2562 [14] โดยมีรายการทดสอบรวม 7 สูตรตัวอย่าง ใช้ตัวอย่างการทดสอบแบบระดับความหนาแบบบาง a เท่านั้น และมาตรฐานการทดลองอ้างอิง จากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน กระดาษเส้นใยพืช [15] สำหรับการทดสอบ ดังนี้ 1) PP-NM-TRS-T00 กระดาษ: ความต้านแรงฉีกขาด (MD/CD) 2) PP-NM-MOT-T00 กระดาษ: ความชื้น 3) PP-NM-BWS-T00 กระดาษ (สมุดนักเรียน): น้ำหนักเฉลี่ยมาตรฐาน

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์กระดาษเส้นใยพืช ระดับความหนาแบบบาง (a) [14]

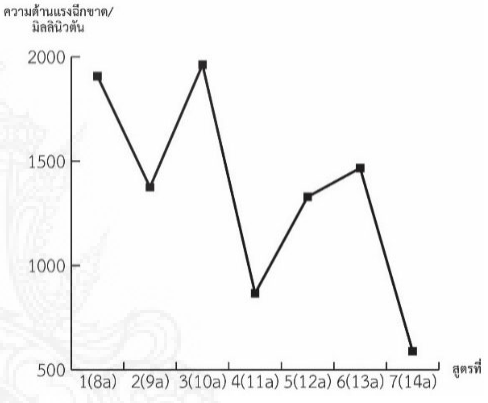
สูตรที่	น้ำหนักมาตรฐาน (กรัม/ตารางเมตร)	ความต้านแรงฉีกขาด (มิลลินิวตัน)	ความชื้น (ร้อยละ)	หมายเหตุ
1(8a)	166	1907	10.0	**
2(9a)	168	1375	10.5	
3(10a)	201	1962	9.58	*
4(11a)	228	867	9.84	
5(12a)	200	1329	9.82	
6(13a)	336	1467	9.83	***
7(14a)	279	589	9.98	

* ระดับความเหมาะสม

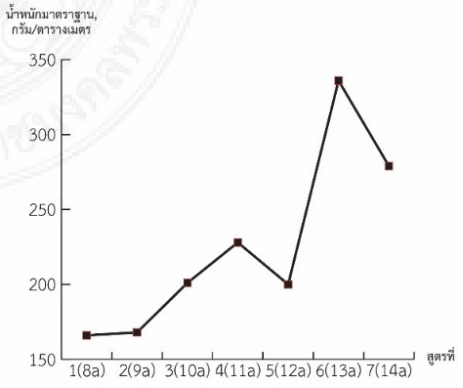
จากการทดสอบกระดาษเส้นใยพืช ขนาด 45X85 เซนติเมตร เลขหมายปฏิบัติการ L62/01782.1, L62/01782.2, L62/01782.3 ... วิธีการทดลองตามมาตรฐาน ISO536:2012 , ISO1974:2012 และ ISO287:2017 นั้น จากสูตรของการทดลอง ทดสอบส่วนที่ 1 น้ำหนักมาตรฐานโดยรวมเฉลี่ยได้เท่ากับ 220 กรัม/ตารางเมตร ทดสอบส่วนที่ 2 ความต้านทานแรงฉีกขาดที่มีความแข็งแรงมากที่สุดคือสูตรที่ 3(10a) มีค่าความต้านทานแรงฉีกขาดอยู่ที่ 1,962 มิลลินิวตัน



รูปที่ 12 กราฟแสดงความชื้นของแต่ละสูตรทดลองด้วยมาตรฐานการทดลองแบบ PP-NM-MOT-T00 กระดาษ: ความชื้น



รูปที่ 13 กราฟแสดงความต้านแรงฉีกขาดของแต่ละสูตรทดลองด้วยมาตรฐานการทดลองแบบ PP-NM-TRS-T00 กระดาษ: ความต้านแรงฉีกขาด (MD/CD)



รูปที่ 14 กราฟแสดงขนาดน้ำหนักของแต่ละสูตรทดลองด้วยมาตรฐานการทดลองแบบ PP-NM-BWS-T00 กระดาษ (สมุดนักเรียน): น้ำหนักเฉลี่ยมาตรฐาน

จากการทดสอบกระดาษเส้นใยพืช ขนาด 45X85 เซนติเมตร เลขหมายปฏิบัติการ L62/01782.1, L62/01782.2, L62/01782.3 ... วิธีการทดลองตามมาตรฐาน ISO536:2012 , ISO1974:2012 และ ISO287:2017 นั้น จากสูตรของการทดลอง ทดสอบส่วนที่ 1 น้ำหนักมาตรฐานโดยรวมเฉลี่ยได้เท่ากับ 220 กรัม/ตารางเมตร ทดสอบส่วนที่ 2 ความต้านทานแรงฉีกขาดที่มีความแข็งแรงมากที่สุดคือสูตรที่ 3(10a) มีค่าความต้านทานแรงฉีกขาดอยู่ที่ 1,962 มิลลินิวตัน ความแข็งแรงลำดับที่สองคือสูตรที่ 1(8a) ค่าความต้านทานแรงฉีกขาดอยู่ที่ 1,907 มิลลินิวตัน ความแข็งแรงลำดับที่สามคือสูตรที่ 6(13a) ค่าความต้านทานแรงฉีกขาดอยู่ที่ 1,467 มิลลินิวตัน ตามลำดับ ทดสอบส่วนที่ 3 ความชื้นของกระดาษโดยรวมทั้ง 7 สูตรการทดลอง พบว่าระดับความชื้นอยู่ในเกณฑ์ปกติ คือระดับที่ร้อยละ ±10 ซึ่งมีความสมบูรณ์สามารถนำพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์หรือบรรจุภัณฑ์ ตามคุณสมบัติของการใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้น

รูปที่ 15 กระดาษจากการทดลอง

รูปที่ 16 การทดสอบกระบวนการผลิตด้วยการตัดด้วยเครื่องตัด Ruizhou

รูปที่ 17 การทดสอบกระบวนการผลิต การขึ้นรูปด้วยวิธีการพับด้วยมือ

รูปที่ 18 การทดสอบกระบวนการพิมพ์บนพื้นผิวของกระดาษด้วยระบบการพิมพ์สกรีน

รูปที่ 19 การทดลองกระบวนการผลิต การขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดความร้อน Bamboo บริษัท กษมาเฮริครอป-เตอร์ จำกัด [16]

จากการทดลอง กระบวนการผลิตการขึ้นรูปด้วยวิธีการ 1) ลักษณะของการขึ้นรูปด้วยมือ โดยสร้างสรรค์เป็นบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สอง สำหรับสินค้าผลิตภัณฑ์ชุมชน เช่น กล้วยฉาบ ทองม้วน ฯลฯ สมบัติของกระดาษจากเส้นใยพืชชนิดแบบบาง มีความเหมาะสมสำหรับการขึ้นรูป ในลักษณะที่ทำด้วยตนเอง 2) กระบวนการผลิตแบบการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดความร้อนแบบกึ่งอัตโนมัติ ใช้แป้งข้าวเหนียว หรือแป้งมันสำปะหลัง ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 เป็นตัวประสานแทนการใช้กาว และใช้ฟิลกกี้ฉีดหรือทาบนเนื้อกระดาษที่ผลิตได้แล้วนำมาซ้อนกัน ด้วยการปรับตั้งค่าความร้อนที่ 140-160 องศาเซลเซียส ด้วยระยะเวลา 40-60 วินาที ต่อชิ้น [17] และ 3) การทดลองการพิมพ์บนกระดาษจากเส้นใยพืช ด้วยรูปแบบการพิมพ์สกรีนด้วยการใช้สีชนิดจม และสียาง มีความเหมาะสมกับพื้นผิวของกระดาษ

4. สรุปและอภิปรายผล

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของวัฒนธรรมภูมิปัญญาทางการเกษตร เป็นวิถีการดำเนินชีวิตที่สืบทอดจากรุ่นสู่รุ่น และเชื่อมโยงกับการประกอบอาชีพในส่วนอื่นที่สามารถต่อยอดให้ชุมชนมีศักยภาพในการพัฒนาชุมชนและครอบครัวได้มากขึ้น งานหัตถกรรมอุตสาหกรรมกับชุมชนบ้านถ้ำเสือถือเป็นแนวคิดใหม่ องค์ความรู้ที่สามารถสร้างได้จากศึกษาสิ่งที่มีอยู่ในชุมชนให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในพื้นที่ใช้เป็นการทดลองเพื่อหาสมบัติทางกายภาพ กระบวนการผลิตงานหัตถอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนบ้านถ้ำเสือ อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี โดยศึกษาวัฒนธรรมภูมิปัญญาทางการเกษตรพืชเศรษฐกิจของชุมชนต้นแบบ บ้านถ้ำเสือ อำเภอแก่งกระจาน จากข้อมูลปฐมภูมิและการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน พบว่า พื้นที่ใช้ทำการเกษตรที่สำคัญตามลำดับคือ 1) สับปะรด 24,681 ไร่ 2) มะนาว 12,986 ไร่ และ 3) กล้วยน้ำว้า 9,041 ไร่ พืชที่มีการเพาะปลูกมาก [1] และ

ใช้ส่วนของใบไผ่ ที่เป็นไม้เศรษฐกิจโตเร็วตามแผนการพัฒนาเศรษฐกิจให้มีพื้นที่สีเขียวให้เพิ่มมากขึ้น [6] จากการทำการทดสอบเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วยวิธีการการต้มเยื่อทดลองหาคุณสมบัติของเยื่อกระดาษจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อหาความเหมาะสมในการสร้างสรรค์งานออกแบบหัตถอุตสาหกรรม โดยให้วัสดุจากกาบกล้วย แทน A ให้วัสดุจากใบไผ่ แทน B และให้วัสดุจากสับปะรด แทน C โดยการใช้สูตรการหาปริมาณตารางสามเหลี่ยม Triaxial Blend Diagram [9] ใช้โซดาไฟ ในประมาณร้อยละ 10-15 ของน้ำหนักวัสดุแห้ง เพื่อหาสมบัติทางกายภาพในการเกิดวัสดุใหม่ กระบวนการผลิตงานหัตถอุตสาหกรรมในรูปแบบที่เหมาะสม ลักษณะของเส้นใยที่ใช้ในการทดลองเส้นใยที่ได้จากส่วนอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ของพืชชั้นสูงเรียกว่า Non-Wood Fibers ซึ่งจำแนกออกเป็น Grass Fibers คือเส้นใยที่ได้จากส่วนที่เป็นมัดท่อ และลำเลียง (Vascular Bundles) ของพืชใบชนิดเลี้ยงเดี่ยว จำพวกข้าว ข้าวโพด อ้อย และไผ่ เป็นต้น หรือ Leaf Fibers เส้นใยที่ได้จากใบของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น เส้นใยที่ได้จากปอมะนิลา (Musa Textiles) และใบสับปะรด เป็นลักษณะทางโครงสร้างของเส้นใยและการเชื่อมติดกันของเส้นใย [18] ได้ผลสรุปและวิเคราะห์จากรายการทดสอบรวม 7 สูตร โดยใช้สูตรตัวอย่างการทดสอบแบบระดับความหนาแบบบาง (a) มาตรฐานการทดลอง อ้างอิงจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกระดาษเส้นใยพืช [15] สำหรับการทดสอบ สรุปผลดังนี้ 1) ทดสอบส่วนที่ 1 น้ำหนักมาตรฐาน โดยรวมเฉลี่ยทั้ง 7 สูตร ได้เท่ากับ 220 กรัม/ตารางเมตร การควบคุมการผลิตค่อนข้างยากเพราะเป็นงานทำมือ 2) ทดสอบส่วนที่ 2 ความต้านทานแรงฉีกขาดที่มีความแข็งแรงมากที่สุด คือสูตรที่ 3(10a) มีค่าความต้านทานแรงฉีกขาดอยู่ที่ 1,962 มิลลินิวตัน ความแข็งแรงลำดับที่สองคือสูตรที่ 1(8a) ค่าความต้านทานแรงฉีกขาดอยู่ที่ 1,907 มิลลินิวตัน ความแข็งแรงลำดับที่สาม คือสูตรที่ 6(13a) ค่าความต้านทานแรงฉีกขาดอยู่ที่ 1,467 มิลลินิวตัน 3) ทดสอบส่วนที่ 3 ความชื้นของกระดาษ โดยรวมทั้ง 7 สูตร โดยรวมการทดลองพบว่าระดับความชื้นอยู่ในเกณฑ์ปกติ คือระดับร้อยละที่ ±10 ซึ่งมีความสมบูรณ์สามารถนำพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์หรือบรรจุภัณฑ์ได้ตามคุณสมบัติของการใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้นได้

ผลสรุปสมบัติทางกายภาพ ลักษณะพื้นผิวหยาบขึ้นอยู่กับการใช้เวลาในการต้มเยื่อ และความร้อนของเตาต้ม มีรายละเอียดของเส้นใยชัดเจน ไม่เหมาะสมสำหรับการใช้พิมพ์ในระบบอุตสาหกรรม เนื่องจากพื้นผิวไม่เรียบไม่สามารถเข้าเครื่องพิมพ์ เพื่อพิมพ์ในกระบวนการพิมพ์แบบออฟเซทได้ แต่ยังคงใช้วิธีการพิมพ์แบบพิมพ์สกรีนได้ดี บนกระดาษเส้นใยพืชที่มีวิธีการต้มเยื่อที่ใช้เวลาในการต้มนานถึง 4 ชั่วโมง เพราะเยื่อจะเปื่อยละเอียดมีความสวยงามมากขึ้น ลักษณะของสีของกระดาษตามชนิดและสูตรการผสมมีลักษณะสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกัน การให้สีสันโทนน้ำตาลเทา สีสไตล์โทน Stone Brick และการเกิดลวดลายที่สวยงามเป็นเอกลักษณ์ของการใช้วัสดุได้อย่างงดงาม การทนแรงฉีกขาดของกระดาษจากการทดลอง ลักษณะของกระดาษทุกแผ่นจะมีผงหลุดร่อนออกเป็นขุย เนื่องจากการปั่นให้เยื่อมีความละเอียด แบบชนิดแผ่นบางจะสามารถพับขึ้นรูปเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้ง่าย มีคุณสมบัติคล้ายกับกระดาษสาที่เหมาะสำหรับการทำบรรจุภัณฑ์ถุงกระดาษ การทำบรรจุภัณฑ์แบบกล่องจั่วปัง หรืองานประดิษฐ์ต่าง ๆ แบบชนิดแผ่นหนาแบบปานกลาง และแบบชนิดแผ่นหนายังคงศึกษาหาคุณสมบัติเพื่อพัฒนาออกแบบเป็นงานหัตถอุตสาหกรรมกรรมสำหรับชุมชน และกระบวนการผลิต การขึ้นรูปสามารถทำได้ด้วยวิธีการที่ชุมชนสามารถผลิตใช้และจำหน่ายได้เองคือ 1) ลักษณะของการขึ้นรูปด้วยมือ โดยสร้างสรรค์เป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับสินค้าของผลิตภัณฑ์ชุมชน คุณสมบัติของกระดาษจากเส้นใยพืชชนิดแบบบางมีความเหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปในลักษณะที่ทำ

ด้วยตนเอง 2) กระบวนการผลิตแบบการขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดความร้อนแบบกึ่งอัตโนมัติ ใช้แป้งข้าวเหนียวหรือแป้งมันสำปะหลัง ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 เป็นตัวประสานแทนการใช้กาว และใช้ฟอกกี้ฉีดหรือทาบนเนื้อกระดาษจากเส้นใยพืชแล้วนำมาซ้อนกัน ด้วยการปรับตั้งค่าความร้อนที่ 140 องศาเซลเซียส ด้วยระยะเวลา 70 วินาที ต่อชิ้น 3) การทดลองการพิมพ์บนกระดาษจากเส้นใยพืชด้วยรูปแบบการพิมพ์สกรีนมีความเหมาะสมกับพื้นผิว

รูปที่ 21 การบูรณาการงานวิจัยถ่ายทอดองค์ความรู้กับชุนชนบ้านถ้ำเสือ จังหวัดเพชรบุรี เมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2562

การศึกษาวิจัยนี้ ยังคงมีประเด็นในการศึกษาปัจจัยการใช้ประโยชน์ ของวัสดุสำหรับการออกแบบงานหัตถอุตสาหกรรมสำหรับชุมชน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะหมายถึงการจัดการที่ยั่งยืน ไม่ได้ยกเว้นแค่ในส่วนของงานวิทยาศาสตร์ การบรรจุภัณฑ์ และอุตสาหกรรม โดยผลจากการทดลองบทความวิจัยนี้ จะผ่านการสังเคราะห์เพื่อออกแบบ และพัฒนาต้นแบบงานหัตถอุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ของชุมชนบ้านถ้ำเสือ และสรุปผลงานออกแบบผลิตภัณฑ์หัตถอุตสาหกรรม โดยจัดทำเป็นคู่มือสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีชุมชนมีส่วนร่วม ในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่ผลิตและจำหน่ายได้เอง เป็นวงจรของการเกิดการผลิตภัณฑ์สร้างสรรค์ด้วยความต้องการแก้ไขปัญหาเรื่องของทรัพยากร และปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มสูงขึ้น เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เศรษฐกิจแบบหมุนเวียน (Circular Economy) กลายเป็นหลักการพื้นฐานที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในการใช้ทรัพยากร รวมถึงหลักการเศรษฐกิจแบบหมุนเวียน จำเป็นต้องดำเนินการสำหรับการศึกษาวงจรของวัสดุทุกชนิด การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ต่อยอดผลิตภัณฑ์เดิมของชุมชนบ้านถ้ำเสือ เพื่อให้ทุกครัวเรือนสร้างงานหัตถกรรมได้ เกิดเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนที่เรียกว่า “หัตถอุตสาหกรรม” เมื่อมีระบบการจำหน่ายสร้างรายได้สู่ครัวเรือนและชุมชนแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะนำไปสู่ “อุตสาหกรรมสร้างสรรค์” ที่เป็นวงจรของการสร้างสรรค์การผลิต การจัดจำหน่ายสินค้า และบริการที่ใช้การสร้างสรรค์รวมถึงทุนทางปัญญา [19] ที่เป็นปัจจัยพื้นฐานสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน เน้นการปรับปรุงเชิงคุณภาพชีวิตของชุมชนให้ดีขึ้นได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผศ.ดร.เกรียงศักดิ์ เขียวมั่ง (อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก) ดร.มิยอง ซอ (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม) รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร (กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก) และคณาจารย์ทุกท่าน ในหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาทัศนศิลป์และการออกแบบ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เครื่องมืออุปกรณ์เครื่องตัดกระดาษจากการทดลอง ของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กลุ่มคุณดรุณี แวยามา และบริษัท กษมา เฮลิคอปเตอร์ จำกัด นำไปสู่ผลลัพธ์ของงานวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Phetchaburi Provincial Office, *Phetchaburi Province Development Plan (2018-2021)*, Phetchaburi, 2018.

[2] S. Pimsiri, *Ban Tham Suea Community Leader*, - ed. 2017.

[3] Ministry of Tourism and Sports, *Action Plan for Developing Potential Tourist Sites of the Country 2015-2017*, Bangkok: Department of Tourism, 2015.

[4] T. Nakson, *Industrial art craft design*, Bangkok: Triple Group Company Limited, 2017.

[5] Ministry of Agriculture, Phetchaburi Province. (2015). Sub-district Agricultural Development Plan (3-Year Plan). [Online]. Available: http://www.phetchaburi.doae.go.th/agriculture%20technology%20transfer%20and%20service%20center/Plan%2056-58/kang/Kangkajan/Kangkajan2.doc

[6] C. Kasetsart University, *Economic Wood Day Economic wood industry drives Thailand 4.0 towards sustainable development*, -ed, 2018.

[7] W. Suttirakan, *Participatory action research and conscious process*, Bangkok: Siam Publisher Public Company Limited, 2017.

[8] Department of Cultural Promotion, Ministry of Culture, *Culture, Way of life and Wisdom*, 1st ed. Bangkok: RUNGSILP PRINTING Co., Ltd., 2016.

[9] R. Hopper, *The Ceramic Spectrum: A Simplified Approach to Glaze and Color Development*, 2nd ed. USA: American Ceramic Society publishers, 2008.

[10] L. A. Chicaíza Becerra, *Cmf Design: the fundamental principles of colour, material and finish design*, 1st ed. Amsterdam: Frame Publishers, 2016.

[11] S. Khantayayanuwong, *Filament and Paper: Physical Properties*, Kasetsart University: Department of Forestry Products, Faculty of Forestry, 2008.

[12] W. Chuenwari, *Pulp making from bamboo*, Department of Forestry Products, Faculty of Forestry: Kasetsart University, 1968.

[13] D. Vayama, *The ratio of boiling pulp from bananas*, Community Service Station Prince of Songkla University, Pattani Campus, 2018.

[14] Department of Science Service, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, Laboratory analysis report no. Wor.0307/3711, 2019.

[15] Thai Industrial Standards Institute, *Thai Community Product Standard: Plant fiber paper*, Bangkok, 2017.

[16] A. Thavorn. Kasama Hercules Co., Ltd. (2019). Plate stamping machine from natural materials. [Online]. Available: https://web.facebook.com/KsmAgriculture

[17] A. Thavorn, Manual of Bamboo Macchine, Kasama Hercules Co., Ltd. 2020. [Online]. Available: https://web.facebook.com/KsmAgriculture/

[18] S. Khantayanuwong, Preparation of Pulp and Paper Production. Kasetsart University: Department of Forestry Products, Faculty of Forestry, 2007.

[19] C. Vanich Wiroon (translation), *The creative economy : how peoplemake money from ideas*. Bangkok: Amarin Printing and Publishing, 2010.