

การศึกษาการผลิตกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้งที่มีต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน
**A Study of Production of Paper from Lathe Mango Wood Chip Toward Product
 Development Community**

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตระกูลพันธ์ พัทธเมธา และ ดร.อรนุตภูมิ สุธาคำ

สาขาวิชาออกแบบอุตสาหกรรม

คณะศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและทดลองการผลิตกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง เพื่อทดสอบคุณสมบัติของแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง และเพื่อทดลองการออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ และสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากแผ่นกระดาษเศษไม้มะม่วงกลิ้ง ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ 1) กระบวนการผลิตแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง (การต้มเยื่อ, การปั่นเยื่อ, การฟอกเยื่อ และการขึ้นรูปแผ่นกระดาษ) 2) เยื่อที่ใช้ผลิตกระดาษ ได้แก่ เยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้งและเยื่อปอสา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบประเมินผลกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง โดย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์ จำนวน 5 คน 2) ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายงานหัตถกรรมกระดาษสา จำนวน 11 คน เครื่องทดสอบสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงของแผ่นกระดาษ และการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยสรุปได้ 4 ส่วน ดังนี้

1. ผลการทดลองการผลิตแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง พบว่า 1) ได้สูตรการผลิตเยื่อจำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตรต้มเยื่อ B2 สัดส่วนการต้มเยื่อ (กรัม) 1 : 12 : 0.30 (เศษไม้มะม่วงกลิ้งแห้ง : น้ำสะอาด : โซเดียมไฮดรอกไซด์) สูตรปั่นเยื่อ S1 สัดส่วนการปั่นเยื่อ (กรัม) 1 : 13 (เยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้งต้ม (เปียก) : น้ำสะอาด) สูตรฟอกเยื่อ R3 สัดส่วนการฟอกเยื่อ (กรัม) 1 : 12 : 0.40 : 0.20 (เยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้งแห้ง : น้ำสะอาด : ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ : โซเดียมซัลเฟต) 2) ได้สูตรสัดส่วนของเยื่อที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นกระดาษจำนวน 2 สูตร ได้แก่ สูตรแผ่นกระดาษ P3 สัดส่วนเยื่อ (กรัม) 10 : 2 (เยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้งแห้ง (S1) 64 กรัม : เยื่อปอสาแห้ง 12.80 กรัม) ราคาต้นทุนวัสดุในการผลิตชนิดไม่ฟอก 0.3511 บาท และชนิดฟอก 0.415 บาท สูตรแผ่นกระดาษ P4 สัดส่วนเยื่อ (กรัม) 10 : 2 (เยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้งแห้ง (S1) 128 กรัม : เยื่อปอสาแห้ง 25.60 กรัม) ราคาต้นทุนวัสดุในการผลิตชนิดไม่ฟอก 0.63 บาท และชนิดฟอก 0.7446 บาท

2. ผลการประเมินกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง พบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านกระดาษ ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายงานหัตถกรรมกระดาษสา โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.81$)

3. ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงของแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้งสูตรแผ่น กระดาษ P 3 พบว่า มีน้ำหนัก 65 กรัมต่อตารางเมตร ความหนา 0.43 มิลลิเมตร ความต้านแรงดึงขาด 0.39 กิโลนิวตันต่อเมตร การยืดตัวร้อยละ 1.13 ความต้านแรงฉีกขาด 459 มิลลินิวตัน ความต้านแรงดันทะลุ 412 กิโลปาสกา และการดูดซึมน้ำ 6.70 วินาทีต่อน้ำ 0.05 ซม³

4. การออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ และสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 1) ใช้กรอบแนวคิดในด้านปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบ ได้แก่ ปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก 2) ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายงานหัตถกรรมกระดาษสา 3) คุณสมบัติทางด้านกายภาพและความแข็งแรงของแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้งที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

คำสำคัญ: การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ กระดาษ ไม้มะม่วง

Abstract

The research aimed to carry out an experiment on the production and testing the properties of paper from lathe mango wood chips, and to design the products, packaging and made prototypes. The population and the sample were 1) the production of paper from lathe mango wood chips. (pulping, spinning fiber, bleaching and forming sheet) 2) fiber for paper production, including fiber from lathe mango wood chips and fiber mulberry. The data were collected by using questionnaire by 1) 5 packaging technology experts, and 2) 11 manufacturers and paper handicraft sellers. Paper tests use physical properties and strength of the sheet. The data were analyzed by frequency, means and standard deviation.

The results were as follows:

1. The experimental results production paper from lathe mango wood chips showed that. 1) Three formulas of pulping: the first B2 (gram) 1: 12: 0.30 (lathe mango wood chips dry: clean water: sodium hydroxide); the second S1 (gram) 1: 13 (lathe mango wood chips boiling: clean water); and the third R3 (gram) 1: 12: 0.40: 0.20 (dry mango wood pulp: clean water: hydrogen peroxide: sodium silicate) 2) Two formulas of pulp used in forming sheet: the first P 3 (gram) 10: 2 (dry fibers of lathe mango wood chips (S1) 64 grams.: dry fibers mulberry 12.80 grams.). The cost of materials for the production of bleached 0.3511 baht and unbleached 0.415 baht; and the second P 4 (gram) 10: 2 (dry fibers of lathe mango wood chips (S1) 128 grams.: dry fibers mulberry 25.60 grams.). The cost of materials is 0.63 baht and 0.7446 baht respectively for the bleached and unbleached production.

2. The sample paper from lathe mango wood chips assessment showed that the overall satisfaction of the paper experts, manufacturers, and paper handicraft sellers was at a good level ($\bar{X} = 3.81$)

3. Testing the physical properties and strength of the sheet paper P3 showed that weighs 65 g/m², thickness 0.43 mm., tensile strength of 0.39 kN/m, elongation 1.13%, tear strength of 459 mN, bursting strength of 412 kPa, and water absorption of 6.70 seconds/0.05 cm³

4. Designing the products, packaging and made prototypes showed that. 1) The conceptual framework of the factors affecting the design of internal and external factors. 2) The evaluation of the paper experts, manufacturers, and paper handicraft sellers. 3) The physical and strength properties of paper from lathe mango wood chips to use.

Keywords: Product design and Development Paper Mango wood

1. บทนำ

ในปัจจุบันการอนุรักษ์และการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุดมีความสำคัญมาก เนื่องจากทรัพยากรที่มีอยู่กำลังลดน้อยลงไปตลอดเวลา โดยเฉพาะทรัพยากรป่าไม้ซึ่งถูกตัดทำลายและบุกรุกมีจำนวนไม่น้อยในแต่ละปี การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน (Sustainable) เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอย่างมาก ซึ่งในสถานการณ์ปัจจุบันภาวะการขาดแคลนวัตถุดิบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัตถุดิบจากธรรมชาติ จึงจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการทรัพยากรอย่างคุ้มค่าที่สุดก่อนที่จะนำมาใช้ในการแปรรูปผลิตสินค้าต่างๆ ให้กับผู้บริโภค ไม้มะม่วงเป็นไม้เศรษฐกิจที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตงานหัตถกรรมที่สำคัญของจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตงานหัตถกรรมไม้มะม่วงกลึง มีแหล่งผลิตกระจายอยู่ในอำเภอต่างๆ ได้แก่ อำเภอสันกำแพง สันทราย ดอยสะเก็ด เป็นต้น ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมไม้มะม่วงได้รับการคัดเลือกให้เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพระดับ 5 ดาว เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเอกลักษณ์และรูปแบบที่สวยงาม เช่น แจกันรูปแบบที่หลากหลาย เป็นที่นิยมของนักท่องเที่ยวชาวไทยและต่างชาติ ซึ่งกระบวนการผลิตงานหัตถกรรมไม้มะม่วงกลึงในส่วนของการกลึงเนื้อไม้เพื่อให้ได้รูปทรงของชิ้นงานที่ต้องการนั้น จะมีเศษไม้เหลือทิ้งจำนวนมากหลายร้อยตันในแต่ละปี เศษไม้กลึงเหล่านี้นบางส่วนถูกนำมาเป็นเชื้อเพลิงในการอบชิ้นงานหัตถกรรม บางส่วนต้องเผาทำลายซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน ซึ่งจากผลงานวิจัยของ วรธรรม อุ่นจิตติชัย (2546: บทคัดย่อ) การทดลองหาปริมาณเศษไม้เหลือทิ้งจากการกลึงไม้มะม่วง พบว่า หลังจากการกลึงจะได้ชิ้นงานรูปทรงกระบอก คิดเป็น 10.16% ของไม้ท่อน ที่เหลือเป็นปึกไม้เฉลี่ย 46.46% ขี้เลื่อยเฉลี่ย 10.87% เศษไม้กลึงเฉลี่ย 32.50% และผงไม้ขี้ด 0.01% จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่ามีเศษไม้เหลือทิ้งจากการกลึงไม้มะม่วง รวมทั้งสิ้นถึง 89.84% ซึ่งเป็นจำนวนที่สูงมาก ในขณะเดียวกันงานหัตถกรรมกระดาษสา ตำบลต้นเปา อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงและมีการออกแบบและพัฒนากระดาษสาอย่างต่อเนื่องโดยการนำเยื่อเส้นใยจากธรรมชาติ เช่น กล้วยา ฟางข้าว ใบสับปะรด เป็นต้นนำมาแปรรูปผสมเป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษสา การนำเศษไม้กลึงจำนวนมากที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการกลึงไม้มะม่วงนำมาเป็นวัตถุดิบในการทดลองผลิตเป็นแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลึงให้กับชุมชนผู้ผลิตงานกระดาษสาจะสามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตเนื่องจากแหล่งวัตถุดิบอยู่ในพื้นที่ใกล้ชุมชนผู้ผลิตกระดาษสา มีปริมาณที่เพียงพอต่อกลุ่มผู้ผลิตและยังเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการผลิต ทำให้เศษวัสดุกลับมามีคุณค่าและเพิ่มรายได้ให้กับชุมชน นอกจากนี้งานวิจัยยังมุ่งเน้นที่ตอบสนองเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ภาคพายัพ เชียงใหม่ กลุ่มการพัฒนาคุณภาพชีวิตตามวิถีสันติด้วยแนวทางเศรษฐกิจสร้างสรรค์พื้นที่อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นแหล่งผลิตงานหัตถกรรมที่มีชื่อเสียงของจังหวัดเชียงใหม่

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นประเด็นปัญหาข้างต้น จึงได้ศึกษาและทดลองการผลิตกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลึง เพื่อให้ทราบถึงคุณสมบัติทางด้านกายภาพและความแข็งแรงของแผ่นกระดาษ และนำมาออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลึงให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน นอกจากนี้ยังนำองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยนำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับชุมชน เพื่อสร้างอาชีพ สร้างรายได้ต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและทดลองการผลิตกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลึง
2. เพื่อทดสอบสมบัติของแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลึง
3. เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ และสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากแผ่นกระดาษเศษไม้มะม่วงกลึง

3. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาแนวคิดทฤษฎีการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ การนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ และปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างเส้นใย ปริมาณและขนาดวัสดุเศษไม้มะม่วงกึ่งที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตงานหัตถกรรมไม้มะม่วงกึ่ง

3. ศึกษาเยื่อเส้นใยจากธรรมชาติที่ใช้ในงานหัตถกรรมกระดาษ ได้แก่ ปอสา เพื่อใช้ผสมกับเยื่อเศษไม้มะม่วงกึ่ง ให้ได้แผ่นกระดาษที่มีความเหนียวแข็งแรงขึ้น

4. ศึกษากระบวนการผลิตงานหัตถกรรมกระดาษ ได้แก่ การผลิตเยื่อ การฟอกเยื่อ และการผลิตแผ่นกระดาษ

5. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลแบบมีโครงสร้างที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ได้แก่ แบบบันทึกผลการทดลองการผลิตแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกึ่ง และแบบประเมินผลกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกึ่งสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านกระดาษผู้ผลิตและผู้จำหน่ายงานหัตถกรรมกระดาษ

6. ทดลองการผลิตแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกึ่ง ตามขั้นตอนดังนี้

1. การผลิตเยื่อ

1.1 การต้มเยื่อ เตรียมเศษไม้มะม่วงกึ่งแห้ง 250 กรัม / แช่น้ำ 24 ชั่วโมง / ต้มเศษไม้มะม่วงกึ่งกับน้ำโดยใช้สัดส่วน 1 : 12 (เศษไม้มะม่วงกึ่งแห้ง 250 กรัม ต่อ น้ำ 3,000 กรัม) และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 20, 30, 40, 50 ของน้ำหนักเศษไม้มะม่วงกึ่ง / ต้มที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เปิดฝามือออกเล็กน้อยและคนเศษไม้มะม่วงกึ่งทุก 1 ชั่วโมง / ทิ้งเศษไม้มะม่วงที่ต้มแล้วให้เย็นตัวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง / นำเศษไม้มะม่วงกึ่งที่ต้มมาแล้วล้างน้ำให้สะอาดหมดความสิ้นของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์

1.2 การปั่นเยื่อ เตรียมเศษไม้มะม่วงกึ่งต้ม (เปียก) 80 กรัม (แห้ง 23 กรัม) / นำเศษไม้มะม่วงกึ่งต้ม (เปียก) มาทุบให้เยื่อแตกตัว เป็นเวลา 5 นาที (แบ่งเยื่อเป็น 5 ส่วน และนำมาทุบโดยใช้เวลาส่วนละ 1 นาที) / ปั่นเยื่อกับน้ำโดยใช้สัดส่วน 1 : 13 (เยื่อเปียก 80 กรัม ต่อ น้ำ 1,040 กรัม) ในเวลา 30 นาที 45 นาที 60 นาที / นำเยื่อที่ปั่นแล้วมากรองด้วยผ้าขาวบางและนำไปตากให้แห้ง

2. การฟอกเยื่อ เตรียมเยื่อเศษไม้มะม่วงกึ่งแห้ง 250 กรัม / ใช้ น้ำ 12 เท่า ของเยื่อเศษไม้มะม่วงกึ่งแห้ง (3,000 กรัม) + โซโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) 25 กรัม 50 กรัม 100 กรัม + โซเดียมซิลิเกต (Na₂SiO₃) 12.50 กรัม 25 กรัม 50 กรัม ตามลำดับ / นำมาต้มที่อุณหภูมิ 90°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และคนเยื่อทุก 15 นาที / นำเยื่อที่ฟอกแล้วล้างน้ำให้สะอาดจากสารเคมี / นำเยื่อที่ล้างแล้วมากรองด้วยผ้าขาวบางและนำไปตากให้แห้ง

3. การผลิตแผ่นกระดาษ เตรียมเยื่อเศษไม้มะม่วงกึ่งแห้งและเยื่อปอสาแห้ง / นำเยื่อเศษไม้มะม่วงกึ่งแห้ง 64 กรัม (เปียก 160 กรัม) เยื่อเศษไม้มะม่วงกึ่งแห้ง 64 กรัม ผสมกับ เยื่อปอสาแห้ง 6.4 กรัม (ร้อยละ 10 ของเยื่อเศษไม้มะม่วงกึ่งแห้ง) เยื่อเศษไม้มะม่วงกึ่งแห้ง 64 กรัม ผสมกับ เยื่อปอสาแห้ง 12.80 กรัม (ร้อยละ 20 ของเยื่อเศษไม้มะม่วงกึ่งแห้ง) เยื่อเศษไม้มะม่วงกึ่งแห้ง 128 กรัม ผสมกับ เยื่อปอสาแห้ง 25.60 กรัม (ร้อยละ 20 ของเยื่อเศษไม้มะม่วงกึ่งแห้ง แบบหนา) นำมาแช่กับน้ำสะอาด / เตรียมอ่างน้ำขนาด กว้าง 57 ซม. ยาว 85 ซม. สูง 53 ซม. บรรจุน้ำ 100 ลิตร / นำเยื่อที่เตรียมไว้แช่น้ำและตีเยื่อให้กระจายตัวในน้ำและเทลงอ่างน้ำที่เตรียมไว้ (ช่วงการนำเยื่อปอสาแช่น้ำจะต้องตีให้เยื่อกระจายตัวและนำไปปั่นกับน้ำโดยใช้เยื่อ 0.6 ต่อน้ำ 1 ลิตร ให้เยื่อแตกตัวเป็นเวลา 1 นาที จึงนำมาผสมกับเยื่อเศษไม้มะม่วงในอ่างน้ำ) / ตีเยื่อในอ่างน้ำให้กระจายตัวให้ทั่วสม่ำเสมอ / นำตระแกรงตักซ้อนเยื่อที่กระจายตัวในน้ำ

และยกขึ้นเพื่อให้แห้งผ่านจันทน์ / นำไปตากให้แห้งโดยวางตระแกรงเอียง 45 องศา / ลอกแผ่นกระดาษออกจากตระแกรง / นำแผ่นกระดาษมารีดด้วยไม้รีด

7. ทดสอบสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงของแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง โดยใช้ตัวอย่างกระดาษ ขนาดความกว้าง 30 ซม. ความยาว 30 ซม. จำนวน 10 ตัวอย่าง ต่อหนึ่งการทดสอบ

8. ประมาณราคาต้นทุนวัสดุในการผลิตกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง

9. วิเคราะห์ผลการทดลองวัสดุ ผลการประเมินแผ่นกระดาษเศษไม้มะม่วงกลิ้ง และผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงของแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง

10. ออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ และสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง ที่ได้จากการทดลอง

3.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. การทดลองการผลิตแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง

1.1 การต้มเยื่อ

1) เศษไม้มะม่วงกลิ้ง จากการกลิ้งขึ้นรูปชิ้นงานไม้มะม่วงและเหลือเศษไม้กลิ้งที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตงานหัตถกรรมไม้มะม่วง นำมาใช้เป็นเยื่อหลักในการผลิตแผ่นกระดาษครั้งนี้



รูปที่ 1 แสดงลักษณะเศษไม้มะม่วงกลิ้งที่ได้จากการกลิ้งขึ้นรูปชิ้นงานไม้มะม่วง ความหนา 0.50–1.50 มิลลิเมตร

2) น้ำสะอาด 3) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 4) เครื่องช่าง 5) หม้อต้มแบบไม่มีความดัน
6) ถ้วยตวง 7) ปกรทวัดอุณหภูมิ 8) ไม้คนเยื่อ 9) ภาชนะใส่เยื่อ

1.2 การปั่นเยื่อ 1) เศษไม้มะม่วงกลิ้งต้มสุก 2) ไม้ทุบเยื่อให้แตกตัว 3) น้ำสะอาด 4) เครื่องปั่นน้ำผลไม้ (Philips รุ่น HR2115) 5) ภาชนะใส่เยื่อ 6) ผ้าขาวบาง

1.3 การฟอกเยื่อ 1) เยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้งแห้ง 2) น้ำสะอาด 3) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) 4) โซเดียมซิลิเกต (Na₂SiO₃) 5) เครื่องช่าง 6) ถ้วยตวง 7) ไม้คนเยื่อ 8) ปกรทวัดอุณหภูมิ 9) หม้อต้มแบบไม่มีความดัน 10) ภาชนะใส่เยื่อที่ฟอกแล้ว

1.4 การผลิตแผ่นกระดาษ 1) เยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้งแห้ง 2) เยื่อเส้นใยจากธรรมชาติ ได้แก่ เยื่อปอสา 3) น้ำสะอาด 4) เครื่องช่าง 5) ถ้วยตวง 6) ไม้สำหรับรีดกระดาษ 7) อ่างใส่น้ำและเยื่อเพื่อขึ้นรูปแผ่นกระดาษด้วยตระแกรง 8) ไม้สำหรับรีดกระดาษ 9) ตะแกรงขึ้นรูปแผ่นกระดาษ ขนาดความกว้าง 30 ซม. ความยาว 30 ซม.

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบแผ่นกระดาษ

เครื่องมือทดสอบสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงของแผ่นกระดาษ ตามมาตรฐานของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย มีดังนี้

- 1) TAPPI T411 om-05 Thickness (Caliper) of Paper, Paperboard, and Combined Board
- 2) ISO 536-2012 (E) Paper and board-Determination of grammage
- 3) ISO 2758-2001 (E) Paper-Determination of bursting strength
- 4) ISO 1974-2012 (E) Paper-Determination of testing resistance (Elmendorf method)
- 5) ASTM D 828-97 (Reapproved 2002) Tensile Properties of Paper and Paperboard Using Constant-Rate-of-Elongation Apparatus
- 6) การดูดซึมน้ำ (วินาทีต่อน้ำ 0.05 ซม³)

3.4 เครื่องมือการวิจัย

1) เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกผลการทดลองการผลิตแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลึง เป็นแบบบันทึกผลการทดลองวัสดุโดยแบ่งเป็น 3 ตอน

- ตอนที่ 1 การทดลองการผลิตแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลึง
- ตอนที่ 2 การทดสอบสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงของแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลึง
- ตอนที่ 3 การประมาณราคาต้นทุนวัสดุในการผลิตกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลึง

2) เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลการประเมินผลกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลึง เป็นคำถามเกี่ยวกับระดับความคิดเห็น โดยใช้คำถามแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยแบ่งเป็น 3 ตอน

- ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 6 ข้อ
- ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลึง จำนวน 9 ข้อ
- ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลึง

4. ผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์การวิจัยที่กำหนดไว้ข้างต้นสามารถสรุปผลการวิจัยได้ 5 ส่วน ดังนี้

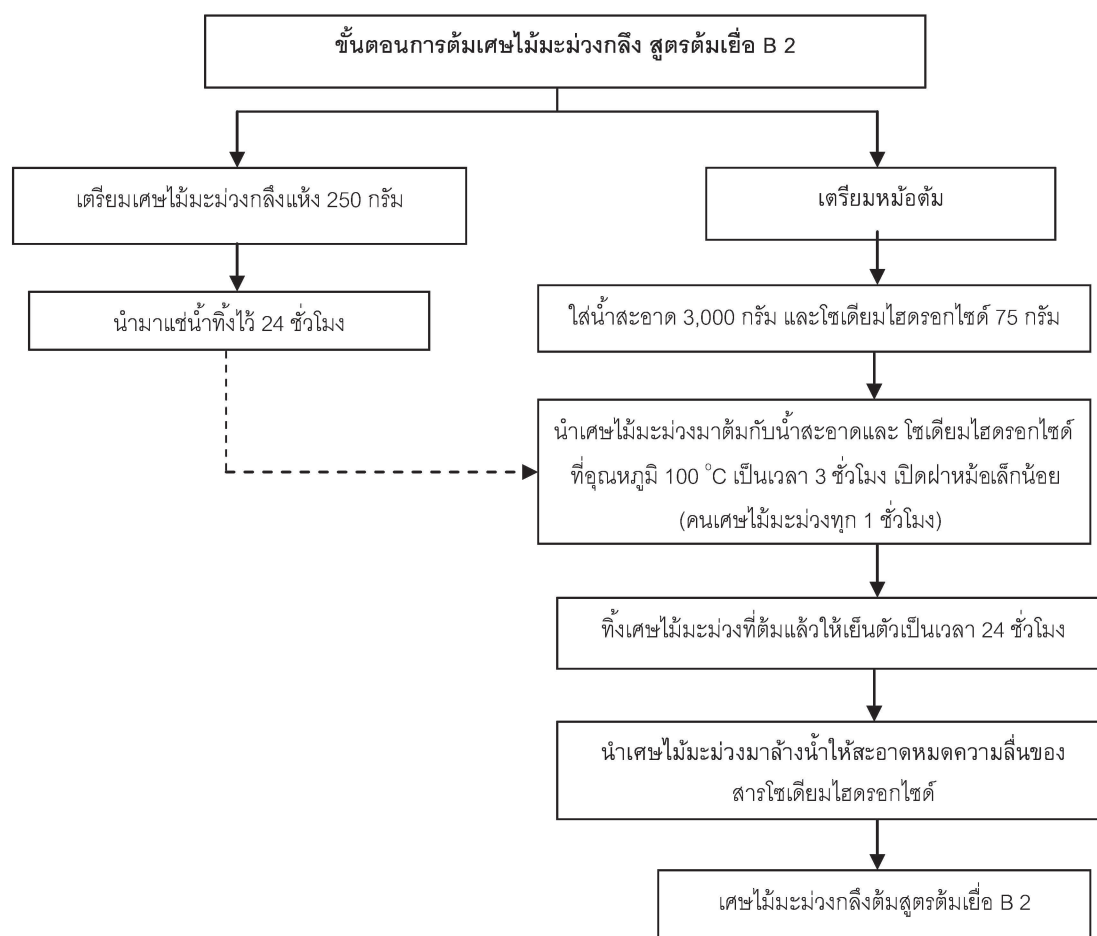
1. การทดลองการผลิตแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลึง พบว่า

1.1 การผลิตเยื่อ เป็นการนำเศษไม้มะม่วงกลึงที่ได้จากกระบวนการกลึงชิ้นงานหัตถกรรมนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษเพื่อใช้ในการผลิตแผ่นกระดาษ โดยผลการทดลองมีส่วนสำคัญที่พบจำแนกเป็น 2 ส่วน คือ

- 1) การต้มเยื่อ ใช้เศษไม้มะม่วงกลึงแห้ง ขนาดความหนา 0.50-1.50 มิลลิเมตร ต้มกับน้ำสะอาด และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่อุณหภูมิ 100°C ในระยะเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อให้เนื้อเศษไม้มะม่วงกลึงอ่อนตัวและเปื่อย ซึ่งได้สูตรต้มเยื่อ B 2 สัดส่วนการต้มเยื่อโดยน้ำหนัก (กรัม) คือ 1 : 12 : 0.30 (เศษไม้มะม่วงกลึงแห้ง 250 กรัม : น้ำสะอาด 3,000 กรัม : โซเดียมไฮดรอกไซด์ 75 กรัม) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงสูตรต้มเยื่อ ขั้นตอนการต้มเยื่อจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง และลักษณะเศษไม้มะม่วงกลิ้งหลังการต้ม

สูตรต้มเยื่อ	ขั้นตอนการต้มเยื่อจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง							ลักษณะเศษไม้มะม่วงกลิ้งหลังการต้ม
	เศษไม้มะม่วงกลิ้งแห้ง (กรัม)	นำเศษไม้มะม่วงกลิ้งแห้งแช่น้ำทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง	การต้ม		ระยะเวลาต้ม ที่อุณหภูมิ 100°C (ชม.)	ทิ้งเศษไม้มะม่วงที่ต้มแล้วให้เย็นตัวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง	นำเศษไม้มะม่วงมาล้างน้ำให้สะอาดหมดความสิ้นของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์	
B 2	250	24 ชั่วโมง	น้ำ 12 เท่าของเยื่อ (กรัม)	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัม)	3			ค่อนข้างเปื่อยสีน้ำตาล



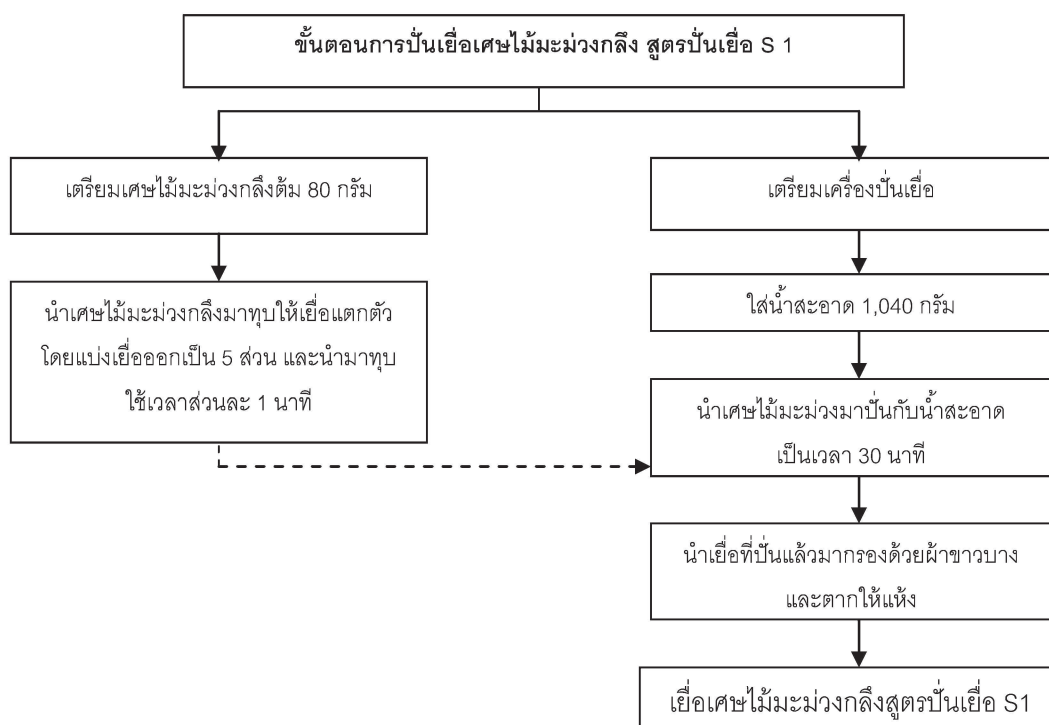
รูปที่ 2 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการต้มเศษไม้มะม่วงกลิ้ง สูตรต้มเยื่อ B 2

2) การปั่นเยื่อ ใช้เศษไม้มะม่วงกลิ้งต้ม สูตร B 2 กับน้ำสะอาด นำมาปั่นด้วยเครื่องปั่นเยื่อ (เครื่องปั่นน้ำผลไม้ยี่ห้อ Philips รุ่น HR2115) ในระยะเวลา 30 นาที เพื่อให้เศษไม้มะม่วงกลิ้งต้มแตกตัวเป็นเยื่อละเอียด ซึ่งได้สูตรปั่นเยื่อ S 1 สัดส่วนการปั่นเยื่อโดยน้ำหนัก (กรัม) คือ 1 : 13 (เยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้งต้ม (เปียก) 80 กรัม : น้ำสะอาด 1,040 กรัม) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงสูตรปั้นเยื่อ ขั้นตอนการปั้นเยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้ง และลักษณะเยื่อหลังการต้ม

สูตรปั้นเยื่อ	ขั้นตอนการปั้นเยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้ง				ลักษณะเยื่อหลังการปั้น
	เศษไม้มะม่วงกลิ้งต้ม (เปียก) (กรัม)	นำเศษไม้มะม่วงกลิ้งมาทุบให้เยื่อแตกตัว โดยแบ่งเยื่อออกเป็น 5 ส่วน และนำมาทุบโดยใช้เวลาส่วนละ 1 นาที	ปั้นเยื่อกับน้ำ 1 : 13 (นาที)	นำเยื่อที่ปั้นแล้วมากรองด้วยผ้าขาวบางและตากให้แห้ง	
S 1	80		30		เยื่อขนาด 2-6 มม. และมีเยื่อสันละเอียด บางส่วนสีน้ำตาล

หมายเหตุ : เศษไม้มะม่วง (เปียก) 80 กรัม เท่ากับ เศษไม้มะม่วง (แห้ง) 23 กรัม



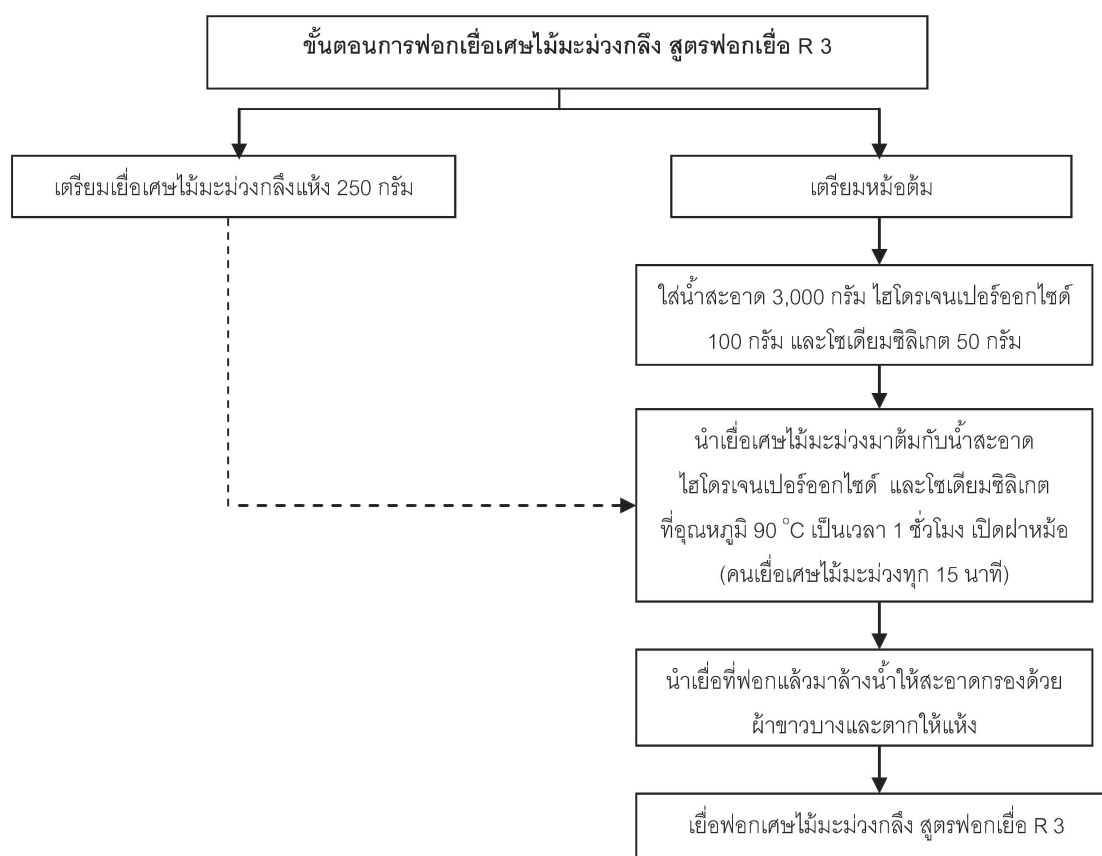
รูปที่ 3 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการปั้นเยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้ง สูตรปั้นเยื่อ S 1

1.2 การฟอกเยื่อ ใช้เยื่อที่ได้จากการปั้นเยื่อ สูตร S 1 ต้มกับน้ำสะอาด และสารฟอกขาว ได้แก่ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) และ โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) ที่อุณหภูมิ 90°C ในระยะเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อให้ได้เยื่อที่ฟอกมีสีขาว ซึ่งได้สูตรฟอกเยื่อ R 3 สัดส่วนการฟอกเยื่อโดยน้ำหนัก (กรัม) คือ 1 : 12 : 0.40 : 0.20 (เยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้งแห้ง 250 กรัม : น้ำสะอาด 3,000 กรัม : ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 100 กรัม : โซเดียมซิลิเกต 50 กรัม) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงสูตรฟอกเยื่อ ขั้นตอนการฟอกเยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้ง และลักษณะสีของเยื่อฟอก

สูตรฟอกเยื่อ	ขั้นตอนการฟอกเยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้ง						ลักษณะสีของเยื่อฟอก
	เยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้งแห้ง (กรัม)	น้ำ 12 เท่าของเยื่อ (กรัม)	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (กรัม)	โซเดียมซัลไฟด์ (กรัม)	เวลาดัมเยื่อที่อุณหภูมิ 90°C (ชม.)	นำเยื่อที่ฟอกแล้วมาล้างน้ำให้สะอาดกรองด้วยผ้าขาวบางและตากให้แห้ง	
R 3	250	3,000	100	50	1		สีขาวครีม

หมายเหตุ : ช่วงการดัมเปิดฝามือ และคนเยื่อเศษไม้มะม่วงทุก 15 นาที



รูปที่ 4 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการฟอกเยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้ง สูตรฟอกเยื่อ R 3

1.3 การผลิตแผ่นกระดาษ เป็นขั้นตอนการทำแผ่นกระดาษขนาด 30 x 30 ซม. ด้วยตระแกรงขึ้นรูปแผ่นกระดาษ โดยวิธีการตักช้อนในอ่างน้ำ ขนาด กว้าง 57 ยาว 85 สูง 53 เซนติเมตร บรรจุน้ำ 100 ลิตร เป็นกระบวนการผลิตกระดาษจากงานหัตถกรรมกระดาษสาทำมือ เยื่อที่ใช้ผลิตแผ่นกระดาษ ได้แก่ เยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้งแห้งใช้เป็นเยื่อหลักในการผลิตแผ่นกระดาษ และ เยื่อเส้นใยจากธรรมชาติที่ใช้ผสมให้มีคุณสมบัติเพิ่มความเหนียวและแข็งแรงของแผ่นกระดาษ ได้แก่ เยื่อปอสา ซึ่งได้สูตรสัดส่วนของเยื่อที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นกระดาษ จำนวน 2 สูตร ดังนี้

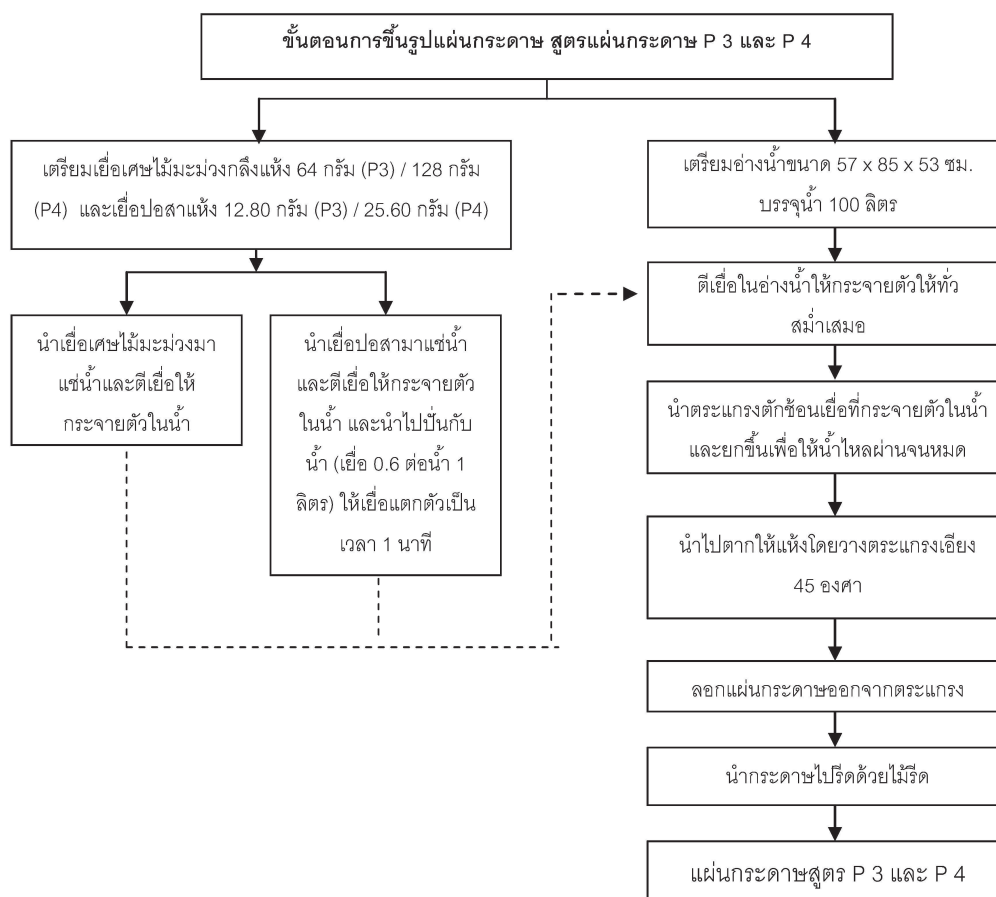
1) สูตรแผ่นกระดาษ P 3 (บาง) สัดส่วนเยื่อโดยน้ำหนัก (กรัม) 10 : 2 (เยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้งแห้ง (S1) 64 กรัม : เยื่อปอสาแห้ง 12.80 กรัม)

2) สูตรแผ่นกระดาษ P 4 (หนา) สัดส่วนเยื่อโดยน้ำหนัก (กรัม) 10 : 2 (เยื่อเศษไม้มะม่วงกลึงแห้ง (S1) 128 กรัม : เยื่อปอสาแห้ง 25.60 กรัม) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงสูตรกระดาษ สัดส่วนโดยน้ำหนักวัสดุ เยื่อแห้ง ขั้นตอนการทำแผ่นกระดาษโดยวิธีการดักซ้อน และลักษณะแผ่นกระดาษ

ลำดับ สูตร กระดาษ	สัดส่วน โดยน้ำหนัก วัสดุ	เยื่อแห้ง		ขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นกระดาษโดยวิธีการดักซ้อน							ลักษณะ แผ่น กระดาษ
		เยื่อ เศษไม้ มะม่วง	เยื่อ ปอสา	เตรียมอ่างน้ำ ขนาด 57 x 85 x 53 ซม. บรรจุน้ำ 100 ลิตร	นำเยื่อ แห้งแช่กับ น้ำสะอาด	ตีเยื่อให้ กระจายตัว ในน้ำและ เทลง อ่างน้ำที่ เตรียมไว้	ตีเยื่อ ในอ่างน้ำ ให้กระจาย ตัวให้ทั่ว สม่ำเสมอ	นำตระแกรง ดักซ้อนเยื่อ ที่กระจายตัว ในน้ำและ ยกขึ้นเพื่อ ให้น้ำไหล ผ่านจนหมด	นำไปตากให้ แห้งโดยวาง ตระแกรงเอียง 45 องศาและ ลอกแผ่น กระดาษ ออกจาก ตระแกรง	นำ กระดาษไปรีด ด้วยไม้รีด	
P 3	สัดส่วน	10	2								แบบ
	กรัม	64	12.80								บาง
P 4	สัดส่วน	10	2								แบบ
	กรัม	128	25.60								หนา

หมายเหตุ : ช่วงการนำเยื่อปอสา (เยื่อปอสาฟอกขาวจากศูนย์หัตถกรรมกระดาษสาและร่วม) แช่น้ำจะต้องตีให้เยื่อกระจายตัวและนำไปปั่นกับน้ำ (เยื่อ 0.6 ต่อน้ำ 1 ลิตร) ให้เยื่อแตกตัวเป็นเวลา 1 นาที จึงนำมาผสมกับเยื่อเศษไม้มะม่วงกลึงแห้งในอ่างน้ำ



รูปที่ 5 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นกระดาษด้วยวิธีการดักซ้อน สูตรแผ่นกระดาษ P 3, P 4

2. การประเมินผลกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง

ผู้วิจัยทำการประเมินผลแผ่นกระดาษ สูตรแผ่นกระดาษ P 3 โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ได้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านกระดาษ จำนวน 5 คน ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายงานหัตถกรรมกระดาษสา จำนวน 11 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 16 คน (N) ซึ่งผลการประเมิน พบว่า โดยรวมผู้เชี่ยวชาญด้านกระดาษ ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายงานหัตถกรรมกระดาษสา มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีหรือมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 3.81 และเมื่อจำแนกเป็นรายข้อพบว่า อันดับที่ 1 คือ การนำวัสดุเหลือใช้มาเพิ่มมูลค่าและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\bar{X}$ = 4.12) อันดับที่ 2 คือ สีสนมีความสวยงาม ($\bar{X}$ = 4.06) อันดับที่ 3 คือ พื้นผิวมีความสวยงาม และมีความเป็นไปได้ในการผลิต ($\bar{X}$ = 3.93) อันดับที่ 4 คือ โดยภาพรวมท่านพึงพอใจกับผลิตภัณฑ์กระดาษ ($\bar{X}$ = 3.87) อันดับที่ 5 คือ ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุ และมีเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น ($\bar{X}$ = 3.75) อันดับที่ 6 คือ สามารถนำไปใช้งานได้ ($\bar{X}$ = 3.50) และอันดับสุดท้าย คือ จำหน่ายได้ในท้องตลาด ($\bar{X}$ = 3.37)

3. การทดสอบสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงของแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง

การทดสอบสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงของแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง ตามมาตรฐานของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย โดยใช้ตัวอย่างแผ่นกระดาษสูตร P 3 ขนาดความกว้าง 30 ซม. ความยาว 30 ซม. จำนวน 10 ตัวอย่าง ต่อหนึ่งการทดสอบ ซึ่งทดสอบสมบัติของแผ่นกระดาษ ด้านน้ำหนัก ความหนา ความต้านแรงดึงขาด การยืดตัว ความต้านแรงฉีกขาด ความต้านแรงดันทะลุ และการดูดซึมน้ำ ดังแสดงผลการทดสอบในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงของแผ่นกระดาษ สูตร P 3

การทดสอบสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงของแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง							
สูตรแผ่นกระดาษ	การทดสอบสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรง						
	น้ำหนัก (g/m ²)	ความหนา (mm.)	ความต้านแรงดึงขาด (kN/m)	การยืดตัว (percentage)	ความต้านแรงฉีกขาด (mN)	ความต้านแรงดันทะลุ (kPa)	การดูดซึมน้ำ (S.)
P 3	65	0.43	0.39	1.13	459	412	6.70

หมายเหตุ : ภาวะการทดสอบ อุณหภูมิ $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ $65 \pm 2\%$ การทดสอบความต้านแรงดึงขาดและการยืดตัว 1) ระยะห่างระหว่างปากจับ 180 มิลลิเมตร 2) อัตราเร็วในการดึง 25.4 มิลลิเมตรต่อนาที 3) ความกว้างขึ้นทดสอบ 25 มิลลิเมตร 4) จำนวนขึ้นทดสอบ 10 ชิ้น 5) เครื่องมือทดสอบ Universal testing machine; Instron model 1123

จากตารางที่ 5 พบว่า การทดสอบสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงของแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง สูตรแผ่นกระดาษ P 3 มีน้ำหนัก 65 กรัมต่อตารางเมตร (g/m²) ความหนา 0.43 มิลลิเมตร (mm.) ความต้านแรงดึงขาด 0.39 กิโลนิวตันต่อเมตร (kN/m) การยืดตัวร้อยละ 1.13 ความต้านแรงฉีกขาด 459 มิลลิ-นิวตัน (mN) ความต้านแรงดันทะลุ 412 กิโลปาสกา (kPa) และการดูดซึมน้ำ 6.70 วินาทีต่อน้ำ 0.05 ซม³

4. การประมาณราคาต้นทุนวัสดุในการผลิตกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง

ต้นทุนวัสดุที่ใช้ในการผลิตแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง ขนาด 30x 30 เซนติเมตร พบว่าแผ่นกระดาษ P 3 ชนิดไม่ฟอก ราคาต้นทุนวัสดุในการผลิต 0.3511 บาท ชนิดฟอก ราคาต้นทุนวัสดุในการผลิต 0.415 บาท แผ่นกระดาษ P 4 ชนิดไม่ฟอก ราคาต้นทุนวัสดุในการผลิต 0.63 บาท ชนิดฟอก ราคาต้นทุนวัสดุในการผลิต 0.7446 บาท ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงสูตรกระดาษ น้ำหนักกระดาษ และการประมาณราคาต้นทุนวัสดุในการผลิตกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง

ลำดับ สูตรที่	น้ำหนักกระดาษ		การประมาณราคาต้นทุนวัสดุในการผลิตกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง						
	เยื่อ เศษไม้ มะม่วง แห้ง (กรัม)	เยื่อ ปอสา แห้ง (กรัม)	เยื่อแห้ง		โซเดียม ไฮดรอกไซด์ 1,000 กรัม =	ไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ 1,000 กรัม =	โซเดียม ซัลเฟต 1,000 กรัม =	ต้นทุนวัสดุ ในการผลิต แผ่นกระดาษขนาด ก.30 x ย.30 ซม. (บาท)	หมายเหตุ
			เศษไม้มะม่วง 1,000 กรัม =	ปอสา 1,000 กรัม =	28 บาท	25 บาท	15.50 บาท		
P 3	5.85		2.40/1000	306/1000	28/1000			0.3511	แผ่นกระดาษ ไม่ฟอก (บาง)
	4.875	0.975	x 4.875 = 0.0117	x 0.975 = 0.2984	x 1.4625 = 0.041	-	-		
P 4	10.50		2.40/1000	306/1000	28/1000			0.63	แผ่นกระดาษ ไม่ฟอก (หนา)
	8.75	1.75	x 8.75 = 0.021	x 1.75 = = 0.5355	x 2.625 =0.0735	-	-		
P 3	5.85		2.40/1000	306/1000	28/1000	25/1000	15.50/1000	0.415	แผ่นกระดาษ ฟอก (บาง)
	4.875	0.975	x 4.875 = 0.0117	x 0.975 = 0.2984	x 1.4625 = 0.041	x 1.95 = 0.0488	x 0.975 = 0.0151		
P 4	10.50		2.40/1000	306/1000	28/1000	25/1000	15.50/1000	0.7446	แผ่นกระดาษ ฟอก (หนา)
	8.75	1.75	x 8.75 = 0.021	x 1.75 = 0.5355	x 2.625 =0.0735	x 3.50 = 0.0875	x 1.75 = 0.0271		

หมายเหตุ : การต้มเยื่อ เศษไม้มะม่วงกลิ้งแห้ง 250 กรัม ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 75 กรัม

การฟอกเยื่อ เศษไม้มะม่วงกลิ้งแห้ง 250 กรัม ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 100 กรัม และ โซเดียมซัลเฟต 50 กรัม

5. การออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ และสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

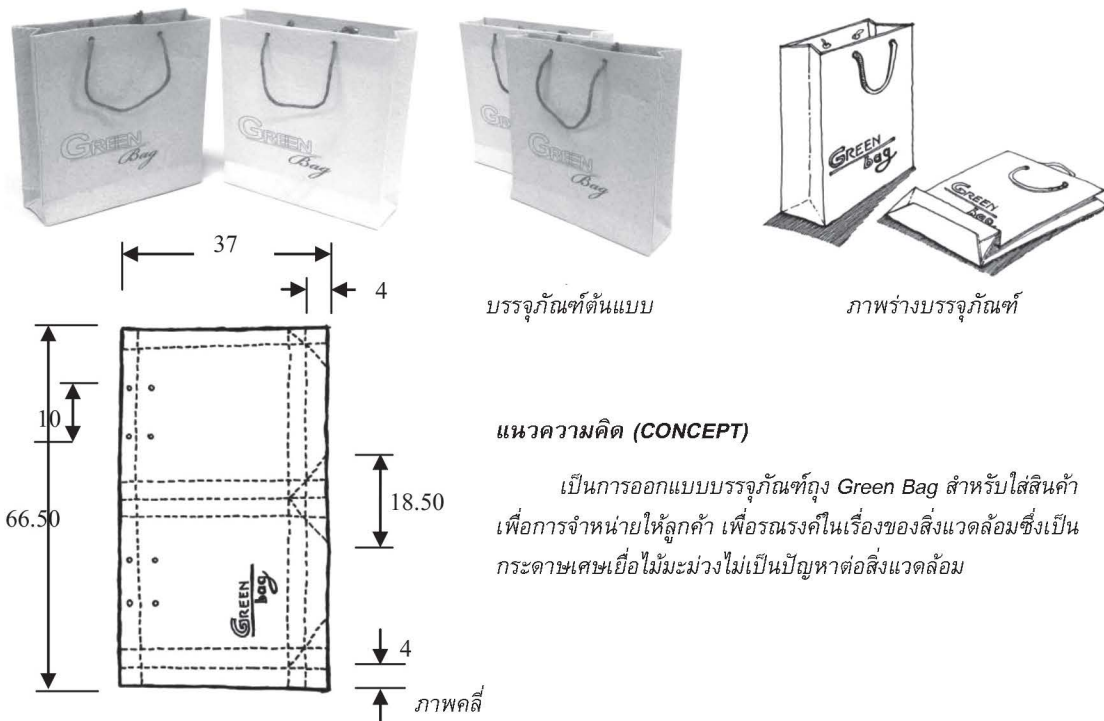
การออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ และสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ผู้วิจัยได้ใช้แนวทางในการออกแบบ ซึ่งมีประเด็นที่สำคัญ 3 ส่วน ดังนี้

1) ใช้กรอบแนวคิดในด้านปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบของ นวลน้อย บุญวงษ์ (2539 : 83-108) ได้แก่ ปัจจัยภายในประกอบด้วย วัสดุและกรรมวิธีการผลิต ประโยชน์ใช้สอย และ รูปทรง ปัจจัยภายนอก คือ การแข่งขันในตลาด ความสามารถเข้ากันได้กับระบบสากล การควบคุมด้านความปลอดภัย การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสภาพแวดล้อม นำมาใช้เป็นกรอบคิดในการออกแบบ 2) คุณสมบัติทางด้านกายภาพและความแข็งแรงของแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้งที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน 3) ผลการประเมินกระดาษของผู้เชี่ยวชาญ ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายงานหัตถกรรมกระดาษสา

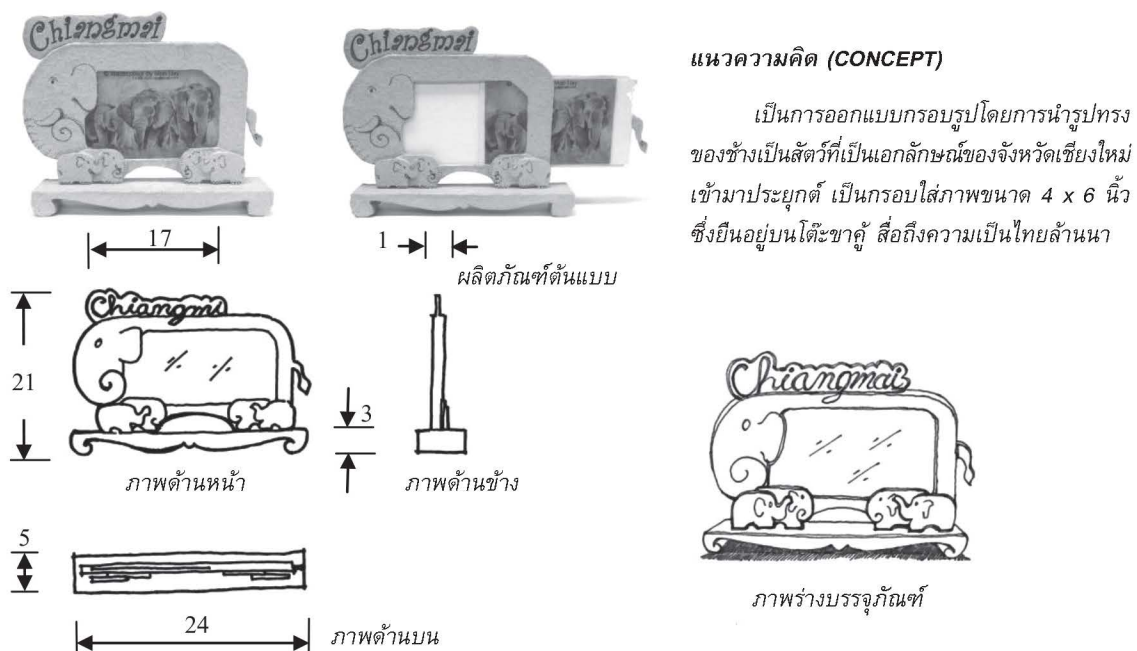
และได้สร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบเป็นสองประเภท คือ ต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่นำแผ่นกระดาษเศษไม้มะม่วงกลิ้งไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ที่เก็บของใช้บนโต๊ะทำงาน กรอบรูปข้างตั้งโต๊ะ กระปุกออมสินมอญซ่อนผ้า และที่วางสมุดโน้ต และปากกา ใช้สูตรแผ่นกระดาษเศษไม้มะม่วงกลิ้ง P 3 สำหรับตกแต่งบนพื้นผิวโครงสร้างของตัวผลิตภัณฑ์ที่ใช้กระดาษหลังรูปในการขึ้นรูปทรง และ บรรจุภัณฑ์ Green Bag สำหรับใส่สินค้าเพื่อการจำหน่าย ใช้สูตรแผ่นกระดาษเศษไม้มะม่วงกลิ้ง P 4 ซึ่งมีความแข็งแรงสามารถนำไปใช้งานได้ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงภาพร่างผลิตภัณฑ์ แนวความคิดในการออกแบบและผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

- (1) ชื่อผลิตภัณฑ์ : บรรจุภัณฑ์ Green Bag ประโยชน์ใช้สอย : ใส่สินค้าเพื่อการจำหน่าย สูตรแผ่นกระดาษ : แผ่นกระดาษ P 4 ชนิดฟอกและไม่ฟอก วัสดุประกอบ : เชือกใช้เป็นหูหิ้ว, ตัวอักษร Green bag พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ Inkjet



- (2) ชื่อผลิตภัณฑ์ : กรอบรูปช้างตั้งโต๊ะ ประโยชน์ใช้สอย : ใส่ภาพถ่าย ขนาด 4 x 6 นิ้ว และวางประดับตกแต่ง สูตรแผ่นกระดาษ : แผ่นกระดาษ P 3 ชนิดไม่ฟอก วัสดุประกอบ : กระดาษหลังรูปใช้เป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์, ตัวอักษรพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ Inkjet

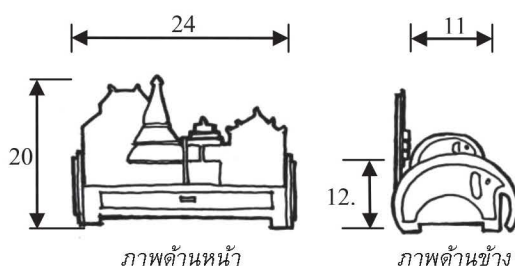


ตารางที่ 7 แสดงภาพร่างผลิตภัณฑ์ แนวความคิดในการออกแบบและผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (ต่อ)

- (3) ชื่อผลิตภัณฑ์ : ที่เก็บของใช้บนโต๊ะทำงาน ประโยชน์ใช้สอย : เก็บของใช้ เช่น คลิป, ปากกา, ดินสอ, แมกซ์เย็บกระดาษ, กระดาษโน้ต สูตรแผ่นกระดาษ : แผ่นกระดาษ P 3 ชนิดไม่พอก วัสดุประกอบ : กระดาษหลังรูปใช้เป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์

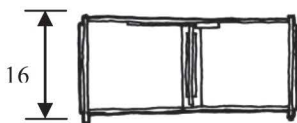


ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ



ภาพด้านหน้า

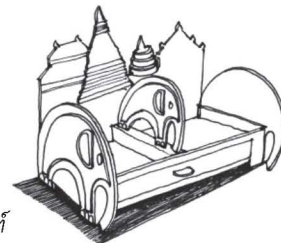
ภาพด้านข้าง



ภาพด้านบน

แนวความคิด (CONCEPT)

เป็นการออกแบบที่เก็บของใช้บนโต๊ะทำงาน เช่น คลิป, ปากกา, ดินสอ, แมกซ์เย็บกระดาษ, กระดาษโน้ต เป็นต้น โดยนำรูปทรงของพระธาตุดอยสุเทพ และช้างเข้ามาใช้ในการออกแบบมีความเป็นเอกลักษณ์ของจังหวัดเชียงใหม่



ภาพร่างบรรจุภัณฑ์

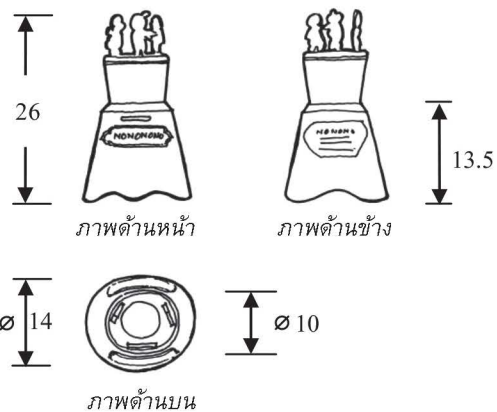
- (4) ชื่อผลิตภัณฑ์ : กระปุกออมสินมอญซ่อนผ้า ประโยชน์ใช้สอย : ใส่เหรียญสตางค์ และประดับตกแต่ง สูตรแผ่นกระดาษ : แผ่นกระดาษ P 3 ชนิดไม่พอก วัสดุประกอบ : กระดาษหลังรูปใช้เป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์, และการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ Inkjet



ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

แนวความคิด (CONCEPT)

เป็นการออกแบบกระปุกออมสินโดยนำการละเล่นมอญซ่อนผ้า ซึ่งเป็นวัฒนธรรมของไทยมาเป็นเรื่องราว และประยุกต์ใช้ในการออกแบบให้ได้บรรยากาศของความเป็นไทย



ภาพด้านหน้า

ภาพด้านข้าง

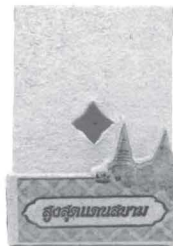
ภาพด้านบน

ภาพร่างบรรจุภัณฑ์



ตารางที่ 7 แสดงภาพร่างผลิตภัณฑ์ แนวความคิดในการออกแบบและผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (ต่อ)

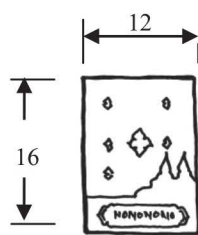
(5) ชื่อผลิตภัณฑ์ : ที่วางสมุดโน้ตและปากกา ประโยชน์ใช้สอย : สำหรับวางสมุดโน้ตและเสียบปากกาเพื่อการบันทึกข้อความ
 สูตรแผ่นกระดาษ : แผ่นกระดาษ P 3 ชนิดไม่ฟลอก วัสดุประกอบ : กระดาษหลังรูปใช้เป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์, ตัวอักษร
 และลายกราฟิกพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ Inkjet



ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

แนวความคิด (CONCEPT)

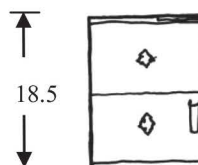
เป็นการออกแบบที่วางสมุดโน้ตและปากกา โดยใช้
 รูปทรงของจั่วหลังคาบ้านทรงไทยมาประยุกต์ใช้ในการ
 ออกแบบและตกแต่งลงด้วยดอกประจายาม



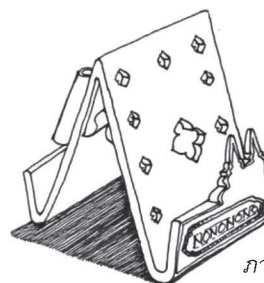
ภาพด้านหน้า



ภาพด้านข้าง



ภาพด้านบน



ภาพร่างบรรจุภัณฑ์

5. อภิปรายผลการวิจัย

จากการสรุปผลข้างต้นเกี่ยวกับ การศึกษาผลของกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้งที่มีต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน
 มีประเด็นสำคัญที่จะอภิปราย ดังต่อไปนี้

ผลการประเมินแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้งของผู้เชี่ยวชาญด้านกระดาษ ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายงานหัตถกรรม
 กระดาษสา พบว่า สูตรแผ่นกระดาษ P 1 ซึ่งใช้เยื่อไม้มะม่วงเพียงอย่างเดียว ลักษณะเนื้อกระดาษยุ่ย ฉีกขาดง่าย และม
 ความแข็งแรงน้อยไม่สามารถนำไปใช้งานได้ เนื่องจากมีเยื่อไม้สั้นจึงต้องมีการผสมเยื่อปอสาซึ่งเป็นเยื่อใยยาวเพื่อเพิ่มความเหนียว
 และความแข็งแรงของแผ่นกระดาษจากเศษไม้มะม่วงกลิ้ง ได้แก่ สูตรแผ่นกระดาษ P 3 (บาง) สัดส่วนเยื่อโดยน้ำหนัก (กรัม)
 10 : 2 (เยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้งแห้ง 64 กรัม : เยื่อปอสาแห้ง 12.80 กรัม) และสูตรแผ่นกระดาษ P 4 (หนา) สัดส่วนเยื่อ
 โดยน้ำหนัก (กรัม) 10 : 2 (เยื่อเศษไม้มะม่วงกลิ้งแห้ง 128 กรัม : เยื่อปอสาแห้ง 25.60 กรัม) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัย
 ของ อังคณา จุติสีมา (2555) เรื่องการศึกษาสมบัติของกระดาษหัตถกรรมในแถบภาคเหนือตอนบน พบว่า สมบัติของ
 กระดาษใบสับปะรด มีค่าความแข็งแรงต่อแรงต่าง ๆ ต่ำ เนื่องจากเป็นเยื่อไม้สั้น จึงต้องมีการใช้เยื่อปอสาซึ่งเป็นเยื่อใยยาว
 เป็นส่วนเสริมเพื่อให้เกิดความแข็งแรงต่อการนำไปใช้งาน

การทดลองสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยใช้แผ่นกระดาษ P 3 นำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ตกแต่งบนพื้นผิวโครงสร้างของตัวผลิตภัณฑ์ที่ใช้กระดาษหลังรูปเป็นโครงสร้างในการขึ้นรูปทรง และใช้แผ่นกระดาษ P 4 นำมาสร้างต้นแบบบรรจุภัณฑ์ Green Bag ซึ่งในขณะทำการสร้างผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ต้นแบบจะมีเยื่อเส้นใยเศษไม้มะม่วงกลึงหลุดออกจากผิวกระดาษจึงควรมีการเติมสารกระจายเยื่อเพื่อช่วยให้เยื่อมีการยึดติดของเส้นใย สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สุภา จุฬคุปต์ ไศลเพชร ศรีสุวรรณ และวิจิตร สนม (2552: บทคัดย่อ) เรื่องการพัฒนาการผลิตกระดาษเชิงหัตถกรรมจากใยมะพร้าวพบว่า ใยมะพร้าวมีศักยภาพสามารถทำแผ่นกระดาษเพื่อใช้ประโยชน์ได้ แต่ต้องใช้ร่วมกับสารกระจายเยื่อ (กาว Sumifloc FA-40) ซึ่งเป็นสารที่ช่วยในการกระจายเยื่อและการยึดติดของใยมะพร้าว ใยมะพร้าวเป็นเส้นใยธรรมชาติที่แข็งแรง แต่ไม่ประสานหรือยึดเกาะเส้นใยกันเองจึงต้องใช้สารช่วยติด

การนำวัสดุเศษไม้มะม่วงกลึงที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตในงานหัตถกรรมไม้มะม่วงกลึงนำมาทดลองแปรรูปเป็นเยื่อเศษไม้มะม่วงกลึงและนำมาผลิตเป็นแผ่นกระดาษจากไม้มะม่วงให้กับกลุ่มผู้ผลิตงานหัตถกรรมกระดาษสา เป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาเศษวัสดุเหลือทิ้งและการกำจัดที่เป็นมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมรวมถึงการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับ นวลน้อย บุญวงษ์ (2539) ได้กล่าวว่า ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการออกแบบปัญหาการหมักดินไปอย่างรวดเร็วของทรัพยากรไม่ว่าจะอยู่ในรูปของวัสดุธรรมชาติ วัสดุสังเคราะห์ วัสดุที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้และไม่ได้ก็ตาม จนทำให้เกิดการเรียกร้องให้ลดปริมาณการใช้ลงเพื่อเหลือเก็บไว้ให้นุชนรุ่นต่อไปสำหรับใช้ในอนาคตรวมถึงทฤษฎีแนวคิดการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Economic & Ecological Design; Eco Design) คือ กระบวนการที่ผนวกแนวคิดด้านเศรษฐกิจและด้านสิ่งแวดล้อมเข้าไปในขั้นตอน การออกแบบผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในแต่ละขั้นตอนของการพัฒนาผลิตภัณฑ์และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไปพร้อมๆ กันทำให้ส่งผลดีต่อธุรกิจ ชุมชน และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแนวทางไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน (ธารรัตน์ มุ่งเจริญ, 2548) โดยใช้หลักการพื้นฐานของการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจหลักการของ 4Rs นำมาประยุกต์ใช้ ได้แก่ การลด (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และ การซ่อมบำรุง (Repair) จะมีความสัมพันธ์กับแต่ละช่วงของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (ตระกูลพันธ์ พัทธเมธา, 2557)

6. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. ในขณะนำแผ่นกระดาษเศษไม้มะม่วงกลึงมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ มีเยื่อหลุดออกจากแผ่นกระดาษบางส่วน จึงควรมีการเติมสารกระจายเยื่อเพื่อให้เยื่อเศษไม้มะม่วงกลึงกระจายทั่วแผ่นกระดาษอย่างสม่ำเสมอและไม่หลุดในขณะนำมาแปรรูป หรือการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุเคลือบผิวหน้าก่อนการนำมาแปรรูป
2. ควรมีการศึกษาสารกระจายเยื่อจากธรรมชาติ และจากสารสังเคราะห์ เพื่อนำมาทดลองเติมลงในถังน้ำที่ผสมเยื่อกระดาษขณะการขึ้นรูปแผ่นกระดาษด้วยวิธีการดักซอน
3. ควรมีการศึกษาเส้นใยจากวัสดุธรรมชาติที่เหลือใช้ ต่างๆ ที่หลากหลายในท้องถิ่นนั้นๆ เพื่อนำมาทดลองเปรียบเทียบผลเยื่อกระดาษจากเส้นใยเหล่านั้น
4. ควรมีการศึกษารายละเอียดเรื่อง พื้นผิว ลวดลาย และการย้อมสีกระดาษเศษไม้มะม่วงกลึงที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าสินค้าของชุมชน



เอกสารอ้างอิง

- ตระกูลพันธ์ พืชเมธา. การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม. วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร ฉบับภาษาไทย สาขาสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปะ ปีที่ 34 (ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน พ.ศ.2557): 124.
- ธารรัตน์ มุ่งเจริญ. (2548). เอกสารประกอบการบรรยายเรื่องการศึกษาด้านเทคนิคของ LCA / EcoDesign ในการรับมือกับระเบียบ WEEE และ RoHs. ณ ห้องแกรนด์บอลรูม ชั้น 3 โรงแรมเซ็นจูรี่พาร์ค กรุงเทพฯ วันที่ 11 สิงหาคม 2548.
- นวลน้อย บุญวงศ์. (2539). หลักการออกแบบ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณม อุ่นจิตติชัย และคณะ. (2546). การศึกษาเบื้องต้นเพื่อเพิ่มมูลค่าเศษกึ่งเหลือทิ้งจากผลิตภัณฑ์ไม้มะม่วงกลึง. รายงานวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้.
- สุภา จุฬคุปต์, ไสลเพชร ศรีสุวรรณ และวิจิตร สนหอม. (2552). การพัฒนาการผลิตกระดาษเชิงทดแทนจากใยมะพร้าว. รายงานวิจัย คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- อังคณา จุติสีมา. 2555. การศึกษาสมบัติของกระดาษทดแทนในแถบภาคเหนือตอนบน. รายงานวิจัย คณะศิลปกรรม และสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ เชียงใหม่.