

กระดาษจากเศษเหลือทิ้งของป่านศรนารายณ์สำหรับงานหัตถกรรม

Paper from sisal waste for handicrafts

อุดมเดช พลเยี่ยม¹ และ นิภาพร ปัญญา²

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 1381 ถนนประชาราษฎร์ 1

แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800, E-Mail: udomdeja.p@rmutp.ac.th

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 1381 ถนนประชาราษฎร์ 1

แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800, E-Mail: nipaporn.p@rmutp.ac.th

Udomdeja Polyium¹ and Nipaporn Panya²

¹Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, 1381 Pracharat 1

Road, Wongsawang, Bang Sue, Bangkok 10800, E-Mail: udomdeja.p@rmutp.ac.th

²Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, 1381 Pracharat 1

Road, Wongsawang, Bang Sue, Bangkok 10800, E-Mail: nipaporn.p@rmutp.ac.th

วันที่รับบทความ 10 พฤษภาคม 2566

วันแก้ไขบทความ 26 มิถุนายน 2566

วันที่ตอบรับบทความ 26 มิถุนายน 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาสภาวะในการทำกระดาษจากเศษเหลือทิ้งของป่านศรนารายณ์ชุมชนหุบกะพง จังหวัดเพชรบุรี 2) เพื่อศึกษาคุณสมบัติของกระดาษจากเศษเหลือทิ้งของป่านศรนารายณ์ การทำกระดาษจากเศษเหลือทิ้งของป่านศรนารายณ์ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ การเตรียมเยื่อกระดาษ การต้มเยื่อกระดาษ การฟอกเยื่อกระดาษ การทำแผ่นกระดาษ การทดสอบคุณสมบัติกระดาษ และแนวทาง การทำผลิตภัณฑ์หัตถกรรม ผลการวิจัยพบว่า 1) สภาวะที่ใช้ในการทำกระดาษจากเศษเหลือทิ้งของป่านศรนารายณ์ ประกอบด้วยน้ำยาต้มเยื่อ อุณหภูมิ และระยะเวลาในการต้มเยื่อดังนี้ น้ำยาต้มเยื่อใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 2 ระดับคือ ความเข้มข้น 2% และ 4% โดยปริมาตร การต้มเยื่อใช้ระยะเวลาในการต้มเยื่อมี 3 ช่วงคือ ระยะเวลา 2, 4 และ 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิระดับเดียวคือ 200 องศาเซลเซียส จากสภาวะดังกล่าวจะได้กระดาษทั้งหมด 6 แบบ 2) กระดาษจากเศษเหลือทิ้งของป่านศรนารายณ์มีคุณสมบัติดังนี้ น้ำหนักมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 42.15-65.89 g/m² ความหนาแน่นมีค่าอยู่ระหว่าง 159.21- 189.74 ไมครอน ความชื้นมีค่าอยู่ระหว่าง 9.48 -11.81 % ความขาวสว่างมีค่าอยู่ระหว่าง 75.41 - 90.48 % ความทึบแสงมีค่าอยู่ระหว่าง 75.15 - 92.71% ความต้านแรงดันทะลุมีค่าอยู่ระหว่าง 34.22 - 49.56 KPa ความต้านแรงดึง มีค่าอยู่ระหว่าง 75.32 - 102.25 KN/m² และความต้านแรงฉีกขาดมีค่าอยู่ระหว่าง 348.91 - 398.77 mN ทั้งนี้สภาวะที่ 1 ใช้ น้ำยาต้มเยื่อที่มีความเข้มข้น 2% เวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำกระดาษสำหรับงานหัตถกรรม

คำสำคัญ: การทำกระดาษ, กระดาษจากเศษเหลือทิ้งของป่านศรนารายณ์, กระดาษสำหรับงานหัตถกรรม

ABSTRACT

This research aimed to 1) study the conditions for making paper from sisal residues. 2) to study the properties of paper from sisal waste. The research process is as follows: pulp preparation, pulp brewing, pulp bleaching, paper plate making, paper properties testing, and product development of decorative containers and souvenirs. The results showed that 1) The conditions used for making paper from sisal waste consisted of the pulping solution, temperature, and pulping time. The pulping solution used sodium hydroxide solution at two concentrations, 2% and 4% by volume. There are three periods of pulping, namely 2, 4, and 6 hours. The only temperature level is 200 °C. From these conditions, six types of paper are obtained. 2) The sisal paper has the following properties, basis weight 42.15-65.89 g/m², thickness 159.21- 189.74 microns, moisture content 9.48-11.81%, brightness 75.41 - 90.48%, opacity 75.15-92.71%, burst strength 34.22-49.56 KP, tensile strength 75.32-102.25 KN/m² and the tear strength 348.91-398.77 mN. However, condition one was used to boil pulp with a concentration of 2% for 2 hours at a temperature of 200 degrees Celsius, which was the most suitable condition for making paper for handicrafts.

KEYWORDS: Papermaking, Paper from sisal waste, Paper for crafting

1. บทนำ

ในพื้นที่ของจังหวัดเพชรบุรีมีกลุ่มชุมชนที่ประกอบอาชีพปลูกป่านศรนารายณ์เป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริมเพื่อส่งจำหน่ายใบป่านศรนารายณ์สดและป่านศรนารายณ์แปรรูปให้แก่กลุ่มชุมชนผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ป่านศรนารายณ์ที่อยู่ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรีและจังหวัดใกล้เคียง กลุ่มชุมชนผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ป่านศรนารายณ์ ได้แก่ กลุ่มสหกรณ์จักสานป่านศรนารายณ์ กลุ่มผลิตภัณฑ์ป่านศรนารายณ์ กลุ่มผู้ผลิตไม้กวาดป่านศรนารายณ์ กลุ่มสตรีศิลปาชีพป่านศรนารายณ์สหกรณ์หุบกะพง โดยชุมชนที่ปลูกป่านศรนารายณ์บางชุมชนได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการปลูกป่านศรนารายณ์ อาทิ หมู่บ้านสหกรณ์การเกษตรหุบกะพง จังหวัดเพชรบุรีมีพื้นที่เพาะปลูกจำนวนมาก การจำหน่ายป่านศรนารายณ์แปรรูปให้แก่ชุมชนผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากป่านศรนารายณ์นั้นจะจำหน่ายในลักษณะของเส้นใยป่านศรนารายณ์ การทำเส้นใยเริ่มจากขั้นตอนการนำใบของ ป่านศรนารายณ์ที่ตัดและทำความสะอาดแล้วมาชูดด้วยเครื่องชูดเส้นใย และนำเส้นใยที่ผ่านการชูดแล้วมาล้างให้สะอาดนำไปผึ่งตากแดดให้แห้ง มีดรวมกันพร้อมนำออกจำหน่ายได้ ทั้งนี้ในขั้นตอนการตัดเส้นใยและการชูดเส้นใยด้วยเครื่องจะมีส่วนต่างๆ ของป่านศรนารายณ์ที่เป็นเศษเหลือทิ้งอยู่เป็นจำนวนมาก บางส่วนของเศษเหลือทิ้ง ชุมชนผู้ผลิตจะนำมาใช้เป็นวัสดุกันกระแทก แต่ส่วนใหญ่จะปล่อยทิ้งเป็นจำนวนมากที่ไม่ได้นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งส่วนของเศษเหลือทิ้งทั้งสดและแห้งนี้ จะก่อให้เกิดปัญหาด้านกลิ่นซึ่งเกิดจากการหมักเน่าโดยธรรมชาติและส่งผลทำให้เกิดน้ำเน่าในบริเวณดังกล่าว

ปัจจุบันความต้องการกระดาษโดยรวมเพิ่มขึ้นตามประชากรโลก กระดาษสำหรับงานหัตถกรรมเป็นอีกประเภทหนึ่งที่ทำรายได้ให้กับประเทศจำนวนมาก มีการผลิตทั้งในระดับครัวเรือน ระดับผู้ประกอบการขนาดกลาง และระดับผู้ประกอบการขนาดใหญ่ ทำให้การผลิตกระดาษขยายตัวมากยิ่งขึ้น ผู้ผลิตใช้วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น ฟางข้าว ใบสับปะรด ชานอ้อย ผักตบชวา และอื่น ๆ เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษสำหรับงานหัตถกรรม

การวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการนำส่วนของป่านศรนารายณ์ที่เหลือทิ้งจากการชูดเส้นใย และการแยกเส้นใย และส่วนที่เหลือทิ้งของเปลือกป่านศรนารายณ์มาพัฒนาเป็นกระดาษสำหรับงานหัตถกรรม ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สามารถสร้างรายได้ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ผลิตผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจากกระดาษอีกทางหนึ่ง รวมไปถึงการแก้ปัญหาด้านกลิ่นและวัตถุดิบในการทำกระดาษ ลดการทำลายป่า ส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาสภาวะในการทำกระดาษจากเศษเหลือทิ้งของป่านศรนารายณ์
- 2.2 เพื่อศึกษาสมบัติของกระดาษจากเศษเหลือทิ้งของป่านศรนารายณ์

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 กระบวนการผลิตเยื่อและกระดาษ

กระบวนการทำเยื่อและกระดาษสำหรับงานหัตถกรรมชุมชน (นุชศรา นงนุช, 2553, 17-24 และ Leulee, 2564, 22-25) กล่าวไว้ สรุปได้ดังนี้

1. วัตถุดิบ พืชที่เหมาะสมจะนำมาทำกระดาษควรมีปริมาณเส้นใยมาก และมีลักษณะเส้นใยยาว โดยสามารถจำแนกตามแหล่งที่มาออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือพืชยืนต้น (Wood) และ พืชล้มลุก (Non-wood) พืชล้มลุกได้แก่ (1) ส่วนที่เหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว ชานอ้อย (2) พืชที่ปลูกขึ้นหรือเกิดขึ้นเอง เช่น ต้นไผ่ ผักตบชวา ตระกูลปาล์ม (3) เส้นใยจากพืชผลที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน ได้แก่ เส้นใยจากเปลือกในและลำต้น เช่น ปอสา กระเจี๊ยบ เตื่อ หม่อน

2. การเตรียมเยื่อ เป็นการทำให้วัตถุดิบมีขนาดเล็ก ประกอบด้วยวิธีเมคานิกัล (Mechanical) วิธีเคมีเกิล (Chemical) และวิธีเคมีเคมีเกิล (Semichemical) ซึ่งจะได้เยื่อที่แตกต่างกัน วิธีเคมีเกิลจะได้ความสะอาดมาก เพราะถูกต้มด้วยน้ำยาเคมีในหม้อต้ม ภายใต้ความดันจนกระทั่งเส้นใยของไม้แยกจากกัน เยื่อจะมีความนุ่ม และเหนียวพอกให้ขาดได้ง่าย จึงใช้ทำกระดาษได้หลาย ๆ ชนิด ที่ใช้กันแพร่หลาย

3. การล้างร้อนเยื่อ เป็นการนำเยื่อไปล้างเอาน้ำยาต้มหรือสารเคมี สิ่งสกปรกที่ตกค้างอยู่ออกให้หมด โดยผ่านตะแกรงร้อนเยื่อแบบต่าง ๆ เพื่อเอาสิ่งแปลกปลอมออกให้หมด เยื่อในขั้นตอนนี้จะมียีนน้ำตาล

4. การฟอกเยื่อ กระบวนการฟอกเยื่อที่นิยมใช้กันคือกระบวนการ CEHD (C=Chlorination E=Alkali Extraction H=Hypochlorite และ D=Chlorine Dioxide) ขั้นแรกเป็นการฟอกด้วยสารคลอรีน หลังจากนั้นนำไปฟอก หรือต้มด้วยโซดาไฟ การฟอกสองขั้นแรกนี้เป็นการดึงเอาลิกนินที่คงเหลือหลังการต้มเยื่อออก หลักจากนั้นก็เป็นการฟอกเส้นใยให้มีสีขาวด้วยน้ำยาฟอกขาวไฮโป แต่เนื่องจากความขาวของเส้นใยยังไม่มากพอ และเพื่อให้ได้เยื่อซึ่งมีความขาวสูง โดยที่ตัวเส้นใยไม่เสียหาย (Degradation) จึงต้องใช้ก๊าซคลอรีนไดออกไซด์(ClO_2) ในการฟอก ก๊าซนี้มีคุณสมบัติดีกว่าน้ำยาไฮโป เพราะไม่ทำให้คุณภาพของเส้นใยด้านความเหนียวลดลง

5. กระบวนการผลิตกระดาษ การผลิตกระดาษสำหรับงานหัตถกรรมชุมชน ใช้วิธีการการดักซ้อน โดยนำเยื่อที่ผ่านการเตรียมมาแล้วละลายลงในบ่อซ้อนลึก 80 เซนติเมตร ใช้ไม้กวานเยื่อให้มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ การดักซ้อนโดยทั่วไปจะใช้ตะแกรงไวนิล และตะแกรงมุ้งลวดซึ่งอยู่บนเฟรมไม้ทำการดักซ้อนเยื่อขึ้นมา จากนั้นทำให้แห้งโดยการนำตะแกรงไปตากแดด หรืออบแห้ง เป็นการใช้ความร้อนจากแสงแดดเมื่อแห้งดีแล้วจึงแกะกระดาษออก

3.2 คุณสมบัติทั่วไปของกระดาษ

คุณสมบัติทั่วไปของกระดาษ ประกอบด้วยคุณสมบัติด้านกายภาพ คุณสมบัติด้านทัศนมิติ และคุณสมบัติความแข็งแรง จูตารินีย์ สุโรพันธ์, 2562, 27-28., นุชศรา นงนุช, 2553, 31-35 และ Leulee, 2564, 25-27 กล่าวไว้ สรุปได้ดังนี้

3.2.1 คุณสมบัติด้านกายภาพ

1. น้ำหนักมาตรฐาน (Basis weight or Grammage) หมายถึงน้ำหนักของกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ที่เก็บในสภาวะอุณหภูมิและความชื้นที่ได้มีการควบคุมตามมาตรฐานกำหนด หน่วยที่ใช้ กรัมต่อตารางเมตร

2. ความหนา (Thickness) หมายถึง ระยะห่างที่ตั้งฉากระหว่างผิวด้านบนและผิวด้านล่างของกระดาษระบบ SI ใช้หน่วยไมโครเมตร (micrometer)

3. ความชื้น หมายถึง ผลต่างระหว่างน้ำหนักของแผ่นเยื่อทดลองที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50 ± 2 และอุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส กับน้ำหนักของแผ่นเยื่อที่อบแห้งอุณหภูมิ 105 ± 1 องศาเซลเซียส มีหน่วยเป็นร้อยละ

3.2.2 คุณสมบัติด้านทัศนมิติ

1. ความขาวสว่าง (Brightness) หมายถึง ค่าการสะท้อนแสงของแสงสีน้ำเงินที่ช่วงคลื่น 457 นาโนเมตร (nm) ความขาวสว่างเป็นเกณฑ์การวัดทางฟิสิกส์ มีหน่วยเป็นร้อยละ

2 ความทึบแสง (Opacity) ความทึบแสงสามารถวัดได้โดยเปรียบเทียบค่าการสะท้อนแสงสีเขียวที่ช่วงคลื่น 557 นาโนเมตร ระหว่างกระดาษแผ่นเดียวที่รองหลังด้วยพื้นดำสนิท กับกระดาษที่วางซ้อนกันหนาจนแสงไม่ผ่านทะลุ

3.2.3 คุณสมบัติความแข็งแรง

1. ความต้านแรงดันทะลุ (Burst strength) หมายถึง ความสามารถของกระดาษที่จะทนแรงดันได้สูงสุด เมื่อได้รับแรงกระทำในทิศทางตั้งฉากต่อผิวหน้ากระดาษ มีหน่วยเป็น กิโลปาสคาล (kPa) หรือ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

2. ความต้านแรงดึง (Tensile strength) หมายถึง ความสามารถในการรับแรงดึงสูงสุดที่กระดาษจะทนได้ก่อนจะขาดออกจากกัน มีหน่วยเป็นแรงต่อพื้นที่ของกระดาษที่ใช้ทดสอบ เช่น กิโลนิวตันต่อตารางเมตร (kN/m^2)

3. ความต้านแรงฉีกขาด (Tearing resistance) หมายถึง ความสามารถของกระดาษที่จะต้านแรงกระทำ ซึ่งจะทำให้ฉีกขาดออกจากกัน มีหน่วยเป็นแรงต่อพื้นที่ของกระดาษที่ฉีกได้เป็น $\text{mN.m}^2/\text{g}$ หรือ mN

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สิทธิศานต์ วชิราภาพ (2542) ศึกษาสภาพที่เหมาะสมในการผลิตเยื่อจากต้นรูปถ่ายด้วยกระบวนการซัลเฟต โดยกำหนดปริมาณสารเคมี ระยะเวลาในการต้มที่เหมาะสม และทดลองการฟอกเยื่อรูปถ่ายแบบปราศจากธาตุคลอรีนในแบบ D1-E1-D2 สภาพที่เหมาะสมในการต้มเยื่อ จากรูปถ่ายในกระบวนการต้มเยื่อซัลเฟตที่ระดับ effective alkali ร้อยละ 25 และ sulfidity ร้อยละ 20 ที่ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง โดยให้ผลผลิตเยื่อร้อยละ 36.4 ของน้ำหนักรูปถ่ายอบแห้ง ดัชนีความต้านแรงดึง 68.2 กิโลนิวตัน.เมตร/กิโลกรัม ดัชนีความต้านแรงฉีกขาด 6.60 นิวตัน.ตารางเมตร/กิโลกรัม และดัชนีความต้านแรงดันทะลุ 4.41 กิโลปาสคาล.ตารางเมตร/กรัม เพราะมีค่าดัชนีความต้านแรงดึง ค่าดัชนีความต้านแรงฉีกขาดและดัชนีความต้านแรงดันทะลุสูงสุด ซึ่งสามารถนำไปทำกระดาษที่ไม่พอกขาวได้ดี สภาพที่เหมาะสมในการฟอกเยื่อ สภาพที่เหมาะสมในการฟอกเยื่อรูปถ่ายให้ขาวใช้เยื่อที่ได้จากกระบวนการต้มเยื่อซัลเฟตที่ระดับ effective alkali ร้อยละ 25 และ sulfidity ร้อยละ 30 ที่ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมงเพราะมีค่า kappa number ต่ำเท่ากับ 22.6 เวลาที่ใช้เหมาะสมในการฟอกเยื่อแบบปราศจากธาตุคลอรีนโดยทำการฟอก 3 ขั้นตอนแบบ D1-Ep-D2 ความขาวสว่างของเยื่อฟอกที่ได้เท่ากับร้อยละ 75.0

รุ่งอรุณ และคณะ (2542) ศึกษาการผลิตเยื่อปอสาคุณภาพสูงในเชิงหัตถกรรม โดยนำปอสา 200 กรัมที่แช่น้ำ 1 คืน มาต้มกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 4, 6, 8 และ 10 ของน้ำหนักปอสา เป็นเวลา 3 ชม. พบว่าเยื่อที่ได้มีความขาวสว่าง ร้อยละ 25.6 37.6 46.4 และ 47.1 ตามลำดับ

สุญา ฤทธิศร และคณะ (2559) ศึกษาการผลิตกระดาษเชิงหัตถกรรมด้วยเปลือกสับปะรดจากโรงงานอุตสาหกรรมผลไม้กระป๋อง พบว่าการใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 20 ของน้ำหนักเยื่อ ได้เยื่อกระดาษที่มีค่าแคปปานัมเบอร์ต่ำที่สุด เมื่อศึกษาปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการฟอกเยื่อร้อยละ 0, 10 และ 20 ของน้ำหนักเยื่อ ตามลำดับ พบว่าคุณสมบัติด้านความเหนียวของกระดาษ ได้แก่ ความต้านทานแรงฉีกขาด มีค่า 16.71 ± 0.31 , 23.12 ± 0.12 , และ $22.11 \pm 0.09 \text{ mN.m}^2/\text{g}$

ความต้านทานแรงดึงของกระดาษ มีค่า 8.20 ± 0.51 kN/m, 10.27 ± 0.10 kN/m และ 9.70 ± 1.21 kN/m และความต้านทานแรงดันทะลุ มีค่า $1,008.67 \pm 58.06$ kPa, $1,273.33 \pm 25.14$ และ $1,128.67 \pm 76.14$ kPa ตามลำดับ

ชญาสินี วังตาล และรักชนก อินจันทร์ (2560) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษจากชานอ้อย เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษจากชานอ้อยของชุมชนบ้านปากอพัฒนา ตำบลดงมะดะ อำเภอมะนัง จังหวัดเชียงราย พบว่าชานอ้อยที่เหลือจากการคั้นน้ำออกแล้วสามารถนำมาพัฒนาเป็นกระดาษโดยวิธีการทำกระดาษด้วยมือ โดยใช้อัตราส่วนน้ำหนักแห้งของชานอ้อยต่อโซเดียมไฮดรอกไซด์ 7.5 % นำมาต้ม ใช้น้ำ 6 ลิตร เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง และปั่นหรือตีเยื่อ จากนั้นนำตะแกรงไนลอนขนาด 57×47 ซม. มาร่อนโดยแต่ละ แผ่นจะใช้เยื่อประมาณ 150 กรัม อัตราส่วนนี้จะได้กระดาษชานอ้อย 6-7 แผ่น คุณสมบัติกระดาษชานอ้อย และผลิตภัณฑ์กระดาษชานอ้อยเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 1255/2549 กระดาษชานอ้อย และ 1259/2549 ผลิตภัณฑ์กระดาษชานอ้อย

จิตรลดา ชูมี และคณะ (2560) ศึกษาการผลิตกระดาษจากเปลือกมะพร้าวและพัฒนาคุณสมบัติเชิงกลของกระดาษเปลือกมะพร้าว โดยการผสมเยื่อเปลือกมะพร้าวกับเยื่อสาใน อัตราส่วน 95:5 และ 70:30 และใช้สารละลายคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส เป็นสารช่วยกระจายเยื่อ และทดสอบคุณสมบัติได้แก่ ความหนา ค่าความสว่าง ค่าดัชนีด้านแรงฉีกขาด และการดูดซึมน้ำของกระดาษที่ผลิตได้ พบว่าการผสมเยื่อสาลงในกระดาษมะพร้าวสามารถเพิ่มความสามารถในการต้านแรงฉีกขาดของกระดาษ อัตราส่วนระหว่างเยื่อมะพร้าวกับสาที่เหมาะสมคือ 70 : 30 โดย น้ำหนัก โดยกระดาษที่ผลิตได้มี ความหนา 0.28 มิลลิเมตร ค่าความสว่าง 65.00 เปอร์เซนต์ ค่าดัชนี ด้านแรงฉีกขาด 24.5 นิวตัน-ตารางเมตร ต่อกิโลกรัม การดูดซึมน้ำ 293 วินาที/0.05 มิลลิเมตร

วัชรเช ยี่สุ่นเทศ และ อิงอร ต้นพันธ์ (2562) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความนุ่มโดยใช้กระบวนการแช่เส้นใยป่านกับสารเคมีโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 1 ชั่วโมง แล้วทำการย้อมสีตามต้องการจากนั้นแช่ด้วยกรดอะซิติก ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ 3 ชั่วโมง แล้วจึงนำเส้นใยป่านไปขึ้นรูปตัดเย็บเป็นผลิตภัณฑ์ จากนั้นสร้างความสามารถกักน้ำโดยการฉีดพ่นด้วยสารฟลูออโรเคมีคัล แล้วจึงนำไปทดสอบความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ป่านสรณารายณ์ของหมู่บ้านสหกรณ์การเกษตร หุบกะพง ด้านผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาใหม่ พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลด้านเพศ อายุ ระดับการศึกษา รายได้ต่อเดือน และอาชีพ ที่ต่างกันมีความสัมพันธ์ต่อจำนวนครั้งของการซื้อสินค้าป่านสรณารายณ์

Leulee Nortoualee. (2564) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเยื่อจากฟางข้าวจำนวน 3 ชนิดมาผลิตเป็นกระดาษ โดยใช้ฟางข้าวชนิดละ 20 กรัม ต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้นร้อยละ 0.5 1 2 4 และ 6 โดยน้ำหนักฟางข้าวแห้งต่อปริมาตร โดยเติมน้ำยาต้มเยื่อ 30 เท่าของน้ำหนักฟางข้าวแห้ง ใช้อุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที ผลการศึกษาพบว่า เมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อมากขึ้นทำให้ผลผลิตของเยื่อ (%Yield) มีค่าลดลง เมื่อนำเยื่อเปียกน้ำหนัก 20 30 40 และ 50 กรัม มาทำแผ่นกระดาษขนาด 25×25 เซนติเมตร แล้วนำกระดาษที่ได้ไปอัดด้วยเครื่องอัดที่มีแรงอัด 2,500 ปอนด์ต่อนิ้ว อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที พบว่าความหนาและน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษแตกต่างกันตามปริมาณเยื่อเปียกที่ใช้ในการทำแผ่นส่งผลต่อสมบัติในด้านความต้านทานแรงดึงของกระดาษมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และพบว่า แผ่นกระดาษ 50 กรัม มีค่าความต้านทานแรงดึงมากที่สุด เท่ากับ 0.45 ± 0.04 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร การปรับปรุงสมบัติของกระดาษโดยใช้เยื่อกระดาษเปียก 50 กรัม ผสมกับแป้งมันสำปะหลังต้มสุก และแป้งข้าวเจ้าที่ต้มสุก ร้อยละ 6 ได้กระดาษมีความแข็งแรงเพิ่มสูงมากขึ้น และพบว่ากระดาษฟางข้าวที่ทำการปรับปรุงด้วยแป้งข้าวเจ้าต้มสุกร้อยละ 6 ที่ผ่านการอัดเป็นกระดาษที่มีความต้านทานแรงดึงสูงที่สุด

Mtweve Bosco, et, al. (2022) ศึกษาการผลิตเยื่อกระดาษโดยใช้เศษเส้นใยป่านสรณารายณ์ที่ได้จากกระบวนการปั่นการผลิตเยื่อกระดาษทำได้โดยใช้เทคนิคการทำเยื่อโซดาด้วยอัลคาไลน์ 2 ระดับคือ 20% และ 24% เป็นเวลา 240 นาทีภายใต้อุณหภูมิสูงสุด 140°C และอัตราส่วนอัลคาไลน์ ต่อเส้นใย 4:1 เยื่อกระดาษที่ได้จะถูกนำมาใช้สำหรับการทำแผ่นกระดาษด้วย

มือและทดสอบคุณสมบัติทางกลของแผ่น น้ำหนักมาตรฐานมีค่า 61.1 g/m^2 ทั้งสองสภาวะ, ความต้านแรงดึงมีค่า 9.9 และ 22.3 Nm/g , ความต้านแรงฉีกขาด มีค่า 13.3 และ $17.4 \text{ Nm}^2/\text{g}$, ความต้านแรงดันทะลุ มีค่า 3.7 และ $1.7 \text{ kPa.m}^2/\text{g}$ ตามลำดับ

4. วิธีดำเนินการวิจัย/ระเบียบวิธีวิจัย/Research Methodology

1. การเตรียมเศษของป่านศรนารายณ์สำหรับการทำกระดาษ

นำเศษเหลือทิ้งของป่านศรนารายณ์มาคัดแยกเศษวัสดุอื่นที่ปนมาออกไป นำมาตัดให้มีขนาดความยาวประมาณ 1 นิ้ว แล้วนำมาชั่งให้ได้น้ำหนัก 500 กรัม นำไปใส่ถุงพลาสติก เติมน้ำสะอาดจำนวน 4 ลิตร แช่ไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง



รูปที่ 1 เศษของป่านศรนารายณ์



รูปที่ 2 การแช่เศษของป่านศรนารายณ์

2. การต้มเยื่อกระดาษ และสภาวะที่ใช้การต้มเยื่อกระดาษ

นำเศษของป่านศรนารายณ์ที่แช่น้ำไว้ครบ 24 ชั่วโมง บีบน้ำออกแล้วต้มเยื่อตามสภาวะที่กำหนดไว้ดังนี้ น้ำยาต้มเยื่อคือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่มีความเข้มข้น 2% โดยปริมาตร และ 4% โดยปริมาตร ระยะเวลาในการต้มเยื่อมีช่วงคือ ระยะเวลา 2, 4 และ 6 ชั่วโมง ต้มที่อุณหภูมิระดับเดียวกันคือ 200 องศาเซลเซียส จะได้สภาวะในการต้มเยื่อ 6 สภาวะดังนี้ 1) NaOH 2% เวลา 2hr 2) NaOH 2% เวลา 4hr 3) NaOH 2% เวลา 6hr 4) NaOH 4% เวลา 2hr 5) NaOH 4% เวลา 4hr และ 6) NaOH 4% เวลา 6hr เยื่อกระดาษที่ต้มเสร็จแล้วปล่อยให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง นำมาล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า



รูปที่ 3 การต้มเยื่อกระดาษ

3. การฟอกเยื่อกระดาษ และการเตรียมเยื่อกระดาษ

3.1 เยื่อกระดาษที่ได้ทั้ง 6 สภาวะมาฟอกด้วยน้ำยาฟอกเยื่อที่เตรียมไว้คือสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่มีความเข้มข้น 4% โดยปริมาตร โดยการชั่งเยื่อเศษของ ป่านศรนารายณ์ที่ต้มแล้วจำนวน 100 กรัม ใส่ในถุงพลาสติก แล้วเติมน้ำยาฟอกเยื่อ จำนวน 1 ลิตร ปิดปากถุงให้สนิท เขย่า และนำไปต้มที่อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิเป็นเวลา 1 ชม. ปล่อยให้เยื่อกระดาษที่ฟอกแล้วเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง ล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

3.2 การเตรียมเยื่อกระดาษ นำเยื่อกระดาษที่ฟอกแล้วทั้งหมด มาทำการปั่นให้ละเอียด ด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า โดยใช้เวลาในการปั่นถุงละ 10 นาที



รูปที่ 4 การฟอกเยื่อกระดาษ



รูปที่ 5 การปั่นเยื่อกระดาษ

4. การทำแผ่นกระดาษ

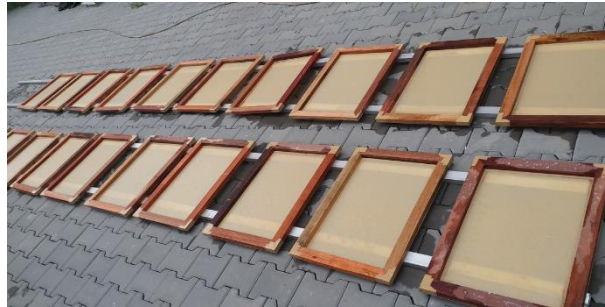
4.1 การดักซ้อนเยื่อ เตรียมตะแกรงดักซ้อนเยื่อกระดาษขนาด กว้าง x ยาว เท่ากับ 40X60 ซม. นำเยื่อจากเศษของป่านศรนารายณ์ที่ได้แต่ละสภาวะจำนวน 100 กรัม ใส่ลงในถังพลาสติกขนาดใหญ่ที่เตรียมไว้เป็นอ่างดักเยื่อ เติมน้ำสะอาดลงไปใอ่างดักซ้อนเยื่อ และทำการตีเยื่อด้วยไม้พายเพื่อให้เยื่อกระจายตัวอยู่ในน้ำอย่างสม่ำเสมอ ใช้ตะแกรงที่เตรียมไว้ดักซ้อนเยื่อตามความลึกที่กำหนดไว้ ด้วยการซ้อนเยื่อเข้าหาตัว พร้อมยกตะแกรงให้สูงพ้นน้ำ ให้ตะแกรงขนานกับพื้นเพื่อให้กระดาษที่ได้มีความหนาสม่ำเสมอ



รูปที่ 6 การดักซ้อนเยื่อกระดาษ

4.2 การตากเยื่อกระดาษ นำตะแกรงที่ดักเยื่อจากเศษของป่านศรนารายณ์ไปตากแดดให้แห้ง เมื่อเยื่อแห้งแล้ว ให้ใช้นิ้วมือกรีดขอบด้านในของตะแกรง ให้เยื่อที่ติดได้ขอบตะแกรงขาด แล้วเคาะบริเวณตะแกรงจากด้านล่างเบาๆจะทำให้แผ่นกระดาษ

หลุดออกจากตะแกรงได้ง่ายขึ้นจากนั้นจึงค่อย ๆ ดึงออกจนหมดทั้งแผ่น เมื่อทำเสร็จทุกสภาวะจะได้กระดาษจากป่านศรนารายณ์ จำนวน 6 แบบ



รูปที่ 7 การตากเยื่อกระดาษ

5. การทดสอบคุณสมบัติ

ทำการสุ่มกระดาษแบบละ 5 แผ่น นำมาทดสอบคุณสมบัติด้านกายภาพ (Physical properties) คุณสมบัติด้านทัศนมิติ (Optical properties) และคุณสมบัติด้านความแข็งแรง (Strength properties) ตามมาตรฐานดังนี้คุณสมบัติด้านกายภาพ ได้แก่ น้ำหนักมาตรฐาน (Basis Weight) ตามมาตรฐาน TAPPI-T410-om-93 ความหนา (Thickness) ตามมาตรฐาน TAPPI-T411-om-89 และความชื้น (Moisture Content) ตามมาตรฐาน TAPPI-T412-om-94 คุณสมบัติด้านทัศนมิติ ได้แก่ ความขาวสว่าง (Brightness) ตามมาตรฐาน ISO 2469 และความทึบแสง (Opacity) ตามมาตรฐาน ISO 2469 และคุณสมบัติด้านความแข็งแรง ได้แก่ ความต้านแรงดันทะลุ (Burst strength) ตามมาตรฐาน TAPPI-T403-om-91 ความต้านแรงดึง (Tensile strength) ตามมาตรฐาน TAPPI-T404-om-88 และความต้านแรงฉีกขาด (Tear strength) ตามมาตรฐาน TAPPI-T414-om-88



รูปที่ 8 กระดาษจากเศษของป่านศรนารายณ์

5. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

5.1 คุณสมบัติของกระดาษจากป่านศรนารายณ์

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของกระดาษจากป่านศรนารายณ์

สภาวะ	คุณสมบัติด้านกายภาพ			คุณสมบัติด้านทัศนมิติ		คุณสมบัติด้านความแข็งแรง		
	น้ำหนักมาตรฐาน (g/m ²)	ความหนา (Micron)	ความชื้น (%)	ความขาวสว่าง (%)	ความทึบแสง (%)	ความต้านแรงดันทะลุ (KPa)	ความต้านแรงดึง (KN/m ²)	ความต้านแรงฉีกขาด (mN)
NaOH 2% เวลา 2hr	65.89	189.74	11.81	75.41	92.71	49.56	102.25	398.77
NaOH 2% เวลา 4hr	58.99	174.13	11.35	78.63	85.99	45.38	99.87	385.42
NaOH 2% เวลา 6hr	48.27	165.78	10.15	80.57	80.14	41.97	95.43	378.96
NaOH 4% เวลา 2hr	50.01	169.97	10.18	82.55	85.28	42.55	85.43	369.11
NaOH 4% เวลา 4hr	47.89	162.58	9.97	87.19	79.55	39.41	80.14	357.63
NaOH 4% เวลา 4hr	42.15	159.21	9.48	90.48	75.15	34.22	75.32	348.91

จากตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติของกระดาษจากป่านศรนารายณ์ที่ได้มาจากสภาวะในการทำกระดาษ จำนวน 6 สภาวะ ดังนี้ สภาวะที่ 1. NaOH 2% เวลา 2hr อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส สภาวะที่ 2. NaOH 2% เวลา 4hr อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส สภาวะที่ 3. NaOH 2% เวลา 6hr อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส สภาวะที่ 4. NaOH 4% เวลา 2hr อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส สภาวะที่ 5. NaOH 4% เวลา 4hr อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส และ สภาวะที่ 6. NaOH 4% เวลา 4hr อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสนั้นจะได้กระดาษจากป่านศรนารายณ์ 6 แบบ ตามลำดับ เมื่อนำกระดาษจากป่านศรนารายณ์มาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพเป็นดังนี้ น้ำหนักมาตรฐานมีค่า 65.89, 58.99, 48.27, 50.01, 47.89 และ 42.15 g/m² ตามลำดับ ความหนามีค่า 189.74, 174.13, 165.78, 169.97, 162.58 และ 159.21 ไมครอน ตามลำดับ ความชื้นมีค่า 11.81, 11.35, 10.15, 10.18, 9.97 และ 9.48% ตามลำดับ ความขาวสว่างมีค่า 75.41, 78.63, 80.57, 82.55, 87.19 และ 90.48 % ตามลำดับ ความทึบแสง มีค่า 92.71, 85.99, 80.14, 85.28, 79.55 และ 75.15 % ตามลำดับ ความต้านแรงดันทะลุมีค่า 49.56, 45.38, 41.97, 42.55, 39.41 และ 34.22 KPa ตามลำดับ ความต้านแรงดึงมีค่า 102.25, 99.87,

95.43, 85.43, 80.14 และ 75.32 KN/m² ตามลำดับ และความต้านแรงฉีกขาด มีค่า 398.77, 385.42, 378.96, 369.11, 357.63 และ 348.91 mN ตามลำดับ

กระบวนการผลิตกระดาษจากเศษเหลือทิ้งของป่านครนารายณ์ทั้ง 6 สภาวะนั้น มีผลต่อคุณสมบัติของกระดาษจากป่านครนารายณ์ ทั้งคุณสมบัติด้านกายภาพ คุณสมบัติด้านทัศนมิติ และคุณสมบัติความแข็งแรงดังนี้ 1) คุณสมบัติด้านกายภาพ ได้แก่ น้ำหนักมาตรฐาน ความหนา และความชื้น พบว่ามีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของน้ำยาต้มเยื่อและระยะเวลาต้มเยื่อเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการทำเยื่อกระดาษเป็นการสกัดเซลลูโลส (Cellulose) ออกจากวัตถุดิบ โดยใช้สารในกลุ่มอานคาไลน์ เช่น สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มาต้มกับวัตถุดิบ เพื่อกำจัดลิกนิน (Lignin) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) และซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO₂) ออกไป ให้เหลือเซลลูโลสมากที่สุด (Li, et al., 2007) ดังนั้นเมื่อความเข้มข้นของน้ำยาต้มเยื่อเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถกำจัดลิกนิน เฮมิเซลลูโลส และซิลิกอนไดออกไซด์ออกไปได้มากขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักเยื่อ ความหนา และความชื้นลดลงไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Leulee Nortoualee (2564) ที่ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเยื่อจากฟางข้าว โดยใช้ฟางข้าวจากข้าว 3 ชนิด ๆ ละ 20 กรัม ต้มกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้นร้อยละ 0.5, 1, 2, 4 และ 6 โดยน้ำหนักฟางข้าวแห้งต่อปริมาตร ผลการศึกษาพบว่า เมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อมากขึ้นทำให้ผลผลิตของเยื่อ (%Yield) มีค่าลดลง 2) คุณสมบัติด้านทัศนมิติ ได้แก่ ความขาวสว่างพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนความทึบแสงมีแนวโน้มลดลง เมื่อความเข้มข้นของน้ำยาต้มเยื่อ และระยะเวลาเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำยาต้มเยื่อและระยะเวลาของการต้มเยื่อจะส่งผลให้การกำจัดลิกนินออกจากเส้นใยได้ในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งลิกนินเป็นสารที่ส่งผลต่อสีของเยื่อและกระดาษ โดยทำให้กระดาษมีสีน้ำตาล ทึบ ไม่ขาวสว่าง (จุฑามาส เรืองยศจันทนา และรัชฎา บุญเต็ม (2560) ดังนั้นเมื่อความเข้มข้นของน้ำยาต้มเยื่อและระยะเวลาเพิ่มขึ้นจึงทำให้กระดาษมีความขาวสว่างเพิ่มมากขึ้นและส่งผลให้ความทึบแสงลดลง ซึ่งสอดคล้องกับรุ่งอรุณ และคณะ (2542) ที่ศึกษาการผลิตเยื่อปอสาคุณภาพสูงในเชิงหัตถกรรมโดยนำปอสา มาต้มกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 4, 6, 8 และ 10 พบว่าเยื่อที่ได้มีความขาวสว่างเพิ่มขึ้น 3) คุณสมบัติความแข็งแรงทั้ง ความต้านแรงดันทะลุ ความต้านแรงดึง และความต้านแรงฉีกขาดแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของน้ำยาต้มเยื่อและระยะเวลาเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำยาต้มเยื่อซึ่งเป็นสารประเภทอัลคาไลน์เพิ่มขึ้น จะมีผลต่อโครงสร้างของเส้นใยป่านครนารายณ์ซึ่งเป็นเซลลูโลส ทำให้ความเป็นพอลิเมอร์ของเซลลูโลสมีระดับลดลง (Bali, G., et al, 2015, 1) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Mtweve Bosco, et, al. (2022, 788) ที่ศึกษาการผลิตเยื่อกระดาษโดยใช้เศษเส้นใยป่านครนารายณ์ที่ได้จากกระบวนการปั่น และต้มกับสารอัลคาไลน์ 2 ระดับพบว่า ความต้านแรงดึง ความต้านแรงฉีกขาด และความต้านแรงดันทะลุของกระดาษที่ได้จากกระบวนการที่ใช้อัลคาไลน์ที่เข้มข้นมากขึ้นมีค่าลดลง นอกจากนี้เมื่อพิจารณาปัจจัยอื่นพบว่าความเข้มข้นของน้ำยาฟอกซึ่งใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ที่มีความเข้มข้น 4% โดยปริมาตรส่งผลให้คุณสมบัติความแข็งแรงลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธยา ฤทธิศร และคณะ (2559) ที่ศึกษาการผลิตกระดาษเชิงหัตถกรรมด้วยเปลือกสับปะรดจากโรงงานอุตสาหกรรมผลไม้กระป๋อง โดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการฟอกเยื่อร้อยละ 0, 10 และ 20 ของน้ำหนักเยื่อพบว่า เมื่อใช้น้ำยาฟอกเข้มข้นร้อยละ 20 คุณสมบัติของกระดาษ ได้แก่ ความต้านทานแรงฉีกขาด ความต้านทานแรงดึงของกระดาษ และความต้านทานแรงดันทะลุมีค่าลดลง

เมื่อพิจารณามาตรฐานอุตสาหกรรมเอส (มอก. เอส 81-2563) กระดาษเส้นใยพืช กระดาษเส้นใยพืช (plant fiber paper) หมายถึง กระดาษที่ทำจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ลำต้น ใบ ดอก หรือส่วนอื่น ๆ ของพืช นำมาผ่านกระบวนการต้มเยื่อหรือวิธีการอื่น แล้วขึ้นแผ่นกระดาษบนตะแกรง ทำให้ ลักษณะทั่วไปต้องเป็นแผ่น เหนียว ไม่ขาดง่าย ไม่มีรอยทะลุหรือไม่มีรอยฉีกขาด ไม่มีสิ่งปนเปื้อนหรือตำหนิและไม่มีรา ปรากฏให้เห็นเด่นชัด มีความประณีต และความชื้นต้องไม่เกิน 13 % นั้น นอกจากนี้มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส (มอก. เอส 82-2563) ผลิตภัณฑ์ประดิษฐ์จากกระดาษ ผลิตภัณฑ์ประดิษฐ์จากกระดาษ (paper craft) หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำกระดาษต่าง ๆ เช่น กระดาษเส้นใยพืช กระดาษหนังสือพิมพ์ และอื่นๆ จะเห็นได้ว่ากระดาษจากป่านครนารายณ์คุณสมบัติสอดคล้องกับ มอก. เอส 81-2563 กระดาษเส้นใยพืช และ มอก. เอส 82-

2563 ผลิตภัณฑ์ประดิษฐ์จากกระดาษ ดังนั้นกระดาษจากป่านศรนารายณ์จึงสามารถนำมาใช้ในเชิงทดแทนสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ประดิษฐ์จากกระดาษ ซึ่งจะนำไปสู่การเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนได้ต่อไป

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 สภาวะในการผลิตกระดาษจากเศษเหลือทิ้งของป่านศรนารายณ์เป็นดังนี้ น้ำยาต้มเยื่อคือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2 และ 4% โดยปริมาตร และนำไปต้มที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2, 4 และ 6 ชั่วโมง ได้สภาวะในการผลิตกระดาษทั้งหมด 6 สภาวะ และได้กระดาษ 6 แบบ

6.2 การศึกษาคุณสมบัติของกระดาษจากป่านศรนารายณ์พบว่า มีน้ำหนักมาตรฐาน $42.15-65.89 \text{ g/m}^2$ ความหนา $159.21-189.74$ ไมครอน ความชื้น $9.48-11.81 \%$ ความขาวสว่าง $75.41-90.48 \%$ ความทึบแสง $75.15-92.71 \%$ ความต้านแรงดันทะลุ $34.22-49.56 \text{ KPa}$ ความต้านแรงดึง $75.32-102.25 \text{ KN/m}^2$ และความต้านแรงฉีกขาด $348.91-398.77 \text{ mN}$

6.3 กระดาษจากป่านศรนารายณ์จากสภาวะที่ 1 มีค่าคุณสมบัติของกระดาษในภาพรวมดีที่สุด ทั้งคุณสมบัติด้านกายภาพ ด้านทัศนมิติ และด้านความแข็งแรง นอกจากนี้ยังเป็นสภาวะที่ใช้ความเข้มข้นของน้ำยาต้มเยื่อ และระยะเวลาที่น้อยที่สุดจึงทำให้ประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่าย ดังนั้นสภาวะที่ 1 จึงเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำกระดาษสำหรับงานทดแทน

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 จากการวิจัยในครั้งนี้การผลิตกระดาษจากเศษเหลือทิ้งของป่านศรนารายณ์แต่ละสภาวะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ตาม คุณสมบัติของกระดาษสำหรับงานทดแทน โดยพิจารณาจากประเภทของผลิตภัณฑ์ประดิษฐ์จากกระดาษที่ต้องการ

7.2 ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรพัฒนากระดาษเป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มวัสดุกันกระแทก วัสดุดูดซับ และวัสดุชีวภาพ ซึ่งจะช่วยให้ช่องทางการนำไปใช้ประโยชน์และมูลค่าของผลิตภัณฑ์

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

9. เอกสารอ้างอิง

จิตรลดา ชูมีและคณะ. (2560). รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาการผลิตกระดาษจากเปลือกมะพร้าวสู่ระบบธุรกิจชุมชน.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

จุฑามาส เรืองยศจันทนา และรัชฎา บุญเต็ม. (2560). การสกัดเซลลูโลสและการทำกระดาษจากเปลือกข่อย. *Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University*, 4(3), 50-59.

ชญาณิน วังตาล และรักชนก อินจันทร์. (2560). การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษจากขานอ้อยของชุมชนบ้านปากอพัฒนา ตำบลดงมะตะ อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย. *เนตรวิทย์ครั้งที่ 13: วิจัยและนวัตกรรมขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคม*, 13. 916-925.

ฐิตาริณี สุโรพันธ์. (2562). การผลิตกระดาษจากเศษผ้าฝ้าย. *วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์ กรมวิทยาศาสตร์บริการ*, 8, 25-33.

นุศรา นงนุช. (2553). *ความเป็นไปได้ในการใช้เยื่อจากกระดาษคราฟท์และกระดาษกล่องมาผลิตกระดาษเช็ดมือ*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

- รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ อีระชัย รัตนโรจนมงคล และจิระศักดิ์ ชัยสินทิ. (2542). การผลิตเยื่อปอสาคุณภาพสูง. กองการวิจัย. กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 1-46.
- วัชรระ ยี่สุนเทศ และ อิงอร ตันพันธ์. (2562). การสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์แปรรูปป่านครนารายณ์ของชุมชนหุบกะพง อำเภอยะอำ จังหวัดเพชรบุรี. *Journal of Management Science Nakhon Pathom Rajabhat University*, 6(2), 50-65
- สิทธิศานต์ วชิราภาพ. (2542) การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเยื่อกระดาษจากต้นรูปถ่าย. มหาวิทยาลัยมหิดล/ กรุงเทพฯ.
- สุจิตรา ฤทธิศรี รัมภา จุฑะกนก และ จันทิมา ชีวะ. (2559). การผลิตกระดาษเชิงหัตถกรรมด้วยเปลือกสับปะรดจากโรงงานอุตสาหกรรมผลไม้กระป๋อง. *Science and Technology RMUTT Journal*, 6(1), 39-47.
- Leulee Nortoualee. (2564). การเพิ่มมูลค่าฟางข้าวโดยการผลิตเป็นกระดาษบรรจุภัณฑ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- Bali, G., Meng, X., Deneff, J. I., Sun, Q., & Ragauskas, A. J. (2015). The effect of alkaline pretreatment methods on cellulose structure and accessibility. *ChemSusChem*, 8(2), 275–279.
- Li, J. B., Henriksson, G. and Gellerstedt, G. (2007). Lignin depolymerization/repolymerization and its critical role for delignification of aspen wood by steam explosion. *Bioresource Technology*, 98: 3061–3068.
- Mtweve Bosco, Ekael Mbise, Rwaichi J. A. Minja. (2022). Production of Paper Pulp Using Sisal Fiber Waste from Sisal Spinning Processes. *Tanzania Journal of Engineering and Technology*, 41(2), 151-157