กระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพารา

ธีรภัทร วงศ์พิทักษ์[1*] และวิภูษณะ ศุภนคร[2]

[1]ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[2]ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
*Theerapat.wong@ku.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพารา และประเมินคุณภาพของกระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพารา โดยใช้วัตถุดิบในการทำจำนวน 2 ชนิด คือเศษเปลือกต้นยางพารา สายพันธุ์ RRIM 600 และเยื่อปอสา ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันจำนวน 3 อัตราส่วน ได้แก่ อัตราส่วนเศษเปลือกต้นยางพารา: เยื่อปอสา 90:10 80:20 และ 70:30 ได้กระดาษมาตรฐาน 100 แกรม ทำการทดลอง 5 ซ้ำ วิเคราะห์คุณสมบัติของกระดาษ ทดสอบค่าความต้านแรงดึงขาด ค่าการยืดตัว ตามมาตรฐาน ASTMD828-22(E) และค่าความต้านแรงฉีกขาด ตามมาตรฐาน ISO1974-2012(E) และตรวจพินิจลักษณะภายนอก โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 6 ท่าน จากนักวิชาการ 2 ท่าน ผู้ผลิต 2 ท่าน และผู้จำหน่าย 2 ท่าน

ผลการวิจัยพบว่าค่าความต้านแรงดึงขาด กระดาษอัตราส่วน 90:10 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด อยู่ที่ 0.70 กิโลนิวตันต่อเมตร ค่าการยืดตัว กระดาษอัตราส่วน 70:30 มีค่าเฉลี่ยมากสุด อยู่ที่ร้อยละ 2.10 และค่าความต้านแรงฉีกขาด กระดาษอัตราส่วน 70:30 มีค่าเฉลี่ยมากสุด 2,923.62 มิลลินิวตัน ด้านการตรวจพินิจลักษณะภายนอกพบว่า 1 ท่าน มีความชอบกระดาษที่มีอัตราส่วน 90:10 มากที่สุด ให้เหตุผลว่ากระดาษมีความหนามีสีเหลืองเข้มมากที่สุด เหมาะสมสำหรับการต่อยอดงานบรรจุหีบห่อ สามารถพัฒนาเป็นกระดาษบุผนังได้ และผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน มีความชอบกระดาษอัตราส่วน 70:30 มากที่สุด ให้เหตุผลว่า กระดาษมีความบาง สีเหลืองอ่อนสม่ำเสมอ น้ำหนักเบามากที่สุด สามารถม้วนและคลายตัวได้ดี สามารถพัฒนางานกระดาษสำหรับศิลปะ และกระดาษสำหรับงานหัตถกรรม

คำสำคัญ: กระดาษทำมือ เศษเปลือกต้นยางพารา

Handmade Paper from the Barks of the Rubber Tree

Theerapat Wongphitak[1*] and Wipoosana Supanakorn[2]

[1]Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University.
[2]Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University.
*Theerapat.wong@ku.th

Abstract

The objective of this research is to study the process for making handmade paper from wasted rubber tree bark and analyzed the physical properties of handmade paper created from leftover rubber tree bark. The study focused on two types of raw materials which were rubber tree bark scraps (of RRIM 600 species) mulberry paper, the ratios tested in different proportions were 90:10, 80:20 and 70:30, respectively. Standard paper of 100 grams was manufactured, and the experiments were conducted in 5 replicates. The paper properties were analyzed, including tensile strength and elongation according to ASTM D828-22(E) standard, and tear resistance according to ISO 1974-2012(E) standard. Additionally, the external characteristics were inspected by six qualified individuals, including two academics, two producers and two distributors.

The research findings indicated that the paper produced with a ratio of 90:10 exhibits the highest average tensile strength at 0.70 kilonewtons per meter. For elongation, the paper with a ratio of 70:30 demonstrated the highest average at 2.10%. In terms of tear resistance, the paper with a ratio of 70:30 showed the highest average at 2,923.62 millinewtons. Regarding external appearance assessment, one expert preferred the paper with a 90:10 ratio the most because the paper was thicker and had the darkest shade, making it suitable for packaging and potentially for developing into wallpaper. On the other hand, five other experts favored the paper with a 70:30 ratio the most, they preferenced the thinness, consistent light yellow color, and exceptionally light weight. They highlighted the excellent ability to rolls up neatly and become loosen quickly, suggesting its potential for artistic endeavors.

Keywords: Handmade Paper, The Barks of the Rubber Tree

1. บทนำ

กระดาษ เกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อ 5,000 ปีก่อนคริสตกาล โดยชาวอียิปต์ใช้กระบวนการนำต้นหญ้าพาพิรัส (papyrus) มาแกะส่วนนอกออก ให้เหลือแต่แกนกลาง แล้วตัดให้เป็นแถบยาวบาง ๆ จากนั้นนำมาทำให้เป็นแผ่น เทกาวลงไปเพื่อให้มีความแน่นขึ้น ทำให้แห้ง [1] ต่อมาได้มีการดัดแปลงกระบวนทำกระดาษด้วยวิธีที่ใช้วัสดุที่หลากหลาย ให้มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไป ซึ่งต้องยอมรับว่า กระดาษเป็นวัสดุที่มีความจำเป็นอย่างมากในการดำรงชีวิตของมนุษย์ และเมื่อความต้องการในการใช้กระดาษมากขึ้น มนุษย์จึงต้องตัดต้นไม้หรือถากถางพื้นที่ป่า เพื่อเพิ่มการปลูกต้นไม้สำหรับทำกระดาษให้ทันต่อความต้องการมากยิ่งขึ้น โดยวัตถุดิบหลักในการทำกระดาษ คือ เซลลูโลส (cellulose) เป็นเส้นใยที่ได้จากพืช จากไม้ยืนต้นประเภทเนื้ออ่อน ได้แก่ ต้นยูคาลิปตัส ต้นสน เป็นต้น รวมถึงพืชชนิดอื่น ๆ ที่มีเส้นใย เช่น ชานอ้อย หญ้า ปอสา ไผ่ กัญชง เป็นต้น สามารถนำมาผลิตกระดาษได้ ซึ่งการนำพืชเหล่านั้นมาทำเป็นกระดาษ พบว่ากระบวนการผลิตกระดาษ 1 ตัน ต้องใช้ต้นไม้มากถึง 17 ต้น [2] ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาเกี่ยวกับระบบนิเวศวิทยา และการประกอบอาชีพเกษตรกรสวนยางพารา เพื่อหาวัตถุดิบหลักมาใช้ในการทำกระดาษ สอดคล้องกับปัจจุบันมีการศึกษางานวิจัยที่นำวัสดุเหลือใช้และเหลือทิ้งนำกลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์แบบเหลือใช้ไม่ไร้ค่า

จากการศึกษา โดยการค้นคว้าเอกสาร และการลงพื้นที่สวนยางพารา พบว่าต้นยางพารามีการปลูกอย่างแพร่หลาย พบมากที่สุดที่จังหวัดราษฎร์ธานี จังหวัดสงขลา และจังหวัดนครศรีธรรมราช เนื่องจากต้นยางพารามีความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศในประเทศไทยได้เป็นอย่างดี [3] และสามารถสร้างอาชีพที่ยั่งยืนให้กับเกษตรกรได้ในปัจจุบัน ในการกรีดเพื่อนำน้ำยางพารามาขาย เกษตรกรจะต้องศึกษาและมีวิธีการปฏิบัติอย่างถูกต้อง ซึ่งจะทำให้ผลผลิตที่มากแบบยั่งยืนไม่ทำให้ต้นยางเสียหาย จากการลงพื้นที่ศึกษาเกษตรกรสวนยางพารา พบว่าการกรีดยางพาราจะกรีดวันละ 1 ครั้ง ในช่วงเวลากลางคืนติดต่อกัน 3 - 4 วัน และในการกรีดแต่ละครั้ง เกษตรกรมีความต้องการน้ำยางพาราเพียงอย่างเดียว เพราะสามารถนำมาขายได้ โดยลักษณะการกรีดยางพาราจะกรีดในแนวเฉียงบริเวณลำต้น ขนาดความยาว 20 - 30 เซนติเมตร ซึ่งเศษของเปลือกจะหล่นลงพื้นบริเวณโคนลำต้น จากการสังเกตลักษณะของเปลือก จะมีน้ำยางพาราแห้งติดอยู่ มีความเหนียวและแข็ง ส่งผลให้เปลือกเกาะติดกันเป็นก้อนขนาดใหญ่ เกิดการทับถมกัน ทำให้เกษตรกรที่กรีดยางพาราในเวลากลางคืน อาจเกิดอุบัติเหตุได้ เนื่องจากเศษเปลือกต้นยางพาราเกาะติดรองเท้า ทำให้เดินไม่สะดวก และอาจหกล้มได้ โดยปกติเกษตรกรจะต้องทำการกวาดเศษเปลือกต้นยางพาราที่ทับถมกันทิ้งเป็นประจำทุก ๆ 3 - 4 เดือน ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความเป็นไปได้ในการนำเศษเปลือกต้นยางพาราซึ่งไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ที่เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มาศึกษาและพัฒนากระดาษทำมือจาก เศษเปลือกต้นยางพารา

ดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะศึกษาและพัฒนากระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพารา เพื่อเพิ่มมูลค่าเศษเปลือกต้นยางพารา โดยการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และเป็นวัสดุทางเลือกในการพัฒนากระดาษที่มีคุณภาพ แก้ปัญหาเศษเปลือกต้นยางพาราที่สร้างความเดือดร้อนให้เกษตรกร รวมถึงสามารถสร้างเป็นอาชีพเสริมให้เกษตรกรสวนยางพาราได้ในอนาคต

2. วิธีวิจัย

2.1 วัสดุและอุปกรณ์

2.1.1 เศษเปลือกต้นยางพารา สายพันธุ์ RRIM 600 โดยตัดเศษเปลือกต้นยางพาราความยาวขนาด 1 นิ้ว

2.1.2 เยื่อปอสา เลือกใช้เยื่อจากเปลือกต้นปอสา

2.1.3 สารต้มเยื่อ : สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH) เข้มข้น 30%

2.1.4 สารฟอกเยื่อ : สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide; H_2O_2) เข้มข้น 5%

2.1.5 กาวแป้งเปียก : น้ำเปล่า 500 มิลลิลิตร ผสมแป้งมันสำปะหลัง 200 กรัม และต้มด้วยความร้อน

2.1.5 ถังต้มสแตนเลส สำหรับต้มเยื่อและต้มฟอกสีเยื่อ

2.1.6 เครื่องตีเยื่อแบบ Valley beater สำหรับตีเยื่อให้เยื่อกระจายตัว

2.1.7 อ่างสแตนเลส สำหรับการช้อนเยื่อ

2.1.8 ตะแกรง ขนาดความกว้าง 16 นิ้ว ความยาว 16 นิ้ว และความสูง 1 นิ้ว สำหรับทำแผ่นกระดาษ

2.1.9 เตาแก๊ส

2.1.10 เครื่องชั่งดิจิตอล

2.1.11 เทอร์มอมิเตอร์

2.1.12 เครื่อง Universal Testing Machine ; Instron model 68TM – 30

2.1.13 เครื่อง Tearing Strength Tester, AC200V

2.2 วิธีการ

2.2.1 การเตรียมเศษเปลือกต้นยางพารา

เศษเปลือกต้นยางพาราที่ใช้ คือ สายพันธุ์ RRIM 600 คัดเลือกที่ยังมีสีน้ำตาลเข้ม จากนั้นเตรียมเยื่อปอสา โดยเตรียมการทดลองทั้งหมด 3 กรรมวิธี ดังนี้

- กรรมวิธีที่ 1 น้ำหนักเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสา อัตราส่วน 90:10 กรัม
- กรรมวิธีที่ 2 น้ำหนักเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสา อัตราส่วน 80:20 กรัม
- กรรมวิธีที่ 3 น้ำหนักเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสา อัตราส่วน 70:30 กรัม

จากการคำนวณการทำกระดาษ 100 แกรม ขนาดความกว้าง 16 นิ้ว ความยาว 16 นิ้ว จะได้ปริมาณเศษเปลือกต้นยางพาราและเยื่อปอสารวม 16.52 กรัมต่อชิ้น (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณเศษเปลือกต้นยางพาราและเยื่อปอสา สำหรับการทำกระดาษต่อ 1 การทดลอง

กรรมวิธี	วัสดุ	อัตราส่วน (กรัม)	รวม (กรัม)
กระดาษเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสา อัตราส่วน 90:10 กรัม	เศษเปลือกต้นยางพารา	14.87	16.52
	เยื่อปอสา	1.65	
กระดาษเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสา อัตราส่วน 80:20 กรัม	เศษเปลือกต้นยางพารา	13.22	16.52
	เยื่อปอสา	3.30	
กระดาษเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสา อัตราส่วน 70:30 กรัม	เศษเปลือกต้นยางพารา	11.56	16.52
	เยื่อปอสา	4.96	

กระบวนการทำกระดาษจากเศษเปลือกต้นยางพารา มีดังต่อไปนี้

2.2.1.1 นำเศษเปลือกต้นยางพาราทำความสะอาด แยกใบไม้และเศษกิ่งไม้อื่นออก จากนั้นล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด 3 ครั้ง และทิ้งให้แห้ง

2.2.1.2 นำเปลือกต้นยางพาราและเยื่อปอสา ตัดให้ความยาว 1 นิ้ว

2.2.1.3 นำเปลือกต้นยางพาราและเยื่อปอสา ชั่งตามน้ำหนักของกรรมวิธีที่ 1 – 3 แช่ในน้ำสะอาด 1 ลิตร มัดถุงให้แน่นแช่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

2.2.2 การต้มเศษเปลือกต้นยางพารา

2.2.2.1 นำเศษเปลือกต้นยางพาราที่คัดเลือกแล้วตามน้ำหนักของกรรมวิธีที่ 1 – 3 ไปผ่านกระบวนการต้มเยื่อด้วยน้ำสะอาดจำนวน 4 ลิตร ในหม้อสแตนเลส โดยต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาปล่อยให้เยื่อที่ต้มเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง และเทน้ำออกจากหม้อ

2.2.2.2 นำเศษเปลือกต้นยางพาราที่ผ่านกระบวนการต้มเยื่อด้วยน้ำสะอาด ต้มกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 30% ต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

2.2.2.3 การล้างเยื่อ ปล่อยให้เยื่อที่ต้มเย็นลงที่อุณภูมิห้อง และนำเยื่อจากการทดลองที่ 1 – 3 มาล้างด้วยน้ำสะอาด

2.2.3 การตีเยื่อเศษเปลือกต้นยางพาราและเยื่อปอสา

นำเยื่อที่ได้จากแต่ละกรรมวิธีใส่เครื่องตีเยื่อแบบ Valley beater โดยใส่น้ำในเครื่องตีเยื่อ 8 ลิตร ตีผสมให้เยื่อกระจายและเข้ากันเป็นเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อให้เส้นใยแยกออกจากกันได้ดี มีขนาดที่เล็ก และละเอียดมากยิ่งขึ้น

2.2.4 การฟอกเยื่อเศษเปลือกต้นยางพาราและเยื่อปอสา

2.2.4.1 นำเยื่อที่ได้จากการทดลองที่ 1 – 3 เข้ากระบวนการฟอกเยื่อ

2.2.4.2 การเตรียมน้ำยาฟอกเยื่อ ด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ให้มีความเข้มข้น 5% โดยปริมาตร

2.2.4.3 นำเยื่อที่ได้จากกรรมวิธีทั้ง 3 สภาวะ ใส่ในถุงพลาสติก จากนั้นเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เขย่า และปิดปากถุงให้เรียบร้อย

2.2.4.4 นำถุงที่มีเยื่อจากกรรมวิธีทั้ง 3 สภาวะที่เตรียมไว้ ไปต้มในหม้อต้มที่อุณภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2.2.4.5 ปล่อยให้เยื่อเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นล้างเยื่อด้วยน้ำสะอาดให้สะอาด

2.2.5 การขึ้นรูปแผ่นกระดาษ

2.2.5.1 ผสมเยื่อแต่ละสภาวะเข้ากับกาวแป้งเปียก

2.2.5.2 การขึ้นรูปแผ่นกระดาษ เตรียมตะแกรงตักช้อนเยื่อกระดาษขนาดความกว้าง 16 นิ้ว ความยาว 16 นิ้ว

2.2.5.3 เติมน้ำสะอาดในอ่างสแตนเลส

2.2.5.4 นำตะแกรงแช่ในน้ำสะอาดที่เตรียมไว้ จากนั้นนำเยื่อที่ได้จากการทดลองเทใส่ในตะแกรง โดยการช้อนเยื่อเข้าหาตัว พร้อมยกตะแกรงให้สูงพ้นน้ำ ให้ตะแกรงขนานกับพื้นเพื่อให้กระดาษที่ได้มีความหนาสม่ำเสมอ

2.2.5.5 นำตะแกรงที่ตักเยื่อทั้ง 3 กรรมวิธีไปตากแดดให้แห้ง

2.2.5.6 เมื่อเยื่อแห้งแล้ว ใช้มือดันขอบตระแกรง เพื่อให้เยื่อหลุดออกจากขอบตะแกรง จากนั้นเคาะบริเวณตะแกรงเบา ๆ เพื่อให้แผ่นกระดาษหลุดจากตะแกรงง่ายขึ้น และค่อย ๆ ดึงอย่างเบา ๆ จากด้านบนกระดาษลงมาด้านล่างจนกระดาษหลุดจากตะแกรง

2.2.5.7 ดำเนินการทำซ้ำจำนวน 5 ครั้ง 1 กรรมวิธี เมื่อทำเสร็จทุกกรรมวิธีจะได้กระดาษเศษเปลือกต้นยางพาราที่ผสมเยื่อปอสา จำนวน 15 ชิ้น

2.3 การทดสอบลักษณะปรากฏของกระดาษจากเศษเปลือกต้นยางพารา

2.3.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติของกระดาษ

เมื่อได้แผ่นตัวอย่างทดสอบ ทำการทดสอบจากศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย [4] มีการทดสอบดังต่อไปนี้

2.3.1.1 ทดสอบค่าความต้านแรงดึงขาด (Tensile Strength) และทดสอบค่าการยืดตัว (Elongation)

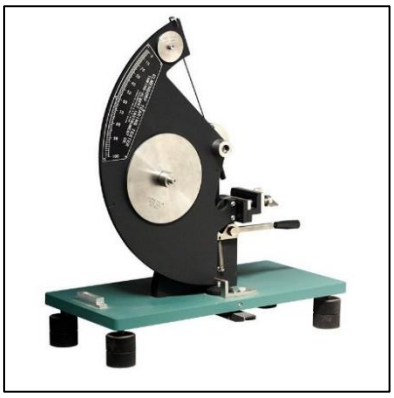
แผ่นตัวอย่างทดสอบจะถูกตรึงระหว่างคีมหนีบ 2 ตัว โดยที่หนีบตัวหนึ่งจะเคลื่อนที่ เพื่อดึงแผ่นตัวอย่างจนกระทั่งขาด บันทึกแรงที่ใช้และค่าการยืดตัวของกระดาษขณะขาด โดยค่าความต้านทานต่อแรงดึงขาด เป็นค่าความสามารถของวัสดุในการรับน้ำหนักหรือทนต่อแรงดึง รายงานเป็นค่าแรงต่อพื้นที่หน้าตัดของแผ่นตัวอย่าง หรือแรงต่อ

ความกว้างของแผ่นตัวอย่าง การยืดตัว เป็นค่าความสามารถในการเปลี่ยนแปลงขนาดในเชิงเส้นของวัสดุ ตามแนวแรงกระทำ ณ ขีดจำกัด มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงขนาดเทียบกับขนาดเดิมก่อนถูกแรงกระทำ รายงานเป็นค่าร้อยละ [5] โดยใช้เครื่อง Universal Testing Machine; Instron model 68TM -30 ตามมาตรฐาน ASTMD 828 -22(E) จากศูนย์บรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (ภาพที่ 1)

ภาพที่ 1 เครื่อง Universal Testing Machine; Instron model 68TM - 30
ที่มา: [6]

2.3.1.2 ทดสอบค่าความต้านแรงฉีกขาด (Tear Resistance)

เป็นการทดสอบวัดค่าแรงที่ใช้ดึงชิ้นงานให้ขาดต่อจากรอยขาด ทดสอบเป็นค่างานเฉลี่ย มีหน่วยเป็นกรัมแรง x เมตร หรือ นิวตัน x เมตร (gram-force x meter หรือ Newton x meter เขียนย่อ gf.m หรือ N.m) การทดสอบนี้มีความสำคัญต่อการควบคุมคุณภาพของกระดาษ ถุงกระดาษและกล่องกระดาษแข็ง [5] (สำนักเศรษกิจและอุตสาหกรรม, ม.ป.ป.) โดยใช้เครื่อง Tearing Strength Tester, AC200V ตามมาตรฐาน ISO1974 -2012(E) จากศูนย์บรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 เครื่อง Tearing Strength Tester, AC200V
ที่มา: [7]

2.3.2 ตรวจพินิจลักษณะภายนอก

งานวิจัยเรื่องกระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพารา เมื่อทำการวิจัยเสร็จสิ้น ได้มีการตรวจพินิจลักษณะภายนอกของกระดาษจากเศษเปลือกต้นยางพารา โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 6 ท่าน ประกอบด้วยนักวิชาการ นักวิจัย

ด้านศิลปะและออกแบบ จำนวน 2 ท่าน ผู้ประกอบการที่มีความเชี่ยวชาญด้านกระดาษทำมือและสื่อสิ่งพิมพ์ จำนวน 2 ท่าน และผู้แทนจัดจำหน่ายสินค้ากระดาษจำนวน 2 ท่าน โดยใช้ชุดคำถามเดียวกัน

นักวิชาการ 2 ท่าน

- นักวิชาการคนที่ 1 ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ผู้วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ อาทิ 3 กระดาษภาชนะจากพืช ได้รับรางวัลระดับโลก รวมถึงการศึกษาและพัฒนาเอกลักษณ์ลวดลายบ้านเชียงเพื่อประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ผ้าแปรรูปเพ้นท์บาติก เพื่อพัฒนารูปแบบเป็นผลิตภัณฑ์หัตถกรรม และงานวิจัยอื่น ๆ ปัจจุบันท่านได้ศึกษางานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับเศษทิ้งทางการเกษตร เช่น กระดาษจากกาบต้นกล้วย กระดาษจากดอกกุหลาบที่ลาจากการไหว้ท้าวเวสสุวรรณ วัดจุฬามณี เป็นต้น ซึ่งท่านได้ศึกษาวิจัยเพื่อให้ชุมชนได้ต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ในท้องถิ่น

- นักวิชาการคนที่ 2 หัวหน้าภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผู้วิจัยและพัฒนางานด้านบรรจุภัณฑ์ ด้วยผลงานวิจัยที่เป็นที่ยอมรับและการตีพิมพ์ระดับชาติและนานาชาติ อาทิเช่น การพัฒนาความแข็งแรงของกระดาษปะผิวกล่องด้วยแป้งประจุบวกและไคโตซาน วัสดุเส้นใยธรรมชาติภายในประเทศเพื่อการผลิตชิ้นงานคร่าวฝาประตูด้านในของยานยนต์ การศึกษาและพัฒนาคุณภาพต้นอ้อในประเทศไทยเพื่อการผลิตลิ้นคลาริเน็ต สำหรับใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมดนตรี การผลิตลิ้นคลาริเน็ตต้นแบบจากต้นอ้อภายในประเทศไทย จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช) (นักวิจัยร่วมโครงการ) เป็นต้น

ผู้ประกอบการ 2 ท่าน

- ผู้ประกอบการคนที่ 1 กรรมการผู้จัดการ Kozo Studio Brand บริษัท ก้วงไถ่ สเปเชียล เปเปอร์ จำกัด จังหวัดสุโขทัย ผู้เชี่ยวชาญชำนาญการเรื่องกระดาษสา จากการรับช่วงต่อธุรกิจกระดาษสาส่งออกกว่า 40 ปี มีการปรับปรุงแก้ไขกระดาษสา และวัตถุดิบในท้องถิ่นให้มีความหลากหลายในการพัฒนางานกระดาษสา ทั้งในด้านสีตามความนิยม ขนาด ลาดลายที่ร่วมสมัย ทำให้เป็นที่รู้จักและเป็นที่นิยมมากยิ่งขึ้นในวงการงานศิลปะ

- ผู้ประกอบการคนที่ 2 กรรมการผู้จัดการ Ausara Brand surface & textile กรุงเทพฯ แบรนด์สิ่งทอจากโลหะและแร่ธาตุสัญชาติไทยเพื่อใช้สำหรับงานตกแต่งภายใน เป็นแบรนด์เดียวในโลกที่ออกแบบและผลิตสิ่งทอจากเหล็กและแร่ธาตุ เป็น 1 ใน 3 แบรนด์ในโลกที่ออกแบบสิ่งทอจากวัสดุจากสิ่งที่คิดว่าเป็นไปไม่ได้ ให้เป็นผลงานได้อย่างมีคุณภาพและวัสดุสำหรับงานตกแต่งภายใน แต่ยังออกแบบและผลิตสำหรับใช้ในวงการแฟชั่น เช่น การใช้ผ้าที่จัดทำพิเศษทำชุดเมขลารามสูร ชุดประจำชาติในการประกวดมิสยูนิเวิร์ส 2017 และกำลังพัฒนางานหัตถกรรมที่มีความปราณีตให้สามารถใช้งานได้อย่างหลากหลายมากขึ้นในปัจจุบัน

ผู้จำหน่าย 2 ท่าน

- ผู้จำหน่ายคนที่ 1 เจ้าของร้านป้าหวาย ตลาดนัดจตุจักร กรุงเทพฯ ผู้เชี่ยวชาญการขายกระดาษสา และงานประดิษฐ์ของที่ระลึก ทั้งปลีกและส่งให้แก่ผู้ใช้บริการทั้งคนไทยและชาวต่างชาติกว่า 20 ปี

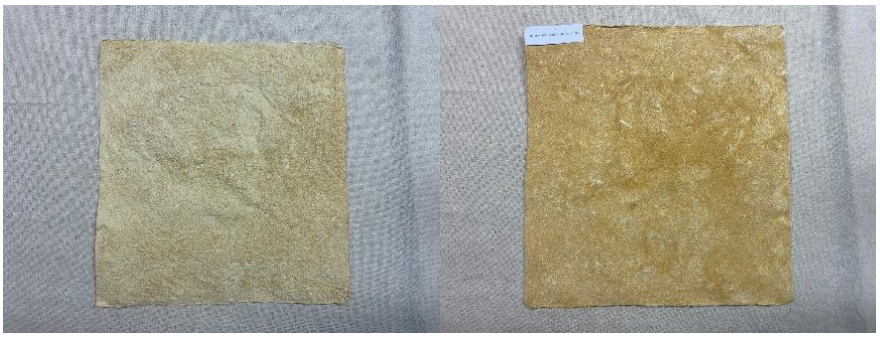
- ผู้จำหน่ายคนที่ 2 เจ้าหน้าที่ PC HHK ร้านB2S Think Space ห้างสรรพสินค้า Central Ladprao กรุงเทพฯ ผู้เชี่ยวชาญการให้คำแนะนำสินค้า และการเลือกใช้กระดาษกับลูกค้าผู้มาใช้บริการ

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

งานวิจัยเรื่องกระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพารา เมื่อทำการวิจัยเสร็จสิ้นจะได้กระดาษที่มีลักษณะแตกต่างกัน ตามภาพที่ 3 - 5

(ก) (ข)

ภาพที่ 3 กระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสา อัตราส่วน 90:10 กรัม (ก) ด้านหน้า (ข) ด้านหลัง



(ก) (ข)

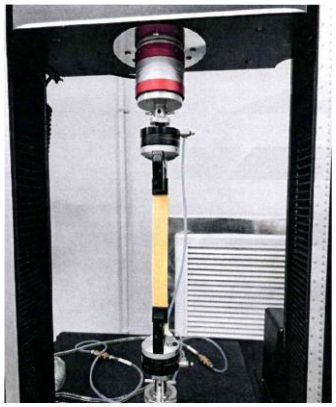
ภาพที่ 4 กระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสา อัตราส่วน 80:20 กรัม (ก) ด้านหน้า (ข) ด้านหลัง

(ก) (ข)

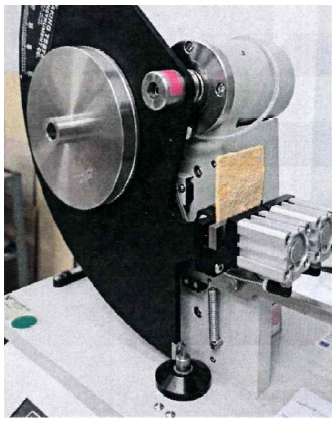
ภาพที่ 5 กระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสา อัตราส่วน 70:30 กรัม (ก) ด้านหน้า (ข) ด้านหลัง

3.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของกระดาษ

การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความต้านแรงดึงขาด การยืดตัว และความต้านแรงฉีกขาดของกระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพารา มีรูประหว่างการทดสอบดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 6 และ 7)



ภาพที่ 6 ทดสอบค่าความต้านแรงดึงขาด (Tensile Strength) และทดสอบค่าการยืดตัว (Elongation)



ภาพที่ 7 ทดสอบค่าความต้านแรงฉีกขาด (Tear Resistance)

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความต้านแรงดึงขาด การยืดตัว และความต้านแรงฉีกขาดของกระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพารา จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าความต้านแรงดึงขาด กระดาษมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วนอัตราส่วน 90:10 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด อยู่ที่ 0.70±0.159 กิโลนิวตันต่อเมตร ค่าการยืดตัว กระดาษมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วนอัตราส่วน 70:30 มีค่าเฉลี่ยมากสุด อยู่ที่ร้อยละ 2.10±0.714 และค่าความต้านแรงฉีกขาด กระดาษมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วนอัตราส่วน 70:30 มีค่าเฉลี่ยมากสุด 2,923.62±932.511 มิลลินิวตัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความต้านแรงดึงขาด การยืดตัว และความต้านแรงฉีกขาดของตัวกระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสา

กรรมวิธี	ความต้านแรงดึงขาด (กิโลนิวตัน/เมตร)	การยืดตัว (ร้อยละ)	ความต้านแรงฉีกขาด (มิลลินิวตัน)
กระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วน 90:10 กรัม	0.70±0.159	1.75±0.507	1,754.75±676.833
กระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วน 80:20 กรัม	0.66±0.131	1.43±0.347	2,161.25±805.331
กระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วน 70:30 กรัม	0.54±0.170	2.10±0.714	2,923.62±932.511

3.2 ผลการตรวจพินิจลักษณะภายนอก

ผลการตรวจพินิจลักษณะภายนอก พบว่า กระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วน 90:10 กรัม มีสีเหลืองเข้มสม่ำเสมอ มีความหนามากที่สุด ผิวสัมผัสเรียบเนียนมากที่สุด เยื่อเศษเปลือกต้นยางพารากระจายได้ดีกว่าเยื่อปอสา แต่ไม่สามารถม้วนและคลายตัวได้ กระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วน 80:20 กรัม มีสีเหลืองสม่ำเสมอ ความหนาปานกลาง ผิวสัมผัสเรียบเนียนดี เยื่อทั้ง 2 ชนิดกระจายตัวได้ดี แต่ไม่สามารถม้วนและคลายตัวได้ และกระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วน 70:30 กรัม มีสีเหลืองอ่อนที่สุดและสีไม่ค่อยสม่ำเสมอ มีความหนาน้อยที่สุด เยื่อปอสากระจายตัวดีกว่าเศษเปลือกต้นยางพารา มีผิวสัมผัสเรียบเนียนน้อยที่สุด สามารถม้วนและคลายตัวได้เร็ว โดยทั้ง 3 กรรมวิธียังมีเศษเปลือกต้นยางพาราหลุดร่วงขณะสัมผัส (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลการตรวจพินิจลักษณะภายนอกของกระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสา

กรรมวิธี	กระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วน 90:10 กรัม	กระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วน 80:20 กรัม	กระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วน 70:30 กรัม
ลักษณะภายนอก	สีเหลืองเข้มสม่ำเสมอมากที่สุด	สีเหลืองสม่ำเสมอ	สีเหลืองอ่อนที่สุดและสีไม่ค่อยสม่ำเสมอ
	ความหนามากที่สุด	ความหนาปานกลาง	ความหนาน้อยที่สุด
	เยื่อเศษเปลือกต้นยางพารากระจายดีกว่าเยื่อปอสา	เยื่อทั้ง 2 ชนิดกระจายดี	เยื่อปอสากระจายตัวดีกว่าเศษเปลือกต้นยางพารา
	ผิวสัมผัสมีความเรียบเนียนมากที่สุด	ผิวสัมผัสมีความเรียบเนียนดี	ผิวสัมผัสมีความเรียบเนียนน้อยที่สุด
	เศษเปลือกต้นยางพาราหลุดร่วงขณะสัมผัสมากที่สุด	เศษเปลือกต้นยางพาราหลุดร่วงขณะสัมผัสเล็กน้อย	เศษเปลือกต้นยางพาราหลุดร่วงขณะสัมผัสเล็กน้อย
	ไม่สามารถม้วนและคลายตัวได้	ไม่สามารถม้วนและคลายตัวได้	สามารถม้วนและตัวได้เร็ว

ผลการตรวจพินิจในตารางที่ 3 ผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจารณาถึงความชื่นชอบและการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ชิ้นงาน พบว่า

3.2.1 นักวิชาการคนที่ 1 มีความเห็นว่า กระดาษจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสา 70:30 เหมาะสำหรับทำงานทางด้านศิลปะ ด้านหน้าสามารถวาดภาพได้ ด้านหลังมีลวดลายที่แปลกใหม่ กระดาษมีเยื่อหลุด แนะนำให้พัฒนาสูตรของกาวที่ดีกว่าแป้งเปียก เนื่องจากคุณสมบัติของแป้งเปียก มักจะมีอายุการใช้งานไม่นาน แห้งกรอบ และไม่คงทน หรือเปลี่ยนตัวผสานที่มีคุณสมบัติดีกว่า

3.2.2 นักวิชาการคนที่ 2 มีความเห็นว่า กระดาษเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสา 90:10 มีความสวยงามดี แต่ยังคงมีเยื่อหลุดร่วงขณะสัมผัส สามารถนำเศษทิ้งทางการเกษตรมาใช้ได้ดี กระดาษมีความเหมาะสมสำหรับงานด้านศิลปหัตถกรรม ต่อยอดงานบรรจุหีบห่อ สามารถพัฒนาเป็นกระดาษบุผนังได้จากการพิจารณา เยื่อปอสาเกาะตัวได้ดีกว่าเปลือกต้นยางพารา แนะนำให้เพิ่มหรือเปลี่ยนตัวผสาน เพื่อแก้ไขการหลุดล่วงของเศษเปลือกต้นยางพารา

3.2.3 ผู้ประกอบการคนที่ 1 มีความเห็นว่า กระดาษเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสา 70:30 กระดาษมีความบางมากที่สุด แต่ยังคงหนาไปเมื่อเทียบกับกระดาษในท้องตลาด และมีเศษเปลือกต้นยางพาราหลุดร่วงขณะสัมผัส ถ้าพัฒนาจะเหมาะกับงานด้านกระดาษบุผนัง ด้านสี หากผสมสีธรรมชาติอื่น หรือผสมลวดลายจะทำให้น่าสนใจมากขึ้น

3.2.4 ผู้ประกอบการคนที่ 2 มีความเห็นว่า กระดาษทั้ง 3 กรรมวิธีมีความสวยงาม ผิวสัมผัสดี สามารถตกแต่งได้ เช่น ทำดอกไม้ประดิษฐ์ หรือกระดาษบุผนังได้ รวมถึงเป็นกระดาษทางเลือกในการวาดภาพ และกระดาษเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสา 70:30 สามารถม้วนได้ดี มีการคลายตัวเร็ว และน้ำหนักเบาสามารถขนส่งได้ง่าย

3.2.5 ผู้จำหน่ายคนที่ 1 มีความเห็นว่า กระดาษเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสา 70:30 กระดาษมีความบางมากที่สุด แต่ยังคงหนาไปเมื่อเทียบกับกระดาษในท้องตลาด และเศษเปลือกต้นยางพาราหลุดร่วงขณะสัมผัส สีธรรมชาติจะเป็นที่ต้องการของตลาดดี เหมาะสำหรับทำงานประดิษฐ์ เช่น ดอกไม้จันทน์ เพราะสามารถเผาไหม้ได้ดี และมีตลาดรับซื้อ

3.2.6 ผู้จำหน่ายคนที่ 2 มีความเห็นว่า กระดาษเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสา 70:30 มีความบาง และสีเหลืองสวยที่สุด สามารถต่อยอดงานทางด้านศิลปะได้ แนะนำในด้านศิลปะตัดแปะ สามารถเสริมสร้างพัฒนาการให้เด็กในช่วงวัยอนุบาลในงานศิลปะได้ รวมถึงพัฒนาต่อในด้านงานวัสดุปลูก เพาะเลี้ยงกล้าไม้ ในอนาคต

4. สรุปผล

ผลการวิจัยพบว่าค่าความต้านแรงดึงขาด กระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วน 90:10 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด อยู่ที่ 0.70±0.159 กิโลนิวตันต่อเมตร ค่าการยืดตัว กระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วน 70:30 มีค่าเฉลี่ยมากสุด อยู่ที่ร้อยละ 2.10±0.714 และค่าความต้านแรงฉีกขาด กระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วน 70:30 มีค่าเฉลี่ยมากสุด 2,923.62±932.511 มิลลินิวตัน ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติ ด้านการตรวจพินิจลักษณะภายนอกพบว่า 1 ท่าน มีความชอบกระดาษทำมือจากเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วน 90:10 มากที่สุด ให้เหตุผลว่ากระดาษมีความหนา มีสีเหลืองเข้มมากที่สุด เหมาะสมสำหรับการต่อยอดงานบรรจุหีบห่อ สามารถพัฒนาเป็นกระดาษบุผนังได้ และผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน มีความชอบกระดาษทำมือจากเศษเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วน 70:30 มากที่สุด ให้เหตุผลว่า กระดาษมีความบาง สีเหลืองอ่อนสม่ำเสมอ น้ำหนักเบามากที่สุด สามารถม้วนและคลายตัวได้เร็ว สามารถพัฒนางานกระดาษสำหรับศิลปะ และกระดาษสำหรับงานหัตถกรรม

ผู้วิจัยสามารถสรุปผลได้ว่า กระดาษจากเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วน 90:10 กระดาษมีความหนาและสีเหลืองเข้มมากที่สุด สามารถพัฒนางานทางด้านกระดาษบุผนัง หรือต่อยอดงานผลิตภัณฑ์ต่างๆ กระดาษจากเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วน 80:20 กระดาษมีความหนาปานกลาง มีสีเหลืองสม่ำเสมอ และกระดาษจากเปลือกต้นยางพาราต่อเยื่อปอสาอัตราส่วน 70:30 แผ่นกระดาษมีความบางมากที่สุด มีสีเหลืองอ่อนสม่ำเสมอ หากต่อยอดในการทำธุรกิจ จะสามารถขนส่งได้สะดวก เนื่องจากมีความสามารถในการม้วนและคลายตัวได้เร็ว จึงเหมาะกับการใช้งานในงานด้านศิลปะและงานหัตถกรรม

5. เอกสารอ้างอิง

[1] National Library in Honour of H.M. Queen Sirikit, Nakhon Phanom, The Fine Arts Department. (2020). *Paper Legend*. https://www.finearts.go.th/nakhonphanomlibrary/view/12437-ตำนานกระดาษ. (In Thai)

[2] Dean is Office, Faculty of Science, Srinakharinwirot University. (2017). *Paperless Manual.* https://science.swu.ac.th/Portals/22/Download/PaperlessManual2560.pdf. (In Thai)

[3] Supakorn Kantapo. (2014). *The Design Project of Rubber Equipment for Beginners.* [Master of Fine Arts]. Silpakorn University. http://www.thapra.lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/thapra/Supakorn_Kantapo/fulltext.pdf. (In Thai)

[4] Thai Packaging Center, Thailand Institute of Scientific and Technological Research. (2024). (In Thai)

[5] Office of Industrial Economics. (n.d.). *Features of paper packaging*. (In Thai)

[6] Virtuaexpo Group (2024). *Universal Testing Machine; Instron model 68TM-30.* Direct Industry. https://www.directindustry.com/prod/instron/product-18463-2365300.html.

[7] CINSUN (2024). *Tearing Strength Tester, AC200V.* https://m.qinsun-lab.com/196.html.