กระบวนการพัฒนากระดาษจากหญ้าเนเปียร์

The Development Process of Napier Grass Paper

ชญานิน วังตาล[1] รักชนก อินจันทร์[2*] และกฤษณกัณฑ์ ภาโพธิรัตน์[1]
Chayanin Wangtan[1] Rakchanok Inchan[1*]and Kritsanakan Phaphothirat[1]

Received 25 พฤศจิกายน 2568 **Revised** 8 พฤษภาคม 2569 **Accepted** 1 มิถุนายน 2569

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จากหญ้าเนเปียร์ 2) ศึกษากระบวนการผลิตและคุณภาพทางกายภาพกระดาษเนเปียร์ และ 3) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้กระดาษเนเปียร์ เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึกผลการทดลองและแบบประเมินความพึงพอใจต่อกระดาษหญ้าเนเปียร์ กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้ปลูกหญ้าเนเปียร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์และผู้ใช้งานกระดาษ พบว่า การพัฒนาหญ้าเนเปียร์ที่เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์กระดาษเส้นใยพืชตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 41/2560) ซึ่งมีกระบวนการผลิต 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) เตรียมวัตถุดิบ 2) ต้มเยื่อด้วยสารละลายด่าง 3) ล้างเยื่อ 4) ปั่นเยื่อ 5) ขึ้นรูปแผ่นกระดาษ 6) ตากให้แห้ง ได้ผลกระดาษที่มีสีธรรมชาติ เนื้อกระดาษมีความเหนียว แข็งแรง ยืดหยุ่นได้ดี โดยนำทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มผช. 41/2560 จากศูนย์สิ่งแวดล้อมและทดสอบผลิตภัณฑ์มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายพบว่า กระดาษจากหญ้าเนเปียร์ จำนวน 5 ตัวอย่างผ่านเกณฑ์ ได้แก่ ลักษณะทั่วไปมีความประณีต ไม่มีรอยฉีกขาดหรือสิ่งปนเปื้อน มีค่าความชื้นอยู่ที่ 8.65% ตามมาตรฐาน มีขนาด 50×70 เซนติเมตร ตามข้อกำหนด ผลความพึงพอใจต่อกระดาษหญ้าเนเปียร์ อยู่ในระดับมาก เท่ากับ ($\overline{x}$=4.32, SD 0.56) สรุปได้ว่า หญ้าเนเปียร์ที่เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรสามารถนำมาพัฒนาเป็นกระดาษเส้นใยพืช สำหรับต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์สร้างสรรค์ตามแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน

คำสำคัญ : หญ้าเนเปียร์, กระดาษจากเส้นใยพืช, มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, กระบวนการพัฒนากระดาษ

[1] อาจารย์, คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
[1] Lecturer, Faculty of Education, Chiang Rai Rajabhat University
[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย จังหวัดเชียงราย
[2] Assistant Professor, Faculty of Education, Chiang Rai Rajabhat University
*ผู้ประสานงานนิพนธ์ e-mail: rakchanok.inc@crru.ac.th

Abstract

This research aimed to 1) investigate approaches for utilizing Napier grass, 2) study the production process and physical quality of Napier grass paper, and 3) evaluate user satisfaction with Napier grass paper. The research instruments included interview forms, experimental record forms, and a satisfaction assessment form for Napier grass paper. The sample groups consisted of Napier grass growers, handicraft experts, and paper users. The findings revealed that Napier grass, an agricultural waste material, could be developed into plant fiber paper products in accordance with the Thai Community Product Standard (TCPS 41/2017). The production process comprised six stages: 1) raw material preparation, 2) pulp cooking with an alkaline solution, 3) pulp washing, 4) pulp blending, 5) paper sheet formation, and 6) drying. The resulting paper exhibited natural coloration, toughness, strength, and good flexibility. Product quality testing, conducted by the Environmental and Product Testing Center of Chiang Rai Rajabhat University according to TCPS 41/2017 standards, indicated that all five samples of Napier grass paper met the required criteria. The paper demonstrated fine workmanship, absence of tears or contaminants, a moisture content of 8.65% in compliance with the standard, and dimensions of 50×70 centimeters according to the specified requirements. User satisfaction with Napier grass paper was rated at a high level ($\overline{x}$= 4.32, SD 0.56). In conclusion, Napier grass, as an agricultural waste material, can be effectively developed into plant fiber paper for further application in creative product development under the concept of the circular economy.

Keywords: Napier grass, Plant fibers paper, Thai community product standard, Paper developing processes

1. บทนำ

หญ้าเนเปียร์เป็นพืชเศรษฐกิจของจังหวัดเชียงราย มีการปลูกในพื้นที่อำเภอแม่ลาว ลักษณะเป็นกอคล้ายอ้อย หญ้าเนเปียร์เป็นพืชหญ้าเขตร้อน สายพันธุ์ที่นิยมปลูกในพื้นที่คือ หญ้าเนเปียร์ลูกผสม (P. purpureum x P. americanum) มีลักษณะเด่นของความสูง 3-4 เมตร (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2545) จากการสัมภาษณ์ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนปลูกหญ้าเนเปียร์อำเภอแม่ลาว (22 ธันวาคม 2567) พบว่า การปลูกหญ้าเนเปียร์เป็นที่นิยมของเกษตรกร เนื่องจากเป็นพืชที่เจริญเติบโตเร็ว ดูแลรักษาง่าย และสามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดปี เมื่อเทียบกับกลุ่มพืชเกษตรชนิดอื่น เช่น ข้าวหรือข้าวโพด แต่หลังเก็บเกี่ยวลำต้นเพื่อจำหน่าย จะเหลือเศษลำต้นแก่และใบจำนวนมากตกตามในพื้นที่ ซึ่งไม่เหมาะต่อการนำไปเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากมีความแข็ง และยังเป็นอุปสรรคต่อการแตกหน่อของพืชในรอบ

ถัดไป เกษตรกรจึงมักกำจัดด้วยการเผาทำลาย ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและฝุ่น PM2.5 เกิดขึ้นในชุมชน การกำจัดเศษวัสดุทางการเกษตรไม่ถูกวิธีเป็นสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้พื้นที่ของภาคเหนือมีมลพิษทางอากาศสูงเป็นอันดับต้น ๆ จากรายงานวันที่ 9 มีนาคม 2567 พบว่าจังหวัดเชียงรายมีค่าฝุ่น PM2.5 สูงถึง 168 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (สำนักงานส่งเสริมและสนับสนุนวิชาการ 9, 2567) การจัดการเศษวัสดุเหลือทิ้งที่ไม่เหมาะสมจึงเป็นปัญหาสำคัญต่อทั้งสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของประชาชน

จากการศึกษาข้อมูลหญ้าเนเปียร์เป็นพืชที่มีองค์ประกอบของเส้นใยเซลลูโลสสูง จัดอยู่ในกลุ่มเส้นใยพืช (Cellulose fibers) ซึ่งได้จากลำต้นและใบของพืช และเป็นวัตถุดิบสำคัญที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเยื่อและกระดาษ ด้วยคุณลักษณะเฉพาะที่มีเส้นใยมาก หากนำลำต้นและใบของหญ้าเนเปียร์ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรนำมาสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่จะสามารถลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจากต้นน้ำได้ อีกทั้งยังช่วยลดการเผาที่ส่งผลกระทบในระดับกว้างในระบบอุตสาหกรรมเส้นใยพืชที่ไม่ใช่ไม้ (Non-wood fibers) ได้รับความสนใจมากสำหรับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์กระดาษซึ่งมีคุณสมบัติเหนียว แข็งแรง และสามารถทดแทนการใช้ไม้ในอุตสาหกรรมได้ หากผ่านกระบวนการผลิตที่เหมาะสม (Hurter, R. W., 2001; Jiménez, L. et al., 2009) กระดาษเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเซลลูโลส (Cellulose) ของวัสดุลิกนินหรือเซลลูโลส (Lignocellulosic material) เป็นวัสดุที่ได้จากพืช ประกอบด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน วัสดุเหล่านี้เป็นวัตถุดิบที่มีอยู่มากในธรรมชาติ การนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (Agricultural residues) ผลิตกระดาษโดยใช้เส้นใยจากพืชเกษตรที่เหลือทิ้งหลังเก็บเกี่ยว เป็นการลดของเสียและเพิ่มมูลค่าได้อย่างเหมาะสม โดยกระบวนการผลิตกระดาษจะคำนวณอัตราส่วนที่เหมาะสม ตามวัสดุแต่ละชนิด โดยใช้การแช่ในสารละลาย KOH 25% ซึ่งมีผลต่อคุณสมบัติทางกลของกระดาษ ตรงตามสัดส่วนที่เหมาะสม (Mbeche, S. M, Omara, T., 2020; Abd El-Sayed, E. S. et al., 2020)

ประเทศไทยได้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) เป็นเครื่องหมายรับรองคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อสร้างความมั่นใจด้านคุณภาพให้กับผู้บริโภคในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของกระดาษเส้นใยพืช (มผช. 41/2560) มีข้อกำหนดคุณลักษณะตามมาตรฐานได้แก่ 1) ลักษณะทั่วไป ต้องประณีต สวยงาม มีรูปแบบรูปทรง และสัดส่วนที่เหมาะสม ไม่มีรอยทะลุหรือฉีกขาด ไม่เปรอะเปื้อนหรือตำหนิ ไม่มีราปรากฏให้เห็นเด่นชัดตลอดชิ้นงาน 2) การประกอบด้วยวัสดุอื่น (ถ้ามี) ต้องประณีต ติดแน่นคงทน กลมกลืน และเหมาะสมกับชิ้นงาน ไม่มีรอยเปรอะเปื้อนของสารที่ใช้ยึดติดชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน กรณีเป็นวัสดุธรรมชาติ ต้องไม่มีรา และร่องรอยการเจาะกัดกินของแมลง กรณีเป็นโลหะต้องไม่เป็นสนิมและไม่มีส่วนแหลมคม 3) สี (ถ้ามี) ต้องสม่ำเสมอ (ยกเว้นกรณีเป็นลักษณะเฉพาะของชิ้นงาน) ไม่หลุดหรือลอก และเมื่อลูบผลิตภัณฑ์แล้วสีต้องไม่ติดมือ 4) การเคลือบผิว (ถ้ามี) ต้องเรียบสม่ำเสมอ ไม่เป็นเม็ด กรอบ แตก หลุดหรือลอก และไม่หนาเกินไป จนทำให้ชิ้นงานขาดความสวยงาม และ 5) การใช้งานต้องสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2560) นอกจากนี้ แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular economy) เน้นการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด ลดของเสีย และหมุนเวียนวัสดุเหลือใช้กลับสู่กระบวนการผลิต (Geissdoerfer, M. et al.,

2017) สอดคล้องกับการนำเศษลำต้นแก่และใบของหญ้าเนเปียร์มาพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์กระดาษเส้นใยพืชอย่างยิ่ง ทั้งในมิติสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจชุมชน และการสร้างนวัตกรรมวัสดุชีวภาพ (Bio-material)

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำหญ้าเนเปียร์ที่เหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อศึกษากระบวนการผลิตกระดาษจากหญ้าเนเปียร์ โดยทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “กระดาษเส้นใยพืช” (มผช. 41/2560) และศึกษาความพึงพอใจของผู้รู้ ผู้ใช้ด้านงานประดิษฐ์ เพื่อนำกระดาษเนเปียร์ไปต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์อื่นต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จากหญ้าเนเปียร์

2.2 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตและคุณภาพทางกายภาพกระดาษจากหญ้าเนเปียร์

2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้กระดาษจากหญ้าเนเปียร์

3. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed methods research) ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เลขที่ COA450/2025 ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้ปลูกหญ้าเนเปียร์ในอำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย จำนวน 3 กลุ่ม 20 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างตามความสมัครใจ (Volunteer sampling) จำนวน 3 คน สำหรับข้อมูลบริบทการปลูกหญ้าเนเปียร์

ตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนงานฝีมือจังหวัดเชียงราย และผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ จำนวน 10 คน เลือกด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) และกลุ่มผู้ใช้งานกระดาษจากหญ้าเนเปียร์ จำนวน 30 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างตามความสมัครใจ (Volunteer sampling) รวมทั้งหมด 40 คน สำหรับข้อมูลการประเมินความพึงพอใจ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง บริบทข้อมูลหญ้าเนเปียร์ ประกอบด้วย การปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยวผลผลิต แนวทางนำเศษวัสดุไปใช้ประโยชน์

3.2.2 แบบบันทึกผลการทดลองผลิตกระดาษเนเปียร์ ประกอบด้วย วัตถุดิบ เครื่องมือ อุปกรณ์ วิธีการทำ ผลการทดลอง

3.2.3 แบบประเมินคุณภาพทางกายภาพกระดาษเนเปียร์ ประกอบด้วย 1) ลักษณะทั่วไปของแผ่นกระดาษ 2) ความชื้น และ 3) ขนาดของกระดาษ

3.2.4 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้กระดาษเนเปียร์ ประกอบด้วย 1) ด้านลักษณะทั่วไป 2) ด้านวัสดุ 3) ด้านสี 4) ด้านลักษณะของกระดาษ และ 5) ด้านการใช้งาน

3.3 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item Objective Congruence) ได้ผลการประเมินดังนี้

3.3.1 แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง มีคุณภาพเท่ากับ 0.8

3.3.2 แบบบันทึกผลการทดลองผลิตกระดาษเนเปียร์ มีคุณภาพเท่ากับ 0.77

3.3.3 แบบประเมินคุณภาพทางกายภาพกระดาษเนเปียร์ มีคุณภาพเท่ากับ 1

3.3.4 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้กระดาษเนเปียร์ มีคุณภาพเท่ากับ 0.75

3.4 การเก็บข้อมูล

3.4.1 ลงพื้นที่สัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างที่เป็นสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนปลูกหญ้าเนเปียร์ อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย ได้แก่ ประธาน รองประธาน ตัวแทนสมาชิกที่สมัครใจให้ข้อมูลบริบทข้อมูลการปลูกหญ้าเนเปียร์ การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยวผลผลิต แนวทางนำเศษวัสดุไปใช้ประโยชน์

3.4.2 นำลำต้นและใบหญ้าเนเปียร์ ทดลองผลิตกระดาษ (Hubbe, M. A. & Bowden, C., 2009; Sridach, W., 2010; Worku, L. A. et al., 2023) ด้วยกระบวนการ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) เตรียมวัตถุดิบ 2) ต้มเยื่อด้วยสารละลายด่าง 3) ล้างเยื่อ 4) ปั่นเยื่อ 5) ขึ้นรูปแผ่นกระดาษ และ 6) ตากให้แห้ง โดยดำเนินการตามรายละเอียด ดังนี้

1. วัตถุดิบ (Raw materials) ได้แก่ 1) หญ้าเนเปียร์ ส่วนลำต้นและใบที่เหลือจากการเกษตร 2) สารเคมีที่ใช้ในการต้มเยื่อ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และ 3) น้ำสะอาด สำหรับการต้มเยื่อและการล้างเยื่อ

2. อุปกรณ์เตรียมและแปรรูป (Preparation and processing tools) ได้แก่ 1) เครื่องตัดหั่น สำหรับตัดหั่นวัตถุดิบขนาด 2-5 เซนติเมตร 2) ภาชนะต้มเยื่อ (หม้อโลหะ/ถังต้มที่ทนความร้อนและสารเคมี) พร้อมฝาปิด 3) เตาแก๊ส สำหรับควบคุมความร้อน 90-100 °C 4) เครื่องปั่นไฟฟ้า (Blender) สำหรับปั่นเยื่อให้ละเอียด และ 5) ภาชนะพลาสติกหรือสแตนเลส สำหรับล้างและแช่เยื่อ

3. อุปกรณ์การขึ้นรูปกระดาษ (Papermaking tools) ได้แก่ 1) แม่พิมพ์และตะแกรง (Mould & Deckle) ขนาด 30×40 ซม. และ 50×70 ซม. 2) ถังน้ำ/ภาชนะขนาดใหญ่ สำหรับผสมและกระจายเยื่อ และ 3) ไม้กวน/แท่งกวน สำหรับกระจายเยื่อในน้ำ

4. อุปกรณ์การตากและทำให้แห้ง (Drying equipment) ได้แก่ 1) พื้นที่ตากในร่ม มีการระบายอากาศดี 2) ตะแกรงไม้ และ 3) เครื่องวัดความชื้น (Moisture meter) สำหรับตรวจสอบค่าความชื้นกระดาษขั้นต้น

3.4.3 สุ่มกระดาษหญ้าเนเปียร์ 5 ตัวอย่าง ทดสอบตามคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) “กระดาษเส้นใยพืช” (มผช. 41/2560) โดยหน่วยงานศูนย์สิ่งแวดล้อมและทดสอบผลิตภัณฑ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

3.4.4 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้กระดาษเนเปียร์จากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญ ด้านงานประดิษฐ์ 2) กลุ่มผู้ใช้งานกระดาษจากหญ้าเนเปียร์

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์เชิงเนื้อหา ข้อมูลบริบทหญ้าเนเปียร์ แนวทางนำเศษวัสดุไปใช้ประโยชน์ กระบวนการผลิตและคุณภาพทางกายภาพกระดาษจากหญ้าเนเปียร์

วิเคราะห์เชิงสถิติพรรณนา ความพึงพอใจของผู้ใช้กระดาษจากหญ้าเนเปียร์ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยระดับการให้คะแนนกำหนดระดับมาตราส่วนของคำตอบเป็นลักษณะการวัดคะแนนแบบมาตราวัดของลิเคิร์ท (Likert scale) เรียกว่า วิธีการประเมินแบบรวมค่า (Method of summated rating) ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจ 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ดังนี้

มากที่สุด	หมายถึง	ระดับ 5
มาก	หมายถึง	ระดับ 4
ปานกลาง	หมายถึง	ระดับ 3
น้อย	หมายถึง	ระดับ 2
น้อยที่สุด	หมายถึง	ระดับ 1

โดยตั้งเกณฑ์ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้ระดับการวัดข้อมูลแบบอันตรภาคชั้น (Interval Scale) ด้วยวิธีการคำนวณกำหนดคำอธิบายของแต่ละช่วงชั้น ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ช่วงชั้นค่าน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยแบ่งเป็น 5 ช่วง โดยมีความหมาย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายถึง	มาก
คะแนนเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายถึง	ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายถึง	น้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายถึง	น้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

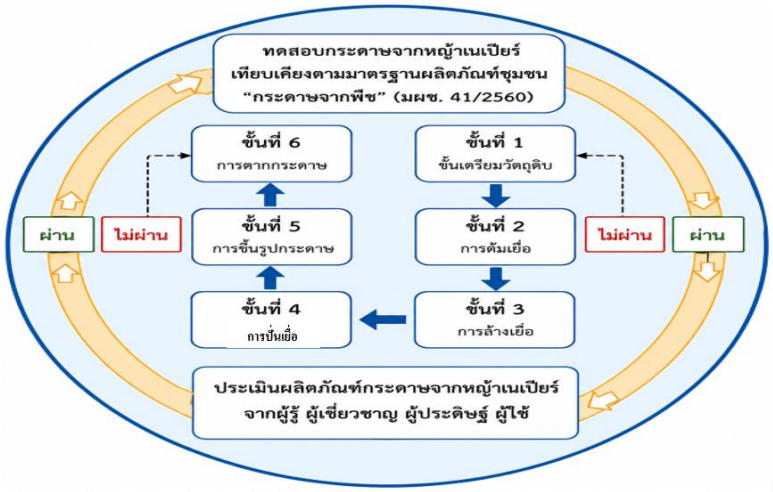
4.1 ผลการศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จากหญ้าเนเปียร์

ผลการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง พบว่า “วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่ลาวพืชพลังงาน” ปลูกหญ้าเนเปียร์พันธุ์จวิ้นเฉ่า 4190 (ลูกผสมระหว่าง Pennisetum purpureum × P. americanum) มีลักษณะเป็นกอคล้ายอ้อย ความสูงเฉลี่ย 3-4 เมตร สามารถเก็บเกี่ยวได้ต่อปี ผลผลิตจำหน่ายให้บริษัทเอกชนในราคากิโลกรัมละ 0.80-1.00 บาท หลังการเก็บเกี่ยวยังมีเศษใบและลำต้นแก่จำนวนมาก เกษตรกรมักกำจัดด้วยการเผาทำลาย ทั้งนี้ แนวทางนำเศษใช้ประโยชน์ของกลุ่มตัวอย่างพบว่า การนำเศษวัสดุใบ ลำต้นที่เหลือใช้ไปพัฒนาเป็นกระดาษเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ จะช่วยลดปริมาณการเผาทำลายได้ อีกทั้งยังสามารถเพิ่มมูลค่าของวัสดุที่มีในท้องถิ่น ส่งเสริมแนวทางการสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรในพื้นที่ได้อีกทางหนึ่ง

4.2 ผลกระบวนการผลิตและคุณภาพทางกายภาพกระดาษจากหญ้าเนเปียร์

ผู้วิจัยทำการทดลองพัฒนากระดาษจากหญ้าเนเปียร์ โดยประยุกต์ขั้นตอนจากแนวทางการผลิตกระดาษทำมือและการผลิตเยื่อจากเส้นใยพืชที่มิใช่ไม้ (Hubbe, M. A. &

Bowden, C., 2009; Sridach, W., 2010; Worku, L. A. et al., 2023) โดยผู้วิจัยออกแบบกระบวนการผลิตกระดาษ 6 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 1 กระบวนการพัฒนากระดาษจากหญ้าเนเปียร์ 6 ขั้นตอน
ที่มา : ทีมวิจัย (2568)

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมหญ้าเนเปียร์ นำลำต้นหญ้าเนเปียร์และเศษใบที่เหลือจากการเกษตร ตัดหั่นเป็นท่อนขนาดเล็ก 2-5 เซนติเมตร ล้างเศษดิน ฝุ่นออก นำไปผึ่งลมให้หมาด โดยใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน กระบวนการนี้ช่วยให้เยื่อของหญ้าเนเปียร์มีความสะอาดและมีความชื้นที่เหมาะสมต่อการเข้าสู่กระบวนการต้มเยื่อ



แบบสด (A) แบบแห้ง (B)

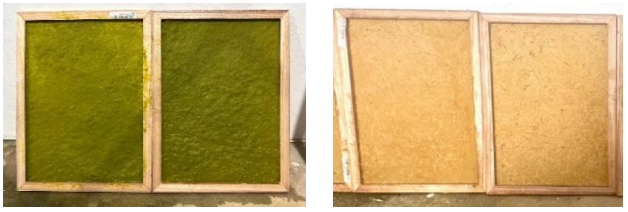
ภาพที่ 2 การเตรียมหญ้าเนเปียร์ของลำต้นและใบ แบบสด แบบแห้ง
ที่มา : ทีมวิจัย (2568)

ขั้นที่ 2 การต้มเยื่อ (Pulping) นำวัตถุดิบหญ้าเนเปียร์ 1 กิโลกรัม ผสมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 10 กรัม และน้ำสะอาด 2 ลิตร (อัตราส่วน 1:0.1:2) ใส่ในภาชนะที่ปิดสนิทแล้วต้มในอุณหภูมิ 90-100 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง การใช้สารละลายด่างในสัดส่วนที่เหมาะสมช่วยสลายลิกนินและฮีมิเซลลูโลส ทำให้ได้เส้นใยเซลลูโลสที่สะอาดและพร้อมต่อการแปรรูปเป็นกระดาษ

ขั้นที่ 3 การล้างเยื่อ (Washing) นำเยื่อที่ได้จากการต้มมาล้างด้วยน้ำสะอาด 8-10 ครั้ง จนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 6-7 ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดสารเคมีตกค้างและสิ่งเจือปน เพื่อป้องกันการระคายเคือง รวมถึงเพิ่มความปลอดภัยและคุณภาพของกระดาษที่ผลิตได้

ขั้นที่ 4 การเตรียมเยื่อ (Refining) นำเยื่อที่ผ่านการล้างสะอาดมาปั่นด้วยเครื่องปั่น เพื่อให้เส้นใยมีความละเอียดและฟูมากขึ้น จากนั้นบิดน้ำออกให้หมาด นำไปขึ้นรูปเป็นกระดาษ การควบคุมน้ำหนักต่อแผ่นช่วยให้ได้ความหนาและความสม่ำเสมอของกระดาษที่ต้องการ โดยขนาดกระดาษ ขนาด 30×40 เซนติเมตร ใช้เยื่อ 140 กรัมต่อแผ่น ขนาดกระดาษ 50×70 เซนติเมตร ใช้เยื่อ 400 กรัมต่อแผ่น

ขั้นที่ 5 การขึ้นรูปกระดาษ (Sheet forming) เทเยื่อที่ผสมแล้วลงในถังน้ำ จากนั้นใช้แม่พิมพ์หรือตะแกรง (Mould & Deckle) จุ่มลงไปในถังแล้วกวนให้เยื่อกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ เมื่อยกพิมพ์ขึ้น เยื่อจะเกาะบนตะแกรงในความหนาประมาณ 0.3 มิลลิเมตร การกระจายตัวที่ดีช่วยลดการแตกร้าวและเพิ่มความทนทานของกระดาษ



แบบสดขณะเปียก (A) แบบแห้งขณะเปียก (B)

ภาพที่ 3 ขึ้นรูปเยื่อกระดาษจากหญ้าเนเปียร์ แบบสด (A) แบบแห้ง (B)
ที่มา : ทีมวิจัย (2568)

ขั้นที่ 6 การตากกระดาษ (Drying) นำแม่พิมพ์ที่มีเยื่อกระดาษไปตากในที่ร่มจนแห้งสนิท ก่อนนำออกจากแม่พิมพ์ และวัดค่าความชื้นได้ 2.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสำหรับกระดาษแฮนด์เมด กระดาษจากหญ้าเนเปียร์ที่ผลิตได้มีพื้นผิวหยาบเล็กน้อยตามธรรมชาติของเส้นใย แต่มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในเชิงงานประดิษฐ์และผลิตภัณฑ์เชิงสร้างสรรค์



ภาพที่ 4 ตากกระดาษเนเนียร์ให้แห้งสนิท
ที่มา : ทีมวิจัย (2568)

จากกระบวนการดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า การพัฒนากระดาษจากหญ้าเนเปียร์ มีจำนวน 6 ขั้นตอน จากการนำเศษเหลือจากการเกษตร (ลำต้นแก่และใบ) ผ่านกระบวนการทำเป็นกระดาษแบบสดได้สีน้ำตาลอ่อนและแบบแห้งได้สีน้ำตาลเข้ม โดยเนื้อสัมผัสของกระดาษของเนเปียร์แบบสดและแบบแห้งมีความเหนียว อ่อนนุ่มปานกลาง ทั้งนี้ยังพบว่า กระบวนการปั่นมีผลต่อความอ่อนนุ่ม สำหรับกระบวนการขึ้นรูปกระดาษมีผลต่อความหนาบางของกระดาษเนเปียร์

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำกระดาษจากหญ้าเนเปียร์ ขนาด 50×70 เซนติเมตร ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “กระดาษเส้นใยพืช” (มผช. 41/2560) โดยส่งทดสอบตามมาตรฐานจากศูนย์สิ่งแวดล้อมและทดสอบผลิตภัณฑ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบกระดาษจากหญ้าเนเปียร์เทียบเคียงมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “กระดาษเส้นใยพืช” (มผช. 41/2560)

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	แปลผล
ลักษณะทั่วไป	ตรวจพินิจ ตามเกณฑ์มาตรฐาน มผช. 41/2560	เหนียว ไม่มีรอยทะลุ ไม่มีเชื้อรา มีความประณีต สวยงาม ลวดลายเหมาะสม สะอาด	ตามมาตรฐาน
ความชื้น	AOAC (2023) 950.46 (b)	8.65 โดยไม่เกินร้อยละ 13	ตามมาตรฐาน
ขนาดหรือมิติ กว้าง 50 ยาว 70 เซนติเมตร	เครื่องมือวัดคาลิปเปอร์	50X70 เซนติเมตร	ตามมาตรฐาน

ที่มา : หน่วยงานศูนย์สิ่งแวดล้อมและทดสอบผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

ผลการวิเคราะห์การทดสอบกระดาษจากหญ้าเนเปียร์ พบว่า 1) ลักษณะทั่วไป เป็นแผ่น เหนียว ไม่ขาดง่าย ไม่มีรอยทะลุหรือฉีกขาด ไม่มีสิ่งปนเปื้อนหรือตำหนิ และไม่มีเชื้อรา มีความประณีต สวยงาม วัสดุที่นำมาตกแต่งให้เป็นลวดลายเหมาะสม สะอาด ไม่มีสิ่งสกปรกหรือเปรอะเปื้อน 2) ความชื้น มีน้ำหนัก 8.65 โดยไม่เกินร้อยละ 13 ของเกณฑ์มาตรฐาน และ 3) ขนาดหรือมิติ เป็นไปตามมาตรฐานขนาด 50X70 เซนติเมตร สรุปได้ว่า กระดาษจากหญ้าเนเปียร์ผ่านการทดสอบตามข้อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “กระดาษเส้นใยพืช” (มผช.41/2560)

4.3 ผลความพึงพอใจของผู้ใช้กระดาษจากหญ้าเนเปียร์

ผู้วิจัยนำต้นแบบกระดาษจากหญ้าเนเปียร์ให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มผู้รู้ ผู้ใช้ด้านงานประดิษฐ์ 10 คน ผู้ใช้กระดาษ 30 คน รวม 40 คน โดยคิดเป็นเพศหญิง ร้อยละ 72.50 เพศชาย ร้อยละ 27.50 เนื่องจากส่วนใหญ่เพศหญิงจะเป็นผู้ที่ชอบงานประดิษฐ์มากกว่า

เพศชาย สำหรับผลการประเมินความพึงพอใจต่อกระดาษจากหญ้าเนเปียร์ตามเกณฑ์มาตรฐานกระดาษเส้นใยพืช ตามตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อกระดาษจากหญ้าเนเปียร์ของกลุ่มผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์ และผู้ใช้กระดาษ

ประเด็นการประเมิน	ผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญงานประดิษฐ์		ผู้ใช้กระดาษ		รวม		แปลผล
	$\overline{x}$	SD	$\overline{x}$	SD	$\overline{x}$	SD	
1. ด้านลักษณะทั่วไป							
1.1 ประณีต สวยงาม มีรูปแบบรูปทรงสัดส่วน	4.20	0.42	4.33	0.66	**4.26**	**0.54**	**มาก**
1.2 ไม่มีรอยทะลุหรือฉีกขาด ไม่เปรอะเปื้อน	4.30	0.48	4.23	0.68	**4.26**	**0.58**	**มาก**
1.3 ไม่มีราปรากฏให้เห็นเด่นชัดตลอดชิ้นงาน	4.10	0.32	4.37	0.61	**4.23**	**0.47**	**มาก**
2. ด้านวัสดุ							
2.1 ประณีต ติดแน่น คงทน กลมกลืนเหมาะสม	4.00	0.47	4.17	0.53	**4.09**	**0.50**	**มาก**
2.2 วัสดุธรรมชาติ ไม่มีรา และร่องรอยแมลง	4.40	0.52	4.40	0.50	**4.40**	**0.51**	**มาก**
3. ด้านสี							
3.1 สม่ำเสมอ ไม่หลุดหรือลอก ไม่ติดมือ	4.20	0.42	4.33	0.66	**4.27**	**0.54**	**มาก**
4. ด้านลักษณะของกระดาษ							
4.1 ไม่หนาเกินไปไม่บางเกินไป	4.20	0.63	4.47	0.57	**4.34**	**0.60**	**มาก**
5. ด้านการใช้งาน							
5.1 สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน	4.80	0.42	4.50	0.63	**4.65**	**0.52**	**มากที่สุด**
รวม	**4.28**	**0.50**	**4.35**	**0.61**	**4.32**	**0.56**	**มาก**

ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญ ด้านงานประดิษฐ์ และผู้ใช้กระดาษหญ้าเนเปียร์ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{\mathbf{x}}$ = 4.32) โดยทุกด้านอยู่ในระดับมาก สรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์ และผู้ใช้ ให้การยอมรับกระดาษเนเปียร์ในระดับมากสามารถนำมาใช้งานได้จริง กระดาษเหมาะสม เป็นวัสดุจากเส้นใยธรรมชาติ ไม่มีรา สีสม่ำเสมอ และมีเส้นใยปรากฏอยู่ให้เห็น ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของกระดาษเส้นใยธรรมชาติ เป็นตามหลักเกณฑ์ข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “กระดาษเส้นใยพืช” (มผช.41/2560)

5. อภิปรายผล

หญ้าเนเปียร์พันธุ์จุวิ้นเฉ่า 4190 เป็นพืชเศรษฐกิจในอำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย หลังจากการเก็บเกี่ยวจะเหลือลำต้นแข็งและใบแห้งที่แก่ ไม่เหมาะสำหรับการนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ มักถูกกำจัดด้วยการเผา ซึ่งก่อให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพอากาศในชุมชน เช่น สารละอองฝุ่นควัน และก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้วัสดุอินทรีย์ สอดคล้องกับปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ตามรายงานคุณภาพอากาศ IQAir (สำนักงานส่งเสริมและสนับสนุนวิชาการ 9, 2567) การเผาเศษวัสดุทางการเกษตรก่อให้เกิดมลพิษและเสียโอกาสในการใช้งานทรัพยากรอย่างยั่งยืน

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยพบว่า คุณลักษณะของเส้นใยของหญ้าเนเปียร์มีสัดส่วนเซลลูโลสสูงและลิกนินต่ำ จึงเหมาะสำหรับนำมาทดแทนไม้ในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ (Lee, C. L. et al., 2022) ผู้วิจัยจึงทดลองผลิตกระดาษ 6 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมวัตถุดิบ การต้มเยื่อ การล้างเยื่อ การปั่น การขึ้นรูป และการตากกระดาษ สามารถแปรรูป ลำต้นแก่และใบของหญ้าเนเปียร์เป็นกระดาษที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเหมาะสมต่อการใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับการผลิตกระดาษบางประการในงานวิจัยของอุดมเดชา พลเยี่ยม และนิภาพร ปัญญา (2566) ได้แก่ การเตรียมเยื่อกระดาษ การต้มเยื่อกระดาษ การฟอกเยื่อกระดาษ การทำแผ่นกระดาษ การทดสอบคุณสมบัติกระดาษ และงานวิจัยของวีระ โชติธรรมาภรณ์ (2566) การผลิตกระดาษหัตถกรรมเยื่อใบสับปะรด ฟางข้าว กาบกล้วยและเคลือบด้วยสารไคโตซาน ได้แก่ การเตรียมวัสดุ การแช่วัสดุในโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 30 การตีเยื่อ การขึ้นรูปและการเคลือบสารไคโตซาน ทั้งนี้ จากการทดลองเส้นใยจากหญ้าเนเปียร์มีคุณสมบัติทางกายภาพสูง สามารถนำมาใช้ผลิตกระดาษได้ซึ่งมีคุณลักษณะคล้ายเส้นใยจากวัสดุเกษตรอื่น ได้แก่ ฟางข้าว ปอ และกล้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jiménez, L. et al. (2009) พบว่า เส้นใยพืชจากวัสดุเหลือใช้สามารถให้ความเหนียวและคุณสมบัติที่เทียบเท่าเส้นใยจากไม้ได้เมื่อผ่านกระบวนการผลิตที่เหมาะสม จากการทดสอบกระดาษหญ้าเนเปียร์ ด้านคุณลักษณะทางกายภาพ ด้านความชื้นและขนาดของแผ่นกระดาษ ผลที่ได้สอดคล้องกับงานของ Hurter, R. W. (2001) ซึ่งระบุว่าเส้นใยพืชที่มิใช่ไม้ (non-wood fibers) โดยเฉพาะเส้นใยจากเศษวัสดุการเกษตรสามารถผ่านกระบวนการแปรรูปให้เป็นกระดาษได้ เมื่อมีการควบคุมกระบวนการผลิตอย่างเหมาะสม

นอกจากนี้ กระบวนการปั่นมีผลต่อความอ่อนนุ่มของกระดาษและการขึ้นรูปมีผลต่อความหนาบางยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Sridach, W. (2010) กล่าวว่า ระยะเวลาการปั่นและเทคนิคการขึ้นรูปเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดคุณภาพของกระดาษจากเส้นใยพืชชนิดต่าง ๆ การที่กระดาษแบบสดมีสีน้ำตาลอ่อนและแบบแห้งมีสีน้ำตาลเข้ม สอดคล้องกับหลักการทางเคมีของเส้นใยพืชที่ประกอบด้วยลิกนินและฮีมิเซลลูโลส ซึ่งมีแนวโน้มให้สีเข้มขึ้นเมื่อผ่านกระบวนการทำแห้งหรือได้รับความร้อน ตามที่ Rowell, R. M. (2012) อธิบายว่าโครงสร้างองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยส่งผลต่อสีและคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุที่ผลิตจากเส้นใยพืช

นอกจากนั้นผลการประเมินจากผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญ และผู้ใช้กระดาษ พบว่า กระดาษจากหญ้าเนเปียร์มีคุณภาพอยู่ในระดับมากในทุกด้าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 โดยเฉพาะด้านการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 สะท้อนถึงความเหมาะสมของกระดาษในเชิงการใช้งานได้จริง ทั้งนี้ การนำหญ้าเนเปียร์ซึ่งเป็นเศษเหลือใช้จากภาคเกษตรมาผลิตเป็นกระดาษยังสอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนที่เน้นการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดและลดของเสียในกระบวนการผลิต (Geissdoerfer, M. et al., 2017) ในการทดสอบคุณภาพกระดาษจากหญ้าเนเปียร์ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนในทุกด้าน ทั้งด้านลักษณะทั่วไป ความชื้น และขนาด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยหลายฉบับที่ระบุว่าเส้นใยพืชจากวัสดุเหลือใช้มีศักยภาพสูงในการผลิตกระดาษคุณภาพดี เช่น งานของ Jiménez, L. et al. (2009) ที่พบว่าเส้นใยพืชจากวัสดุเหลือใช้หลายชนิด เช่น ฟางข้าวและปอ สามารถผลิตกระดาษที่มีค่าความชื้นและความเหนียวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งงานวิจัยของ

อุดมเดชา พลเยี่ยม และนิภาพร ปัญญา (2566) ได้ศึกษากระดาษจากเศษเหลือทิ้งของป่านศรนารายณ์สำหรับงานหัตถกรรม พบว่า กระดาษที่ศึกษามีคุณสมบัติตามมาตรฐานและสามารถใช้ประโยชน์จากเศษเหลือใช้ทางการเกษตรได้

ผลการวิจัยทั้งหมดจึงอธิบายได้ว่า หญ้าเนเปียร์สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน และสามารถไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สร้างสรรค์ชนิดอื่น ซึ่งเป็นแนวทางการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน

6. องค์ความรู้ใหม่

งานวิจัยนี้ก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ด้านการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยหญ้าเนเปียร์สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กระดาษสำหรับงานประดิษฐ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านกระบวนการผลิตกระดาษทำมือจำนวน 6 ขั้นตอน ซึ่งชุมชนสามารถดำเนินการได้ในระดับครัวเรือนและระดับชุมชน ประกอบด้วย 1) การเตรียมวัตถุดิบ โดยนำหญ้าเนเปียร์มาบดหรือสับด้วยเครื่องสับหญ้ากำลังไฟ 3300 วัตต์ 2) การต้มเยื่อ โดยใช้อัตราส่วนหญ้าเนเปียร์ 1 กิโลกรัม ต่อโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 10 กรัม หรือร้อยละ 10 ของน้ำหนักพืช และน้ำสะอาด 2 ลิตร (อัตราส่วน 1 : 0.1 : 2) ต้มในภาชนะปิดสนิทที่อุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ซึ่งการปิดภาชนะระหว่างต้มช่วยให้เส้นใยเปื่อยยุ่ยได้ง่ายและลดระยะเวลาในการต้ม 3) การล้างเยื่อ โดยล้างเยื่อประมาณ 10 ครั้ง และตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยกระดาษลิตมัสจนได้ค่า pH เท่ากับ 7 ซึ่งเป็นค่ากลาง 4) การปั่นเยื่อ โดยนำเยื่อมาปั่นซ้ำด้วยเครื่องปั่นอเนกประสงค์กำลังไฟ 2200 วัตต์ เพื่อให้เส้นใยกระดาษมีความละเอียดและสามารถยึดเกาะกันได้ดี 5) การขึ้นรูปแผ่นกระดาษ โดยใช้เยื่อที่ปั่นละเอียดในปริมาณ 400 กรัม สำหรับตะแกรงขนาด 50×70 เซนติเมตร และใช้เยื่อ 140 กรัม สำหรับตะแกรงขนาด 30×40 เซนติเมตร และ 6) การตากแห้ง ซึ่งควรตากในบริเวณที่ร่มและมีอากาศถ่ายเท เพื่อให้แผ่นกระดาษมีผิวสัมผัสเรียบสม่ำเสมอและมีความแข็งแรงเหมาะสมต่อการนำไปสร้างสรรค์เป็นงานประดิษฐ์รูปแบบต่าง ๆ

นอกจากนี้ ผลการศึกษายังพบว่า ต้นทุนการผลิตกระดาษจากหญ้าเนเปียร์ขนาด 30×40 เซนติเมตร อยู่ที่แผ่นละ 12 บาท และขนาด 50×70 เซนติเมตร อยู่ที่แผ่นละ 25 บาท เป็นการเพิ่มมูลค่าเชิงเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมให้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การลดปริมาณของเสีย และการจัดการวัสดุเหลือใช้อย่างยั่งยืนตามแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy)

7. สรุป

กระบวนการผลิตกระดาษจากหญ้าเนเปียร์ทั้ง 6 ขั้นตอน สามารถแปรรูปลำต้นแก่และใบซึ่งเป็นเศษเหลือทางการเกษตรให้เป็นกระดาษที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเหมาะสมต่อการใช้งาน โดยกระดาษแบบสดมีสีน้ำตาลอ่อน ขณะที่แบบแห้งมีสีน้ำตาลเข้ม โดยมีสีแตกต่างกันตามปริมาณลิกนินและกระบวนการทำให้แห้ง ทั้งนี้จากการสังเกตการทดลอง สันนิษฐานได้ว่าปริมาณลิกนินของหญ้าเนเปียร์แบบแห้งมีมากกว่าหญ้าเนเปียร์แบบสด โดยทั้งสองชนิดมีความเหนียวและความอ่อนนุ่มในระดับปานกลาง มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการ

ประยุกต์ใช้ในงานประดิษฐ์และงานสร้างสรรค์ผลงานรูปแบบอื่น อีกทั้ง ยังพบว่ากระบวนการปั่นส่งผลต่อความอ่อนนุ่มของกระดาษ ส่วนกระบวนการขึ้นรูปมีผลต่อความหนาบางของกระดาษแต่ละแผ่น

นอกเหนือจากนี้ผลการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 41/2560) ระบุว่า กระดาษจากหญ้าเนเปียร์มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานตามข้อกำหนด อีกทั้งการยอมรับของผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ให้การยอมรับกระดาษเนเปียร์มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้สำหรับงานประดิษฐ์ในระดับมาก ผลดังกล่าวยืนยันได้ว่า หญ้าเนเปียร์เศษวัสดุที่เหลือจากการเกษตร เมื่อผ่านกระบวน 6 ขั้นตอน ของกระดาษทำมือมีศักยภาพที่สอดรับตามหลักเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ลดปริมาณของเสีย ลดการเผาในพื้นที่เกษตร และเป็นทางเลือกใหม่ในการสร้างผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้ง กระดาษเนเปียร์สามารถนำไปต่อยอดสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบอื่นในเชิงพาณิชย์ได้ในอนาคต

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

เศษหญ้าเนเปียร์ทุกส่วนควรสับหรือบด และควรปั่นเป็นชิ้นเล็กก่อนการต้ม จะทำให้เส้นใยเปื่อยเร็วขึ้น และควรปั่นเยื่อกระดาษก่อนการขึ้นรูป เพื่อให้เส้นใยขึ้นฟูจับเป็นเนื้อเดียวกัน

8.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

หญ้าเนเปียร์เส้นใยพืชที่เป็นเศษวัสดุทางการเกษตร ควรมีการศึกษาปริมาณลิกนินและสกัดปริมาณลิกนินเพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อื่นต่อไป และควรพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์กระดาษต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบอื่นเช่น กล่องบรรจุภัณฑ์ ดอกไม้ประดิษฐ์ งานหัตถกรรมรูปแบบต่าง ๆ

9. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนปลูกหญ้าเนเปียร์อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย และกลุ่มผู้รู้ ผู้ใช้กระดาษสำหรับงานประดิษฐ์ที่อนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจนสำเร็จไปได้ด้วยดี

10. เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2545). *หญ้าเนเปียร์.* โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น.* (พิมพ์ครั้งที่ 10). สุวีริยาสาส์น.

สำนักงานส่งเสริมและสนับสนุนวิชาการ 9. (2567, มีนายน). *PM2.5 ภัยไร้เสียงสถานการณ์ฝุ่นควัน PM2.5 ภาคเหนือนีตอนบน.*

https://drive.google.com/file/d/1o70kKOZ8AlRohVFBF_QCyjy7uBsyODBE/view

สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมชุมชน. (2650). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน กระดาษเส้นใยพืช (มผช. 41/2560).* กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.

วีระ โชติธรรมาภรณ์. (2566). *การผลิตกระดาษหัตถกรรมจากเยื่อใบสับปะรด เยื่อฟางข้าว และเยื่อกาบกล้วยและการเคลือบด้วยสารไคโตซาน. วารสารก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์,* 23(1), R1-R12.

อุดมเดชา พลเยี่ยม และนิภาพร ปัญญา (2566). กระดาษจากเศษเหลือทิ้งของป่านศรนารายณ์สำหรับงานหัตถกรรม. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,* 3(1), 1-12.

Abd El-Sayed, E. S., El-Sakhawy, M. & El-Sakhawy, M. A.-M. (2020). Non-wood fibers as raw material for pulp and paper industry. *Nordic Pulp & Paper Research Journal,* 35(2), 215-230. https://doi.org/10.1515/npprj-2019-0064

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P. & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm?*,* 143(6), 757-768. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048

Hubbe, M. A. & Bowden, C. (2009). Handmade paper: A review of its history, craft, and science. *BioResources,* 4(4), 1736-1792. DOI:10.15376/biores.4.4.1736-1792

Hurter, R. W. (2001). *Nonwood Plant Fiber Characteristics.* file:///C:/Users/User/Downloads/Nonwood_Plant_Fiber_Characteristics.pdf

Jiménez, L., Serrano, L., Rodríguez, A. & Sánchez, R. (2009). Soda-anthraquinone pulping of palm oil empty fruit bunches and beating of the resulting pulp. *Bioresource Technology*, 100(3), 1262-1267. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.08.013

Lee, C. L., Chin, K. L., H'ng, P. S., Hafizuddin, M. S. & Khoo, P. S. (2022). Valorisation of Underutilized Grass Fibre (Stem) as a Potential Material for Paper Production. *Polymers,* 14(23), 5203. https://doi.org/10.3390/polym14235203

Mbeche, S. M. & Omara, T. (2020). Effects of alkali treatment on the mechanical and thermal properties of sisal/cattail polyester commingled composites. *PeerJ Materials Science*, 2(e5). https://doi.org/10.7717/peerj-matsci.5

Rowell, R. M. (2012). Handbook of wood chemistry and wood composites (2nd ed.). *CRC Press*. https://doi.org/10.1201/b12487

Sridach, W. (2010). The environmentally benign pulping process of non-wood fibers. *Suranaree Journal of Science and Technology*, 17(2), 105-123.

Worku, L. A., Bachheti, A., Bachheti, R. K., Rodrigues Reis, C. E. & Chandel, A. K. (2023). Agricultural Residues as Raw Materials for Pulp and Paper Production: Overview and Applications on Membrane Fabrication. *Membranes*, 13(2), 228. https://doi.org/10.3390/membranes13020228