

การผลิตกระดาษจากเศษกระดาษผสมกระดาษเหลือทิ้งจากสำนักงาน เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน

The Production of Paper from Krajoood Waste Mixed with Waste Paper from the Office for Community Product Development

นิกรือซง โต๊ะลือบาจิ^{1*}, อิบรอฮีม ซาโยห์² และนุรฟารฮิน ลาเตะ³
Nikruesong Tohluebaji^{1*}, Ibrahim Sayoh² and Nurfarahin Lateh³

(Received: 15 November,2022 ; Revised: 1 December,2022 ; Accepted 15 December,2022)

บทคัดย่อ

กระดาษมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของชุมชนทางภาคใต้ โดยมีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย เช่น กระเป๋าสานจากกระดาษ หลอดกระดาษ และกระติบข้าวเหนียวจากกระดาษ เป็นต้น จึงมีเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปจำนวนมาก งานวิจัยนี้จึงศึกษาการผลิตกระดาษจากเศษกระดาษผสมกระดาษเหลือทิ้งจากสำนักงาน เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนโดยใช้วิธีต้มเยื่อทางเคมี เมื่อได้สูตรการทำกระดาษที่เหมาะสมแล้ว จะทำการทดสอบคุณสมบัติต่างๆของกระดาษ โดยศึกษาโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาของกระดาษ น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ ความหนาของกระดาษ ความแข็งแรงของกระดาษ การดูดซึมน้ำของกระดาษ และการพองตัวทางความหนาของกระดาษ ผลการศึกษาพบว่าสูตรที่ดีที่สุดในการผลิตกระดาษคือ ตัวอย่างที่ 3 (S3) มีลักษณะโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาที่มีความเหมาะสมและมีความแข็งแรงในการนำมาใช้ผลิตกระดาษ โดยมีค่าน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ 334.12 กรัม ความหนาแน่นของกระดาษ 283.15 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความต้านทานแรงดึง 8.18 นิวตัน การดูดซึมน้ำของกระดาษ 416.70 % และการพองตัวทางความหนาของกระดาษ 98.55 % ซึ่งสามารถนำผลิตภัณฑ์ไปต่อยอดในงานหัตถกรรมและบรรจุภัณฑ์สินค้าในท้องถิ่นที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมต่อไปในอนาคตได้

คำสำคัญ: กระดาษ กระดาษเหลือทิ้งจากสำนักงาน ผลิตภัณฑ์ชุมชน

^{1, 2 and 3} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ นราธิวาส 96000 ประเทศไทย

^{1, 2 and 3} Faculty of Science and Technology, Princess of Naradhiwas University, Narathiwat, 96000 Thailand

*Corresponding Author, E-mail: Nikruesong.t@pnu.ac.th

Abstract

Krajoood is economically important to the community in the south of Thailand. It is used to produce various agricultural products such as woven bags, biodegradable straws, and glutinous rice baskets. This is wasteful for the environment. This research aims to produce paper from Krajoood waste mixed with office waste paper for the development of community product by using a chemical pulping method. One the proper paper making formula was obtained, the properties of the paper were tested, these include the morphological structure of the paper, standard weight of paper, paper thickness, paper strength, water absorption of paper, and inflation in the thickness of the paper. The results showed that the best formulation for paper production, was sample 3 (S3). It exhibits a suitable morphological structure and strength for use in paper production. The standard weight of paper is 334.12 gram. The density of paper is 283.15 kg/m^3 . Tensile strength is 8.18 N. Water absorption of paper is 416.70% and paper thickness swell at 98.55%. The paper product can be developed into handicrafts and packaging of local products that are environmentally friendly.

Keywords: Krajoood, Waste paper from the office, Community products

บทนำ

ปัจจุบันปริมาณการใช้กระดาษของประชากรในประเทศไทยมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นทุกปี เนื่องมาจากการที่เศรษฐกิจของประเทศไทยที่กำลังเจริญเติบโต และมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้อุตสาหกรรมการผลิตกระดาษและบรรจุภัณฑ์จากกระดาษมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา ในขณะที่การผลิตเยื่อกระดาษมีน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตของโลก วัตถุดิบในการผลิตจึงยังอาศัยการนำเข้าเป็นส่วนใหญ่ ปริมาณการผลิต การนำเข้าและส่งออกของประเทศไทยค่อนข้างน้อย ซึ่งอุตสาหกรรมด้านนี้ในประเทศไทยยังคงเป็นอุตสาหกรรมที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในประเทศ (Thanyathorn, 2011) ซึ่งกระดาษยังเป็นวัสดุที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก (Eriksson & K.E.L., 1990) เช่น หนังสือพิมพ์ หนังสือ ถุง ธนบัตร กระดาษเช็ดหน้า กระดาษเช็ดปาก ตั๋วรถเมล์ ตลอดจนป้ายโฆษณาที่ติดอยู่ตามสถานที่ทั่วไป สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่ทำมาจากกระดาษทั้งสิ้น และเยื่อกระดาษที่ใช้สำหรับการผลิตกระดาษในปัจจุบันผลิตจากไม้แทบทั้งสิ้น (Lee, Parameswaran, Lee & Park, 2008) แม้ว่าต้นไม้จัดเป็นพืชที่สามารถปลูกทดแทนได้ แต่ต้องใช้ระยะเวลาในการปลูกนานเพราะต้นไม้เป็นพืชที่เติบโตช้า และมีข้อจำกัดเรื่องชนิดและสภาพภูมิอากาศจึงทำให้วัตถุดิบที่นำมาผลิตเยื่อมีราคาแพงและหาได้ยาก

ดังนั้นการหาวัตถุดิบใหม่ที่เป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งหรือผลผลิตเหลือใช้ทางการเกษตร จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มแหล่งของเส้นใยที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตกระดาษ (Soraya, 2014)

กระดาษมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของชุมชนโดยเฉพาะทางภาคใต้ ซึ่งเป็นฐานการผลิตทางเกษตรกรรมที่หลากหลายจากกระดาษ เช่น กระดาษสาจากกระดาษ หลอดกระดาษ และกระดาษข้าวเหนียวจากกระดาษ ซึ่งยังไม่มีงานวิจัยใดนำกระดาษมาผลิตเป็นกระดาษ ซึ่งในแต่ละปีจะมีวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจำนวนมากหลายชนิดบางส่วนถูกนำไปแปรรูปให้เกิดประโยชน์ และยังมีวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรบางส่วนที่ยังไม่ได้นำมาแปรรูปเพื่อให้เกิดประโยชน์ และทำให้เกิดเป็นปัญหาขยะ

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงนำเศษกระดาษที่เหลือทิ้งทางการเกษตรจากโรงงานผลิตหลอดกระดาษมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตกระดาษ โดยกระบวนการต้มเยื่อทางเคมี (Reshamwala, Shawky & Dale, 1995) และนำมาทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของกระดาษ เช่น โครงสร้างทางสัณฐานวิทยาของกระดาษ น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ ความหนาแน่นของกระดาษ ความแข็งแรงของกระดาษ การดูดซึมน้ำของกระดาษ และการพองตัวทางความหนาของกระดาษ ที่สามารถนำผลิตภัณฑ์ไปต่อยอดในงานหัตถกรรม และบรรจุภัณฑ์สินค้าในท้องถิ่นที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อผลิตและปรับปรุงสมบัติของกระดาษที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจากเศษกระดาษผสมกระดาษเหลือทิ้งจากสำนักงาน เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน

วิธีดำเนินการวิจัย

สารเคมีประกอบด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือ โซดาไฟ วัสดุและอุปกรณ์ประกอบด้วย เศษกระดาษกระดาษเหลือทิ้งจากสำนักงาน น้ำกลั่น (DI Water) ตะแกรงไนลอน บีกเกอร์ ถังแก๊สปิกนิก เครื่องปั่น เครื่องมือเพื่อใช้ทดสอบประกอบด้วยเครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่ง กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ เวอร์เนียแบบดิจิตอล (CD-8''ASX) และชุดทดสอบความแข็งแรง

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ ศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตกระดาษจากเศษกระดาษผสมกระดาษเหลือทิ้งจากสำนักงานโดยมีตัวอย่างสูตรทั้งหมด 7 ตัวอย่าง (S1-S7) ดังแสดงในตารางที่ 1 หลังจากได้กระดาษนำมาศึกษาในส่วนที่ 2 คือการทดสอบคุณสมบัติของกระดาษ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตกระดาษจากเศษกระดาษผสมกระดาษเหลือทิ้งจากสำนักงาน โดยนำกระดาษตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ความยาวประมาณ 2 - 3 เซนติเมตร ทำการชั่งน้ำหนักกระดาษและกระดาษตามอัตราส่วนในการผลิตกระดาษ ดังตารางที่ 1 จากนั้นต้มกระดาษและกระดาษเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือโซดาไฟ 25 กรัมต่อน้ำ 3 ลิตร เมื่อต้มครบตามเวลาแล้วให้ทำความสะอาดเยื่อด้วยการล้างน้ำประมาณ 3-4 ครั้งหรือจนกว่าไม่มีเมือก ปีบน้ำออกและนำไปชั่งน้ำหนักเยื่อให้ได้ 100, 110, 120, 140, 160 และ 180 กรัม ตามลำดับ เพื่อศึกษาปริมาณของเส้นใยที่มีผลต่อความหนาของกระดาษ หลังจากนั้นนำไปปั่นผสมกับน้ำ 20 ออนซ์ เป็นเวลา 20 วินาที เมื่อปั่นเสร็จแล้วนำส่วนผสมที่ได้เทลงตะแกรงที่เตรียมไว้ และทำการร่อนในกะละมังใส่น้ำ เพื่อให้เยื่อลอยและกระจายตัวออกจากกัน ทำการเกลี่ยให้ทั่ว แล้วกดด้วยฟองน้ำเพื่อเอาน้ำออกให้หมด จากนั้นนำไปตากแดดให้แห้ง สุดท้ายลอกกระดาษออกจากตะแกรง

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนของกระดาษและกระดาษเหลือทิ้งจากสำนักงานในการผลิตกระดาษ

เงื่อนไข ที่	รหัส	ปริมาณ กระดาษ (g)	ปริมาณ กระดาษ (g)	ปริมาณ น้ำ (l)	ปริมาณ โซดาไฟ (g)
1	S1	150	0	3	25
2	S2	100	50	3	25
3	S3	75	75	3	25
4	S4	50	100	3	25
5	S5	0	150	3	25
6	S6	100	75	3	25
7	S7	75	100	3	25



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการผลิตกระดาษ a) การชั่งเยื่อตามอัตราส่วน b) การต้มเยื่อ c) การปั่นเยื่อ d) การร่อนเยื่อ e) การเกลี่ยเยื่อ f) การรีดน้ำออก g) กระดาษที่รีดน้ำออกแล้ว และ h) นำกระดาษไปตาก

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบคุณสมบัติของกระดาษ โดยนำตัวอย่างกระดาษทั้ง 7 ตัวอย่างมาศึกษาลักษณะโครงสร้างทางสัณฐานวิทยา น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ ทดสอบความแข็งแรงของกระดาษ ทดสอบความหนาแน่นของกระดาษ ศึกษาการดูดซับน้ำของกระดาษและทดสอบการพองตัวทางความหนาของกระดาษ โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

ศึกษาลักษณะโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาของกระดาษ

ตัดกระดาษขนาด 5x5 ตารางเซนติเมตร จากนั้นนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอที่กำลังขยาย 10x , 30x และ 50x ตามลำดับ บันทึกภาพและนำไปทำการวิเคราะห์ลักษณะของเส้นใย (Korpong & Kwanjai, 2016)

ศึกษาน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ

การคำนวณน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ คือ ตัดกระดาษขนาด 5x5 ตารางเซนติเมตร มีพื้นที่กระดาษเท่ากับ $A = 25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง บันทึกค่าน้ำหนักเป็นหน่วยกรัม และนำค่าไปคำนวณตามสมการที่ (1) (Korpong & Kwanjai, 2016)

$$\text{น้ำหนักมาตรฐาน (gram)} = \left[\frac{\text{น้ำหนักกระดาษ}}{\text{พื้นที่กระดาษ}} \right] \quad (1)$$

ทดสอบความแข็งแรงของกระดาษ

ตัดกระดาษขนาด กว้าง 2 เซนติเมตรและยาว 5 เซนติเมตร ไปแขวนในแนวตั้งและทำการเพิ่มมวลครั้งละ 50 กรัม เพิ่มจนกว่ากระดาษจะเกิดการขาด และทำการบันทึกมวลที่ทำให้กระดาษเกิดการขาดและคำนวณแรงที่กระดาษสามารถต้านทานได้ โดยใช้สมการที่ (2) (Korpong & Kwanjai, 2016)

$$F (N) = mg \quad (2)$$

โดยที่ F คือ แรง (N)

m คือ มวล (kg)

g คือ ค่าเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 9.8 m/s^2

ทดสอบความหนาแน่นของกระดาษ

ตัดกระดาษขนาด 5×5 ตารางเซนติเมตร จากนั้นนำไปชั่งมวลโดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ทำการวัดความกว้าง ความยาว และความหนาของกระดาษ วัดความหนาด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ จากนั้นหาค่าเฉลี่ยบันทึก และนำค่าไปคำนวณตามสมการ (3) (Korpong & Kwanjai, 2016)

$$\text{ความหนาแน่น (kg/m}^3\text{)} = \left[\frac{\text{มวล}}{\text{ปริมาตร}} \right] \quad (3)$$

ศึกษาการดูดซึมน้ำของกระดาษ

ตัดกระดาษขนาด 5×5 ตารางเซนติเมตร นำไปชั่งน้ำหนักก่อนแช่น้ำและจดบันทึก จากนั้นนำกระดาษที่จะทดสอบวางในแนวระนาบเดียวกับผิวน้ำ ขอบบนจะอยู่ใต้ผิวน้ำประมาณ 1 เซนติเมตร ทำการแช่น้ำเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก โดยที่ไม่มีการซับน้ำออก นำค่าที่ได้มาคำนวณตามสมการที่ (4) (Korpong & Kwanjai, 2016)

$$\text{การดูดซึมน้ำ (\%)} = \left| \frac{\text{น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม)} - \text{น้ำหนักหลังแช่น้ำ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักก่อนแช่น้ำ (กรัม)}} \right| \times 100 \quad (4)$$

ทดสอบการพองตัวของกระดาษ

ทดสอบตามมาตรฐาน JIS A 5908-2003 ตัดกระดาษขนาด 5×5 ตารางเซนติเมตร วัดความหนาของชิ้นทดสอบด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ หาค่าเฉลี่ยของความหนาก่อนแช่น้ำ บันทึกค่า จากนั้นนำไปทดสอบ โดยการแช่น้ำในภาชนะที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 นาที นำชิ้นทดสอบขึ้นจากน้ำ นำไปวัดความหนา จากนั้นหาค่าเฉลี่ยเป็นความหนาหลังแช่น้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ยโดยคำนวณค่าการพองตัวของกระดาษตามสมการที่ (5) (Korpong & Kwanjai, 2016)

$$\text{การพองตัว (\%)} = \left| \frac{\text{ความหนาก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร)} - \text{ความหนาหลังแช่น้ำ (มิลลิเมตร)}}{\text{ความหนาก่อนแช่น้ำ (มิลลิเมตร)}} \right| \times 100 \quad (5)$$

ผลการวิจัย

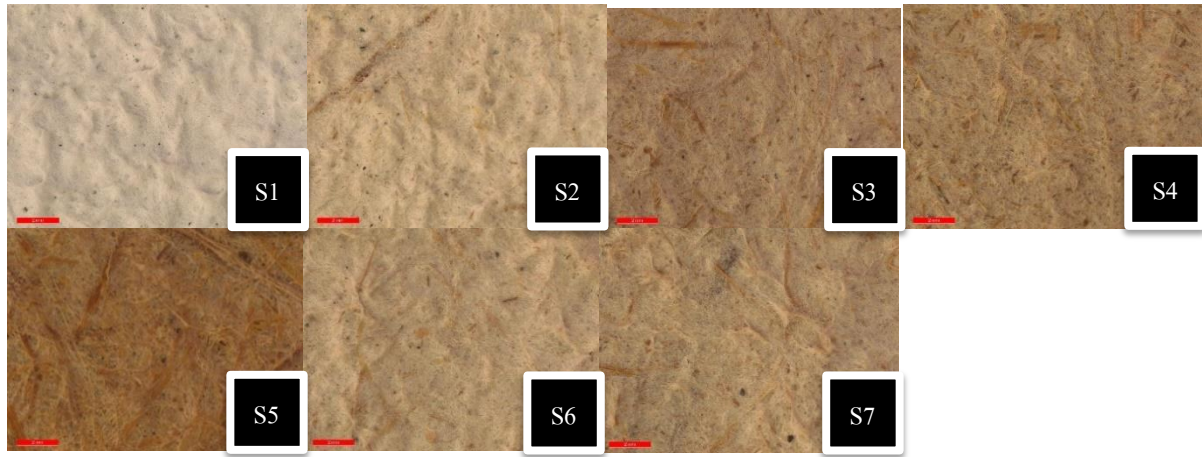
ผลการศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตกระดาษทั้งหมด 7 สูตร แสดงดังตารางที่ 2 พบว่า การผลิตกระดาษในตัวอย่างที่ 3 (S3) สามารถนำมาผลิตกระดาษได้ดีที่สุด เนื่องจากเยื่อมีการกระจายตัวดี กระดาษมีความหนา และแข็งแรงกว่าเงื่อนไขอื่น

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะเยื่อกระดาษที่ได้จากการผลิตกระดาษ

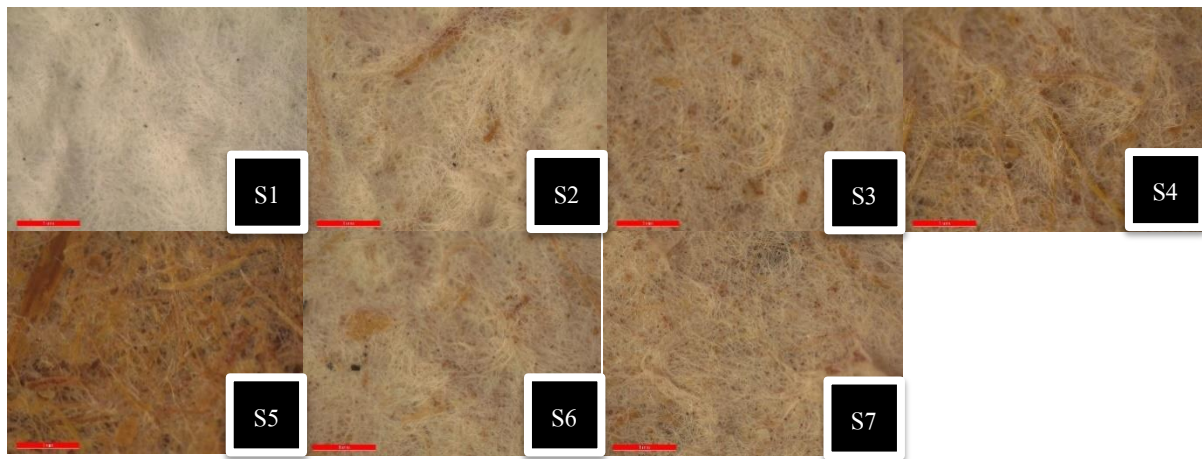
เงื่อนไขที่	รหัส	ปริมาณ กระดาษ (g)	ปริมาณ กระดาษ (g)	ปริมาณน้ำ (l)	ปริมาณ โซดาไฟ (g)
1	S1	150	0	3	25
2	S2	100	50	3	25
3	S3	75	75	3	25
4	S4	50	100	3	25
5	S5	0	150	3	25
6	S6	100	75	3	25
7	S7	75	100	3	25

ผลการศึกษาลักษณะโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาของกระดาษ

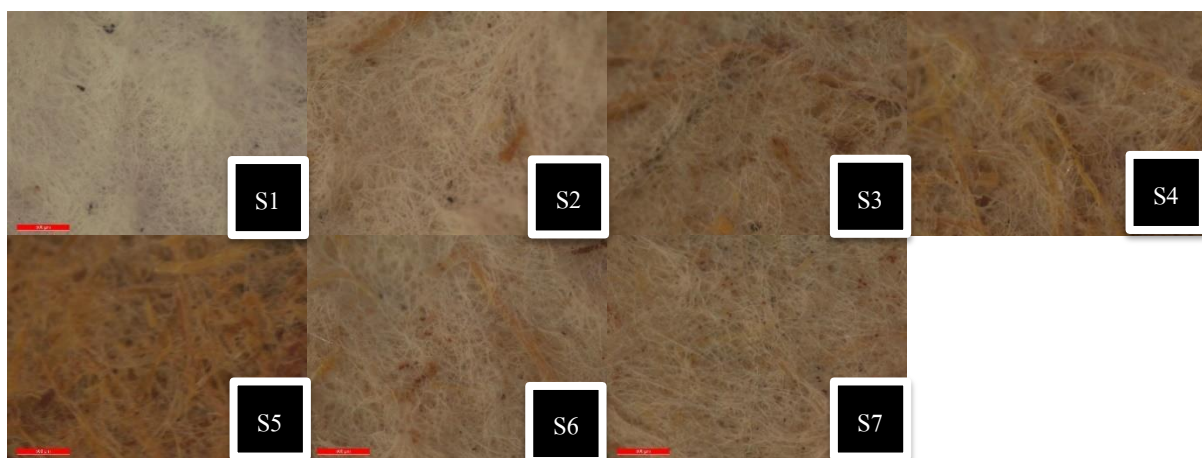
จากการศึกษาลักษณะโครงสร้างทางสัณฐานวิทยา ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอที่กำลังขยาย 10x, 30x และ 50x ตามลำดับ สามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของเยื่อที่ได้มีความแตกต่างกัน ทั้งสี และการมีเส้นใยเข้าไปแทรกอยู่ภายในเยื่อ โดยกระดาษที่ได้จะมีเส้นใยที่มีความขาวเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณการเจือกระดาษมากขึ้น ซึ่งเป็นหลักการที่ใช้ในการผลิตกระดาษให้มีความขาวโดยปราศจากการฟอกขาวด้วยสารเคมี ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเส้นใยกรณีตัวอย่างที่ 5 (S5) ที่เป็นกระดาษ 100% เมื่อกำลังขยายมากขึ้นพบว่าการกระจายตัวของเส้นใยแผ่และเกาะเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถเห็นเส้นใยได้ชัดเจนกว่าตัวอย่างอื่น และสีของกระดาษเป็นสีที่ได้จากธรรมชาติของกระดาษ และเมื่อเจือกระดาษเข้าไปในตัวอย่างที่ S2, S3, S4, S6 และ S7 พบว่ามีเส้นใยของกระดาษจากสำนักงาน ซึ่งมีสีขาวโอบล้อมกับสีน้ำตาลของเส้นใยกระดาษที่แทรก และทำให้มีการกระจายตัวของเส้นใยทั้งสองชนิดได้ดี และตัวอย่างที่ 1 (S1) ที่เป็นกระดาษจากสำนักงาน 100% เพื่อใช้เป็นกรณีเปรียบเทียบ พบว่าลักษณะของเส้นใยมีสีขาวและมีจุดสีดำเพียงเล็กน้อยซึ่งอาจเกิดจากน้ำหมึกของกระดาษจากสำนักงานที่เหลืออยู่ เพื่อความชัดเจนควรทดสอบหาปริมาณของธาตุต่อไป



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาที่กำลังขยาย 10x



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาที่กำลังขยาย 30x



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาที่กำลังขยาย 50x

ผลการศึกษาน้ำหนักมาตรฐานของกระดาศ ความแข็งแรงของกระดาศ ความหนาแน่นของกระดาศ การดูดซึมน้ำของกระดาศ และการพองตัวของกระดาศ

ตารางที่ 3 แสดงผลการศึกษาน้ำหนักมาตรฐานของกระดาศ ความแข็งแรงของกระดาศ ความหนาแน่นของกระดาศ การดูดซึมน้ำของกระดาศ และการพองตัวของกระดาศ

ตัวอย่าง	น้ำหนัก มาตรฐาน ของ กระดาศ (gram)	ความ แข็งแรง ของ กระดาศ (N)	ความ หนาแน่น ของ กระดาศ (kg/m ³)	การดูด ซึมน้ำ ของ กระดาศ (%)	การพอง ตัวของ กระดาศ (%)
S1	470.28	8.67	247.51	399.95	97.85
S2	324.44	10.31	219.22	526.42	98.26
S3	334.12	8.18	283.15	416.70	98.55
S4	333.44	10.79	200.86	572.02	98.01
S5	227.00	8.51	155.47	696.96	98.22
S6	240.12	8.34	157.27	586.61	98.48
S7	384.16	10.80	192.08	524.72	97.72

จากการศึกษาสมบัติของกระดาศที่เงื่อนไขต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า

1. น้ำหนักมาตรฐานของกระดาศจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อการเจือกระดาศมีปริมาณที่มากขึ้น และกระดาศตัวอย่างที่ 1 (S1) ซึ่งเป็นกรณีที่ใช้กระดาศ 100 % พบว่ามีค่าน้ำหนักมาตรฐานมากที่สุด เนื่องจากเยื่อกระดาศมีน้ำหนักมากกว่าเยื่อกระจุค

2. ผลการศึกษาความแข็งแรง หรือความต้านทานแรงดึงของกระดาศ พบว่า กระดาศตัวอย่างที่ 4 (S4) มีความแข็งแรงมากที่สุดที่ทำให้กระดาศขาด คือ 10.796 N เนื่องจากมีเส้นใยพืชในปริมาณที่มากกว่ากระดาศ ทำให้กระดาศมีความแข็งแรง

3. ผลการทดสอบความหนาแน่นของกระดาศ พบว่า ตัวอย่างที่ 3 (S3) มีค่าความหนาแน่นของกระดาศมากที่สุดเท่ากับ 283.15 (kg/m³)

4. ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของกระดาศ พบว่า กระดาศตัวอย่างที่ 5 (S5) มีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้มากที่สุด คือ 696.96% เนื่องจากเป็นเส้นใยพืชที่มีความสามารถในการดูดซึมน้ำ และน้ำสามารถแทรกซึมเข้าไปในส่วนของเส้นใยพืชที่ผ่านการปรับสภาพด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ได้ และเหลือเพียงเซลล์โลสที่มีสมบัติใน

การดูดน้ำ หรือมีความชอบน้ำ ส่วนกระดาษตัวอย่างที่ 1 (S1) ที่มีค่าการดูดซึมน้ำต่ำสุด เนื่องจากเป็นกระดาษสำนักงานที่ผ่านการผสมสารที่คล้ายแป้งเพื่อป้องกันการดูดซึมน้ำ และเกาะตัวของพื้นผิวมีอนุภาคที่หนาแน่นจนน้ำไม่สามารถแทรกซึมเข้าไปได้

5. ผลการทดสอบการพองตัวทางความหนาของกระดาษหลังการแช่น้ำ พบว่า กระดาษตัวอย่างที่ 3 (S3) มีค่าเปอร์เซ็นต์การพองตัวทางความหนาหลังแช่น้ำมากที่สุด กระดาษที่มีการเจือเส้นใยจะมีเปอร์เซ็นต์การพองตัวที่ลดลง เนื่องจากมีเส้นใยพืชที่มีการเชื่อมประสานกันของเส้นใย เมื่อดูดซึมน้ำจะทำให้เกิดการพองตัวไม่มากนัก

อภิปรายผล

จากการศึกษาสมบัติของกระดาษที่เงื่อนไขต่างๆพบว่า

1. น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษที่ผลิตขึ้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการเจือกระดาษเหลือทิ้งจากสำนักงานมีค่ามากขึ้น

2. ผลการศึกษาความแข็งแรง หรือความต้านทานแรงดึงของกระดาษ พบว่าปริมาณเส้นใยพืชที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้กระดาษมีความแข็งแรงมากขึ้น

3. ผลการทดสอบความหนาแน่นของกระดาษ พบว่าความหนาแน่นของกระดาษมีค่ามากเมื่อปริมาณการเจือกระดาษเหลือทิ้งจากสำนักงานกับกระจุดในอัตราส่วน 1:1 ซึ่งมีค่าความหนาแน่นมากที่สุด

4. ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของกระดาษ พบว่า กระดาษตัวอย่างที่ 5 (S5) มีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้มากที่สุด คือ 696.96% เนื่องจากเส้นใยพืชมีความสามารถในการดูดซึมน้ำ และน้ำสามารถแทรกซึมเข้าไปในส่วนของเส้นใยพืชที่ผ่านการปรับสภาพด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ได้ และเหลือเพียงเซลลูโลสที่มีสมบัติในการดูดน้ำ หรือมีความชอบน้ำ

5. ผลการทดสอบการพองตัวทางความหนาของกระดาษหลังการแช่น้ำ พบว่า กระดาษตัวอย่างที่ 3 (S3) มีค่าเปอร์เซ็นต์การพองตัวทางความหนาหลังแช่น้ำมากที่สุด เนื่องจากมีเส้นใยพืชที่มีการเชื่อมประสานกันของเส้นใย เมื่อดูดซึมน้ำจะทำให้เกิดการพองตัวไม่มากนัก

สรุปผล

จากการศึกษาพบว่าสามารถผลิตกระดาษจากเศษกระจุดได้ และเป็นการเพิ่มมูลค่าทางการเกษตรแก่ชุมชน โดยการศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตกระดาษจากเศษกระจุดผสมกระดาษเหลือทิ้งจากสำนักงาน พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำมาผลิตกระดาษคือใช้กระดาษเหลือทิ้งจากสำนักงานต่อเศษกระจุดคือ 75:75 กรัม ดังแสดงผลตัวอย่างที่ 3 (S3) โดยมีค่าน้ำหนักมาตรฐาน 470.28 แกรม ค่าความหนาแน่น 283.15

กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าการดูดซึมน้ำที่ 416.70% และค่าการพองตัวทางความหนา 98.55% และความต้านทานแรงดึง 8.18 นิวตัน กระดาษที่ได้นี้จึงมีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นกระดาษเพื่องานบรรจุภัณฑ์ และงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการรีดกระดาษให้มีพื้นที่เรียบทั้งสองด้าน
2. ควรศึกษาเกี่ยวกับการนำเยื่อไม้ชนิดอื่นมาผสมกับกระจุตแทนกระดาษเหลือทิ้งจากสำนักงาน
3. ควรศึกษาหาสารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่สามารถนำมาใช้แทนสารโซเดียมไฮดรอกไซด์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท นารา วิสาหกิจเพื่อสังคม จำกัดที่สนับสนุนเศษกระจุตเพื่อทำวิจัย และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์เป็นอย่างสูงที่สนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย

อ้างอิง

- Eriksson & K.E.L. (1990). Biotechnology in the pulp and paper industry. *Wood Science and Technology*, 24, 79-101.
- Korp ong, H. & Kwanjai, S. (2016). To improve physical and mechanical properties of decorative ornaments made from cement with the ratio of wasted paper. *Bulletin of Applied ScienceS*, 5, 5.
- Lee, J.S., Parameswaran, B., Lee, J.P. & Park, S.C.. (2008). Recent Developments of Key Technologies on Cellulosic Ethanol Production. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 67, 865-873.
- Reshamwala, S., Shawky, BT., Dale & BE. (1995). Ethanol production from enzymatic hydrolysates of AFEX-treated coastal Bermuda grass and switch grass. *Appl Biochem Biotechnol*, 51-52, 43-55.
- Soraya, S. (2014). Feasibility study of simple production of paper from fresh banana peels and residues from Ethanol fermentation. *Chemical Engineering*. Prince of Songkla University.

Thanyathorn, I. (2011). Study on the effect of plant fiber pulp quality on the floor printing system for packaging. Rajamangala University of Technology.