

การพัฒนาคุณลักษณะกระดาษฟางข้าวของวิสาหกิจชุมชนกระดาษฟางข้าว ตำบล  
กระแซง อำเภอสамโคก จังหวัดปทุมธานี  
Characteristics Development of Rice Straw Paper as a Raw Material for  
Community enterprise Products, Kra-chang Sub District, Samkhok District,  
Pathum Thani Province

วัฒนา อัจฉริยะโพธา<sup>1\*</sup> วุฒิชัย วิธาทานัง<sup>2</sup> ศิริวรรณ พลเศษ<sup>2</sup> และภัทรภรณ์ เหนือศรี<sup>2</sup>

Wattana Ascharyaphotha<sup>1\*</sup> Wuttichai Withatanang<sup>2</sup> Siriwan Polset<sup>2</sup>

and Pattaraporn Nueasri<sup>2</sup>

<sup>1</sup> คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์  
จังหวัดปทุมธานี

<sup>2</sup> คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์  
จังหวัดปทุมธานี

\*ผู้เขียนหลัก (Corresponding Author) E-mail: Wattana@vru.ac.th

Received: February 14, 2024

Revised: May 8, 2024

Accepted: May 30, 2024

## บทคัดย่อ

กระดาษฟางข้าวที่ผลิตด้วยวิธีพื้นบ้านมีคุณสมบัติจำกัดในการนำมาสร้างและออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ การเพิ่มสารประสานได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว และแป้งมัน ในอัตราส่วน 6% ต่อน้ำหนักเปียก ส่งผลดีต่อกระดาษในด้านค่าสี ค่าการต้านทานแรงดึงและความต้านทานการฉีกขาด ค่าความต้านแรงดันทะลุ และค่าแรงยึดเหนี่ยวภายใน โดยผลการศึกษาคือ ค่าสีที่วัดโดยระบบ L\* a\* และ b\* พบว่า กระดาษฟางข้าวที่ใช้สารประสานแป้งข้าวเหนียว ได้ค่า L\* คือ  $84.83 \pm 0.02$  ค่าสี a\* คือ  $-0.11 \pm 0.02$  แสดงลักษณะออกไปทางสีเขียวมากกว่ากระดาษอื่น แต่ถ้าดูลักษณะสีเหลืองซึ่งเป็นลักษณะสีพื้นฐานของฟางข้าว นั้นกระดาษฟางข้าวที่ใช้สารประสานคือแป้งมัน มีค่าสี b\* คือ  $18.69 \pm 0.01$  และยังให้ค่าความสว่าง 48.9% ซึ่งให้ค่าที่สูงที่สุดที่ คุณสมบัติด้านความแข็งแรงของกระดาษได้ผลว่ากระดาษที่ใช้เยื่อฟางที่ผ่านการหั่นแบบสุ่มมีลักษณะสูงกว่ากระดาษฟางข้าวอื่นคือ ค่าการต้านทานแรงดึงและความต้านทานการฉีกขาด คือ 21.27 นิวตันเมตรต่อกรัม และ 4.7 มิลลินิวตันหรือกรัมแรง แต่กระดาษฟางข้าวผสมแป้งข้าวเจ้า แสดงค่าความต้านแรงดันทะลุและค่าแรงยึดเหนี่ยวภายใน ได้สูงสุดคือ 1.5 กิโลปาสกาล ต่อตารางเมตร และ 266.29 จูลต่อตารางเมตร ผลความพึงพอใจสำหรับกระดาษฟางข้าวที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดคือกระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางหั่นแบบสุ่มซึ่งได้รับคะแนนความชอบโดยรวม

ระดับมาก ได้คะแนนเท่ากับ 4.16 และกระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวหั่นแบบสุ่มผสมกับสารประสาน ได้ผลว่าการใช้แป้งข้าวเจ้าได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากกว่าการใช้สารประสานอื่น คือ 3.33 คุณลักษณะกระดาษมีลักษณะสีขาวและความสว่างสามารถใช้เป็นวัสดุในงานวาดภาพและความแข็งแรงของกระดาษเป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนได้

**คำสำคัญ:** กระดาษฟางข้าว, สารประสานกระดาษ, คุณลักษณะกระดาษ

## Abstract

The rice straw paper sheets that are produced using traditional methods with weak properties for creating and designing various products. Adding binders such as rice flour, glutinous rice flour, and tapioca starch in the ratio 6% per fresh weigh will have positive effect on the rice straw paper in terms of color values, tensile strength and tear strength values, puncture pressure, and bond strength the results of the study were as follows; the color values measured by the L\* a\* and b\* systems found that the rice straw paper using glutinous rice starch binder the L\* value was  $84.83 \pm 0.02$ , the a\* color value was  $-0.11 \pm 0.02$ , indicating different greener characteristic than other paper. The yellow color, which is the basic color characteristic of rice straw, paper using binder that is tapioca starch has a color b\* value of  $18.69 \pm 0.01$  and also gives a brightness value of 48.9%, which gives the highest value. The strength properties of the paper show that paper made from randomly shredded straw pulp has higher characteristics than other rice straw paper. The tensile strength and tear strength values were 21.27 Nm/g and 4.7 mN.m<sup>2</sup>/g, but rice straw paper mixed with rice flour showed higher values for resistance to puncture pressure and bond strength within the maximum is 1.5 kPa.m<sup>2</sup>/g and 266.29 J/m<sup>2</sup>. The satisfaction results for rice straw paper that received the highest overall satisfaction score were paper made from randomly shredded straw pulp than other rice straw paper, which received high overall liking score got score of 4.16, the rice straw paper with addition of rice flour which is the binder received an overall accepted score of 3.33. Such characteristics that paper has whiteness and brightness can be used as a material for drawing and the strength of paper is a guideline for community product development.

**Keywords:** Rice Straw Paper, Paper Binders, Paper Properties

## บทนำ

กระดาษฟางข้าวที่มีการผลิตในพื้นที่ ตำบลกระแซง อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี ยังมีวิธีการผลิตกระดาษพื้นบ้านแบบเดิมคุณภาพของกระดาษที่ได้ยังไม่มีคุณลักษณะที่เหมาะสมต่อการนำมาผลิตเพื่อใช้ในเชิงอุตสาหกรรม กระดาษที่ผลิตจากชุมชนยังมีลักษณะเปราะบาง ฉีกขาดง่าย มีความยืดหยุ่นค่อนข้างน้อย ซึ่งเมื่อนำมาสร้างและออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ จึงมีข้อจำกัดในคุณสมบัติพอสมควร กลุ่มผู้ผลิตจึงสนใจพัฒนาการผลิตกระดาษฟางข้าวที่มีคุณสมบัติด้านความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเพื่อนำไปสู่การพัฒนาการทำเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน

กระบวนการผลิตกระดาษฟางข้าวโดยทั่วไปมีรูปแบบกระบวนการเตรียมเยื่อกระดาษด้วยวิธีการพื้นบ้านคือใช้ฟางข้าวมาต้มกับโซเดียมไฮดรอกไซด์แล้วนำไปขึ้นรูปแผ่นกระดาษ จึงทำให้กระดาษฟางข้าวมีคุณสมบัติที่ไม่มีความแข็งแรง เปราะบาง ฉีกขาดง่าย พับได้ยาก มีความยืดหยุ่นค่อนข้างน้อยทำให้การนำกระดาษฟางข้าวมาสร้างและออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มีข้อจำกัดในคุณสมบัติพอสมควร มีการพยายามพัฒนากระบวนการผลิตกระดาษฟางข้าวแบบพื้นบ้านถึงสัดส่วนของการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมโดยศึกษาระดับความเข้มข้น 2 และ 4% ในขั้นตอนการต้มเยื่อและฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 2% โดย ธนพรรณ บุญรัตกลิน, ทรงสิริ วิจิรานนท์ และ อุดม พลเยี่ยม (2545) ได้ผลว่าคุณสมบัติของกระดาษที่มีการปรับสภาพที่ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับที่ยังน้อยอยู่ไม่มีผลต่อคุณสมบัติของกระดาษได้แก่ ความหนาของกระดาษ การพับงอ การฉีกขาด การดูดซึม แต่การฟอกมีผลทำให้ความแข็งแรงของเนื้อเยื่อกระดาษลดลง ในการศึกษาต่อมาของ ชัยพร สามพุ่มพวง, รังสิณี ไสรวรวิทย์, วุฒินันท์ คงทัต และวราวุธ ณะแพสย์ (2550) ที่ศึกษาการเตรียมเยื่อฟางข้าวเพื่อมาผลิตกระดาษแบบพื้นบ้านโดยเพิ่มระดับความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็น 20% ในการเตรียมเยื่อกระดาษ พบว่ากระดาษฟางข้าวที่มีคุณสมบัติทางกายภาพในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ค่าดัชนีความต้านทานแรงดึง 22.63 นิวตันเมตรต่อกรัม ความยืด 1.24% ความต้านทานการหักพับ 3.26 ครั้ง ค่าดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุ 1.18 กิโลปาสคาลตารางเมตรต่อกรัม และค่าความขาวสว่าง 32.45% ซึ่งกระดาษที่ได้มีคุณภาพดีกว่าวิธีการผลิตกระดาษฟางข้าวพื้นบ้านแบบเดิม จากนั้นในการศึกษาของ วรินธร บุญยะโรจน์ (2559) ที่ศึกษาถึงขนาดของวัสดุที่จะต้องนำมาเตรียมเยื่อกระดาษซึ่งใช้หญ้าชันกาดในการผลิตกระดาษทำมือโดยตัดหญ้าชันกาดให้มีความยาวของเส้นใยประมาณ 0.5-2.5 เซนติเมตร และปรับสภาพเส้นใยหญ้าชันกาดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 20% ทำให้มีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติของเยื่อกระดาษที่ผลิตได้คือเยื่อกระดาษจากหญ้าชันกาดที่มีสีที่อ่อนและมีเนื้อสัมผัสที่มีความละเอียด ค่าความเป็นกรดต่ำลงอยู่ในช่วง 7-8 แต่ในอีกด้านหนึ่งที่ศึกษาในส่วนหนึ่งของเนื้อกระดาษเมื่อวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope) และเครื่องวัดความหนาแน่นแก๊สพิคโนมิเตอร์ (gas pycnometer) จะพบว่าลักษณะโครงสร้างพื้นผิวของเส้นใยนั้นมีความแข็งแรงลดลงและโครงสร้างพื้นผิวของตัวอย่างจะมีรูพรุนเพิ่มสูงขึ้น โดยสอดคล้องกับค่าความหนาแน่นจริงที่มีค่าลดลงด้วยเช่นกัน ในการศึกษาต่อมาของ วรณภา อาบสุวรรณ (2562) ทำการทดลองหาสภาวะที่

เหมาะสมในการเตรียมเยื่อฟางพบว่าสภาวะการต้มเยื่อฟางข้าวกับปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ 15% ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง เหมาะสำหรับการผลิตเป็นกระดาษฟางข้าวและอนุภาคน้ำที่ที่เหมาะสมในการเคลือบฟิล์มลามิเนตที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และในการศึกษาด้านการใช้สารประสานในการผลิตเยื่อกระดาษฟางข้าวของ Leulee Nortoualee (2564) ที่ศึกษาการปรับปรุงสมบัติของกระดาษโดยการเปรียบเทียบแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้าที่ต้มสุก 6% และใช้เยื่อกระดาษเปียก 50 กรัม ได้ผลว่ากระดาษฟางข้าวที่ทำการปรับปรุงด้วยแป้งข้าวเจ้าต้มสุก 6% เป็นกระดาษที่มีค่าความต้านทานแรงดึงสูงที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ  $3.04 \pm 0.37$  นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ส่วนกระดาษฟางข้าวปรับปรุงด้วยแป้งมันสำปะหลังต้มสุก 6% มีความต้านทานแรงดึงเท่ากับ  $2.12 \pm 0.39$  นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ซึ่งมีความต้านทานแรงดึงสูงเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเทียบกับกระดาษฟางข้าว (control) แป้งทำหน้าที่ช่วยให้เยื่อใยขนาดเล็กและอนุภาคจับตัวกันอยู่ในเนื้อกระดาษ และยังช่วยเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเส้นใยด้วยกันเองรวมทั้งเส้นใยกับอนุภาคได้ดีขึ้นกระดาษที่ได้มีความแข็งแรงมากขึ้น แต่ด้านความหนาและน้ำหนักแผ่นกระดาษฟางข้าวปรับปรุงด้วยแป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเจ้าที่ต้มสุก 6% ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับแผ่นกระดาษฟางข้าวที่ไม่ได้ปรับปรุงด้วยแป้ง การเพิ่มสารสำหรับประสานด้วยแป้งชนิดต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดความเหนียวและยืดหยุ่นของแผ่นกระดาษอยู่บ้าง และเสริมคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลโดยมีการปรับระดับความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ระดับต่าง ๆ ตลอดจนการใช้สารสำหรับประสานให้เกิดความเหนียวและยืดหยุ่นหรือสารพลาสติกไซเซอร์ เพื่อให้กระดาษที่ได้มีคุณภาพดีกว่าวิธีการผลิตกระดาษฟางข้าวพื้นบ้านแบบเดิม และสามารถนำมาสร้างและออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน ด้วยเหตุนี้คณะวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาคุณลักษณะวัตถุดิบกระดาษฟางข้าวให้มีลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมการนำมาพัฒนาการออกแบบให้เกิดรูปแบบผลิตภัณฑ์ชุมชนใหม่ๆ ที่หลากหลายโดยชุมชนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและนำผลงานวิจัยไปพัฒนากระดาษฟางข้าวโดยใช้ทรัพยากรที่มีในท้องถิ่นที่ทำได้เอง ง่าย ไม่ยุ่งยาก อันเป็นการสนับสนุนรูปแบบ BCG อันเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจแบบองค์รวมที่มุ่งเน้นการพัฒนาเศรษฐกิจด้านเศรษฐกิจชีวภาพ (Bioeconomy) และเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) การพัฒนาเศรษฐกิจโดยคำนึงถึงความยั่งยืนของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมอีกทั้งเป็นการต่อยอดและส่งเสริมเศรษฐกิจระดับชุมชนให้เกิดประโยชน์สูงสุด แบบยั่งยืนและนำองค์ความรู้เผยแพร่ในชุมชนต่อไป

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษารูปแบบการเตรียมฟางข้าวที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกระดาษฟางข้าว ในการพัฒนาคุณลักษณะด้านความแข็งแรงของกระดาษฟางข้าวด้วยสารประสานคือ แป้งข้าวเจ้า แป้งมัน และแป้งข้าวเหนียว สำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์ชุมชนผู้ผลิตกระดาษฟางข้าว
2. เพื่อให้ชุมชนได้มีการร่วมแสดงความคิดเห็นต่อการพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์กระดาษจากกระดาษจากฟางข้าว

## วิธีการวิจัย

### 1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกระดาศฟางข้าว ตำบลกระแซง อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี โดยเป็นหมู่บ้านต้นแบบปลอดการเผาฟางข้าว และมีแนวคิดนำฟางข้าวมาสร้างให้เกิดเป็นสิ่งที่มีความใหม่ ๆ นำไปสู่การนำวัตถุดิบซึ่งเป็นฟางข้าวมาแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์ในชุมชน

### 2. วิธีการเตรียมเยื่อกระดาษ

2.1 การเตรียมเยื่อฟางข้าว เตรียมฟางข้าว 2 ลักษณะคือ ฟางข้าวจากมัดฟางและฟางข้าวที่ผ่านการหั่นเป็นชิ้นสั้นๆ แบบส่มให้มีขนาดประมาณ 0.5-2.5 เซนติเมตร (วรินธร บุญยะโรจน์, 2559) แล้วนำไปคัดแยกเศษเมล็ดข้าวเปลือกออก นำฟางปริมาณ 200 กรัม แช่น้ำเป็นเวลา 1 คืน จากนั้นต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 20% ต่อน้ำหนักแห้งของฟางข้าว ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง (ดัดแปลงจาก ชัยพร สามพุ่มพวง, รังสิณี ไสธวิทย์, วุฒินันท์ คงทัด และ วารุณี ณะแพสย์, 2550; วรรณภา อาบสุวรรณ, 2562) หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาด และชั่งน้ำหนักหาปริมาณผลผลิตเยื่อและนำไปผลิตเป็นแผ่นกระดาษทดสอบด้วยเฟรมตาข่าย โดยให้มีน้ำหนักมาตรฐาน  $60 \pm 5$  กรัมต่อตารางเมตร (กระดาษที่ใช้ฟางข้าวที่ไม่ผ่านการหั่นแบบส่มเป็นชุดควบคุม) เปรียบเทียบสารประสานคือแป้ง 3 ชนิด ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว และ แป้งมัน ด้วยอัตราส่วนแป้ง 6% ต่อน้ำหนักเปียก (ดัดแปลงจาก Leulee Nortoualee, 2564)

#### 2.2 กระบวนการผลิตกระดาษหลังจากต้มเยื่อกระดาษ

กระบวนการผลิตได้ทำงานวิจัยร่วมกับชุมชนเพื่อปรับปรุงเทคนิคและขั้นตอนการผลิตกระดาษโดยชุมชนแบบมีส่วนร่วม ดังนี้

1) ล้างเยื่อฟางข้าวที่ผ่านการต้มแล้วล้างให้สะอาดซึ่งจะสังเกตได้จากเยื่อหมดความลื่น และน้ำที่ใช้ล้างจะใสขึ้น

2) นำฟางข้าวมาปั่นด้วยเครื่องปั่นผสมกับสารประสานทั้ง 3 ชนิด

3) กระจายเยื่อฟางข้าวให้เข้ากันในอ่างผสมเยื่อ โดยให้มีน้ำหนักมาตรฐาน  $60 \pm 5$  กรัมต่อตารางเมตร ข้อนเยื่อกระดาษฟางข้าวโดยใช้เฟรมสำหรับร่อนกระดาษ โดยนำเฟรมสำหรับร่อนกระดาษจุ่มลงในอ่าง ข้อนเยื่อเข้าหาตัว แล้วยกขึ้นมาจากน้ำโดยการ ยกขึ้นตรงๆ ไม่ให้เอียงไปข้างใดข้างหนึ่งทิ้งไว้ให้น้ำไหลออกจนหมด ทิ้งค้างคืน 1 คืน จนกระดาษแห้งสนิท

4) ศึกษาคุณสมบัติของกระดาษทางกายภาพ และศึกษาด้านความแข็งแรงของกระดาษที่มีการใช้สารประสานคือแป้งข้าวเหนียว และ แป้งมัน ในการศึกษา

### 3. การศึกษาคุณสมบัติของกระดาษฟางข้าว ดังนี้

3.1 การตรวจสอบสมบัติของกระดาษทางกายภาพ (Physical properties) ได้แก่

1) ค่าสีระบบ CIE (color) ด้วยเครื่อง color meter

2) ความขาวสว่าง (ISO brightness) (ส่งวิเคราะห์ด้วยมาตรฐาน ISO 2470-1:2009)

### 3.2 สมบัติทางด้านความแข็งแรง (Strength properties) ได้แก่

- 1) ความต้านทานแรงดึง (tensile strength) (ส่งวิเคราะห์ด้วยมาตรฐาน ISO 1924-2:2008)
- 2) ความต้านทานการฉีกขาด (tear resistance) (ส่งวิเคราะห์ด้วยมาตรฐาน ISO 1974:1990)
- 3) ความต้านแรงดันทะลุ (Bursting strength) (ส่งวิเคราะห์ด้วยมาตรฐาน ISO 2758:2001)
- 4) ค่าแรงยึดเหนี่ยวภายใน (Internal Bonding) (ส่งวิเคราะห์ด้วยมาตรฐาน ISO 16260:2001)

### 4. สํารวจและประเมินความพึงพอใจลักษณะของกระดาษ

สํารวจและประเมินความพึงพอใจลักษณะของกระดาษจากกลุ่มสมาชิกวิชาชีพชุมชนผลิตกระดาษฟางข้าว ต.กระแซง อ.สามโคก จ.ปทุมธานี จำนวน 7 คน

### ผลและอภิปรายผลการวิจัย

#### 1. ผลการทดสอบคุณลักษณะของกระดาษจากการเพิ่มสารประสาน

##### 1.1 การทดสอบค่าสีและค่าความสว่างของกระดาษ

การทดสอบค่าสีตามระบบ CIE ของกระดาษจากสารประสาน โดยระบบ  $L^* a^* b^*$  ซึ่งเป็นระบบการบรรยายสีแบบ 3 มิติ คือ ค่าสี  $L^*$  (ค่าสว่างเป็นสีขาว-ดำ มีค่าตั้งแต่ 0-100 โดย 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว ค่าสี  $a^*$  (ค่าความเป็นสีเขียว-แดง โดยแกนสีจากสีเขียว ( $-a^*$ ) จนถึง สีแดง ( $+a^*$ ) และค่าสี  $b^*$  (ค่าความเป็นสีน้ำเงินเหลือง โดยสี จากสีน้ำเงิน ( $-b^*$ ) จนถึงสีเหลือง ( $+b^*$ ) พบว่า กระดาษฟางข้าวจากมัดฟางข้าวไม่ผ่านการหั่นแบบสุ่มมีค่า  $L^* a^*$  และ  $b^*$  ใกล้เคียงกับกระดาษที่ใช้เยื่อฟางข้าวที่ผ่านการหั่นแบบสุ่มซึ่งเป็นเพราะว่าใช้วัสดุเดียวกันและยังไม่ได้มีการปรับสภาพด้วยสารประสาน แต่ลักษณะเนื้อของกระดาษจากมัดฟางข้าวไม่ผ่านการหั่นแบบสุ่มมีความหยาบ มีรอยพับที่แตกและฉีกขาดง่าย (ภาพที่ 1a) กระดาษฟางข้าวที่มีการใช้สารประสานมีลักษณะของสีที่สว่างโดยเฉพะกระดาษที่ผสมด้วยแป้งข้าวเหนียว (6%) ซึ่งได้ค่า  $L^*$  เท่ากับ  $84.83 \pm 0.02$  ค่าสี  $a^*$  เท่ากับ  $-0.11 \pm 0.02$  แสดงลักษณะที่ออกไปทางสีเขียวมากกว่ากระดาษอื่น ค่าความสว่าง 48.9% ซึ่งให้ค่าที่สูงที่สุด แต่ในลักษณะสีเหลืองซึ่งเป็นลักษณะสีพื้นฐานของฟางข้าวนั้นกระดาษฟางข้าวที่ใช้สารประสานคือแป้งมัน (6%) มีค่าสี  $b^*$  เท่ากับ  $18.69 \pm 0.01$  ซึ่งแสดงลักษณะสีเหลืองได้มากกว่ากระดาษอื่น ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 1 สำหรับการทดสอบค่าความสว่างของกระดาษได้ผลที่แตกต่างกับกระดาษฟางข้าวจากมัดฟางข้าวปกติ โดยมีค่าความสว่าง คือ 47.7% ที่ให้ค่าสูงกว่ากระดาษแบบปกติซึ่งแสดงค่าที่ 47.1% และสูงกว่ากระดาษที่ผสมแป้งข้าวเจ้า (6 %) และแป้งมัน (6 %) ซึ่งแสดงค่า 45.3% และ 41.4% ตามลำดับ แต่ว่าค่าความสว่างมีค่าที่น้อยกว่ากระดาษฟางข้าวที่ผสมแป้งข้าวเหนียว (6 %)

**ตารางที่ 1** ค่าสีของกระดาษจากการใช้สารประสาน

| ตัวอย่างกระดาษ                                                       | ค่าสี       |             |            | ค่าความสว่าง<br>(ISO brightness;<br>%) |
|----------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|------------|----------------------------------------|
|                                                                      | L*          | a*          | b*         |                                        |
| กระดาษฟางข้าว                                                        | 82.78±0.02  | -0.27 ±0.01 | 18.26±0.02 | 47.1                                   |
| กระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบสุ่ม                         | 82.84±0.01  | -0.29 ±0.01 | 17.26±0.04 | 47.7                                   |
| กระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบ<br>สุ่ม+แบ่งข้าวเหนียว (6%) | 84.83±0.02  | -0.11±0.02  | 15.52±0.01 | 48.9                                   |
| กระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบ<br>สุ่ม+แบ่งข้าวเจ้า (6%)   | 84.20±0.17  | -0.22±0.11  | 16.26±0.56 | 45.3                                   |
| กระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบ<br>สุ่ม+แบ่งมัน (6%)        | 81.81 ±0.02 | -0.65±0.02  | 18.69±0.01 | 41.4                                   |



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

**ภาพที่ 1** ลักษณะกระดาษฟางข้าวแบบปกติและจากการผสมสารประสาน (a) กระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวจากมัดฟางข้าวโดยไม่ผ่านการหั่นแบบสุ่ม, (b) กระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบสุ่ม (c) กระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบสุ่ม + แบ่งข้าวเหนียว (6%), (d) กระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบสุ่ม + แบ่งข้าวเจ้า (6%), (e) กระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบสุ่ม + แบ่งมัน (6%)

## 1.2 การทดสอบคุณสมบัติด้านความแข็งแรงของกระดาษ

จากการวิเคราะห์ลักษณะทางสีและความสว่างแล้วจึงศึกษาคุณสมบัติด้านความแข็งแรงของกระดาษเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระดาษฟางข้าวในแต่ละลักษณะโดยการเสริมด้วยสารประสานคือ แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวเจ้า และแป้งมัน ที่เทียบกับกระดาษฟางข้าวจากมัดฟางข้าวปกติ และกระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบส้อม ได้ผลว่ากระดาษที่ใช้เยื่อกระดาษที่ผ่านการหั่นแบบส้อมมีลักษณะของความต้านทานต่อแรงดันต่าง ๆ ที่สูงกว่ากระดาษฟางข้าวอื่น ในด้านการต้านทานแรงดึงขาด (Tensile strength) โดยที่กระดาษฟางข้าวกระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบส้อม แสดงค่า 21.27 นิวตันเมตรต่อกรัม ส่วนกระดาษฟางข้าวผสมแป้งข้าวเหนียว (6%) และ กระดาษฟางข้าวผสมแป้งมัน (6%) แสดงค่า 15.17 และ 18.02 นิวตันเมตรต่อกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2) แต่การใช้สารประสานนี้ให้ผลที่ด้อยกว่าการใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นสารประสานที่แสดงค่า 40.20 นิวตันเมตรต่อกรัม ในด้านความต้านทานการฉีกขาด (Tear resistance) ผลของค่าที่แสดงในกระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบส้อม กระดาษฟางข้าวผสมแป้งข้าวเหนียว (6%) และ กระดาษฟางข้าวผสมแป้งมัน (6%) แสดงค่า 4.7 , 3.0 และ 4.1 มิลลินิวตันหรือกรัมแรง ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งก็ยิ่งแสดงค่าที่น้อยกว่าการใช้กระดาษฟางข้าวผสมแป้งข้าวเจ้า (6%) ที่แสดงค่า 7.3 มิลลินิวตันหรือกรัมแรง ในด้านความต้านแรงดันทะลุ (Bursting strength) ผลของค่าที่แสดงในกระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบส้อม กระดาษฟางข้าวผสมแป้งข้าวเหนียว (6%) และกระดาษฟางข้าวผสมแป้งมัน (6%) แสดงค่า 1.2, 1.0 และ 0.9 กิโลปาสกาล (kPa) ต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2) และยิ่งน้อยกว่ากระดาษฟางข้าวผสมแป้งข้าวเจ้า (6%) ที่แสดงค่า 1.5 กิโลปาสกาล (kPa) ต่อตารางเมตร และค่าแรงยึดเหนี่ยวภายใน (Internal Bonding) ของกระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบส้อม แสดงค่า 209.87 จูลต่อตารางเมตร ส่วนกระดาษฟางข้าวผสมแป้งข้าวเจ้า (6%) ให้ผลการศึกษาที่สูงกว่าการเสริมด้วยสารประสานอื่นโดยแสดงค่า 266.29 จูลต่อตารางเมตร ซึ่งสูงกว่ากระดาษฟางข้าวผสมแป้งข้าวเหนียว (6%) และกระดาษฟางข้าวผสมแป้งมัน (6%) ได้ผลคือ 198.75 และ 224.55 จูลต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2) และได้ผลที่ใกล้เคียงกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ของ ชัยพร สามพุ่มพวง, รังสิณี โสธรวิทย์, วุฒินันท์ คงทัด และวราวุฒิ ธนะแพสย์ (2550) ที่พบว่ากระดาษฟางข้าวที่มีคุณสมบัติแสดงค่าดัชนีความต้านทานแรงดึง 22.63 นิวตันเมตรต่อกรัม ค่าดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุ 1.18 กิโลปาสกาล ตารางเมตรต่อกรัม

ซึ่งกระดาษฟางข้าวที่มีการปรับคุณสมบัติด้วยสารประสานที่ได้มีคุณภาพดีกว่าวิธีการผลิตกระดาษฟางข้าวพื้นบ้านแบบเดิม คุณสมบัติโดยรวมที่แสดงให้เห็นว่ากระดาษฟางข้าวที่ใช้สารประสานเป็นแป้งข้าวเจ้ามีลักษณะที่ดีว่ากระดาษฟางข้าวธรรมดาในหลายด้าน ได้แก่ ความต้านทานแรงดึงขาด ความต้านทานการฉีกขาด ความต้านแรงดันทะลุ ค่าแรงยึดเหนี่ยวภายใน แต่ค่าความสว่างยังน้อยกว่ากระดาษฟางข้าวธรรมดา และนอกเหนือจากนี้จะเห็นว่ากระดาษฟางข้าวที่ใช้เยื่อฟางข้าวจากการหั่นแบบส้อมมีลักษณะกระดาษที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับกระดาษที่ใช้ฟางข้าวจากมัดฟางข้าวในคุณสมบัติทางด้านความแข็งแรงซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวส่งผลดีต่อการนำไปพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์



การนำแป้งมาเป็นสารประสานในวัสดุบรรจุภัณฑ์เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถเพิ่มความเหนียวและยืดหยุ่นของบรรจุภัณฑ์ได้โดยเฉพาแป้งมัน ซึ่ง ภาวิณี เทียมติ และ บวรรัตน์ บั้งสูง (2562) ที่กล่าวว่า มันสำปะหลังเป็นแป้งธรรมชาติ เนื่องจากสามารถละลายน้ำ และอัตราการซึมผ่านไอน้ำได้ดี ปลอดภัย เหมาะที่จะทำหน้าที่เป็นสารประสานหรือพลาสติกชีวเซอร์ และงานวิจัยนี้สอดคล้องกับการวิจัยของ อรุณฯ คำแปน, ญาดา ลุนเจริญ และชนิดา สายปัญญา (2560) ที่นำเยื่อฟางข้าว 50 กรัม ผสมกับแป้งข้าวเจ้าต้มสุก 25 มิลลิกรัม แล้วนำไปกระจายเยื่อเพื่อขึ้นรูปเป็นแผ่น กระดาษ ผลการทดสอบกระดาษฟางข้าวแบบผสมแป้งในขั้นตอนการปั่นเยื่อมีความต้านทานแรงดึงกระดาษมากที่สุด เท่ากับ 44.44 Mpa เพราะการบดเยื่อทำให้เกิดเส้นใยฝอยและมีการแตกแขนงของเส้นใยมีผลทำให้เกิดการยึดตัวระหว่างเส้นใยเพิ่มขึ้น และแป้งเป็นตัวเชื่อมประสานระหว่างเส้นใยจึงทำให้กระดาษมีความแข็งแรง ความต้านทานแรงดึงขาดจึงเพิ่มสูงขึ้น ด้านคุณสมบัติเชิงกลพบว่า กระดาษฟางข้าวแบบผสมแป้งในขั้นตอนการปั่นเยื่อ 50 กรัมต่อน้ำหนักเปียก มีค่าน้ำหนักมาตรฐาน 87.11 แกรม ซึ่งมีน้ำหนักมาตรฐานใกล้เคียงกระดาษปอนด์ 80 แกรม เพราะมีความสม่ำเสมอของผิวกระดาษและแป้งช่วยอุดรูระหว่างเส้นใยทำให้ผิวหน้ากระดาษมีความเรียบและมีความขาวเพิ่มขึ้น

## ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางด้านความแข็งแรง (Strength properties)

| ตัวอย่างกระดาษ                                                   | คุณสมบัติทางด้านความแข็งแรง                   |                                                              |                                                                |                                                             |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                                                                  | ความต้านทานแรงดึงขาด (Tensile strength; Nm/g) | ความต้านทานการฉีกขาด (Tear resistance; mN.m <sup>2</sup> /g) | ความต้านแรงดันทะลุ (Bursting strength; kPa.m <sup>2</sup> /g ) | ค่าแรงยึดเหนี่ยวภายใน (Internal Bonding; J/m <sup>2</sup> ) |
| กระดาษฟางข้าว                                                    | 17.01                                         | 2.9                                                          | 0.7                                                            | 189.67                                                      |
| กระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบส้อม                     | 21.27                                         | 4.7                                                          | 1.2                                                            | 209.87                                                      |
| กระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบส้อม+แป้งข้าวเหนียว (6%) | 15.17                                         | 3.0                                                          | 1.0                                                            | 198.75                                                      |
| กระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบส้อม+แป้งข้าวเจ้า (6%)   | 40.20                                         | 7.3                                                          | 1.5                                                            | 266.29                                                      |
| กระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบส้อม+แป้งมัน (6%)        | 18.02                                         | 4.1                                                          | 0.9                                                            | 224.44                                                      |

## 2 การศึกษาความพึงพอใจต่อลักษณะของกระดาษ

การศึกษาความพึงพอใจต่อลักษณะของกระดาษฟางข้าวที่มีการเพิ่มสารประสานด้วยแป้งทั้ง 3 ชนิด พบว่ากลุ่มวิสาหกิจที่ผลิตกระดาษแสดงความพึงพอใจต่อกระดาษฟางข้าวที่ไม่ได้ใส่สารประสาน โดยให้ระดับความชอบโดยรวมระดับ มาก แต่กระดาษฟางข้าวที่มีการเติมสารประสานอื่นๆ ทั้ง 3 ชนิดยังได้คะแนนระดับปานกลาง โดยกระดาษที่ผสมแป้งข้าวเจ้าเป็นสารประสานได้รับคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 3.33 เป็นระดับปานกลาง ซึ่งได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดในการใช้สานประสานเพิ่มเข้ามา และกระดาษที่ใช้แป้งมันได้รับคะแนนความชอบโดยรวมน้อยที่สุดคือ 3.00 ดังแสดงในตารางที่ 3

ซึ่งผู้ที่มีส่วนร่วมได้ให้ความคิดเห็นว่าการผสมสารประสานอื่น ๆ และการย่อยด้วยการหั่นแบบสุ่มทำให้รูปลักษณะที่ปรากฏออกมาดูแล้วไม่เหมือนกระดาษฟางข้าวปกติและแยกไม่ออกว่าใช้ฟางข้าวเป็นวัสดุขาดเอกลักษณ์ของกระดาษฟางข้าวซึ่งกระดาษที่ไม่ผ่านการเติมสารประสานก็จะนำมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์ศิลปะหรืองานฝีมือ และกระดาษที่ผ่านการเสริมสารประสานแล้วมีสีขาว สว่างขึ้น จะเหมาะแก่การนำมาใช้เป็นกระดาษสำหรับวาดภาพ และการนำกระดาษมาพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์หรือผลิตภัณฑ์ที่มีการรองรับน้ำหนักหรือต้องใช้แรงดึงก็จะนำกระดาษที่ผสมสารประสานมาใช้ กระดาษฟางข้าวที่มีการนำมาใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ได้มีการศึกษารูปแบบการผลิตกระดาษจากฟางข้าวเพื่อเป็นบรรจุภัณฑ์ผลไม้แช่แข็งโดยจุฬาลักษณ์ จารุจวาร์ตัน, วงศ์ทอง เขียนวงศ์ และจกฤษณ์ พนาลี (2561) นำฟางข้าวแห้งมาตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ แบบสุ่มแล้วต้มในน้ำสมด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ จากนั้นนำเยื่อฟางข้าวไปผลิตเป็นกระดาษแผ่นกระดาษที่ได้มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน มีลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์จากธรรมชาติของฟางข้าว สามารถนำไปทำเป็นบรรจุภัณฑ์ได้เมื่อเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ บรรจุภัณฑ์จากฟางข้าวสามารถออกแบบรูปทรงต่าง ๆ และสามารถพับ ดัด ม้วน งอหรือตัดได้ กระดาษฟางข้าวมีเส้นใยที่ละเอียดซึ่งได้คะแนนประเมินความพึงพอใจในการออกแบบบรรจุภัณฑ์นั้นอยู่ในระดับมาก ดังนั้นบรรจุภัณฑ์ผลไม้แช่แข็งจากฟางข้าวสามารถใช้เป็นต้นแบบบรรจุภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคได้ แต่งานวิจัยดังกล่าวยังขาดการศึกษาเรื่องของคุณสมบัติความแข็งแรงของกระดาษจึงทำให้งานวิจัยนี้จึงศึกษาคุณสมบัติความแข็งแรงเพื่อตอบสนองความต้องการด้านการใช้งานของกลุ่มผู้บริโภค และให้สอดคล้องกับที่ สุมาลี ทองรุ่งโรจน์ (2555) ได้กล่าวไว้ว่าบรรจุภัณฑ์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ใช้ในการบรรจุสินค้าในการจัดจำหน่ายเพื่อสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคด้วยต้นทุนที่เหมาะสม นอกจากนี้อรุณ วาณิชกร (2559) ได้กล่าวว่าด้านรูปแบบบรรจุภัณฑ์จะมุ่งเน้นการพัฒนาแบบที่ร่วมสมัย มีเอกลักษณ์เฉพาะภายในชุมชน และสร้างเรื่องราวและที่มาของผลิตภัณฑ์จนผู้บริโภคยินดีตัดสินใจซื้อด้วยความรู้สึกประทับใจที่สามารถออกแบบสื่อสารโน้มน้าวผู้บริโภคให้ตัดสินใจซื้อได้สำเร็จ ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้จะนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชนจากกระดาษฟางข้าวในขั้นต่อไป

### ตารางที่ 3 การศึกษาความพึงพอใจลักษณะของกระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบสุ่ม

| แบบสอบถามความพึงพอใจลักษณะ<br>ของกระดาษ             | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับความพึงพอใจ |
|-----------------------------------------------------|-----------|------|------------------|
| <b>กระดาษฟางข้าวที่ใช้ฟางข้าวผ่านการหั่นแบบสุ่ม</b> |           |      |                  |
| สีของกระดาษ                                         | 3.06      | 1.31 | ปานกลาง          |
| ผิวสัมผัสกระดาษ                                     | 4.00      | 1.15 | มาก              |
| ความหนาของกระดาษ                                    | 3.33      | 0.9  | ปานกลาง          |
| ความชอบโดยรวม                                       | 4.16      | 1.03 | มาก              |
| <b>กระดาษฟางข้าว+แป้งข้าวเหนียว ( 6%)</b>           |           |      |                  |
| สีของกระดาษ                                         | 2.36      | 1.72 | น้อย             |
| ผิวสัมผัสกระดาษ                                     | 3.44      | 0.80 | มาก              |
| ความหนาของกระดาษ                                    | 2.63      | 0.91 | ปานกลาง          |
| ความชอบโดยรวม                                       | 3.06      | 0.96 | ปานกลาง          |

| แบบสอบถามความพึงพอใจลักษณะ<br>ของกระดาษ | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับความพึงพอใจ |
|-----------------------------------------|-----------|------|------------------|
| <b>กระดาษฟางข้าว+แป้งข้าวเจ้า ( 6%)</b> |           |      |                  |
| สีของกระดาษ                             | 2.03      | 0.70 | น้อย             |
| ผิวสัมผัสกระดาษ                         | 3.33      | 0.94 | ปานกลาง          |
| ความหนาของกระดาษ                        | 2.53      | 0.71 | น้อย             |
| ความชอบโดยรวม                           | 3.33      | 0.74 | ปานกลาง          |
| <b>กระดาษฟางข้าว+แป้งมัน ( 6%)</b>      |           |      |                  |
| สีของกระดาษ                             | 2.56      | 0.66 | น้อย             |
| ผิวสัมผัสกระดาษ                         | 3.1       | 1.0  | ปานกลาง          |
| ความหนาของกระดาษ                        | 2.5       | 0.80 | น้อย             |
| ความชอบโดยรวม                           | 3.00      | 0.73 | ปานกลาง          |

### สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการพัฒนาคุณลักษณะของกระดาษฟางข้าวที่ผ่านการหั่นแบบสุ่มโดยการเพิ่มสารประสาน 3 ชนิด ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว และแป้งมัน ในอัตราส่วน 6% ต่อน้ำหนักเปียก ได้ผลว่า ค่าสีของกระดาษฟางข้าวปกติและกระดาษที่ใช้เยื่อฟางข้าวผ่านการหั่นแบบสุ่ม มีค่า  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  ใกล้เคียงกับ กระดาษที่ใช้เยื่อฟางข้าวที่ผ่านการหั่นแบบสุ่ม เนื่องจากใช้วัสดุเดียวกันและยังไม่ได้มีการปรับสภาพด้วยสารประสาน แต่ลักษณะเนื้อของกระดาษมีความหยาบ มีรอยพับที่แตกและฉีกขาดง่าย กระดาษฟางข้าวที่มีการใช้สารประสานมีลักษณะของสีที่สว่างโดยเฉพะกระดาษที่ผสมด้วยแป้งข้าวเหนียว (6%) โดยแสดงลักษณะที่ออกไปทางสีเขียวมากกว่ากระดาษอื่น แต่ในลักษณะสีเหลืองซึ่งเป็นลักษณะสีพื้นฐานของฟางข้าวนั้นกระดาษฟางข้าวที่ใช้สารประสานคือแป้งมัน (6%) แสดงลักษณะสีเหลืองได้มากกว่ากระดาษอื่น ซึ่งกระดาษที่มีการผสมด้วยสารประสานแป้งข้าวเจ้า (6%) และกระดาษที่ผสมแป้งข้าวเหนียว (6%) แสดงลักษณะสีขาวเหลืองและให้ค่าความสว่างที่สูงกว่ากระดาษลักษณะอื่น จึงเป็นแนวทางที่จะนำไปใช้เป็กระดาษที่ใช้สำหรับวาดภาพได้ คุณลักษณะความแข็งแรงของกระดาษ ได้ผลว่ากระดาษฟางข้าวที่มีการเพิ่มสารประสานทั้ง 3 ชนิด ได้ผลโดยรวมที่แสดงให้เห็นว่ากระดาษฟางข้าวที่ใช้สารประสานเป็นแป้งข้าวเจ้ามีลักษณะที่ดีว่ากระดาษฟางข้าวธรรมดาในหลายด้านไม่ว่าจะเป็นความสามารถที่จะต้านทานการฉีกขาด ด้านต้านทานแรงดึงขาด (Tensile strength) ความสามารถต้านแรงดันทะลุ (Bursting strength) ที่เป็ความสามารถของกระดาษที่จะต้านแรงดันที่กระทำบนผิวกระดาษด้วยอัตราที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ สมบัตินี้มีความสัมพันธ์กับความต้านแรงดึงขาดและความต้านทานการฉีกขาดซึ่งสมบัติเหล่านี้บอกถึงความแข็งแรงของกระดาษ อีกทั้งยังมีแรงยึดเหนี่ยวภายในที่เหนียวแน่น แต่ค่าความสว่างยังน้อยกว่ากระดาษฟางข้าวธรรมดา ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวส่งผลต่อการนำไปพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์หรือผลิตภัณฑ์กระดาษที่ต้องการการรับน้ำหนักได้ เมื่อนำมาศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อลักษณะของกระดาษ ได้ผลว่ากระดาษที่ได้รับผลความชอบโดยรวมสูงที่สุดคือกระดาษฟางข้าวที่มีระดับความชอบโดยรวมระดับ มาก แต่กระดาษฟางข้าวที่มีการเติมแป้งข้าวเจ้าสารประสานได้รับ

คะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 3.33 เป็นระดับปานกลาง ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดในการใช้สถานประสานเพิ่มเข้ามา และกระดาษที่ใช้แป้งมันได้รับคะแนนความชอบโดยรวมน้อยที่สุดคือ 3.00

### ข้อเสนอแนะ

การพัฒนากระดาษควรมีการศึกษาการใช้ของเหลือทิ้งอื่นมาผสมเพื่อให้เกิดลักษณะกระดาษที่หลากหลายต่อการนำไปใช้ประโยชน์และเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์

### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ปีงบประมาณ 2565 ที่อนุมัติทุนสนับสนุนงานวิจัย และขอขอบพระคุณ คุณบุญญา บัวหลวง ประธานกลุ่ม และสมาชิกภายในกลุ่ม ที่ให้ความที่ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยสถานที่ และเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในการทำงานแบบบูรณาการโดยอาศัยกลไกการวิจัย และพัฒนาแบบมีส่วนร่วม

### เอกสารอ้างอิง

- จุฬาลักษณ์ จารุจฑารัตน์, วงศ์ทอง เขียนวงศ์ และจักฤษณ์ พนาลี. (2561). การออกแบบบรรจุภัณฑ์เสริมภาพลักษณ์ผลิตภัณฑ์จากฟางข้าวสำหรับผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่ม กรณีศึกษา: ชุมชนสี่แยกบ้านแขก แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร. *วารสารสารสนเทศ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา*, 17(2), 35-44.
- ชัยพร สามพุ่มพวง, รังสิณี ไสธรวิทย์, วุฒินันท์ คงทัด และวารุณี ธนะแพสย์. (2550). การพัฒนากระบวนการผลิตกระดาษฟางข้าวแบบพื้นบ้าน. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร* (น. 332-337). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธนพรรณ บุญรัตกลิน, ทรงสิริ วิจิรานนท์ และ อุดม พลเยี่ยม. (2545). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษจากฟางข้าว*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโขติเวช.
- ภาวิณี เทียมดี และ บวรรัตน์ บั้งสลง. (2562). การประยุกต์ใช้แป้งมันสำปะหลัง 2 สายพันธุ์เพื่อผลิตถุงเพาะชำพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ. *วารสารวิจัยราชภัฏพระนครสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 14(2), 62-75.
- วรรณภา อามสุวรรณ. (2562). *การพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์* (วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). ปทุมธานี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- วรินทร์ บุญยะโรจน์. (2559). *การผลิตกระดาษทำมือจากหญ้าชันกาด*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

สุมาลี ทองรุ่งโรจน์. (2555). *ออกแบบบรรจุภัณฑ์*. กรุงเทพฯ: วาดศิลป์.

อรนุช คำแปน, ญาดา ลุนเจริญ และชนิดา สายปัญญา. (2560). การพัฒนากระดาษจากฟางข้าวสำหรับงานดอกไม้ประดิษฐ์ บ้านขามสุมเวียง อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 2(5), 49-58.

อรัญ วานิชกร. (2559). *การออกแบบผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Leulee Nortoualee. (2564). *การเพิ่มมูลค่าฟางข้าวโดยการผลิตเป็นกระดาษบรรจุภัณฑ์* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). เชียงใหม่. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.