การพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

THE DEVELOPMENT OF RICE STRAW PAPER WITH LAMINATED FILMS FOR HANDICRAFT PRODUCTS

วรรณภา อาบสุวรรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

วรรณภา อาบสุวรรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ The Development of Rice Straw Paper with Laminated Films for Handicraft Products
ชื่อ - นามสกุล	นางสาววรรณภา อาบสุวรรณ
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์สุทัศนีย์ บุญโญภาส, M.A.
ปีการศึกษา	2562

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ประดิษฐา ภาษาประเทศ, กศ.ด.)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, Ph.D.)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุทัศนีย์ บุญโญภาส, M.A.)

.....กรรมการ
(อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D.)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาคร ชลสาคร, Ph.D.)
วันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ 2563

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์
ชื่อ - นามสกุล นางสาววรรณภา อาบสุวรรณ
สาขาวิชา เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์สุทัศนีย์ บุญโญภาส, M.A.
ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อฟางข้าว ศึกษากระบวนการเคลือบกระดาษฟางข้าวด้วยฟิล์มลามิเนตที่อุณหภูมิการเคลือบและความเร็วรอบเครื่อง ที่เหมาะสมและสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

วิธีวิจัยคือ ทำการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อฟางข้าวกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 15 20 และ 25 ใช้ระยะเวลาในการต้ม 2 และ 3 ชั่วโมง คัดเลือกสิ่งทดลองที่มีความเหมาะสมมากที่สุดเพื่อนำไปผลิตเป็นกระดาษฟางข้าวและศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตมี 2 ปัจจัย คืออุณหภูมิการเคลือบแปรเป็น 3 ระดับ คือ 90 95 และ 100 องศาเซลเซียสและความเร็วรอบเครื่องแปรเป็น 3 ระดับ คือ 4 6 และ 8 รอบต่อนาที วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จะได้สิ่งทดลองทั้งหมด 9 สิ่งทดลองและทดสอบสมบัติทางกายภาพ เพื่อคัดเลือกกระดาษที่เหมาะสมนำมาประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์ต้นแบบและสำรวจความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์และผู้บริโภค

ผลการวิจัยพบว่า สภาวะการต้มเยื่อฟางข้าวกับปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 15 ใช้ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง เหมาะสำหรับผลิตเป็นกระดาษฟางข้าวและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเคลือบฟิล์มลามิเนตที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และความเร็วรอบเครื่อง 8 รอบต่อนาทีกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตที่ได้มี ความต้านแรงดึงขาด 154.03 นิวตัน ค่าความต้านแรงกดทะลุ 21.40 นิวตัน จากการสำรวจความพึงพอใจด้านงานประดิษฐ์ให้ความพึงพอใจต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.52 และผู้บริโภคให้ความพึงพอใจต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.48

คำสำคัญ: กระดาษฟางข้าว ฟิล์มลามิเนต ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

Thesis Title	The Development of Rice Straw Paper with Laminated Films for Handicraft Products
Name-Surname	Miss Wannapa Arbsuwan
Program	Home Economics Technology
Thesis Advisor	Mrs. Supa Chulacupt, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Associate Professor Sutusanee Boonyobhas, M.A.
Academic Year	2019

ABSTRACT

The objectives of this research were to investigate the optimal conditions for boiling rice straw pulp, to study the process of coating rice straw paper with laminated film at optimal temperature and rotational speed, and to survey consumers' satisfaction with the development of rice straw paper with laminated films for handicraft products.

The experiment was conducted to determine the optimal conditions for boiling rice straw pulp with 15%, 20%, and 25% Sodium Hydroxide with boiling period of 2 and 3 hours. The most optimal treatment was selected for further production of rice straw paper. The optimal conditions of rice straw paper with laminated films were investigated by focusing on two factors: temperature and rotational speed. Three temperature levels were adjusted at 90, 95, and 100 degrees Celsius while rotational speed levels of laminated film coating machine were adjusted at 4, 6, and 8 rounds per minute. CRD Factorial Experiment was employed as the research design to obtain a total of nine treatments. Then, physical properties were tested. Next, the best paper was selected for handicraft products and consumers' satisfaction toward this product was asked.

The experimental results indicated that under the condition of boiling rice straw pulp with 15% Sodium Hydroxide for 2-hour boiling duration was suitable for further production of rice straw paper with laminated films. For the optimal temperature for coating at 90 degrees Celsius with a rotational speed at 8 rpm, the obtained rice straw paper with laminated films yielded tear resistance at 154.03 newton and bursting strength at 21.40 newton. The satisfaction toward this developed rice straw paper with laminated film for handicraft products was at the highest level of 4.52 whereas consumers' satisfaction toward this developed rice straw paper was at a high level of 4.48.

Keywords: rice straw paper, laminated film, handicraft products

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ดร.สุภา จุฬคุปต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักและรองศาสตราจารย์สุทัศนีย์ บุญโญภาส อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งมีส่วนช่วยผลักดันให้ผู้วิจัยได้มีหัวข้อในการจัดทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงการสนับสนุนข้อมูลต่างๆ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินงาน โดยเฉพาะทิศทางและแนวทางการเรียบเรียงเนื้อหาตลอดจนทักษะการเขียนและการใช้ภาษาได้อย่างถูกต้อง เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ประดิษฐา ภาษาประเทศ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาชี้แนวทางและคำแนะนำตลอดจนข้อสงสัยต่างๆ ให้กับผู้วิจัยทั้งนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรวัลภ์ อุปถัมภานนท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร ชลสาคร เป็นอย่างสูงที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ให้ความรู้ในเรื่องการวางแผนการทดลองงานวิจัย การวิเคราะห์ผลการวิจัยและการเขียนผลการวิจัยให้มีความถูกต้องชัดเจนตรงตามหลักการและเหตุผล และขอบคุณเจ้าหน้าที่บริหารงานประจำหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่ช่วยประสานงานอำนวยความสะดวกในทุกขั้นตอนของการจัดทำวิทยานิพนธ์ด้วยความเต็มใจตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ กลุ่มแม่บ้านแสงตะวัน ตำบลวัดไก่เตี้ย อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี ที่เมตตาให้ศึกษาเกี่ยวกับฟางข้าว และขอขอบพระคุณคุณเสถียร งอกศิลป์ ผู้จัดทำการโรงงาน คุณวันชาติ สังข์ทอง ผู้จัดการฝ่ายผลิตและพนักงานโรงงานบริษัทอุตสาหกรรมกระดาษซินกวงฮั้ว (ประเทศไทย) จำกัด ทุกๆท่านที่เมตตาเอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดลองกระดาษ ตลอดจนคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยและเป็นผู้สนับสนุนควบคุมคุณภาพการผลิตกระดาษในทุกขั้นตอนตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบคุณพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้การอุปการะอบรมเลี้ยงดูตลอดจนส่งเสริมด้านการศึกษา และให้กำลังใจเป็นอย่างดีและขอขอบคุณเพื่อนๆที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านและประเทศชาติเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

วรรณภา อาบสุวรรณ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... (3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... (4)
กิตติกรรมประกาศ..... (5)
สารบัญ..... (6)
สารบัญตาราง..... (8)
สารบัญรูป..... (9)
บทที่ 1 บทนำ..... 11
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ..... 11
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย..... 12
1.3 สมมติฐานการวิจัย..... 12
1.4 ขอบเขตการวิจัย..... 13
1.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 13
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 14
บทที่ 2 วรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 15
2.1 ฟางข้าว..... 15
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกระดาษ..... 17
2.3 การเคลือบฟิล์มลามิเนต..... 28
2.4 งานประดิษฐ์..... 32
2.5 การทดสอบสมบัติทางกายภาพ..... 37
2.6 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้บริโภค..... 39
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 40
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย..... 42
3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์..... 42
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย..... 43
3.3 สถานที่ทำการทดลอง..... 53

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 ระยะเวลาในการทดลอง..... 53

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์..... 54

4.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อฟางข้าว..... 54

4.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต..... 56

4.3 การสำรวจความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์และผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์.... 58

4.4 งานประดิษฐ์กระเป๋าใส่เอกสาร ที่รองจานและที่รองแก้วจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต..... 64

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 68

5.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อฟางข้าว..... 68

5.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเคลือบกระดาษฟางข้าวด้วยฟิล์มลามิเนต..... 69

5.3 การสำรวจความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์และผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์..... 69

5.4 งานประดิษฐ์กระเป๋าใส่เอกสารที่รองจานและที่รองแก้วจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต..... 70

5.5 ข้อเสนอแนะ..... 70

บรรณานุกรม..... 71

ภาคผนวก..... 76

ภาคผนวก ก หนังสือขอความอนุเคราะห์นักศึกษาเข้าศึกษาและทดสอบ..... 77

ภาคผนวก ข แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บรโภค..... 79

ภาคผนวก ค หนังสือตอบรับการนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 11 มหาวิทยาลัยสวนสุนันทา.. 86

ประวัติผู้เขียน..... 89

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 การจัดสิ่งทดลองของสภาวะในการต้มเยื่อฟางข้าว..... 43

ตารางที่ 3.2 การจัดสิ่งทดลองของสภาวะในการเคลือบด้วยฟิล์มลามิเนต..... 50

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษฟางข้าว..... 55

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต..... 57

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์..... 59

ตารางที่ 4.4 ความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์..... 61

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้บริโภค..... 62

ตารางที่ 4.6 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตงานประดิษฐ์..... 64

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย..... 13
รูปที่ 2.1 ฟางข้าว..... 15
รูปที่ 2.2 ฟิล์มลามิเนต..... 28
รูปที่ 2.3 กระบวนการลามิเนตด้วยความร้อนแบบ 2 ชั้น..... 30
รูปที่ 2.4 กระบวนการลามิเนตด้วยความร้อนแบบ 3 ชั้น..... 30
รูปที่ 2.5 กระบวนการลามิเนตโดยใช้กาว (Adhesive)..... 31
รูปที่ 2.6 กระบวนการลามิเนตโดยใช้กาว (Adhesive) ร่วมกับ Dryer..... 32
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการต้มเยื่อฟางข้าว..... 44
รูปที่ 3.2 การต้มเยื่อฟางข้าว..... 45
รูปที่ 3.3 การกระจายเยื่อฟางข้าวผสมเยื่อปอสา..... 45
รูปที่ 3.4 การล้างเยื่อฟางข้าวและเยื่อปอสา ให้สะอาดแล้วกรองน้ำออกจากเครื่องกระจายเยื่อ.... 46
รูปที่ 3.5 เติมสารนอริก (กาว Sumifloc FA – 40) สำหรับการช้อนเยื่อทำกระดาษจากฟางข้าว..... 46
รูปที่ 3.6 การช้อนเยื่อทำแผ่นกระดาษจากฟางข้าว..... 47
รูปที่ 3.7 การวางแผ่นเยื่อกระดาษที่ช้อนแล้วลงบนผืนผ้าเพื่อรอการทำแห้งแผ่นกระดาษ..... 47
รูปที่ 3.8 การบีบน้ำออกจากเยื่อกระดาษฟางข้าว..... 48
รูปที่ 3.9 การทำแห้งแผ่นกระดาษจากฟางข้าว..... 48
รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการเคลือบฟิล์มลามิเนต..... 49
รูปที่ 3.11 การประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์กระเป๋าใส่เอกสารต้นแบบจากกระดาษฟางข้าวเคลือบ ฟิล์มลามิเนต..... 52
รูปที่ 3.12 การประดิษฐ์ที่รองจานต้นแบบจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต..... 52
รูปที่ 3.13 การประดิษฐ์ที่รองแก้วต้นแบบจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต..... 53
รูปที่ 4.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์กระเป๋าใส่เอกสารต้นแบบด้วยโปรแกรม 3D..... 66
รูปที่ 4.2 ผลิตภัณฑ์กระเป๋าใส่เอกสารจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต..... 67

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.3 การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่รองจานต้นแบบด้วยโปรแกรม 3D..... 67
รูปที่ 4.4 ผลิตภัณฑ์ที่รองจานจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต..... 68
รูปที่ 4.5 ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่รองแก้วต้นแบบด้วยโปรแกรม 3D..... 68
รูปที่ 4.6 ผลิตภัณฑ์ที่รองแก้วจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต..... 69

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ฟางข้าวเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการทำนาซึ่งในแต่ละปีประเทศไทยปลูกข้าวประมาณ 61 ล้านไร่ มีฟางข้าวที่เป็นตอซังไม่น้อยกว่า 40 ล้านตัน ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและพันธุ์ข้าวซึ่งมีทั้งต้นเตี้ยและต้นสูงรวมถึงปัจจัยอื่นๆ เช่น อากาศ น้ำและอุณหภูมิที่เหมาะสมการปลูกข้าวนั้นเกิดขึ้นควบคู่ไปกับวัฒนธรรมไทยมากกว่า 5,500 ปีมาแล้วโดยหลักฐานทางประวัติศาสตร์ที่สำคัญคือ เครื่องปั้นดินเผาที่เป็นภาชนะไว้ใส่ข้าวในสมัยสุโขทัย ศิลาจารึกยังถูกบันทึกไว้ด้วยข้อมูลที่ระบุถ้อยคำว่า ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว นอกจากนี้สิ่งสำคัญที่สุดในประวัติศาสตร์ก็คือการเปิดเสรีทางการค้ากับต่างประเทศในสมัยอยุธยา ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ข้าวเข้ามามีบทบาทสำคัญในสินค้าส่งออกของประเทศไทยตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา [1] พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศเพาะปลูกการทำนาได้ครั้งละ 2 ครั้งต่อปี หลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวด้วยรถเกี่ยวนวด (Combine Harvester) แล้วจะเหลือฟางข้าวจากการเก็บเกี่ยวฟางข้าวเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรสามารถย่อยสลายตามธรรมชาติได้ ปัจจุบันนี้สภาวการณ์ของโลกมีการเปลี่ยนแปลงสูงระดับความร้อนทำให้เกิดข้อสูญเสียทางธรรมชาติ ซึ่งเป็นสาเหตุใหญ่จากการที่มนุษย์ตัดไม้ทำลายป่าเพื่อนำมาผลิตเป็นกระดาษและผลิตภัณฑ์เครื่องใช้อื่นๆอีกมากมายด้วยความต้องการของมนุษย์ [2] นอกจากนี้การเผาทำลายฟางข้าวยังก่อให้เกิดมลพิษและเป็นการทำลายความสมบูรณ์ของหน้าดินอีกด้วย จากเหตุผลดังกล่าวปัจจุบันจึงได้มีการรณรงค์ไม่เผาฟางข้าวจากหน่วยงานรัฐ [3] ประโยชน์ที่สำคัญของฟางข้าวคือคุณสมบัติเป็นพืชที่มีเส้นใย (Fiber) ที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น การทำกระดาษหัตถกรรม หรือกระดาษฟางข้าว เป็นต้น

กระบวนการลามิเนตเป็นกระบวนการเคลือบฟิล์มพลาสติกเข้ากับวัสดุต่างๆ เช่น กระดาษ บรรจุภัณฑ์อาหาร หรือฟอยล์โลหะ โดยจะทำการยึดติดกันระหว่างชั้นของฟิล์มด้วยการใช้ความร้อนหรือกาวสำหรับจำนวนชั้นของฟิล์มจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งานและวัตถุประสงค์ของการผลิตฟิล์มลามิเนตทำหน้าที่ป้องกันลวดลายหรือตัวอักษรที่พิมพ์ลงไปในวัสดุให้สามารถติดกับวัสดุได้อย่างยาวนาน ช่วยป้องกันรอยขีดข่วนที่จะทำให้วัสดุเสียหาย [4] “การเคลือบลามิเนต” เรียกอีกอย่างว่า “PVC” เป็นการใช้แผ่นฟิล์มเคลือบทับบนงานพิมพ์ สำหรับป้องกันการฉีกขาดของงานพิมพ์เพิ่มความคงทนของงานพิมพ์ ทนต่อการขูดขีด สามารถกันน้ำได้มากขึ้น เพิ่มความแข็งแกร่งให้กับงานประเภทกล่องบรรจุสินค้า หรือเพิ่มความสวยงามซึ่งมีทั้งแบบเคลือบเงาเคลือบด้านและสามารถเคลือบได้ทั้ง 2 หน้าด้วยกาวระบบโซเวนท์เบสหรือกาววอเตอร์เบส [5]

ดังนั้นผู้วิจัยมีแนวคิดในการนำฟางข้าวของกลุ่มแม่บ้านแสงตะวัน ตำบลกระแชง อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี เพื่อเป็นการต่อยอดกระดาษฟางข้าวด้วยการเคลือบฟิล์มลามิเนต เพื่อใช้ในงานประดิษฐ์ ฟางข้าวเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวโดยนำมาผลิตกระดาษฟางข้าวและเคลือบด้วยฟิล์มลามิเนต โดยการนำเอาเทคนิคการเคลือบฟิล์มลามิเนตแบบร้อน เพื่อเพิ่มสมบัติต้านทานแรงดึงขาดและเพิ่มความแข็งแรงให้กับโครงสร้างของกระดาษฟางข้าวเพื่อให้สามารถต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์งานดอกไม้ที่ยังคงคุณค่าและเอกลักษณ์ที่น่าสนใจของกระดาษฟางข้าว และเป็นแนวคิดในการสร้างนวัตกรรมใหม่ในด้านของกระดาษฟางข้าว โดยการนำวัตถุดิบที่เหลือทิ้งอย่างฟางข้าวมาสร้างให้เกิดเป็นกระดาษฟางข้าวเป็นการนำองค์ความรู้ความคิดและคติความเชื่อมาถ่ายทอดสู่การออกแบบ โดยคำนึงถึงเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อมไปพร้อมกันสื่อออกมาในรูปแบบของงานประดิษฐ์เช่น กระเป๋าใส่เอกสาร ที่รองจาน ที่รองแก้ว ดอกไม้จันทน์ บรรจุภัณฑ์ กระดาษสำหรับห่อดอกไม้สด ดอกไม้ประดิษฐ์ที่แสดงให้เห็นถึงแนวคิดและแรงบันดาลใจเพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการอนุรักษ์และสืบทอดภูมิปัญญาจากฟางข้าวและยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับฟางข้าวที่เหลือใช้จากการเก็บเกี่ยวให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อฟางข้าว

1.2.2 เพื่อศึกษากระบวนการเคลือบกระดาษฟางข้าวด้วยฟิล์มลามิเนตที่อุณหภูมิการเคลือบและความเร็วรอบเครื่องที่เหมาะสม

1.2.3 สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์และระยะเวลาในการต้มเยื่อฟางข้าวกับเยื่อปอสาที่ต่างกันจะได้กระดาษฟางข้าวที่มีคุณภาพแตกต่างกัน

1.3.2 อุณหภูมิการเคลือบและความเร็วรอบเครื่องที่แตกต่างกันส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต

1.3.3 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อกระดาษฟางข้าวเคลือบด้วยฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์อยู่ในระดับมาก

1.4 ขอบเขตการวิจัย

เพื่อให้การศึกษาเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ผู้วิจัยจึงตั้งขอบเขตในการดำเนินงานวิจัยไว้ดังนี้

1.4.1 ทดลองหาสภาวะในการต้มเยื่อฟางข้าวที่เหมาะสม

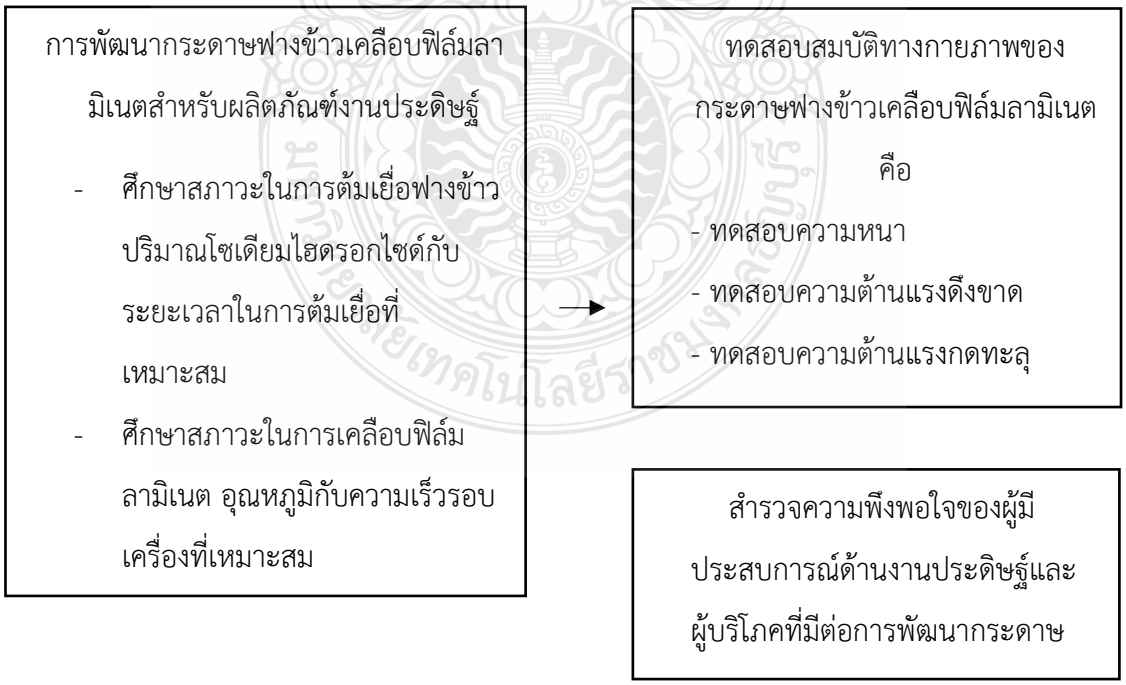
1.4.2 ทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการเคลือบกระดาษฟางข้าวที่อุณหภูมิในการเคลือบ 90 95 และ 100 องศาเซลเซียสและความเร็วรอบเครื่อง 4 6 และ 8 รอบต่อนาที

1.4.3 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต ได้แก่ ทดสอบความต้านแรงกดทะลุ ทดสอบความต้านแรงดึงขาดและทดสอบความหนา

1.4.4 สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ ผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ จำนวน 20 คน และผู้บริโภคจำนวน 100 คน

1.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีดังกล่าวผู้วิจัยได้ศึกษาและกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยไว้ดังนี้ ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทราบอุณหภูมิการเคลือบและความเร็วรอบเครื่องที่เหมาะสมในการเคลือบกระดาษฟางข้าวด้วยฟิล์มลามิเนต

1.6.2 ได้กระดาษที่ผลิตจากฟางข้าวเคลือบด้วยฟิล์มลามิเนตที่มีสมบัติทางกายภาพสามารถกันน้ำได้ดีและมีความแข็งแรงเหมาะสำหรับนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

1.6.3 เพิ่มมูลค่าของฟางข้าวโดยการผลิตกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ให้สอดคล้องกับความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อกระดาษฟางข้าวเคลือบลามิเนต

1.6.4 ลดปริมาณขยะทางการเกษตรที่เกิดขึ้นจากฟางข้าว โดยการนำฟางข้าวที่เหลือทิ้งจากการเก็บเกี่ยวข้าวทางการเกษตรมาสร้างให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์สร้างให้เกิดรายได้

บทที่ 2
วรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อฟางข้าว ศึกษากระบวนการเคลือบกระดาษฟางข้าวด้วยฟิล์มลามิเนตที่อุณหภูมิและความเร็วรอบที่เหมาะสม และเพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 ฟางข้าว

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกระดาษ

2.3 การเคลือบลามิเนต

2.4 งานประดิษฐ์

2.5 การทดสอบสมบัติทางกายภาพ

2.6 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้บริโภค

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ฟางข้าว

ฟางข้าวที่มีสภาพสมบูรณ์จะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ใบข้าว ปล้องข้าว และรวงข้าว ส่วนฟางข้าวที่ได้จากการเก็บด้วยด้วยตัดในแปลงนาจะมีส่วนประกอบของตอซังหรือ กอข้าวรวมด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.1 แต่จะอยู่ในลักษณะที่เป็นฟางแตกแยกแยะได้ยากกว่าเป็นส่วนใด โดยทั่วไปฟางข้าวแบ่งได้เป็น 2 ประเภทจากวิธีการรวบรวม ได้แก่ [6]

รูปที่ 2.1 ฟางข้าว
ที่มา : [7]

1) ฟางข้าวจากการเกี่ยวมือ และนวดมือ

เป็นฟางข้าวที่ได้จากการเกี่ยวข้าว และนำเมล็ดข้าวออก อาจด้วยวิธีการเกี่ยวด้วยมือหรือใช้รถเกี่ยวข้าวฟางข้าวจากการเกี่ยวด้วยด้วยมือจะถูกมัดเป็นระเบียบด้วยตอก และถูกนำเมล็ดออกด้วยการตีด้วยไม้หรืออาจไม่เป็นระเบียบ มีการแตกขาดเป็นเส้นจากกการนำเมล็ดข้าวออกด้วยการแยกด้วยเครื่องแยกเมล็ด หรือรถสีข้าวฟางข้าวที่ได้จากการเกี่ยวมือจะมีลักษณะเป็นระเบียบและฟางข้าวมีความสมบูรณ์ ไม่แตกเป็นเส้นเนื่องจากใช้แรงงานคนในการตีเมล็ดออก ซึ่งวิธีนี้ เป็นวิธีโบราณที่พบในบางท้องที่เท่านั้น เพราะเกษตรกรหันมาใช้รถเกี่ยวข้าวแทน ซึ่งทำให้ประหยัด สะดวกและรวดเร็วกว่ามาก

2) ฟางข้าวจากการเกี่ยวมือ และนวดด้วยรถนวด

เป็นฟางข้าวที่ได้จากการนำมัดข้าวจากการเกี่ยวมือเข้าเครื่องนวดหรือรถนวดที่อาศัยการปั่นที่ทำให้ฟางข้าว และเมล็ดแยกออกจากกัน โดยฟางจะถูกแรงปั่นแยกออกทางด้านบนของเครื่องและกองรวมกัน ส่วนเมล็ดที่มีน้ำหนักจะตกลงสู่ด้านล่างของเครื่องปั่นรวมกัน โดยใช้ถุงกระสอบรองรับลักษณะฟางที่ได้จากการนวดเมล็ดด้วยวิธีนี้จะทำให้ฟางมีลักษณะแตกเป็นเส้นขนาดเล็ก ไม่มีการจัดเรียงตัวที่เป็นระเบียบ วิธีนี้จะพบได้มากในพื้นที่ภาคอีสาน แต่ปัจจุบันเริ่มลดน้อยลงเนื่องจากเกษตรหันมาใช้รถเกี่ยวข้าวแทน

3) ฟางข้าวจากรถอัดฟางข้าว

เป็นฟางข้าวที่ได้จากการตัดเก็บตอซัง และอัดฟางข้าวที่กองในแปลงนาหลังการใช้รถเกี่ยวข้าวซึ่งจะเป็นฟางผสมระหว่างตอซัง และฟางข้าวส่วนบนฟางข้าวที่หล่นในแปลงนาหลังการเกี่ยวข้าวด้วยรถเกี่ยวข้าวจะเป็นฟางข้าวที่มีการแตกขาดเป็นเส้นเหมือนกับฟางข้าวที่แยกเมล็ดด้วยเครื่องนวดข้าวและฟางชนิดนี้จะถูกปล่อยทิ้งตามแปลงนา ต้องใช้มือโกนรวมกันเป็นกองหรือใช้รถเก็บฟางรวบอัดเป็นก้อนฟางซึ่งวิธีหลังจะได้ต้นข้าวส่วนบนผสมกับตอซังหรือลำต้นส่วนล่างรวมกัน

2.1.1 ประโยชน์จากฟางข้าว

2.1.1.1 ใช้เป็นอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงโค กระบือ

2.1.1.2 ใช้ทำปุ๋ยหมัก

2.1.1.3 ใช้ทำเป็นวัสดุปกคลุมดินหลังการหว่านเมล็ดพืช

2.1.1.4 ใช้ทำเป็นวัสดุคลุมดินสำหรับรักษาความชุ่มชื้นของดิน และใช้คลุมดินแก้ปัญหาดินเค็ม

2.1.1.5 ใช้เป็นวัสดุสำหรับการเพาะเห็ดฟาง

2.1.1.6 ใช้ทำเป็นที่มุงหลังคาหรือฝากระท่อม

2.1.1.7 ใช้ทำเป็นเชื้อจุดไฟ ช่วยให้ก่อไฟง่าย

2.1.1.8 ใช้เป็นวัสดุผูกมัดหรือใช้แทนเชือก แต่ต้องนำมาแช่น้ำก่อนเพื่อให้ฟางนุ่มและป้องกันการแตก ขาด ขณะพันเป็นเกลียวรัด

2.1.1.9 ใช้เป็นวัสดุสำหรับการปล่อยครั่ง

2.1.1.10 ใช้ผลิตเป็นเยื่อกระดาษ

2.1.1.11 ใช้สำหรับการแยกสกัดสารแทนนิน

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกระดาษ

ตั้งแต่โบราณมนุษย์มีความต้องการที่จะจดบันทึกเรื่องราวต่างๆหรือเหตุการณ์ที่ผ่านมา รวมถึงความทรงจำและจินตนาการมนุษย์ในสมัยก่อนใช้วิธีการจดบันทึกโดยการวาดภาพหรือเขียนลงบนพื้นวัสดุตามธรรมชาติ ได้แก่ การวาดภาพตามผนังถ้ำ แผ่นโลหะ หิน ใบลาน เปลือกไม้ หรือบนผืนผ้าไหม[8] จึงกล่าวได้ว่าการเขียนคือแรงผลักดันที่ทำให้เกิดการคิดค้นการผลิตกระดาษขึ้นมา ในปัจจุบันกระดาษไม่ได้มีแต่ประโยชน์ในด้านการเขียนจดบันทึกข้อความเพียงอย่างเดียวแต่ยังสามารถใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆอีกมาก เช่น ใช้ในงานประดิษฐ์ งานหัตถกรรม และงานด้านบรรจุภัณฑ์ โดยมีเนื้อหาสาระสำคัญในเรื่องของกระดาษดังนี้

2.2.1 ความเป็นมาของกระดาษ

กระดาษ (Paper) หมายถึงแผ่นวัสดุเส้นใยเซลลูโลส (Cellulose Fibers) ที่ยึดจับเป็นเนื้อเดียวกันโดยการสานตัวหรือเกิดพันธะระหว่างเส้นใย จัดได้ว่ากระดาษถูกผลิตขึ้นมาเพื่อการใช้ประโยชน์ที่หลากหลาย และเป็นวัสดุที่มีประวัติการใช้งานมาอย่างยาวนานควบคู่กับวัฒนธรรมของมนุษย์ [9] จากประวัติศาสตร์อันยาวนานประมาณ 3,000 ปีก่อน ชาวอียิปต์โบราณได้ค้นพบว่าชิ้นส่วนของลำต้นปาปิรุส (Papyrus) ซึ่งนำมาฝานเป็นแผ่นบางๆแล้วจึงเคลือบผิวด้วยกาวซึ่งเรียกวัสดุชนิดนี้ว่าปาปิรุสแต่อย่างไรก็ตามไม่ได้มีความหมายเดียวกับคำว่า Paper ซึ่งเป็นคำที่ใช้กันในปัจจุบัน เนื่องจากเส้นใยของปาปิรุสไม่ได้แยกตัวออกจากกันตามความหมายของการผลิตกระดาษในปัจจุบัน [10]

ต่อมาในประเทศจีนปี ค.ศ.105 สมัยพระเจ้าจักรพรรดิโฮตี๋มีชาวเมืองลีบางชื่อไจ่หลุน (Ts Ai Lan) ได้ทดลองผลิตกระดาษจากเปลือกในของต้นหม่อน (Mulberry) ซึ่งมีกรรมวิธีในการผลิตที่ซับซ้อนกว่าวิธีการผลิตกระดาษของอียิปต์โดยเริ่มจากนำเปลือกในของต้นหม่อนทำเป็นชิ้นเล็กๆ ผสมกับเศษผ้าไปบดหรือทุบจนเปื่อยยุ่ยกระจายตัวออกเป็นเส้นใยจากนั้นใช้ตะแกรงช้อนขึ้นมาและนำไปตากแดดจนแห้ง การใช้กระดาษที่ผลิตโดยวิธีดังกล่าวของไจ่หลุนเริ่มแพร่หลายขึ้นในประเทศจีน แล้วถูกเผยแพร่ต่อไปยังประเทศต่างๆ เช่น เกาหลี ญี่ปุ่น อาหรับ และไปยังยุโรป [11]

กรรมวิธีในการผลิตกระดาษของไจ่หลุนถูกเผยแพร่ไปสู่ชาวมุสลิม ผ่านสงครามทัลลัส (Tallas) ในปี ค.ศ.751 โดยความรู้ในเรื่องการทำกระดาษได้ถูกถ่ายทอดผ่านเชลยศึกชาวจีน 2 คน จากนั้นชาวมุสลิมได้ทำการปรับปรุงกรรมวิธีในการผลิตกระดาษโดยใช้ผ้าลินินแทนเปลือกของต้นหม่อน อาณาจักรอันบาซิด (ซีเรีย) ในสมัยนั้นเต็มไปด้วยโรงงานทำกระดาษ กระดาษที่ส่งออกไปยังยุโรปส่วนมากทำขึ้นในเมืองดามัสกัส เมื่อขยายการผลิตเพิ่มขึ้นกระดาษจึงมีราคาถูกคุณภาพดีขึ้น และมีจำหน่ายไปอย่างแพร่หลาย [10]

กระดาษเริ่มเข้าสู่ทวีปยุโรปโดยมุสลิมชาวมัวร์ โดยแหล่งการผลิตกระดาษแห่งแรกในทวีปยุโรปมีหลักฐานว่าก่อตั้งขึ้นในปี ค.ศ.1144 ที่ Xativa ใกล้กับเมือง Valencia ประเทศสเปนการผลิตกระดาษในระยะแรกๆนั้น ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ ต่อมาในปี ค.ศ.1799 นายนิโคลาส์ หลุยส โรแบร์ (Nicholas Louis Robert) ชาวฝรั่งเศส [14] เป็นผู้คิดค้นประดิษฐ์เครื่องจักรในการผลิต กระดาษที่มีความยาวต่อเนื่องได้สำเร็จ แต่ต่อมาได้ขายลิขสิทธิ์เครื่องจักรผลิตกระดาษให้กับพี่น้องตระกูลโฟร์ดริเนียร์ (Fourdinier) ซึ่งเป็นชาวลอนดอนแล้วได้นำไปปรับปรุงพัฒนาเครื่องจักรให้ดีขึ้นกว่าเดิมและเปลี่ยนชื่อเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตกระดาษว่า Fourdrinier ซึ่งมีการใช้งานมาจนถึงในปัจจุบัน [10]

การใช้กระดาษในทวีปอเมริกาเหนือ ได้มีการจัดตั้งโรงงานผลิตกระดาษแห่งแรกขึ้นในปีค.ศ.1690 มีชื่อว่า The Rittenhouse Mill ที่ Monoshone Creek Germantown รัฐ Pennsylvania ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยกรรมวิธีในการผลิตกระดาษในยุคแรกๆเน้นแรงงานคนที่ทำด้วยมือเป็นหลัก จนกระทั่งปี ค.ศ.1796 นายนิโคลาส์ หลุยส โรแบร์ ชาวฝรั่งเศสได้เสนอตัวแบบเครื่องจักรผลิตกระดาษแบบต่อเนื่องที่ได้รับการลงทุนและพัฒนาโดยพี่น้องตระกูลโฟร์ดริเนียร์ด้วยความช่วยเหลือจากนายจอห์น ดิกกินสัน (John Dickenson) จนสำเร็จในปี ค.ศ.1801 เครื่องจักรในการผลิตกระดาษดังกล่าวได้เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในชื่อว่า Fourdrinier ซึ่งในปัจจุบันเครื่องจักรผลิตกระดาษมีการพัฒนาให้มีความเร็วและมีประสิทธิภาพในการผลิตกระดาษที่ดีมากขึ้น [10] เพื่อตอบสนองต่อความต้องการใช้

2.2.2 การใช้กระดาษในประเทศไทย

การใช้กระดาษในประเทศไทยคาดว่ามีการนำมาใช้เป็นครั้งแรกตั้งแต่สมัยอยุธยาโดยการนำเข้ามาของชาวโปรตุเกส คำว่ากระดาษเป็นคำที่เพี้ยนมาจากภาษาโปรตุเกสว่า Cartas ซึ่งแปลว่ากระดาษ [16] การผลิตกระดาษในประเทศไทยไม่ปรากฏหลักฐานที่แน่ชัด แต่ในสมัยสุโขทัยหลังจากปี พ.ศ.1826 เมื่อได้เริ่มมีการประดิษฐ์ตัวอักษรไทยโดยการจารึกของพ่อขุนรามคำแหงใช้แผ่นหินแกะสลักในการจดบันทึกเรื่องราวหรือเป็นการเขียนด้วยมือลงบนใบลานซึ่งได้มาจากส่วนของใบจากต้นลานส่วนสมุดข่อยหรือกระดาษข่อยซึ่งทำจากเปลือกของต้นข่อยโดยใช้เปลือกจากลำต้นหรือกิ่งซึ่งมีหลักฐานที่พบว่าประเทศไทย มีการใช้

กระดาษในการจดบันทึกเรื่องราวต่างๆ โดยพงศาวดารฉบับหลวงประเสริฐซึ่งเป็นหนังสือที่มีความเก่าแก่ที่สุดเป็นกระดาษข่อยสีดำตัวหนังสือสีขาวจึงนับได้ว่ากระดาษข่อยเป็นกระดาษชนิดแรกๆที่คนไทยผลิตขึ้นมาใช้เอง [15] นอกจากนั้นยังพบว่ามีกระดาษอีกชนิดหนึ่งซึ่งเป็นกระดาษทำด้วยมือหรือที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่ากระดาษสาซึ่งมีใช้กันมานานไม่น้อยกว่า 500 ปี กระดาษสานิยมทำกันมากทางภาคเหนือของประเทศไทยเชื่อว่าเป็นการทำกระดาษที่สืบทอดวัฒนธรรมมาจากบรรพบุรุษโดยใช้เปลือกจากต้นปอสา (Broussonetia Papyrifera Vent) เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตซึ่งเป็นการทำกระดาษแบบอุตสาหกรรมในครัวเรือน [16] สมัยต่อมาเมื่อมีผู้บุกเบิกการพิมพ์เข้ามาในประเทศไทย ซึ่งพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 4 ทรงโปรดเกล้าฯ ให้มีการจัดตั้งโรงพิมพ์หลวงเป็นแห่งแรกเพื่อจัดพิมพ์เผยแพร่เอกสารทางพระพุทธศาสนา แต่ในสมัยนั้นประเทศไทยยังต้องสั่งนำเข้ากระดาษมาจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาแพงและไม่เพียงพอต่อการใช้งานต่อมาในปลายรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 6 ทรงโปรดเกล้าฯให้มีการจัดตั้งโรงผลิตกระดาษด้วยเครื่องจักรเป็นแห่งแรกในประเทศโดยวัตถุดิบที่ใช้นั้นเป็นเศษกระดาษเหลือใช้ที่เก็บจากสถานที่ทำการของรัฐบาลและซื้อมาจากประชาชน นำมาบดเป็นเยื่อเพื่อใช้ในการผลิตกระดาษขึ้นมาใหม่ [10] ต่อมาในปี พ.ศ.2479 กรมแผนที่ทหารบกได้จัดตั้งโรงงานผลิตกระดาษขึ้นอีกแห่งในจังหวัดกาญจนบุรีเปิดดำเนินการเป็นครั้งแรกปี พ.ศ.2481 และในปี พ.ศ.2500 ทางราชการได้จัดตั้งโรงงานผลิตกระดาษขึ้นที่บางปะอินจังหวัดพระนครศรีอยุธยาจากนั้นได้มีการส่งเสริมให้มีการจัดตั้งโรงงานผลิตกระดาษในส่วนของภาคเอกชน [17] เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณการผลิตให้มีมากขึ้นเพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ที่มีมากขึ้น

2.2.3 องค์ประกอบของกระดาษ

วัตถุดิบที่มีความสำคัญในกระบวนการผลิตกระดาษ คือเยื่อกระดาษซึ่งส่วนใหญ่ได้จากพืชและต้นไม้ กระดาษโดยทั่วไปมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญในกระบวนการผลิตกระดาษโดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเส้นใย (Fibrous Materials) ซึ่งเป็นโครงสร้างของแผ่นกระดาษและส่วนที่ไม่ใช่เส้นใย (Non-Fibrous Materials) ซึ่งเป็นส่วนของสารเติมแต่งที่ผสมลงในส่วนเส้นใยเพื่อปรับปรุงสมบัติของกระดาษให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน [10]

2.2.3.1 ส่วนที่เป็นเส้นใย (Fibrous Materials)

ส่วนที่เป็นเส้นใยซึ่งเป็นโครงสร้างของแผ่นกระดาษ โดยทั่วไปกระดาษจะมีส่วนผสมอยู่ในอัตราส่วนร้อยละ 70-95 ของน้ำหนักกระดาษโดยปริมาณส่วนของเส้นใยจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกระดาษแต่ละชนิด [19] เส้นใยจะได้จากพืชชนิดต่างๆ ซึ่งมีลักษณะของเนื้อไม้เป็นไม้เนื้อแข็งและไม้เนื้ออ่อนหรือพืชจำพวก Non-Wood ซึ่งจะให้เส้นใยที่มีลักษณะแตกต่างกัน ส่วนเส้นใยหรือ

เยื่อ (Pulp) ที่ใช้ทำกระดาษจะเป็นเยื่อผสมของเยื่อใยยาวและเยื่อใยสั้น ในส่วนของเส้นใยจะประกอบไปด้วยเซลล์พืชชนิดต่างๆ ผสมกันอยู่ได้แก่ เส้นใย (Fiber) เซลล์สำรองอาหาร (Parenchyma Cell) และเซลล์ลำเลียงน้ำ (Vessel Element) ส่วนเยื่อที่ได้จาก Non-Wood จะมีเซลล์ชนิดอื่นผสมอยู่เช่น เซลล์วงแหวน (Ring Thickening) เซลล์ปากใบ (Stomata Cell) และเซลล์ผิวนอก (Epidermis Cell) เป็นต้น [19] เซลลูโลส (Cellulose) ซึ่งเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่มีโครงสร้างของน้ำตาลกลูโคสมาเรียงต่อกันกับเฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ซึ่งเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีโครงสร้างโมเลกุลของกลูโคสและน้ำตาลอื่นๆ เช่น แมนโนส (Mannose) ฟูโคส (Fucose) ไซโลส (Xylose) มาต่อกันเป็นเส้นใยและในเส้นใยยังมีส่วนของลิกนิน (Lignin) ซึ่งทำหน้าที่ในการเชื่อมเส้นใยให้ติดกันซึ่งในกระบวนการผลิตกระดาษหากมีลิกนินหลงเหลืออยู่ในกระดาษจะทำให้กระดาษเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อได้รับแสง [20]

1) เยื่อใยสั้น (Short Fiber Pulp) ผลิตได้จากไม้เนื้อแข็ง (Hardwood) เส้นใยจะมีลักษณะเล็กละเอียดแต่ความแข็งแรงต่ำมีความยาวประมาณ 1-1.5 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 10-20 ไมครอน ได้แก่ ไม้จำพวกยูคาลิปตัส (Eucalyptus) กระถินเทพา (Acacia) เบิร์ค (Birch) และแอสเพน (Aspen) เนื่องจากเยื่อใยสั้นมีขนาดเล็กทำให้กระดาษที่ผลิตจากเยื่อใยสั้น มีสมบัติเด่นคือผิวกระดาษมีความเรียบทึบแสง เนื้อกระดาษแน่นและสม่ำเสมอแต่มีข้อเสีย คือความแข็งแรงทางกลมีน้อยและกระดาษขาดง่าย

2) เยื่อใยยาว (Long Fiber Pulp) ผลิตได้จากไม้เนื้ออ่อน (Softwood) เส้นใย จะมีลักษณะหยาบ มีความแข็งแรงสูงมีความยาวของเส้นใยประมาณ 3-3.5 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 20-40 ไมโครเมตร ซึ่งจะทำให้มีความสามารถในการยึดเกี่ยวกันสูง ทำให้กระดาษมีความแข็งแรงขึ้นทนต่อแรงดึงแรงฉีกขาด ผลิตได้จากไม้จำพวกสน (Pine) และสปรู๊ซ (Spruce) เป็นต้น [21]

2.2.3.2 ส่วนที่ไม่ใช่เส้นใย (Non-Fibrous Materials) นอกจากส่วนของเยื่อหรือเส้นใยกระดาษยังประกอบด้วยองค์ประกอบหลักอีกส่วน คือ สารเติมแต่งซึ่งเป็นสารเคมีที่ใช้เติมลงในกระบวนการผลิตกระดาษ เพื่อปรับปรุงสมบัติของกระดาษให้ได้ตามวัตถุประสงค์ในการใช้งานของกระดาษแต่ละชนิดซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1) สารเติมแต่งหลัก (Functional Additive) สารเติมแต่งในประเภทนี้จะทำหน้าที่ช่วยปรับปรุงสมบัติเฉพาะอย่างของกระดาษ สามารถแบ่งได้เป็น 6 ชนิด คือ

(1) ตัวเติม (Filler) สารเติมแต่งชนิดนี้เป็นผงแร่สีขาวจะให้สมบัติด้านทัศนะศาสตร์ และปรับปรุงสมบัติด้านการพิมพ์ของกระดาษผงแร่ที่ใช้เป็นตัวเติมลงในกระดาษจะมีขนาดเล็ก ละเอียด มีขนาดประมาณ 1-10 ไมครอนผงแร่ที่มีขนาดเล็กเมื่อเติมลงไปจะช่วยเพิ่มเนื้อที่ผิวภายในกระดาษโดยเพิ่มพื้นผิวระหว่างผงแร่กับอากาศและผงแร่กับเส้นใยทำให้เพิ่มค่าการกระเจิง

แสง (Light Scattering) ของกระดาษทำให้กระดาษมีค่าความขาวสว่างเพิ่มขึ้นและจะทำให้กระดาษมีผิวเรียบขึ้นผงแร่ที่ใช้ในการเติมลงในกระดาษ ได้แก่ ดินขาว (Kaolin Clay) ไททาเนียมไดออกไซด์ (Titanium Dioxide, TiO_2) และแคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate, $CaCO_3$)

(2) สารต้านการซึมน้ำ (Sizing Agent) เป็นสารเคมีที่เติมลงไปเพื่อเพิ่มสมบัติด้านการต้านทานการซึมน้ำของกระดาษ ทำให้กระดาษทนต่อการเปียกน้ำได้ดีขึ้น เนื่องจากกระดาษทำจากเส้นใยเซลลูโลส ซึ่งมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้สูง กระดาษที่ไม่ได้เติมสารต้านการซึมน้ำจะดูดซับน้ำได้ง่าย การเติมสารต้านการซึมน้ำจะช่วยลดพื้นที่ผิวของการดึงดูดระหว่างเส้นใยกับโมเลกุลของน้ำ ทำให้ลดอัตราการซึมน้ำเข้าสู่เนื้อกระดาษ เมื่อกระดาษสัมผัสกับน้ำจะไม่เปียกหรือซับน้ำอย่างรวดเร็ว สารต้านการซึมน้ำที่ใช้ในการทำกระดาษ ได้แก่ สารส้มและชันสน (Alum - Rosin Size) ไขผึ้ง (Wax) ยางมะตอย (Asphalt) อัลคิลคีทีนไดเมอร์ (Alkyl Ketene Dimmer, AKD) อัลคีนิลซักซินิกแอนไฮดรายด์ (Alkenyl Succinic Anhudride, ASA) เป็นต้น [18]

(3) สารเพิ่มความเหนียว (Dry Strength Agent) เป็นสารเคมีที่เติมลงไปเพื่อเพิ่มสมบัติด้วยความเหนียวของกระดาษ โดยเฉพาะความต้านแรงดึงและความต้านแรงดันทะลุ นอกจากนี้ยังช่วยลดการหลุดลอกของเส้นใยที่ผิวกระดาษ และช่วยเพิ่มพันธะของแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างชั้นกระดาษแข็ง สารเพิ่มความเหนียวที่ใช้ ได้แก่ สตาร์ชธรรมชาติ (Native Starch) สตาร์ชดัดแปร (Modified Starch) กัม (Gum) และพอลิอะคริลเอไมด์ (Polyacrylamide) ซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้สตาร์ชประจุบวกและพอลิอะคริลเอไมด์ เนื่องจากสารเหล่านี้มีประจุบวกจึงสามารถจับกับเส้นใยซึ่งเป็นประจุลบได้ดี [21]

(4) สารเพิ่มความเหนียวเมื่อเปียก (Wet Strength Agent) เป็นสารเคมีที่เติมลงไปเพื่อรักษาความเหนียวของกระดาษเมื่อเปียกให้คงไว้ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 ของความเหนียวเดิม ปกติจะไม่ใส่สารชนิดนี้ในกระดาษพิมพ์ทั่วไปแต่จะใช้ในกระดาษพิมพ์งานพิเศษที่ต้องการความเหนียวเมื่อเปียกสูง เช่น กระดาษพิมพ์แผนที่ กระดาษธนบัตรเป็นต้นสารเคมีที่ใช้เป็นสารเพิ่มความเหนียวเมื่อเปียก ได้แก่ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ (Urea-Formaldehyde) เมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ (Melamine-Formldelyde) โพลีอะมาย (Pdyamide) และโพลีเอมีน (Polyamine) [10]

(5) สารสีย้อม (Dyes) เป็นสารเคมีที่ใส่ลงไปในกระบวนการผลิตกระดาษมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับแต่งสีของกระดาษ โดยเฉพาะกระดาษสี (Colored Paper) ซึ่งจะรักษาโทนสีของกระดาษให้สม่ำเสมอคงที่และปรับแต่งเฉดสีของกระดาษ เรียกว่า สีแต่ง (Tining Dyes) เพื่อชดเชยสีของเยื่อกระดาษที่มีองค์ประกอบของลิกนินซึ่งจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อสัมผัสกับความร้อนหรือแสงอาทิตย์

สารสีย้อมที่ใช้สามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ สีไดเร็กท์ (Direct Dyes) สีเบสิค (Basic Dyes) และสีแอสิด (Acid Dyes)

(6) สารฟอกนวล (Optical Brightening Agent) เป็นสารสีย้อมประเภทเรืองแสง (Fluorescent Dyes) ซึ่งจะมีสมบัติพิเศษการดูดซับแสง UV (Ultraviolet) และจะคายออกในช่วงคลื่นที่ตาสามารถมองเห็นได้ จะทำให้กระดาษมีความขาวสว่างเพิ่มขึ้นกระดาษพิมพ์เขียนทุกชนิดจะมีสารฟอกนวลผสมอยู่ [19]

2) สารเติมแต่งเสริม (Chemical Processing Aids) สารประกอบประเภทนี้นอกจากจะทำหน้าที่ช่วยเสริมให้สารเติมแต่งหลักทำหน้าที่เฉพาะอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยสารเติมแต่งเสริมสามารถแบ่งได้ 6 ประเภทดังนี้ [22]

(1) สารเพิ่มการตกค้าง (Retention Aids) จะช่วยให้เส้นใยละเอียดและสารตัวเติมตกค้างอยู่ในเยื่อกระดาษมากขึ้น และลดการสูญเสียสารเติมแต่งหลักที่เติมลงในเยื่อกระดาษเพื่อปรับปรุงคุณภาพของกระดาษให้ได้ตามวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ

(2) สารต้านการเกิดฟอง (Defoamers) ช่วยป้องกันการเกิดฟองและช่วยให้เยื่อกระดาษมีความสม่ำเสมอดีขึ้น และยังช่วยให้น้ำแยกตัวออกจากเยื่อกระดาษเร็วยิ่งขึ้น

(3) สารควบคุมจุลินทรีย์ (Microbiological Control Agent) สารควบคุมจุลินทรีย์จะควบคุมการเกิดเมือก (Slimr) และการแพร่ขยายของจุลินทรีย์ในเครื่องจักรสำหรับการผลิตกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ

(4) สารควบคุมการเกิดจุดด่าง (Pitch Control Agent) เป็นสารควบคุมการเกิดจุดด่างในกระบวนการผลิตกระดาษ เพื่อลดการเกิดจุดหรือรอยด่างบนกระดาษภายหลังจากการผลิต

(5) สารช่วยแยกน้ำ (Drainage Aids) เป็นสารช่วยเพิ่มอัตราการแยกตัวของน้ำออกจากกระดาษในขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นกระดาษให้เร็วขึ้น

(6) สารช่วยกระจายตัว (Formation Aids) ช่วยให้เส้นใยกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ และลดการจับเป็นก้อนของเส้นใยในขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นกระดาษทำให้เนื้อกระดาษมีความสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่น [22]

2.2.4 แหล่งเส้นใยในการนำมาผลิตเยื่อกระดาษ

ในกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษมีการใช้วัตถุดิบหลากหลายชนิด ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือวัตถุดิบประเภทไม้ (Wood) และวัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (Non-Wood) สำหรับรายละเอียดของวัตถุดิบแต่ละชนิด มีดังนี้

2.2.4.1 วัตถุดิบประเภทไม้ (Wood)

สำหรับวัตถุดิบที่มีความนิยมนำมาผลิตเป็นเยื่อกระดาษในประเทศไทย คือ ยูคาลิปตัส (Eucalyptus) ซึ่งเป็นไม้โตเร็วที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในระยะเวลาเพียง 4-5 ปีและได้ผลผลิตเฉลี่ย 10-15 ตันต่อไร่ ยูคาลิปตัสสามารถนำมาใช้ทำเยื่อกระดาษได้ดีเพราะให้ผลผลิตสูง เหมาะแก่การผลิตเป็นเส้นใยสั้นและยังสามารถส่งออกไปในรูปของไม้สับไปต่างประเทศ โดยเส้นใยของยูคาลิปตัสมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 1 มิลลิเมตรและมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 18 ไมโครเมตร มีองค์ประกอบทางเคมีโดยมีเซลลูโลสประมาณร้อยละ 47 ลิกนิลประมาณร้อยละ 20 เฮมิเซลลูโลส ประมาณร้อยละ 23 [23] ยูคาลิปตัสเป็นไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศออสเตรเลียมีลักษณะลำต้นเป็นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่มีความสูงเฉลี่ยอยู่ประมาณ 24-28 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-2 เมตร โดยลักษณะของใบเป็นรูปหอกมีขนาด 2.5-12 x 0.3-0.8 นิ้ว ก้านใบยาวเปลือกนอกหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร ส่วนของช่อดอกจะเกิดที่ข้อต่อระหว่างกิ่งกับใบผลมีลักษณะครึ่งวงกลมคล้ายรูปถ้วยขนาด 0.2-0.3 x 0.2-0.3 นิ้ว สำหรับเนื้อไม้ยูคาลิปตัสมีแก่นสีน้ำตาลสีน้ำตาลอ่อนในการผลิตกระดาษซึ่งเยื่อไม้ยูคาลิปตัส 1 ตัน สามารถผลิตกระดาษได้ประมาณ 1 ตัน โดยกระดาษที่ผลิตจากเยื่อไม้ยูคาลิปตัสจะมีคุณสมบัติเด่นคือมีความฟูทึบแสงและไฟเบอร์มีความแข็งแรง [24]

2.2.4.2 วัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ (Non-Wood)

วัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ในการนำมาผลิตเป็นเยื่อกระดาษ สำหรับประเทศไทยมีการนำวัสดุที่ไม่ใช่ไม้มาผลิตเป็นกระดาษอยู่ 5 ชนิด คือ ชานอ้อย ฟางข้าว ปอแก้ว ไม้ไผ่และปอสา โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ชานอ้อย (Bagasse) ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการปลูกอ้อยเป็นจำนวนมาก ชานอ้อยที่นำมาผลิตเป็นเยื่อกระดาษนั้นเป็นส่วนที่เหลือจากโรงงานผลิตน้ำตาลจากอ้อยชานอ้อยจะมีเส้นใยยาวประมาณ 0.8-2.8 มิลลิเมตร เฉลี่ย 1.6 มิลลิเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10-34 ไมโครเมตร เฉลี่ย 20 ไมโครเมตร และมีส่วนประกอบทางเคมี คือมีเซลลูโลส ร้อยละ 26-39 ลิกนิน ร้อยละ19-22 สำหรับผลผลิตเยื่อฟอกขาวที่ใช้ชานอ้อยเป็นวัตถุดิบจะมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 40–45

2) ฟางข้าว (Rice Straw) ฟางข้าวมีลักษณะของเส้นใยยาวประมาณ 0.7-3.5 มิลลิเมตรและมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5-15 ไมโครเมตร มีองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยจากฟางข้าวมีเซลลูโลสร้อยละ 28-41 ลิกนินร้อยละ 10-17 และเมื่อเปรียบเทียบขนาด Dimension ของเส้นใยจากฟางข้าว พบว่ามีเส้นใยสั้นกว่าวัตถุดิบชนิดอื่นในการผลิตเยื่อจากฟางข้าวแบบเคมีหรือแบบกึ่งเคมีจะให้ผลผลิตเยื่ออยู่ในช่วงร้อยละ 30-45 ซึ่งประเทศไทยมีการใช้ฟางข้าวเป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นเยื่อกระดาษน้อยมากโดยปริมาณที่ใช้เฉลี่ยเพียงปีละ 20,000 ตัน [23]

3) ปอแก้ว (Kenaf) ปอแก้วเป็นพืชเส้นใยที่เคยเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตกระดาษปอแก้วมีเส้นใยยาวเฉลี่ยประมาณ 1.5 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 25 ไมโครเมตร และมีส่วนประกอบของเซลลูโลสประมาณร้อยละ 64 และลิกนินร้อยละ 11-21 เยื่อกระดาษจากปอแก้วมีปัญหาหลักของความผันผวนในราคาปอจากตลาดโลก และยังเป็นวัตถุดิบที่เป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมอื่นเช่น การทำกระสอบโดยผู้ผลิตเยื่อกระดาษจากปอแก้วมักประสบปัญหาขาดแคลนปอจึงทำให้ไม่ได้มีการผลิตเยื่อกระดาษจากปอแก้วด้วยสาเหตุที่ปริมาณของวัตถุดิบที่มีไม่สม่ำเสมอ

4) ไม้ไผ่ (Bamboo) ไม้ไผ่มีลักษณะของเส้นใยที่มีความยาวเฉลี่ยประมาณ 23 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยเฉลี่ยประมาณ 18 ไมโครเมตร และมีส่วนประกอบของเซลลูโลสร้อยละ 35-47 และมีปริมาณของลิกนินร้อยละ 22-30 ปัญหาของไม้ไผ่ คือ ปริมาณสำรองของไม้ไผ่ตามธรรมชาติเทียบกับอัตราการตัดและการขึ้นทดแทนไม่สมดุลย์กันในการนำไม้ไผ่มาสู่กระบวนการผลิตก่อนนำ ไม้ไผ่มาผ่านเข้าเครื่องสับชิ้นไม้ (Chipper) และเครื่องคัดขนาด (Screening) โดยจะต้องทำการกำจัดฝุ่นเหมือนกับขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบประเภทไม้ยูคาลิปตัส ยกเว้นจะไม่มีขั้นตอนการปอกเปลือก (Debarking) [19]

5) ปอสา (Mulberry) ปอสาที่นำมาใช้ในการผลิตเยื่อกระดาษและใช้ในส่วนเปลือกของปอสา ภายหลังจากจัดเตรียมวัตถุดิบแล้วจะนำมาผ่านขั้นตอนการย่อยและแยกเส้นใยออกจากกันซึ่งกระบวนการย่อยแยกเส้นใยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือกระบวนการกล (Mechanical Process) กระบวนการกึ่งเคมี (Semichemical Process) และกระบวนการเคมี (Chemical Pulping Process) โดยขนาดเส้นใยจากเปลือกปอสามีขนาดของความยาวอยู่ที่ 8.2 มิลลิเมตร ความกว้าง 20.3 ไมโครเมตร และความหนาของผนังเส้นใย 5.4 ไมโครเมตร โดยมีผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกปอสาพบว่าปริมาณลิกนินร้อยละของน้ำหนักของปอสาอบแห้งอยู่ที่ 4.9 โฮโลเซลลูโลสร้อยละ 73.3 อัลฟา เซลลูโลสร้อยละ 60.9 เบต้า-เซลลูโลสร้อยละ 3.3 และแกมม่าเซลลูโลสร้อยละ 8.8 [10]

2.2.5 สมบัติของกระดาษ

สมบัติทางโครงสร้างของกระดาษ (Structural Properties) [25]

กระดาษเป็นแผ่นวัสดุที่ไม่ได้มีเนื้อเดียวกัน และมีความสม่ำเสมอของเนื้อกระดาษที่แตกต่างกันซึ่งเกิดจากโครงสร้างของกระดาษที่ประกอบขึ้นจากการสานตัวของเส้นใยลักษณะทางโครงสร้างของกระดาษจึงเป็นตัวบ่งชี้การจัดเรียงขององค์ประกอบต่างๆภายในเนื้อกระดาษโดยมีเนื้อหาที่สำคัญดังนี้

2.2.5.1 น้ำหนักพื้นฐาน (Basis Weight) หมายถึงน้ำหนักของกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่โดยวัดจากกระดาษที่ถูกเก็บไว้ในสภาวะที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ การวัดมี 2 ระบบคือ ระบบน้ำหนักพื้นฐานแบบอิมพีเรียล (Imperila Basis Weight System) กับระบบน้ำหนักพื้นฐานแบบเมตริก (Metric Basis Weight System) สำหรับประเทศไทยเราใช้ระบบหลังคือระบบน้ำหนักพื้นฐานแบบเมตริก ซึ่งเป็นการกำหนดน้ำหนักพื้นฐานของกระดาษเป็นกรัมต่อหนึ่งตารางเมตร (Gm/M2) หรือเรียกว่าแกรมเมจ (Grammage) ในการสื่อสารกันในวงการพิมพ์มักเรียกสั้นๆว่ากรัมหรือแกรม

2.2.5.2 ความหนา (Caliper) หมายถึง ระยะห่างระหว่างผิวกระดาษด้านหนึ่งไปยังผิวกระดาษอีกด้านหนึ่งโดยวัดในแนวตั้งฉากกับผิวกระดาษและวัดในสภาวะและวิธีการตามมาตรฐานที่กำหนดไว้หน่วยวัดจะเป็นมิลลิเมตร ไมโครเมตรหรือเป็นนิ้วสำหรับเมืองไทยนิยมใช้เป็นมิลลิเมตร สิ่งที่มีผลทำให้เกิดความหนาของกระดาษที่แตกต่างกัน คือน้ำหนักพื้นฐานของกระดาษเยื่อกระดาษที่นำมาใช้กรรมวิธีในการทำและบดเยื่อแรงกดของลูกกลิ้งในขบวนการทำรีดกระดาษระหว่างผลิต ดังนั้นน้ำหนักพื้นฐานของกระดาษที่เท่ากันก็อาจมีความหนาที่ไม่เท่ากันได้

2.2.5.3 ความสม่ำเสมอของการกระจายตัวของเส้นใยกระดาษ (Formation) หมายถึงการเปรียบเทียบปริมาณของเส้นใยในบริเวณต่างๆ ของกระดาษว่ามีความเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร กระดาษที่มีความสม่ำเสมอของการกระจายตัวของเส้นใยที่ดีจะทำให้กระดาษเรียบเสมอกันทั้งแผ่นและมีความหนาเท่าเทียมกันเมื่อนำไปพิมพ์ก็จะได้ภาพพิมพ์ที่ดีไม่กระดำกระด่าง

2.2.5.4 แนวเส้นใย (Grain Direction) หมายถึงแนวการเรียงตัวของเส้นใยกระดาษถึงแม้ว่าเส้นใยของกระดาษจะวางตัวไม่เป็นระเบียบ แต่เมื่อดูภาพรวมจะพบว่าการเรียงตัวของเส้นใยส่วนใหญ่จะมีทิศทางไปในแนวเดียวกันและเป็นแนวเดียวกับการไหลของน้ำเยื่อและการเคลื่อนของตะแกรงในเครื่องผลิตซึ่งเรียกแนวนี้ว่าแนวขนานเครื่องส่วนแนวที่ตั้งฉากกับแนวขนานเครื่อง เรียกว่าแนวขวางเครื่องจากการศึกษาเรื่องความชื้นกับเส้นใย พบว่าเมื่อความชื้นสูงขึ้นอัตราการขยายตัวด้าน

กว้างของเส้นใยจะสูงกว่าด้านยาวของเส้นใย ดังนั้นการขยายตัวของกระดาษด้านแนวขวางเครื่องจะสูงกว่าด้านขนานเครื่องเมื่อกระดาษพบกับความชื้นที่สูงขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่โรงพิมพ์ต้องคำนึงถึงในการเลือกใช้กระดาษให้ถูกแนวเพื่อลดปัญหาการพิมพ์สีเหลื่อม

2.2.5.5 ความสามารถในการคงขนาด (Dimensional Stability) หมายถึงความสามารถของกระดาษในการรักษาขนาดทั้งด้านกว้าง ด้านยาว และความหนาให้คงเดิมเมื่อได้รับสภาพแวดล้อมที่ต่างไป เช่น ได้รับความชื้นที่เพิ่มได้รับแรงกดทับความสามารถในการคงขนาดที่ดีช่วยลดปัญหาในการพิมพ์ เช่น ลดปัญหาการพิมพ์สีเหลื่อม

2.2.5.6 ความพรุน (Porosity) หมายถึงการเปรียบเทียบปริมาณและขนาด ความลึกของหลุมบนกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ความพรุนมากช่วยทำให้อากาศและของเหลวซึมผ่านได้ง่าย ดังนั้นเมื่อกระดาษที่มีความพรุนสูงได้รับหมึกพิมพ์หมึกก็จะซึมลงในหลุม ทำให้หมึกแห้งตัวเร็วแต่ยังผลให้เนื้อสีที่คงเหลืออยู่บนผิวน้อยภาพพิมพ์จึงดูซีดและไม่คมชัด

2.2.5.7 ความเรียบ (Smoothness) หมายถึงระดับความเรียบของผิวกระดาษเทียบกับความเรียบของผิวแก้ว ความเรียบของผิวกระดาษที่ดี ทำให้การรับเม็ดหมึกได้ดีไม่กระจายตัวออกทำให้เม็ดสกรีนคมภาพพิมพ์จึงออกมาคมชัดมีแสงเงาที่ดี

2.2.6 กระดาษที่ใช้ในงานประดิษฐ์

กระดาษที่ใช้ในงานประดิษฐ์ในปัจจุบันมีความสวยงาม ซึ่งช่วยตกแต่งให้ชิ้นงานมีราคาและสวยงามยิ่งขึ้นมีหลายชนิดสามารถเลือกได้ตามความเหมาะสม ดังนี้มีหลายประเภทดังนี้ [26]

2.2.6.1 กระดาษสาเป็นกระดาษที่ผลิตในประเทศทำจากต้นสา มีหลายชนิดดังนี้

1) กระดาษสาชนิดบาง ให้ความสวยงามเป็นธรรมชาติให้ห่อมีการเติมลวดลายสีสันให้น่าใช้ยิ่งขึ้น มีสีให้เลือกมากราคาไม่แพงมีราคาอยู่ระหว่าง 5-10 บาท แหล่งผลิตอยู่ทางภาคเหนือของไทยบริเวณจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำปาง การใช้ต้องใช้พลาสติกใส่รองด้านบนและด้านล่างป้องกันการเปียกน้ำ

2) กระดาษสาชนิดหนา มีความหนา เนื้อกระดาษนุ่ม ผิวขรุขระมีทุกสีมีการนำดอกไม้ใบไม้มาใส่ในเนื้อกระดาษสาประเภทนี้ทำให้สวยงามเป็นธรรมชาติมากขึ้นเหมาะสำหรับห่อของขวัญและห่อดอกไม้

3) กระดาษสาชนิดมีการตกแต่งพิเศษผู้ผลิตกระดาษสาได้พัฒนาปรับแต่งผลิตภัณฑ์ให้มีคุณค่าและความสวยงามที่หลากหลายโดยนำมาเพ้นท์สีทำลวดลายใหม่ เช่น ลายบาติก ลายปักทอง ลายพ่นทอง ลายพิมพ์ ใส่ดอกไม้ใบไม้สีสวยลงไปในกระดาษรวมถึงการทำผิวสัมผัส

ให้มีลักษณะแปลกตาออกไป เช่น ผิวเรียบ ผิวขรุขระ ผิวหยาบ ทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการย่อยสลายได้ง่ายเพราะเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติเป็นคุณสมบัติเด่นของกระดาษสาไทย

4) กระดาษสาชนิดที่มาจากต่างประเทศมีลักษณะแตกต่างจากกระดาษสาของไทย คือ เหนียวกว่า ถูกน้ำได้ เนื้อบาง โปร่งใส เนื่องจากมีส่วนผสมของใยสังเคราะห์ลักษณะสัมผัสคล้ายกระดาษสา ลวดลายต่างๆมากมาย เช่น ลายตาสก๊อต ลายดอกไม้ ลายรูปสัตว์ต่างๆ ประเทศที่ผลิตส่วนใหญ่ คือ จีน ญี่ปุ่น เกาหลี และไต้หวันซึ่งถือเป็นคู่แข่งทางการค้าของไทยราคากระดาษสาประเภทนี้อยู่ระหว่าง 20-30 บาทขึ้นอยู่กับจำนวนและขนาดที่สั่งซื้อขายปลีกมีจำหน่ายอยู่บ้างตามร้านกิ๊ฟช้อปหรือร้านขายอุปกรณ์ดอกไม้ทั่วไป

2.2.6.2 กระดาษห่อดอกไม้ชนิดพิเศษ เป็นกระดาษที่ผลิตขึ้นเพื่อการห่อดอกไม้โดยเฉพาะมีเนื้อกระดาษเหนียวเคลือบมัน มีรูปแบบลวดลายให้เลือกมากมายฉีกขาดยากกว่าคุณสมบัติพิเศษที่มีเหมาะสำหรับห่อดอกไม้โดยเฉพาะคือ เมื่อติดสก๊อตเทปแล้วสามารถดึงออกได้โดยไม่ทำให้กระดาษขาดเสียหายได้มีทั้งที่ผลิตในประเทศซึ่งราคาประมาณ 5-10 บาทถ้าเป็นชนิดที่มาจากต่างประเทศราคาจะอยู่ระหว่าง 15-30 บาท ซึ่งจะมีลวดลายและสีสันที่สวยมีรายละเอียดมากประเทศที่มีผลิตกระดาษประเภทนี้ได้แก่ ญี่ปุ่น ไต้หวัน เกาหลี สวิตเซอร์แลนด์ เยอรมนี สหรัฐอเมริกาและอังกฤษมีชื่อเสียงแตกต่างกัน เช่น กระดาษเงิน กระดาษฟอยล์สี เป็นต้น

2.2.6.3 กระดาษโปร่งใสใช้ห่อของขวัญที่ต้องการให้เห็นของภายใน เช่น ดอกไม้สด ดอกไม้แห้ง ห่อกล่อง เซลลูลอย หรือห่อของที่มีความสวยงามอยู่แล้วต้องการโชว์ให้เห็นของเพียงแต่การห่อเป็นการเพิ่มความเก๋ไก๋ให้กับของขวัญ ลักษณะกระดาษประเภทนี้จะเรียกว่ากระดาษแก้วก็ย่อมได้ซึ่งอันที่จริงแล้วไม่ใช่กระดาษแต่เป็นแผ่นพลาสติกใสพิมพ์ลายนั้นเอง ราคาอยู่ระหว่างแผ่นละ 10-20 บาท กันน้ำได้ ซึ่งเหมาะสำหรับห่อช่อดอกไม้สดหรือใช้ห่อคู่กับกระดาษสาอีกชั้นหนึ่ง เพิ่มความสวยงามได้มาก

2.2.6.4 กระดาษฟิล์มใช้สำหรับห่อของขวัญ ห่อช่อดอกไม้ ห่อขวดกล่องได้หลายรูปทรง มีทุกสีเป็นพิมพ์มันไม่ยับจัดรูปทรงได้ตามวัตถุที่ต้องการห่อฉีกขาดได้ยากต้องใช้กรรไกรตัดมีทั้งสีเงินทอง สีบรอนซ์ มีลักษณะเป็นเงามันเหลือบบางชนิดมีลายและเงาแสงในตัวเองเรียก ลายเลเซอร์แต่มีราคาแพงประมาณแผ่นละ 15-20 บาท กันน้ำได้ ถ้ามี 2 สีในแผ่นเดียวคือด้านละสีอาจมีสีเงินด้านหนึ่งอีกด้านหนึ่งเป็นสีเขียวแดงหรือสีอื่นๆ เป็นวัสดุที่ผลิตในต่างประเทศจึงมีราคาสูงมีทั้งชนิดแผ่นและม้วน ซึ่งจำหน่ายเป็นแผ่นๆ ส่วนชนิดเป็นม้วนใหญ่จำหน่ายเป็นเส้นความยาวต่อเนื่องสามารถตัดออก

ตามความยาวที่ต้องการใช้ข้อเสีย คือ เป็นโพลิเมอร์พลาสติกที่ไม่ย่อยสลายซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ถ้ามีการใช้จำนวนมาก

2.3 การเคลือบฟิล์มลามิเนต

2.3.1 ความหมายของฟิล์มลามิเนต

ลามิเนต (Laminate) ตามความหมายในพจนานุกรม มีความหมายว่า “การทำให้เป็นแผ่นบางๆประกอบด้วยชั้นบางๆ” เช่นเดียวกับฟิล์มลามิเนตหมายถึงแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผ่านกระบวนการลามิเนตโดยการนำฟิล์มพลาสติกหลายๆชั้นมาเคลือบติดเข้าด้วยกันเป็นฟิล์มแผ่นเดียว หรือการเคลือบฟิล์มพลาสติกเข้ากับวัสดุอื่นๆเช่น กระดาษหรือฟอยล์โลหะโดยทำการยึดติดระหว่างชั้นฟิล์มด้วยการใช้ความร้อนหรือใช้กาว (Adhesive) โดยฟิล์มลามิเนตจะมีจำนวนชั้นของฟิล์มมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตามความต้องการของผู้ผลิต [4]

ฟิล์มลามิเนต (Laminate Films) หรือพลาสติกลามิเนต (Laminate Plastic) คือการเคลือบฟิล์มพลาสติกเข้ากับวัสดุอื่นๆ เช่น กระดาษต่างๆบรรจุภัณฑ์อาหาร หรือฟอยล์โลหะโดยจะทำการยึดติดกันระหว่างของชั้นฟิล์มด้วยการใช้ความร้อนหรือกาว โดยฟิล์มลามิเนตนั้นก็จะมีจำนวนชั้นของฟิล์มมากหรือน้อยนั้นจะขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ผลิต เช่นการบรรจุภัณฑ์สำหรับสแน็ค (Snack) ซึ่งส่วนใหญ่นั้นก็จะใช้ฟิล์มลามิเนตกันทั้งนั้นในประเทศไทยนิยมเลือกใช้ฟิล์มลามิเนตกันเป็นอย่างมากด้วย เพราะมันสามารถที่จะป้องกันใช้ชิ้นงานของเรามีความแข็งแรง นอกจากนี้ยังสามารถที่จะทำให้ชิ้นงานของเรามีความสวยงามอีกด้วยวัตถุประสงค์ของการผลิตฟิล์มลามิเนตนั้นก็ต้องการให้ลวดลายหรือตัวอักษรที่พิมพ์ลงไปนั้นสามารถที่จะติดอยู่กับฟิล์มได้อย่างยาวนานมากยิ่งขึ้นสามารถที่จะป้องกันรอยขีดข่วนป้องกันน้ำและความชื้นได้เป็นอย่างดี [4] ดังแสดงในรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 ฟิล์มลามิเนต

ที่มา : [27]

2.3.2 ประเภทของการเคลือบฟิล์ม มีดังนี้

2.3.2.1 การเคลือบฟิล์มแบบร้อนต้องอาศัยความร้อนเป็นหลักในการเคลือบโดยการเคลือบฟิล์มแบบนี้จะเป็นการเคลือบในรูปแบบที่มี (Biaxially Polypropylene Film : BOPP) เป็นวัสดุฐานที่จะใช้กระบวนการเคลือบผิวแบบอัดรีดเพื่อความรวมชั้นของฟิล์ม (Biaxially Oriented Polypropylene Film : BOPP) กับกาวลามิเนตความร้อนซึ่งก็จะเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายเป็นอย่างมากการเคลือบด้วยวิธีนี้ทำให้ชิ้นงานมีความสวยงามและมีหลากหลายรูปแบบที่จะทำให้ชิ้นงานมีความแตกต่างกันได้ การเลือกวีการเคลือบฟิล์มร้อนนั้นทำให้ชิ้นงานออกมาได้อย่างสมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้นเพราะสื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ ในทุกวันนี้นิยมการเคลือบแบบร้อนเป็นส่วนใหญ่โดยจะเน้นไปที่ธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น การผลิตตำราเรียน โปรชัวร์ และใบปลิวเป็นต้น

2.3.2.2 การเคลือบฟิล์มแบบเย็นการเคลือบเย็นนั้นก็จะเป็นการเคลือบแผ่นฟิล์มการเคลือบฟิล์มแบบเย็น (Laminating Cold Film) แบบติดชิ้นงานโดยปราศจากระบบให้ความร้อนใดๆ เพราะแผ่นฟิล์มชนิดนี้จะมีกาวติดอยู่ด้านหลังของฟิล์ม และมีแผ่นกระดาษรองหลังหรือที่เรียกว่า Liner ส่วนมากจะเป็นสีเหลืองซึ่งการเคลือบแบบเย็นสามารถป้องกันแสงแดดได้เป็นอย่างดีการใช้งานฟิล์มเคลือบเย็นนั้นก็ถือเป็นอีกหนึ่งสิ่งที่ได้รับความสะดวกสบายเป็นอย่างมาก เพราะมีอย่างแพร่หลายในร้านจำหน่ายพลาสติกซึ่งส่วนใหญ่ที่จะนิยมใช้กันนั้นก็จะเป็นการติดแผ่นป้าย พรบ.บนรถยนต์หรือมอเตอร์ไซค์เพราะการใช้ฟิล์มเคลือบเย็นนั้นมันก็ทำให้เกิดความสะดวกในการติดชิ้นงานลงไป

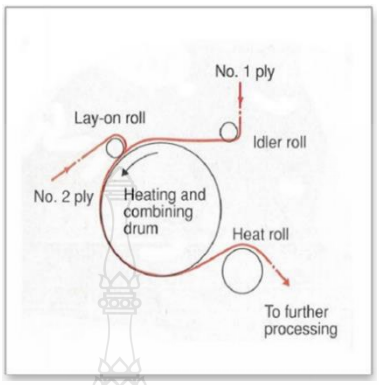
2.3.3 กระบวนการผลิตฟิล์มลามิเนต

กระบวนการผลิตฟิล์มลามิเนตทำได้ 2 วิธีหลักๆ ได้แก่ การลามิเนตให้ฟิล์มยึดติดประสานกันด้วยความร้อน (Thermal Lamination) และการลามิเนตโดยใช้กาว (Adhesive) เป็นตัวประสานให้ฟิล์มยึดติดกัน (Wet Lamination)

2.3.3.1 การลามิเนตให้ฟิล์มยึดติดกันด้วยความร้อนมีทั้งหมด 2 ประเภทคือ กระบวนการลามิเนตด้วยความร้อนแบบ 2 ชั้นและกระบวนการลามิเนตด้วยความร้อนแบบ 3 ชั้น ดังนี้

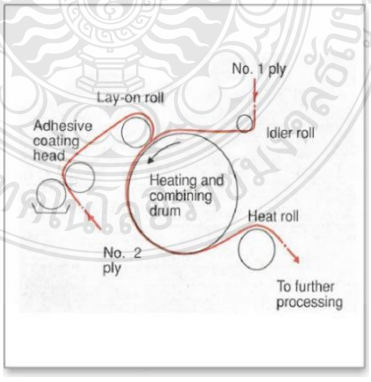
1) กระบวนการลามิเนตด้วยความร้อนแบบ 2 ชั้น กระบวนการลามิเนตด้วยความร้อนดังแสดงในรูปที่ 2.3 เป็นการผลิตฟิล์มลามิเนตแบบสองชั้นโดยฟิล์มจากการปฏิบัติการหมายเลข 1 และ (Ply No .1) หมายเลข 2 จะถูกส่งมาที Heating and Combining Drum เพื่อที่จะให้ความร้อนทำให้ฟิล์มประสานติดกันแล้วฟิล์มจะถูกส่งต่อไปยัง Heat Roll ที่ยังคงให้ความร้อนต่อเพื่อทีจะรักษาระดับความหนาและขนาดของฟิล์มให้คงที่ก่อนที่จะทำการม้วนเก็บหรือส่งต่อไปยังกระบวนการอื่นๆต่อไปโดยการลามิเนตด้วยวิธีนี้นิยมใช้กับ

ฟิล์มที่มีความหนาไม่มากและไม่จำเป็นต้องใช้ความร้อนมากนัก จึงไม่จำเป็นต้องให้ความร้อนแก่ฟิล์ม (Preheat) ก่อนที่จะส่งฟิล์มเข้าสู่ Heating and Combining Drum



รูปที่ 2.3 กระบวนการลามิเนตด้วยความร้อนแบบ 2 ชั้น
ที่มา : [28]

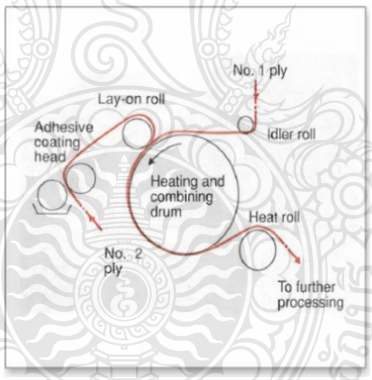
2) กระบวนการลามิเนตด้วยความร้อนแบบ 3 ชั้นกระบวนการลามิเนตด้วยความร้อนแบบ 3 ชั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.3 จะแตกต่างกับกระบวนการดังแสดงในรูปที่ 2.4 ที่เพิ่มฟิล์มเข้ามาอีกชั้นที่การปฏิบัติการ (Ply No.3) ซึ่งในแต่ละการปฏิบัติการจะมีระบบให้ความร้อนแก่ฟิล์ม (Preheat Roll System) ก่อนที่จะส่งฟิล์มไปยังลูกกลิ้งที่ทำหน้าที่อัดและความร้อน (Heating and Combining Drum) ที่มีการให้ความร้อนเพิ่มเติมจากภายนอก (External Radiant Heat Source) เพื่อที่จะทำให้ฟิล์มมีอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการประกบและยึดติดกันนั่นเอง



รูปที่ 2.4 กระบวนการลามิเนตด้วยความร้อนแบบ 3 ชั้น
ที่มา : [28]

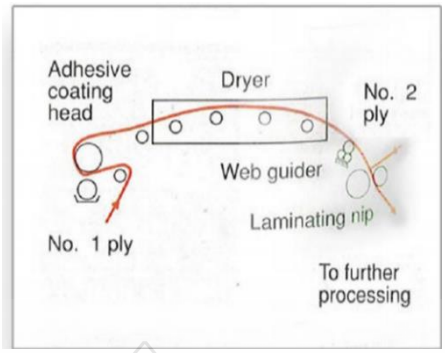
2.3.3.2 กระบวนการลามิเนตโดยใช้กาว (Adhesive) มีทั้งหมด 2 ประเภท คือกระบวนการลามิเนตโดยใช้กาว (Adhesive) และกระบวนการลามิเนตโดยใช้กาว (Adhesive) ร่วมกับ Dryer

1) กระบวนการลามิเนตโดยใช้กาว (Adhesive) กระบวนการลามิเนตโดยใช้กาว (Adhesive) หรือสารเคมีชนิดอื่นๆ มาเป็นตัวเชื่อมประสานระหว่างชั้นฟิล์ม ก็เพราะว่าฟิล์มบางชนิดไม่สามารถประสานติดกันได้อย่างสมบูรณ์ด้วยการใช้ความร้อนเพียงอย่างเดียว เนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพของฟิล์มทั้งสองชนิดไม่สามารถเข้ากันได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.5 เป็นกระบวนการลามิเนตฟิล์ม โดยมีการใช้กาวหรือสารเคลือบประสานฟิล์ม (Adhesive) ที่มีคุณสมบัติเป็นร้อยละ 100 สารพื้นที่เป็นของแข็ง (Solid Base) ซึ่งทำให้สามารถประสานติดฟิล์มเข้าด้วยกันได้ทันทีเมื่อฟิล์มเข้าสู่กระบวนการที่เครื่องอัดความร้อน (Heating and Combining Drum) โดยไม่จำเป็นต้องทำการเป่าลมร้อนให้ฟิล์มแห้งหลังจากทำการเคลือบฟิล์มด้วยกาวหรือสารเคลือบประสาน (Adhesive) ที่การปฏิบัติการ (Ply No. 2) ซึ่งกระบวนการลามิเนตด้วยการใช้กาว (Adhesive) ชนิด ร้อยละ100 สารพื้นที่เป็นของแข็ง (Solid Base) นี้จะทำให้สามารถลามิเนตฟิล์มให้ประสานติดกันด้วยอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิปกติ (Below Cri Tical Temperature) ของฟิล์มนั้นๆ ที่ใช้ในการลามิเนตแบบการลามิเนต ยึดติดประสานกันด้วยความร้อน (Thermal Lamination)



รูปที่ 2.5 กระบวนการลามิเนตโดยใช้กาว (Adhesive)
ที่มา : [28]

2) กระบวนการลามิเนตโดยใช้กาว (Adhesive) ร่วมกับ Dryer กระบวนการลามิเนตฟิล์มดังแสดงในรูปที่ 2.6 นั้นเป็นกระบวนการลามิเนตฟิล์มโดยใช้กาว (Adhesive) ประเภทที่ไม่ใช่ร้อยละ 100 สารพื้นที่เป็นของแข็ง (Solid Base) จึงจำเป็นต้องมีเครื่องเป่าลมร้อนเพื่อเป่าไล่น้ำและตัวทำละลายอื่นๆ (Solvent) ให้เหลือแค่เนื้อของกาวหรือสารเคลือบประสานฟิล์ม (Adhesive) ที่มีคุณสมบัติร้อยละ 100 สารพื้นที่เป็นของแข็ง (Solid Base) เท่านั้นซึ่งขั้นตอนนี้จะทำให้ฟิล์มมีคุณสมบัติที่พร้อมจะทำการลามิเนตในกระบวนการต่อไป [28]



รูปที่ 2.6 กระบวนการลามิเนตโดยใช้กาว (Adhesive) ร่วมกับ Dryer

ที่มา : [28]

2.4 งานประดิษฐ์

งานประดิษฐ์เป็นงานที่ใช้ฝีมือความคิดสร้างสรรค์ภูมิปัญญาและที่สำคัญคือการนำวัสดุมาใช้ให้เกิดประโยชน์จะช่วยทำให้งานประดิษฐ์มีคุณค่าและราคายิ่งขึ้นการสร้างสรรค์งานประดิษฐ์ให้ประสบความสำเร็จผู้ประดิษฐ์ต้องมีใจรักในงานศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอมีความอดทน ทดลองฝึกและฝึกปฏิบัติจนเกิดความชำนาญสามารถประยุกต์ดัดแปลงสร้างสรรค์งานประดิษฐ์ใหม่ให้สอดคล้องกับวัสดุและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน นอกจากนี้ผู้ประดิษฐ์ยังต้องมีความรู้ในเรื่องศิลปะหลักการออกแบบ บรรจุภัณฑ์ การคำนวณต้นทุนกำหนดราคาขายและการจัดจำหน่ายซึ่งจะช่วยเพิ่มคุณค่าแก่งานประดิษฐ์นั้น

2.4.1 ความเป็นมาและประวัติงานประดิษฐ์

2.4.1.1 ความเป็นมางานประดิษฐ์

สิ่งประดิษฐ์เกิดขึ้นเพราะมนุษย์เป็นผู้สร้าง ผู้พัฒนาปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงผลงานด้วยความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลเป็นการถ่ายทอดความรู้ความคิด และประสบการณ์ตลอดจนทักษะความชำนาญให้ออกมาเป็นผลงานที่สมบูรณ์สวยงามโดยมีวัตถุประสงค์ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อตอบสนองความต้องการด้านความสวยงามประโยชน์ใช้สอยงานประดิษฐ์มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของคนไทยตั้งแต่สมัยโบราณเกี่ยวข้องกับขนบธรรมเนียม และประเพณีทางศาสนา

2.4.1.2 ประวัติงานประดิษฐ์

งานประดิษฐ์ คือกิจกรรมที่จัดทำขึ้นคิดทำขึ้นหรือสร้างขึ้นให้มีลักษณะเหมือนของจริงซึ่งมนุษย์นั้นคงมีการประดิษฐ์มาอย่างช้านาน ก็มีความเป็นไปได้ว่างานประดิษฐ์อาจมาจาก

มนุษย์สมัยดึกดำบรรพ์ก็เป็นได้เพราะว่ามนุษย์ยุคหินในสมัยนั้นก็มีการประดิษฐ์อาวุธจากก้อนหินจึงบอกได้ว่าคนเราก็มีการประดิษฐ์มาตั้งแต่โบราณกาลแล้วเป็นต้นมา [29],[30]

งานประดิษฐ์จึงมีวิวัฒนาการมาอย่างเรื่อยๆสืบทอดต่อกันมาว่ามนุษย์ยุคต่อมาคือมนุษย์ยุคสำริดก็มีงานการประดิษฐ์เหล็กมาทำเป็นอาวุธ โดยอาวุธนั้นคือสิ่งที่มีความแหลมคมมากและเหมาะสมกับการล่าสัตว์ในยุคสมัยนั้นก็คือ มีดหรือดาบนอกจากการวิวัฒนาการข้างต้นแล้วนั้นยังมีวิวัฒนาการเป็นสิ่งต่างๆรอบๆตัวเราไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์โทรทัศน์และอื่นๆ อีกมากมายก็ต่างล้วนเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ต่างเกิดขึ้นเพราะมนุษย์เป็นผู้ผลิตคิดค้นและวิจัยเองทั้งนั้น ต่อมาเมื่อนักวิชาการค้นพบว่าการประดิษฐ์นั้นเป็นพื้นฐานของการสร้างสิ่งของต่างๆ จึงได้มีการประชุมร่วมทำการวิจัยและขอยื่นคำเสนอว่าการประดิษฐ์เป็นวิชาพื้นฐานของการศึกษาตั้งแต่วันนั้นจนถึงวันนี้การมีวิชางานประดิษฐ์บรรจุในหลักสูตรเรียนกันอย่างสนุกสนานเพราะเป็นวิชาที่สนุกสนานคลายความเครียดทำให้เกิดความเพลิดเพลินเกิดความคิดสร้างสรรค์มากมายและทำให้ปัจจุบันเกิดสิ่งประดิษฐ์มาใช้กันอย่างมาก

2.4.2 ความหมายและความสำคัญงานประดิษฐ์

2.4.2.1 ความหมายของงานประดิษฐ์ [30]

งานที่เกิดจากการใช้ความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์สร้างหรือประดิษฐ์ขึ้นการนำเอาวัสดุต่างๆ มาทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อประโยชน์ใช้สอยด้านต่างๆเช่น ของเล่น ของใช้ ของตกแต่งที่คิดทำขึ้นให้เหมือนของจริง เช่น ดอกไม้ประดิษฐ์และที่คิดทำขึ้นไม่เหมือนของจริงเช่น ลายประดิษฐ์

2.4.2.2 ความสำคัญงานประดิษฐ์

งานประดิษฐ์ คืองานที่ไม่ได้ใช้เครื่องจักรในการสร้างชิ้นงานแต่ใช้สมองกับสองมือเป็นผลงานที่ต้องใช้ความอดทนความรักในงาน ความคิดที่สร้างสรรค์จินตนาการความละเอียดและที่สำคัญคือความที่มีคุณค่าทางจิตใจของผู้สร้างงานประดิษฐ์ความสำคัญงานประดิษฐ์ได้สร้างคุณค่าด้านต่างๆดังนี้งานประดิษฐ์บางชิ้นสามารถสร้างชื่อเสียงให้กับบุคคลและประเทศชาติ

2.4.3 ลักษณะของงานประดิษฐ์

2.4.3.1 งานประดิษฐ์ทั่วไปเป็นงานที่บุคคลสร้างขึ้นมาจากความคิดของตนเองโดยการเรียนรู้จากสิ่งรอบๆตัวนำมาดัดแปลงหรือเรียนรู้จากตำรา เช่น การประดิษฐ์ของใช้วัสดุการประดิษฐ์ดอกไม้

2.4.3.2 งานประดิษฐ์ที่เป็นเอกลักษณ์ไทยเป็นงานที่ได้รับการสืบทอดมาจากบรรพบุรุษ เช่น

1) งานปั้นเป็นงานประดิษฐ์ด้วยฝีมือทำจากวัสดุได้หลายชนิด เช่น ดินเหนียว ดินสังเคราะห์แป้งขนมปัง แป้งข้าวเหนียว ได้แก่ งานปั้นดินเผา งานปั้นตุ๊กตาชาววัง งานปั้น ดอกไม้ งานปั้นอาหารไทย เป็นต้น

2) งานแกะสลักเป็นงานแกะสลักลวดลายบนวัสดุต่างๆเช่น ไม้ ผักและผลไม้ วัสดุเนื้ออ่อนต่างๆ ได้แก่ การแกะสลักไม้เป็นบานประตูแกะสลักผักสดและผลไม้เป็นดอกไม้ภาชนะหรือสัตว์ตกแต่งอาหาร

3) งานจักสานเป็นงานประดิษฐ์ที่มนุษย์คิดวิธีต่างๆขึ้นมาเพื่อสร้างเครื่องมือสอดขัดและสานของวัสดุที่เป็นเส้นวัสดุที่นำมาสาน เช่น ไม้ไผ่ หวาย ได้แก่ กระบุง ตะกร้า หมวก งอบ ปลาตะเพียน เป็นต้น

4) งานเย็บเป็นงานประดิษฐ์ที่สำคัญอย่างหนึ่งของไทยวัสดุที่นำมาประดิษฐ์โดยใช้การเย็บ เช่นผ้า ใบตอง ได้แก่ กระทงใบตอง ถาดใบตอง การประดิษฐ์หมอนอิง ตุ๊กตา ผ้า เป็นต้น

5) งานปักเป็นงานประดิษฐ์ที่ใช้ความประณีตละเอียดในการประดิษฐ์ โดย มักนิยมนำวัสดุต่างๆมาปักบนผ้า ได้แก่ การปักดิ้น การปักลูกปัด การปักเลื่อม เป็นต้น

6) งานร้อยเป็นงานประดิษฐ์ที่นำวัสดุ เช่น ดอกไม้ใบไม้หรือวัสดุอื่นมาเรียงร้อยให้เป็นชิ้นงาน ได้แก่ การร้อยมาลัยแบบต่างๆ การร้อยตาข่าย การร้อยอุบะ การร้อยลูกปัดเป็นเครื่องแขวนไทย เป็นต้น

2.4.4 ประเภทงานประดิษฐ์

งานประดิษฐ์ต่างๆ สามารถเลือกทำได้ตามวัตถุประสงค์และประโยชน์ใช้สอยจึงได้แบ่งประเภทของงานประดิษฐ์ตาม ดังนี้

2.4.4.1 งานประดิษฐ์ของประดับตกแต่งเป็นงานประเภทเครื่องตกแต่งทำขึ้นเพื่อความสวยงามและเป็นส่วนประดับใช้ในบ้านเรือนหรือนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ด้านการใช้สอย เช่น กรอบรูป โคมไฟ เป็นต้น อาจเป็นการประดิษฐ์ชิ้นงานขึ้นมาใหม่หรือตกแต่งชิ้นงานที่มีอยู่ให้เกิด ความสวยงามยิ่งขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้ประดับตกแต่ง ณ ที่ใดที่หนึ่งให้มีสภาพดีขึ้นหรือ สวยงามขึ้นการประดิษฐ์ของประดับตกแต่งของไทยมีมาตั้งแต่สมัยบรรพบุรุษ เช่น การประดิษฐ์ พวงมาลัยคล้องคอการประดิษฐ์เครื่องแขวนตกแต่งเพดาน หน้าต่าง หรือช่องลมเครื่องประดับ ประเภทเครื่องเงินเครื่องทอง เช่น สร้อยคอ กำไล แหวน เป็นต้น

2.4.4.2 งานประดิษฐ์ของใช้เป็นชิ้นงานที่ทำขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกสบายเป็นเครื่องทุ่นแรงในการดำเนินชีวิตหรือประกอบอาชีพ เช่น แจกัน กระด้ง กระจาด ตะกร้า และเข่ง เป็นต้น

ซึ่งการประดิษฐ์ของใช้นี้มีมาตั้งแต่สมัยบรรพบุรุษเป็นภูมิปัญญาไทยอันเป็นเอกลักษณ์ที่ สะท้อนให้เห็นวิถีของสังคมไทยในสมัยปัจจุบันหลายตำบลหลายหมู่บ้านได้พัฒนากันอย่างจริงจัง จึงสามารถยึดเป็นอาชีพซึ่งใช้วัสดุท้องถิ่นนั้นๆจากวัสดุธรรมชาติหรือนำวัสดุหลายชนิดมาประกอบกัน

2.4.4.3 งานประดิษฐ์ของเล่นส่วนใหญ่จะเป็นการเรียนรู้และฝึกฝนจากผู้ใหญ่มาสู่ลูกหลานในบ้าน เช่น การประดิษฐ์ตุ๊กตา ว่าว เป็นต้น เพื่อให้เด็กนำชิ้นงานไปทำกิจกรรมหรือก่อให้เกิดความเพลิดเพลินสนุกสนานของเล่นเด็กในสมัยก่อนจะประดิษฐ์จากวัสดุที่มีอยู่ใกล้ตัวหรือวัสดุจากธรรมชาติ เช่น ม้าก้านกล้วย ทำจากก้านกล้วยปลาตะเพียนทำจากใบลาน เป็นต้น

2.4.4.4 งานประดิษฐ์ของใช้ในงานพิธีการประดิษฐ์ในงานพิธีทำขึ้นเพื่อใช้ในพิธีทางศาสนาในช่วงโอกาสต่างๆ และงานประเพณี เช่น งานลอยกระทง งานเข้าพรรษา การร้อยพวงมาลัยใช้ในงานแต่งงาน เป็นต้น [30]

2.4.5 ความสำคัญงานประดิษฐ์ [31]

2.4.5.1 ฝึกให้เกิดความคิดสร้างสรรค์สร้างผลงานให้มีรูปร่างแปลกใหม่และพัฒนางานประดิษฐ์เดิมให้สามารถใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น

2.4.5.2 งานประดิษฐ์ที่ใช้วัสดุต่างๆที่นำมาประกอบเป็นชิ้นงานสามารถที่จะใช้วัสดุอย่างอื่นทดแทนกันได้ และสามารถนำวัสดุที่มีในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

2.4.5.3 ฝึกให้รู้จักวางแผนในการทำงานอย่างมีระบบเป็นขั้นตอนในการปฏิบัติงานเป็นการสร้างระเบียบวินัยให้รู้จักทำงานและมีนิสัยรักการทำงานในงานประดิษฐ์

2.4.5.4 ให้นักเรียนรู้จักใช้และดูแลรักษาเครื่องมือเครื่องใช้ในงานประดิษฐ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับประเภทของงานประดิษฐ์

2.4.5.5 ฝึกให้ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์และสามารถสร้างสมาธิและมีความสุขในการสร้างสรรค์ชิ้นงานประดิษฐ์ของตนเอง

2.4.5.6 ฝึกให้นักเรียนรู้จักประหยัดสามารถนำสิ่งของที่เหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์มากที่สุดโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนมากนัก

2.4.5.7 เป็นการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมของท้องถิ่นให้มีการสืบทอดและพัฒนาต่อไปจากภูมิปัญญาเดิมสู่การเรียนรู้ที่เป็นองค์รวมและเป็นผลงานของคนไทย

2.4.5.8 สามารถเพิ่มรายได้และสร้างอาชีพได้ในอนาคต

2.4.5.9 เกิดความภูมิใจในชิ้นงานของตนเองในระดับหนึ่ง [30]

2.4.6 ประโยชน์ของงานประดิษฐ์ [32]

2.4.6.1 ประหยัดค่าใช้จ่ายหากสามารถประดิษฐ์ชิ้นงานตามความต้องการได้

2.4.6.2 ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และได้สร้างงานที่มีคุณภาพ

2.4.6.3 ความเพลิดเพลินทำให้จิตใจจดจ่อต่อชิ้นงานที่ทำและมีสมาธิที่ดีต่อการทำงานสามารถลดความเครียดได้

2.4.6.4 เพิ่มคุณค่าของวัสดุ เช่น เศษวัสดุ วัสดุท้องถิ่นและอื่นๆ ทำให้มีมูลค่าและประโยชน์ใช้สอยมากขึ้น

2.4.6.5 สร้างความแปลกใหม่จากที่มีอยู่เดิมทำให้งานไม่ซ้ำแบบเดิมมีการปรับปรุงและดัดแปลงให้เกิดประโยชน์มากขึ้น

2.4.6.6 ชิ้นงานตรงตามความต้องการเพราะเป็นผู้ผลิตด้วยตนเองและสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกวิธีและถูกต้อง

2.4.6.7 เป็นของกำนัลแก่ผู้อื่น ทำให้เห็นคุณค่าทางจิตใจทั้งผู้ให้และผู้รับ

2.4.6.8 อนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมไทย เช่น มาลัย กระทงใบตอง แกะสลักผักและผลไม้ เครื่องแขวนและอื่นๆ เป็นต้น

2.4.6.9 เพิ่มรายได้ให้แก่ตนเองและครอบครัว ทำให้ความเป็นอยู่ดีขึ้นและตอบสนองความต้องการของชีวิตได้มากขึ้น

2.4.6.10 เกิดความภาคภูมิใจในตนเอง ที่ประดิษฐ์ชิ้นงานได้อย่างมีคุณภาพ สวยงาม เป็นที่ชื่นชอบและสนใจแก่ผู้พบเห็น [32]

2.4.7 การออกแบบผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

การออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีความสวยงามแตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์จากกระดาษที่มีรูปแบบเดิมและพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่ในท้องตลาดให้มีความสวยงามแปลกใหม่โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้เป็นสินค้าที่มีความสวยงามน่าสนใจมากยิ่งขึ้น [33] งานออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์เป็นงานที่ใช้ฝีมือ ความคิดสร้างสรรค์ภูมิปัญญาและที่สำคัญคือการนำวัสดุมาใช้ให้เกิดประโยชน์จะช่วยทำให้งานประดิษฐ์มีคุณค่าและราคาสูงยิ่งขึ้นสิ่งประดิษฐ์เกิดขึ้นเพราะมนุษย์เป็นผู้สร้างผู้พัฒนาปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงผลงานด้วยความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลเป็นการถ่ายทอดความรู้ ความคิด และประสบการณ์ตลอดจนทักษะความชำนาญให้ออกมาเป็นผลงานที่สมบูรณ์สวยงามในการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อตอบสนองต้องการด้านความสวยงามประโยชน์ใช้สอยการสร้างสรรค์งานประดิษฐ์ให้ประสบความสำเร็จผู้ประดิษฐ์ต้องมีใจรักในงาน ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ มีความอดทนทดลองฝึกและฝึกปฏิบัติจนเกิดความชำนาญสามารถประยุกต์ดัดแปลงสร้างสรรค์งานประดิษฐ์ใหม่ๆ ให้สอดคล้องกับวัสดุและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงในปัจจุบันนอกจากนี้ยังต้องมีความรู้ในเรื่องศิลปะหลักการ

ออกแบบบรรจุภัณฑ์การคำนวณต้นทุนกำหนดราคาขายและการจัดจำหน่ายซึ่งจะช่วยเพิ่มคุณค่าแก่งานประดิษฐ์ [30]

2.4.8 ประเภทของผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ [33]

งานประดิษฐ์ต่างๆ สามารถเลือกทำได้ตามความต้องการและประโยชน์ใช้สอยซึ่งอาจแบ่งประเภทของงานประดิษฐ์ได้ตามโอกาสใช้สอยดังนี้

2.4.8.1 ประเภทใช้เป็นของเล่น

เป็นของเล่นที่ผู้ใหญ่ในครอบครัวทำให้ลูกหลานเล่นเพื่อความเพลิดเพลิน เช่น งานปั้นดินเป็นสัตว์ สิ่งของ งานจักสานใบลานเป็นโมบาย งานพับกระดาษ

2.4.8.2 ประเภทของใช้

ทำขึ้นเพื่อเป็นของใช้ในชีวิตประจำวัน เช่นการสานกระบุง ตะกร้า การทำเครื่องใช้จากดินเผาจากผ้าและเศษวัสดุ

2.4.8.3 ประเภทงานตกแต่ง

ใช้ตกแต่งสถานที่บ้านเรือนให้สวยงาม เช่น งานแกะสลักไม้ การทำกรอบรูปดอกไม้ประดิษฐ์

2.4.8.4 ประเภทเครื่องใช้ในงานพิธี

ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้ในงานเทศกาลหรือประเพณีต่างๆ เช่น การทำกระทงลอย ทำพานพุ่ม มาลัย บายศรี

2.5 การทดสอบสมบัติทางกายภาพ

2.5.1 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษ (Physical Properties Testing) [34]

สมบัติเชิงกลของกระดาษเป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพในการทำงานของกระดาษมีความทนทานต่อการใช้งานและมีความสามารถในด้านการต้านแรงในด้านต่างๆ เช่นความต้านทานแรงดึง ความต้านทานแรงดันทะลุความต้านทานแรงฉีกขาดความทนทานต่อการพับขาดและความแข็งตึงซึ่งแรงเหล่านี้เกิดขึ้นในหลายขั้นตอนในการผลิตกระดาษการแปรรูปจนถึงการนำไปใช้งาน

2.5.1.1 ความต้านทานแรงดึงขาด (Tensile Strength) คือความสามารถในการปรับแรงดันสูงสุดที่กระดาษจะทนได้ก่อนจะขาดจากกันมีหน่วยเป็นแรงต่อความต้านทานแรงดึงขาด (Tensile Strength) ความกว้างของกระดาษที่ใช้ทดสอบ เช่น กิโลนิวตันต่อเมตร (KN/m) หรือปอนด์ต่อนิ้ว (Lb/in) ซึ่งค่าที่วัดได้เป็นสิ่งที่บ่งชี้ให้เห็นถึงความทนทานและศักยภาพในการใช้งานของกระดาษซึ่งรับแรงในขณะใช้งานหลักในการทดสอบความต้านทานแรงดึงขาดโดยการนำกระดาษที่ได้รับการตัดแล้วตามมาตรฐานการทดสอบไปยึดไว้ระหว่างปากจับชิ้นทดสอบเป็นการดึงให้กระดาษขาดด้วยอัตรา

การยืดตัวคงที่ (Constant Straining) ค่าแรงด้วย Load Cell ปากจับข้างหนึ่งจนตึงอยู่กับ Load Cell อีกข้างหนึ่งเคลื่อนที่ไปด้วยอัตราเร็วคงที่โดยเครื่องทดสอบประเภทนี้เรียกว่าเครื่องทดสอบแบบอิเล็กทรอนิกส์

2.5.1.2 ความต้านทานแรงทะลุ (Bursting Strength) คือความสามารถของกระดาษที่มีความสามารถต่อแรงดันได้สูงสุด มีหน่วยเป็นแรงต่อความกว้างของกระดาษที่ใช้ในการทดสอบหน่วยที่วัดได้เป็นกิโลปาสกาล (KPa) กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือวัดได้เป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความต้านทานแรงดันทะลุมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความต้านแรงดึงในแนวขนานเครื่อง ความแข็งแกร่งต่อแรงต้านทานทะลุของกระดาษที่ผลิตได้จากเยื่อใยยาวจะมีมากกว่ากระดาษที่ผลิตได้จากเยื่อใยสั้นหลักการในการตรวจสอบต้านทานแรงดันทะลุ คือวางชิ้นทดสอบระหว่างปากจับบนและล่างมีลักษณะเป็นแผ่นกลมมีช่องตรงกลางแล้วเดินเครื่องทำงานกลีเซอลีนที่อยู่ภายในเครื่องจะดันแผ่นยางไดอะเฟรมจนโปร่งขึ้นดันกระดาษจนแตกทะลุ

2.5.1.3 ความต้านทานแรงฉีกขาด (Tear Resistance) คือความสามารถของกระดาษผู้จัดการแรงกระทำซึ่งจะทำให้ชิ้นทดสอบขาดออกจากรอยฉีกเดิมโดยเฉพาะในการวัดจะเป็นมิลลินิวตัน (mN) หรือกรัม (Gram) กระดาษที่จำเป็นจะต้องมีการทดสอบความแข็งแรงต่อฉีกขาดได้แก่ กระดาษทำถุง กระดาษพิมพ์และกระดาษเขียนเป็นต้นการทดสอบความต้านทานต่อแรงฉีกขาดทำได้โดยการนำชิ้นทดสอบที่มีขนาดมาตรฐานที่กำหนด ในระหว่างปากกระจับบนแท่นเครื่องและบนลูกตุ้มที่เคลื่อนที่ได้และใช้ใบมีดตัดชิ้นทดสอบเป็นการฉีกนำยาวประมาน 2 เซนติเมตร ทำการทดสอบโดยปล่อยให้ลูกตุ้มเคลื่อนที่ชิ้นทดสอบจะฉีกขาดโดยเส้นใยยาวจะมีความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดมากกว่าเส้นใยสั้น การเพิ่มปริมาณการบดเยื่อก็มีผลทำให้ความแข็งแรงต่อการฉีกขาดของกระดาษเพิ่มขึ้นด้วยเช่น การบดเยื่อมากเกินไปก็ทำให้เสินใยมีขนาดสั้นลงความแข็งแรงต่อกระดาษก็จะน้อยลง

2.5.1.4 ความทนทานต่อการพับขาด (Folding Endurance) คือการพับไปมาของชิ้นกระดาษที่ทำการทดสอบจนกระทั่งชิ้นทดสอบขาดออกจากกันภายใต้แรงดึงที่กำหนดซึ่งหน่วยที่ใช้เป็นจำนวนครั้งหรือ Log 10 ในระบบ SI ค่าความทนทานต่อการพับจะเป็นการวัดที่รูปความต้านทานแรงดึงขาดการยืดตัว (Stretch) การแยกชิ้นของกระดาษและความต้านทานแรงกด ซึ่งจะทำให้เห็นอายุการใช้งานของกระดาษ หลักการในการทดสอบความทนทานต่อการพับขาดจะทำได้โดยยึดปลายข้างหนึ่งของชิ้นทดสอบด้วยแรงคงที่ส่วนไปอีกครั้งหนึ่งถูกจับด้วยปลายจับแล้วพับไปมาด้วยความเร็วคงที่และองศาตามมาตรฐานที่กำหนดจนกระทั่งทั้งชิ้นกระดาษ

2.6 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้บริโภค

ความพึงพอใจ (Satisfaction) ความหมายของความพึงพอใจไว้หลายความหมาย ดังนี้ [35] ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่าพึงพอใจหมายถึง รัก ชอบใจและพึงใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ

ดิเรก ฤกษ์ [36] กล่าวว่าความพึงพอใจ หมายถึงทัศนคติทางบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นความรู้สึกหรือทัศนคติที่ดีต่องานที่ทำของบุคคลที่มีต่องานในทางบวกความสุขของบุคคลอันเกิดจากการปฏิบัติงานและได้รับผลเป็นที่พึงพอใจทำให้บุคคลเกิดความกระตือรือร้นมีความสุขความมุ่งมั่นที่จะทำงาน มีขวัญและมีกำลังใจมีความผูกพันกับหน่วยงานมีความภาคภูมิใจในความสำเร็จของงานที่ทำและสิ่งเหล่านี้จะส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงานส่งผลต่อถึงความก้าวหน้าและความสำเร็จขององค์การอีกด้วย

ฉัตรชัย คงสุข [37] กล่าวว่า ความพึงพอใจหมายถึงความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งหรือปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องความรู้สึกพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อความต้องการของบุคคลได้รับการตอบสนองหรือบรรลุจุดมุ่งหมายในระดับหนึ่งความรู้สึกดังกล่าวจะลดลงหรือไม่เกิดขึ้นหากความต้องการหรือจุดมุ่งหมายนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง

2.6.1 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ

ปรียากร วงศ์อนุตรโรจน์ [38] ได้มีการสรุปว่าปัจจัยหรือองค์ประกอบที่ใช้เป็นเครื่องมือบ่งชี้ถึงปัญหาที่เกี่ยวกับความพึงพอใจในการทำงานนั้นมี 3 ประการ คือ ปัจจัยด้านบุคคล ปัจจัยด้านงานและปัจจัยด้านการจัดการร่วมงานความรับผิดการสื่อสารกับผู้บังคับบัญชา ความศรัทธาในตัวผู้บริหารการนิเทศงานเป็นต้น [39]

2.6.2 การวัดความพึงพอใจ

ภณิดา ชัยปัญญา [40] ได้กล่าวไว้ว่า การวัดความพึงพอใจนั้นสามารถทำได้หลายวิธี คือ การใช้แบบสอบถามโดยผู้ออกแบบสอบถามต้องการความคิดเห็นลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ ถามความพอใจในด้านต่างๆ ที่ต้องการข้อมูลกลุ่มตัวอย่างรูปแบบของแบบสอบถามจะใช้มาตรวัดทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่งที่มีคำตอบที่แสดงถึงระดับความรู้สึก 5 คำตอบ เช่น มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่ผู้วิจัยจะต้องออกไปสอบถามโดยการพูดคุยโดยมีการเตรียมแผนงานล่วงหน้า เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงมากที่สุดและการสังเกต เป็นวิธีวัดความพึงพอใจโดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลแสดงออกจากการพูดจากริยา ท่าทาง และสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

จากการศึกษาการวัดความพึงพอใจ สรุปได้ว่าการวัดความพึงพอใจเป็นการบอกถึงความชอบของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งสามารถวัดได้หลายวิธีการสัมภาษณ์การใช้แบบสอบถามความคิดเห็น การใช้แบบสำรวจความรู้สึก [41]

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องการวิจัยเรื่องการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ โดยมีรายละเอียดที่สำคัญและมีความเกี่ยวข้องที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยดังนี้

นาตยา เอื้อพิทักษ์สกุล [42] ผลวิจัยพบว่าการปิดผนึกด้วยความร้อนของฟิล์มพอลิพรอพิลีนที่ใช้ในบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนพบว่าอุณหภูมิและเวลาที่สูงขึ้น ส่งผลต่อความแข็งแรงของการปิดผนึกฟิล์ม OPP20 / PE28 ที่มากขึ้นเนื่องจากในการปิดผนึกฟิล์มที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ฟิล์มจะมีความแข็งแรงกว่าที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิในการปิดผนึกฟิล์มที่สูงเกิน 125 องศาเซลเซียสขึ้นไปจะทำให้ฟิล์มเสียสภาพและเวลาการปิดผนึกฟิล์มที่ 0.8 วินาที ฟิล์มจะมีความแข็งแรงกว่าเวลา 0.3 วินาทีจากผลการวิจัยสรุปได้ว่าอุณหภูมิและเวลาที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการปิดผนึกของฟิล์มพอลิพรอพิลีน

ธวัช นุสนธรา [43] ผลการวิจัยพบว่า ฟิล์มพอลิพรอพิลีน (Polypropylene : PP) ที่นิยมนำมาใช้ในการลามิเนตคือฟิล์มที่มีการยืดฟิล์มให้เกิดการจัดเรียงโมเลกุลใหม่สองทิศทางคือ BOPP (Bi–axially Oriented Polyprolylene :BOPP) ฟิล์มที่นิยมใช้การลามิเนตคือฟิล์มที่ขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบ (Cast Polyprolylene : CPP) ซึ่งฟิล์มทั้ง 2 ชนิดนี้มีความโดดเด่นในด้านของความใสผิวมันวาวเหนียวและทนต่อแรงดึงกันน้ำได้ดีโดยฟิล์ม CPP จะทนความร้อนได้สูงถึง 149 องศาเซลเซียสสามารถใช้บรรจุอาหารร้อน และเข้าไมโครเวฟได้ ฟิล์มนี้จะเปราะเมื่อมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียสและแตกร้าวเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า -5 องศาเซลเซียสส่วนฟิล์ม BOPP จะทนต่ออุณหภูมิต่ำเหมาะสำหรับการบรรจุอาหารแช่แข็ง แต่เชื่อมติดได้ยากกว่าพอลิพรอพิลีน

พรชัย บุญญิกา [44] ศึกษาเรื่อง การตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษจากเปลือกโสนหางไก่สำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ ผลการวิจัยพบว่าจากการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคทั้ง 2 กลุ่มคือผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์และผู้บริโภคให้ความพึงพอใจต่อกระดาษจากเปลือกโสนหางไก่สะท้อนน้ำอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวม 4.41 และ 4.48 ตามลำดับ

สุภา จุฬคุปต์ [2] ศึกษาเรื่องการพัฒนาการผลิตกระดาษเชิงหัตถกรรมจากใยมะพร้าว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำใยมะพร้าวไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษ จากนั้นศึกษาการผลิตกระดาษใยมะพร้าวโดยวิธีต้มเยื่อและทำเป็นแผ่นโดยวิธีตักช้อน และออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากกระดาษใยมะพร้าว 10 รูปแบบ ผลการวิจัยพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำ

จากกระดาษใยมะพร้าวผู้บริโภคมีความพึงพอใจในระดับมากโดยใยมะพร้าวมีศักยภาพสามารถทำแผ่นกระดาษเพื่อใช้ประโยชน์ได้

วินัย ตาระเวช [26] ศึกษาเรื่องการพัฒนาริบบิ้นใยกล้วยและการใช้ในงานดอกไม้ ผลการวิจัยพบว่า ตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ประเมินผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 30-40 ปี มีการศึกษาในระดับปริญญาตรีมีความพึงพอใจต่อริบบิ้นจากกล้วยอยู่ในระดับดีมากและมากที่สุดในด้านต่างๆ

ธนพรรณ บุณยรัตกลินและคณะ [45] ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษฟางข้าวมีวัตถุประสงค์ ศึกษาและพัฒนากระดาษที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสมกับการทำผลิตภัณฑ์กระดาษฟางข้าว ผลิตผลิตภัณฑ์กระดาษจากฟางข้าว ผลการวิจัยพบว่า

1. คุณสมบัติของกระดาษจากฟางข้าวเป็นดังนี้ น้ำหนักมาตรฐานอยู่ระหว่าง 29.85-62.27 กรัม/ตารางเมตร ความหนา อยู่ระหว่างร้อยละ 137.8 - 259.3 ไมครอน ความชื้น อยู่ระหว่างร้อยละ 10.43-10.78 ความขาวสว่าง อยู่ระหว่างร้อยละ 42.03 -76.52 ความทึบแสง อยู่ระหว่างร้อยละ 69.25 - 93.34 ความต้านทานแรงทะลุ อยู่ระหว่าง 34.34 - 64.75 กิโลปาสคาล ความต้านแรงดึง อยู่ระหว่าง 48.67 – 95.33 กิโลกรัม/เมตร และความต้านแรงฉีกขาดอยู่ระหว่าง 237.22 – 473.55 มิลลินิวตัน

2. คุณสมบัติสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ของกระดาษจากฟางข้าวด้านการพับงอของกระดาษ การฉีกขาดของกระดาษ การดูดซึมของกระดาษ และการยึดติดของกระดาษได้รับการยอมรับในระดับปานกลาง ส่วนด้านความหนาของกระดาษได้รับการยอมรับในระดับมาก

3. ผลิตภัณฑ์กระดาษฟางข้าวทุกประเภทที่ทำจากกระดาษฟางข้าวทุกชนิดได้รับความพึงพอใจในระดับมาก

4. ผลิตภัณฑ์กระดาษจากฟางข้าวแต่ละประเภท ที่ทำจากกระดาษฟางข้าวต่างชนิดกันได้รับความพึงพอใจไม่แตกต่างกันยกเว้นผลิตภัณฑ์กระดาษฟางข้าวประเภทโคมไฟได้รับความพึงพอใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ มีวัตถุประสงค์ ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อฟางข้าว ศึกษากระบวนการเคลือบกระดาษฟางข้าวด้วยฟิล์มลามิเนตที่อุณหภูมิและความเร็วรอบที่เหมาะสม และเพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์มีขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 ฟางข้าว ที่เหลือทิ้งจากการทำนา ตำบลกระแชง อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี

3.1.1.2 เยื่อปอสา จากบริษัทอุตสาหกรรมกระดาษชินกวงฮั้ว (ประเทศไทย) จำกัด

3.1.1.3 ฟิล์มลามิเนต ประเภท BOPP จากบริษัท พีอินเตอร์ซัพพลาย จำกัด

3.1.2 สารเคมีที่ใช้

3.1.2.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ)

3.1.2.2 สารนอริก (กาว Sumifloc FA – 40) จากบริษัทอุตสาหกรรมกระดาษชินกวงฮั้ว (ประเทศไทย) จำกัด

3.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.3.1 เครื่องชั่งดิจิตอล ยี่ห้อ Shaper รุ่น KC – 996

3.1.3.2 เครื่องอบลมร้อน ยี่ห้อ Link Rich รุ่น DH 4B – B

3.1.3.3 เครื่องกระจายเยื่อ

3.1.3.4 เฟรมสำหรับร่อนกระดาษ (Keita) ขนาด 67×97 เซนติเมตร

3.1.3.5 เสื่อสำหรับร่อน (Mizu)

3.1.3.6 อ่างผสมเยื่อ

3.1.3.7 เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Radwag รุ่น AS220.R1

3.1.3.8 เครื่องเคลือบลามิเนต รุ่น YFMB-720จากบริษัท สยามลามิเนต จำกัด

3.1.3.9 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัสยี่ห้อ Tasi รุ่น TA8201

3.1.4 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์คุณภาพด้านความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.1.4.1 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อการกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

3.1.4.2 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

3.1.4.3 เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

3.2.1 การทดลองหาสภาวะในการต้มเยื่อจากฟางข้าว

3.2.1.1 การเตรียมวัตถุดิบ

ชั่งฟางข้าวแห้ง หนัก 1 กิโลกรัม และตัดฟางข้าวเป็นชิ้นให้มีขนาดยาว 2 เซนติเมตร

3.2.1.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อฟางข้าว

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากฟางข้าวโดยปัจจัยที่ทำการศึกษามี 2 ปัจจัยคือ ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 15 20 และ 25 และเวลาในการต้ม 2 และ 3 ชั่วโมง ต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือดดัดแปลงจากการพัฒนากระบวนการผลิตกระดาษฟางข้าวแบบพื้นบ้านของชัยพร [47] วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จะได้ทั้งหมด 6 สิ่งทดลองดังแสดงในตารางที่ 3.1 แล้วทำการต้มเยื่อฟางข้าวตามกระบวนการผลิตในรูปที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การจัดสิ่งทดลองของสภาวะในการต้มเยื่อจากฟางข้าว

สิ่งทดลองที่	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (ร้อยละ)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)
1	15	2
2	20	2
3	25	2
4	15	3
5	20	3
6	25	3

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการต้มเยื่อจากฟางข้าว

นำกระดาษฟางข้าวที่ผลิตได้ทั้ง 6 สิ่งทดลองนำมาทดสอบสมบัติทางกายภาพเพื่อคัดเลือกสภาวะในการต้มเยื่อฟางข้าวที่มีความเหมาะสมได้แก่

1) การทดสอบความต้านแรงดึงขาด ตัดกระดาษขนาด 4x14 เซนติเมตร โดยใช้เครื่อง Desik Force Gauge โดยใช้หัวปากคีบในการทดสอบดแรงดึงขาดคีบกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต 2 เซนติเมตร ทั้งล่างและบนโดยทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ

2) การทดสอบความต้านแรงกดทะลุ ตัดกระดาษขนาด 10x10 เซนติเมตรโดยใช้เครื่อง Desik Force Gauge โดยใช้หัวแหลมในการทดสอบกดทะลุยึดกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตกับฐานและทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ

3) การทดสอบความหนา ตัดกระดาษขนาด 15x15 เซนติเมตรโดยใช้เครื่อง Vernier วัดความหนาทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ

3.2.2 การผลิตกระดาษฟางข้าวในระดับอุตสาหกรรม

ทำการผลิตกระดาษฟางข้าวตามสภาวะที่เหมาะสมจากข้อ 3.2.1 ไปใช้ในการผลิตกระดาษฟางข้าวในอุตสาหกรรมกระดาษชินกวงฮั้ว (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งมีขั้นตอนในการผลิตดังนี้

3.2.2.1 ตัดฟางข้าวเป็นชิ้นให้มีขนาด ยาว 2 เซนติเมตร

3.2.2.2 ต้มฟางข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1 : 100 แล้วเติมเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 15 ใช้ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิน้ำเดือด ดังแสดงในรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 การต้มเยื่อฟางข้าว

3.2.2.3 ล้างเยื่อฟางข้าวที่ผ่านการต้มแล้วล้างให้สะอาดซึ่งจะสังเกตได้จากเยื่อหมดความลื่นและน้ำที่ใช้ล้างจะใสขึ้น

3.2.2.4 กระจายเยื่อฟางข้าวผสมเยื่อปอสาในอัตราส่วนร้อยละ 90:10 ด้วยเครื่องกระจายเยื่อใช้เวลาการกระจายเยื่อ 1 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 การกระจายเยื่อฟางข้าวผสมเยื่อปอสา

3.2.2.5 กรองน้ำออกจากเครื่องกระจายเยื่อให้เหลือแต่เยื่อฟางข้าวกับเยื่อปอสาที่ผ่านการกระจายเยื่อแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 การล้างเยื่อฟางข้าวและเยื่อปอสา ให้สะอาดแล้วกรองน้ำออกจากเครื่องกระจายเยื่อ

3.2.2.6 เติมสารนอริก (กาว Sumifloc FA – 40) ร้อยละ 0.1 ของกาวละลายน้ำให้เข้ากันในอ่างผสมเยื่อแล้วจึงค่อยใส่เยื่อฟางข้าวกับเยื่อปอสาผสมให้เข้ากัน ดังแสดงในรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 เติมสารนอริก (กาว Sumifloc FA – 40) สำหรับการช้อนเยื่อทำกระดาษจากฟางข้าว

3.2.2.7 ช้อนเยื่อกระดาษจากฟางข้าวโดยใช้เฟรมสำหรับร่อนกระดาษ (Keita) ขนาด 67 x 97 เซนติเมตร ซึ่งภายในจะมีเสื่อสำหรับร่อน (Mizu) เป็นตัวกรองเยื่อให้อยู่ในเฟรมร่อนกระดาษ โดยนำเฟรมสำหรับร่อนกระดาษจุ่มลงในอ่าง ช้อนเยื่อเข้าหาตัวแล้วยกขึ้นมาจากน้ำโดยการยกขึ้นตรงๆ ไม่ให้เอียงไปข้างใดข้างหนึ่งทิ้งไว้ให้น้ำไหลออกจนหมาด ดังแสดงในรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 การช้อนเยื่อทำแผ่นกระดาษจากฟางข้าว

3.2.2.8 เปิดกรอบเฟรมสำหรับร่อนกระดาษออกเพื่อนำเสื่อสำหรับร่อนที่มีเยื่อฟางข้าวติดอยู่ไปว่างติดบนผ้าแล้วจึงลอกเสื่อสำหรับร่อนออกให้นำผ้าอีกผืนวางซ้อนทับกันอีกชั้น จากนั้นให้ทำการช้อนเยื่อใหม่อีกครั้งตามวิธีการในข้อที่ 3.2.2.7 แล้วนำเยื่อที่ช้อนได้วางติดบนผืนผ้าให้ทำซ้อนกันเป็นชั้นตามจำนวนของกระดาษที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 การวางแผ่นเยื่อกระดาษที่ช้อนแล้วลงบนผืนผ้าเพื่อรอการทำแห้งแผ่นกระดาษ

3.2.2.9 บีบน้ำออกจากเยื่อกระดาษฟางข้าวด้วยเครื่องไฮดรอลิค ซึ่งจะค่อยๆ เพิ่มแรงกดลงไปทีละน้อยหากใช้แรงกดมากในครั้งแรกจะทำให้กระดาษมีรอยแตกและขาดได้โดยปกติจะใช้เวลาในการบีบน้ำออกซึ่งทิ้งค้างคืน 1 คืน ดังแสดงในรูปที่ 3.8

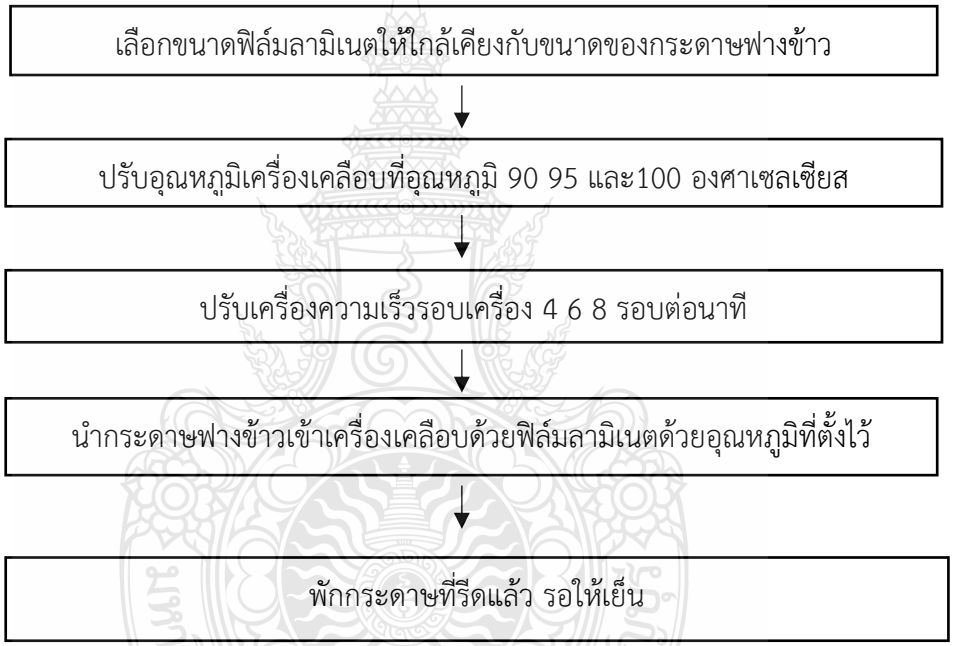
รูปที่ 3.8 การบีบน้ำออกจากเยื่อกระดาษฟางข้าว

3.2.2.10 ทำแห้งกระดาษจากฟางข้าวแบบ Steam Dry โดยการใช้ความร้อนจากไอน้ำที่ได้จากการต้มน้ำผ่านมาตามท่อเข้าสู่แผ่นสามเหลี่ยม Triangle Hot Plate ใช้อุณหภูมิในการอบที่ 85 องศาเซลเซียสโดยการนำผ้าที่มีเยื่อกระดาษติดอยู่วางลงบนแผ่นให้ความร้อนแล้วใช้แปรงลูบบนผืนผ้าให้เรียบดึงให้ตึงไม่มีรอยย่นจนแผ่นกระดาษเริ่มแห้งจึงลอกผ้าออก จากนั้นใช้แปรงลูบผิวหน้าของกระดาษอีกครั้งเพื่อให้แผ่นกระดาษเรียบ โดยการลูบแบบต่อเนื่องเพื่อป้องกันการเกิดรอยย่นและไล่ฟองอากาศออกจากแผ่นกระดาษพอกระดาษแห้งแล้วให้ลอกออก ดังแสดงในรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 การทำแห้งแผ่นกระดาษจากฟางข้าว

3.2.3 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเคลือบกระดาษฟางข้าวด้วยฟิล์มลามิเนต

ในการศึกษาอุณหภูมิการเคลือบและความเร็วรอบเครื่องที่เหมาะสมในการเคลือบกระดาษฟางข้าวด้วยฟิล์มลามิเนต โดยปัจจัยที่ทำการศึกษามี 2 ปัจจัย คืออุณหภูมิที่ใช้ในการเคลือบกระดาษฟางข้าวด้วยฟิล์มลามิเนตด้วยเครื่องรีดร้อนโดยแปรเป็น 3 ระดับคือ 90 95 และ100 องศาเซลเซียสและความเร็วรอบเครื่องต่อนาทีในการเคลือบกระดาษฟางข้าวด้วยฟิล์มลามิเนตด้วยเครื่องรีดร้อนโดยแปรเป็น 3 ระดับ คือ 4 6 และ 8 ต่อนาทีวางแผนการทดลองแบบ (Factorial in CRD) จะได้ทั้งหมด 9 สิ่งทดลองดังแสดงในตารางที่ 3.2 แล้วทำการผลิตกระดาษเคลือบฟิล์มลามิเนตตามกระบวนการดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการเคลือบฟิล์มลามิเนต

ตารางที่ 3.2 การจัดสิ่งทดลองของสภาวะในการเคลือบลามิเนตด้วยฟิล์มลามิเนต

สิ่งทดลอง	อุณหภูมิในการเคลือบฟิล์ม	ความเร็วรอบเครื่องต่อนาที
1	90	4
2	95	4
3	100	4
4	90	6
5	95	6
6	100	6
7	90	8
8	95	8
9	100	8

กระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตทั้ง 9 สิ่งทดลอง มาศึกษาสมบัติทางกายภาพ ได้แก่

1) การทดสอบความต้านแรงดึงขาด ตัดกระดาษขนาด 4x14 เซนติเมตร โดยใช้เครื่อง Desik Force Gauge โดยใช้หัวปากคีบในการทดสอบดแรงดึงขาดคีบกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต 2 เซนติเมตร ทั้งล่างและบนโดยทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ

2) การทดสอบความต้านแรงกดทะลุ ตัดกระดาษขนาด 10x10 เซนติเมตรโดยใช้เครื่อง Desik Force Gauge โดยใช้หัวแหลมในการทดสอบกดทะลุยึดกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตกับฐานและทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ

3) การทดสอบความหนา ตัดกระดาษขนาด 15x15 เซนติเมตรโดยใช้เครื่อง Vernier วัดความหนาทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำ

ข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการเคลือบฟิล์มลามิเนตเพื่อคัดเลือกสิ่งทดลอง 1 สิ่งทดลอง เพื่อนำไปสำรวจความพึงพอใจ

3.2.4 สำรวจความพึงพอใจที่มีต่อกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

การสำรวจความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถาม (ดังแสดงในภาคผนวก ข) ร่วมกับการแจกตัวอย่างให้กับผู้บริโภคแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์จำนวน 20 คน

และผู้บริโภคจำนวน 100 คน ซึ่งเป็นกลุ่มผู้บริโภคที่อยู่เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่มีอายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไปมี 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม คือ เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ และรายได้ ใช้สถิติค่าร้อยละและค่าเฉลี่ย

ส่วนที่ 2 การให้คะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ด้วยการเคลือบฟิล์มลามิเนต แบ่งออกเป็น 5 ระดับ

5 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

3 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้วิเคราะห์คือค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการประเมินให้การยอมรับซึ่งใช้มารตฐานส่วนประเมินค่า ดังนี้

ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ระหว่าง 4.51 - 5.00 หมายถึง พึงพอใจระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ระหว่าง 3.51 - 4.50 หมายถึง พึงพอใจระดับมาก

ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ระหว่าง 2.51 - 3.50 หมายถึง พึงพอใจระดับปานกลาง

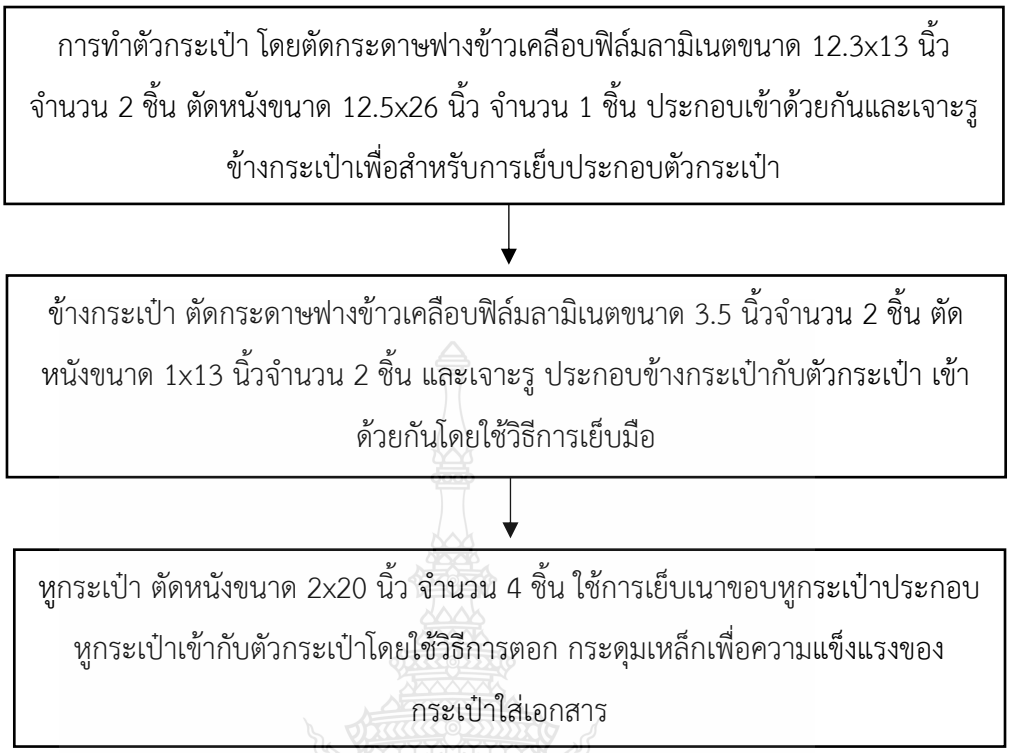
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ระหว่าง 1.51 - 3.50 หมายถึง พึงพอใจระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ระหว่าง 1.00 - 1.50 หมายถึง พึงพอใจระดับน้อยที่สุด

3.2.5 การประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต

3.2.5.1 ออกแบบผลิตภัณฑ์กระเป๋าใส่เอกสารต้นแบบด้วยโปรแกรม 3D ได้ภาพสามมิติเพื่อนำไปใช้ในการขึ้นแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป

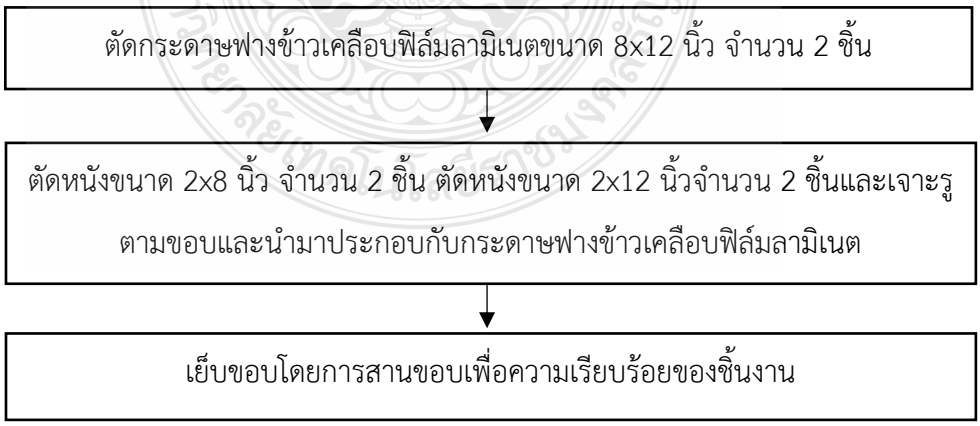
3.2.5.2 ประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์กระเป๋าใส่เอกสารต้นแบบจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต ดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 การประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์กระเป๋าใส่เอกสารต้นแบบจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต

3.2.5.3 ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่รองจานต้นแบบด้วยโปรแกรม 3D ได้ภาพสามมิติเพื่อนำไปใช้ในการขึ้นแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป

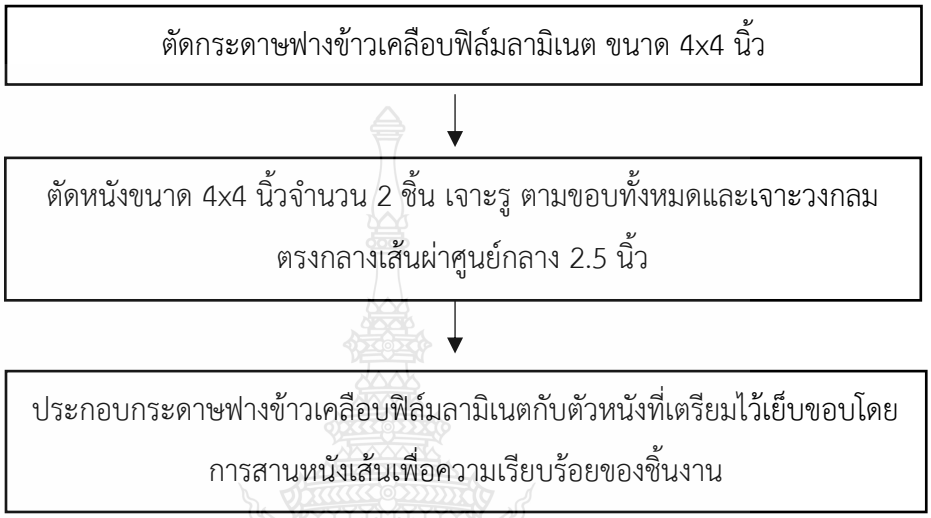
3.2.5.4 ประดิษฐ์ที่รองจานต้นแบบจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต ดังแสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 การประดิษฐ์ที่รองจานต้นแบบจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต

3.2.5.5 ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่รองแก้วด้วยโปรแกรม 3D ได้ภาพสามมิติเพื่อนำไปใช้ในการขึ้นแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป

3.2.5.6 ประดิษฐ์ที่รองแก้วต้นแบบจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต ดังแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 การประดิษฐ์ที่รองแก้วต้นแบบจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต

3.3 สถานที่ทำการทดลอง

3.4.1 บริษัท อุตสาหกรรมกระดาษชินกวงฮั้ว (ประเทศไทย) จำกัด

3.4.2 บริษัท สยามลามิเนต จำกัด

3.4.3 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.4.4 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.4 ระยะเวลาในการทดลอง

ในการทำงานวิจัยเรื่องนี้เริ่มดำเนินการตั้งแต่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2562 และสิ้นสุดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ โดยผู้วิจัยได้แสดงผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ได้แก่ ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อฟางข้าว เศึกษากระบวนการเคลือบกระดาษฟางข้าวด้วยฟิล์มลามิเนตที่อุณหภูมิและความเร็วรอบที่เหมาะสม และเพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์โดย มีผลการทดลองและวิจารณ์ดังต่อไปนี้

4.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อฟางข้าว

จากการทดลองหาสภาวะในการต้มเยื่อฟางข้าวที่ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 15 20 และ 25 ต่อระยะเวลาที่ใช้ในการต้ม 2 และ 3 ชั่วโมง คือ 15:2 20:2 25:2 15:3 20:3 และ 25:3 ทำซ้ำทั้งหมด 3 ซ้ำ โดยนำฟางข้าว 1 กิโลกรัม มาตัดเป็นชิ้นให้มีขนาดยาว 2 เซนติเมตร ต้มฟางข้าวต่อน้ำ 1:100 แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ตามปริมาณที่กำหนดคือ ร้อยละ 15 20 และ 25 ใช้ระยะเวลาในการต้ม 2 และ 3 ชั่วโมง ต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือดจากนั้นนำเยื่อฟางข้าวที่ผ่านการต้มล้างน้ำให้สะอาด จากนั้นนำเยื่อที่ได้ทั้ง 6 สิ่งทดลอง ทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษฟางข้าว ได้แก่ ทดสอบความหนา ทดสอบความต้านทานแรงดึงขาด และความต้านทานแรงกดทะลุ ซึ่งมีผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษฟางข้าว

4.1.1 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษฟางข้าว

จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษฟางข้าวทั้ง 6 สิ่งทดลองซึ่งได้ทำการการทดสอบความต้านทานแรงดึงขาด และการทดสอบความต้านทานแรงกดทะลุ และการทดสอบความหนา โดยมีผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษฟางข้าว

สิ่งทดลองที่	ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์(ร้อยละ): ระยะเวลาในการต้ม(ชั่วโมง)	การทดสอบสมบัติทางกายภาพ		
		ความต้านทานแรงดึงขาด (นิวตัน)	ความต้านทานแรงกดทะลุ(นิวตัน)	ความหนา
1	15:2	$85.16^{a} \pm 2.77$	$14.70^{a} \pm 2.62$	$0.19^{ab} \pm 0.01$
2	20:2	$28.36^{d} \pm 2.92$	$5.20^{d} \pm 0.26$	$0.16^{b} \pm 0.01$
3	25:2	$46.86^{b} \pm 5.51$	$7.93^{c} \pm 1.00$	$0.18^{ab} \pm 0.01$
4	15:3	$19.26^{e} \pm 1.45$	$4.93^{d} \pm 1.27$	$0.19^{ab} \pm 0.02$
5	20:3	$37.70^{c} \pm 4.66$	$10.60^{b} \pm 0.70$	$0.21^{a} \pm 0.30$
6	25:3	$16.80^{e} \pm 2.05$	$1.43^{e} \pm 0.20$	$0.18^{ab} \pm 0.15$

หมายเหตุ : อักษร $^{a-e}$ ที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

^{a} หมายถึง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด และ ^{e} หมายถึง มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ ความต้านทานแรงดึงขาด ความต้านทานแรงกดทะลุ และความหนา ของกระดาษฟางข้าวทั้ง 6 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่าความต้านทานแรงดึงขาดของกระดาษฟางข้าวในสิ่งทดลองที่ 1 มีค่าความต้านแรงดึงขาด 85.16 นิวตัน มากที่สุด ความต้านทานแรงกดทะลุของกระดาษฟางข้าวสิ่งทดลองที่ 1 มีค่าความต้านทานแรงกดทะลุ 14.70 นิวตันมากที่สุด มีค่าความหนา 0.21 0.19 0.18 0.19 และ 0.18 มากที่สุด ซึ่งผลจากการทดสอบค่าความต้านแรงดันทะลุ และค่าความต้านทานแรงกดทะลุมีค่าลดลงตามปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เพิ่มขึ้นและเวลาในการต้มเยื่อที่สูงขึ้นทำให้เยื่อฟางข้าวถูกทำลายโครงสร้างของกระดาษโดยโซเดียมไฮดรอกไซด์จะทำการล้างไขมันและทำลายลิกนินของฟางข้าวด้วยความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่สูงและระยะเวลาในการต้มเยื่อที่สูงขึ้นจะทำให้เยื่อกระดาษฟางข้าวไม่มีความแข็งแรงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศจีมาศ นันตสุคนธ์ [10] ศึกษาเรื่องการผลิตกระดาษจากใบเตยหอมและการใช้ประโยชน์พบว่า ค่าความต้านทานแรงดึงขาดและค่าความต้านทานแรงกดทะลุมีค่าต่ำลงเมื่อปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์มากขึ้นและเวลาในการต้มสูงขึ้น

จากผลการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อฟางข้าวที่ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 15 เวลาในการต้ม 2 ชั่วโมงมีสมบัติทางกายภาพของฟางข้าว ความต้านทานแรงดึงขาด ความต้านทานแรงกดทะลุ มีค่าสูงสุด

4.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต

นำกระดาษจากฟางข้าวที่ผลิตได้ทั้ง 6 สิ่งทดลอง มาทดสอบสมบัติทางกายภาพได้แก่ ความต้านทานแรงดึงขาด ความต้านทานแรงกดทะลุ และความหนา คัดเลือกสิ่งทดลองที่มีสมบัติทางกายภาพนำไปผลิตกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตที่ได้จากกระบวนการเคลือบแต่ละสูตรมาทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมโดยพิจารณาจาก ค่าความต้านทานแรงดึงขาด ค่าความต้านทานแรงกดทะลุ และค่าความหนาของกระดาษที่มากที่สุดดังนี้

4.2.1 จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตทั้ง 9 สิ่งทดลองซึ่งได้ทำการ ทดสอบความต้านแรงดึงขาด ความต้านแรงกดทะลุ และความหนา เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการเคลือบฟิล์มลามิเนตโดยมีผลการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต

สิ่งทดลองที่	อุณหภูมิ(องศา): ความเร็วรอบเครื่อง(นาที)	การทดสอบสมบัติทางกายภาพ		
		ความต้านทานแรงดึงขาด(นิวตัน)	ความต้านทานแรงกดทะลุ(นิวตัน)	ความหนา^{ns}
1	90 : 4	135.00^{d} ± 5.44	16.86^{c} ± 1.84	0.25 ± 0.05
2	90 : 6	150.97^{bc} ± 0.51	17.46^{bc} ± 0.72	0.27 ± 0.01
3	90 : 8	154.03^{abc} ± 10.05	21.40^{a} ± 2.11	0.23 ± 0.11
4	95 : 4	150.17^{bc} ± 2.58	16.56^{c} ± 1.25	0.30 ± 0.11
5	95 : 6	146.86^{cd} ± 14.88	19.16^{abc} ± 1.55	0.38 ± 0.16
6	95 : 8	163.60^{ab} ± 3.79	18.46^{bc} ± 1.69	0.33 ± 0.25
7	100 : 4	163.50^{ab} ± 7.90	19.86^{ab} ± 0.40	0.25 ± 0.06
8	100 : 6	163.40^{ab} ± 6.10	18.73^{abc} ± 1.74	0.27 ± 0.11
9	100 : 8	167.93^{a} ± 3.95	20.30^{ab} ± 1.57	0.32 ± 0.11

หมายเหตุ : อักษร $^{a-d}$ ที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{a} หมายถึงมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด และ ^{d} หมายถึง มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต พบว่า ความต้านทานแรงดึงขาด ความต้านทานแรงกดทะลุ และความหนา ของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต ทั้ง 9 สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ความต้านทางแรงดึงขาดของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตในสิ่งทดลองที่ 3 6 7 8 และ 9 มีค่าความต้านทานแรงดึงขาดมากที่สุด ($p \leq 0.05$) ตามลำดับอยู่ในช่วง 154.03–167.93 นิวตัน ค่าความต้านทานแรงกดทะลุ ของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต ในสิ่งทดลองที่ 3 5 7 8 9 และ 9 มีค่าความต้านแรงดันทะลุมากที่สุด ($p \leq 0.05$) ตามลำดับอยู่ในช่วง 18.73–21.40 นิวตัน และความหนาของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

จากผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการเคลือบกระดาษฟางข้าวด้วยฟิล์มลามิเนตผู้วิจัยได้เลือกสภาวะในการเคลือบกระดาษฟางข้าวด้วยฟิล์มลามิเนตที่อุณหภูมิในการเคลือบ 90 องศาเซลเซียส และความเร็วรอบเครื่อง 8 รอบต่อนาที ในสิ่งทดลองที่ 3 กระดาษที่เคลือบด้วยฟิล์มมีลักษณะที่ติดกระดาษฟางข้าวได้ดีจะมีลักษณะของกระดาษได้ค่าความต้านแรงดึงขาด 154.03 นิวตัน ค่าความต้านแรงดันทะลุ 21.40 นิวตัน ความหนา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ซึ่งมีความสอดคล้องกับ

งานวิจัยของ นาตยา เอื้อพิทักษ์สกุล [42] การศึกษาการปิดผนึกด้วยความร้อนของฟิล์มพอลิโพรพิลีนที่ใช้ในบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน พบว่า อุณหภูมิและความเร็วรอบทำให้ปิดผนึกของฟิล์มมีความแข็งแรงมากขึ้นจนถึงอุณหภูมิที่จะทำให้ความร้อนในการปิดผนึกได้ดีและเกิดการหลอมอย่างสมบูรณ์มีค่าความต้านของแรงดึงขาดและค่าความต้านแรงกดทะลุ ของการปิดผนึกของฟิล์มที่สูงขึ้นทำให้มีความแข็งแรงได้ดี โดยการปิดผนึกของฟิล์มที่ได้จะต้องมีความเรียบสม่ำเสมอ ไม่เกิดรอยย่นในการเคลือบและการหดตัวของฟิล์มและไม่เกิดการบิดเบี้ยวของรอยผนึก และความหนาไม่มีความแตกต่างกัน อยู่ในระดับที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานประดิษฐ์ได้จึงมีความเหมาะสมนำไปผลิตเป็นกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตที่สามารถทำกระเป๋า ที่รองจานที่รองแก้วและห่อดอกไม้สด บรรจุภัณฑ์ ถุงใส่ของลดโลกร้อนได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์มีผลต่ออายุการใช้งานที่ยาวนานในขั้นตอนต่อไป

4.3 การสำรวจความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์และผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ซึ่งแบ่งการนำเสนอผลการสำรวจออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์และผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภค

4.3.1 การสำรวจความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์

การสำรวจความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์จำนวน 20 คน ทดลองใช้การพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์โดยแบ่งการนำเสนอผลการสำรวจออกเป็น 2 ส่วนคือ ข้อมูลเบื้องต้นของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์และความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ มีผลสำรวจดังแสดงในตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม คือ เพศ ช่วงอายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ ใช้สถิติค่าร้อยละและค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์

n=20

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
หญิง	13	65.00
ชาย	7	35.00
รวม	20	100.00
ช่วงอายุ		
ต่ำกว่า 30 ปี	3	15.00
30 – 34 ปี	2	10.00
35 – 39 ปี	6	30.00
40 – 44 ปี	3	15.00
45 – 49 ปี	4	20.00
50 – 54 ปี	0	0.00
55 – 59 ปี	2	10.00
60 ปีขึ้นไป	0	0.00
รวม	20	100.00
ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่าปริญญาตรี	0	00.00
ปริญญาตรี	10	50.00
ปริญญาโท	7	35.00
ปริญญาเอก	3	15.00
รวม	20	100.00
อาชีพ		
รับราชการ/พนักงานมหาวิทยาลัย/ลูกจ้างของรัฐ/พนักงารัฐวิสาหกิจ	12	60.00
พนักงาน/ลูกจ้างเอกชน	3	15.00
ธุรกิจส่วนตัว/ประกอบอาชีพอิสระ	5	25.00
รวม	20	100.00

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ (ต่อ)

n=20

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์	จำนวน	ร้อยละ
รายได้		
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท	0	0.00
10,001-15,000 บาท	3	15.00
15,001-20,000 บาท	3	15.00
20,001-25,000 บาท	2	10.00
25,001-30,000 บาท	4	20.00
30,001-35,000 บาท	2	10.00
มีรายได้สูงกว่า 35,000 บาท	6	30.00
รวม	20	100.00

จากตารางที่ 4.3 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ทั้ง 20 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 65.00 และเป็นเพศชาย ร้อยละ 35.00 มีอายุระหว่าง 35-39 ปี ร้อยละ 30.00 รองลงมามีอายุ 45-49 ปีร้อยละ 20.00 มีการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี ร้อยละ 50.00 รองลงมาระดับปริญญาโทร้อยละ 35.00 ประกอบอาชีพรับราชการ พนักงาน ลูกจ้างของรัฐ และพนักงานรัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 60.00 รองลงมาธุรกิจส่วนตัว ประกอบอาชีพอิสระร้อยละ 25.00 มีรายได้สูงกว่า 35,000 บาทร้อยละ 30.00 รองลงมามีรายได้ 25,001-30,000 บาท ร้อยละ 20.00

ส่วนที่ 2 การให้คะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ด้วยการเคลือบฟิล์มลามิเนต

ตารางที่ 4.4 ความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

รายละเอียดการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		ความหมาย
	$\bar{x}$	S.D	
1. ความสวยงาม	4.40	0.66	มาก
2. สีธรรมชาติ	4.75	0.43	มากที่สุด
3. ความเหนียว	4.70	0.64	มากที่สุด
4. ผิวสัมผัสของแผ่นกระดาษ	4.40	0.49	มาก
5. กันน้ำได้	4.65	0.48	มากที่สุด
6. ความหนา	4.05	0.67	มาก
7. ง่ายต่อการพับและตัด	4.35	0.79	มาก
8. การลามิเนตกระดาษฟางข้าวกับฟิล์ม	4.55	0.50	มากที่สุด
9. ความเหมาะสมในการนำไปใช้ในงานประดิษฐ์และประโยชน์ต่างๆ	4.55	0.59	มากที่สุด
10. ความพึงพอใจโดยรวม	4.75	0.43	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.52	0.57	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.4 ความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ พบว่าผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์จำนวน 20 คน ให้ความพึงพอใจต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.52 โดยให้ความพึงพอใจสีธรรมชาติ ความเหนียว กันน้ำได้ การลามิเนตกระดาษฟางข้าวกับฟิล์ม ความเหมาะสมในการนำไปใช้ในงานประดิษฐ์และประโยชน์ต่างๆ อยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.75 4.70 4.65 และ 4.55 ตามลำดับส่วนความพึงพอใจความสวยงาม ผิวสัมผัสแผ่นกระดาษ ความหนา ง่ายต่อการพับและตัด อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.40 4.05และ 4.35 ตามลำดับ

จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ โดยร้อยละ 30.00 ของ ผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ได้ให้ข้อเสนอแนะว่ากระดาษมีความบางเมื่อเปรียบเทียบกับกระดาษสา กระดาษเคลือบเหมาะสำหรับการนำมาใช้ในงานประดิษฐ์ กว่ากระดาษสาและการพับสามารถพับให้เป็นจีบได้ง่ายกระดาษมี

ความยืดหยุ่นได้ดี ควรมีการเพิ่มสีของกระดาษของกระดาษนอกเหนือจากสีธรรมชาติ ควรเพิ่มการตกแต่งลวดลายจากวัสดุธรรมชาติ เช่น กลีบดอกไม้ ใบไม้แห้ง และผสมกลิ่นเพื่อให้กระดาษมีกลิ่นหอมด้วย

4.3.2 การสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภค

การสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคจำนวน 100 คนโดยแบ่งการนำเสนอผลการสำรวจออกเป็น 2 ส่วนคือ ข้อมูลเบื้องต้นของผู้บริโภคและความพึงใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์มีผลสำรวจดังแสดงในตารางที่ 4.5 และดังแสดงในตารางที่ 4.6 ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม คือ เพศ ช่วงอายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ ใช้สถิติค่าร้อยละและค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้บริโภค

n=100

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้บริโภค	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	55	55.00
หญิง	45	45.00
รวม	100	100.00
ช่วงอายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	3	3.00
20 – 24 ปี	35	35.00
25 – 29 ปี	18	18.00
30 – 34 ปี	15	15.00
35 – 39 ปี	10	10.00
40 – 44 ปี	5	5.00
45 – 49 ปี	12	12.00
50 - 54 ปี	0	0.00
55 - 59 ปี	2	2.00
60 ปีขึ้นไป	0	0.00
รวม	100	100.00

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้บริโภค (ต่อ) n=100

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้บริโภค	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ระดับการศึกษา		
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช	11	11.00
ปวส./อนุปริญญา	20	20.00
ปริญญาตรี	61	61.00
ปริญญาโท	8	8.00
ปริญญาเอก	0	0.00
รวม	100	100.00
อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	20	20.00
รับราชการ พนักงานลูกจ้างรัฐ	40	40.00
พนักงาน/ลูกจ้างรัฐเอกชน	15	15.00
ธุรกิจส่วนตัว/ประกอบอาชีพอิสระ	25	25.00
รวม	100	100.00
รายได้		
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท	27	27.00
10,001-15,000 บาท	25	25.00
15,001-20,000 บาท	30	30.00
20,001–25,000 บาท	10	10.00
25,001–30,000 บาท	5	5.00
มีรายได้สูงกว่า 30,000 บาท	3	3.00
รวม	100	100.00

จากตารางที่ 4.5 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคทั้ง 100 คนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 55.00และเป็นเพศชาย ร้อยละ 45.00 มีอายุระหว่าง 20-24 ปี ร้อยละ 35.00 รองลงมามีอายุอยู่ระหว่าง 25-29 ปี ร้อยละ 18.00 มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี ร้อยละ 61.00 รองลงมาเป็น ปวส/อนุปริญญา ร้อยละ 20.00 ประกอบอาชีพรับราชการ พนักงาน ลูกจ้างรัฐและพนักงานรัฐวิสาหกิจร้อยละ 40.00 รองลงมา ธุรกิจส่วนตัวและอาชีพอิสระ ร้อยละ 25.00 รายได้อยู่

ระหว่าง15,001-20,000 บาทร้อยละ30.00 รองลงมารายได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท ร้อยละ 27.00

ส่วนที่ 2 การให้คะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ด้วยการเคลือบฟิล์มลามิเนต

ตารางที่ 4.6 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตงานประดิษฐ์

รายละเอียดการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		ความหมาย
	$\bar{x}$	S.D	
1. ความสวยงาม	4.40	0.53	มาก
2. สีธรรมชาติ	4.25	0.65	มาก
3. ความเหนียว	4.55	0.50	มากที่สุด
4. ผิวสัมผัสของแผ่นกระดาษ	4.42	0.78	มาก
5. กันน้ำได้	4.43	0.55	มาก
6. ความหนา	4.52	0.56	มากที่สุด
7. ง่ายต่อการพับและตัด	4.62	0.51	มากที่สุด
8. การลามิเนตกระดาษฟางข้าวกับฟิล์ม	4.39	0.71	มาก
9. ความเหมาะสมในการนำไปใช้ในงานประดิษฐ์และประโยชน์ต่างๆ	4.63	0.61	มากที่สุด
10. ความพึงพอใจโดยรวม	4.55	0.59	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.48	0.60	มาก

จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่า ผู้บริโภคจำนวน 100 คน ให้ความพึงพอใจต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.48 โดยให้ความพึงพอใจโดยรวม ผิวสัมผัสของแผ่นกระดาษ ความหนา ง่ายต่อการพับและตัดความเหมาะสมในการนำไปใช้ในงานประดิษฐ์และประโยชน์ต่างๆ อยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.55 4.52 4.62 และ 4.63 ตามลำดับส่วนความพึงพอใจด้านความสวยงาม สีธรรมชาติ สามารถ

กันน้ำได้การลามิเนตกระดาษฟางข้าวกับฟิล์มอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.40 4.25 4.42 4.43 และ 4.39 ตามลำดับ

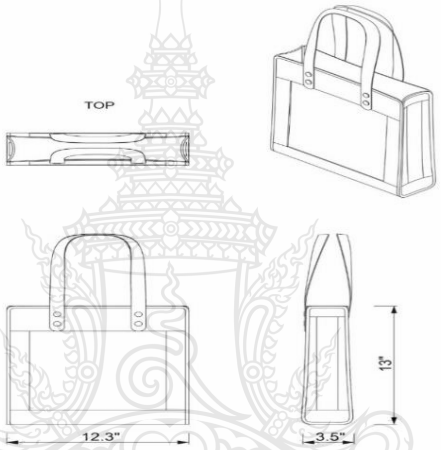
จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคโดยร้อยละ 8.00 ของผู้บริโภคได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ควรเพิ่มสีสันให้กับกระดาษฟางข้าวเพื่อเพิ่มความสวยงามและสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพได้มากยิ่งขึ้นหรือนำเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรมาตกแต่งเพิ่มเติมจะได้เป็นการสร้างรายได้ให้กับชุมชนอีกด้วย

การสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคทั้ง 2 กลุ่มได้แก่กลุ่มผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์จำนวน 20 คน และกลุ่มผู้บริโภคจำนวน 100 คนโดยมีผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ให้ความคิดเห็นว่ากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตการติดของฟิล์มมีลวดลายที่สวยงามและฟิล์มเคลือบลงกระดาษได้ดีบนพื้นผิวกระดาษและสีกระดาษมีความสม่ำเสมอ มีความแตกต่างจากกระดาษที่ใช้งานประดิษฐ์ทั่วไปในท้องตลาด โดยให้ความพึงพอใจต่อ สีธรรมชาติ ความเหนียว กันน้ำได้ การลามิเนตกระดาษฟางข้าวกับฟิล์ม ความเหมาะสมในการนำไปใช้ในงานประดิษฐ์และประโยชน์ต่างๆ และความพึงพอใจโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด นอกจากนี้เมื่อใช้มือลูบบนพื้นผิวของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตมีความเด่นชัดของเมล็ดฟางข้าว เมื่อนำกระดาษมาพับสันทบของกระดาษจะเรียบและคงรูปตามรอยพับเดิมเพราะกระดาษมีความเรียบของฟิล์มที่เคลือบกระดาษอยู่และจากการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคซึ่งให้ความพึงพอใจในด้าน ความเหนียว ความหนา ง่ายต่อการพับและตัด ความเหมาะสมในการนำไปใช้ในงานประดิษฐ์และประโยชน์ต่างๆ และความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดซึ่งจากกการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคทั้ง 2 กลุ่มมีข้อที่สังเกตได้ว่าความพึงพอใจด้านความสวยงาม สีธรรมชาติ ผิวสัมผัสของแผ่นกระดาษ มีระดับความพึงพอใจที่แตกต่างกันส่วนมากผู้บริโภคชอบกระดาษที่มีสีธรรมชาติมากกว่าการย้อมสีหรือการฟอกสี จึงมีผลต่อการตัดสินใจในด้านความสวยงามและสีธรรมชาติผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจเป็นกลุ่มผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์และกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์อยู่ในระดับมากที่สุดและระดับมาก ตามลำดับ เนื่องจากกลุ่มผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์มีทักษะการประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์งานกระดาษจากกระดาษชนิดต่างๆ มากกว่ากลุ่มผู้บริโภคทั้งนี้รวมถึงความพึงพอใจส่วนบุคคลของผู้บริโภค นอกจากนี้กระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตยังเป็นวัสดุที่ผลิตขึ้นเป็นครั้งแรกและไม่มีจำหน่ายในท้องตลาดจึงทำให้ความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้ง 2 กลุ่มอยู่ในระดับที่แตกต่างกันโดยให้ความคิดเห็นว่ากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต สามารถกันน้ำได้ แตกต่างจาก

กระดาษสาที่เมื่อสัมผัสน้ำแล้วรอยเปียกบนกระดาษ เหมาะสำหรับนำไปใช้ในการ ห่อช่อดอกไม้สด กระเป๋าใส่เอกสาร ที่รองจาน ที่รองแก้ว และถุงใส่ของลดโลกร้อนได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์มีผลต่ออายุการใช้งานที่ยาวนานอีกด้วย

4.4 งานประดิษฐ์กระเป๋าใส่เอกสาร ที่รองจานและที่รองแก้วจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต

4.4.1 ออกแบบผลิตภัณฑ์กระเป๋าใส่เอกสารต้นแบบด้วยโปรแกรม 3D ดังแสดงในรูปที่ 4.1



ด้านหน้า ด้านข้างกระเป๋า

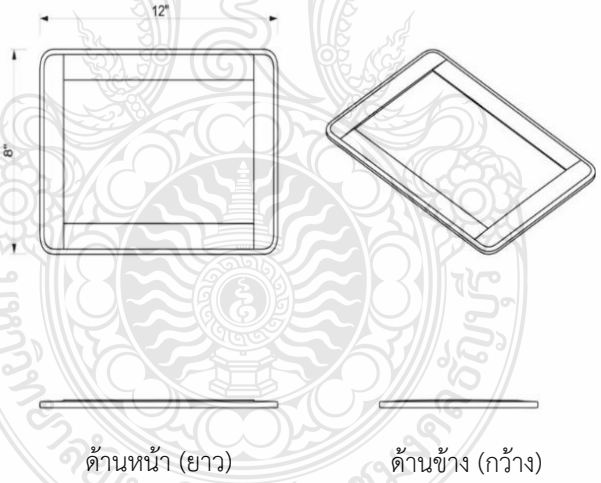
รูปที่ 4.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์กระเป๋าใส่เอกสารต้นแบบด้วยโปรแกรม 3D

4.4.1.1 ผลิตภัณฑ์กระเป๋าใส่เอกสารจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต

จากภาพที่ 4.2 กระเป๋าใส่เอกสารที่ได้สามารถบรรจุเอกสารที่มีขนาด A4 และลักษณะกระเป๋ามีความแข็งแรงในการใช้งานเนื่องจากมีหนังเป็นตัวยึดของขอบกระเป๋ากับกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสอดคล้องกับงานวิจัย พจน์ธรรม ณรงค์วิทย์ [47] การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษหนังเหลือทิ้งกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย้อม (SMEs) พบว่าผลิตภัณฑ์เครื่องหนังจัดเป็นสินค้าแฟชั่นด้วยการออกแบบคุณสมบัติของหนังมีความทนทานแข็งแรงและความสวยงามดังแสดงในรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 ผลิตภัณฑ์กระเป๋าใส่เอกสารจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต

4.4.3 ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่รองจานต้นแบบด้วยโปรแกรม 3D ดังแสดงในรูปที่ 4.3



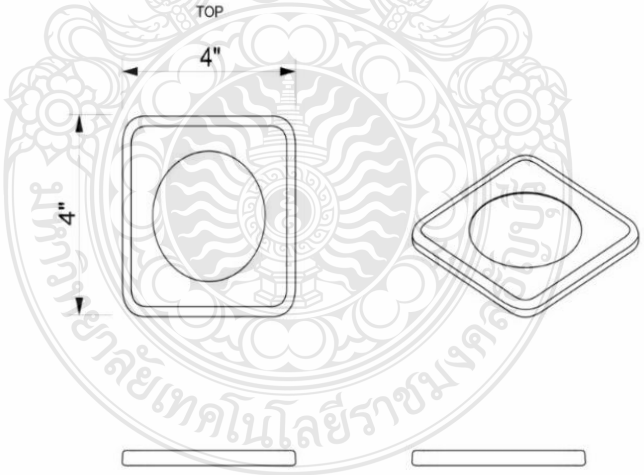
รูปที่ 4.3 การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่รองจานต้นแบบด้วยโปรแกรม 3D

4.4.3.1 ผลิตภัณฑ์ที่รองจานจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต

จากภาพที่ 4.4 ผลิตภัณฑ์ที่รองจานจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต มีหนังเป็นตัวประกอบตามขอบของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตเพื่อความแข็งแรงในการใช้งาน ด้านหน้าขนาดยาว 12 นิ้ว ด้านข้างกว้าง 8 นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 ผลิตภัณฑ์ที่รองจานจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต

4.4.4 ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่รองแก้วต้นแบบด้วยโปรแกรม 3D ดังแสดงในรูปที่ 4.5

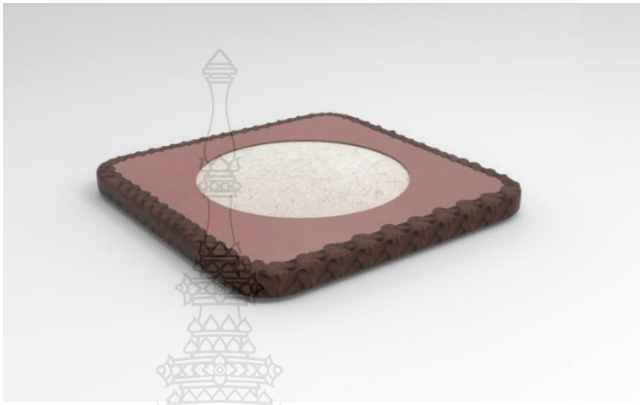


ด้านหน้า (ยาว) ด้านข้าง (กว้าง)

รูปที่ 4.5 ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่รองแก้วต้นแบบด้วยโปรแกรม 3D

4.4.4.1 ผลิตภัณฑ์ที่รองแก้วจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต

จากภาพที่ 4.6 ผลิตภัณฑ์ที่รองแก้วจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตมีหนังเป็นตัวประกอบตามขอบของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตเพื่อความแข็งแรงในการใช้งาน ขนาด 4x4 นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ผลิตภัณฑ์ที่รองแก้วจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาตามวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้ เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อฟางข้าว เพื่อศึกษากระบวนการเคลือบกระดาษฟางข้าวด้วยฟิล์มลามิเนตที่อุณหภูมิและความเร็วรอบที่เหมาะสม และเพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์โดยมีผลสรุปการทดลองข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อฟางข้าว

จากการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากฟางข้าวที่ปริมาณที่ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 15 20 และ 25 ใช้ระยะเวลาในการต้ม 2 และ 3 ชั่วโมงจะได้ทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง ซึ่งการใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 15 ใช้ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมงในสิ่งทดลองที่ 1 มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการต้มเยื่อฟางข้าว เยื่อที่ผลิตได้จะมีขนาดเล็กจากการต้มเยื่อฟางข้าวด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 15 และ 20 จะทำให้เส้นใยฟางข้าวถูกทำลายมากลักษณะของเส้นใยจะกระจายตัวได้ดีการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 25 เส้นใยที่ผลิตได้จะมีลักษณะเปื่อยมากเกินไปไม่เหมาะกับการนำมาผลิตกระดาษฟางข้าวซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยกล่าวว่าสภาวะการต้มเยื่อฟางข้าวในสิ่งทดลองที่ 1 จากน้ำหนักฟางข้าวแห้งก่อนต้ม 1 กิโลกรัม เมื่อนำไปผลิตเป็นกระดาษแล้วนำไปความต้านทานแรงดึงขาด 86.16 นิวตัน ความต้านทานแรงกดทะลุ 14.70 นิวตัน และความหนา 0.19 มิลลิเมตร ด้วยเหตุผลดังกล่าวในข้างต้น ผู้วิจัยเลือกสภาวะในสิ่งทดลองที่ 1 ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 15 ใช้ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมงนำไปผลิตเป็นกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตในขั้นตอนต่อไป

5.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเคลือบกระดาษฟางข้าวด้วยฟิล์มลามิเนต

ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตพบว่า ความต้านทานแรงดึงขาด ความต้านทานแรงกดทะลุ และความหนา กระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตทั้ง 9 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ความต้านทานแรงดึงขาดของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตในสิ่งทดลองที่ 3 6 7 8 และ 9 มีค่าความต้านทานแรงดึงขาด มากที่สุด ($p \leq 0.05$) ตามลำดับอยู่ในช่วง 154.03–167.93 นิวตัน ค่าความต้านทานแรงกดทะลุของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต ในสิ่งทดลองที่ 3

5 7 8 9 และ 9 มีค่าความต้านแรงกดทะลุมากที่สุด ($p \leq 0.05$) ตามลำดับอยู่ในช่วง 18.73–21.40 นิวตัน และความหนาของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการเคลือบกระดาษฟางข้าวด้วยฟิล์มลามิเนต ผู้วิจัยได้เลือกสภาวะในการเคลือบกระดาษฟางข้าวด้วยฟิล์มลามิเนตที่อุณหภูมิในการเคลือบ 90 องศาเซลเซียล และความเร็วรอบเครื่อง 8 รอบต่อนาที ในสิ่งทดลองที่ 3 กระดาษที่เคลือบด้วยฟิล์มมีลักษณะที่ติดกระดาษฟางข้าวได้ดีจะมีลักษณะของกระดาษได้ค่าความต้านแรงดึงขาด 154.03 นิวตัน ค่าความต้านแรงกดทะลุ 21.40 นิวตัน ความหนา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งความต้านแรงดึงขาดความต้านแรงกดทะลุและความหนาอยู่ในระดับที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานประดิษฐ์ได้จึงมีความเหมาะสมนำไปผลิตเป็นกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตที่สามารถห่อดอกไม้สด บรรจุภัณฑ์ ประดิษฐ์ดอกไม้ และถุงใส่ของลดโลกร้อนได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์มีผลต่ออายุการใช้งานที่ยาวนานในขั้นตอนต่อไป

5.3 การสำรวจความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์และผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์และผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์จำนวน 20 คนและผู้บริโภค 100 คนโดยผู้ตอบแบบสอบถามทั้ง 2 กลุ่มมีความพึงพอใจด้านความสวยงาม สีธรรมชาติ ความเหนียวของกระดาษผิวสัมผัสของกระดาษ ความหนา กันน้ำได้ ง่ายต่อการพับและตัดการลามิเนตกระดาษฟางข้าวกับฟิล์มความเหมาะสมในการนำไปใช้ในงานประดิษฐ์และประโยชน์ต่างๆ และความพึงพอใจโดยรวม อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุดซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ คือความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์และผู้บริโภคได้ให้ข้อเสนอแนะตรงกันว่า ควรมีการเพิ่มสีของกระดาษให้มีความหลากหลายมากขึ้นนอกเหนือจากสีธรรมชาติเพิ่มการตกแต่งลวดลายต่างๆ ด้วยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ใบไม้ กลีบดอกไม้ และเพิ่มกลิ่นธรรมชาติเพื่อให้กระดาษมีความหอมของธรรมชาติมากขึ้น

5.4 งานประดิษฐ์กระเป๋าใส่เอกสาร ที่รองจานและที่รองแก้วต้นแบบ จากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต

จากการนำกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตที่มีสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมมากที่สุด ซึ่งผู้วิจัยได้นำกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตที่ผลิตได้ในสิ่งทดลองที่ 3 อุณหภูมิในการเคลือบ 90 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 8 รอบต่อนาที มีความเหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นกระเป๋าใส่เอกสาร ที่รองจานและที่รองแก้วจากกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต

5.5 ข้อเสนอแนะ

5.5.1 ควรพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตให้มีคุณลักษณะตามที่ต้องการของมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระดาษ

5.5.2 ควรศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนผลิตกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตกับกระดาษอื่นๆ ที่ใช้ในธุรกิจงานประดิษฐ์

5.5.3 ควรพัฒนาการย้อมสีกระดาษฟางข้าว นอกเหนือจากสีธรรมชาติของฟางข้าว

5.5.4 ควรพัฒนากลิ่นของกระดาษฟางข้าวให้มีกลิ่นหอม

5.5.5 ควรศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนผลิตกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตกับกระดาษอื่นๆ ที่ใช้ในธุรกิจงานประดิษฐ์

5.5.6 ควรศึกษากระดาษชนิดอื่นๆ เคลือบฟิล์มลามิเนต

บรรณานุกรม

[1] *ข้าว , (ออนไลน์),* ม.ป.ป., สืบค้นจาก: https://th.wikipedia.org/wiki/ข้าว, (30 กันยายน 2561).

[2] สุภา จุฬคุปต์, “การพัฒนาการผลิตกระดาษเชิงหัตถกรรมจากใยมะพร้าว,” รายงานการวิจัย. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี, 2552.

[3] เทวรัตน์ ตรีอำนรรค, วีรชัย อาจหาญ, กระวี ตรีอำนรรค, ธนากร แนวกลาง, เกียรติศักดิ์ ใจโต, เบญจวรรณ วานมนตรีและนาฏชนก ปรางปรุ, “การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว: กรณีศึกษาบรรจุภัณฑ์สำหรับผลผลิตทางการเกษตร,”รายงานการวิจัย.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, 2555.

[4] บริษัท รัชนิกร อินเตอร์เทรด จำกัด, *ความแตกต่างระหว่างฟิล์มเคลือบร้อนและฟิล์มเคลือบเย็น (ออนไลน์),* ม.ป.ป., สืบค้นจาก: https://pixel-film.com/about-us/,ความแตกต่างระหว่างฟิล์มเคลือบร้อนและฟิล์มเคลือบเย็น, (30 กันยายน 2561).

[5] บริษัท ไอดี ออล ดิจิตอลพริ้นท์ จำกัด, *เคลือบฟิล์มลามิเนต (ออนไลน์)*, 2561, สืบค้นจาก:http://ideol-print.com/lamination/เคลือบฟิล์มลามิเนต (30 กันยายน 2561).

[6] *ฟางข้าวและประโยชน์จากฟางข้าว*, (ออนไลน์), 2558, สืบค้นจาก: https://puechkaset.com/ฟางข้าวและประโยชน์จากฟางข้าว (23 พฤษภาคม 2563)

[7] *ประโยชน์ของตอซังข้าว, (ออนไลน์),*ม.ป.ป., สืบค้นจาก: https://www.thaigreenagro.com/ประโยชน์ของตอซังข้าว ,(23 พฤษภาคม 2563).

[8] ดรรชนี พัทธวรากร, “กระบวนการผลิตเยื่อกระดาษและกระดาษ,”รายงานวิจัย สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 2556.

[9] *ที่มาของกระดาษ , (ออนไลน์),* ม.ป.ป.,สืบค้นจาก: http://www.infinityprinting.co.th/ที่มาของกระดาษ, (30 กันยายน 2562).

[10] ศจีมาศ นันตสุคนธ์, “การผลิตกระดาษจากใบเตยหอมและการใช้ประโยชน์,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาคหกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาชุมชน คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร, 2551.

บรรณานุกรม(ต่อ)

[11] โรงพิมพ์ดอทคอม, *ความรู้เกี่ยวกับกระดาษ , (ออนไลน์),* ม.ป.ป. สืบค้นจาก: http://www.rongpim.com/know_paper.php/ความรู้เกี่ยวกับกระดาษ, (24 กันยายน 2562).

[12] ความสำคัญของกระดาษ, *chicken smile* ,(ออนไลน์), 2556, สืบค้นจาก:http://chickensmile.com/ความสำคัญของกระดาษ, (24 กันยายน 2562).

[13] สมหวัง ขันตยานุวงศ์, "เส้นใยเยื่อและกระดาษสมบัติทางกายภาพ," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตสาขาวิชาวนผลิตภัณฑ์, คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,กรุงเทพมหานคร, 2551.

[14] ประกิต จันทร์ศรี, "*การผลิตกระดาษเชิงหัตถกรรมจากวัตถุดิบในท้องถิ่น*," กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์บรรณกิจ, 2551.

[15] วิจิตร สนหอม, "การพัฒนากระดาษกกเพื่อใช้ประโยชน์ในงานศิลปะประดิษฐ์," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาชุมชน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ, 2554.

[16] วุฒินันท์ คงทัด, "กระดาษทำด้วยมือ," ใน *งานวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับการผลิตเยื่อและกระดาษจากปอสา*, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน, 2545

[17] การพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, "เกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมกระดาษ," กระทรวงพลังงาน, กรุงเทพมหานคร

[18] องค์ประกอบของกระดาษ, *Double A Thailand (ออนไลน์),*ม.ป.ป.สืบค้นจาก: https://www.doubleapaper.com/th/assets/media/paperknowledge/paper_element1.pdf,(30 กันยายน 2562)

[18] นุชศรา นงนุช, "ความเป็นไปได้ในการใช้เยื่อจากกระดาษคราฟท์และกระดาษกล่องมาผลิตกระดาษเช็ดมือ," การค้นคว้าอิสระตามวิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์,2553.

[20] สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมเป้าหมาย, "หนังสือชุดองค์ความรู้ด้านบรรจุภัณฑ์ เรื่องความรู้พื้นฐานในการทำบรรจุภัณฑ์กล่องกระดาษ, เล่มที่ 1, ประเภทของกระดาษ, กรุงเทพมหานคร:กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2555.

บรรณานุกรม(ต่อ)

[21] สุทธิ์สุดา วานิช, “การพัฒนากระดาษต้านจุลินทรีย์เคลือบสตาร์ชดัดแปรผสมน้ำมันกานพลู,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,สาขาเทคโนโลยีการบรรจุและวัสดุบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 2553.

[22] *อุตสาหกรรมการผลิตเยื่อกระดาษและกระดาษ (ออนไลน์)*,ม.ป.ป., สืบค้นจาก https://sites.google.com/site/ อุตสาหกรรมการผลิตเยื่อกระดาษและกระดาษ (20 พฤษภาคม 2563).

[23] การผลิตเยื่อกระดาษ, *Siam Safety (ออนไลน์)*,ม.ป.ป., สืบค้นจาก: http://www.siamsafety.com/pulp_industry3.pdf, (30 กันยายน2562).

[24] อังคณา สุวรรณกูฏ,*กรมวิชาการเกษตร* (ออนไลน์),สืบค้นจาก: http://www.doa.go.th/pibai/pibai/n11/v_11-mar/ceaksong.html, (30กันยายน 2562).

[25] สมบัติของกระดาษ(1), *Double A Thailand (ออนไลน์)*,ม.ป.ป., สืบค้นจาก: http://www.doubleapaper.com/th/assets/media/ paperknowledge/paper_properties1.pdf,(24 กันยายน 2562).

[26] วินัย ตาระเวช, “การพัฒนาริบบิ้นใยกล้วยและการใช้ในงานดอกไม้,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คหกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาชุมชน, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร, 2550.

[27] *ฟิล์มลามิเนตเย็นที่ไวต่อความรู้สึก (ออนไลน์)*,ม.ป.ป., สืบค้นจาก: http://th.wdcamat.com/advertising-materials-film/cold-roll-lamination-film/glossy-cold-laminating-film.htmlฟิล์มลามิเนตเย็นที่ไวต่อความรู้สึก, (30 กันยายน 2562).

[28] สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย,*รู้จักฟิล์มลามิเนต (ออนไลน์)* ,ม.ป.ป. สืบค้นจาก:http://artd3302-suriyon.blogspot.com/รู้จักฟิล์มลามิเนต,(30 กันยายน 2562).

[29] *ความรู้เกี่ยวกับงานประดิษฐ์,(ออนไลน์)*,ม.ป.ป., สืบค้นได้จาก: https://sites.google.com/site/webm060061/neuxha-bth-reiyn/khwam-ru-keiyw-kab-ngan-pradisth (22 กันยายน 2562).

บรรณานุกรม(ต่อ)

[30] สุดสงวน สุนาคราช, “เอกสารประกอบการเรียนการสอนงานประดิษฐ์ตามสมัยนิยม,” แผนกวิชาคหกรรมศาสตร์, สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ, ร้อยเอ็ด, 2544.

[31] อัญชิตา ปาละสิทธ์, *“ประโยชน์และความสำคัญของการประดิษฐ์ของใช้ตกแต่ง,” (ออนไลน์),* ม.ป.ป., สืบค้นได้จาก:http://anchitapalasit.blogspot.com/2013/09/blog-post.html, (22 กันยายน 2562).

[32] วาสนา เจริญวิเชียรฉาย, “การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชนประเภทผลิตภัณฑ์จากกระดาษสา กระดาษสับปะรด และกระดาษตะขบ,”วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะศิลปกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี, 2551.

[33] ความหมายงานประดิษฐ์, *Eduzones (ออนไลน์),* ม.ป.ป., สืบค้นจาก: http://blog.eduzones.com/jade/3237,(30 กันยายน 2562).

[34] ธัญญธร อินทร์ท่าฉาง, “การศึกษาผลของคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุเพื่องานบรรจุภัณฑ์,” คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร,กรุงเทพมหานคร,2554.

[35] ราชบัณฑิตยสถาน, *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานแนวคิดความพึงพอใจ*, กรุงเทพ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์, 2546, นน793.

[36] ดิ*เรก ฤกษ์ (ออนไลน์)*,ม.ป.ป, สืบค้นจาก:http://www.research.doae.go.th/Textbook , (30กันยายน 2562).

[37] ฉัตรชัย คงสุข, “ความพึงพอใจของผู้รับบริการต่อการให้บริการของแผนกคลังพัสดุฝ่ายภัตตาคารและโภชนาการภายในประเทศบริษัทการบินไทย จำกัด,” สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,2535.

[38] ปรียากร วงศ์อนุตรโรจน์, (ออนไลน์),ม.ป.ป., สืบค้นจาก: http://www.research.doae.go.th/Textbook,(30 กันยายน 2562).

[39] Prasert rk, *gotoknow (ออนไลน์)*,ม.ป.ป., Available :http://www.gotoknow.org/posts/ทฤษฎี ความพึงพอใจ, 2554,(23 กันยายน 2562).

บรรณานุกรม(ต่อ)

[40] ภณิดา ชัยปัญญา, “ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อกิจการไร่นาสวนผสมภายใต้โครงการปรับโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตรของจังหวัดเชียงราย,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 2541.

[41] Maitree Pongsapan, *maitree3. blogspot.com (ออนไลน์),* Available : http:// maitree3. blogspot.com/ ,(23 กันยายน 2562)

[42] นาตยา เอื้อพิทักษ์สกุล, “การปิดผนึกด้วยความร้อนของฟิล์มพอลิโพรพิลีนที่ใช้ในบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์, กรุงเทพมหานคร, 2539.

[43] ธวัช นุสนธรา, “บรรจุภัณฑ์พลาสติกกับคุณภาพอาหารโอทอป” กรมวิทยาศาสตร์บริการ, ปีที่ 62, ฉบับที่ 196, 2557.

[44] พรชัย บุญญิกา, “การตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษจากเปลือกโสนหางไก่สำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี,ปทุมธานี, 2559.

[45] ธนพรรณ บุณยรัตกลิน, ทรงสิริ วิชิรานนท์และอุดม พลเยี่ยม,“การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษฟางข้าว,”รายงานการวิจัย, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช,กรุงทพมหานคร, 2545.

[46] ชัยพร สามพุ่มพวง, รังสินี โสธรวิทย์, วุฒินันท์ คงทัด และวารุณี ธนะแพสย์, “การพัฒนากระบวนการผลิตกระดาษฟางข้าวแบบพื้นบ้าน,” *ในการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 : สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร,* มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2550.

[47] พจน์ธรรม ณรงค์วิทย์, “การศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษหนังเหลือทิ้งกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม(SMEs),” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 2557.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือขอความอนุเคราะห์นักศึกษาเข้าศึกษาและทดสอบ

อว 0643.04/ 1209

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

15 พฤศจิกายน 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดสอบ

เรียน ผู้จัดการบริษัทอุตสาหกรรมกระดาษชินกวงฮั้ว ประเทศไทย

ด้วยนางสาววรรณภา อาบสุวรรณ นักศึกษาปริญญาโท คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้ทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อ "การพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์" ซึ่งนักศึกษาต้องทำการนำเยื่อฟางข้าวไปช้อนเพื่อนำมาผลิตเป็นกระดาษ คณะฯ เห็นว่าบริษัทอุตสาหกรรมกระดาษชินกวงฮั้ว ประเทศไทย มีเครื่องมืออุปกรณ์ที่ครบถ้วนและทันสมัย และมีบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านเพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักศึกษาได้มีแนวคิดในการทำงานวิจัย ในการนี้ คณะฯ ใคร่ขอความอนุเคราะห์ ให้นักศึกษาเข้าไปศึกษาและทดสอบ ณ บริษัทอุตสาหกรรมกระดาษชินกวงฮั้ว ประเทศไทยโดยสามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ นางสาววรรณภา อาบสุวรรณ หมายเลขโทรศัพท์ 098 - 2698936

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร ชลสาคร)
คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
โทร.0-2549-3162
โทรสาร. 0-2577-2358

ภาคผนวก ข
แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภค

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์

เรื่อง การพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

ด้วยนางสาววรรณภา อาบสุวรรณ นักศึกษาปริญญาโท คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้ทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อเรื่อง “การพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ ” ซึ่งมีความประสงค์ขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อประกอบการตัดสินใจและการให้คะแนนของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ ที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ โดยแบบสอบถามฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม คือ เพศ ช่วงอายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้

ส่วนที่ 2 การให้คะแนนความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

ทั้งนี้ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาแปรผลในภาพรวม โดยคำตอบทุกคำตอบของท่านจะได้รับการเก็บรักษาเป็นความลับ และจะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อตัวท่านหรือหน่วยงานของท่านเพราะข้อมูลจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อเป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์เท่านั้น

นางสาววรรณภา อาบสุวรรณ
นักศึกษาปริญญาโท คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

<u>ข้อชี้แจง</u> กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ☐ ให้ตรงกับความเป็นจริงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ชื่อ.....วันที่.....

ตำแหน่งงานปัจจุบัน.....

สังกัด/หน่วยงาน.....

ประสบการณ์การทำงาน.....ปี

เพศ

☐ หญิง ☐ ชาย

ช่วงอายุ

☐ ต่ำกว่า 30 ปี ☐ 30 – 34 ปี

☐ 35 – 39 ปี ☐ 40 – 44 ปี

☐ 45 – 49 ปี ☐ 50 – 54 ปี

☐ 55 – 59 ปี ☐ 60 ปีขึ้นไป

ระดับการศึกษา

☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ ปริญญาตรี

☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก

อาชีพ

☐ รับราชการ / พนักงานมหาวิทยาลัย / ลูกจ้างรัฐ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ

☐ พนักงาน / ลูกจ้างเอกชน

☐ ธุรกิจส่วนตัว / ประกอบอาชีพอิสระ

รายได้

☐ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท

☐ 10,001 – 15,000 บาท

☐ 15,001 – 20,000 บาท

☐ 20,001 – 25,000 บาท

☐ 25,001 – 30,000 บาท

☐ 30,001 – 35,000 บาท

☐ มีรายได้สูงกว่า 35,000 บาท

<u>ตอนที่ 2</u> การให้คะแนนความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

<u>ข้อชี้แจง</u> โปรดพิจารณาตัวอย่างกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามเนต กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องความคิดเห็นให้ตรงกับความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

เกณฑ์การให้คะแนน แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

5 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด 4 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมาก

3 คะแนน หมายถึง พึงพอใจปานกลาง 2 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อย

1 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ลักษณะของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ความสวยงาม					
2. สีธรรมชาติ					
3. ความเหนียว					
4. ผิวสัมผัสของแผ่นกระดาษ					
5. กันน้ำได้					
6. ความหนา					
7. ง่ายต่อการพับและตัด					
8. การลามิเนตกระดาษฟางข้าวกับฟิล์ม					
9. ความเหมาะสมในการนำไปใช้ในงานประดิษฐ์และประโยชน์ต่างๆ					
10. ความพึงพอใจโดยรวม					

<u>ตอนที่ 3</u> ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภค

เรื่อง การพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

ด้วยนางสาววรรณภา อาบสุวรรณ นักศึกษาปริญญาโท คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้ทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อเรื่อง “ การพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ ” ซึ่งมีความประสงค์ขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อประกอบการตัดสินใจและการให้คะแนนของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ โดยแบบสอบถามฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม คือ เพศ ช่วงอายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ ใช้สถิติค่าร้อยละและค่าเฉลี่ย

ส่วนที่ 2 การให้คะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

ทั้งนี้ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาแปรผลในภาพรวม โดยคำตอบทุกคำตอบของท่านจะได้รับการเก็บรักษาเป็นความลับ และจะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อตัวท่านหรือหน่วยงานของท่านเพราะข้อมูลจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อเป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์เท่านั้น

นางสาววรรณภา อาบสุวรรณ

นักศึกษาปริญญาโท คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูลลงใน ☐ และใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องที่กำหนดไว้

เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

ช่วงอายุ

☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 20 – 24 ปี

☐ 25 – 29 ปี ☐ 30 – 34 ปี

☐ 35 – 39 ปี ☐ 40 – 44 ปี

☐ 45 – 49 ปี ☐ 50 – 54 ปี

☐ 55 – 59 ปี ☐ 60 ปีขึ้นไป

ระดับการศึกษา

☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. ☐ ปวส. / อนุปริญญา

☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท

☐ ปริญญาเอก

อาชีพ

☐ นักเรียน/นักศึกษา ☐ รับราชการพนักงาน ลูกจ้างรัฐ

☐ พนักงาน / ลูกจ้างเอกชน ☐ ธุรกิจส่วนตัว / ประกอบอาชีพอิสระ

รายได้

☐ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท

☐ 10,001 – 15,000 บาท

☐ 15,001 - 20,000 บาท

☐ 20,001 - 25,000 บาท

☐ 25,001 - 30,000 บาท

☐ มีรายได้สูงกว่า 30,000 บาท

ตอนที่ 2 การให้คะแนนความพึงพอใจของผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อการพัฒนากระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนตสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

ข้อชี้แจง โปรดพิจารณาตัวอย่างกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามเนตกรุณาทำเครื่องหมาย✓ ในช่อง ความคิดเห็นให้ตรงกับความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

เกณฑ์การให้คะแนน แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

5 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด 4 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมาก

3 คะแนน หมายถึง พึงพอใจปานกลาง 2 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อย

1 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ลักษณะของกระดาษฟางข้าวเคลือบฟิล์มลามิเนต	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1.ความสวยงาม					
2.สีธรรมชาติ					
3.ความเหนียว					
4.ผิวสัมผัสของกระดาษ					
5.กันน้ำได้					
6.ความหนา					
7.ง่ายต่อการพับและตัด					
8.การลามิเนตกระดาษฟางข้าวกับฟิล์ม					
9.ความเหมาะสมในการนำไปใช้ในงานประดิษฐ์และประโยชน์ต่างๆ					
10.ความพึงพอใจโดยรวม					

ตอนที่ 3

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค

หนังสือตอบรับการนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัย ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 11 มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ที่ อว ๐๖๔๕.๑๓/๑๕๘

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
เลขที่ ๑ ถนนอู่ทองนอก แขวงดุสิต
เขตดุสิต กรุงเทพฯ ๑๐๓๐๐

๖ มีนาคม ๒๕๖๓

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาบทความวิจัย

เรียน นางสาววรรณภา อาบสุวรรณ

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัย เรื่อง **"การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเคลือบกระดาษฟางข้าวสำหรับผลิตภัณฑ์"** เพื่อรับการพิจารณาให้นำเสนอในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ ๑๑ "GLOBAL GOALS, LOCAL ACTIONS: LOOKING BACK AND MOVING FORWARD ๒๐๒๐" นั้น

ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ขอเรียนให้ทราบว่า บทความวิจัยของท่านได้รับพิจารณาให้นำเสนอในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ ๑๑ "GLOBAL GOALS, LOCAL ACTIONS: LOOKING BACK AND MOVING FORWARD ๒๐๒๐" วันที่ ๒๗ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงสมร รุ่งสวรรค์โพธิ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐-๒๑๖๐-๑๑๗๔
โทรสาร. ๐-๒๑๖๐-๑๑๗๗

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ร่วมกับ
Graduate School of Business Universiti Sains Malaysia มหาวิทยาลัยศิลปากร
มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
มอบเกียรติบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

นางสาววรรณภา อาบสุวรรณ

ได้เข้าร่วมงานนำเสนอผลงานวิจัย
การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ ๑๑
"Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward 2020"
ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
วันที่ ๒๗ มีนาคม ๒๕๖๓

รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติกาญจน์ ศรีวิบูลย์
รักษาราชการแทนอธิการบดี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

รองศาสตราจารย์ ดร.สมเดช รุ่งศรีสวัสดิ์
รักษาราชการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงสมร รุ่งสวรรค์โพธิ์
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล	นางสาววรรณภา อาบสุวรรณ
วัน เดือน ปีเกิด	19 เมษายน 2534
ที่อยู่	81/457 หมู่บ้านโมดิวิลล่า หมู่ 2 ถนน รังสิต – นครนายก ตำบลลำผักกูด อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12120
การศึกษา	ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สาขาเทคโนโลยีงานประดิษฐ์สร้างสรรค์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ประสบการณ์การทำงาน	พ.ศ. 2559 จนถึงปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำแหน่ง นักวิชาการศึกษา (ห้องปฏิบัติการ)
เบอร์โทร	098-269-8936
อีเมล์	Wannapa_a@rmutt.ac.th