

การพัฒนากระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

DEVELOPMENT OF HANDMADE PAPER FROM HORSEDUNG
FOR CRAFT PRODUCTS

จักรพันธ์ ขามโนนวัต

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาโทบริหารวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การพัฒนากระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

จักรพันธ์ ขามโนนวัต

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาโทบริหารศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนากระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ Development of Handmade Paper from Horsesdung for Craft Products
ชื่อ - นามสกุล	นายจักรพันธ์ ขามโนนวัต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D.
ปีการศึกษา	2564

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาคร ชลสาคร, Ph.D.)



.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนพรรณ บุญยรัตกลิน, DFA.)



.....กรรมการ

(อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D.)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์
ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต



.....คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาคร ชลสาคร, Ph.D.)

วันที่ 19 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2564

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนากระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์
ชื่อ - นามสกุล	นายจักรพันธ์ ขามโนนวัต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D.
ปีการศึกษา	2564

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษากระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้า 2) ทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อและทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษทำมือจากมูลม้า และ 3) สืบหาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากกระดาษทำมือจากมูลม้า

วิธีการวิจัย คือ ทดลองผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้า เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากมูลม้า โดยปัจจัยที่ทำการศึกษามี 2 ปัจจัย คือ ปริมาณการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยแปรเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 และ 20 และใช้ระยะเวลาในการต้มโดยแปรเป็น 2 ระดับ คือ 2 และ 3 ชั่วโมง ทำการทดลองแบบ Factorial in CRD วิเคราะห์ร้อยละของผลผลิต และทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษทำมือจากมูลม้าทั้ง 5 ด้าน คือ การทดสอบน้ำหนักมาตรฐาน การทดสอบความหนา การทดสอบหาแรงดันทะลุ การทดสอบหาความต้านแรงฉีกขาด และวัดคุณภาพทางจุลินทรีย์ จากนั้นวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test และสืบหาความพึงพอใจของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์ จำนวน 10 คน และผู้บริโภคจำนวน 100 คน

ผลการศึกษาพบว่า 1) กระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้ามีทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ เตรียมเยื่อมูลม้า การปรับสภาพเยื่อมูลด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ การเตรียมเยื่อกระดาษ และการผลิตกระดาษ 2) สภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อมูลม้าคือ สภาวะความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์อัตราส่วนร้อยละ 10 ระยะเวลาในการต้ม 3 ชั่วโมง ซึ่งกระดาษมูลม้ามีค่าร้อยละของผลผลิตเยื่อจากมูลม้าเท่ากับ 62.8 ค่าน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษเท่ากับ 258.00 กรัมต่อตารางเมตร ค่าความหนาของกระดาษเท่ากับ 0.956 มิลลิเมตร ความต้านแรงดันทะลุ 173.0 กิโลปาสคาล ค่าความต้านแรงฉีกขาดเท่ากับ 2,783.0 มิลลินิวตัน และไม่พบการตกค้างของเชื้ออีโคไล 3) ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์และผู้บริโภคต่อลักษณะของกระดาษทำมือจากมูลม้าและลักษณะของผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.26$)

คำสำคัญ: กระดาษทำมือ มูลม้า ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

Thesis Title	Development of Handmade Paper from Horsedung for Craft Products
Name - Surname	Mr. Chakkaphan Khamnonwat
Program	Home Economics Technology
Thesis Advisor	Mrs. Supa Chulacupt, Ph.D.
Academic Year	2021

ABSTRACT

The purposes of this research were: 1) to study the production process of homemade paper from horsedung, 2) to experiment optimal conditions for pulp boiling and to test physical properties of homemade paper from horsedung, and 3) to survey the customer's satisfaction on the handmade paper from horsedung.

The experimental method involved producing homemade paper from horsedung to determine the optimal conditions for pulp boiling from horsedung. In the study, the two factors included the amount of sodium hydroxide being converted into 3 levels: 10, 15 and 20% and the boiling water duration being converted into 2 levels: 2 and 3 hours. The experiment of factorial in CRD was conducted by analyzing and calculating percent yield. The 5 physical properties of handmade paper from horsedung were studied, including standard weight test, thickness test, breakdown voltage test, tearing force test and microbial quality measurement. The analysis of variance (ANOVA) and mean difference using Duncan's New Multiple Range Test were used and the satisfaction of 10 craft experts and 100 consumers was investigated.

The research results revealed that: 1) the production process of homemade paper from horsedung consisted of 4 steps: horsedung pulp preparation, horsedung pulp conditioning with sodium hydroxide solution, paper pulp preparation and papermaking. 2) The optimal condition for pulp boiling from horsedung was 10 % of the concentration of sodium hydroxide solution with a 3-hour duration, whereas the percent yield of horsedung paper was 62.8. The paper standard weight was 258 grams per square meter. The paper thickness was 0.956 mm and the breakdown pressure was 173.0 kPa. The tearing force was 2,783.0 mN., and the residue of *E.coli* was not found. 3) The satisfaction of craft experts and customers towards characteristics of handmade paper from horsedung and craft products was at a high level ($\bar{X}=4.26$).

Keywords: handmade paper, horsedung, craft products

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จาก ดร.สุภา จุฬคุปต์ อาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในการให้คำปรึกษาตั้งแต่หัวข้อวิทยานิพนธ์ ข้อมูลและคำแนะนำต่างๆ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง โดยเฉพาะการวางแผนทางการเขียนเค้าโครง เนื้อหาและการวิเคราะห์ผลของงานวิจัย ซึ่งถือเป็นแรงกระตุ้นได้อย่างดียิ่ง อีกทั้งยังสละเวลาอันมีค่าเพื่อช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาในวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างดี ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในน้ำใจและสำนึกในพระคุณ จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร ชลสาคร ประธานกรรมการ ในการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนพรรณ บุญยรัตกลิน ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้ให้ความกรุณาชี้แนะแนวทาง ให้คำแนะนำ ตลอดจนชี้แนะจุดต่างๆ รวมถึงข้อสังเกต ทำให้เกิดการพัฒนาแนวความคิดและได้ตรึงตรองปัญหา อย่างรอบคอบ จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาอย่างครบถ้วน

ขอขอบคุณ บริษัท อุตสาหกรรมกระดาษชินกวงฮั่ว (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องกระจายเยื่อและใช้ห้องปฏิบัติการผลิตกระดาษเชิงหัตถกรรม และโครงการคชอาณาจักรองค์การสวนสัตว์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ อำเภอท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ ที่ได้แนะนำแนวทางการและกระบวนการในการผลิตกระดาษทำมือจากมูลช้าง วัตถุประสงค์ในการวิจัย (มูลม้า) จากห้องเรียนอาชญาบำบัดพัฒนาเด็กพิเศษ ศูนย์การศึกษาพิเศษ เขตการศึกษา 11 จังหวัดนครราชสีมา ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านในจังหวัดนครราชสีมา ที่ให้คำปรึกษาแนะนำ สนับสนุน

ขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเขียนงานวิจัยและสถานที่สำหรับทำการทดลอง รวมทั้งคณะผู้ร่วมชั้นเรียน เจ้าหน้าที่ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทั้งอำนวยความสะดวกระหว่างการศึกษาและ ดำเนินการวิจัย

ท้ายนี้ผู้เขียนขอขอบคุณ บิดา มารดา ที่ท่านให้การอุปการะ อบรม เลี้ยงดู สั่งสอนแนวทางที่ดีในการดำเนินชีวิต ส่งเสริมการศึกษา และให้กำลังใจเป็นอย่างดี รวมถึงทุกท่านที่อยู่เบื้องหลังในการให้สนับสนุน ช่วยเหลือในด้านต่างๆ ด้วยดีเสมอมา และขอขอบคุณเจ้าของผลงาน งานวิจัยและ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่ได้ให้ผู้เขียนค้นคว้า นำมาอ้างอิงในการวิจัย จนกระทั่งงานวิจัย ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

จักรพันธ์ ขามโนนวัต

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
สารบัญตาราง.....	(8)
สารบัญรูป.....	(9)
บทที่ 1 บทนำ.....	11
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	11
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	13
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	13
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	13
1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย.....	14
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	15
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	15
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับผ้า.....	17
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกระดาษ.....	21
2.3 กระดาษจากมูลสัตว์.....	43
2.4 การทดสอบกระดาษ.....	44
2.5 ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์.....	46
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	51
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	54
3.1 วัตถุประสงค์ / อุปกรณ์.....	54
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย.....	55
3.3 สถานที่ทำการทดลอง.....	64
3.4 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย.....	64

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	65
4.1 ผลการศึกษากระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้า	65
4.2 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อและทดสอบสมบัติทางกายภาพ ของกระดาษทำมือจากมูลม้า.....	70
4.3 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภค	80
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	86
5.1 สรุปผลการศึกษากระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้า	86
5.2 สรุปผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อและทดสอบสมบัติทาง กายภาพของกระดาษทำมือจากมูลม้า.....	87
5.3 สรุปผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภค	87
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	88
บรรณานุกรม.....	89
ภาคผนวก.....	95
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ	96
ภาคผนวก ข ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและการวัดคุณภาพทางจุลินทรีย์.....	98
ภาคผนวก ค แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ.....	111
ภาคผนวก ง ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ	118
ภาคผนวก จ การเผยแพร่งานวิจัย.....	123
ประวัติผู้เขียน	126

สารบัญตาราง

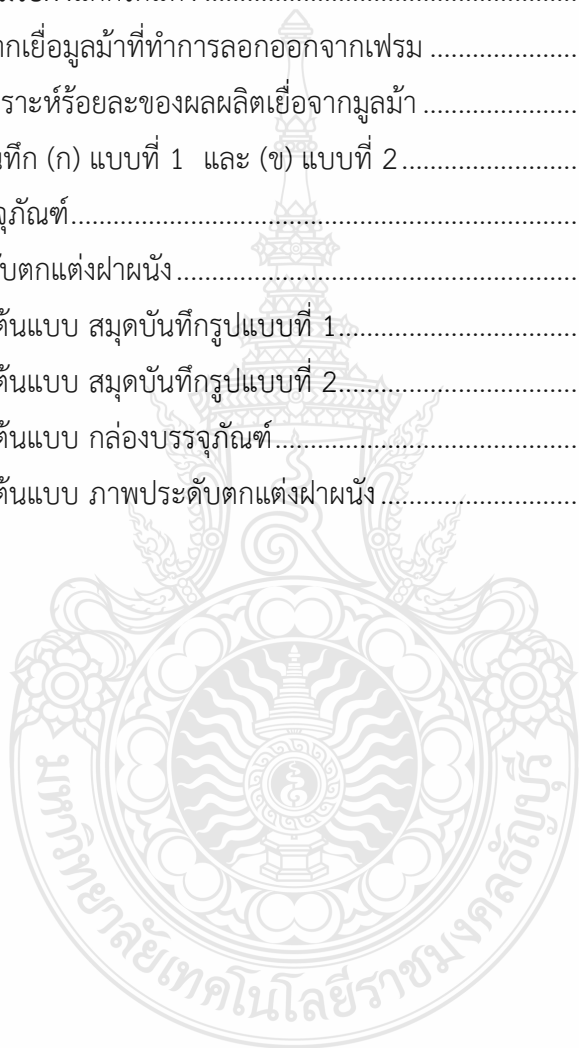
	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างมาตรฐานกระดาษสาไทยขนาด 72 เซนติเมตร × 84 เซนติเมตร	40
ตารางที่ 2.2 ปริมาณมูลวัวแห้งและเยื่อกระดาษปอสามาซึ่งน้ำหนักสำหรับทำกระดาษสา แต่ละสูตร	44
ตารางที่ 3.1 การจัดสิ่งทดลองของสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากมูลม้า	55
ตารางที่ 4.1 กระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้า	65
ตารางที่ 4.2 ลักษณะของกระดาษทำมือจากมูลม้า	68
ตารางที่ 4.3 น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษทำมือจากมูลม้า	71
ตารางที่ 4.4 ความหนาของกระดาษทำมือจากมูลม้า	73
ตารางที่ 4.5 ความต้านแรงดันทะลุของกระดาษมูลม้า	74
ตารางที่ 4.6 ความต้านแรงฉีกขาดของกระดาษมูลม้า	75
ตารางที่ 4.7 การตกค้างของเชื้ออโคไลของกระดาษมูลม้า	76
ตารางที่ 4.8 สรุปสมบัติทางกายภาพของกระดาษทำมือมูลม้า	78
ตารางที่ 4.9 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้เชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์	80
ตารางที่ 4.10 ความพึงพอใจของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญต่อกระดาษจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์ งานประดิษฐ์	82
ตารางที่ 4.11 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากมูลม้า	83
ตารางที่ 4.12 ความพึงพอใจของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากมูลม้า	85

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	15
รูปที่ 2.1 ม้า.....	18
รูปที่ 2.2 โรงเรือนม้า.....	19
รูปที่ 2.3 หญ้าขน.....	20
รูปที่ 2.4 มูลม้า.....	21
รูปที่ 2.5 ต้นปอสา.....	27
รูปที่ 2.6 วิธีการกึ่งเคมี.....	30
รูปที่ 2.7 บ่อซีเมนต์ 2 บ่อไปกปูนที่กั้นบ่อมีการวางท่อต่อเชื่อมเข้าหากันบริเวณปากบ่อ.....	31
รูปที่ 2.8 วิธีการดูดซับโดยใช้ผงถ่านหรือคาร์บอน.....	31
รูปที่ 2.9 ลักษณะการจัดเรียงตัวของโมเลกุลกลูโคสในเซลลูโลส.....	32
รูปที่ 2.10 โครงสร้างโมเลกุลของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส.....	33
รูปที่ 2.11 โครงสร้างของเฮมิเซลลูโลส.....	34
รูปที่ 2.12 โครงสร้างทางเคมีของลิกนิน.....	34
รูปที่ 2.13 กระเจี๊ยบเขียว.....	36
รูปที่ 2.14 ว่านหางจระเข้.....	37
รูปที่ 2.15 บรรจุภัณฑ์จากกระดาษสารรูปแบบต่างๆ.....	50
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการต้มเยื่อจากมูลม้า.....	56
รูปที่ 3.2 การล้างกรองเยื่อมูลม้า.....	57
รูปที่ 3.3 มูลม้าที่ผ่านการล้างกรองแล้ว.....	57
รูปที่ 3.4 การชั่งเยื่อจากมูลม้า.....	58
รูปที่ 3.5 การต้มเยื่อมูลม้า.....	58
รูปที่ 3.6 การเติมสารโซเดียมไฮดรอกไซด์.....	59
รูปที่ 3.7 การล้างเยื่อมูลม้าจนหมดความลื่น.....	59
รูปที่ 3.8 การผสมเยื่อมูลม้า เยื่อปอสา และเมือกว่านหางจระเข้.....	60
รูปที่ 3.9 การตีเยื่อมูลม้าด้วยเครื่องกระจายเยื่อ.....	60

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.10 การกรองน้ำออกให้เหลือแต่เยื่อมูลม้ากับเยื่อปอสา	61
รูปที่ 3.11 การร่อนเยื่อมูลม้ด้วยวิธีการตะ.....	61
รูปที่ 3.12 การนำเฟรมไปผึ่งแดดให้แห้ง	62
รูปที่ 3.13 กระดาษจากเยื่อมูลม้ที่ทำการลอกออกจากเฟรม	62
รูปที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ร้อยละของผลผลิตเยื่อจากมูลม้	70
รูปที่ 4.2 สมุดจดบันทึก (ก) แบบที่ 1 และ (ข) แบบที่ 2.....	79
รูปที่ 4.3 กล้องบรรจุภัณฑ์.....	79
รูปที่ 4.4 ภาพประดับตกแต่งฝาผนัง.....	79
รูปที่ ง.1 ผลิตรภัณฑ์ต้นแบบ สมุดบันทึกรูปแบบที่ 1.....	119
รูปที่ ง.2 ผลิตรภัณฑ์ต้นแบบ สมุดบันทึกรูปแบบที่ 2.....	120
รูปที่ ง.3 ผลิตรภัณฑ์ต้นแบบ กล้องบรรจุภัณฑ์.....	121
รูปที่ ง.4 ผลิตรภัณฑ์ต้นแบบ ภาพประดับตกแต่งฝาผนัง.....	122



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันสภาวะอากาศเต็มไปด้วยมลพิษ ที่เป็นภัยอันตรายต่อสุขภาพอันเนื่องมาจากควันพิษ หมอกสารเคมี ฝุ่นละอองที่มีขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ที่เกิดขึ้นในปี 2562 – 2563 ที่ผ่านมานั้น เป็นผลมาจากการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมที่ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว มลพิษ (Pollution) คือ ความเป็นอันตราย ความเป็นพิษ พระราชบัญญัติส่งเสริมและ รักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พุทธศักราช 2535 “มลพิษ” หมายถึง วัตถุอันตราย ของเสีย กากตะกอนเคมี รังสี ความร้อน เสียง กลิ่น ความสั่นสะเทือน มลสารอื่นๆ และสิ่งที่ตกค้างอยู่ในสภาพแวดล้อม มีภาวะที่เป็นพิษและอันตรายต่อสุขภาพ อนามัย รวมถึงประเภทของมลพิษที่เกิดจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ เช่น มลพิษทางอากาศ มลพิษทางกลิ่น มลพิษทางเสียง มลพิษทางขยะมูลฝอย และมลพิษทางน้ำ ซึ่งโดยทั่วไปมลภาวะจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ มักกล่าวถึง มลพิษขยะมูลฝอย ทางน้ำ และทางกลิ่น เป็นสำคัญ โดยมลพิษทางกลิ่นจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพคนและสัตว์ ได้แก่ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก๊าซแอมโมเนีย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก๊าซมีเทน สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย อนุภาค มลสารอันเกิดจากสิ่งต่างๆ ได้แก่ มูลสัตว์ ขนสัตว์ ฝุ่นจากอาหารสัตว์ จุลชีพ ละอองเกสรจากแมลง วัสดุรองพื้น และฝุ่น หลักการจัดการมลพิษที่ถูกปล่อยมาในอากาศ ได้แก่ การลด การควบคุมปริมาณสารจากแหล่งกำเนิด การลดการแพร่กระจายของสารพิษบริเวณโดยรอบฟาร์ม มาตรการวิธีการป้องกันแก้ไข การจัดการของเสียในฟาร์มที่ดี ด้วยวิธีที่เหมาะสม [1]

นับตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน กระจกคือ วัสดุที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยมีความเกี่ยวข้องในปัจจุบัน 4 ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิต เช่น การบรรจุหีบห่ออาหาร ยารักษาโรค การจดบันทึกเรื่องราวต่างๆ การสื่อสาร ตลอดจนทำเป็นที่อยู่อาศัย สำหรับประเทศไทยความต้องการในการใช้กระจกที่ผลิตจากเยื่อปอสา มีต้องการเพิ่มมากขึ้น มีการผลิตกระจกสาเพียงชนิดเดียวทำให้เกิดการขาดแคลนเปลือกปอสาในการผลิตกระจกสา เนื่องจากนโยบายรัฐบาลเกี่ยวกับการอนุรักษ์ป่าไม้และสิ่งแวดล้อม รมรงค์ให้ลดการตัดต้นไม้ จึงต้องมีการนำเข้าเปลือกปอสาส่วนใหญ่จากต่างประเทศ จึงมีราคาสูงกว่าวัตถุดิบภายในประเทศและ โรงงานหลายแห่งต้องปิดตัวลง เนื่องจากขาดแคลนวัตถุดิบในการผลิต จึงทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงเกิดการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาหาวัตถุดิบที่นำมาใช้ทดแทน ในการผลิตกระจกสา นอกจากเส้นใยที่ได้จากพืชตามธรรมชาติแล้ว ที่ผ่านมามีการศึกษาค้นคว้าการนำมูลสัตว์ มาใช้ทดแทนในการผลิตเยื่อกระจกสาด้วย เนื่องจากสัตว์บางชนิดได้แก่ ช้าง ม้า วัว หรือควาย ได้กินพืชเป็นอาหาร ขับถ่ายออกมาเป็นกากใยหลงเหลืออยู่ การนำมูลสัตว์เหล่านั้นมาผลิตกระจกสา แม้ว่าจะได้รับความนิยมน้อย เพราะการนำมูลสัตว์มาผลิตกระจกสา

มีความยุ่งยากเพราะมีกลิ่นเหม็นแต่ก็มีผู้ทำการวิจัยและพัฒนาตามลำดับ เช่น ปริญญาพันธ์ พิธีพิพัฒน์ [2] การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษสาจากมูลวัว ในเขตจังหวัดพะเยา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษา วิจัย และพัฒนากระบวนการผลิตกระดาษสา ที่ได้จากเยื่อมูลวัว ให้ได้คุณสมบัติที่ดี มีความเหมาะสมในการนำมาประดิษฐ์ เป็นผลิตภัณฑ์จากกระดาษสาที่ได้จากมูลวัว ศึกษาการผลิตกระดาษสาจากมูลวัวที่ลดมลภาวะสิ่งแวดล้อม โดยใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มาผลิตกระดาษสาจากมูลวัวโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม [2] และการจัดตั้งโรงผลิตกระดาษจากมูลช้าง – พลังงานทดแทน โครงการคชอาณาจักร อำเภอท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ ร่วมกับองค์การ สวนสัตว์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ โดย คุณวันชัย ต้นวันชนะ ผู้จัดการโครงการฯ ได้นำวิธีการและกระบวนการในการทำกระดาษจากมูลช้างมาเผยแพร่ และได้จัดฝึกอบรมการผลิตและแปรรูปกระดาษมูลช้างให้แก่ชาวบ้าน นักเรียนและเยาวชนในพื้นที่ได้เรียนรู้กระบวนการผลิตกระดาษมูลช้างและการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ [3 - 4] ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการนำมูลม้า โดยยังมีบุคคลหรือหน่วยงานใดทำการวิจัยทดลองผลิตเป็นกระดาษทำมือ เพราะฉะนั้นมูลม้าจึงได้เป็นวัตถุดิบที่มีความน่าสนใจ ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เนื่องจากศูนย์การศึกษาพิเศษ เขตการศึกษา 11 จังหวัดนครราชสีมา เป็นที่ให้บริการช่วยเหลือระยะ แรกเริ่ม พื้นฟูสมรรถภาพและ เตรียมความพร้อมสำหรับเด็กพิการทุกประเภทตั้งแต่แรกเกิดหรือแรกพบความพิการ จัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกรวมทั้งประสานการช่วยเหลือ สนับสนุน ส่งเสริมการจัดการเรียนรวม ด้านการศึกษาอื่นๆ โดยช่วยเหลือคนพิการที่มารับบริการที่ศูนย์ฯ และที่อยู่ตามบ้านทั้งนี้ศูนย์ฯ ได้จัดทำ “โครงการอาชาบำบัดพัฒนาเด็กพิเศษ” โดยความร่วมมือระหว่างกองทัพอากาศที่ 2 กรมทหารม้าที่ 7 กองพันทหารม้า ที่ 8 โรงพยาบาลค่ายสุรนารี และศูนย์การศึกษาพิเศษ เขตการศึกษา 11 จังหวัดนครราชสีมา เพื่อพัฒนานักเรียนที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษในการฝึกการทรงตัวบนหลังม้าม้าที่ใช้ในการฝึกนักเรียนจำนวน 6 ตัว มีโรงเรือนในการดูแลม้าและบริหารจัดการภายในศูนย์ฯ จากการสัมภาษณ์และหาข้อมูล หัวหน้าโครงการอาชาบำบัดเด็กพิเศษ ในด้านการดูแลให้อาหารหลักของม้าประกอบด้วยอาหารสำเร็จรูป อาหารเสริม และเกี่ยวหญ้าสดประมาณวันละ 10 – 12 กิโลกรัม ต่อวันต่อตัว เพราะม้าเป็นสัตว์ที่ต้องเล็มหญ้าตลอดทั้งวัน จึงทำให้มีการขับถ่ายมูลออกมาในปริมาณที่มาก สะสมเป็นมลภาวะขยะมูลฝอย ทางกลิ่น และทางน้ำ เกิดเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคต่างๆ และแมลงวัน โดยมีมลพิษที่กล่าวมานั้นส่งผลกระทบต่อสุขภาพของครูและนักเรียน โดยวิธีการกำจัดในปัจจุบันได้มีการส่งเสริมให้นำมูลม้ามาหมักเป็นก๊าซเชื้อเพลิงในการ หุงต้ม นำมาตากแห้งทำเป็นปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักชีวภาพใส่ต้นไม้และจัดจำหน่ายในราคาถูก แต่ด้วยปริมาณที่มากเกินกว่าการกำจัด ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการนำมาพัฒนาเป็นกระดาษทำมือ เนื่องจากในมูลม้ามีกากใยของพืชเป็นส่วนใหญ่ที่ผ่านกระบวนการย่อยตามธรรมชาติด้วยฟันจากการบดเคี้ยวและระบบย่อยภายในท้องของม้า เป็นวัตถุดิบที่มีความน่าสนใจในการพัฒนากระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ต้นแบบ ด้วยหวังว่าผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะเกิดประโยชน์สูงสุด ในด้านการส่งเสริมการใช้วัสดุทดแทน ลดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมด้วย

การกำจัดขยะสิ่งปฏิกูลจากการเลี้ยงม้า พัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระดาษทำมือจากมูลม้า ให้มีรูปแบบใหม่
สู่การมีอาชีพเสริมเพิ่มรายได้ของผู้ปกครองและนักเรียน และเพื่อเพิ่มแนวทางในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์
งานประดิษฐ์รูปแบบใหม่สำหรับผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการในการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้า

1.2.2 เพื่อทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อและทดสอบสมบัติทางกายภาพของ
กระดาษทำมือจากมูลม้า

1.2.3 เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากมูลม้า

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในปริมาณ และระยะเวลาในการต้มในแต่ละระดับจะทำให้
ปริมาณเยื่อมีคุณภาพที่แตกต่างกัน

1.3.2 ความพึงพอใจ ของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์ ที่มีต่อกระดาษทำมือจากมูล
ม้าอยู่ในระดับ มาก

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ให้การศึกษาการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้าครั้งนี้ใช้มูลม้า ซึ่งได้จากพันธุ์ไทย (ม้าแกลบ)
ช่วงอายุ 5 - 10 ปี จากห้องเรียนสาขาอาชีวบำบัด ศูนย์การศึกษาพิเศษ เขตการศึกษา 11 จังหวัด
นครราชสีมา เป็นไปตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ มีขอบเขตการดำเนินงานวิจัยไว้ดังนี้

1.4.1 ทดลองผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้า ด้วยเฟรมขนาด 25 x 30 เซนติเมตร ด้วยวิธีการ
ตะ

1.4.2 ทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากมูลม้า โดยการต้มมูลม้าต่อน้ำเท่ากับ
1:100 ที่อุณหภูมิน้ำเดือดระยะเวลาในการต้มโดยแปรเป็น 2 ระดับคือ 2 และ 3 ชั่วโมง เติมนสาร
โซเดียมไฮดรอกไซด์ ตามปริมาณ แปรเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 และ 20

1.4.3 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ 4 ด้าน คือ ทดสอบน้ำหนักมาตรฐาน วัดความหนา
ทดสอบความต้านแรงดันทะลุ ทดสอบหาความต้านแรงฉีกขาด

1.4.4 วัดคุณภาพด้านจุลินทรีย์ ทดสอบหาการตกค้างของเชื้ออีโคไล (Escherichia Coli)

1.4.5 สํารวจความพึงพอใจ ของผู้บริโภค ต่อกระดาษทำมือจากมูลม้า แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์ จำนวน 10 คน ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ ต้นแบบ ด้วยกระดาษทำมือจากมูลม้า จำนวน 100 คนจากนั้นนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

1.5.1 มูลม้า หมายถึง มูลซึ่งได้จากม้าพันธุ์ไทย (ม้าแกลบ) ช่วงอายุ 5 - 10 ปี จากห้องเรียน สาขาอาชาบำบัด ศูนย์การศึกษาพิเศษ เขตการศึกษา 11 จังหวัดนครราชสีมา ในปัจจุบันได้มีการนำมูล ม้ามามากแห้งทำเป็นปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักใส่ต้นไม้และจัดจำหน่ายในราคาถูก

1.5.2 กระดาษทำมือจากมูลม้า หมายถึง กระดาษที่ผลิตโดยการนำมูลม้ามาผ่านกระบวนการ ต้มโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ แปรเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 และ 20 และใช้ระยะเวลา ในการต้มโดยแปรเป็น 2 ระดับ คือ 2 และ 3 ชั่วโมง ต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด นำเยื่อมูลม้าที่ผ่านการต้ม ในระยะเวลาดังกล่าวมาตีผสมกับเยื่อปอสาในอัตราส่วนร้อยละ 10 และเมื่อกวนแห้งจระเข้ ในอัตราส่วนร้อยละ 10 แล้วช้อนเยื่อกระดาษจากมูลม้าและผสมเยื่อปอสาโดยใช้เฟรมสำหรับร่อน กระดาษ ขนาด 25 x 30 เซนติเมตร โดยการวางเฟรมกระดาษจุ่มลงในอ่างน้ำ วางก้อนเยื่อ ใช้ฝ่ามือ ตีเยื่อให้กระจายทั่วทั้งแผ่นเฟรม ทิ้งไว้จนเยื่อตกตะกอนแล้วจึงยกเฟรมขึ้น ทิ้งไว้ให้น้ำไหลออกจนหมด และนำเยื่อกระดาษจากมูลม้าที่ช้อนขึ้นมาผึ่งแดดให้แห้ง

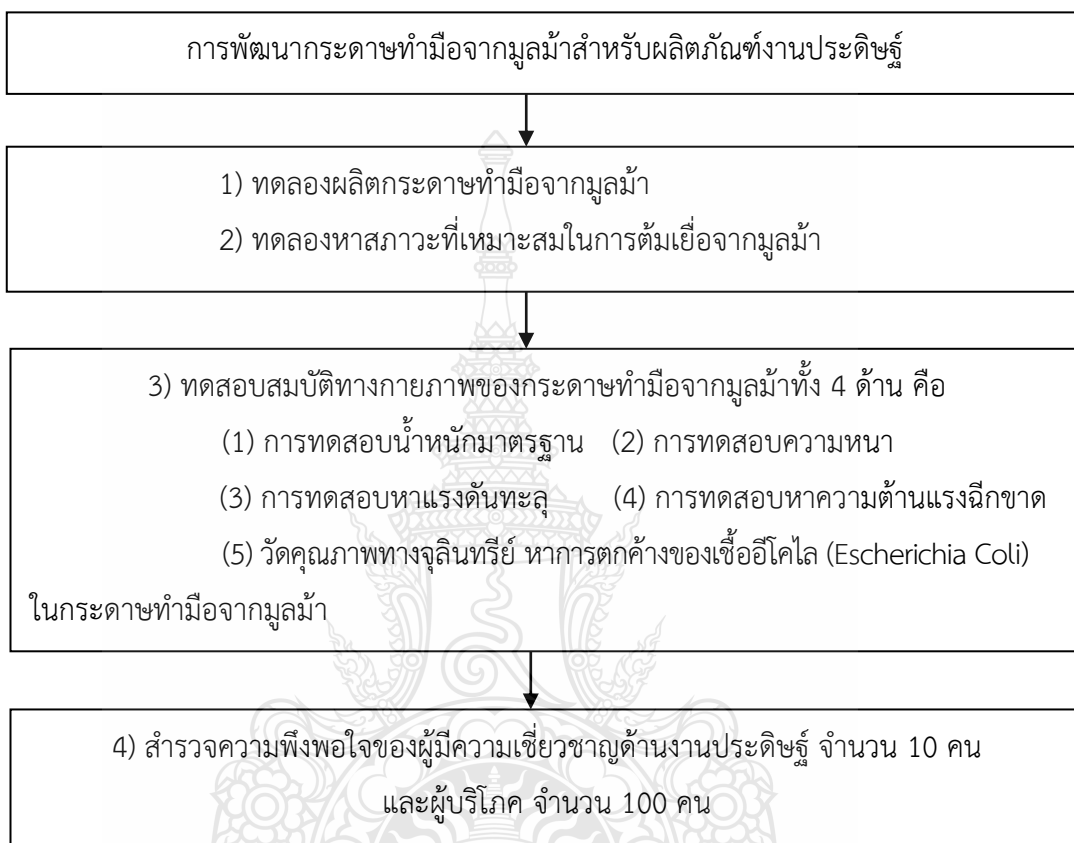
1.5.3 การทดสอบสมบัติทางกายภาพ หมายถึง การทดสอบหาคุนสมบัติ ของกระดาษทำมือ จากมูลม้าทั้ง 4 ด้าน คือ ทดสอบหาน้ำหนักกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ การทดสอบหาความหนาของ กระดาษการทดสอบหาความคงทนของกระดาษต่อแรงดึง และการทดสอบหาความแข็งแรงของกระดาษ ต่อแรงฉีกขาด

1.5.4 การทดสอบสมบัติทางจุลินทรีย์ หมายถึง การตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการโดย การนำกระดาษทั้ง 6 ตัวอย่าง เพื่อตรวจหาการตกค้างของเชื้ออีโคไล (Escherichia Coli) ของกระดาษ ทำมือจากมูลม้า

1.5.5 ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ หมายถึง งานประดิษฐ์ที่ประดิษฐ์เพื่อใช้เป็นต้นแบบด้วย กระดาษทำมือจากมูลม้า

1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดและ ทฤษฎีดังกล่าวผู้วิจัยได้ทำการศึกษา และกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยไว้ดังนี้



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ที่มา : [18]

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ทราบถึงกระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้า

1.7.2 ได้กระดาษที่ผลิตจากมูลม้าที่มีสมบัติทางกายภาพ ที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ และปราศจากเชื้อจุลินทรีย์

1.7.3 ทราบถึงปริมาณการใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ ระยะเวลาที่เหมาะสม ในการต้มเยื่อจากมูลม้า

1.7.4 ได้กระดาษที่ผลิตจากเยื่อมูลม้าซึ่งเป็นวัสดุใหม่มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

1.7.5 ได้วัสดุทดแทนในการผลิตกระดาษทำมือ ลดปริมาณการตัดต้นไม้เป็นการอนุรักษ์ป่าไม้ และสิ่งแวดล้อม

1.7.6 ส่งเสริมให้มีอาชีพเสริมเพิ่มรายได้ของผู้ปกครองและนักเรียนในศูนย์การศึกษาพิเศษ เขตการศึกษา 11 จังหวัดนครราชสีมา และเพื่อเพิ่มแนวทางในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ รูปแบบใหม่ๆ สำหรับบริโภค

1.7.7 ส่งเสริมให้เกษตรกรกำจัดวัสดุเหลือทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ และสร้างรายได้เสริมจากการจำหน่ายวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษในอนาคต

1.7.8 สามารถนำสิ่งปฏิกูลเหลือทิ้งมาใช้ในการพัฒนากระดาษทำมือจากเยื่อมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ ให้มีความสอดคล้องกับความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อกระดาษทำมือจากมูลม้า และเป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจทั่วไปศึกษาข้อมูลเพื่อค้นคว้าดัดแปลงเป็นกระดาษจากวัสดุชนิดอื่น

1.7.9 สามารถลดการนำเข้าของวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตกระดาษของงานหัตถกรรมพื้นบ้าน



บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การค้นคว้าและวิจัยเรื่อง การพัฒนากระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากเยื่อมูลม้า และทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษทำมือจากเยื่อมูลม้าทั้ง 4 ด้าน คือ ทดสอบน้ำหนักมาตรฐาน วัดความหนา ทดสอบความต้านแรงดันทะลุ ทดสอบหาความต้านแรงฉีกขาด ทดสอบสมบัติทางจุลินทรีย์หาการตกค้างของเชื้ออีโคไล (*Escherichia Coli*) และสำรวจความพึงพอใจของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์ และการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มี ต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ด้วยกระดาษทำมือจากมูลม้า ให้เกิดความรู้ความเข้าใจอีกทั้งความสมบูรณ์ตรงตามวัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายของการวิจัย ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมทฤษฎี แนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับม้า

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกระดาษ

2.3 กระดาษจากมูลสัตว์

2.4 การทดสอบกระดาษ

2.5 ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับม้า

2.1.1 ม้า (ชื่อวิทยาศาสตร์: *Equus ferus caballus*) [5] เป็นสัตว์เลี้ยงที่ลูกด้วยน้ำนม มีกีบเท้าสี่ ในวงศ์ Equidae มนุษย์เริ่มรู้จักการเลี้ยงเมื่อ 4,000 ปีก่อนคริสตกาล [5] สายพันธุ์ม้าสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามลักษณะนิสัย คือ 1) เลือดร้อน (Hot Blood) ที่เร็ว ทนทาน 2) เลือดเย็น (Cold Blood) เช่น ม้าแคระ และ 3) เลือดอุ่น (Warm Blood) โดยพัฒนาจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างเลือดร้อนและเลือดเย็น ม้ายังมีลักษณะพิเศษเพื่อใช้สำหรับหลบหลีกนักล่า โดยสามารถยืนหลับหรือล้มตัวลงนอนหลับก็ได้ ม้าตัวเมียจะอุ้มท้องประมาณ 11 เดือน ลูกม้าจะยืนและวิ่งได้ในเวลาไม่นานหลังกำเนิด ม้าบ้านจำนวนมากจะเริ่มฝึกภายใต้鞍หรือบังเหียนระหว่างอายุ 2 – 4 ปี ม้าจะโตเต็มที่เมื่ออายุ 5 ปี และมีช่วงอายุประมาณ 25 - 30 ปี ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ม้า

2.1.2 สายพันธุ์ม้า [5]

สายพันธุ์ม้า แบ่งออก 2 กลุ่มใหญ่ตามการใช้ประโยชน์ คือ

2.1.2.1 ม้างาน (Draft Horse) เลี้ยงไว้เพื่อใช้ในการทำงานในไร่นาและเทียมเกวียนลากของหนักๆ เป็นม้าที่มีขนาดใหญ่สูงประมาณ 15 - 17 แฮนด์ (Hands) แข็งแรงลำตัวหนาเหมือนวัว มีนิสัยสงบเสถียร มีขนาดน้ำหนักเมื่อโตเต็มที่ 614 - 1,000 กิโลกรัม มีหลายพันธุ์ด้วยกัน เช่น ม้าพันธุ์ไชร์ (Shire) ม้าพันธุ์ซัพโฟลด์ (Suffolk) ม้าพันธุ์เบลเยียม (Belgian) เป็นต้น

2.1.2.2 ม้าขี่ (Riding Horse) เลี้ยงไว้เพื่อใช้สำหรับเป็นม้าแข่ง ขี่เดินทาง ม้าสำหรับกระโดดข้ามเครื่องกีดขวาง ม้าสำหรับขี่แข่งกีฬาโปโล ม้าขี่สำหรับเดินสวนสนาม ม้าขี่เป็นม้าที่มีรูปร่างเพรียวกระดูกผสม มีนิสัยคล่องแคล่วว่องไว สูงประมาณ 14 - 17 แฮนด์ จะมีน้ำหนักเมื่อโตเต็มที่ 364 - 591 กิโลกรัม และมีหลายพันธุ์ด้วยกัน เช่น พันธุ์อเมริกันแซดเดิล (American Saddle Horse) พันธุ์เทอร์รี่เบิร์ด (Thoroughbred) พันธุ์เทนเนสซีวอล์คกิ้ง (Tennessee Walking) เป็นต้น

2.1.3 ม้าในประเทศไทย

ม้าไม่ได้มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศไทย จากการศึกษามูลนิธิม้าลำปาง นำโดย ศิรยา ชื่นกำไร [7] ประธานมูลนิธิฯ พบว่า ม้าพื้นบ้านมองโกลมีดีเอ็นเอเดียวกันกับม้าพื้นเมืองไทยเป็นม้า อยู่ในกลุ่มเดียวกันกับ มีลักษณะที่สำคัญ คือ มีความสูงอยู่ระหว่าง 120 - 140 เซนติเมตร มีโครงสร้าง ที่แข็งแรง ทนทาน กล้ามเนื้อหนา กีบแข็ง และมีรูปร่างรวมถึงสีที่ตรงกับเอกลักษณ์ของม้าโบราณ โครงสร้างกล้ามเนื้อค่อนข้างแข็งแรง จึงมีกำลังที่จะลากสิ่งของได้ดีกว่าพันธุ์ลูกผสม ส่วนโครงสร้างกีบทนทาน ใช้เดินขึ้นภูเขาหรือ เหยียบพื้นที่แข็งมากๆ ได้ซึ่งถ้าเทียบกับม้าเทศ หรือม้าสายพันธุ์ลูกผสมแล้ว ความแข็งแรงด้านสุขภาพร่างกาย การปรับตัวให้อยู่รอดในความท้าทายของ

ภูมิอากาศและภูมิประเทศ จากหลักฐานโบราณคดีพบว่าการอพยพย้ายการตั้งถิ่นฐานหรือการเข้ามาค้าขาย ม้าจึงเป็นสัตว์ที่ถูกนำไปใช้งานและเป็นพาหนะจึงมีการเคลื่อนย้ายไปตามการอพยพไปตามเส้นทางจีน พม่า ลาว ทั้งทางเรือและทางบก โดยใช้การค้าขายเป็นสำคัญสันนิษฐานว่า ม้าเข้ามาในประเทศไทยตั้งแต่สมัยทวารวดีเพราะมีหลักฐานเรื่องเกี่ยวกับการค้าขายการเดินเรือ เป็นสินค้าหรือเป็นเครื่องบรรณาการ ในสมัยสมเด็จพระนารายณ์ มีบันทึกเกี่ยวกับการที่จะนำม้าเข้ามา จากขวา หรือปัตตาเวีย เป็นม้าสายพันธุ์อาหรับ ในทางโบราณคดี สำนักศิลปากรที่ 8 เชียงใหม่ พบหลักฐานทางโบราณคดีต่างๆ ของเวียงท่ากานมีการพบหลักฐานย้อนอดีตถึงสมัยทริภุญไชย [7]

2.1.4 โรงเรือนม้า

โรงม้าหรือคอกม้า เป็นอาคารพักอาศัยของม้าหลังคาควรมี 2 ชั้น เพื่อการระบายถ่ายเทอากาศดีขนาดของคอกต่อม้าไม่ต่ำกว่า 4 x 4 ตารางเมตร อาจจะเป็นคอกที่มีพื้นที่กลางคอกเป็นที่ว่างมีประตูปิด - เปิด สามารถเดินเข้า - ออก ร่วมกันได้ภายในโรงม้า ผนังอาจคอกเป็นคอนกรีตหรือไม้แผ่นก็ได้ ส่วนผนังสามด้านควรเป็นผนังทึบกันไม่ให้ม้าเห็นกันและกัดกัน โดยจะเปิดโล่ง ส่วนหน้าของคอก พื้นคอกอาจจะเป็นพื้นคอนกรีต ดินหรือลูกรังเมื่อนำม้าเข้าพักมักจะมีฟางหรือกกแห้งปูรองพื้นหรืออาจจะเป็นทราย หรือขี้กบไม้ในแต่ละคอกก็จะมีรางอาหารรางหญ้ารางน้ำและเกลือก้อนที่เป็นอาหารเสริม โรงม้าหนึ่งอาจเป็นแถวเดียวหรือหลายแถว ส่วนใหญ่ควรมีเพียง 2 แถวและมีจำนวนม้าต่อโรงไม่มากนักไม่ควรนำม้าเพศผู้และเพศเมียอยู่ใกล้กันและเห็นกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 โรงเรือนม้า

2.1.5 อาหารม้า

การให้อาหารม้าแบ่งตามลักษณะได้ 2 แบบ คือ อาหารข้น (อาหารเม็ด) และอาหารหยาบ (เช่น หญ้าชนิดต่างๆ)

2.1.5.1 การให้อาหารชนิดข้น ลักษณะการกินอาหารชนิดข้นหรืออาหารชนิดเม็ด ม้าจะกินอาหารครั้งละน้อยแต่บ่อยๆ เพราะโดยธรรมชาติของม้า เป็นสัตว์ที่ถูกล่าการกินอาหารปริมาณมากจะทำให้จุกท้องเวลาวิ่งหนีเมื่อผู้ล่า ทำให้ม้ามีการปรับตัวให้กินน้อยๆ แต่บ่อยๆ ควรจะแบ่งให้อาหารอย่างน้อย 4 มื้อต่อวัน ในวันหนึ่งม้าควรกินไม่เกินร้อยละ 1 ของน้ำหนักตัวต่อวัน จะต้องแบ่งออกเป็นอย่างน้อย 4 มื้อ ดังนั้นในหนึ่งมื้อม้าสามารถกินได้ไม่เกิน 0.5 กิโลกรัมต่อวัน [9]

2.1.5.2 การให้อาหารชนิดหยาบ ม้าเป็นสัตว์ที่กินหญ้าแบบเล็มๆ 16 - 20 ชั่วโมงต่อวัน ควรจัดสรรให้ม้ามีหญ้างอกกินเกือบตลอด 24 ชั่วโมง การที่ม้า มีหญ้างอกกินตลอดทั้งวันจะช่วยลดโอกาสเสี่ยงต่อโรคแผลในกระเพาะอาหาร ทั้งยังช่วยให้ลำไส้ของม้ามีการเคลื่อนที่ทำงานได้ตามปกติ หญ้าที่นิยมใช้เลี้ยงม้า คือ หญ้าแพงโกล่าหรือ หญ้าขน ดังแสดงในรูปที่ 2.3 แต่ควรระวัง หลังฝนตกใหม่ๆ เพราะในแปลงจะมีหญ้าอ่อน เพราะเป็นตัวการทำให้ม้ามีอาการท้องอืด เนื่องจากม้าหมักหญ้าอ่อนในลำไส้ทำให้เกิดแก๊สในปริมาณที่มากเกินไป [10]



รูปที่ 2.3 หญ้าขน

2.1.6 มูลม้า

ม้าที่มีการให้หญ้าเป็นอาหารเสริม ในมูลม้าจะมีกากใยจากพืชและอินทรีย์ผลต่อการย่อยสลายสาร ซึ่งวัสดุอินทรีย์ เป็นการสร้างสภาวะที่จุลินทรีย์ชนิดที่ สามารถดำรงชีพโดยใช้ ออกซิเจนสามารถย่อยสลายอินทรีย์แล้วเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว กลายสภาพเป็นแร่ธาตุอาหารพืช และผลจากการศึกษาพบว่า ปุ๋ยหมักมูลม้ามีปริมาณธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้นจากมูลม้าโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส [11]



รูปที่ 2.4 มูลม้า

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกระดาษ

2.2.1 ความหมายของกระดาษ

กระดาษ (Paper) หมายถึง แผ่นวัสดุซึ่งทำมาจากเส้นใยโดยนำผสมกับสารเติมแต่งต่างๆ ตั้งแต่หนึ่งชนิดขึ้นไปซึ่งสารเติมแตงนี้อาจจะหลังการขึ้นแผ่นหรือ ก่อนการขึ้นแผ่นก็ได้ อยู่ที่สมบัติของกระดาษที่ต้องการ [12]

กระดาษ (Paper) ความหมายทางกายภาพ คือ วัสดุแผ่นบาง โดยมีโครงสร้างเป็นชั้นซ้อนของเส้นใยที่มาประสานตัวกันอย่างอิสระ ในภาษาไทยซึ่งเรียกว่า “กระดาษ” สันนิษฐานว่าอาจเพี้ยนมาจากภาษาโปรตุเกส ซึ่งเรียกว่า คาร์ดาซ (Cartads) [13]

ดังนั้นกระดาษจึงหมายถึง วัสดุที่มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ ที่เกิดขึ้นจากการนำ “เยื่อกระดาษ” ที่ได้จากเส้นใยโดยการนำส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ท่อนซุง เปลือก ใบ ดอกไปบดโดยอาจจะใช้เพียงเส้นใยของพืชเพียงอย่างเดียวในการผลิตกระดาษหรือเติมสารอื่นๆ ลงไปผสมกับเยื่อของพืชด้วยเพื่อปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนคุณสมบัติกระดาษให้มีการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป ไม่ว่าจะเป็นการนำไปจดบันทึก พิมพ์ และห่อบรรจุสิ่งของต่างๆ

2.2.2 วิวัฒนาการของกระดาษในประเทศไทย

สำหรับการศึกษาของไทยจะอาศัยวิธีการถ่ายทอดด้วยการบอกเล่า ท่องจำต่อๆ กันมา และได้บันทึกไว้เป็นตำราลงใบลาน แผ่นศิลา แผ่นดินเผา และแผ่นหนัง เมื่อมีการทำกระดาษในระยะแรกนั้น ทำมาจากเยื่อข่อย หรือที่เรียกว่า สมุดข่อย ต่อมาได้มีการผลิตกระดาษที่เรียกว่า สมุดไทย โดยผลิตจากเยื่อไม้ที่ทุบละเอียดแล้วต้มจนเปื่อย จากนั้นใส่แป้งเพื่อให้กระดาษมีความเหนียว แล้วนำไปกรองในกระเบขนาดเล็ก ทิ้งไว้จนแห้งจึงลอกออกมาเป็นแผ่น แล้วพับทบไปมาตลอดความยาว จึงได้เป็นเล่มสมุด เรียกว่า สมุดไทยขาว หากต้องการสมุดไทยดำก็ผสมผงถ่านในขั้นตอนการผลิต ในทาง

ภาคเหนือของไทยมีการผลิตกระดาษด้วยวิธีการคล้ายคลึงกัน เรียกว่า การผลิตกระดาษสา เมื่อนำมาทำเป็นสมุดใช้เขียน เรียกว่า ปู่ปลา [16]

2.2.3 ประเภทของกระดาษ

ประเภทของกระดาษ (Type of Paper) มีลักษณะและชื่อเรียกต่างกัน ดังนี้ [17]

2.2.3.1 กระดาษปฐูฟ (Newsprint) เป็นกระดาษที่ทำจากเยื่อไม้ป่น จึงทำให้มีราคาถูก คุณภาพต่ำ ถ้าเก็บไว้นานจะกรอบและแดงใช้พิมพ์หนังสือราคาถูกและหนังสือพิมพ์

2.2.3.2 กระดาษปอนด์ (Bond Paper) เป็นกระดาษที่มีคุณภาพสูงเยื่อกระดาษทำจากเศษผ้าผสม ด้วยสารเคมี Sulfitc ฟอกให้ขาวเป็นพิเศษ เป็นกระดาษใช้พิมพ์งานที่มีค่า เช่น ประกาศนียบัตรหรือกระดาษเขียนจดหมาย

2.2.3.3 กระดาษปอนด์ขาวหรือกระดาษฟอกขาว (Wood Free Paper) เป็นกระดาษที่นำสารเคมีฟอกขาวมาฟอกเยื่อ ใช้ทำสมุด และพิมพ์หนังสือโดยทั่วไป

2.2.3.4 กระดาษเหนียวหรือกระดาษสีน้ำตาลห่อของ (Kraft Paper) ทำจากเยื่อ Sulphate ผสมสีน้ำตาล มีความเหนียวมากใช้ผลิตเป็นกระดาษห่อของหรือบรรจุภัณฑ์

2.2.3.5 กระดาษปก (Cover Paper) เป็นกระดาษปอนด์ซึ่งมีหนาเป็นพิเศษ มีความเหนียวและทนทาน เพื่อใช้ผลิตเป็นปกหนังสือ

2.2.3.6 กระดาษวาดเขียน (Drawing Paper) เป็นกระดาษปอนด์สีขาว โดยเนื้อกระดาษสามารถรับสีได้ง่าย และมีผิวเหมาะแก่การเขียนภาพระบายสี สามารถดูหมึก และดูสีไว้ได้ง่าย

2.2.3.7 กระดาษอาร์ต (Arts Paper, Coate Paper) เป็นกระดาษที่ได้มีการเคลือบผิวหน้าด้วยวัสดุบางอย่างให้มีผิวเรียบและมัน เพื่อใช้พิมพ์ภาพที่ต้องการความรายละเอียด

2.2.3.8 กระดาษกล่อง (Box Board) เป็นกระดาษที่ด้านหน้าทำจากเยื่อเคมี มีลักษณะเป็นกระดาษปอนด์สีขาว แต่ด้านหลังทำจากเยื่อไม้ป่น

2.2.3.9 กระดาษโปสเตอร์ (Poster Paper) เป็นกระดาษปอนด์ที่ขัดมันให้มีลักษณะเรียบหน้าเดียว ส่วนอีกหน้าหนึ่งจะปล่อยให้มึลักษณะที่หยาบไว้

2.2.3.10 กระดาษแข็ง (Hard Board) เป็นกระดาษที่ใช้ทำปกแข็งด้านในของหนังสือ เมื่อใช้งานจะต้องมีกระดาษหรือวัสดุอื่นหุ้ม จึงเป็นกระดาษที่ไม่ต้องฟอกขาว ทำจากเยื่อไม้ป่นหรือเยื่อกระดาษเก่า

2.2.3.11 กระดาษพาร์ชเมนต์ (Parchment Paper) เป็นกระดาษทำเลียนแบบแผ่นหนังฟอกเยื่อกระดาษใช้เศษผ้าเป็นกระดาษที่ใช้กับงานพิมพ์ที่มีความสำคัญ

2.2.4 กระดาษที่นำมาใช้ในงานประดิษฐ์

กระดาษที่นำมาใช้ในงานประดิษฐ์ หรือกระดาษหัตถกรรมในปัจจุบัน ได้มีการคิดค้นและพัฒนาขึ้นอย่างมาก เป็นการนำวัสดุที่มีความหลากหลายหรือวัสดุที่เหลือทิ้งจากการเกษตรนำมาผลิตเป็นกระดาษ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุภายในท้องถิ่น เช่น เปลือกปอสา ผักตบชวา เป็นต้น ซึ่งเป็นวัสดุในการผลิตกระดาษ กระดาษที่ใช้ในงานประดิษฐ์หรือใช้ในงานหัตถกรรมตามบทนิยาม ได้มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไว้ดังนี้ [18]

2.2.4.1 กระดาษสา (มผช.43/2546) หมายถึงกระดาษที่ทำจากเปลือกของต้นปอสา ผ่านกระบวนการต้มเยื่อแล้วขึ้นแผ่นบนตะแกรงนำไปตากให้แห้ง อาจนำวัสดุอื่น เช่น ใบไม้แห้ง ดอกไม้แห้งมาตกแต่งเป็นลวดลาย และอาจมีการย้อมสีด้วยก็ได้

2.2.4.2 กระดาษหญ้าแฝก (มผช.436/2547) หมายถึง กระดาษที่มีลวดลายในเนื้อกระดาษได้จากการนำหญ้าแฝกผ่านกระบวนการต้มเยื่อ แล้วขึ้นแผ่นกระดาษบนตะแกรงนำไปตากแดดให้แห้งหรือ อาจนำวัสดุอื่น เช่น ดอกไม้แห้ง ใบไม้แห้ง มาตกแต่งเป็นลวดลายต่างๆ และอาจมีการย้อมสีหรือ เคลือบด้วยสารเคลือบ

2.2.4.3 กระดาษรีไซเคิล (มผช.650/2547) หรือที่เรียกว่า กระดาษเวียนทำใหม่ หมายถึง กระดาษที่ทำจากเยื่อเวียนทำใหม่ โดยการนำกระดาษใช้แล้ว เช่น กระดาษหมึกพิมพ์ กระดาษกล่อง กระดาษสำนักงาน หนังสือทั่วไปมาผ่านกระบวนการกระจายเยื่อ อาจผ่านกระบวนการดึ่งหมึกออก และฟอกเยื่อ จากนั้นทำเป็นแผ่นบนตะแกรง นำไปตากแดดให้แห้ง มีลวดลายตามธรรมชาติที่เกิดในเนื้อกระดาษเองอาจย้อมสี เคลือบด้วยสารเคลือบเงาและตกแต่งให้เป็นลวดลายต่างๆ โดยใช้วัสดุอื่นๆ เช่น ดอกไม้ ใบไม้แห้ง ด้วยก็ได้

โดยทั่วไปแล้วในการจัดแบ่งประเภทของกระดาษตามลักษณะและหน้าที่ในการใช้ประโยชน์จัดแบ่งตามมาตรฐานการผลิตจึงมีหน่วยงานที่เป็นการควบคุมกำหนดมาตรฐานการผลิตกระดาษ เช่น มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) สำหรับการผลิตในระบบอุตสาหกรรม และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) สำหรับการผลิตในแบบอุตสาหกรรมในครัวเรือน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่กำหนด [19]

2.2.5 องค์ประกอบของกระดาษ

องค์ประกอบของกระดาษ กระดาษเป็นแผ่นวัสดุซึ่งได้จากการนำวัสดุหลายๆ ชนิดมาผสมให้เข้ากันดีแล้วนำไปทำเป็นแผ่นวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมเหล่านี้ได้แก่ เส้นใยสั้น เส้นใยยาว แป้งชันสน ดินขาว และผงสีวัสดุที่ใช้ผสมเหล่านี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นองค์ประกอบหลักของกระดาษ ได้แก่ ส่วนที่เป็นเส้นใย (Fibrous Material) ซึ่งเป็นโครงสร้างของแผ่นกระดาษ และส่วนที่

ไม่ใช่เส้นใย ซึ่งเป็นสารเติมแต่งใช้เติมผสมลงไปในส่วนเส้นใยเพื่อปรับปรุงสมบัติกระดาษให้ได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

2.2.5.1 ส่วนที่เป็นเส้นใย

ส่วนเส้นใย ในกระดาษ โดยทั่วไปจะมีส่วนเส้นใยผสมอยู่ในประมาณร้อยละ 70 – 95 ของน้ำหนักกระดาษ อัตราส่วนของเส้นใยจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของกระดาษที่ต้องการผลิต ส่วนเส้นใยนี้จะได้จากพืชชนิดต่างๆ เช่น ไม้เนื้ออ่อน ไม้เนื้อแข็ง และพืชล้มลุก ส่วนเยื่อที่ใช้ทำกระดาษส่วนมากจะเป็นเยื่อผสมของเยื่อใยยาวและเยื่อใยสั้น ดังนั้นในส่วนเส้นใยจึงประกอบด้วยเซลล์พืชชนิดต่างๆ ผสมกันอยู่ เซลล์เหล่านี้ได้แก่ เส้นใย (Fiber) เซลล์สำรองอาหาร (Parenchyma Cell) และเซลล์ลำเลียงน้ำ (Vessel Element) ถ้าเป็นเยื่อที่ได้จากพืชล้มลุกอาจมีเซลล์ชนิดอื่นผสมด้วย เช่น เซลล์วงแหวน (Ring Thickening) เซลล์ปากใบ (Stomata Cell) และเซลล์ผิวนอก (Epidermis Cell) [19]

- 1) ใยสั้น (Staple Fiber) เส้นใยมีระดับความยาวอยู่ในช่วง 2 - 46 เซนติเมตร
- 2) ใยยาว (Filament Fiber) เส้นใยมีระดับความยาวอย่างต่อเนื่อง และไม่สิ้นสุด มีหน่วยในการวัดเป็นเมตรหรือหลา ใยยาวส่วนใหญ่เป็นเส้นใยที่ประดิษฐ์ขึ้น ยกเว้นไหมซึ่งเป็นเส้นใยยาวที่ได้มาจากธรรมชาติ [20]

2.2.5.2 ส่วนที่ไม่เป็นเส้นใย

นอกจากส่วนเยื่อหรือที่เส้นใยแล้วกระดาษยังมีส่วนที่ไม่ใช่เส้นใยหรือที่เรียกว่า สารเติมแต่ง (Additive) เป็นสารเคมีที่เติมลงไป เพื่อปรับปรุงสมบัติกระดาษให้ได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน สารเติมแต่ง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้ [21]

- 1) สารเติมแต่งหลัก (Functional Additive) สารเติมแต่งประเภทนี้ทำหน้าที่ปรับปรุงสมบัติเฉพาะอย่างของกระดาษ แบ่งเป็น 6 ชนิดด้วยกัน คือ

- (1) ตัวเติม (Filler) สารเติมแต่งชนิดนี้จะเป็นผงแร่สีขาว ใสลงไปเพื่อเพิ่มสมบัติด้านทัศนศาสตร์และปรับปรุงสมบัติด้านการพิมพ์ของกระดาษ นอกจากนี้ยังใส่ลงไปเพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตกระดาษอีกด้วย

- (2) สารต้านการซึมน้ำ (Sizing Agent) เป็นสารเคมีที่ใส่ลงไปเพื่อเพิ่มสมบัติด้านการต้านทานการซึมน้ำของกระดาษ ทำให้กระดาษต้านทานการเปียกน้ำได้ดีขึ้น เนื่องจากกระดาษทำจากเส้นใยเซลลูโลสจึงมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดี สำหรับกระดาษที่ไม่ได้ใส่สารต้านการซึมน้ำจึงเปียกน้ำและดูดซับน้ำได้ง่าย เช่น กระดาษชำระ และกระดาษซับ เป็นต้น

- (3) สารเพิ่มความเหนียว (Dry Strength Agent) เป็นสารเคมีที่เติมลงไปเพื่อเพิ่มสมบัติด้านความเหนียว โดยเฉพาะความสามารถในการต้านแรงดึง และความต้านแรงดันทะลุ

นอกจากนี้ยังช่วยลดการหลุดลอกของเส้นใยที่ผิวกระดาษและเพิ่มพันธะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างชั้นกระดาษแข็ง ซึ่งเป็นสมบัติที่สำคัญมาก เพราะถ้าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างชั้นจะทำให้เกิดการแยกชั้นของกระดาษแข็งในระหว่างการพิมพ์

(4) สารเพิ่มความเหนียวเมื่อเปียก (Wet Strength Agent) เป็นสารเคมีที่เติมลงไปเพื่อรักษาความเหนียวของกระดาษให้ค้างไว้ได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 15 ของความเหนียวเดิม สารเคมีที่ใช้เป็นสารเพิ่มความเหนียวเมื่อเปียกได้แก่ยูเรียฟอร์มาดีไฮด์ เมลามีนฟอร์มาลดีไฮด์พอลิเอไมด์ และพอลิเอมีน ปกติจะไม่ใส่สารชนิดนี้ในกระดาษพิมพ์ทั่วไป แต่อาจพบในกระดาษพิมพ์งานพิมพ์พิเศษที่ต้องการความเหนียวเมื่อเปียกสูง เช่น กระดาษพิมพ์แผนที่กระดาษธนบัตร

(5) สารสีย้อม (Dyes) เป็นสารเคมีที่ใส่ลงไปในการทำกระดาษโดยมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ 1) ทำกระดาษสี (Colored Paper) ในกรณีนี้จะเติมสารสีย้อมลงไปในส่วนผสมของน้ำเยื่อจนได้สีตามต้องการ 2) แต่งสีกระดาษขาวให้ได้ระดับค่าสีที่ต้องการหรือเพื่อให้ดูขาวขึ้น เรียกว่า สีแต่ง (Tinting Dye) โดยใช้สีแต่งในปริมาณน้อยๆ เติมลงในส่วนผสมน้ำเยื่อที่ใช้แต่งนี้ อาจเป็นสีอะไรก็ได้แต่ในกระดาษขาวจะใช้สีม่วงหรือสีน้ำเงิน สารสีย้อมแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ สีไดเรก สีเบสิก และสีแอสิก โดยสีแต่ละชนิดมีสมบัติที่แตกต่างกันตามความต้องการใช้งาน

(6) สารฟอกขาว เป็นสารสีย้อมประเภทเรืองแสง เรียกทั่วไปว่าสารฟอกขาว เมื่อเติมลงไปจะช่วยให้กระดาษมีความขาวสว่างเพิ่มขึ้น กระดาษพิมพ์เขียน ทุกชนิดจะมีสารฟอกขาวผสมอยู่ สารเติมแต่งเสริม (Chemical Processing Aid) สารเติมแต่งประเภทนี้นอกจากช่วยเสริมให้สารเติมแต่งหลักทำหน้าที่เฉพาะอย่างได้ดีขึ้น และยังช่วยในการบำรุงดูแลรักษาความสะอาดของเครื่องจักรผลิตกระดาษอีกด้วย

2) สารเติมแต่งเสริม (Chemical Processing Aids) เป็นสารเคมีที่มีโครงสร้างซับซ้อน ทำหน้าที่ช่วยเสริมให้สารเติมแต่งหลักทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น แบ่งได้ 6 ชนิด ดังนี้ [22]

(1) สารเพิ่มการตกค้าง ช่วยให้มีการตกค้างของเส้นใยละเอียดและตัวเติมค้างในเยื่อกระดาษมากขึ้น

(2) สารต้านการเกิดฟอง ช่วยควบคุมการเกิดฟอง

(3) สารควบคุมจุนทรีย์ ในน้ำยาเคลือบที่ใช้ด้วยอีตอร์มชาติ เช่น แป้ง จำเป็นต้องใส่สารกันบูดเพื่อยืดอายุการใช้งาน แต่จะพบน้อยในน้ำยาเคลือบที่ใช้ด้วยอีตอร์มสังเคราะห์ ส่วนใหญ่เป็นสารเคมีป้องกันเชื้อแบคทีเรีย เช่น คลอโรฟีนีต (Chlorophenate) ฟีนีต (Phenate)

(4) สารควบคุมการเกิดจุดต่าง เป็นสารช่วยควบคุมการเกิดจุดต่างในกระบวนการผลิตกระดาษ เพื่อลดการเกิดจุดและรอยต่างดำบนกระดาษ

(5) สารช่วยแยกน้ำ เป็นสารช่วยเพิ่มการแยกตัวระหว่างน้ำกับกระดาษในขั้นตอนการจับตัวกันของกระดาษ

(6) สารช่วยการกระจายตัว ช่วยเพิ่มการกระจายตัวกันของเส้นใย ลดการจับตัวกันเป็นกระจุกของเส้นใยในขั้นตอนการขึ้นรูปของแผ่นกระดาษ ทำให้เยื่อกระดาษมีการกระจายตัวกันทั้งแผ่น

2.2.6 แหล่งเส้นใยในการผลิตเยื่อกระดาษ

สำหรับขั้นตอนการผลิตกระดาษ โดยเริ่มตั้งแต่การนำไม้ไปตีเป็นเยื่อ เพื่อให้ได้เส้นใยออกมา แล้วจึงนำเยื่อเส้นใยที่ได้ไปผสมกับสารเติมแต่งในอัตราส่วนต่างๆ เพื่อปรับสมบัติกระดาษให้ได้ตรงความต้องการใช้งานของแต่ละประเภท แล้วจึงขึ้นรูปเป็นกระดาษ สามารถแบ่งไม้ออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้ [20]

2.2.6.1 ไม้ยืนต้น (Wood) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1) ไม้เนื้ออ่อน (Softwood) เป็นไม้จำพวก Coniferous หรือ Gymnosperm สำหรับประเทศไทยพบมีเพียง 2 ชนิดเท่านั้น คือ สนสองใบ และสนสามใบ เส้นใยของไม้เนื้ออ่อน มีความยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร เยื่อที่ได้จากไม้เนื้ออ่อน เรียกว่า เยื่อใยขาว เรียกชื่อทางการค้ามักมีอักษรย่อ N (Needle)

2) ไม้เนื้อแข็ง (Hardwood) เป็นไม้จำพวก Angiosperm โดยทั่วไปมีลักษณะใบกว้าง ยกเว้นใบบางชนิด ได้แก่ สนทะเล และสนประดิพัทธ์ ในเขตอบอุ่นไม้พวกนี้ผลัดใบ เส้นใยของไม้เนื้อแข็ง มีความยาวประมาณ 1 - 2 มิลลิเมตร เยื่อที่ได้เป็นเยื่อใยสั้นและมีการเรียกชื่อทางการค้าเป็นอักษร L [20]

2.2.6.2 ไม้ล้มลุก (Non-Wood) หรือเรียกว่า พืชล้มลุก เส้นใยที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่

1) พืชตระกูลหญ้า (Natural Growing Plants) ได้แก่ ไม้ไผ่ หญ้าขจรจบ
2) พืชเส้นใยส่วนต่างๆ (Crop Fiber)
(1) เยื่อที่ได้จากส่วนเปลือกและลำต้น (Bast or Stem) ได้แก่ ปอกระเจา
ปอแก้ว ปอสา เป็นต้น

(2) เยื่อที่ได้จากส่วนใบของพืช (Leaf Fiber) ได้แก่ ปานครนารายณ์

(3) เยื่อที่ได้มาจากเมล็ด (Seed Fiber) ได้แก่ ฝ้าย เป็นต้น

2.2.6.3 วัตถุดิบที่ไม่ได้มาจากไม้ (Non - Wood)

วัตถุดิบที่ไม่ใช่ไม้ในการนำมาผลิตเป็นเยื่อกระดาษ เช่นส่วนที่เหลือทิ้งทางการเกษตร และวัสดุต่างๆที่นำมารีไซเคิล โดยทั่วไปที่นิยมนำมาผลิตเป็นเยื่อกระดาษ ได้แก่

1) ปอสา (Paper Mulberry) ปอสาได้มาจากของเปลือกปอสาแห้ง คุณภาพเปลือกปอสาโดยทั่วไปพิจารณาจากความหนา สี และความชื้นเปลือก ปอสาที่บางจะมีคุณภาพดีกว่าเปลือกหนา ควรเป็นเปลือกจากต้นที่มีอายุ 6 - 12 เดือน ดังแสดงในรูปที่ 2.5 และไม่ควรเกิน 2 ปี เปลือกที่ดีควรมีสีขาว ปราศจากจุดดำ และเชื้อรา ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ต้นปอสา

ที่มา : [16]

องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกปอสา ศึกษาโดยคัดเลือกสายพันธุ์ปอสา และศึกษาสมบัติทางเคมี เช่น ปริมาณเถ้า การละลายในน้ำร้อน การละลายในสารโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น ร้อยละ 1 การละลายในแอลกอฮอล์เบนซีน ปริมาณลิกนิน และปริมาณไฮโดรเซลลูโลสสายพันธุ์ปอสา 5 สายพันธุ์ คือ สวนผึ้ง แม่จรม ศรีสังขาลัย น้ำโสม และญี่ปุ่น โดยพบว่า องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกปอสามีความแตกต่างกัน ปริมาณเถ้าที่ได้จากการเผาเปลือกปอสาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส เป็นตัวเลขที่บ่งบอกถึงปริมาณแร่ธาตุหนัก ได้แก่ แคลเซียมที่อยู่ในเปลือกปอสา เนื่องจากในพืชมีเพกทินยึดระหว่างเส้นใย เมื่อเพกทินทำปฏิกิริยากับแคลเซียม จึงทำให้เกิดสารที่ไม่ละลายในน้ำร้อน แต่ละลายได้ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ถ้าหากปริมาณเถ้ามีมาก ส่งผลทำให้การต้มเปลือกปอสาต้องใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์มากขึ้น ปริมาณละลายในน้ำร้อนเป็นตัวเลขที่บ่งบอกความสามารถในการละลายแทนลิกนิน น้ำตาล ยาง และแป้ง ออกจากเปลือกปอสาปริมาณการละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นตัวเลขที่บ่งบอกความสามารถในการละลายแทนนิน ยาง น้ำตาล สี แป้ง เฮมิเซลลูโลส และเนื้อเยื่อที่สูญเสียเนื่องจาก ถูกแสงและความร้อนออกจากเปลือกปอสาปริมาณการละลายในแอลกอฮอล์เบนซีนเป็นตัวเลขที่บ่งบอก ความสามารถในการละลาย คาร์โบไฮเดรท เกลือ

ไขมัน ยางโปรโทสเดียรอล และสารประกอบคาร์บอนที่ไม่ระเหย ออกจากเปลือกปอสาปริมาณลินิกินเป็นตัวเลขที่บ่งบอกความเข้มข้นของสีในเยื่อปอสาที่ต้มได้ปริมาณไฮโดรเซลลูโลสเป็นสารที่ประกอบด้วยแอลฟาเซลลูโลส ซึ่งเป็นส่วนที่จะเปลี่ยนเป็นกระดาษ [13] ส่วนที่นำมาใช้ในการผลิตเยื่อกระดาษ คือ ส่วนเปลือกภายหลังจากการจัดเตรียมวัตถุดิบแล้วจะนำมาผ่านขั้นตอนการย่อยและแยกใยออกจากกัน ซึ่งกระบวนการย่อยและแยกใย แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ กระบวนการกล กระบวนการกึ่งเคมี และกระบวนการเคมี โดยขนาดของเส้นใยปอสามีความยาวเฉลี่ยประมาณ 8.2 มิลลิเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20.3 ไมโครเมตร และความหนาของผนังเส้นใย 5.4 ไมโครเมตร โดยมีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีปริมาณของลิกนินร้อยละ 4.9 ไฮโดรเซลลูโลสร้อยละ 73.3 อัลฟาเซลลูโลสร้อยละ 60.90 เบต้า - เซลลูโลสร้อยละ 3.30 และแกมมาเซลลูโลสร้อยละ 8.8 [16]

2) ไม้ไผ่ (Bamboo) ไม้ไผ่มีลักษณะของเส้นใยยาวที่มีความยาวเฉลี่ยประมาณ 23 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 18 ไมโครเมตร และมีส่วนประกอบของเซลลูโลสร้อยละ 35 - 47 และมีปริมาณของลิกนินร้อยละ 22 - 30 ปัญหาของไม้ไผ่ คือ ปริมาณสำรองของไม้ไผ่ตามธรรมชาติเทียบกับอัตราการตัด และการขึ้นทดแทนกันไม่สมดุลกันในการนำไม้ไผ่มาสู่กระบวนการผลิต ก่อนนำไม้ไผ่มาผ่านกรรมวิธีการเข้าเครื่องสับชิ้นไม้ และเครื่องคัดเลือกขนาด โดยจะต้องทำการกำจัดฝุ่นเหมือนกับขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบประเภทไม้ยูคาลิปตัส ยกเว้นจะไม่ขึ้นตอนการลอกเปลือก

3) ปอแก้ว (Kenaf) เป็นพืชที่เคยเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตกระดาษ ปอแก้วมีเส้นใยยาวประมาณ 1.5 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 25 ไมโครเมตร และมีส่วนประกอบของเซลลูโลสร้อยละ 60 ลิกนินร้อยละ 11 - 21 เยื่อกระดาษปอแก้วมีปัญหาหลักของการผันผวนในราคาปอจากตลาดโลก และยังเป็นวัตถุดิบที่เป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมอื่น เช่น การทำกระสอบ โดยผู้ผลิตเยื่อกระดาษจากปอแก้วมักจะประสบปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบ จึงทำให้ไม่ได้ผลิตเยื่อกระดาษจากปอแก้วด้วยสาเหตุมาจากจำนวนวัตถุดิบที่ไม่สม่ำเสมอ

4) ฟางข้าว (Rice Straw) ฟางข้าวมีลักษณะของเส้นใยยาวประมาณ 0.7 - 3.5 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 - 15 ไมโครเมตร มีองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยฟางข้าว มีเซลลูโลสร้อยละ 28 - 45 ลิกนินร้อยละ 10 - 17 และเมื่อเปรียบเทียบขนาด (Dimensnsion) ของเส้นใยจากฟางข้าว พบว่ามีเส้นใยสั้นกว่าวัตถุดิบชนิดอื่นในการผลิตเยื่อจากฟางข้าวแบบเคมีหรือแบบกึ่งเคมี จะให้ผลผลิตเยื่ออยู่ในช่วงร้อยละ 30 - 40 ซึ่งประเทศไทยมีการใช้ฟางข้าวเป็นวัตถุดิบในการประดิษฐ์เป็นเยื่อกระดาษน้อยมาก

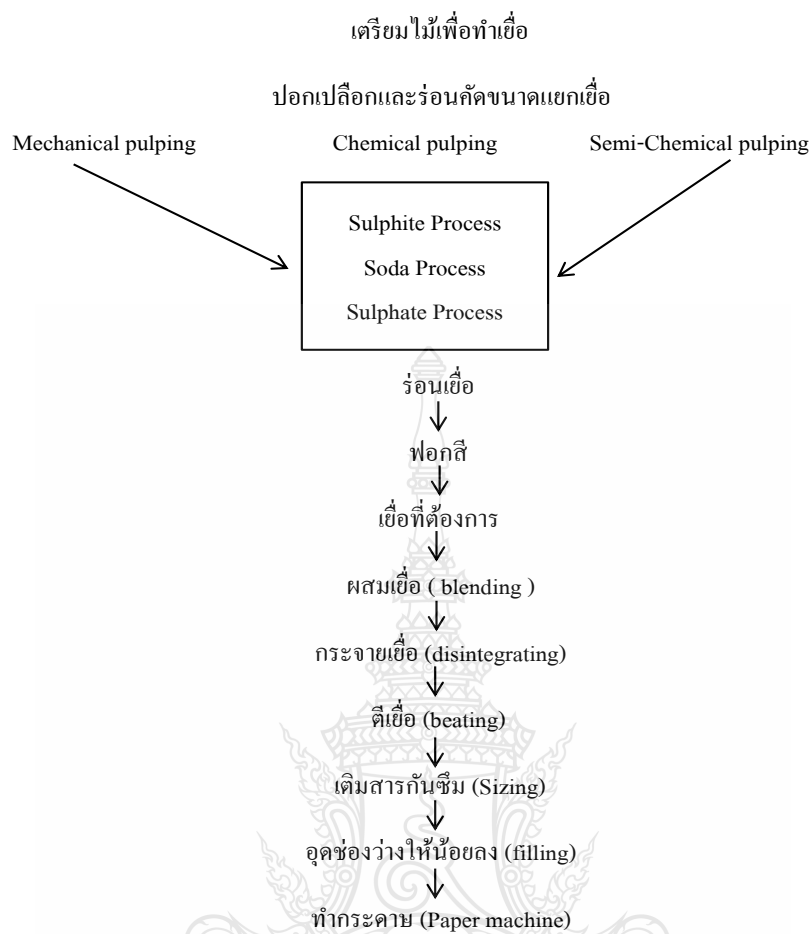
2.2.6.4 การใช้เคมีภัณฑ์ในการผลิตเยื่อกระดาษ

ในการผลิตเยื่อกระดาษจำเป็นจะต้องใช้สารเคมีชนิดต่างๆ โดยการต้ม ย่อย และ แยกเยื่อ โดยสารเคมีที่นำมาใช้ ได้แก่ โซดาไฟ โซเดียมซัลไฟด์ ในการฟอกเยื่อ โซดาไฟ และ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในการทำแผ่นเยื่อการเคลือบกระดาษใช้ชั้นสนในการทำให้แผ่นกระดาษไม่เกิดการซีมน้ำ ไขมันในการทำให้กระดาษมีความเรียบและเป็นมัน ใช้ผงฟอกให้ขาวในการทำให้กระดาษมีสีขาว และสารส้มในการทำให้กระดาษแห้งเร็วและปรับสภาพความเป็นกรด - ด่าง โดยวิธีการผลิตเยื่อกระดาษมีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี [23] คือ

1) วิธีทางกล วิธีการนี้จะเน้นที่การบดเยื่อเพื่อกระจายให้เส้นใยของเนื้อเยื่อแยกออกจากกัน เยื่อไม้ที่แยกได้จากการบดจะมีลักษณะเป็นเนื้อไม้แท้อยู่มาก มีคุณสมบัติที่ไม่ดีเพราะไม่ใช่เยื่อเซลลูโลสที่บริสุทธิ์ เยื่อที่ได้ด้วยวิธีการนี้ จะมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 85 เยื่อที่ได้จะมีความทึบแสงสูง จึงนิยมใช้ทำกระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษอนามัยบางชนิด และ กระดาษกั้นเพื่อบรรจุสิ่งของ ป้องกันการแตกภายในกล่องบรรจุภัณฑ์

2) วิธีทางเคมี (Chemical Pulping) วิธีการนี้จะได้เยื่อที่มีปริมาณของลิกนินเจือปนอยู่ในปริมาณที่น้อย เหมาะสำหรับทำกระดาษคุณภาพดีเพราะจะมีความเหนียว แต่ปริมาณเยื่อที่ได้จากวิธีการนี้จะมีปริมาณที่น้อย โดยประมาณร้อยละ 45 - 60 เท่านั้น

3) วิธีทางกึ่งเคมี (Semi - Chemical Pulping) วิธีการนี้จะใช้ทั้ง วิธีทางเคมี และวิธีทางกล แต่จะใช้ปริมาณสารเคมีมากและ ใช้พลังงานเพื่อทำการบดเยื่อน้อยลง โดยเยื่อที่ได้จากวิธีการนี้จะมีลิกนินปะปนอยู่ในปริมาณไม่มากเท่ากับวิธีทางกล วิธีการนี้ใช้สารเคมีเพื่อทำให้ลิกนินเกิดการอ่อนตัวลงและสามารถกระจายตัว โดยผ่านเครื่องกระจายเยื่อทำให้ได้ปริมาณเส้นใยที่สูงกว่าเยื่อที่ได้จากวิธีทางเคมี แต่คุณสมบัติเยื่อจะไม่แข็งแรงเท่ากับเยื่อจากวิธีทางเคมี แต่ปริมาณเยื่อที่ผลิตได้สูงกว่าเยื่อที่ผลิตจากวิธีทางกล [2] วิธีการทำดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 วิธีการกึ่งเคมี
ที่มา : [2]

จากหัวข้อที่ 2.2.6.4 การใช้เคมีภัณฑ์ในการผลิตเยื่อกระดาษนั้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการกึ่งเคมี โดยใช้ทั้งขบวนการทางเคมีร่วมกับวิธีการทางกล ใช้ปริมาณสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาณร้อยละ 10 15 และ 20 ต่อมูลไม้ 100 กรัม และใช้พลังงานจากเครื่องปั่นเยื่อในการบดกระจายเยื่อ ส่วนน้ำสารเคมีจากการวิจัยในครั้งนี้มี วิธีการกำจัดน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนสารเคมีเหลือทิ้งจากการต้มเยื่อมูลไม้ โดยการเทน้ำต้มและล้างเยื่อบนพื้นถนนคอนกรีต ให้เกิดการระเหยของสารเคมีตามธรรมชาติ เพราะเป็นการทดลองในปริมาณสารเคมีและน้ำที่ใช้ในการต้ม มีปริมาณที่น้อยโดยในอนาคตหากมีการขยายการผลิตเป็นศูนย์หัตถกรรมของที่ระลึก จะมีการวางระบบจัดการกับน้ำสารเคมีโดยการประยุกต์ใช้กระบวนการทางกายภาพ เป็นการบำบัดน้ำที่ปนเปื้อนสารเคมีอย่างง่ายโดยการดูดหลุมแล้ววางบ่อซีเมนต์ 2 บ่อไปกปูนที่กั้นบ่อมีการวางท่อต่อเชื่อมเข้าหากันบริเวณปากบ่อ จากนั้นปล่อยน้ำสารเคมีลงไปพักไว้ในบ่อที่ 1

ดังแสดงในรูปที่ 2.7 จะทำหน้าที่แยกสิ่งแปลกปลอมไม่สามารถผสมน้ำได้ออกไป วิธีนี้จะทำการแยกตะกอนออกได้ประมาณร้อยละ 50 – 65 ใช้การตกตะกอน ต่อมาจะมีการปล่อยน้ำลงสู่บ่อที่ 2 ที่รองกันบ่อด้วยถ่าน ดังแสดงในรูปที่ 2.8 เป็นการดูดซับสารเจือปนในน้ำโดยใช้ผงถ่านหรือคาร์บอน ทำให้น้ำสะอาด ก่อนปล่อยสู่ธรรมชาติ [24]



รูปที่ 2.7 บ่อซีเมนต์ 2 บ่อไปกปูนที่กันบ่อมีการวางท่อต่อเชื่อมเข้าหากันบริเวณปากบ่อที่มา : [24]



รูปที่ 2.8 วิธีการดูดซับโดยใช้ผงถ่านหรือคาร์บอน
ที่มา : [24]

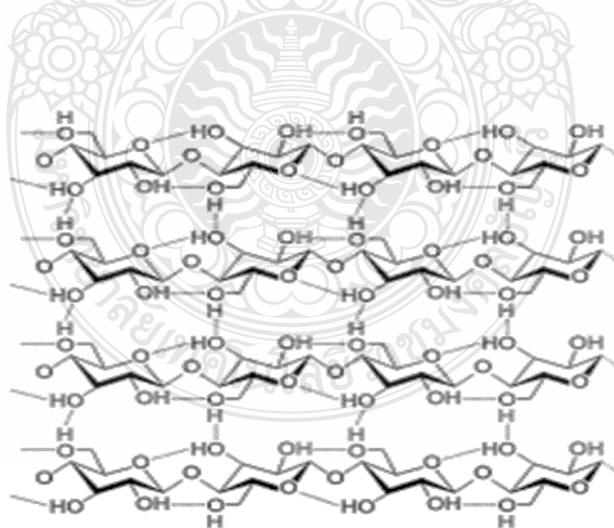
2.2.7 องค์ประกอบของเส้นใย

องค์ประกอบของเส้นใยทำให้กระดาษสามารถยึดตัวกันเป็นแผ่นได้ เกิดจากเส้นใยเป็นจำนวนมากสานกันอย่างอิสระ เส้นใยดังกล่าวโดยทั่วไปเป็นเส้นใยจากธรรมชาติจากพืชซึ่งอาจมีการใช้

เส้นใยจากสัตว์หรือจากแร่ผสมก็ได้ นอกจากนี้ยังมีการใช้เส้นใยสังเคราะห์ เช่น พวกออลิอามาไมด์ ที่ช่วยทดแทนการใช้เส้นใยจากธรรมชาติ และเพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรได้คุ้มค่าและเป็นการลดต้นทุนของการผลิตกระดาษ ได้มีการนำกระดาษใช้แล้วมาใช้ในการผลิตกระดาษอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเยื่อที่ได้จากกระดาษที่ใช้แล้วจะมีความขาว ความแข็งแรงที่ลดลง และมีการนำไม้เนื้อแข็งจำพวกต้นโอ๊ก ต้นเมเปิลมาใช้ทำเส้นใยซึ่งจะได้เส้นใยที่สั้นกว่า นอกจากนี้ยังมีการนำพืชล้มลุก เช่น ต้นกก ปอกระเจา อ้อย ฝ้าย มาใช้ทำเยื่อกระดาษด้วยเส้นใยจะประกอบด้วยเซลลูโลส โดยมีรายละเอียดขององค์ประกอบของเส้นใย ดังนี้

2.2.7.1 เซลลูโลส

เซลลูโลส สูตรโมเลกุล ($C_6H_{10}O_5$) เซลลูโลสเป็นพอลิเมอร์ชีวภาพ (Biopolymer) ที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ประกอบด้วยสารคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) ประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) ชนิดโฮโมพอลิแซ็กคาไรด์ (Homopolysaccharide) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง โดยโครงสร้างในเซลลูโลสประกอบด้วย โมเลกุลกลูโคส (Glucose) ที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl group) เป็นหมู่หลักมาเรียงต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (Glycosidic Bond) ที่ตำแหน่งปีต้า - 1,4 (β (1 - 4 Glycosidic Bond)) ได้เป็นสายยาวที่ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคสกว่า 1,000 - 10,000 โมเลกุล ที่มีการจัดเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ ดังแสดงในรูปที่ 2.9 เซลลูโลสเป็นองค์ประกอบที่สามารถพบได้ในเซลล์พืชและแบคทีเรีย สำหรับผนังเซลล์พืช เช่น ผัก ผลไม้ เมล็ดธัญพืช หรือเส้นใยพืช โดยเซลลูโลสมักอยู่รวมกับเฮมิเซลลูโลสและเพกทิน เพื่อทำหน้าที่เสริมสร้างโครงสร้าง ของลำต้นและกิ่งก้านพืชให้มีความแข็งแรงมากขึ้น (Dietary Fiber) [20]

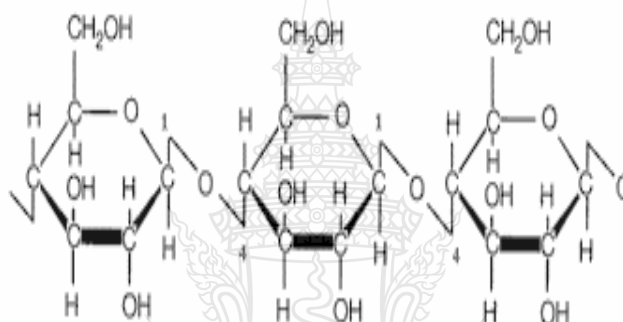


รูปที่ 2.9 ลักษณะการจัดเรียงตัวของโมเลกุลกลูโคสในเซลลูโลส

ที่มา : [20]

2.2.7.2 คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethyl Cellulose : CMC) เป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloid) ประเภทพอลิเมอร์ชนิดไม่ชอบน้ำ (Hydrophilic) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลส โดยสารทั้งสองชนิดนี้เป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ ที่ได้จากการดัดแปรหรือปรับปรุงคุณสมบัติของเซลลูโลสที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์พืช ทำให้มีหมู่เมทิลและหมู่คาร์บอกซีเมทิลเข้ามาแทนที่โครงสร้างเดิม ดังแสดงในรูปที่ 2.10 คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส สามารถเตรียมได้จากเยื่อเซลลูโลสที่มีปริมาณเซลลูโลสคุณภาพสูง โดยจะถูกนำไปใช้เป็นสารคงสภาพ สารเพิ่มความหนืดเพื่อช่วยในการยัดติดหรือใช้เป็นสารเคลือบผิวในอุตสาหกรรมสิ่งทอ กาวกระดาษ อาหารและยา เป็นต้น [26]

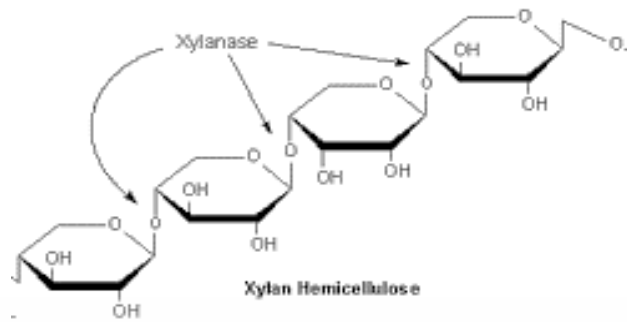


รูปที่ 2.10 โครงสร้างโมเลกุลของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

ที่มา : [26]

2.2.7.3 เฮมิเซลลูโลส

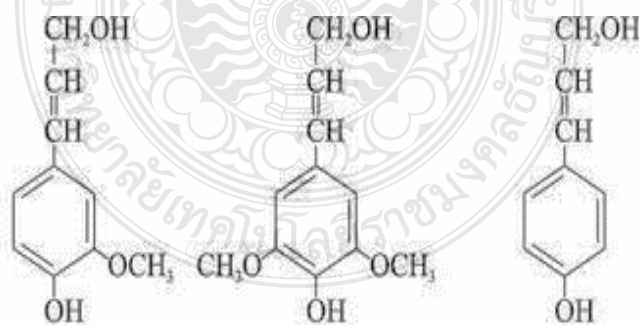
เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) เป็นคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) ประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) ในโมเลกุลของเฮมิเซลลูโลส เป็น Heteropolysaccharide ที่ประกอบด้วยน้ำตาลชนิดต่างๆ ซึ่งน้ำตาลไซโลส (Xylose) จะเชื่อมด้วยพันธะไกลโคไซด์ (Glycosidic Bond) ที่ตำแหน่งปีตา (1 - 4) เป็นโซ่หลักอาจมีน้ำตาลแมนโนส (Mannose) กาแล็กโทส (Galactose) หรือกลูโคส (Glucose) มาต่อกันเป็นโซ่หลักด้วยและมีน้ำตาลชนิดอื่นมาต่อกันเป็นโซ่สาขา หรือโซ่แขนง คือ กรดกลูคูโรนิก (Glucuronic Acid) น้ำตาลอะราบินโนส (Arabinose) เฮมิเซลลูโลส จัดเป็นเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งแหล่งของเฮมิเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบในผนังเซลล์ของพืชที่อยู่ร่วมกับเซลลูโลสพบมากในผักและผลไม้ ดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 โครงสร้างของเฮมิเซลลูโลส
ที่มา : [18]

2.2.7.4 ลิกนิน

ลิกนิน (Lignin) สูตรโมเลกุลคือ $C_{10}H_{12}O_4$ เป็นสารประกอบระหว่างคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนที่รวมกันหลายชนิด จนกลายเป็นสารประกอบกันเป็นเชิงซ้อน มีน้ำหนักของ โมเลกุลสูง ลิกนินมีสมบัติที่ไม่ละลายน้ำ ไม่ยืดหยุ่น แต่มีความแข็งแรงและทนทานสูง โดยลิกนินเป็น สารประกอบที่มีอยู่ในผนังเซลล์พืชชั้นสูง ได้แก่ ลำต้น หน่อ ฟางข้าวสาธิต แขนงฝักข้าวโพด ฯลฯ ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันขึ้นกับชนิดและอายุของพืช นอกจากนี้ลิกนินยังมีโครงสร้างเป็นร่างแหเพื่อ ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลของเฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลสให้ติดกันภายในผนังเซลล์ ดังแสดงใน รูปที่ 2.12 ทำให้โครงสร้างพืชมีความแข็งแรงทนทานสูง เป็นสารประกอบที่มีอยู่ในเซลล์พืชประมาณ ร้อยละ 20 - 30 เป็นปริมาณที่รองจากเฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส ตามลำดับ



รูปที่ 2.12 โครงสร้างทางเคมีของลิกนิน
ที่มา : [18]

2.2.7.5 สารแทรก

สารแทรกเป็นส่วนประกอบในไม้ยืนต้นและไม้ล้มลุกที่สามารถละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ (Organic Solvents) ได้แก่ อะซีโตน (Acetone) แอลกอฮอล์ (Alcohol) และคลอโรฟอร์ม (Chloroform) เป็นต้น ซึ่งทั่วไปแล้วสารแทรกในพืชชนิดต่างๆ จะประกอบด้วยสารจำพวกกรดเรซิน (Resin Acid) กรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) น้ำมันระเหย (Volatile Oil) สารประกอบเทอร์พีนอยด์ (Terpenoid Compounds) และสารประกอบฟีนอลิก (Phenolic Compounds) โดยสารแทรกบางชนิดจะส่งผลเสียต่อการผลิตเยื่อกระดาษหากสภาวะในการผลิตไม่เหมาะสม [20]

2.2.8 คุณสมบัติโครงสร้างของกระดาษ

คุณสมบัติโครงสร้างของกระดาษ คือกระดาษเป็นแผ่นวัสดุซึ่งไม่ได้มีเนื้อเดียวกันทั้งหมด และมีความไม่สม่ำเสมอของเนื้อกระดาษตลอดทั้งแผ่น ลักษณะทางโครงสร้างของกระดาษจึงเป็นตัวบ่งชี้ การจัดเรียงตัวขององค์ประกอบต่างๆ ของกระดาษ ดังนี้ [25]

2.2.8.1 น้ำหนักมาตรฐาน (Basis Weight) หมายถึง น้ำหนักของกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ที่เก็บในสภาวะอุณหภูมิและความชื้นที่มีความควบคุมมาตรฐาน การกำหนดน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษมีประโยชน์เพื่อควบคุมการผลิตและมาตรฐานของกระดาษ โดยจะควบคุมปริมาณกระดาษที่ใช้หน่วยที่ใช้วัดน้ำหนักกระดาษ มาตรฐานของกระดาษมีหน่วยวัดเป็น กรัมต่อตารางเมตรตามระบบสากลทั่วไป ในปัจจุบันมาตรฐาน ISO และ TAPPI เป็นมาตรฐานในการทดสอบกระดาษ โดยใช้คำว่า แกรมเมจ (Grammage) เป็นค่าน้ำหนักมาตรฐาน

2.2.8.2 ความหนา (Caliper) หมายถึง ระยะห่างที่ตั้งฉากระหว่างผิวด้านบนและผิวด้านล่างของกระดาษภายใต้สภาวะการทดสอบที่กำหนด สำหรับหน่วยที่ใช้ในสหรัฐอเมริกาจะเป็นนิ้ว (Inch) หรือ มิล (Mil) ในระบบ SI จะวัดเป็นหน่วยไมโครเมตร (Micrometer) แต่ส่วนใหญ่จะวัดเป็นมิลลิเมตร (Millimeter)

2.2.8.3 ความสม่ำเสมอของการกระจายตัวของเส้นใยกระดาษ (Formation) หมายถึง การเปรียบเทียบปริมาณของเส้นใยในบริเวณต่างๆ ของกระดาษว่ามีความเท่ากันหรือไม่ กระดาษที่มีความสม่ำเสมอของการกระจายตัวของเส้นใยที่ดี ทำให้กระดาษมีลักษณะเรียบเสมอกันและมีความหนาเท่าเทียมกันทั้งแผ่น เมื่อนำไปพิมพ์ก็จะได้ภาพพิมพ์ที่ดีคุณภาพสูง

2.2.8.4 ทิศทางเส้นใย (Grain Direction) เส้นใยเป็นตัวเรียงแนวราบเป็นส่วนใหญ่ ถ้าแบ่งตามทิศทางของเครื่องจักรสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ แนวขนาดเครื่อง (Machine Direction) หรือแนวเกรน (Grain Direction) และแนวขวางเครื่อง (Cross Direction, CD) หรือแนวเกรน (Cross Grain Direction) โดยเส้นใยจะเรียงตัวตามแนวขนาดเครื่องมากกว่าแนวขวางเครื่อง

2.2.8.5 ความสามารถในการคงขนาด (Dimensional Stability) หมายถึง ความสามารถของกระดาษในการรักษาขนาดทั้งด้านกว้าง ด้านยาว และความหนาให้คงเดิมเมื่อได้รับ สภาพแวดล้อมที่ต่างไป ได้แก่ การได้รับความชื้นที่เพิ่ม การได้รับแรงกดทับ ความสามารถในการคง ขนาดที่ดีทำให้ช่วยลดปัญหาในการพิมพ์ คือ การลดปัญหาการพิมพ์สีเหลือง [26]

2.2.8.6 ความเรียบ (Smoothness) เป็นลักษณะของผิวกระดาษที่สัมพันธ์กับความ สม่ำเสมอในเนื้อกระดาษ และความเรียบ หยาบ ของผิวกระดาษทั้งสองด้าน ความเรียบนั้นมี ความสำคัญโดยเฉพาะทางด้านการพิมพ์ โดยจะแปรไปตามวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต และกระบวนการ ส่วนความละเอียดและตัวเต็มมากขึ้นจะทำให้ผิวกระดาษมีลักษณะเรียบทั้งแผ่น นอกจากนี้ การรีดผิว การ เคลือบผิว และการขัดผิว ก็มีผลต่อการเพิ่มความเรียบของผิวกระดาษด้วยเช่นกัน

2.2.9 สมบัติเชิงกลของกระดาษ

สมบัติทางเชิงกลของกระดาษ (Mechanical Properties) เป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพใน การใช้งานของกระดาษ หมายถึง การที่กระดาษมีความทนทานต่อการใช้งาน (Durability) และ ความสามารถในการต้านทานแรงที่มากระทำในลักษณะต่างๆ เช่น แรงดึง แรงเฉือน แรงบิด และแรงที่ ทำให้กระดาษมีความโค้งงอ ซึ่งแรงเหล่านี้เกิดขึ้นในหลายขั้นตอนตั้งแต่กระบวนการผลิตกระดาษ การ แปรรูปกระดาษจนถึงการใช้งาน ดังนี้ [27]

2.2.9.1 ความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile Strength) คือความแข็งแรงต่อแรงเค้น ที่มากระทำต่อกระดาษในแนวยาว (Tensile Stress) ความแข็งแรงต่อแรงดึงของกระดาษเป็นสมบัติ ที่สำคัญของกระดาษในระบบการพิมพ์และป้อนม้วน เนื่องจากการพิมพ์ในระบบป้อนม้วนกระดาษต้อง ได้รับแรงดึงตลอดเวลา นอกจากนี้กระดาษที่ต้องนำไปใช้สำหรับการขึ้นรูปเป็นกล่อง หรือหีบห่อ บรรจุภัณฑ์ต่างๆ มีจำเป็นต้องความแข็งแรงต่อแรงดึงด้วย [28]

2.2.9.2 ความแข็งต่อต้านทะลุ (Bursting Strength) หมายถึง ความต้านทานต่อแรงที่ ถูกกระทำ ในพื้นที่ของกระดาษหนึ่งตารางเมตร ในแนวตั้งฉากก่อนที่จะเกิดการฉีกขาดทะลุ หน่วยคือ กิโลปาสกาล (kPa) หรือ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความสามารถในการต้านแรงดันทะลุ จะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความต้านแรงดึงในแนวขนานเครื่อง ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะการกระจายตัว ของแรงที่มากระทำต่อขึ้นทดสอบ สามารถอธิบายได้จากการที่พื้นที่ทดสอบมีลักษณะเป็นวงกลมในการ ทดสอบเมื่อเครื่องทดสอบทำงานแผ่นไดอะแฟรมจะถูกดันให้โป่งขึ้นจนทำให้กระดาษแตกทะลุก่อนที่ กระดาษจะแตกออก โดยกระดาษจะเกิดการยึดตัวออกไปในทุกทิศทาง

2.2.9.3 ความแข็งแรงฉีกขาด (Tearing Strength) หมายถึง ความสามารถของ กระดาษที่ต้านแรงกระทำซึ่งจะทำให้ขึ้นทดสอบหนึ่งชิ้นขาดออกจากรอยฉีกนำเดิม หน่วยที่วัดได้เป็น มิลลินิวตัน (mN) หรือ กรัม (Gram) โดยกระดาษที่จะต้องตรวจสอบความสามารถในการต้านแรงฉีกขาด

เช่น กระดาษพิมพ์ กระดาษบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น หลักการในการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงฉีกสามารถทำได้โดยการใส่ชิ้นทดสอบที่มีขนาดตามมาตรฐานกำหนด ในระหว่างปากจับบนแท่นเครื่องและลูกตุ้มซึ่งเคลื่อนที่ โดยใช้ใบมีดตัดชิ้นกระดาษยาวประมาณ 2 เซนติเมตร ทดสอบโดยปล่อยลูกตุ้มเคลื่อนที่ขึ้นทดสอบจะเกิดการฉีกขาด ความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดขึ้นอยู่กับความยาวของเส้นใยเซลลูโลส [29]

2.2.10 การผลิตกระดาษ

การทำกระดาษแบบดั้งเดิมมีขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก กรรมวิธีการทำคล้ายคลึงกันโดยขั้นตอนการทำกระดาษ มีดังนี้ [31]

2.2.10.1 คัดเลือกเปลือกปอสาที่อ่อนและแก่แยกจากกันเปลือกปอสาอ่อนตัวนำไปแช่น้ำ ประมาณ 3 - 24 ชั่วโมง

2.2.10.2 การต้มเปลือกปอสา คือการนำเอาเปลือกของลำต้นปอสาที่ผ่านการแช่น้ำแล้วนำไปใส่ หม้อเคลือบ หรือกะละมังทำจากสแตนเลสที่มีขนาดใหญ่พอสมควร ใส่น้ำให้ท่วมเปลือกปอสาใส่โซเดียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 1 - 1.5 กิโลกรัม ถ้าหากใส่มากเกินไปจะทำให้เยื่อปอสาทำลายมากเกินไประหว่างต้ม ถ้าหากต้มเปลือกปอสาที่เป็นเปลือกอ่อนจะใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์น้อยกว่าเปลือกแก่ การใส่ในแต่ละครั้งประมาณร้อยละ 10 - 15 ของน้ำหนักปอสา การต้มใช้เวลาประมาณประมาณ 2 - 3 ชั่วโมง เมื่อต้มเสร็จแล้วจึงล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อให้ความสิ้นจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ออกหมด

2.2.10.3 การตีเยื่อ ขั้นตอนนี้เป็นกรนำเอาเปลือกปอสาที่ผ่านการต้มและล้างโซดาไฟออกหมดแล้วมาทำการตีให้เป็นเยื่อเล็กๆ ที่ใช้เป็นกระดาษ การตีเยื่อทำได้ 2 แบบคือ

1) การทุบเยื่อด้วยมือ การทุบเยื่อด้วยมือโดยการใช้ค้อน วิธีนี้จะทำให้เกิดการแตกตัวในผนังเซลล์เส้นใยเป็นแขนงเล็กๆ ซึ่งเป็นลักษณะแบบการแตกของผนังเยื่อ จะทำให้กระดาษมีคุณภาพดีกว่าการตีด้วยเครื่อง ในปัจจุบันนี้ประเทศญี่ปุ่นยังผลิตด้วยวิธีนี้โดยใช้เครื่องทุบแทนแรงงานคน การทุบจะสังเกตโดยการนำเยื่อไปตีในน้ำ ถ้าเยื่อเกิดการกระจายตัวดีก็จะหยุดทุบในการทุบเปลือกปอสาจะใช้เวลาประมาณ 5 ชั่วโมงขึ้นอยู่กับการทุบของกำลังคนแต่ละคน

2) การตีเยื่อด้วยเครื่อง เครื่องตีเยื่อมี 2 รูปแบบ คือ แบบ Naginata beater และ Hollander beater เครื่องตีแบบ Naginata มีเพียงส่วนเดียวมีลักษณะคล้ายเคียวติดอยู่กับแกนกลางซึ่งหมุนและสางเยื่อ ส่วนที่ใช้สางเยื่อจะมีลักษณะเหมือนเคียวใช้ส่วนนอกสางเยื่อแต่คมส่วนเครื่องตีเยื่อแบบ Hollander สิ่งที่ใช้ตีจะวางในแนวนอนประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนอยู่กับที่และเคลื่อนที่ทั้ง 2 ส่วนจะห่างกันประมาณ 5 - 10 มิลลิเมตร เยื่อจะถูกบังคับให้ไหลผ่านช่องดังกล่าวเยื่อจะถูกตีให้แตกออกจากกัน

2.2.10.4 การละลายเนื้อเยื่อ ต้องมีการควบคุมปริมาณน้ำต่อเยื่อให้ถูกต้องแม่นยำ เวลาตวงน้ำเยื่อจะต้องกวนเยื่อให้เกิดการกระจายอย่างสม่ำเสมอ และตวงในปริมาตรที่ได้เยื่อแห้งตามต้องการ การใส่น้ำที่ผสมกับสารกระจายเยื่อลงในถัง โดยรู้ปริมาณที่แน่นอน ใส่เยื่อที่รื้อน้ำหนักที่แน่นอนลงในน้ำแล้วคนแรงๆ ให้เยื่อเกิดการแตกกระจายตัวผสมกันอย่างสม่ำเสมอ

2.2.10.5 การทำเป็นแผ่นกระดาษชั้นตอนนี้ก็คือ การหล่อกระดาษของการทำกระดาษข่อยนั่นเอง การทำเป็นแผ่นกระดาษจะมีอุปกรณ์ที่ใช้ทำเป็นแม่พิมพ์ที่เคลือบผิวด้วย ตัวแม่พิมพ์หรือตะแกรง เพื่อที่จะซ้อนเนื้อเยื่อแล้วจะกรองเอาแต่เนื้อเยื่อไว้เท่านั้นส่วนที่เป็นน้ำไหลผ่านตะแกรงการทำให้เป็นแผ่นกระดาษนี้ทำได้ 2 แบบคือ

1) แบบตักซ้อน มักใช้กับกระดาษชนิดบางสามารถทำได้เป็นจำนวนมากวันละ 200 – 300 แผ่นต่อคนต่อวัน แต่กระดาษที่ได้จะไม่ค่อยมีความสม่ำเสมอในแผ่น และแต่ละแผ่นน้ำหนักกระดาษจะไม่เท่ากัน ถ้าจะให้เท่ากันคนซ้อนแผ่นจะต้องมีความชำนาญมาก เพราะคุณภาพของกระดาษจะขึ้นอยู่กับ ปริมาณสารกระจายเยื่อ การไหลผ่านตะแกรง การซ้อนตักเยื่อ เป็นต้น

2) แบบตะ เป็นวิธีการทำแผ่นที่สามารถกำหนดความหนาของกระดาษได้ แต่การทำแผ่นจะช้ากว่าแบบซ้อน กระดาษจะมีความสม่ำเสมอมากกว่า

2.2.10.6 การตกแต่งกระดาษ ให้กระดาษมีความสวยงาม ต่างไปจากกระดาษสาทั่วๆ ไป ซึ่งเป็นกระดาษสาสีขาว และสีต่างๆ การตกแต่งอาจทำได้โดยใช้ใบไม้ ดอกไม้ เยื่อต่างๆ หรือเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ให้ความแปลกใหม่ความสวยงามแล้ว ยังช่วยเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้กับกระดาษสา วัสดุเหล่านั้นอีกด้วยการตกแต่งสามารถจะทำได้ หลากหลายวิธีดังนี้

2.2.10.7 การตากกระดาษให้แห้ง กระดาษสาแบบไทยไม่สามารถจะดึงเอาออกจากตะแกรงในขณะที่ยังเปียกได้ ดังนั้นจำเป็นต้องทำให้กระดาษแห้งทั้งตะแกรง ซึ่งมี 2 วิธีคือ [33]

1) การตากแดด แสงแดดเป็นวิธีการที่ประหยัดโดยการนำตะแกรงหมาดแล้ววางตั้งเอียง 45 องศา ถ้าเป็นกระดาษสาสีขาวให้หันหน้ากระดาษเข้าหาแสงแดด ถ้าเป็นกระดาษสาข้อมสีควรจะมีร่ม สีจะไม่ซีดแต่ถ้าจำเป็นจะต้องตากแดดให้หันด้านหลังเข้าหาแสงแดดจะช่วยลดการซีดโดยปกติกระดาษจะแห้งในเวลา 2 – 3 ชั่วโมง

2) ใช้ตู้อบ ทำได้ตลอดเวลาโดยไม่มีปัญหาของสภาพอากาศแต่การลงทุนค่อนข้างสูงแหล่งให้ความร้อนจะเป็นแก๊สหรือไฟฟ้าก็ได้ ที่อุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 40 – 45 องศาเซลเซียส

2.2.10.8 การลอกแผ่นกระดาษออกจากตะแกรง การดึงกระดาษจะต้องนำตะแกรงมาตั้งเอียงประมาณ 45 องศา ใช้นิ้วแกะขอบกระดาษด้านบนออกจากขอบตะแกรงให้ตลอดแนวบนใช้ทั้ง

สองมือจับขอบกระดาษด้านบนให้ห่างเท่าๆ กันดึงกระดาษเข้าหาตัวลักษณะยกขึ้นเล็กน้อย จนกระดาษ หลุดออกจากตะแกรงทั้งแผ่น

2.2.10.9 กระดาษสาที่ใช้ในงานประดิษฐ์ ในปัจจุบันมีความสวยงามซึ่งช่วยตกแต่งให้ ชิ้นงานมีราคาและสวยงามยิ่งขึ้นมีหลายชนิดสามารถเลือกได้ตามความเหมาะสมดังนี้ มีหลายประเภท ดังนี้ [33]

1) กระดาษสาชนิดบาง ให้ความสวยงามเป็นธรรมชาติให้ห่อมีการเติม ลวดลาย สีสันทึบให้ดูยิ่งขึ้น มีสีให้เลือกมากกว่าไม่แพงบีราคายู่ระหว่าง 5 - 10 บาท แหล่งผลิตอยู่ ทางภาคเหนือของไทย บริเวณจังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง การใช้ต้องใช้พลาสติกใส่รองด้านบนและ ด้านล่าง ป้องกันการเปียกน้ำ

2) กระดาษสาชนิดหนา มีความหนาเนื้อกระดาษนุ่ม ผิวขรุขระ มีทุกสีมีการ นำดอกไม้ใบไม้มาใส่ในเนื้อกระดาษสาประเภทนี้ทำให้สวยงามเป็นธรรมชาติมากขึ้นเหมาะสำหรับห่อ ของขวัญและห่อดอกไม้

3) กระดาษสาชนิดมีการตกแต่งพิเศษ ผู้ผลิตกระดาษสาได้พัฒนาปรับแต่ง ผลิตภัณฑ์ให้มีคุณค่าและความสวยงามที่หลากหลาย โดยนำมาพันทึบสีทำลวดลายใหม่ เช่น ลายบาติก ลายปักทอง ลายพันทอง ลายพิมพ์ ใส่ดอกไม้ ใบไม้สีสวยลงไปในการกระดาษรวมถึงการทำ ผิวสัมผัสให้มีลักษณะแปลกตาออกไป เช่น ผิวเรียบ ผิวขรุขระ ผิวหยาบ ทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการ สามารถย่อยสลายได้ง่ายเพราะเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ เป็นคุณสมบัติเด่นของ กระดาษสาไทย

4) กระดาษสาชนิดที่มาจากต่างประเทศ มีลักษณะแตกต่างจากกระดาษสา ของไทย คือ เหนียวกว่า ถูกรน้ำได้ เนื้อบาง โปร่งใส เนื่องจากมีส่วนผสมของใยสังเคราะห์ลักษณะ สัมผัส คล้ายกระดาษสาชนิดต่าง ๆ มากมาย เช่น ลายตาสก๊อต ลายดอกไม้ ลายรูปสัตว์ต่างๆ ประเทศที่ ผลิตส่วนใหญ่ คือ จีน ญี่ปุ่น เกาหลีและไต้หวัน ซึ่งถือเป็นคู่แข่งทางการค้าของไทย

5) กระดาษห่อดอกไม้ชนิดพิเศษ มีลักษณะเป็นกระดาษที่ผลิตขึ้นเพื่อการ ห่อดอกไม้ โดยเฉพาะมีเนื้อกระดาษเหนียวเคลือบมันมีรูปแบบลวดลายให้เลือกมากมายฉีกขาดยากกว่า คุณสมบัติพิเศษที่มีเหมาะสำหรับห่อดอกไม้โดยเฉพาะ คือ เมื่อติดเทปใสแล้วสามารถดึงออกได้ โดยไม่ ทำให้กระดาษขาดเสียหายมีทั้งที่ผลิตในประเทศมีลวดลายและสีสันทึบที่สวยงามมีรายละเอียดมาก ประเทศที่มี ผลิตกระดาษประเภทนี้ได้แก่ ญี่ปุ่น ไต้หวัน เกาหลี สวิตเซอร์แลนด์ เยอรมนี สหรัฐอเมริกา และอังกฤษ มีชื่อเสียง แตกต่างกันไป เช่น กระดาษเงิน กระดาษฟอยล์สี เป็นต้น

6) กระดาษโปร่งใส ใช้ห่อของขวัญที่ต้องการให้เห็นของภายใน เช่น ดอกไม้สด ดอกไม้แห้ง ห่อกล่อง เซลลูลอย หรือห่อของที่มีความสวยงามอยู่แล้ว ต้องการโชว์ให้เห็นของ

เพียงแต่การห่อเป็นการเพิ่มความมีมิติให้กับของขวัญ ลักษณะกระดาษประเภทนี้จะเรียกว่ากระดาษ แก้วก็ย้อมได้ ความจริงแล้วไม่ใช่กระดาษแต่เป็นแผ่นพลาสติกใสพิมพ์ลาย สามารถกันน้ำได้ ซึ่งเหมาะสำหรับห่อช่อดอกไม้สด หรือใช้ห่อคู่กับกระดาษสีอีกชั้นหนึ่ง เพิ่มความสวยงามได้มาก

7) กระดาษฟิล์มใช้สำหรับห่อของขวัญ ห่อช่อดอกไม้ ห่อขวดกล่องได้หลายรูปทรง มีหลายสีเป็นพิมพ์มันไม่ยับจับรูปทรงได้ตามวัตถุที่ต้องการห่อ ฉีกขาดได้ยากต้องใช้กรรไกรตัดมีทั้งสีเงินทอง สีbronze มีลักษณะเป็นเงามันเหลือบ บางชนิดมีลายและเงาแสงในตัวเองเรียกว่าลายเลเซอร์ กันน้ำได้ถ้ามี 2 สีในแผ่นเดียวอาจมีสีเงินด้านหนึ่งอีกด้านหนึ่งเป็นสีเขียวแดงหรือสีอื่นๆ เป็นวัสดุที่ผลิตในต่างประเทศ จึงมีราคาสูงมีทั้งชนิดแผ่นและม้วนซึ่งจำหน่ายเป็นแผ่นๆ ส่วนชนิดเป็นม้วนใหญ่จำหน่ายเป็นวันความยาวต่อเนื่อง สามารถตัดออกตามความยาวที่ต้องการใช้ข้อเสีย คือเป็นโพลีเมอร์พลาสติกที่ไม่ย่อยสลาย ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

กระดาษสาไทย ยังไม่ได้มีการกำหนดมาตรฐานในการซื้อขาย ดังนั้นการซื้อขายจึงเป็นไปตามความพึงพอใจของผู้ซื้อ ซึ่งการซื้อขายแบบนี้ ทำให้ผู้ผลิตเกิดการเสียเปรียบ ถ้าหากมีการกำหนดมาตรฐานไว้ ผู้ผลิตก็สามารถผลิตให้ได้ตามมาตรฐาน ราคาจะเป็นได้ตามมาตรฐานด้วย ได้ประโยชน์ทั้งสองฝ่าย อีกทั้งสามารถเลือกซื้อกระดาษสาได้ตามลักษณะความต้องการ เหมาะสมกับงานที่จะนำไปใช้ การกำหนดมาตรฐานกระดาษสาไทยโดยใช้น้ำหนักมาตรฐาน เป็นวิธีที่ผู้ผลิตจะปฏิบัติได้ง่ายตามตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 2.1 [31]

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างมาตรฐานกระดาษสาไทย ขนาด 72 เซนติเมตร × 84 เซนติเมตร

เกรด	น้ำหนักกระดาษ (กรัมต่อตารางเมตร)	น้ำหนักมาตรฐาน (กรัมต่อตารางเมตร)
A	22.9 – 25.4	40 ± 2
B	32.0 – 34.5	55 ± 2
C	41.1 – 43.6	70 ± 2
D	50.1 – 52.6	85 ± 2
E	59.2 – 61.7	100 ± 2
F	68.3 – 70.8	115 ± 2
G	77.4 – 79.9	130 ± 2
H	86.4 – 88.9	145 ± 2

ที่มา : [31]

2.2.11 สารเคลือบธรรมชาติ

ประเภทของสารเคลือบผิว [34] แบ่งเป็นสารเคลือบ 2 กลุ่มคือ

2.2.11.1 สารเคลือบชนิดที่รับประทานไม่ได้ คือสารที่ได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม (Petroleum Wax) ไขจากฟอสซิล (Mineral Wax) และไขสังเคราะห์โดยกระบวนการทางเคมี (Chemical Synthetic Wax) ได้แก่ เชลแลค (Shellac) คาร์นูบา (Carnauba) เป็นต้น

2.2.11.2 สารเคลือบชนิดที่รับประทานได้ เป็นสารที่ผลิตจากธรรมชาติ มีทั้งสารประกอบ พอลิแซคคาไรด์โปรตีน และ ไขมัน สารกลุ่มนี้ให้ความเงาน้อยกว่าสารเคลือบชนิดที่รับประทานไม่ได้แต่ยืดอายุคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้ยาวนาน ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายซึ่งสารเคลือบในกลุ่มนี้รวมถึงสารเมือกจากพืช คือ มิวซีเลทด้วยเพราะจัดอยู่ในกลุ่มของพอลิแซคคาไรด์ พอลิแซคคาไรด์เป็นสารที่อยู่ทั่วไปตามธรรมชาติย่อยสลาย และราคาไม่แพงมีการศึกษาพบว่าพอลิแซคคาไรด์ที่มีประสิทธิภาพที่สามารถผลิตฟิล์มได้ ได้แก่ อนุพันธ์ของเซลลูโลส เช่น เมทิลเซลลูโลส (Methyl Cellulose or MC) คาร์บอนซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethyl Cellulose or CMC) แอจิจินตสตาร์ช เพกติน แซนแทนกัม [35]

1) กระจี้บเขียว มีชื่อสามัญว่า Okra, Lady's Finger, Gombo, Gumbo, Bendee, Quimbamto ในประเทศในแถบเมดิเตอร์เรเนียนจะเรียกว่า บามี (Bamies) ส่วนอินเดียจะเรียกว่า บินดี (Bhindi) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Abelmoschus Esculentus (L.) Moench* ผลกระจี้บเขียวหรือ ผักกระจี้บเขียว ผลมีลักษณะเป็นฝัก โดยฝักมีสีเขียวทรงเรียวยาว ฝักโค้งเล็กน้อยปลายฝักแหลมเป็นจีบ ผิวฝักมีเหลี่ยมเป็นสัน โดยฝักมีสันเป็นเหลี่ยมตามยาวอยู่ 5 เหลี่ยม ตามฝักจะมีขนอ่อนๆ อยู่ทั่วฝัก ฝักอ่อนมีสีเขียวเมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ในฝักมีน้ำเมือกชั้นเหนียวอยู่มากและมีเมล็ด ลักษณะกลมอยู่มากขนาดประมาณ 3 - 6 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.13 ฝักอ่อนมีรสหวานกรอบอร่อย ส่วนฝักแก่จะมีเนื้อเหนียวไม่เป็นที่นิยมในการรับประทาน สรรพคุณทางยาของกระจี้บเขียวที่มีคุณสมบัติในการช่วยรักษาโรคกระเพาะอาหารและลำไส้เพราะเมือกกระจี้บเขียวนั้นมีสารประเภทเพกติน (Pectin) และ กัม (Gum) อีกทั้งยังมีไฟเบอร์หรือกากใยอาหารสูง กระจี้บเขียวยังเป็นแหล่งรวมสารอาหารที่สำคัญอย่างกรดโฟลิก โพแทสเซียม แคลเซียม วิตามินบีวิตามินซีและวิตามินแร่ธาตุอื่นๆ อีกมากมาย [36] ในฝักกระจี้บเขียวจะมีมิวซีเลจ มีคุณสมบัติเป็นสารเคลือบ สามารถนำสารมาใช้ได้ทั้งฝักและราก ถ้าเป็นฝักจะมีปัญหาตรงที่จะมีสีเขียวปนมา อาจทำให้กระดากมีสีเขียวอ่อนๆ ได้ ในส่วนของรากจะไม่เป็นแต่มีสารน้อยมาก [31]



รูปที่ 2.13 กระเจี๊ยบเขียว

ที่มา : [36]

2) ว่านหางจระเข้ (Aloe Vera) เป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูลลิเลียม (Lilium) มีแหล่งกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียน และบริเวณตอนใต้ของทวีปแอฟริกา พันธุ์ของว่านหางจระเข้มีมากมายกว่า 300 ชนิด ซึ่งมีทั้งพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่มากจนไปถึงพันธุ์ที่มีขนาดเล็กกว่า 10 เซนติเมตร ลักษณะพิเศษของว่านหางจระเข้ก็คือ มีใบแหลมคล้ายกับเข็ม เนื้อหนา และเนื้อในมีน้ำเมือกเหนียว ดังแสดงในรูปที่ 2.14 ว่านหางจระเข้สามารถผลิดอกในช่วงฤดูหนาว ดอกจะมี สีต่างๆกัน เช่น สี เหลือง สีขาว และสีแดง เป็นต้น รากจากใบว่านหางจระเข้มี สารเคมีอยู่หลายชนิด เช่น Aloesin, Aloin, Aloe-emodin สารประเภท Glycoprotein และอื่นๆ งามที่อยู่ในว่านหางจระเข้ มี สาร Anthraquinone ที่มีฤทธิ์ขับถ่ายด้วยใช้ทำเป็นยาดำมีการศึกษาวิจัยรายงานว่า รากหรือน้ำเมือกของว่านหางจระเข้รักษาแผลน้ำร้อนลวก แผลไฟไหม้ แผลเรื้อรัง แผลในกระเพาะอาหารลำไส้อักเสบได้ดี เพราะในรากใบว่านหางจระเข้ นอกจากจะมีสรรพคุณรักษาแผลต่อต้านเชื้อแบคทีเรียแล้วยังช่วยสมานแผลได้อีก ด้วย สรรพคุณของว่านหางจระเข้ มีมากมาย เช่น ช่วยบรรเทาอาการและป้องกันโรคเบาหวาน ด้วยการรับประทานเนื้อ ราก จะทำเป็นน้ำปั่นว่านหางจระเข้มาดื่มก็ได้ ช่วยป้องกันและลดการเกิดแผลในกระเพาะขณะท้องว่าง ช่วยรักษาโรคเกี่ยวกับ ระบบทางเดินอาหารต่างๆและแก้การปวดตามข้อ เป็นต้น [37] มี วิตามินซี ในมี รากจะมี มาก จึงมีการสกัดทำสารเคลือบ [31]



รูปที่ 2.14 ว่านหางจระเข้
ที่มา : [37]

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้น้ำเมือกว่านหางจระเข้เพราะไม่ทำให้กระดาษเปลี่ยนสีเป็นสีเขียวอ่อนๆ เหมือนดังกระดาษเย็บเขียว และมีวิธีการสกัดค่อนข้างง่ายและได้ปริมาณน้ำเมือกมากกว่า

2.3 กระดาษจากมูลสัตว์

ในปัจจุบัน มีการคิดค้น ทดลอง นำเส้นใยจากมูลสัตว์มาเป็นวัสดุทดแทนใช้ในการผลิตกระดาษ ได้แก่

2.3.1 การผลิตกระดาษจากมูลช้าง

จากเรื่องการศึกษา พัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถกรรม กระดาษมูลจากช้างเพื่อสร้างรายได้ในชุมชน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีวิธีการผลิตกระดาษจากมูลช้าง ที่มีคุณภาพดีนั้นต้องมีเส้นใยจากมูลช้างที่กินอาหารให้เส้นใยสูง เช่น ต้นอ้อย ใบสับปะรด ที่เหลือทิ้งจากการเกษตร ขั้นตอนในการผลิตกระดาษมูลช้าง นำมูลช้างที่ได้ไปหมักที่บ่อซีเมนต์ในอัตราส่วน 1 บ่อจะผสม มูลช้าง 700 กิโลกรัม น้ำ 1,000 ลิตร ใส่ปุ๋ย E.M. (Effective Microor - Ganisms) 40 ลิตร กากน้ำตาล 1.5 กิโลกรัม ผสมให้เข้ากันแล้วหมักไว้ 3 วันจนครบกำหนดแล้ว นำมูลช้างมาทำล้างเพื่อให้เศษหินหรือกรวดตกตะกอน นำมูลช้างที่ได้จากการล้างเสร็จแล้วไปต้มเป็นเวลาต้ม 2 ชั่วโมง โดยผสมน้ำในอัตราส่วนมูลช้าง40 กิโลกรัม : 70 ลิตร จากนั้นนำมาตีเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำเยื่อที่ได้ใส่ลงในตะแกรงจนหมด แล้วจึงนำไปตะลงในเฟรมก่อนนำไปตากให้แห้งในชั้นตอนนี้ยังสามารถเติมน้ำหอมลงไปได้ด้วย เมื่อตากกระดาษจนแห้งแล้ว แกะกระดาษออกจากเฟรม นำกระดาษที่ผลิตได้มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ของที่ระลึก เช่น สมุดภาพ สมุดจดบันทึก แผ่นค้นหนังสือ และนำกระดาษมูลช้างนำมาจัดแสดงให้ช้่างวาดรูป โดยปัจจุบันมีการจัดจำหน่าย อยู่ที่วังช้างอยุธยาแลเพนียด ซึ่งเป็นการสร้างอาชีพเสริมให้กับชุมชนด้วย

งานวิจัยฉบับนี้สามารถช่วยในเรื่องรักษาสิ่งแวดล้อม และลดการทำลายไม้เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบที่นำมาผลิตเป็นกระดาษ ที่สำคัญยังสามารถส่งเสริมงานหัตถกรรม สร้างรายได้ เพิ่มอาชีพให้แก่คนชุมชน [38]

2.3.2 การผลิตกระดาษจากมูลวัว

เริ่มจากการเตรียมวัตถุดิบ คือ นำมูลวัวที่ตากแห้งแล้วผสมกับเยื่อปอสา มา แล้วชั่งน้ำหนักสำหรับทำกระดาษแต่ละสูตร ดังแสดงในตารางที่ 2.2 จากนั้นนำมูลวัวมาล้างทำความสะอาด จำนวน 4 รอบ ใส่ในหม้อต้มแล้วจึงเติมสารเคมี [2]

ตารางที่ 2.2 สูตรปริมาณมูลวัวตากแห้งและเยื่อปอสาซึ่งสำหรับทำกระดาษ

กระดาษจากเยื่อมูลวัว	น้ำหนักของมูลวัว (กิโลกรัม)	น้ำหนักเยื่อปอสา (กิโลกรัม)
สูตร A 3 : 7	9	21
สูตร B 1 : 2	15	15
สูตร C 3 : 2	18	12

ที่มา : [2]

ใส่ในหม้อต้มแล้วจึงเติมสารเคมี ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ร้อยละ 100 และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โซเดียมซัลไฟเตกกว่า ใช้เวลา 40 นาทีในการต้ม เพื่อให้มีสีขาว พร้อมทั้งเชื้อโรคที่ปะปนอยู่ในมูลวัว เสร็จแล้วนำไปปั่นผสมกับเยื่อปอสา (ดังตารางที่ 2.2 จำนวนในแต่ละสูตร) เติมน้ำปั่นในเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อปั่นให้เข้ากันเสร็จเรียบร้อยแล้วนำออกมาบีบน้ำออก ปั่นเป็นก้อนมีน้ำหนักประมาณ 1.5 กิโลกรัม จากนั้นนำไปใส่ในอ่างดักซ็อนเยื่อ เติมน้ำสะอาดลงไปในอ่างดักซ็อนเยื่อ และทำการตีเยื่อเพื่อให้เยื่อกระจายลอยตัวแขวนอยู่ในน้ำอย่างสม่ำเสมอ ใช้ตะแกรงที่เตรียมไว้จุ่มช้อยลงในน้ำเยื่อแล้วจึงยกเข้าหาตัวพร้อมทั้งเขย่าเบาๆ ให้เยื่อเกิดการกระจายตัวทั่วทั้งตะแกรง ใช้เครื่องดูดน้ำเพื่อดูดน้ำออกจากหลังตะแกรง เสร็จแล้วนำปั่นโตะมารีดหน้ากระดาษ เพื่อให้หน้าของกระดาษจากมูลวัวเกิดผิวสัมผัสที่เรียบเนียน นำไปตากแดดให้แห้งสนิทใช้เวลาอย่างน้อย 3 ชั่วโมง เมื่อกระดาษจากมูลวัวแห้งสนิทดีแล้ว ใช้นิ้วมือกรีดรอบๆ ตะแกรง หรือเคาะบริเวณขอบตะแกรง จากนั้นดึงกระดาษออกจากตะแกรงจนหมดทั้งแผ่นเมื่อทำเสร็จ

2.4 การทดสอบกระดาษ

2.4.1 การทดสอบทางกายภาพของกระดาษ โดยทั่วไปกระดาษที่นำมาใช้ในงานประดิษฐ์และเป็นบรรจุภัณฑ์จะถูกทดสอบในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้ [30]

2.4.1.1 การทดสอบน้ำหนักมาตรฐาน (Basic Weight) เพื่อกำหนดเกณฑ์สำหรับ การซื้อขาย เนื่องจากกระดาษแต่ละชนิดจะมีความสัมพันธ์กันโดยตรงกับค่าน้ำหนักมาตรฐาน และความแข็งแรงของกระดาษนั้นๆ วิธีการคือนำกระดาษมาตัดขนาดให้มีพื้นที่เหมาะสม เช่น 10 x 10 ตารางเซนติเมตร นำไปชั่งน้ำหนักอย่างละเอียดด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล น้ำหนักมาตรฐานจะเป็นน้ำหนักต่อพื้นที่

2.4.1.2 การทดสอบความหนา (Thickness) นิยมใช้ตรวจคุณภาพของกระดาษวัสดุอ่อนตัวทั่วไปและภาชนะบรรจุเกือบทุกประเภทเป็นวิธีการทดสอบที่รวดเร็วและทำได้ง่ายนิยมใช้เครื่องมือที่มีความละเอียดและแม่นยำสูง เช่น Dial Type Micrometer หน่วยความหนาที่ใช้ทั่วไป เช่น เซนติเมตร มิลลิเมตร ไมครอน หรือนิ้ว เป็นต้น

2.4.1.3 การทดสอบความต้านทานต่อแรงฉีกขาด (Tear Resistance) การทดสอบมีความสำคัญต่อการควบคุมคุณภาพในกระดาษ กล่องกระดาษแข็ง ถุงกระดาษ การทดสอบค่างานฉีกที่ใช้ในการฉีกขาดของกระดาษที่มีรอยกาะบาดไว้แล้วมีหน่วยเป็นกรัมแรง x เมตร หรือ นิวตัน x เมตร (Gram - Force X Meter หรือ Newton X Meter เขียนย่อ Gf.m หรือ N.m)

2.4.1.4 การทดสอบความต้านทานต่อแรงดันทะลุ (Bursting Strength) เป็นการทดสอบหาการกดทะลุ ที่มีหน่วยวัดเป็น กิโลกรัมหรือกิโลปาสคาล (KPA) ต่อตารางเซนติเมตร (Kg/Cm) นิยมใช้ทดสอบคุณภาพของกระดาษแข็งหรือแผ่นลูกฟูกที่นำมาขึ้นรูปเป็นภาชนะ เช่น กล่อง ถัง เป็นต้น

2.4.1.5 การทดสอบความต้านทานต่อแรงดึงขาด (Tensile Strength) แผ่นกระดาษทดสอบจะถูกตรึงไว้ระหว่างคีมที่ใช้หนีบทั้ง 2 ตัวโดยที่หนีบตัวใดตัวหนึ่งจะเคลื่อนที่ เพื่อทำการดึงแผ่นกระดาษทดสอบจนขาด หาแรงที่ใช้และค่าในการยึดของกระดาษขณะที่จะขาด ค่าของความต้านทานต่อแรงดึงขาดของกระดาษจะบันทึก เป็นค่าแรงของพื้นที่ของแผ่นกระดาษทดสอบ หรือบันทึกเป็นค่าร้อยละ

2.4.1.6 การทดสอบการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) เป็นการทดสอบความสามารถของกระดาษต่อการดูดซึมน้ำ ที่สัมผัสกับกระดาษภายในระยะเวลาที่กำหนด มีค่าเป็นน้ำหนักน้ำอยู่ที่กระดาษดูดซึมน้ำไว้ต่อพื้นที่สัมผัสกับน้ำ การทดสอบนี้มีความสำคัญต่อการพิมพ์คือการดูดซึมน้ำหมึก การทากาว การทนทาน ต่อสภาวะแวดล้อมขณะขนส่ง เช่น การเปียกฝน

2.4.2 การทดสอบทางจุลินทรีย์ เพื่อหาการตกค้างของเชื้ออีโคไล (Escherichia Coli) คือแบคทีเรียชนิดหนึ่ง พบอาศัยอยู่ในทางเดินอาหารส่วนลำไส้ของคนและสัตว์โดยเฉพาะสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมซึ่งเชื้ออีโคไลนี้มีอยู่หลายสายพันธุ์ สายพันธุ์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์นั้นมักก่อให้เกิดโรคที่มีตั้งแต่ที่ก่อโรคมัธยฆาต เช่น อาหารเป็นพิษไปจนถึงที่ก่อโรครุนแรง เช่น เยื่อหุ้มสมองอักเสบและติดเชื้อในกระแสเลือด โดยปกติแล้วจะพบเชื้ออีโคไลได้ในสิ่งแวดล้อมทั่วไป โดยเฉพาะในมูลสัตว์และส่วนใหญ่แพร่สู่คนได้ทางการรับประทานอาหารที่มีเชื้อปนเปื้อนอยู่ พบเชื้อได้ในอาหารที่ได้รับการปรุง

ไม่ถูกสุขลักษณะ รวมถึงนมและน้ำที่ไม่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนอย่างเหมาะสม นอกจากนี้การปนเปื้อนของเชื้อโรคจากอุจจาระสู่อาหารและน้ำลักษณะอาการของผู้ที่ได้รับเชื่อมีความหลากหลาย ตั้งแต่ท้องร่วง ลำไส้อักเสบเป็นแผล ปวดเกร็งท้อง อาเจียน อาจมีไข้ร่วมด้วย วิธีป้องกันคือรับประทานอาหารที่ปรุงสุกถูกสุขลักษณะเนื่องจากเชื่อจะถูกทำลายด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ขึ้นไปและล้างมือให้สะอาดเป็นประจำ หากสงสัยว่าจะติดเชื้อควรรีบพบแพทย์ เพื่อลดการติดเชื้อหรือการแพร่กระจายสู่ผู้อื่น [39] ในการทดสอบกระดาศทำมือจากมูลม้า เพื่อหาการตกค้างของเชื้ออีโคไล นั้นมีความจำเป็นเนื่องจากวัฏจักรที่มาจากมูลม้าผลิตเป็นกระดาศนั้นเป็นมูลของม้าอาจมีการปนเปื้อนของเชื้ออีโคไล ดังนั้นเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการผลิตเป็นแผ่นกระดาศแล้วจึงต้องมีการนำส่งเข้าตรวจหาการตกค้างของเชื้อโรคดังกล่าวเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคต่อไป

2.5 ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

ผลิตภัณฑ์ (Product) ความหมาย ในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ผลิตภัณฑ์ หมายถึง สิ่งของในทางธุรกิจ เพื่ออุปโภค - บริโภคเพื่อสนองความต้องการของให้ได้รับความพึงพอใจ ผลิตภัณฑ์นั้นอาจจะไม่มีตัวตนหรือมีตัวตนก็ได้ ซึ่งประกอบด้วย บุคคล องค์กร สถานที่ บริการความคิด หรือบุคคลหรือบุคคลเนื่องจากผลิตในภณัณที่นั้นเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของมนุษย์ ทั้งทางด้านของผู้ผลิต ผู้จัดจำหน่ายและผู้บริโภค [40]

งานประดิษฐ์ หมายถึง ผลงานที่เกิดขึ้นจากการใช้ความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ ในแต่ละตัวบุคคล สร้างหรือประดิษฐ์ขึ้นตามวัตถุประสงค์ ที่หลากหลาย เพื่อตอบสนองความต้องการในด้านประโยชน์ของการใช้สอย หรือเพื่อความสวยงาม หรือประดับตกแต่งหรือเพื่อประโยชน์ใช้สอย มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกันในชีวิตประจำวัน มีความเป็นมาของงานประดิษฐ์ เกิดขึ้นเพราะมนุษย์เป็นผู้สร้างผู้พัฒนาปรับปรุงและ เปลี่ยนแปลงรูปแบบตามยุคสมัย [41]

ดังนั้นผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ จึงหมายถึง สิ่งที่เกิดจากการใช้ความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ สร้างหรือประดิษฐ์ขึ้นตามวัตถุประสงค์ที่หลากหลาย เพื่อความสวยงาม สนองความต้องการของผู้บริโภคให้ได้รับความพึงพอใจ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นโดยพัฒนา ปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงแบบด้วยความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในแต่ละบุคคล มีวัตถุประสงค์ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อความต้องการด้านประโยชน์ใช้สอย มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของคน

2.5.1 ประเภทของผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ ผู้บริโภคสามารถเลือกหรือกำหนดได้ตามความต้องการ รวมถึงการคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย ซึ่งแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ได้ ดังนี้

2.5.1.1 ประเภทของเล่น เพื่อให้ความเพลิดเพลิน เช่น การพับกระดาษ การปั้นดินเป็นสัตว์หรือสิ่งของ การจักสานต่างๆ

2.5.1.2 ประเภทของใช้สอย ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อเป็นของใช้หรืออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน เช่น ถูจากผ้าและวัสดุอื่นๆ ตะกร้า กระบุง อ่างดินเผา

2.5.1.3 ประเภทของตกแต่ง ใช้ในการประดับ ตกแต่งในสถานที่ต่างๆ ให้เกิดความสวยงาม เช่น ดอกไม้ กรอบรูป ประติมากรรม ไม้แกะสลัก

2.5.1.4 ประเภทเครื่องใช้ในพิธี ประดิษฐ์ขึ้นในช่วงงานเทศกาลและประเพณีต่างๆ เช่น การทำกระทงลอย ตรุษจีน สงกรานต์ เข้าพรรษา

2.5.2 คุณสมบัติในผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ ได้แก่

2.5.2.1 ความแปลกใหม่ (Innovative) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบขึ้นใหม่หรือนำเสนอความแปลกใหม่ในด้านต่างๆ เช่น ประโยชน์ใช้สอย รูปแบบใหม่ วัสดุใหม่ หรือให้มีความเหมาะสมองความต้องการในการใช้สอยของผู้บริโภค

2.5.2.2 ที่มา (Story) ผลิตภัณฑ์ที่มีมาในด้านการผลิต วัสดุที่นำมาผลิต ตลอดจนถึงกรรมวิธีในการผลิต รวมถึงความคิดร่วมยอดของการออกแบบให้ผู้บริโภคทราบ

2.5.2.3 ระยะเวลาที่เหมาะสม (Timing) การนำเสนอผลิตภัณฑ์นั้นๆ ออกสู่ตลาด ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในด้านตามความจำเป็นตามฤดูกาล ตลอดจนความเหมาะสมต่อความต้องการของผู้บริโภคในช่วงเวลานั้นหรือไม่

2.5.2.4 ราคาพอสมควร (Price) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาขายเหมาะสมกับกำลังซื้อของผู้บริโภคในตลาด โดยอาศัยการศึกษาวิจัยกลุ่มผู้บริโภคให้ได้ข้อมูลก่อนทำการออกแบบและผลิต

2.5.2.5 มีข้อมูลข่าวสาร (Information) ข้อมูลข่าวสารของผลิตภัณฑ์ควรจะต้องให้ผู้บริโภคได้ทราบ และเข้าใจอย่างถูกต้องในด้านประโยชน์และวิธีการใช้งาน เป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีแก่องค์กรและผลิตภัณฑ์

2.5.2.6 เป็นที่ยอมรับ (Regional Acceptance) ผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องเป็นที่ยอมรับในกลุ่มสังคมเป้าหมาย โดยไม่เป็นที่ทำให้เกิดความเสียหาย ขัดต่อจริยธรรม ขนบธรรมเนียม ประเพณี และศาสนา

2.5.2.7 อายุในการใช้งาน (Life Cycle) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรง ทนทานต่อในการใช้งาน มีอายุในการใช้งานที่เหมาะสมกับราคาที่จัดจำหน่ายและลักษณะของตัวผลิตภัณฑ์

2.5.3 การออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ หมายถึง การวางแผนขั้นตอน การเลือกใช้วัสดุ ศึกษาวิธีการขั้นตอนการดำเนินงาน ให้สอดคล้องกับลักษณะ รูปแบบและ คุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด ตามความคิดสร้างสรรค์ การออกแบบจึงมีการใช้ความคิดในเชิงสร้างสรรค์อยู่ 4 ลักษณะคือ ความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดความคิดละเอียดอ่อน [42]

2.5.3.1 ความสำคัญของการออกแบบ [41]

1) การวางแผน คือ การออกแบบ วางแผนในการทำงานที่มีความสำคัญจะช่วยให้งานเป็นไปตามขั้นตอนอย่างเหมาะสมและประหยัดเวลา

2) การนำเสนอผลงาน คือ ผลของการวางแผนและออกแบบจะช่วยให้ผู้ที่มีส่วนปฏิบัติ มีความเข้าใจตรงกันอย่างชัดเจน เป็นการสื่อความหมายเพื่อความเข้าใจกันในคณะทำงาน

3) รายละเอียดของงาน คือ งานบางประเภทจะมีรายละเอียดของงานที่มีความซับซ้อนผลของการออกแบบ การวางแผน การนำเสนอผลงาน จะช่วยให้ผู้เกี่ยวข้องมีความเข้าใจที่ชัดเจนเป็นตัวแทนความคิดของผู้ออกแบบได้ทั้งหมด

4) การออกแบบ คือ ออกแบบจะมีความสำคัญ ระหว่างนักกับกับผู้สร้างงาน หรือผู้ผลิตอาจเป็นคนละคน แบบกับผู้ผลิตจะเป็นจุดเชื่อมกันและมีความสำคัญอย่างที่สุด

2.5.4 ความพึงพอใจของผู้บริโภค

2.5.4.1 แนวความคิดและความหมายเกี่ยวกับความพึงพอใจคือความรู้สึกหรือความคิดเห็นทั้งเชิงบวกหรือเชิงลบซึ่งเป็นผลที่เกิดมาจากความเชื่อ ประสบการณ์ซึ่งความหมายและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจนั้น มีดังนี้

1) ความพึงพอใจ ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน ปีพุทธศักราช 2542 [44] หมายถึง ความพอใจ ชอบใจ พฤติกรรมของมนุษย์คือ ความพยายามที่จะขจัดความกระวนกระวาย ความตึงเครียด หรือภาวะไม่สมดุลภายในร่างกาย เมื่อมนุษย์สามารถขจัดสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวออกไปได้แล้ว มนุษย์ย่อมจะได้รับความพึงพอใจในสิ่งที่ตนนั้นต้องการ

2) สุภา จุฬคุปต์ [45] ได้ให้ความหมายความพึงพอใจในการปฏิบัติงานไว้ว่าเป็นเรื่องของความรู้สึก ของบุคคลที่มีต่องานที่ปฏิบัติอยู่และความพึงพอใจนั้น จะส่งผลต่อขวัญกำลังใจในการปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตามความพึงพอใจของแต่ละบุคคลไม่มีวันสิ้นสุด หรือเปลี่ยนแปลงได้ตามกาลเวลาและสภาพแวดล้อม บุคคลจึงมีโอกาสที่จะไม่พึงพอใจในสิ่งที่เคยพอใจมาแล้ว ฉะนั้น ผู้บริหารจึงมีความจำเป็นที่จะต้องสำรวจตรวจสอบความพึงพอใจ ในการปฏิบัติให้สอดคล้องกับความต้องการของบุคคลากรอยู่เสมอๆ ทั้งนี้เพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

3) อรรถพร คำคม [46] ได้ให้ความหมายความพึงพอใจไว้ว่า ทัศนคติหรือระดับความพึงพอใจของบุคคล ที่มีต่อภารกิจกรรมต่างๆ ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพประสิทธิผลของกิจกรรมนั้นๆ โดยจะเกิดขึ้นจากพื้นฐานของการรับรู้ ค่านิยมและประสบการณ์ ที่แต่ละบุคคลได้รับ โดยระดับของความพึงพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อกิจกรรมนั้นๆ สามารถตอบสนองความต้องการแก่บุคคลนั้นได้

จากความหมายที่กล่าวมานั้น สรุปได้ว่าความพึงพอใจในการปฏิบัติงานต่างๆ เป็นเรื่องของความรู้สึกของแต่ละบุคคล ที่มีให้ต่องานที่ปฏิบัติอยู่ในองค์กรหรือหน่วยงานและความ

พึงพอใจจะส่งผลต่อขวัญกำลังใจในการปฏิบัติงานตามหน้าที่ๆ ตันรับผิดชอบนักการจัดการมีความจำเป็นต้องสำรวจตรวจสอบความพึงพอใจในการปฏิบัติ ให้สอดคล้องกับความรู้ ความสามารถของบุคลากร ทั้งนี้เพื่อให้งานในองค์กรสำเร็จ ลุล่วง ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

2.5.4.2 การวัดความพึงพอใจ เป็นเรื่องที่ยากที่เปรียบเทียบกับความเข้าใจต่างๆ ไปซึ่งปกติจะวัดได้โดยการสอบถามจากบุคคลที่ต้องการถาม มีเครื่องมือที่ต้องการใช้ในการวิจัยหลายอย่าง มีการวัดอยู่หลายแนวทางแต่ละการศึกษาความพึงพอใจอาจแยกตามแนวทางวัดได้สองแนวคิดตามความคิดเห็นของ ซาลิซนิกค์ คริสเทินส์ กล่าวคือวัดจากสภาพทั้งหมดของแต่ละบุคคล เช่นที่ทำงาน ที่บ้าน และทุกๆ อย่างที่เกี่ยวข้องกับชีวิตการศึกษาตามแนวทางนี้จะได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ แต่ทำให้เกิดความยุ่งยากกับการที่จะวัดและเปรียบเทียบวัดได้โดยแยกออกเป็นองค์ประกอบ เช่นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการนิเทศงาน เกี่ยวกับนายจ้าง [47]

2.5.5 งานประดิษฐ์จากกระดาษสา

งานประดิษฐ์จากกระดาษสา มีการออกแบบโดยใช้หลักการออกแบบเป็นการแปรค่าทางการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเดิมเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์และการออกแบบการเพิ่มมูลค่านั้นตั้งอยู่บนหลักการซึ่งสอดคล้องกับหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ กล่าวว่าการ 9 ข้อในการออกแบบที่ดีประกอบด้วยหน้าที่ใช้สอย ความปลอดภัย ความแข็งแรง ความสะดวกสบายในการใช้ ความสวยงาม ราคาพอสมควร ซ่อมแซมง่าย วัสดุและการผลิตการขนส่ง หลักการออกแบบนี้ถูกนำมาเป็นเกณฑ์ในการออกแบบร่างพัฒนาร่าง ของที่ระลึกจากกระดาษสา ที่หลักการอีกประการหนึ่ง คือ ความเป็นของที่ระลึกต้องสะท้อน เมื่อออกแบบมาแล้วต้องสะท้อนและทำให้ผู้รับระลึก ซึ่งมีความสอดคล้อง ไสลเพชร ศรีสุวรรณ [49] ที่กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ คือของที่ระลึกที่ทำการประดิษฐ์ขึ้นใช้ในการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องเป็นสิ่งเตือนความทรงจำให้ระลึกถึง บุคคล เหตุการณ์ สถานที่ หรือในงานเทศกาลต่างๆ โดยกระดาษสามารถนำมาประดิษฐ์เป็นผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ดอกไม้ รม โคมไฟ สมุดโน้ต การ์ดอวยพร ภายใต้การออกแบบมุ่งเน้นสินค้าสำหรับเรื่องราวกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงที่มา นำมาเป็นของที่ระลึกเพิ่มมูลค่าสอดคล้องกับงานวิจัยแนวคิดคุณค่ารวมสำหรับลูกค้า [50] จากทั้ง 2 ด้าน ได้แก่

2.5.5.1 คุณค่าทางด้านผลิตภัณฑ์ (Product Value) คือ คุณค่าที่ผู้จำหน่าย หรือผู้ผลิตได้มอบให้ลูกค้าอันเกิดจากผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ รูปแบบของที่ระลึกที่ตอบสนองความพึงพอใจ และต้องการของลูกค้าได้อย่างเหมาะสม

2.5.5.2 คุณค่าทางด้านภาพลักษณ์ (Image Value) คือ คุณค่าทางด้านความรู้สึกนึกคิด ความประทับใจในภาพลักษณ์ อันเกิดขึ้นจากประสาทสัมผัสทางการมองเห็นของลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์และรูปแบบของที่ระลึก

2.5.6 บรรจุกณ์ท์จากกระดาษสา

บรรจุกณ์ท์กระดาษสา มีบทบาทต่อการผลิตที่สำคัญต่อธุรกิจเกือบทุกประเภท โดยเฉพาะ ที่มีการคิดค้นและออกแบบนวัตกรรมใหม่ๆ ออกมาให้สอดคล้องกับความต้องการของสังคมสืบเนื่องจากการรณรงค์ในเรื่องของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยในบรรจุกณ์ท์รักษ์โลกนั้นมีมากมายหลากหลาย เช่น กล่องกระดาษใส่อาหาร ชาม - ถ้วยกระดาษ และแก้วกระดาษ เป็นต้น โดยบรรจุกณ์ท์กระดาษนั้นยังเป็นวัสดุบรรจุกณ์ท์ประเภทเดียว ที่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้จากการปลูกป่าทดแทน ในปัจจุบันสามารถออกแบบพิมพ์ตกแต่งได้ง่ายสวยงามเหมาะสมกับชนิดหรือประเภทของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้บรรจุกณ์ท์ทำด้วยกระดาษยังมีข้อดีคือพับเก็บได้ง่ายทำให้สะดวกต่อการขนส่งจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค โดยบรรจุกณ์ท์กระดาษที่นิยมใช้แบ่งเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้ [52]

2.5.6.1 ซองกระดาษ เป็นบรรจุกณ์ท์ชนิดหนึ่ง ถูกออกแบบมาเพื่อบรรจุวัตถุหรือสินค้าที่มีลักษณะเรียบแบนที่มีขนาดเล็กถึงปานกลาง ความคงทนและความหนาแน่นของบรรจุกณ์ท์ที่เป็นซองกระดาษ ขึ้นอยู่กับการออกแบบและชนิดของสินค้า เช่น ซองกระดาษขนาดเล็กสำหรับใส่สินค้าประเภทเครื่องประดับ ของตกแต่งชิ้นเล็กๆ

2.5.6.2 ถุงกระดาษ มีทั้งแบบแบนราบ แบบขยายด้านข้างและขยายที่ก้นถึงปัจจุบันถุงกระดาษยังออกแบบให้เหมาะสำหรับเป็นบรรจุกณ์ท์อาหารและเครื่องดื่ม เช่น ถุงกาแฟหรือเครื่องเทศ และถุงสำหรับอาหารว่างประเภทขนมขบเคี้ยว

2.5.6.3 กล่องกระดาษ เป็นบรรจุกณ์ท์ที่มีหลายลักษณะและใช้ได้กับสินค้าหลากหลายชนิด นอกจากใช้บรรจุหีบห่อ หรือใช้ในระบบขนส่งแล้ว กล่องกระดาษยังพัฒนาสำหรับใช้เป็นบรรจุกณ์ท์อาหาร สำหรับกล่องกระดาษมีหลายลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.16 ดังนี้



รูปที่ 2.15 บรรจุกณ์ท์จากกระดาษสาารูปแบบต่างๆ

ที่มา : [52]

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปริยภรณ์ พิรพิพัฒน์ [2] ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษสาจากมูลวัว ในจังหวัดพะเยา โดยการศึกษาพบว่ากระดาษสาจากมูลวัว ในสูตร B (ปริมาณมูลวัว 1 : ปริมาณเยื่อปอสา 1) มีคุณสมบัติที่ความเหมาะสมกับการทำ ผลิตภัณฑ์กระดาษสามูลจากวัวมากที่สุด โดยค่าเฉลี่ยน้ำหนักตามมาตรฐาน 152.02 g/m² ค่าเฉลี่ย ความต้านทานต่อการหักพับ 7.66 ครั้ง ค่าเฉลี่ย ความต้านทานต่อแรงดึง 10.03 N.m/g ค่าเฉลี่ย ความต้านทานต่อแรงฉีกขาด 17.8 N.m²/g และ ค่าเฉลี่ยในความขาวสว่าง ร้อยละ 25.39 การนำไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ร้อยละ 100 มาใช้ในกรรมวิธีการผลิตกระดาษสาจากมูลวัว โดยไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและ ไม่สร้างมลภาวะที่เป็นพิษ ความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์กระดาษสาจากมูลวัวของประชาชนใน อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์กระดาษสามูลจากวัวอยู่ในระดับ มาก โดยมีค่าเฉลี่ย (\bar{X} = 3.83) กระดาษสาจากมูลวัวในสูตร A มีเหมาะสมและคุณสมบัติสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ของกระดาษสามูลวัว

เรวัฒน์ เต็มกล้า [4] ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกระดาษจากมูลช้างสู่ผลิตภัณฑ์ชุมชนพบว่า เทคโนโลยีการผลิตกระดาษจากมูลช้างมีคุณภาพเหมาะสมดีมากเมื่อนำเทคโนโลยีมาทดลองผลิตกระดาษจากมูลช้าง พบว่า สมบัติทางกายภาพของกระดาษมูลช้างตามวิธีมาตรฐาน TAPPI ได้ความหนา 0.315 มิลลิเมตร ที่น้ำหนักมาตรฐาน 85.13 กรัมต่อตารางเมตร การต้านทานแรงดึง 3.97 กิโลกรัม การต้านทานแรงฉีกขาดเท่ากับ 99.29 กรัม ค่าความต้านทานการหักพับ 955 ครั้ง ค่าความต้านทานแรงดันทะลุ 3.65 กิโลปาสคาล เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตแบบเดิมพบว่ากระดาษมีคุณสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกัน ผลการนำกระดาษมูลช้างที่ผลิตได้ไปสร้างผลิตภัณฑ์ชุมชน คือกล่องใส่ของอเนกประสงค์ ถุงหิ้วกระดาษ ซองกระดาษสำหรับใส่เอกสารและประเมินการยอมรับผลิตภัณฑ์ชุมชนโดยผู้บริโภคนจำนวน 30 คนพบว่าในส่วนของผลิตภัณฑ์กล่องใส่ของอเนกประสงค์ ได้รับการยอมรับในระดับมากที่สุด 2 ด้าน ได้แก่ การทรงตัวของผลิตภัณฑ์ (\bar{X} = 4.53) และการยอมรับผลิตภัณฑ์ (\bar{X} = 4.53) ถุงหิ้วกระดาษ ได้รับการยอมรับในระดับมากที่สุด 1 ด้าน ได้แก่ ผิวสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (\bar{X} = 4.53) และผลิตภัณฑ์ซองกระดาษสำหรับใส่เอกสาร ได้รับการยอมรับในระดับมากที่สุดทุกด้าน

พรชัย บุญญิกา [18] ได้ศึกษาเรื่อง การตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษจากเปลือกโสนทางไก่สำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ พบว่า การทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากเปลือกโสนทางไก่กับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 10, 15 และ 20 ใช้ระยะเวลาในการต้ม 2 และ 3 ชั่วโมงแล้วคัดเลือกสิ่งทดลองที่มีความเหมาะสมมากที่สุดเพื่อนำไปผลิตเป็นกระดาษจากเปลือกโสนทางไก่สะท้อนน้ำที่ปริมาณสารสะท้อนน้ำ Starguard FCS ร้อยละ 3, 4 และ 5 ของกระดาษจากเปลือกโสนทางไก่สะท้อนน้ำแล้วนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ น้ำหนักมาตรฐานความหนา ความต้านแรงดัน

ทะลุ ความต้านแรงฉีกขาด และทดสอบความสะท้อนน้ำ เพื่อคัดเลือกสิ่งทดลองที่มีสมบัติทางกายภาพ และมีความสะท้อนน้ำดีที่สุด นำไปผลิตเป็นกระดาษจากเปลือกโสนทางไก่สะท้อนน้ำและดำเนินการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภค โดยแบ่ง ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์ จำนวน 20 คนและผู้บริโภค จำนวน 100 คน ผลการวิจัยพบว่า ที่อัตราส่วนของสารสะท้อนน้ำ Starguard FCS ร้อยละ 3 มีความเหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นกระดาษจากเปลือกโสนทางไก่สะท้อนน้ำมากที่สุด โดยมีน้ำหนักมาตรฐาน 145 กรัม/ตารางเมตร ความหนา 0.412 มิลลิเมตร ค่าความต้านแรงดันทะลุ 76.7 กิโลปาสคาล ค่าความต้านแรงฉีกขาด 1,161 มิลลินิวตัน และมีผลการทดสอบความสะท้อนน้ำอยู่ในระดับ 80 คือผิวด้านหน้าเปียกเฉพาะบริเวณที่ถูกพ่น จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคทั้ง 2 กลุ่มคือ ผู้มีประสบการณ์ด้านงานประดิษฐ์และผู้บริโภคให้ความพึงพอใจต่อกระดาษจากเปลือกโสนทางไก่สะท้อนน้ำอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวม 4.41 และ 4.48 ตามลำดับ

ปรัชญา ชุ่มผล และ ไพโรจน์ เอกอุฬาร [25] ได้ศึกษาเรื่อง การปรับปรุงกระบวนการผลิต และพัฒนาคุณภาพกระดาษเส้นใยกล้วยไข่ พบว่า ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต เมื่อใช้ปริมาณสารโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มมากขึ้นจะมีผลทำให้เวลาที่ใช้ในการต้มเยื่อลดลง และน้ำหนักของเยื่อรวมที่ได้ลดลง ในขั้นตอนการละลายก้อนเยื่อและชั้นเยื่อสามารถผลิตเป็นกระดาษเส้นใยกล้วยไข่ที่มีคุณภาพดี ทนทาน กระดาษเส้นใยกล้วยไข่ที่ได้สามารถย้อมสีและนำมาผลิตเป็นสินค้าเชิงหัตถกรรมได้

จินตนา บมขุนทด [32] ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่อง การตกแต่งสำเร็จ สะท้อนน้ำ กระดาษ จากชังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์ พบว่าภาพตัดขวางและภาพตามยาวของชังขนุนมีลักษณะพื้นผิวที่เรียบมัน มีใยอาหารร้อยละ 1.8 การสะท้อนน้ำของกระดาษชังขนุนอยู่ในระดับ 50 คือผิวกระดาษด้านหน้ารอบบริเวณที่ถูกน้ำพ่นเปียกทั้งหมด ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษชังขนุนสะท้อนน้ำ พบว่า มีน้ำหนัก 112.9 กรัมต่อตารางเมตร ความหนา 0.12 มิลลิเมตร ความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงดึง 67.7 นิวตัน และความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงฉีกขาด 138.2 นิวตัน

มยุรี เรื่องสมบัติ และคณะ [38] การศึกษาค้นคว้าและ พัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถกรรม ที่ผลิตด้วยกระดาษจากมูลช้าง เพื่อสร้างอาชีพให้แก่ชุมชน ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ได้ความร่วมมือในการทำวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาขยะมูลช้าง ได้ทำการศึกษาค้นคว้าในพื้นที่ของ วังช้างอยุธยาแลเพนียด บริเวณคุ้มขุนแผนอุทยานประวัติศาสตร์พระนครศรีอยุธยา เพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ โดยการทำกระดาษจากมูลช้าง เมื่อได้แผ่นกระดาษที่ผลิตจากมูลช้างแล้ว ได้นำกระดาษจากมูลช้าง มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกต่างๆ อาทิเช่น สมุดสะสมรูปภาพ สมุดจดบันทึก แผ่นค้นหนังสือ และกระดาษมูลช้างเพื่อนำมาทำการแสดงให้ช้างวาดรูปและจัดจำหน่าย

สุภา จุฬคุปต์ และคณะ [45] ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาการผลิตกระดาษเชิงหัตถกรรมใยมะพร้าว การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาการผลิตกระดาษใย

มะพร้าวเชิงหัตถกรรม ด้วยกระบวนการต้มเยื่อด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 15 ของ น้ำหนักเยื่อแห้ง กระดาษที่ได้มีคุณสมบัติ ทางกายภาพดังนี้ ความหนาเฉลี่ย 1.52 มิลลิเมตร ดัชนีความ ต้านทานแรงดันทะลุเท่ากับ 3.866 กิโลปาสคาล ส่วนค่าดัชนีความต้านทานแรงฉีกขาด กระดาษเยื่อ มะพร้าวจะไม่ขาด ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์จากกระดาษเยื่อมะพร้าว ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในระดับมากเยื่อมะพร้าวมีศักยภาพสามารถทำแผ่นกระดาษ เพื่อใช้ประโยชน์ได้

จากการที่ผู้วิจัย ได้ทำการศึกษา ค้นคว้างานวิจัย รวมถึงวรรณกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องใน ข้างต้นนั้น ได้มีผู้ทดลองนำวัตถุดิบประเภทเส้นใยที่ได้จากพืชชนิดต่างๆ มาผลิตเป็นกระดาษทำมือ รวมถึงเส้นใยที่ได้จากมูลสัตว์มาพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพให้สูงขึ้นเหมาะสมกับการ ใช้งานในแต่ละประเภท ผู้วิจัยจึงได้นำแนวทางต่างๆ มาวางแผนการวิจัยสรุปได้ดังนี้ ปริมาณอัตราส่วน ของเยื่อและการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จากปรัชญา ชุ่มผลและคณะ และ สุภา จุฬคุปต์ ระยะเวลาในการต้มเยื่อ จากมยุรี เรื่องสมบัติและคณะ ปริมาณอัตราส่วนในการผสมเยื่อที่ทดลองกับ เยื่อปอสา จากพรชัย บุญญิกา แนวทางการฆ่าเชื้อในเยื่อมูลสัตว์ จากปริญญ์ พิรพิพัฒน์ ปริมาณ น้ำหนักของเยื่อก่อนการนำมาผสม จาก จินตนา บมขุนทด ปริมาณอัตราส่วนในการผสมสารเคลือบจาก เมื่อกว่านหางจระเข้และการใช้เฟรมที่มีขนาด 25 x 30 เซนติเมตร ในการร่อนเยื่อ จากเรวัตติ เต็มกล้า การแปรรูปกระดาษจากมูลสัตว์เป็นผลิตภัณฑ์ แนวทางในการต้มเยื่อที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จาก นันทิญา มณีโชติ มาวางแผนดำเนินการการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้าที่เป็นสิ่งปฏิกูลก่อให้เกิด มลภาวะทางอากาศ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้สิ่งเหลือทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของ กระดาษทำมือจากมูลม้า สำหรับสร้างเป็นผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ที่ผลิตขึ้นจากกระดาษให้มีคุณภาพมี อายุการใช้งานที่ยาวนานยิ่งขึ้น ประหยัดต้นทุนในการผลิตเพราะลดการใช้วัตถุดิบนำเข้าจาก ต่างประเทศ ลดการต้นไม้เป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ที่สำคัญได้ผลิตผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ที่มีความ สวยงามอย่างสร้างสรรค์ เพราะเป็นการใช้ของที่เหลือทิ้งจากการเกษตรได้อย่างรู้คุณค่า

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การค้นคว้าและวิจัยเรื่อง การพัฒนากระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการ การผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้า ทดลองหาสถานะที่เหมาะสม ในการต้มเยื่อจากมูลม้า ทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษทำมือจากเยื่อมูลม้าทั้ง 4 ด้าน คือ ทดสอบ น้ำหนักมาตรฐาน วัดความหนา ทดสอบความต้านแรงดันทะลุ ทดสอบหาความต้านแรงฉีกขาด ทดสอบสมบัติ ทางจุลินทรีย์เพื่อหาการตกค้างของเชื้ออีโคไล (Escherichia Coli) และสำรวจความพึงพอใจของผู้มีความ เชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์และ สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อกระดาษทำมือจากมูลม้า โดยมี ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 วัสดุดิบ / อุปกรณ์

3.1.1 วัสดุดิบ

3.1.1.1 มูลม้าพันธุ์ไทย (ม้าแกลบ) ช่วงอายุ 5-10 ปี จากห้องเรียนสาขาอาชีวบำบัด ศูนย์การศึกษาพิเศษ เขตการศึกษา 11 จังหวัดนครราชสีมา

3.1.1.2 เยื่อปอ พันธุ์ปอกะสา อายุ 6 - 12 เดือน [16] ที่ผ่านกรรมวิธีการฟอกเยื่อแล้ว

3.1.1.3 สารเคลือบผิวจากเมือกวุ้นหางจระเข้พันธุ์ยักษ์ อายุ 8 - 12 เดือน โดยการ ปอกเปลือกเอาแต่เนื้อวุ้นปั่นกรองให้เหลือแต่ส่วนที่เป็นน้ำเมือก [37]

3.1.2 สารเคมีที่ใช้

3.1.2.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ) ยี่ห้อ Anapure

3.1.2.2 สารนอริก (กาว Sumifloc FA - 40) ยี่ห้อ Sumifloc

3.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.3.1 เครื่องชั่งดิจิตอล ยี่ห้อ Electronic Kitchen Scale รุ่น CF - 400

3.1.3.2 เครื่องกระจายเยื่อ

3.1.3.3 เพรหมสำหรับร่อนเยื่อกระดาษ ขนาด 25 x 30 เซนติเมตร

3.1.3.4 ภาชนะสำหรับต้ม (หม้อเคลือบ)

3.1.3.5 เตา

3.1.3.6 ตาข่ายไนลอน ขนาดรู 0.9 มิลลิเมตร ใช้สำหรับกรองเยื่อ

3.1.3.7 แท่งแก้ว (ใช้สำหรับคนสารเคมี)

3.1.3.8 บีกเกอร์ (ใช้สำหรับตวงสารเคมี)

3.1.4 เครื่องมือสำหรับวัดคุณภาพด้านความพึงพอใจของผู้มีความเชี่ยวชาญและผู้บริโภคที่มีต่อกระดาษทำมือจากมูลม้า และเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.1.4.1 แบบสอบถามความพึงพอใจผู้มีความเชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์ จำนวน 10 คน

3.1.4.2 แบบสอบถามความพึงพอใจผู้บริโภค จำนวน 100 คน

3.1.4.3 เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

3.2.1 การทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากมูลม้า

3.2.1.1 การเตรียมวัตถุดิบ

นำมูลม้าสดใส่ในผ้าตาข่ายจากข้อที่ 3.1.3.6 ล้างกรองจำนวน 5 ครั้ง (มูลม้า 100 กรัมจะได้เส้นใย 57 กรัม) พักไว้ 1 ชั่วโมงแล้วชั่งให้ได้น้ำหนัก 100 กรัม

3.2.1.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากมูลม้า

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากมูลม้า โดยวิเคราะห์จากปัจจัยที่ทำการศึกษา 2 ปัจจัยคือ ปริมาณในการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยแปรเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 และ 20 และใช้ระยะเวลาในการต้มโดยแปรเป็น 2 ระดับ คือ 2 และ 3 ชั่วโมง ต้มที่อุณหภูมิเดือด นำเยื่อมูลม้าที่ผ่านการต้มในระยะเวลาดังกล่าวมาตีผสมกับเยื่อปอสาในอัตราส่วนร้อยละ 10 และเมื่อกว่านหางจรเข้ในอัตราส่วนร้อยละ 10 คัดแปลงมาจากเรวีฌน์ เดิมกล้า [4] วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จะได้ทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3.1 จากนั้นดำเนินการทดลองดังแสดงในรูปที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การจัดสิ่งทดลองของสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากมูลม้า

สิ่งทดลองที่	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (ร้อยละ)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)
1	10	2
2	15	2
3	20	2
4	10	3
5	15	3
6	20	3



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการต้มเยื่อจากมูลม้า

ที่มา : ดัดแปลงจาก พรชัย บุญญิกา [18]

1) นำเยื่อจากมูลม้าที่ผลิตได้ทั้ง 6 สิ่งทดลอง ที่ผ่านการอบจนแห้งตาม กระบวนการแล้วนำมาทำการวิเคราะห์ร้อยละของผลผลิต (Percent Yield) ซึ่งทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ โดยคำนวณได้จากสมการ ดังแสดงในสมการที่ 3.1

$$\text{ผลผลิตของร้อยละ} = \frac{\text{ผลผลิตของจริง}}{\text{ผลผลิตตามในทฤษฎี}} \times 100 \quad (3.1)$$

ผลผลิตของจริง คือ ผลผลิตที่ได้มาจากการเกิดปฏิกิริยาหรือการทดลอง
 ผลผลิตตามในทฤษฎี คือ ผลผลิตจากการคำนวณสมการเคมีเป็นการเกิดจาก ปฏิกิริยาที่สมบูรณ์ ผลผลิตที่ได้จะเหลือไม่ถึงร้อยละ เนื่องจากเกิดการสูญเสียไปในระหว่างการทดลอง [18]

หลังจากวิเคราะห์ร้อยละของผลผลิตเยื่อมูลม้าที่ผลิตได้ ทั้ง 6 สิ่งทดลอง นำมาผลิตเป็นกระดาษทำมือจากเยื่อมูลม้า แล้วทดสอบสมบัติทางกายภาพและจุลินทรีย์ เพื่อคัดเลือกตัวอย่างกระดาษทำมือเยื่อมูลม้าที่มีความเหมาะสมที่สุด

3.2.2 การทดลองผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้า

3.2.2.1 นำมูลม้าสด ใส่ในผ้าตาข่ายล้างด้วยน้ำเปล่าจำนวน 5 ครั้ง กรองจนเหลือแต่เส้นใย ดังแสดงในรูปที่ 3.2 และ 3.3



รูปที่ 3.2 การล้างกรองเยื่อมูลม้า



รูปที่ 3.3 มูลม้าที่ผ่านการล้างกรองแล้ว

3.2.2.2 นำเยื่อมูลม้าที่ล้างและกรองแล้วซึ่งน้ำหนักที่ 100 กรัม ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การชั่งเยื่อจากมูลม้า

3.2.2.3 ต้มมูลม้าต่อน้ำเท่ากับ 1:100 ที่อุณหภูมิน้ำเดือดระยะเวลาในการต้มโดยแปรเป็น 2 ระดับ คือ 2 และ 3 ชั่วโมง [45] ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การต้มเยื่อมูลม้า

3.2.2.4 เติมสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ ตามปริมาณโดยการแปรเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 และ 20 ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การเติมสารโซเดียมไฮดรอกไซด์

3.2.2.5 ล้างเยื่อมูลม้าด้วยน้ำสะอาด จนหมดความสิ้นจากสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การล้างเยื่อมูลม้าจนหมดความสิ้น

3.2.2.6 นำเยื่อมูลม้าที่ผ่านกระบวนการต้มแล้ว ในปริมาณน้ำหนัก 100 กรัม เยื่อปอสา ร้อยละ 10 และเมือกว่านหางจระเข้ร้อยละ 10 [4] เทผสมกันแล้วตีด้วยเครื่องกระจายเยื่อ ดังแสดงในรูปที่ 3.8 และ 3.9



รูปที่ 3.8 การผสมเยื่อมูลม้า เยื่อปอสา และเมือกว่านหางจระเข้



รูปที่ 3.9 การตีเยื่อมูลม้าด้วยเครื่องกระจายเยื่อ

3.2.2.7 นำเยื่อมากรองเอาน้ำออกทิ้ง ให้เหลือแต่เยื่อมูลม้าที่ผสมกับเยื่อปอสาและเมือกว่านหางจระเข้ ที่ผ่านการตีด้วยเครื่องกระจายเยื่อ ดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 การกรองน้ำออกให้เหลือแต่เยื่อมูลม้ากับเยื่อปอสา

3.2.2.8 ร่อนเยื่อกระดาษจากมูลม้าด้วยวิธีการตะตะ โดยใช้เฟรมสำหรับร่อนกระดาษ ขนาด 25 x 30 เซนติเมตร (ดัดแปลงมาจาก การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกระดาษจากมูลช้างสู่ผลิตภัณฑ์ชุมชน ของ เรวัตน์ เต็มกล้า) [4] โดยการวางเฟรมกระดาษจุ่มลงในอ่างน้ำ วางก้อนเยื่อใช้ฝ่ามือตะตะเยื่อให้กระจายทั่วทั้งแผ่นเฟรม ทิ้งไว้จนเยื่อตกตะกอนแล้วจึงยกเฟรมขึ้นโดยไม่ให้อ่างน้ำไปข้างใดข้างหนึ่ง ทิ้งไว้ให้น้ำไหลออกจนหมด ดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 การร่อนเยื่อมูลม้าด้วยวิธีการตะตะ

3.2.2.9 นำเยื่อกระดาษจากมูลม้าที่ซ้อนขึ้นมาผึ่งแดดให้แห้ง ดังแสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 การนำเฟรมไปผึ่งแดดให้แห้ง

3.2.2.10 ดึงกระดาษออกจากตะแกรง ใช้นิ้วมือแกะขอบกระดาษด้านบนออกจากขอบตะแกรงให้ตลอดแนว ใช้นิ้วสองจับที่ขอบกระดาษ แล้วจึงดึงกระดาษยกขึ้นเล็กน้อย จนกระดาษทั้งแผ่นหลุดออกจากตะแกรง ดังแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 กระดาษจากเยื่อมูลม้าที่ทำการลอกออกจากเฟรม

3.2.3 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษทำมือจากมูลม้า

นำกระดาษทำมือจากมูลม้าที่ผลิตได้ทั้ง 6 สิ่งทดลอง มาทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษ ทั้ง 4 ด้าน คือ ทดสอบชั่งน้ำหนักมาตรฐาน วัดความหนา ทดสอบความต้านแรงดันทะลุ ทดสอบหาความต้านแรงฉีกขาด ทดสอบคุณภาพด้านการตกค้างของเชื้อจุลินทรีย์อีโคไล (Escherichia

Coli) โดยการทำให้ทั้งหมด 3 ซ้ำ แล้วทำการคัดเลือกกระดาษทำมือจากมูลม้าที่มีคุณสมบัติที่ดีที่สุด โดยมีรายการทดสอบดังต่อไปนี้

3.2.3.1 การทดสอบน้ำหนักมาตรฐาน ตามมาตรฐานของ ISO 536 : 2012 ด้วยเครื่องวัดน้ำหนักเครื่องชั่งดิจิทัล 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น MC1 หน่วยกรัม/ ตารางเมตร

3.2.3.2 การทดสอบความหนา ตามมาตรฐานของ ISO 534 : 2011 ด้วยเครื่องวัดความหนาอย่างละเอียด หรือ ไมโครมิเตอร์ ยี่ห้อ Tmi รุ่น 49-56-10-003 หน่วยไมโครเมตร

3.2.3.3 การทดสอบหาแรงดันทะเล ตามมาตรฐานของ ISO 2759 : 2014 ด้วยเครื่องวัดความต้านแรงดันทะเล Tmi รุ่น 13-56 หน่วยกิโลปาสคาล/ ตารางเมตร

3.2.3.4 การทดสอบหาความต้านแรงฉีกขาด ตามมาตรฐานของ ISO 1947 : 2012 ด้วยเครื่องวัดความต้านแรงฉีกขาด Messmer Buchl รุ่น 83-20-00-0006 หน่วยมิลลิวัตต์/ ตารางเมตร

3.2.3.5 วัดคุณภาพทางจุลินทรีย์ หากการตกค้างของเชื้ออีโคไล (Escherichia Coli) โดยมีวิธีการดังนี้

1) นำกระดาษมาย่อยเป็นชิ้นเล็กๆ ผสมกับสาร Normal Saline Solution (NSS) ซึ่งเป็นน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นในปริมาณ ร้อยละ 0.9 ซึ่งเท่ากับกับความเข้มข้นของเกลือในกระแสดเลือดของสิ่งมีชีวิต ใส่ลงในกระบอกปลอดเชื้อ

2) นำน้ำกระดาษที่ผสมกับสาร (NSS) จากข้อ 1) และหยดอาหารเลี้ยงเชื้อ (Blood Agar, MacConkey Agar) บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในเวลา 24 ชั่วโมง

3) นำเพลทที่เพาะเชื้อจากข้อ 2) ออกมานับจำนวน Colony ถ้าพบเชื้อจะต้องนำไป Identified ต่อด้วยเครื่องอัตโนมัติเพื่อจำแนกชนิดของเชื้อที่ได้ แต่หากไม่พบเชื้อให้บ่มเพาะต่ออีก 48 ชั่วโมง เพื่อหาเชื้อโรคที่เจริญเติบโตบนอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อและรายงานผล

3.2.4 ประดิษฐ์เป็นต้นแบบด้วยกระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ เช่น ชุดสมุดจดบันทึก กล่องบรรจุภัณฑ์ ภาพประดับตกแต่งฝาผนัง (Paper Mache)

3.2.5 การสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อกระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

3.2.5.1 การสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) ผู้มีความเชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์จำนวน 10 คน และ 2) ผู้บริโภค จำนวน 100 คน โดยวิธีการเก็บข้อมูลแบบ Home Use Tests ซึ่งเป็น กลุ่มผู้บริโภคที่อยู่ในจังหวัดนครราชสีมา อายุ 16 ปีขึ้นไป มี 3 ส่วน แบบสุ่มตัวอย่าง ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้น ของผู้ตอบแบบสอบถาม คือ เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ และรายได้ ใช้สถิติค่าร้อยละและค่าเฉลี่ย

ส่วนที่ 2 สำนวจความพึงพอใจ ของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญที่มีต่อกระตาศทำมือ จากมูลม่่าสำหรับผลิตภัณฑ้งานประดิษฐ์ ลักษณะการตอบแบบสอบถามตรวจสอบรายการ (Check List) ได้แก่ ความสวยงามของกระตาศจากมูลม่่า ผิวสัมผัสของกระตาศจากมูลม่่า หน้าที่การใช้งำนของ กระตาศจาก มูลม่่า สีของกระตาศจากมูลม่่า ความแข็งแรงของกระตาศจากมูลม่่าใช้งำนได้จริงของ กระตาศจากมูลม่่า ความพึงพอใจโดยรวม มีลักษณะการตอบคำถามแบบตรวจสอบรายการ (Check List) [46] และ ระดับความพึงพอใจที่มีต่อกระตาศทำมือจากมูลม่่า สำหรับผลิตภัณฑ้งานประดิษฐ์ ใช้ เกณฑ้งการประเมินแบบมาตราส่วนประมาณลิเคิร์ต (Likert Scale) [47] โดยแปรเป็น 5 ระดับคือ

- ระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือ 5 คะแนน
- ระดับความพึงพอใจมาก คือ 4 คะแนน
- ระดับความพึงพอใจปานกลาง คือ 3 คะแนน
- ระดับความพึงพอใจน้อย คือ 2 คะแนน
- ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ 1 คะแนน

ทำการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามโดยนำคะแนนที่ได้มาหา ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.) แล้วแปรค่าเฉลี่ยตามเกณฑ้งของเบสท์ และคาห์น มีค่า ระดับดั่งนี้ [48]

- ระดับความพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ระหว่าง 4.51 – 5.00
- ระดับความพึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ระหว่าง 3.51 – 4.50
- ระดับความพึงพอใจปานกลาง มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ระหว่าง 2.51 – 3.50
- ระดับความพึงพอใจน้อย มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ระหว่าง 1.51 – 2.50
- ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ระหว่าง 1.00 – 1.50

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

3.3 สถานที่ทำการทดลอง

- 3.3.1 ศูนย์การศึกษาพิเศษ เขตการศึกษา 11 จังหวัดนครราชสีมา
- 3.3.2 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.4 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ในการทำงานวิจัยเรื่องนี้ เริ่มดำเนินการดั่งตั้งแต้ เดือน ตุลาคม พุทธศักราช 2563 และสิ้นสุดลง ในเดือนตุลาคม พุทธศักราช 2564

บทที่ 4



ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การค้นคว้าและวิจัยเรื่อง การพัฒนากระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากเยื่อมูลม้า ทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากมูลม้า ทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษทำมือจากเยื่อมูลม้าทั้ง 4 ด้าน คือ ทดสอบน้ำหนักมาตรฐาน วัดความหนา ทดสอบความต้านแรงดันทะลุ ทดสอบหาความต้านแรงฉีกขาด ทดสอบสมบัติทางจุลินทรีย์เพื่อหาการตกค้างของเชื้ออีโคไล (Escherichia Coli) สำนัวจความพึงพอใจของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์และ สำนัวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อกระดาษทำมือจากมูลม้า โดยมีผลการศึกษาดังต่อไปนี้






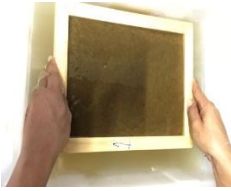
4.1 ผลการศึกษากระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้า

ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากมูลม้า โดยปัจจัยที่ทำการศึกษามี 2 ปัจจัย คือ ปริมาณการใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยแปรเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 และ 20 และใช้ระยะเวลาในการต้มโดยแปรเป็น 2 ระดับ คือ 2 และ 3 ชั่วโมง ต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด นำเยื่อมูลม้าที่ผ่านการต้มในระยะเวลาดังกล่าวมาตีผสมกับเยื่อปอสาในอัตราส่วนร้อยละ 10 และเมื่อกว่านแห้งจะแช่ในอัตราส่วนร้อยละ 10 วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จะได้ทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง นำไปผลิตเป็นกระดาษทำมือจากมูลม้า ซึ่งมีกระบวนการผลิตดังตารางที่ 4.1



ตารางที่ 4.1 กระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้า

ที่	ขั้นตอน	รายละเอียด	ภาพประกอบ
1	เตรียมเยื่อมูลม้า	1.1 นำมูลม้าสดใส่ในผ้าตาข่ายล้างด้วยน้ำเปล่าจำนวน 5 ครั้ง กรองจนเหลือแต่เส้นใย	
		1.2 นำเยื่อมูลม้าที่ล้างและกรองแล้วชั่งน้ำหนักที่ 100 กรัม	

ตารางที่ 4.1 กระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้า (ต่อ)

ที่	ขั้นตอน	รายละเอียด	ภาพประกอบ
2	ปรับสภาพเยื่อ มูลม้าด้วยสาร โซเดียมไฮดร อกไซด์	2.1 ต้มมูลม้าต่อน้ำเท่ากับ 1:100 ที่อุณหภูมิน้ำเดือด ระยะเวลาในการต้มโดยแปรเป็น 2 ระดับคือ 2 และ 3 ชั่วโมง	
		2.2 เติมสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ ตามปริมาณโดยแปรเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 และ 20	
		2.3 ล้างเยื่อมูลม้าด้วยน้ำสะอาด จนหมดความสิ้นจาก สารโซเดียมไฮดรอกไซด์	
3	การเตรียมเยื่อ กระดาษ	3.1 นำเยื่อมูลม้าที่ผ่านกระบวนการต้มแล้ว ในปริมาณ น้ำหนัก 100 กรัม เยื่อปอสารร้อยละ 10 และเมือก ว่านหางจระเข้ร้อยละ 10 เทผสมกันแล้วตีด้วย เครื่องกระจายเยื่อ	
		3.2 เยื่อมากรองเอาน้ำออกทิ้ง ให้เหลือแต่เยื่อมูลม้าที่ ผสมกับเยื่อปอสาและเมือกว่านหางจระเข้ ที่ผ่าน การตีด้วยเครื่องกระจายเยื่อ	
4	ผลิตกระดาษ	4.1 ร่อนเยื่อกระดาษจากมูลม้าด้วยวิธีการตะตะ โดยใช้ เฟรมสำหรับร่อนกระดาษ ขนาด 25 x 30 เซนติเมตร โดยการวางเฟรมกระดาษจุ่มลงในอ่างน้ำ วางก้อน เยื่อใช้ฝ่ามือตะตะให้กระจายทั่วทั้งแผ่นเฟรม ทิ้งไว้จนเยื่อตกตะกอนแล้วจึงยกขึ้น ไม่ให้เฟรม เอียงไปข้างใดข้างหนึ่งทิ้งไว้ให้น้ำไหลออกจนหมด	

ตารางที่ 4.1 กระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้า (ต่อ)




ที่	ขั้นตอน	รายละเอียด	ภาพประกอบ
	4.2	นำเยื่อกระดาษจากมูลม้าที่ซ้อนขึ้นมาผึ่งแดดให้แห้ง	
	4.3	ดึงกระดาษออกจากตะแกรงมาโดยการใช้นิ้วมือแกะขอบกระดาษด้านบนออกจากขอบตะแกรงให้ตลอดแนว ใช้มือสองจับที่ขอบกระดาษ แล้วจึงดึงกระดาษยกขึ้นเล็กน้อย จนกระดาษทั้งแผ่นหลุดออกจากตะแกรง	

จากตารางที่ 4.1 กระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้า พบว่า กระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้ามามีทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 เตรียมเยื่อมูลม้า ด้วยการล้างทำความสะอาดและชั่งน้ำหนัก 100 กรัม ขั้นตอนที่ 2 การปรับสภาพเยื่อมูลด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยการต้มมูลม้าต่อน้ำเท่ากับ 1:100 ที่อุณหภูมิน้ำเดือดระยะเวลาในการต้มโดยแปรเป็น 2 ระดับคือ 2 และ 3 ชั่วโมง เติมสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ ตามปริมาณโดยแปรเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10, 15 และ 20 และล้างเยื่อมูลม้าด้วยน้ำสะอาด จนหมดความลื่นจากสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ ขั้นตอนที่ 3 เตรียมเยื่อกระดาษ นำเยื่อมูลม้าที่ผ่านกระบวนการต้มแล้ว ในปริมาณน้ำหนัก 100 กรัม เยื่อปอสารร้อยละ 10 และเมื่อกว่านหางจรเข้ร้อยละ 10 เทผสมกันแล้วตีด้วยเครื่องกระจายเยื่อ แล้วนำเยื่อมากรองเอาน้ำออกทิ้งให้เหลือแต่เยื่อมูลม้าที่ผสมกับเยื่อปอสาและเมื่อกว่านหางจรเข้ ที่ผ่านการตีด้วยเครื่องกระจายเยื่อ




ขั้นตอนที่ 4 การผลิตกระดาษ โดยร้อนเยื่อกระดาษจากมูลม้าด้วยวิธีการแตะ โดยใช้เฟรมสำหรับร่อนกระดาษ ขนาด 25 x 30 เซนติเมตร โดยการวางเฟรมกระดาษจุ่มลงในอ่างน้ำ วางก้อนเยื่อใช้ฝ่ามือแตะเยื่อให้กระจายทั่วทั้งแผ่นเฟรม ทิ้งไว้จนเยื่อตกตะกอนแล้วจึงยกขึ้น ไม่ให้เฟรมเอียงไปข้างใดข้างหนึ่งทิ้งไว้ให้น้ำไหลออกจนหมด จากนั้นนำเยื่อกระดาษจากมูลม้าที่ซ้อนขึ้นมาผึ่งแดดให้แห้ง ดึงกระดาษออกจากตะแกรงมาโดยการใช้นิ้วมือแกะขอบกระดาษด้านบนออกจากขอบตะแกรงให้ตลอดแนว ใช้มือสองจับที่ขอบกระดาษ แล้วจึงดึงกระดาษยกขึ้นเล็กน้อย จนกระดาษทั้งแผ่นหลุดออกจากตะแกรง คล้องกับงานวิจัยของ พรชัย บุญญิกา [18] ที่ศึกษาเรื่อง การตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษจากเปลือกโสนทางไก่ สำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ กล่าวว่า กระบวนการผลิตกระดาษจากเปลือกโสนทางไก่สะท้อนน้ำ

ทำได้โดยการเตรียมเปลือกโสนทางใต้ด้วยการตัด แล้วนำมาปรับสภาพด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วเยื่อเปลือกโสนมาตีผสมกับเยื่อปอสา จากนั้นเตรียมสารสะท้อนน้ำ Starguard FCS เพื่อตกแต่งสมบัติสะท้อนน้ำ และร่อนเป็นกระดาษโดยใช้เฟรมสำหรับร่อนกระดาษ จากนั้นก็ทำให้กึ่งแห้ง แบบ Steam Dry ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีกระบวนการผลิตที่ใกล้เคียงกับการผลิตกระดาษทำมือจากเยื่อมูลม้า ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการผลิตกระดาษทำมือในประเทศไทยด้วย โดยใช้กระบวนการนี้ในการผลิตกระดาษทั้ง 6 สิ่งทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ลักษณะของกระดาษทำมือจากมูลม้า

สิ่งทดลองที่	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (ร้อยละ)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	กระดาษ	ลักษณะที่ปรากฏ
1	10	2		กระดาษมีลักษณะ แข็งผิวสัมผัสหยาบ กระดาษลักษณะเส้น ใยมีหลายขนาด ชัดเจน
2	15	2		กระดาษมีลักษณะ แข็งผิวสัมผัส ค่อนข้างหยาบ กระดาษลักษณะเส้น ใยมีหลายขนาด ชัดเจน
3	20	2		กระดาษมีลักษณะ แข็งผิวสัมผัส ค่อนข้างหยาบ กระดาษลักษณะเส้น ใยมีหลายขนาด

ตารางที่ 4.2 ลักษณะของกระดาด้าทำมือจากมูลม้า (ต่อ)

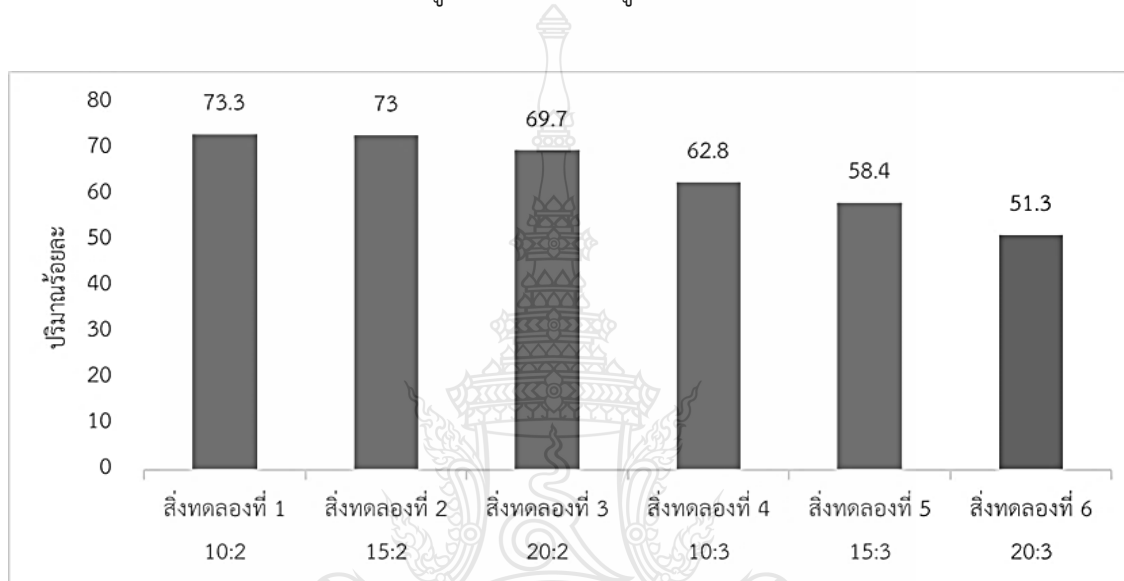
สิ่งทดลองที่	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (ร้อยละ)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	กระดาด้า	ลักษณะที่ปรากฏ
4	10	3		กระดาด้ามีลักษณะ ค่อนข้างแข็ง ผิวสัมผัสหยาบ กระดาด้าลักษณะเส้น ใยมีหลายขนาด ชัดเจน
5	15	3		กระดาด้ามีลักษณะ ค่อนข้างแข็ง ผิวสัมผัสค่อนข้าง หยาบ กระดาด้า ลักษณะเส้นใยมี หลายขนาด
6	20	3		กระดาด้ามีลักษณะ ค่อนข้างแข็ง ผิวสัมผัสค่อนข้าง หยาบ กระดาด้า ลักษณะเส้นใยมี หลายขนาด

จากตารางที่ 4.2 ลักษณะกระดาด้าทำมือจากมูลม้า พบว่า กระดาด้าที่ได้จากทั้ง 6 สิ่งทดลอง มีลักษณะที่ใกล้เคียงคือ เป็นกระดาด้าที่มีลักษณะแข็ง ผิวสัมผัสค่อนข้างหยาบถึงหยาบ กระดาด้า ลักษณะของเส้นใยที่ปรากฏมีความแตกต่างกัน

หลังจากขั้นตอนที่ 2 การปรับสภาพเยื่อมูลม้าด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์แล้ว นำเยื่อมูลม้าที่ได้จากทั้ง 6 สิ่งทดลอง ไปวิเคราะห์ค่าร้อยละของผลผลิต (Yield) โดยเลือกสิ่งทดลองที่มีค่าร้อยละของผลผลิตมากที่สุด และเมื่อเสร็จในขั้นตอนที่ 4 การผลิตกระดาด้า นำกระดาด้าที่ได้จากการทดลองทั้ง 6 สิ่งทดลอง ทดสอบสมบัติทางกายภาพ และทดสอบสมบัติทางชีวภาพ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่ในการผลิตกระดาด้ามูลม้า

4.2 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อและทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษทำมือจากมูลม้า

4.2.1 ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากมูลม้า มีปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัย คือ ความเข้มข้นของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ แปรเป็น 3 ระดับ คือ อัตราส่วนร้อยละ 10, 15 และ 20 และระยะเวลาที่ใช้ในการต้ม แปรเป็น 2 ระดับ คือ 2 และ 3 ชั่วโมง จากนั้นวิเคราะห์ผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละของผลผลิต (Yield) เยื่อจากมูลม้า ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ผลวิเคราะห์ร้อยละของผลผลิตเยื่อจากมูลม้า

จากรูปที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ร้อยละของผลผลิตเยื่อจากมูลม้า พบว่า ปริมาณร้อยละของผลผลิต (Yield) เยื่อจากมูลม้ามากที่สุด คือสิ่งทดลองที่ 1 สภาวะสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วนร้อยละ 10 ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง ได้ผลผลิตเยื่อจากมูลม้าร้อยละ 73.3 เยื่อที่ผลิตได้มีลักษณะแข็งและหยาบ รองลงมา คือสิ่งทดลองที่ 2 สภาวะสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วน ร้อยละ 15 ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง ได้ผลผลิตเยื่อจากมูลม้าร้อยละ 73.0 เยื่อที่ผลิตได้มีลักษณะความแข็งแรงต่างและหยาบแต่มีความละเอียดกว่าสิ่งทดลองที่ 1 และในสิ่งทดลองที่ 3 สภาวะสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วนร้อยละ 20 ต่อระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง ได้ผลผลิตเยื่อจากมูลม้าร้อยละ 69.7 ได้ผลผลิตเยื่อที่ปริมาณน้อย แต่เยื่อที่ผลิตได้มีลักษณะแข็งแรงต่างและหยาบน้อยกว่าสิ่งทดลองที่ 2 ดังนั้นการวิเคราะห์ร้อยละของผลผลิต เยื่อจากมูลม้าที่นำมาผลิตเป็นกระดาษจากมูลม้า ที่ผลิตได้ทั้ง 6 สิ่งทดลอง ปริมาณร้อยละของผลผลิตมีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มากขึ้นและระยะเวลาในการย่อยที่มากขึ้นด้วย แต่คุณภาพของเยื่อมูลม้ามีคุณภาพที่ดีเมื่อใช้

ระยะเวลามากขึ้น เนื่องจากต่างทำหน้าที่ย่อยเฮมิเซลลูโลสและลิกนิน ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของพืช ทำให้เยื่อมูลมามีร้อยละของเซลลูโลสเพิ่มขึ้นส่งผลต่อคุณภาพของเยื่อมูลมามีที่ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศจีมาศ นันตสุคนธ์ [54] ที่พบว่า เมื่อใช้ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้เวลาที่ใช้ในการต้มเยื่อให้เปื่อยลดลง และน้ำหนักเยื่อที่ได้ลดลงด้วย และสอดคล้องกับงานวิจัยของกษิติส รัตนภรณ์ [55] กล่าวไว้ว่า คุณภาพของเส้นใยพืชจะดีขึ้นเมื่อปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จากนั้นนำเยื่อมูลมามีที่ได้ไปผลิตเป็นกระดาษทำมือจากมูลม้า แล้วทดสอบสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางชีวภาพต่อไป

การทดสอบสมมติฐานการวิจัย พบว่าผลการวิเคราะห์ร้อยละของผลผลิตเยื่อมูลมามี มีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย กล่าวคือปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์และระยะเวลาในการต้มเยื่อมูลมามี แต่ละระดับทำให้ปริมาณเยื่อมีคุณภาพที่แตกต่างกันในด้านร้อยละของผลผลิตเยื่อมูลมามี

4.2.2 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางชีวภาพของกระดาษทำมือจากมูลม้า

นำกระดาษทำมือจากมูลมามีที่ผลิตได้ทั้ง 6 สิ่งทดลอง มาทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษ ทั้ง 4 ด้าน คือทดสอบชั่งน้ำหนักมาตรฐาน วัดความหนา ทดสอบความต้านแรงดึงด้นทะลุ ทดสอบหาความต้านแรงฉีกขาด โดยการทำให้ชุ่มน้ำทั้งหมด 3 ชั่วโมง แล้วทำการคัดเลือกกระดาษทำมือจากมูลมามีที่มีคุณสมบัติที่ดีที่สุด และสมบัติทางชีวภาพ คือทดสอบคุณภาพด้านการตกค้างของเชื้อจุลินทรีย์อีโคไล (Escherichia Coli) โดยมีรายการทดสอบดังต่อไปนี้

4.2.2.1 การทดสอบน้ำหนักมาตรฐาน ตามมาตรฐานของ ISO 536 : 2012 ด้วยเครื่องวัดน้ำหนักเครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Satorius รุ่น MC1 หน่วยกรัม/ตารางเมตร โดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรุงเทพมหานคร ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษทำมือจากมูลม้า

สิ่งทดลอง	ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ : ระยะเวลาในการต้ม (ร้อยละ : ชั่วโมง)	น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ
		(กรัมต่อตารางเมตร) $\bar{x} \pm S.D.$
1	10 : 2	276.00 ^a ±3.61
2	15 : 2	204.00 ^c ±3.60
3	20 : 2	98.37 ^f ±0.55
4	10 : 3	258.00 ^b ±4.58
5	15 : 3	173.00 ^d ±6.56

ตารางที่ 4.3 น้ำหนักมาตรฐานของกระดาศทำมือจากมูลม้า (ต่อ)

สิ่งทดลอง	ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ : ระยะเวลาในการต้ม (ร้อยละ : ชั่วโมง)	น้ำหนักมาตรฐานของกระดาศ (กรัมต่อตารางเมตร)
		$\bar{X} \pm S.D.$
6	20 : 3	112.00 ^c ±4.36

หมายเหตุ : abc ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่ง แสดงว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p< 0.05)

จากตารางที่ 4.3 น้ำหนักมาตรฐานของกระดาศทำมือจากมูลม้า พบว่า สิ่งทดลองที่ 1 สภาวะสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วนร้อยละ 10 ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง กระดาศมีน้ำหนัก คือ 276.00 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งมีน้ำหนักมากที่สุด รองลงมา คือสิ่งทดลองที่ 4 สภาวะสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วนร้อยละ 10 ระยะเวลาในการต้ม 3 ชั่วโมง กระดาศมีน้ำหนัก คือ 258.00 กรัมต่อตารางเมตร และสิ่งทดลองที่ 2 สภาวะสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วนร้อยละ 15 ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง กระดาศมีน้ำหนัก คือ 204.00 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มากขึ้นและระยะเวลาในการต้มที่เพิ่มขึ้น มีผลต่อน้ำหนักกระดาศมีแนวโน้มที่น้อยลง เมื่อเปรียบเทียบการศึกษาเรื่องน้ำหนักของกระดาศจากเปลือกโสหนทางไก่ สำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ของ พรชัย บุญญา [18] ซึ่งมีน้ำหนักมาตรฐานอยู่ระหว่าง 77.7-84.8 กรัมต่อตารางเมตร ทำให้ทราบว่ากระดาศทำมือจากเยื่อมูลม้ามีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 98.37-258.00 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าน้ำหนักมาตรฐานที่สูงกว่ากระดาศทำมือจากเปลือกโสหนทางไก่ โดยกระดาศที่ผลิตด้วยมือในงานหัตถกรรมตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ไม่ได้ระบุมาตรฐานไว้ เนื่องจากในการใช้งานมีความแตกต่างกัน [31] ซึ่งสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้กำหนดน้ำหนักมาตรฐานกระดาศสาที่มีขนาดน้ำหนักสูงที่สุดคือ 145±2 กรัมต่อตารางเมตร เป็นกระดาศชนิด H ซึ่งสูงที่สุด

การทดสอบสมมติฐานการวิจัย พบว่า น้ำหนักมาตรฐานของกระดาศทำมือจากมูลม้า มีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย กล่าวคือ ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์และระยะเวลาในการต้มเยื่อมูลม้า แต่ละระดับทำให้ปริมาณเยื่อมีคุณภาพที่แตกต่างกันในด้านน้ำหนักมาตรฐานที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.2.2.2 การทดสอบความหนา ตามมาตรฐานของ ISO 534 : 2011 ด้วยเครื่องวัดความหนาอย่างละเอียดหรือไมโครมิเตอร์ ยี่ห้อ Tmi รุ่น 49-56-10-003 ที่หน่วยมิลลิเมตร โดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรุงเทพมหานคร ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความหนาของกระดาษทำมือจากมูลม้า

สิ่งทดลอง	ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ :		ความหนาของกระดาษมูลม้า (มิลลิเมตร)
	ระยะเวลาในการต้ม (ร้อยละ : ชั่วโมง)		$\bar{X} \pm S.D.$
1	10	: 2	1.02 ^a ±0.01
2	15	: 2	0.78 ^c ±0.02
3	20	: 2	0.52 ^f ±0.01
4	10	: 3	0.96 ^b ±0.02
5	15	: 3	0.64 ^d ±0.01
6	20	: 3	0.62 ^e ±0.01

หมายเหตุ : abc ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่ง แสดงว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 ความหนาของกระดาษทำมือจากมูลม้า พบว่า กระดาษมูลม้ามีความหนามากที่สุด คือสิ่งทดลองที่ 1 สภาวะสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วนร้อยละ 10 ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง กระดาษมูลม้ามีความหนาเท่ากับ 1.016 มิลลิเมตร รองลงมา คือสิ่งทดลองที่ 4 สภาวะสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วนร้อยละ 10 ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง กระดาษมูลม้ามีความหนาเท่ากับ 0.956 มิลลิเมตร และสิ่งทดลองที่ 2 สภาวะสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วนร้อยละ 10 ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง กระดาษมูลม้ามีความหนาเท่ากับ 0.784 มิลลิเมตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าความหนาของกระดาษลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มากขึ้น สอดคล้องกับ สมหวัง ชันตยานวงศ์ [26] ได้กล่าวไว้ว่า ความหนาของกระดาษจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักมาตรฐาน ความหนาแน่นปกติที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างมวลต่อปริมาตร

การทดสอบสมมติฐานการวิจัย พบว่า ความหนาของกระดาษทำมือจากมูลม้า มีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย กล่าวคือปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์และระยะเวลาในการต้มเยื่อมูลม้า แต่ละระดับทำให้ปริมาณเยื่อมีคุณภาพที่แตกต่างกันในด้านความหนาของกระดาษที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.2.2.3 การทดสอบหาแรงดันทะลุ ตามมาตรฐานของ ISO 2759 : 2014 ด้วยเครื่องวัดความต้านแรงดันทะลุ (Bursting Strength Tester) ยี่ห้อ Tmi รุ่น 13-56 หน่วยกิโลปาสคาล โดย กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงการอุดมศึกษาวิทยาศาสตร์วิจัยและ นวัตกรรม กรุงเทพมหานคร ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ความต้านแรงดันทะเลของกระดาศษมูลม้า

สิ่งทดลอง	ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ :		ความต้านแรงดันทะเล (กิโลปาสกาล)
	ระยะเวลาในการต้ม (ร้อยละ : ชั่วโมง)		$\bar{X} \pm S.D.$
1	10	: 2	61.10 ^e ±0.40
2	15	: 2	74.60 ^c ±1.70
3	20	: 2	70.30 ^{cd} ±1.20
4	10	: 3	173.00 ^a ±7.90
5	15	: 3	105.00 ^b ±7.80
6	20	: 3	65.50 ^{de} ±0.70

หมายเหตุ : abc ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.5 ความต้านแรงดันทะเลของกระดาศษทำมือจากมูลม้า พบว่า การต้านแรงดันทะเลของกระดาศษมูลม้ามากที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 4 สภาวะสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วน ร้อยละ 10 ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง มีค่าการต้านแรงดันทะเลของกระดาศษมูลม้าเท่ากับ 173.0 กิโลปาสกาล รองลงมาคือ สิ่งทดลองที่ 5 สภาวะสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วนร้อยละ 15 ระยะเวลาในการต้ม 3 ชั่วโมง มีค่าการต้านแรงดันทะเลของกระดาศษมูลม้าเท่ากับ 105.0 กิโลปาสกาล และสิ่งทดลองที่ 2 สภาวะสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วนร้อยละ 15 ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง มีค่าการต้านแรงดันทะเลของกระดาศษมูลม้าเท่ากับ 74.6 กิโลปาสกาล จะเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาในการต้มที่ 2 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น ค่าความต้านแรงดันทะเลมีแนวโน้มสูงขึ้น และระยะเวลาในการต้มที่ 3 ชั่วโมง เมื่อความเข้มข้นของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น ค่าความต้านแรงดันทะเลมีแนวโน้มลดลง สอดคล้องกับ จินตนา บมขุนทด [32] ได้กล่าวไว้ว่า ความแข็งแรงต่อแรงดันทะเล ของกระดาศษที่ผลิตได้จากเยื่อไยยาวมีมากกว่ากระดาศษที่ผลิตจากเยื่อไยสั้น โดยการเพิ่มปริมาณการบดเยื่อและการเติมแต่งสารเพิ่มความแข็งแรงของผิวกระดาศษทำให้มีค่าความแข็งแรงต่อแรงดันทะเลของกระดาศษเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อความสำคัญต่อการใช้งานกระดาศษ โดยเฉพาะกระดาศษที่จะนำไปผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ประเภทต่างๆ

การทดสอบสมมติฐานการวิจัย พบว่า ความต้านแรงดันทะเลของกระดาศษทำมือจากมูลม้า มีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย กล่าวคือปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์และระยะเวลาในการต้มเยื่อมูลม้า แต่ละระดับทำให้ปริมาณเยื่อมีคุณภาพที่แตกต่างกันในด้านความต้านแรงดันทะเลที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.2.2.4 การทดสอบหาความต้านแรงฉีกขาด ตามมาตรฐานของ ISO 1947 : 2012 ด้วยเครื่องวัดความต้านแรงฉีกขาด Messmer Buchl รุ่น 83-20-00-0006 หน่วยมิลลินิวตัน/ ตารางเมตร โดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงการอุดมศึกษาวิทยาศาสตร์วิจัยและ นวัตกรรม กรุงเทพมหานคร ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความต้านแรงฉีกขาดของกระดาษมูลม้า

สิ่งทดลอง	ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ :		ความต้านแรงฉีกขาด (มิลลินิวตัน)
	ระยะเวลาในการต้ม (ร้อยละ : ชั่วโมง)		$\bar{X} \pm S.D.$
1	10	: 2	1,274.00 ^c ±52.20
2	15	: 2	927.00 ^d ±13.70
3	20	: 2	451.00 ^e ±25.70
4	10	: 3	2,783.00 ^a ±104.80
5	15	: 3	1,619.00 ^b ±10.80
6	20	: 3	974.00 ^d ±8.90

หมายเหตุ : abc ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่ง แสดงว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.6 ความต้านแรงฉีกขาดของกระดาษทำมือจากมูลม้า พบว่า ความต้านแรงฉีกขาดของกระดาษมูลม้ามีค่ามากที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 4 สภาวะสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วนร้อยละ 10 ระยะเวลาในการต้ม 3 ชั่วโมง มีค่าความต้านแรงฉีกขาดของกระดาษเท่ากับ 2,783.0 มิลลินิวตัน รองลงมา คือสิ่งทดลองที่ 5 สภาวะสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วน ร้อยละ 15 ระยะเวลาในการต้ม 3 ชั่วโมง มีค่าความต้านแรงฉีกขาดของกระดาษเท่ากับ 1,619.0 มิลลินิวตัน และสิ่งทดลองที่ 1 สภาวะสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วนร้อยละ 10 ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง มีค่าความต้านแรงฉีกขาดของกระดาษเท่ากับ 1,274.0 มิลลินิวตัน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า เมื่อความเข้มข้นของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น ค่าความต้านแรงฉีกขาดมีแนวโน้มลดลงและเมื่อพิจารณาระยะเวลาในการต้มที่ 3 ชั่วโมง มีค่าความต้านแรงฉีกขาดมีแนวโน้มเป็น 2 เท่าของระยะเวลาในการต้มที่ 2 ชั่วโมง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ความเข้มข้นของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์และระยะเวลาการต้มที่ต่างกัน ส่งผลต่อความต้านทานแรงฉีกขาดของกระดาษที่ต่างกัน สอดคล้องกับ กานต์พิชชา สุวรรณวัฒน์ และคณะ [29] ได้กล่าวไว้ว่า ความแข็งแรงต่อแรงฉีกขาดขึ้นอยู่กับความยาวของเส้นใยเซลลูโลสเป็นสำคัญ โดยเส้นใยยาวมีความแข็งแรงต่อการฉีกขาดมากกว่า เส้นใยสั้นการเพิ่มปริมาณการบดเยื่อมีผลทำให้ความแข็งแรงต่อแรงฉีกของกระดาษเพิ่มขึ้น ด้วยเช่นกันอย่างไรก็ตามการบดเยื่อมากเกินไปจะทำให้เส้นใยมี

ขนาดสั้นลงมาก ความแข็งแรงต่อแรงฉีก ของกระดาษก็จะลดน้อยลง แม้ว่าเส้นใยเซลลูโลสจะเกิดพันธะกันได้ก็ตาม เพราะกระดาษในแนวขนานมีความแข็งแรงต่อแรงฉีกน้อยกว่ากระดาษในแนวขวาง

การทดสอบสมมติฐานการวิจัย พบว่า ความต้านแรงฉีกขาดของกระดาษทำมือจากมูลม้า มีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย กล่าวคือปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์และระยะเวลาในการต้มเยื่อมูลม้า แต่ละระดับทำให้ปริมาณเยื่อมีคุณภาพที่แตกต่างกันในด้านความต้านแรงฉีกขาดของกระดาษที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.2.2.5 การวัดคุณภาพทางจุลินทรีย์ หากการตกค้างของเชื้ออีโคไล (Escherichia Coli) ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การตกค้างของเชื้ออีโคไลของกระดาษมูลม้า






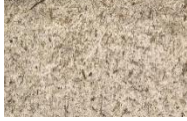
สิ่งทดลอง	ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ : ระยะเวลาในการต้ม (ร้อยละ : ชั่วโมง)	การตกค้างของเชื้ออีโคไล
1	10 : 2	ไม่พบเชื้อ
2	15 : 2	ไม่พบเชื้อ
3	20 : 2	ไม่พบเชื้อ
4	10 : 3	ไม่พบเชื้อ
5	15 : 3	ไม่พบเชื้อ
6	20 : 3	ไม่พบเชื้อ

จากตารางที่ 4.7 การตกค้างของเชื้ออีโคไลของกระดาษทำมือจากมูลม้า พบว่า กระดาษทั้ง 6 สิ่งทดลอง โดยทดสอบจุลินทรีย์ ไม่พบการตกค้างของเชื้ออีโคไล ซึ่งเป็นแบคทีเรียชนิดแกรมลบ ดำรงชีวิตอยู่ได้ทั้งในที่ๆ มีออกซิเจนหรือไม่มีออกซิเจน อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญคือไม่เกิน 37 องศาเซลเซียส โดยอาศัยจะอยู่ในลำไส้ของคนหรือสัตว์เลื้อยคลานแล้วยังมีชีวิตอยู่ภายนอกร่างกายได้ เป็นเวลานาน จึงถูกนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดด้านคุณภาพแหล่งน้ำเมื่อมีการปนเปื้อนอุจจาระ เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกายมนุษย์จะเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วในลำไส้ ทำให้เกิดอาการท้องเสีย อุจจาระร่วงอย่างรุนแรง อุจจาระมีมูกเลือดปน ปวดท้องหรือเป็นตะคริวที่ท้อง และอาจมีไข้ร่วมด้วย อาการดังกล่าวเป็นอาการของผู้ป่วย EHEC ซึ่งต้องเข้าดูอาการอย่างต่อเนื่อง [56] ดังนั้น กระดาษที่เป็นผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ซึ่งมีมูลสัตว์เป็นวัสดุหลัก จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปลอดการตกค้างของเชื้ออีโคไล เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากกระดาษทำมือจากเยื่อมูลม้า จากการทดสอบทำให้ทราบว่ากระดาษเยื่อมูลม้าไม่พบการตกค้างของเชื้ออีโคไล เนื่องจากมีการทำลายด้วยด่างเข้มข้นที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

จากผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อและทดสอบสมบัติทางกายภาพของ กระจดาษทำมือจากมูลม้า ผู้วิจัยได้เลือกสภาวะการต้มเยื่อมูลม้าจากค่าความต้านแรงฉีกขาดและค่าความ ต้านแรงดันทะลุที่สูงที่สุดเป็นหลักในการพิจารณา ดังนั้นจึงเลือกในสภาวะความเข้มข้นของสาร โซเดียมไฮดรอกไซด์อัตราส่วนร้อยละ 10 ระยะเวลาในการต้ม 3 ชั่วโมง ในสิ่งทดลองที่ 4 ซึ่งกระจดาษมูล ม้ามีค่าความต้านแรงฉีกขาดเท่ากับ 2,783.0 มิลลินิวตัน ความต้านแรงดันทะลุ 173.0 กิโลปาสคาล ซึ่ง เป็นค่าสูงที่สุด ค่าความหนาของกระจดาษเท่ากับ 0.956 มิลลิเมตร มีค่าสูงรองเป็นอันดับที่ 2 และค่า น้ำหนักมาตรฐานของกระจดาษเท่ากับ 258.00 กรัมต่อตารางเมตร มีค่าสูงรองเป็นอันดับที่ 2 เช่นเดียวกับค่าความหนาของกระจดาษ และค่าร้อยละของผลผลิตเยื่อจากมูลม้าเท่ากับ 62.8 จากน้ำหนัก เยื่อมูลม้าก่อนต้ม 100 กรัม เยื่อมูลม้าที่ผลิตได้มีลักษณะที่ค่อนข้างละเอียดเส้นใยมีขนาดเล็ก การใช้สาร โซเดียมไฮดรอกไซด์ในปริมาณน้อย แต่ระยะเวลาในการต้มค่อนข้างนาน เพื่อเป็นการลดการใช้สารเคมี ดังนั้นจึงควรเลือกสภาวะที่ความเข้มข้นของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์อัตราส่วนร้อยละ 10 ระยะเวลาใน การต้ม 3 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการต้มเยื่อมูลม้า ดังแสดงในตารางที่ 4.8

การทดสอบสมมติฐานการวิจัย พบว่า ผลการทดสอบทางกายภาพทั้ง 5 ด้าน ประกอบด้วย ร้อยละของผลผลิตจากมูลม้าหลังการต้มด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ น้ำหนักมาตรฐานของกระจดาษทำ มือจากมูลม้า ความหนาของกระจดาษทำมือจากมูลม้า ความต้านแรงดันทะลุของกระจดาษทำมือจากมูล ม้า และความต้านแรงฉีกขาดของกระจดาษทำมือจากมูลม้า มีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย กล่าวคือปริมาณสารโซเดียมไฮดรอกไซด์และระยะเวลาในการต้มเยื่อมูลม้า แต่ละระดับทำให้ปริมาณ เยื่อมีคุณภาพที่แตกต่างกัน ซึ่งในด้านน้ำหนักมาตรฐานของกระจดาษทำมือจากมูลม้า ความหนาของ กระจดาษทำมือจากมูลม้า ความต้านแรงดันทะลุของกระจดาษทำมือจากมูลม้า และความต้านแรงฉีกขาด ของกระจดาษทำมือจากมูลม้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.8 สรุปสมบัติทางกายภาพของกระดาษทำมือจากมูลม้า

สิ่งทดลองที่	ลักษณะ ของกระดาษ	ผลผลิตที่ได้ (ร้อยละ)	น้ำหนัก ของกระดาษ (กรัมต่อตารางเมตร)	ความหนา ของกระดาษ (มิลลิเมตร)	ความต้าน แรงดันทะลุ (กิโลปาสคาล)	ความต้านแรงฉีก ขาด (มิลลินิวตัน)	การตกค้าง ของเชื้ออีโคไล
1		73.3	276.00 ^a ±3.61	1.016 ^a ±0.006	61.1 ^e ±0.4	1274.0 ^c ±52.2	ไม่พบเชื้อ
2		73.0	204.00 ^c ±3.60	0.784 ^c ±0.021	74.6 ^c ±1.7	927.0 ^d ±13.7	ไม่พบเชื้อ
3		69.7	98.37 ^f ±0.55	0.517 ^f ±0.014	70.3 ^{cd} ±1.2	451.0 ^e ±25.7	ไม่พบเชื้อ
4		62.8	258.00 ^b ±4.58	0.956 ^b ±0.018	173.0 ^a ±7.9	2783.0 ^a ±104.8	ไม่พบเชื้อ
5		58.4	173.00 ^d ±6.56	0.644 ^d ±0.009	105.0 ^b ±7.8	1619.0 ^b ±10.8	ไม่พบเชื้อ
6		51.3	112.00 ^e ±4.36	0.615 ^e ±0.009	65.5 ^{de} ±0.7	974.0 ^d ±8.9	ไม่พบเชื้อ

4.2.3 ประดิษฐ์เป็นต้นแบบด้วยกระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

4.2.3.1 สมุดจดบันทึก ออกแบบเป็น 2 รูปแบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.2



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.2 สมุดจดบันทึก (ก) แบบที่ 1 และ (ข) แบบที่ 2

4.2.3.2 กล่องบรรจุภัณฑ์ ออกแบบจำนวน 1 รูปแบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 กล่องบรรจุภัณฑ์

4.2.3.3 ภาพประดับตกแต่งฝาผนัง ออกแบบจำนวน 1 ผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ภาพประดับตกแต่งฝาผนัง

4.3 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภค

ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภค แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้มีความเชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์จำนวน 10 คน และผู้บริโภคจำนวน 100 คน โดยวิธีการเก็บข้อมูลแบบ Home Use Tests ซึ่งเป็น กลุ่มผู้บริโภคที่อยู่ในจังหวัดนครราชสีมา ที่อายุตั้งแต่ 16 ปีขึ้นไป มี 3 ส่วน แบบสุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม และความพึงพอใจของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญที่มีต่อกระดาษจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.9-4.12

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้เชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์ n=10

ข้อมูลเบื้องต้นของผู้เชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์		จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ			
ชาย		7	70.00
หญิง		3	30.00
รวม		10	100.00
ช่วงอายุ			
อายุ 45-49 ปี		4	40.00
อายุ 50-54 ปี		4	40.00
อายุ 55-59 ปี		1	10.00
อายุ 60 ปีขึ้นไป		1	10.00
รวม		10	100.00
ระดับการศึกษา			
ระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.		0	0.00
ระดับ ปวส. / อนุปริญญา		1	10.00
ระดับ ปริญญาตรี		3	30.00
ระดับ ปริญญาโท		2	20.00
ระดับ ปริญญาเอก		4	40.00
รวม		10	100.00

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้เชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์ (ต่อ)

ข้อมูลเบื้องต้นของผู้เชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์	จำนวน (คน)	ร้อยละ
อาชีพ		
นักเรียน / นักศึกษา	0	0.00
รับราชการ พนักงาน ลูกจ้างของรัฐ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ	8	80.00
พนักงาน / ลูกจ้างเอกชน	1	10.00
ธุรกิจส่วนตัว / ประกอบอาชีพอิสระ	1	10.00
รวม	10	100.00
รายได้		
รายได้ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท	0	0.00
รายได้ 10,001 – 15,000 บาท	0	0.00
รายได้ 15,001 – 20,000 บาท	2	20.00
รายได้ 20,001 – 25,000 บาท	1	10.00
รายได้ 25,001 – 30,000 บาท	1	10.00
รายได้ สูงกว่า 30,000 บาท	6	60.00
รวม	10	100.00

จากตารางที่ 4.9 ข้อมูลเบื้องต้น ของผู้เชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์ ทั้ง 10 คน ส่วนมากเป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 70.00 และเป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 30.00 มีอายุมากที่สุดอยู่ระหว่าง 45-49 ปี และ 50-54 ปี ซึ่งมีจำนวนเท่ากันคือ คิดเป็นช่วงละ 40.00 และมีอายุระหว่าง 55-59 ปี และ 60 ปีขึ้นไปมีจำนวนเท่ากันคือ คิดเป็นร้อยละ 10.00 มีการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาเอก มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40.00 รองลงมาคือ ปริญญาตรี ปริญญาโท และปวส / อนุปริญญา คิดเป็นร้อยละ 30.00, 20.00 และ 10.00 ตามลำดับ ประกอบอาชีพรับราชการ พนักงาน ลูกจ้างของรัฐ / พนักงานรัฐวิสาหกิจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80.00 รองลงมาคือ พนักงาน / ลูกจ้างเอกชนซึ่งมีจำนวนเท่ากับผู้ที่ประกอบธุรกิจส่วนตัว / ประกอบอาชีพอิสระ คิดเป็นร้อยละ 10.00 มีรายได้สูงกว่า 30,000 บาท มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 60.00 รองลงมา คือ ช่วงรายได้ระหว่าง 15,001 - 20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 20.00 และช่วงระหว่าง 20,001 - 25,000 บาทมีจำนวนเท่ากับช่วงระหว่าง 25,001 - 30,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 10.00

ตารางที่ 4.10 ความพึงพอใจของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญต่อกระดาด้าทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

ลักษณะของกระดาด้าทำมือจากมูลม้าสำหรับ ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์	ระดับความพึงพอใจ	
	$\bar{X} \pm S.D.$	แปรผล
1. สีของกระดาด้าทำมือจากมูลม้า	4.00±0.63	มาก
2. ผิวสัมผัสของกระดาด้าทำมือจากมูลม้า	4.10±0.70	มาก
3. ความสวยงามของกระดาด้าทำมือจากมูลม้า	4.50±0.67	มาก
4. ความแข็งแรงทนทานของกระดาด้าทำมือจากมูลม้า	4.90±0.30	มากที่สุด
5. กระดาด้าทำมือจากมูลม้ามีความแปลกใหม่ น่าสนใจ	4.20±0.60	มาก
6. ความเหมาะสมในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ และการใช้งานของกระดาด้าทำมือจากมูลม้า	4.10±0.54	มาก
7. ความพึงพอใจโดยรวม	4.00±0.45	มาก
รวม	4.26±0.56	มาก

จากตารางที่ 4.10 ความพึงพอใจ ของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญต่อกระดาด้าจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์ ทั้ง 10 คน ให้ความพึงพอใจต่อลักษณะของกระดาด้าทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.26 โดยให้ความพึงพอใจในด้านความแข็งแรงทนทานของกระดาด้าทำมือจากมูลม้า อยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.90 ส่วน ความพึงพอใจในด้านความสวยงามของกระดาด้าทำมือจากมูลม้า กระดาด้าทำมือจากมูลม้ามีความแปลกใหม่ น่าสนใจ ความเหมาะสมในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์และการใช้งานของกระดาด้าทำมือจากมูลม้า ผิวสัมผัสของกระดาด้าทำมือจากมูลม้า สีของกระดาด้าทำมือจากมูลม้า และความพึงพอใจโดยรวม อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.50, 4.20, 4.10, 4.10, 4.00 และ 4.00 ตามลำดับ

จากการสำรวจยังพบว่า มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์ ดังนี้ น่าจะมีความเหมาะสมในการนำมาฝึกด้านประสาทสัมผัสของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น ควรหาวิธีการป้องกันขุยของกระดาด้า เพราะเวลาสัมผัสก็จะมีหลุดออกมาเล็กๆ ควรนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าและเผยแพร่ผลงานวิชาการสู่สาธารณะชนอย่างกว้างขวาง และส่งเสริมเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ตามความต้องการของตลาด

การทดสอบสมมติฐานการวิจัย พบว่า ผลการศึกษา ความพึงพอใจของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญต่อกระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ มีความสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ว่า ความพึงพอใจของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์ ที่มีต่อกระดาษทำมือจากมูลม้าอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากมูลม้า n=100

ข้อมูลเบื้องต้นของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากมูลม้า		จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ			
ชาย		48	48.00
หญิง		52	52.00
รวม		100	100.00
ช่วงอายุ			
อายุ 10-19 ปี		22	22.00
อายุ 20-29 ปี		31	31.00
อายุ 30-39 ปี		20	20.00
อายุ 40-49 ปี		21	21.00
อายุ 50-59 ปี		5	5.00
อายุ 60 ปีขึ้นไป		1	1.00
รวม		100	100.00
ระดับการศึกษา			
ระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.		11	11.00
ระดับ ปวส./อนุปริญญา		18	18.00
ระดับปริญญาตรี		61	61.00
ระดับปริญญาโท		10	10.00
ระดับปริญญาเอก		0	0.00
รวม		100	100.00
อาชีพ			
นักเรียน/นักศึกษา		29	29.00
รับราชการ พนักงาน ลูกจ้างของรัฐ/พนักงาน รัฐวิสาหกิจ		50	50.00

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากมูลม้า (ต่อ)

ข้อมูลเบื้องต้นของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากมูลม้า	จำนวน (คน)	ร้อยละ
พนักงาน/ลูกจ้างเอกชน	11	11.00
ธุรกิจส่วนตัว/ประกอบอาชีพอิสระ	10	10.00
รวม	100	100.00
รายได้		
รายได้ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท	22	22.00
รายได้ 10,001 – 15,000 บาท	15	15.00
รายได้ 15,001 – 20,000 บาท	29	29.00
รายได้ 20,001 – 25,000 บาท	21	21.00
รายได้ 25,001 – 30,000 บาท	6	6.00
รายได้ สูงกว่า 30,000 บาท	7	7.00
รวม	100	100.00

จากตารางที่ 4.11 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากมูลม้า พบว่า ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากมูลม้า จำนวนทั้งหมด 100 คน ส่วนมากเป็น เพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 52.00 และเป็น เพศชาย คิดเป็นร้อยละ 48.00 อายุมากที่สุดอยู่ระหว่าง 20-29 ปี รองลงมาคือช่วงอายุ 10-19 ปี และ 40-49 ปี คิดเป็น ร้อยละ 31.00, 22.00 และ 21.00 ตามลำดับ มีการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี มากที่สุด รองลงมาคือ ปวส. / อนุปริญญา และมัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช. คิดเป็นร้อยละ 61.00 18.00 และ 11.00 ตามลำดับ ประกอบอาชีพ รับราชการ พนักงาน ลูกจ้างของรัฐ / พนักงานรัฐวิสาหกิจมากที่สุด รองลงมาคือนักเรียน / นักศึกษา และพนักงาน / ลูกจ้างเอกชน คิดเป็นร้อยละ 50.00 29.00 และ 11.00 ตามลำดับ มีรายได้ ช่วงระหว่าง 15,001 - 20,000 บาทมากที่สุด รองลงมาคือน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท และช่วงระหว่าง 20,001 - 25,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 29.00, 22.00 และ 21.00 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.12 ความพึงพอใจ ของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากมูลม้า

ลักษณะของผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ จากกระดาษทำมือจากมูลม้า	ระดับความพึงพอใจ	
	$\bar{X} \pm S.D.$	แปลผล
1. ความสวยงามของผลิตภัณฑ์	4.09±0.08	มาก
2. ผิวสัมผัสของผลิตภัณฑ์	3.94±0.61	มาก
3. ความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์	4.44±0.78	มาก
4. การนำไปใช้งานได้จริงของผลิตภัณฑ์	4.24±0.59	มาก
5. ความเหมาะสมในการนำกระดาษทำมือจากมูลม้า มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์	4.53±0.74	มากที่สุด
6. ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ด้วยกระดาษทำมือจาก มูลม้ามีความแปลกใหม่น่าสนใจ	4.55±0.62	มากที่สุด
7. ผลิตภัณฑ์นี้สามารถจัดจำหน่ายได้	4.10±0.59	มาก
8. ความพึงพอใจโดยรวม	4.21±0.55	มาก
เฉลี่ยรวม	4.26±0.57	มาก

จากตารางที่ 4.12 ความพึงพอใจผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากมูลม้า พบว่า ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากมูลม้า จำนวนทั้งหมด 100 คน ให้ความพึงพอใจต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ด้วยกระดาษทำมือจากมูลม้าอยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.26 โดยให้ความพึงพอใจ ในด้านผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ด้วยกระดาษทำมือจากมูลม้ามีความแปลกใหม่น่าสนใจ และความเหมาะสมในการนำกระดาษทำมือจากมูลม้ามาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ อยู่ในระดับ มากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.55 และ 4.53 ตามลำดับ ในด้านความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ การนำไปใช้งานได้จริงของผลิตภัณฑ์ ความพึงพอใจโดยรวม ผลิตภัณฑ์นี้สามารถจัดจำหน่ายได้ ความสวยงามของผลิตภัณฑ์ และ ผิวสัมผัสของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44, 4.24, 4.21, 4.10, 4.09 และ 3.94 ตามลำดับ

จากการสำรวจยังพบว่า มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้บริโภค ดังนี้ ผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากมูลม้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่รักษาสิ่งแวดล้อม ลดการทำลายป่าใช้วัสดุอื่นๆ มาทดแทน มีความแปลกและน่าสนใจ สามารถผลิตเป็นสินค้าจำหน่ายได้ โดยการเพิ่มเทคนิคด้านสีส้นลงไป เป็นการทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาแล้วได้ใช้ประโยชน์กับประชาชนอย่างแท้จริง เห็นสมควรให้สนับสนุน ส่งเสริมงานวิจัยผลิตภัณฑ์แบบนี้ต่อไป

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การค้นคว้าและวิจัยเรื่อง การพัฒนากระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากเยื่อมูลม้า ทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากมูลม้า ทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษทำมือจากเยื่อมูลม้าทั้ง 4 ด้าน คือ ทดสอบน้ำหนักมาตรฐาน วัดความหนา ทดสอบความต้านแรงดันทะลุ ทดสอบหาความต้านแรงฉีกขาด ทดสอบสมบัติทางจุลินทรีย์เพื่อหาการตกค้างของเชื้ออีโคไล (Escherichia Coli) สำนวจความพึงพอใจของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์และ สำนวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อกระดาษทำมือจากมูลม้า ได้ทำ การสรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษากระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้า

ผลการศึกษากระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้า พบว่า กระบวนการผลิตกระดาษทำมือจากมูลม้ามีทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 เตรียมเยื่อมูลม้า ด้วยการล้างทำความสะอาดและชั่งน้ำหนัก 100 กรัม ขั้นตอนที่ 2 การปรับสภาพเยื่อมูลด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยการต้มมูลม้าต่อน้ำเท่ากับ 1:100 ที่อุณหภูมิน้ำเดือดระยะเวลาในการต้มโดยแปรเป็น 2 ระดับคือ 2 และ 3 ชั่วโมง เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ ตามปริมาณโดยแปรเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10, 15 และ 20 และล้างเยื่อมูลม้าด้วยน้ำสะอาด จนหมดความลื่นจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมเยื่อกระดาษ นำเยื่อมูลม้าที่ผ่านกระบวนการต้มแล้ว ในปริมาณน้ำหนัก 100 กรัม เยื่อปอสาร้อยละ 10 และเมือกว่านหางจระเข้ ร้อยละ 10 เทผสมกันแล้วตีด้วยเครื่องกระจายเยื่อ แล้วนำเยื่อมากรองเอาน้ำออกทิ้ง ให้เหลือแต่เยื่อมูลม้าที่ผสมกับเยื่อปอสาและเมือกว่านหางจระเข้ ที่ผ่านการตีด้วยเครื่องกระจายเยื่อ ขั้นตอนที่ 4 การผลิตกระดาษ โดยร่อนเยื่อกระดาษจากมูลม้าด้วยวิธีการตะ โดยใช้เฟรมสำหรับร่อนกระดาษ ขนาด 25 x 30 เซนติเมตร โดยการวางเฟรมกระดาษจุ่มลงในอ่างน้ำ วางก้อนเยื่อใช้ฝ่ามือตะเยื่อให้กระจายทั่วทั้งแผ่นเฟรม ทิ้งไว้จนเยื่อตกตะกอนแล้วจึงยกเฟรมขึ้นโดยไม่ให้เอียงไปข้างใดข้างหนึ่งทิ้งไว้ให้น้ำไหลออกจนหมด จากนั้นนำเยื่อกระดาษจากมูลม้าที่ซ้อนขึ้นมาผึ่งแดดให้แห้ง แล้วดึงกระดาษออกจากตะแกรงมาโดยการใช้นิ้วมือแกะขอบกระดาษด้านบนออกจากขอบตะแกรงให้ตลอดแนว ใช้มือสองจับที่ขอบกระดาษ แล้วจึงดึงกระดาษยกขึ้นเล็กน้อย จนกระดาษทั้งแผ่นหลุดออกจากตะแกรง

5.2 สรุปผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อและทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษทำมือจากมูลม้า

จากผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อและทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษทำมือจากมูลม้า ผู้วิจัยได้เลือกสภาวะการต้มเยื่อมูลม้าจากค่าความต้านแรงฉีกขาดและค่าความต้านแรงดันทะลุที่สูงที่สุดเป็นหลักในการพิจารณา ดังนั้นจึงเลือกในสภาวะความเข้มข้นของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์อัตราส่วนร้อยละ 10 ระยะเวลาในการต้ม 3 ชั่วโมง ในสิ่งทดลองที่ 4 ซึ่งกระดาษมูลม้ามีค่าความต้านแรงฉีกขาดเท่ากับ 2,783.00 มิลลินิวตัน ความต้านแรงดันทะลุ 173.00 กิโลปาสคาล ซึ่งเป็นค่าสูงที่สุด ค่าความหนาของกระดาษเท่ากับ 0.96 มิลลิเมตร มีค่าสูงรองเป็นอันดับที่ 2 และค่าน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษเท่ากับ 258.00 กรัมต่อตารางเมตร มีค่าสูงรองเป็นอันดับที่ 2 เช่นเดียวกับค่าความหนาของกระดาษ และค่าร้อยละของผลผลิตเยื่อจากมูลม้าเท่ากับ 62.80 จากน้ำหนักเยื่อมูลม้าก่อนต้ม 100 กรัม เยื่อมูลม้าที่ผลิตได้มีลักษณะที่ค่อนข้างละเอียดเส้นใยมีขนาดเล็ก โดยการใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในปริมาณน้อย แต่ระยะเวลาในการต้มค่อนข้างนาน เพื่อเป็นการลดการใช้สารเคมี ดังนั้นจึงควรเลือกสภาวะที่ความเข้มข้นของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์อัตราส่วนร้อยละ 10 ระยะเวลาในการต้ม 3 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการต้มเยื่อมูลม้า

5.3 สรุปผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภค

ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภค แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้มีความเชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์จำนวน 10 คน และผู้บริโภคจำนวน 100 คน ซึ่งความพึงพอใจของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญต่อกระดาษจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์ ทั้ง 10 คน ให้ความพึงพอใจต่อลักษณะของกระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.26 โดยให้ความพึงพอใจในด้านความแข็งแรงทนทานของกระดาษทำมือจากมูลม้าอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.90 ส่วนความพึงพอใจในด้านความสวยงามของกระดาษทำมือจากมูลม้า กระดาษทำมือจากมูลม้ามีความแปลกใหม่ น่าสนใจ ความเหมาะสมในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์และการใช้งานของกระดาษทำมือจากมูลม้า ผิวสัมผัสของกระดาษทำมือจากมูลม้า สีของกระดาษทำมือจากมูลม้า และความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.50, 4.20, 4.10, 4.10, 4.00 และ 4.00 ตามลำดับ และความพึงพอใจของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากมูลม้า พบว่า ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากมูลม้า จำนวนทั้งหมด 100 คน ให้ความพึงพอใจต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ด้วยกระดาษทำมือจากมูลม้าอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 โดยให้ความพึงพอใจในด้านผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ด้วยกระดาษทำมือจากมูลม้ามีความแปลกใหม่ น่าสนใจและความเหมาะสมในการนำกระดาษทำมือจากมูลม้ามาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย

เท่ากับ 4.55 และ 4.53 ตามลำดับ ในด้านความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ การนำไปใช้งานได้จริงของผลิตภัณฑ์ ความพึงพอใจโดยรวม ผลิตภัณฑ์นี้สามารถจัดจำหน่ายได้ ความสวยงามของผลิตภัณฑ์ และผิวสัมผัสของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44, 4.24, 4.21, 4.10, 4.09 และ 3.94 ตามลำดับ จากการตอบแบบสอบถามยังพบว่า มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้บริโภค ดังนี้ ผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากมูลม้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ศึกษาล้างแวล้อม ลดการทำลายป่าใช้วัสดุอื่นๆ มาทดแทน มีความแปลกและน่าสนใจ สามารถผลิตเป็นสินค้าจำหน่ายได้ โดยการเพิ่มเทคนิคด้านสีส้นลงไป เป็นการทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาแล้วได้ใช้ประโยชน์กับประชาชนอย่างแท้จริง เห็นสมควรให้สนับสนุนส่งเสริมงานวิจัยผลิตภัณฑ์แบบนี้ต่อไป

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งนี้

5.4.1.1 ควรศึกษาการนำสารโซเดียมไฮดรอกไซด์มาใช้ซ้ำเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้สารเคมี

5.4.1.2 ในการวิจัยฉบับนี้ศึกษาเฉพาะการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการปรับสภาพเยื่อมูลม้า ควรมีการศึกษาสารเคมีประเภทกรดเพื่อเปรียบเทียบสมบัติของเยื่อมูลม้า

5.4.1.3 ควรมีการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายมากขึ้น เพื่อตอบโจทย์การใช้สอยของผู้บริโภค

5.4.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.4.2.1 ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเยื่อมูลม้าเพิ่มเติม

5.4.2.2 ควรมีการนำกระดาษเยื่อมูลม้าตกแต่งเพื่อเพิ่มประโยชน์สำหรับการใช้งาน เช่น การตกแต่งสะท้อนน้ำ การเคลือบฟิล์มลามิเนต การย้อมสีธรรมชาติจากพืช เป็นต้น

5.4.2.3 ควรศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตกระดาษทำมือจากเยื่อมูลม้ากับกระดาษชนิดอื่นๆ ที่ใช้ในธุรกิจงานประดิษฐ์

บรรณานุกรม

- [1] วิไลลักษณ์ ชาวอุทัย, “มลภาวะทางอากาศและทางเสียงจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์. ”
วารสารสัตว์เศรษฐกิจ, ปีที่ 31, ฉบับที่ 742, นน. 36 - 39, 2557.
- [2] ปรียภรณ์ พีรพิพัฒน์, “การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษสามูลวัว ในเขตพื้นที่จังหวัดพะเยา,”
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
พระนคร, 2554.
- [3] ภัทพร ศรีโกตะเพชร, เมตตา สิริสุข และอรุณรัตน์ จันทร์มาลา, “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก
จากมูลช้างจังหวัดสุรินทร์, ”วารสารวิถีสังคมมนุษย์, ปีที่ 5, ฉบับที่ 1, นน. 113-134,
มกราคม – มิถุนายน 2560.
- [4] เรวัตน์ เต็มกล้า, “การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกระดาษจากมูลช้าง สู่ผลิตภัณฑ์ชุมชน,”
วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏ
สุรินทร์, 2558.
- [5] วีโออาร์ฮอสแมน, *สิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับม้า*, (ออนไลน์), 2556, สืบค้นได้จาก :
<https://www.bangkokbiznews.com/news/detail/580593>, (วันที่ 27 ตุลาคม 2563).
- [6] โรงพยาบาลม้าโคราช, *คู่มือการเลี้ยงม้าในเมืองไทย*, (ออนไลน์), 2556, สืบค้นได้จาก :
<https://www.thehorsepital.com/horsemanul>, (วันที่ 31 ตุลาคม 2563).
- [7] นิภาพร ทับทูน และศิรินทิพย์ จรรย์คุณ, “ม้าไทย มรดกสุดท้ายแห่งสายพันธุ์,” (ออนไลน์), 2557,
สืบค้นได้จาก : <https://www.bangkokbiznews.com/news/detail/580593>
(วันที่ 27 ตุลาคม 2563).
- [8] มณฑิพย์ เจตยะคามิน, *ข้อเสนอแนะสำหรับการดูแลและการใช้สัตว์เกษตรในการวิจัยและการสอน*,
ครั้งที่ 3. ปีที่ 2. 2553. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ตะวันออก, 2553.
- [9] เรียงชัย กาญจนารมย์และคณะ, *การผลิตสัตว์เชิงนันทนาการและเศรษฐกิจ*, 2557. นนทบุรี :
โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2557.
- [10] จีระชัย กาญจนพฤษพิงศ์, *การจัดการฝูงโคนม*, ครั้งที่ 3. 2561. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2561.
- [11] ธนกร วรวงศ์ นิยมสุข ณ ไทร และปานชีวัน ปอนพังกา, “คุณภาพปุ๋ยหมักมูลม้าที่เสริม
ด้วยถ่านชีวภาพต่างชนิดแก่เกษตรกร, ”วารสารแก่นเกษตร, ปีที่ 46 ฉบับพิเศษ,
นน. 1175 – 1180, 2561.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [12] รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์และคณะ, *วัสดุทางการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์*, 2556.
นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2556.
- [13] มนต์รี สนิทประชากร, “การพัฒนาอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในประเทศไทย,”
โรงแรมฮิลตันปาร์คนายเลิศ การพัฒนาวัตถุดิบเยื่อและกระดาษในประเทศไทย,
กรุงเทพมหานคร, 2529.
- [14] มาลัย จุฑารัตน์, *ตำนานกรีก-โรมัน (ฉบับสมบูรณ์)*, ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์คำ, 2553.
- [15] พลอยแสง เอกญาติ, *ประวัติศาสตร์กระดาษโลก*, 2558. กรุงเทพมหานคร :
โอเพ่นเวิลด์ส พับลิชชิง เฮาส์, 2558.
- [16] สารานุกรมเสรี, *กระดาษสา (ออนไลน์)*, 2558, สืบค้นได้จาก :
<https://th.wikipedia.org/wiki/กระดาษสา>, (วันที่ 27 ตุลาคม 2563).
- [17] วราภรณ์ เนรมิตพานิชย์, “การผลิตกระดาษเชิงหัตถกรรมจากต้นกล้วยผสมกระดาษใช้แล้ว
เพื่อการใช้ประโยชน์,” *วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชา
คหกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาชุมชน คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง,
กรุงเทพมหานคร, 2552.*
- [18] พรชัย บุญญิกา, “การตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษจากเปลือกโสนทางไก่อสำหรับผลิตภัณฑ์
งานประดิษฐ์,” *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์,
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2559.*
- [19] พัชรนันท์ ปิ่นเพชรรัตน์, “สถานการณ์อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ กระดาษ และสิ่งพิมพ์
ปี 2559 และแนวโน้มปี 2560,” *วารสารการบรรจุภัณฑ์*, ปีที่ 25 ฉบับที่ 2, นน. 10 - 12,
มกราคม – มีนาคม, 2560.
- [20] ทรรษา ปุณณะพยัคฆ์, และสีหนาท ประสงค์สุข, *พฤษศาสตร์เชิงอุตสาหกรรม*,
กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2558.
- [21] ณีภัฏภัทร ไวการยุทธ และชัยพร ธนถาวรลาภ, “ประสิทธิผลการดำเนินงานและ
การจัดการความรู้ของวิสาหกิจกลุ่มผู้ผลิตสินค้าแผ่นกระดาษลูกฟูกและกล่องกระดาษลูกฟูก,
” *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี*, ปีที่ 4 ฉบับที่ 1, นน. 165-173, พฤษภาคม –
มิถุนายน, 2558.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [22] บุรณา สืบคุณะ, “การผลิตเยื่อกระดาษจากใบสับปะรดที่ผ่านการต้มด้วยซีเถ้าเพื่อนำมาผลิตกระดาษ,” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ม.ป.ท., 2557.
- [23] วรรณภา กาญจนมยุร, *เคมีอุตสาหกรรม*, พิมพ์ครั้งที่ 2. 2551. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.
- [24] บ้านพอเพียง, ระบบบำบัดน้ำเสียในครัวเรือน (ออนไลน์), /2554, สืบค้นได้จาก : www.bansuanporpeang.com/node/26272 (วันที่ 10 เมษายน 2564).
- [25] ปรัชญา ช่อมผล, และไพโรจน์ เอกอุฬาร, “การปรับปรุงกระบวนการผลิตและพัฒนาคุณภาพกระดาษเส้นใยกล้วยไข่,” รายงานการวิจัย. กำแพงเพชร : มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร, 2559.
- [26] สมหวัง ชันตยานวงศ์, เอกสารประกอบการสอนวิชาโครงสร้างและคุณสมบัติของกระดาษ, ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์, กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.
- [27] ณีตถพร ชาญธัญกรณ์, “การปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษแข็งสำหรับบรรจุภัณฑ์โดยการเคลือบด้วยผงบุกและโคโคซาน,” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2557.
- [28] งามทิพย์ ภู่วโรตม, *วัสดุอ่อนตัวสำหรับการบรรจุ*, 2557. กรุงเทพมหานคร : อีพีเอป, 2557.
- [29] กานต์พิชชา สุวรรณวัฒน์เมธี คมสันต์ วิวัฒน์ชัยมณี และสุรียา ลีวิจิตร, “การศึกษาและการผลิตกระดาษแข็งหัตถกรรมจากต้นกล้วยน้ำว้า,” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีการพิมพ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีธัญบุรี, 2552.
- [30] *สมบัติของกระดาษ (2), Double A Thailand (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., สืบค้นได้จาก : http://www.doublepaper.com/th/assets/media/paperknowledge_properties_2.pdf, (วันที่ 25 ธันวาคม 2563).
- [31] วุฒินันท์ คงทัต. “กระดาษทำด้วยมือ,” ณ ห้องประชุมชั้น 8 อาคารอุตสาหกรรมเกษตร 3 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ งานวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับการผลิตเยื่อและกระดาษจากปอสา,” มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2545.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [32] จินตนา บมขุนทด, “การตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำ กระดาษจากชังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์,” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2555.
- [33] วินัย ตาระเวช, “การพัฒนาวิธีขึ้นใยกล้วยใช้ในงานประดิษฐ์,” วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาชุมชน คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร, 2550.
- [34] มณฑาทิพย์ อยู่ฉลาด, “ฟิล์มและสารเคลือบที่รับประทานได้,” วารสารอาหาร, ฉบับที่ 22 (1) นน. 1-6, 2535.
- [35] ภัทราทิพย์ รอดสำราญ, “ฟิล์มบริโภคน้ำได้จากเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เพื่อใช้เคลือบผิวผลมะม่วงสดเพื่อตลาดส่งออก และมะม่วงตัดแต่งที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ที่มีการตัดแปรบรรยากาศ,” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548.
- [36] เพ็ญรัตน์ พันธุ์ภัทรชัย, และคณะ, *สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากกระเจี๊ยบเขียว*, เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 2560.
- [37] ชมพูนุช บัวเผื่อน, และลัดดาวัลย์ เลิศเลอวงษ์, “ผลของสารเคลือบผิวเจลวุ้นจากเจี๊ยบเขียวและสารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิดต่อการยืดอายุการเก็บรักษาของผลมะนาวพันธุ์แป้น,” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาพืชศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2559.
- [38] มยุรี เรื่องสมบัติและคณะ, “การศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจากกระดาษมูลช้างเพื่อสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา,” รายงานการวิจัย. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพมหานคร, 2552.
- [39] ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล, “อีโคไล” ภัยร้ายที่มากับอาหาร (ออนไลน์), /2554, สืบค้นได้จาก : <https://www.si.mahidol.ac.th/sidoctor/epl/articledetail.asp?id=885> (วันที่ 10 มีนาคม 2564)
- [40] พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน, “ผลิตภัณฑ์,” ในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2546 กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์นามมีบุ๊คส์, 2542.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [41] ปานฉัตร อินทร์คง, *การออกแบบผลิตภัณฑ์วัฒนธรรม: แนวคิด รูปแบบ และการวิเคราะห์*, กรุงเทพมหานคร : อลลิเมิต พรีนติ้ง, 2560.
- [42] ภูมิ เจือศิริภักดี, *เทคโนโลยีในการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม*, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2561.
- [43] ชีระชัย สุขสด, *การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม*, กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์. 2544.
- [44] พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน, “*ความพึงพอใจ*,” ในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2546 กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์นามมีบุ๊คส์, 2542.
- [45] สุภา จุฬคุปต์และคณะ, “*การพัฒนาการผลิตกระดาษเชิงหัตถกรรมจากใยมะพร้าว*,” รายงานการวิจัย. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี, 2552.
- [46] อรรถพร คำคม, “*การให้บริการสินค้าของธนาคารอาคารสงเคราะห์ : ศึกษาจากความคิดเห็นของผู้ใช้บริการฝ่ายกิจการสาขากรุงเทพและปริมณฑล*,” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, พัฒนาสังคม, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 2546.
- [47] กาญจนา อรุณสุขรุจี, “*ความพึงพอใจของสมาชิกสหกรณ์ต่อการดำเนินงานของสหกรณ์การเกษตรไชยปราการ จำกัด อำเภอยะปริงการ จังหวัดเชียงใหม่*,” วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 2546.
- [48] สุภาลักษณ์ ชัยอนันต์, “*ความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อโครงการส่งเสริมการปลูกมะเขือแบบมีสัญญาผูกพันในจังหวัดลำปาง*,” วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, สาขาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 2540.
- [49] ไศลเพชร ศรีสุวรรณ, *ของขวัญของที่ระลึก*. ม.ป.ป. กรุงเทพมหานคร : ม.ป.ท.,
- [50] ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ, *กลยุทธ์การตลาดและการบริหารการตลาด*, กรุงเทพมหานคร : เพชรจรัสแสงแห่งโลกธุรกิจ, 2541.
- [51] *ศูนย์หัตถกรรมร่มบ่อสร้าง อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ (ออนไลน์)*, 2554, สืบค้นได้จาก : <http://cmrulocalinformaiton.blogspot.com>, (วันที่ 10 มกราคม 2564).

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [52] บริษัท หงส์ไทยบรรจุภัณฑ์ จำกัด, *บทความบรรจุภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มภาชนะบรรจุภัณฑ์ทำด้วยกระดาษและการเลือกใช้ให้เหมาะกับสินค้า (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., สืบค้นได้จาก : <https://hongthaipackaging.com/food-beverage-packaging-articles/papercontainers-and-selection/> (วันที่ 10 มกราคม 2564).
- [53] นันทิญา มณีโชติ, “การพัฒนากระบวนการผลิตกระดาษจากมูลช้าง,” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, 2555.
- [54] ศจีมาศ นันทสุคนธ์, “การผลิตกระดาษจากใบเตยหอมและการใช้ประโยชน์,” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาชุมชน คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร, 2550.
- [55] กชิติส รัตนภรณ์, “การปรับปรุงสมบัติของเส้นใยมะพร้าวอ่อนด้วยเอนไซม์เซลลูเลสเพื่อการผลิตเส้นด้าย,” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี. 2562.
- [56] อธิพัฒน์ เวชประสิทธิ์, “เชื้อแบคทีเรีย E.coli ระบาด,” *นิตยสาร สสวท*. ปีที่ 39 ฉบับที่ 173, นน. 6-8, กันยายน-ตุลาคม 2554.



ภาคผนวก





ภาคผนวก ก
หนังสือราชการ

อว 0649.04/ 0380



คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

23 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ทดสอบ

เรียน ผู้จัดการบริษัทอุตสาหกรรมกระดาษชินกวงฮั่ว ประเทศไทย

ด้วยนายจักรพันธ์ ขามโนนวัต นักศึกษาปริญญาโท คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้ทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อ “การพัฒนากระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์” ซึ่งนักศึกษาต้องการขอใช้เครื่องมือในการทำกระดาษมูลม้า คณะฯ เห็นว่าบริษัท อุตสาหกรรมกระดาษชินกวงฮั่ว ประเทศไทย มีเครื่องมืออุปกรณ์ที่ครบถ้วนและทันสมัย และมีบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านเพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักศึกษาได้มีแนวคิดในการทำงานวิจัย ในกรณีนี้ คณะฯ ใคร่ขอความอนุเคราะห์ ให้นักศึกษาเข้าไปศึกษาและขอใช้เครื่องมือในการทดสอบ ณ บริษัทอุตสาหกรรมกระดาษชินกวงฮั่ว ประเทศไทย โดยสามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ นายจักรพันธ์ ขามโนนวัต หมายเลขโทรศัพท์ 098 - 9392449

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร ชลสาคร)
คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

โทร.0-2549-3188

โทรสาร. 0-2577-2358

ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและการวัดคุณภาพทางจุลินทรีย์





รายงานการทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง

กระดาษทำมือจากมูลม้า ตัวอย่างที่ 1

เครื่องหมาย / ตรา

หมายเลขปฏิบัติการ

L64/03575.1

ผลการทดสอบ

น้ำหนักมาตรฐาน, กรัม/ตารางเมตร	276
ความต้านแรงฉีกขาด, มิลลินิวตัน	1274
ความต้านแรงฉีกขาด, กิโลปาสกาล	61.1
ความหนา, ไมโครเมตร	1016

ชื่อผู้ให้บริการ นายจักรพันธ์ ชามโนนวิทย์

ที่อยู่ผู้ให้บริการ 2360 ถนนมุขมนตรี ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

ลักษณะตัวอย่าง กระดาษทำมือจากมูลม้า ขนาด A4 จำนวน 15 แผ่น

วันที่ทดสอบ 28 - 30 เมษายน 2564

วิธีทดสอบ

1. น้ำหนักมาตรฐาน ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 536-2012
2. ความต้านแรงฉีกขาด ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 1974-2012
3. ความต้านแรงฉีกขาด ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 2759-2014
4. ความหนา ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 534-2011

หมายเหตุ สภาวะการทดสอบ: อุณหภูมิ, องศาเซลเซียส 27 ± 1
ความชื้นสัมพัทธ์, ร้อยละ 65 ± 2

ผู้รับรอง

(นายก่อพงศ์ ทองศรี)
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ

ผู้รายงาน

(นางสาวฐิตาริณี สุโรพันธ์)
นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ทดสอบ/สอบเทียบเท่านั้น ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง
ห้ามคัดถ่ายในรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นลายลักษณ์อักษร

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ถนนพระรามที่ 6 ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 ประเทศไทย

หน้า 2/2



รายงานการทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง

กระดาษทำมือจากมูลม้า ตัวอย่างที่ 2

เครื่องหมาย / ตรา

-

หมายเลขปฏิบัติการ

L64/03575.2

ผลการทดสอบ

น้ำหนักมาตรฐาน, กรัม/ตารางเมตร	204
ความต้านแรงฉีกขาด, มิลลินิวตัน	927
ความต้านแรงฉีกขาด, กิโลปาสคาล	74.6
ความหนา, ไมโครเมตร	784

ชื่อผู้ให้บริการ นายจักรพันธ์ ขามโนนวัด

ที่อยู่ผู้ให้บริการ 2360 ถนนมุขมนตรี ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

ลักษณะตัวอย่าง กระดาษทำมือจากมูลม้า ขนาด A4 จำนวน 15 แผ่น

วันที่ทดสอบ 28 - 30 เมษายน 2564

วิธีทดสอบ 1. น้ำหนักมาตรฐาน ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 536: 2012

2. ความต้านแรงฉีกขาด ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 1974: 2012

3. ความต้านแรงฉีกขาด ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 2759: 2014

4. ความหนา ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 534: 2011

หมายเหตุ สภาวะการทดสอบ: อุณหภูมิ, องศาเซลเซียส 27 ± 1 ความชื้นสัมพัทธ์, ร้อยละ 65 ± 2

ผู้รับรอง

(นายก่อพงศ์ หงษ์ศรี)

นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ

ผู้รายงาน

(นางสาวรัฐดาริณี สุโรพันธ์)

นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ทดสอบ/สอบเทียบเท่านั้น ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ไ้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง
ห้ามคัดถ่ายไปรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นลายลักษณ์อักษร

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ถนนพระรามที่ 6 ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 ประเทศไทย

หน้า 2/2



รายงานการทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง

กระดาษทำมือจากมูลม้า ตัวอย่างที่ 3

เครื่องหมาย / ตรา

-

หมายเลขปฏิบัติการ

L64/03575.3

ผลการทดสอบ

น้ำหนักมาตรฐาน, กรัม/ตารางเมตร	98.4
ความต้านแรงฉีกขาด, มิลลินิวตัน	451
ความต้านแรงฉีกขาด, กิโลปาสกาล	70.3
ความหนา, ไมโครเมตร	517

ชื่อผู้ให้บริการ นายจักรพันธ์ ขามโนนวัต

ที่อยู่ผู้ให้บริการ 2360 ถนนชุมชนตรี ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

ลักษณะตัวอย่าง กระดาษทำมือจากมูลม้า ขนาด A4 จำนวน 15 แผ่น

วันที่ทดสอบ 28 - 30 เมษายน 2564

วิธีทดสอบ

1. น้ำหนักมาตรฐาน ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 536: 2012
2. ความต้านแรงฉีกขาด ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 1974: 2012
3. ความต้านแรงฉีกขาด ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 2759: 2014
4. ความหนา ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 534: 2011

หมายเหตุ

สภาวะการทดสอบ: อุณหภูมิ, องศาเซลเซียส 27 ± 1
ความชื้นสัมพัทธ์, ร้อยละ 65 ± 2

ผู้รับรอง

(นายก่อพงศ์ หงษ์ศรี)

นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ

ผู้รายงาน

(นางสาวจิตาธิปไตย สุโรพันธ์)

นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ทดสอบ/สอบเทียบเท่านั้น ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง
ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นลายลักษณ์อักษร

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ถนนพระรามที่ 6 ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 ประเทศไทย

หน้า 2/2



รายงานการทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง

กระดาษทำมือจากมูลม้า ตัวอย่างที่ 4

เครื่องหมาย / ตรา

หมายเลขปฏิบัติการ

L64/03575.4

ผลการทดสอบ

น้ำหนักมาตรฐาน, กรัม/ตารางเมตร	258
ความต้านแรงฉีกขาด, มิลลินิวตัน	2783
ความต้านแรงฉีกขาด, กิโลปาสคาล	173
ความหนา, ไมโครเมตร	956

ชื่อผู้ให้บริการ นายจักรพันธ์ ชามโนนวัต

ที่อยู่ผู้ให้บริการ 2360 ถนนมุขมนตรี ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

ลักษณะตัวอย่าง กระดาษทำมือจากมูลม้า ขนาด A4 จำนวน 15 แผ่น

วันที่ทดสอบ 28 - 30 เมษายน 2564

- วิธีทดสอบ
1. น้ำหนักมาตรฐาน ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 536: 2012
 2. ความต้านแรงฉีกขาด ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 1974: 2012
 3. ความต้านแรงฉีกขาด ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 2759: 2014
 4. ความหนา ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 534: 2011

หมายเหตุ

สภาวะการทดสอบ: อุณหภูมิ, องศาเซลเซียส 27 ± 1
 ความชื้นสัมพัทธ์, ร้อยละ 65 ± 2

ผู้รับรอง

(นายก่อพงศ์ หงษ์ศรี)

นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ

ผู้รายงาน

(นางสาวฐิตาริณี สุโรพันธ์)

นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ทดสอบ/สอบเทียบเท่านั้น ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง
 ห้ามคัดถ่ายไปรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นลายลักษณ์อักษร
 กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
 ถนนพระรามที่ 6 ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 ประเทศไทย

หน้า 2/2



รายงานการทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง

กระดาษทำมือจากมูลม้า ตัวอย่างที่ 5

เครื่องหมาย / ตรา

หมายเลขปฏิบัติการ

L64/03575.5

ผลการทดสอบ

น้ำหนักมาตรฐาน, กรัม/ตารางเมตร	173
ความต้านแรงฉีกขาด, มิลลิวัติน	1619
ความต้านแรงดึงทะลุ, กิโลปาสคาล	105
ความหนา, ไมโครเมตร	644

ชื่อผู้ให้บริการ นายจักรพันธ์ ขามโนนวิด

ที่อยู่ผู้ให้บริการ 2360 ถนนชุมชนตรี ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

ลักษณะตัวอย่าง กระดาษทำมือจากมูลม้า ขนาด A4 จำนวน 15 แผ่น

วันที่ทดสอบ 28 - 30 เมษายน 2564

- วิธีทดสอบ
1. น้ำหนักมาตรฐาน ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 536: 2012
 2. ความต้านแรงฉีกขาด ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 1974: 2012
 3. ความต้านแรงดึงทะลุ ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 2759: 2014
 4. ความหนา ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 534: 2011

หมายเหตุ

สภาวะการทดสอบ: อุณหภูมิ, องศาเซลเซียส 27 ± 1
 ความชื้นสัมพัทธ์, ร้อยละ 65 ± 2

ผู้รับรอง

(นายก่อพงศ์ หงษ์ศรี)

นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ

ผู้รายงาน

(นางสาวฐิติาริณี สุโรพันธ์)

นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ทดสอบ/สอบเทียบเท่านั้น ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง
 ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นลายลักษณ์อักษร

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
 ถนนพระรามที่ 6 ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 ประเทศไทย

หน้า 2/2



รายงานการทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง

กระดาษทำมือจากมูลม้า ตัวอย่างที่ 6

เครื่องหมาย / ตรา

หมายเลขปฏิบัติการ

L64/03575.6

ผลการทดสอบ

น้ำหนักมาตรฐาน, กรัม/ตารางเมตร	112
ความต้านแรงฉีกขาด, มิลลินิวตัน	974
ความต้านแรงดันทะลุ, กิโลปาสกาล	65.5
ความหนา, ไมโครเมตร	615

ชื่อผู้ให้บริการ นายจักรพันธ์ ขามโนนวัด

ที่อยู่ผู้ให้บริการ 2360 ถนนมุขมนตรี ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

ลักษณะตัวอย่าง กระดาษทำมือจากมูลม้า ขนาด A4 จำนวน 15 แผ่น

วันที่ทดสอบ 28 - 30 เมษายน 2564

วิธีทดสอบ

1. น้ำหนักมาตรฐาน ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 536: 2012
2. ความต้านแรงฉีกขาด ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 1974: 2012
3. ความต้านแรงดันทะลุ ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 2759: 2014
4. ความหนา ทดสอบตามมาตรฐาน ISO 534: 2011

หมายเหตุ

สภาวะการทดสอบ: อุณหภูมิ, องศาเซลเซียส 27 ± 1 ความชื้นสัมพัทธ์, ร้อยละ 65 ± 2

ผู้รับรอง

(นายก่อพงศ์ หงษ์ศรี)

นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ

ผู้รายงาน

(นางสาวรัฐดาริณี สุโรพันธ์)

นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ทดสอบ/สอบเทียบเท่านั้น ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง
ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นลายลักษณ์อักษร
กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ถนนพระรามที่ 6 ราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 ประเทศไทย

หน้า 2/2

RIALAB



LABORATORY REPORT

Accreditation No. 4117/55

Customer : Walk in

Date Collect:02-Apr-2021 17:02:21

LN:6421046393



Ref No.

Date Regist:02-Apr-2021 17:02:21

Name : ชิ้นงานหมายเลข 1

Age : 0Y 0M 0D

HN : Walk In

Ward :

Remark :

Test Name	Result	Flag	Unit	Reference Range	Specimen	Method
<u>Bacteria Culture/SensitivityProfile</u>						
Bacteria Culture/Sensitiveity Result I	No growth after 48 hrs.			Pathogen not found	Other	*



Reported By : ทพ.สมพงษ์ โพธิ์อิน ทน.11574 Time : 07-Apr-2021 17:40:45

Remark :
(High) means higher than reference value
(Low) means lower than reference value
(*) ISO 15189 accredited

Approved By : ทพ.สมพงษ์ โพธิ์อิน ทน.11574 Time : 07-Apr-2021 17:40:47

Print Date : ทพ.สมพงษ์ โพธิ์อิน ทน.11574 Time: 07-Apr-2021 17:54:36

Tel:098-2490333 (service center) Website:www.ria.co.th

FM-LB-007

Page 1 of 1

ไม่ระบุ

RIALAB



LABORATORY REPORT

Accreditation No. 4117/55

Customer : Walk in

Date Collect:02-Apr-2021 17:02:50

LN:6421046394



Ref No.

Date Regist:02-Apr-2021 17:02:50

Name : ชิ้นงานหมายเลข 2

Age : 0Y 0M 0D

HN : Walk In

Ward :

Remark :

Test Name	Result	Flag	Unit	Reference Range	Specimen	Method
<u>Bacteria Culture/SensitivityProfile</u>						
Bacteria Culture/Sensitiveity Result I	No growth after 48 hrs.			Pathogen not found	Other	*



Reported By : ทนพ.สมพงษ์ โพธิ์อิน ทน.11574 Time : 07-Apr-2021 17:44:01

Remark :
(High) means higher than reference value
(Low) means lower than reference value
(*) ISO 15189 accredited

Approved By : ทนพ.สมพงษ์ โพธิ์อิน ทน.11574 Time : 07-Apr-2021 17:44:02

Print Date : ทนพ.สมพงษ์ โพธิ์อิน ทน.11574 Time : 07-Apr-2021 17:54:33

Tel:098-2490333 (service center) Website:www.ria.co.th

FM-LB-007

Page 1 of 1

ไม่ระบุ

LABORATORY REPORT

Accreditation No. 4117/55

Customer : Walk in

Date Collect:02-Apr-2021 17:03:02

LN:6421046395



Ref No.

Date Regist:02-Apr-2021 17:03:02

Name : ชิ้นงานหมายเลข 3

Age : 0Y 0M 0D

HN : Walk In

Ward :

Remark :

Test Name	Result	Flag	Unit	Reference Range	Specimen	Method
<u>Bacteria Culture/SensitivityProfile</u>						
Bacteria Culture/Sensitivity Result I	No growth after 48 hrs.			Pathogen not found	Other	*



Reported By : ทนพ.สมพงษ์ โพธิ์ธิน ทน.11574 Time : 07-Apr-2021 17:46:37

Approved By : ทนพ.สมพงษ์ โพธิ์ธิน ทน.11574 Time : 07-Apr-2021 17:46:40

Print Date : ทนพ.สมพงษ์ โพธิ์ธิน ทน.11574 Time : 07-Apr-2021 17:54:30

Remark :
 (High) means higher than reference value
 (Low) means lower than reference value
 (*) ISO 15189 accredited



LABORATORY REPORT

Accreditation No. 4117/55

Customer : Walk in

Date Collect:02-Apr-2021 17:03:14

LN:6421046396



Ref No.

Date Regist:02-Apr-2021 17:03:14

Name : ชิ้นงานหมายเลข 4

Age : 0Y 0M 0D

HN : Walk In

Ward :

Remark :

Test Name	Result	Flag	Unit	Reference Range	Specimen	Method
<u>Bacteria Culture/SensitivityProfile</u>						
Bacteria Culture/Sensitivity Result I	No growth after 48 hrs.			Pathogen not found	Other	*



Reported By : ทนพ.สมพงษ์ โพธิ์ธิน ทน.11574 Time : 07-Apr-2021 17:49:06

Remark : (High) means higher than reference value (Low) means lower than reference value (*) ISO 15189 accredited

Approved By : ทนพ.สมพงษ์ โพธิ์ธิน ทน.11574 Time : 07-Apr-2021 17:49:09

Print Date : ทนพ.สมพงษ์ โพธิ์ธิน ทน.11574 Time: 07-Apr-2021 17:54:28

Tel:098-2490333 (service center) Website:www.ria.co.th

FM-LB-007

Page 1 of 1

ริอา

RIA LAB



LABORATORY REPORT

Accreditation No. 4117/55

Customer : Walk in

Date Collect:02-Apr-2021 17:03:24

LN:6421046397



Ref No.

Date Regist:02-Apr-2021 17:03:24

Name : ชิ้นงานหมายเลข 5

Age : 0Y 0M 0D

HN : Walk In

Ward :

Remark :

Test Name	Result	Flag	Unit	Reference Range	Specimen	Method
Bacteria Culture/SensitivityProfile						
Bacteria Culture/Sensitivity Result I	No growth after 48 hrs.			Pathogen not found	Other	*



Reported By : ทนพ.สมพงษ์ โพธิ์อิน ทน.11574 Time : 07-Apr-2021 17:51:31

Remark :
(High) means higher than reference value
(Low) means lower than reference value
(*) ISO 15189 accredited

Approved By : ทนพ.สมพงษ์ โพธิ์อิน ทน.11574 Time : 07-Apr-2021 17:51:33

Print Date : ทนพ.สมพงษ์ โพธิ์อิน ทน.11574 Time: 07-Apr-2021 17:54:25

Tel:098-2490333 (service center) Website:www.ria.co.th

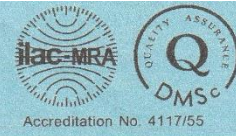
FM-LB-007

Page 1 of 1

11/03/21

RIALAB

LABORATORY REPORT



Accreditation No. 4117/55

Customer : Walk in

Date Collect:02-Apr-2021 17:03:36

LN:6421046398



Ref No.

Date Regist:02-Apr-2021 17:03:36

Name : ช้างงานหมายเลข 6

Age : 0Y 0M 0D

HN : Walk In

Ward :

Remark :

Test Name	Result	Flag	Unit	Reference Range	Specimen	Method
<u>Bacteria Culture/SensitivityProfile</u>						
Bacteria Culture/Sensitivity	No growth after 48 hrs.			Pathogen not found	Other	*
Result I						



Reported By : ทนพ.สมพงษ์ โพธิ์อิน ทน.11574 Time : 07-Apr-2021 17:54:01

Approved By : ทนพ.สมพงษ์ โพธิ์อิน ทน.11574 Time : 07-Apr-2021 17:54:03

Print Date : ทนพ.สมพงษ์ โพธิ์อิน ทน.11574 Time : 07-Apr-2021 17:54:22

Remark :
(High) means higher than reference value
(Low) means lower than reference value
(*) ISO 15189 accredited

Tel:098-2490333 (service center) Website:www.ria.co.th

FM-LB-007

Page 1 of 1

ไม่ระบุ

ภาคผนวก ค
แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ





แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ

เรื่อง การพัฒนากระดาด้าทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

เรียน ผู้เชี่ยวชาญ

ด้วยข้าพเจ้า นายจักรพันธ์ ขามโนนวัต นักศึกษาหลักสูตร คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (กลุ่มวิชางานประดิษฐ์) คณะ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้จัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อ เรื่อง การพัฒนากระดาด้าทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ ซึ่งมีความประสงค์ขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามให้มีความสมบูรณ์ โดยข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง นำไปใช้เป็นแนวทางการพัฒนากระดาด้าทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ ข้อมูลนี้ใช้ประกอบการศึกษาในวิทยานิพนธ์นี้เท่านั้น

คำชี้แจง

แบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อประกอบการตัดสินใจและการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการพัฒนากระดาด้าทำมือจากมูลม้า โดยแบบสอบถามฉบับนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 การให้คะแนนความพึงพอใจ ของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อการพัฒนากระดาด้าทำมือจากมูลม้า ทั้งนี้ผู้วิจัยจะนำข้อมูลมาแปรผลในภาพรวม โดยคำตอบทุกคำตอบของท่านจะได้รับการเก็บรักษาเป็นความลับ จะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อตัวท่านหรือหน่วยงานของท่านเพราะข้อมูลจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์เท่านั้น

ลงชื่อ.....

(นายจักรพันธ์ ขามโนนวัต)

นักศึกษาหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผู้ดำเนินการวิจัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่าง และใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่อง ที่กำหนดไว้

- 1.1 เพศ ชาย หญิง
- 1.2 ช่วงอายุ อายุ 45 – 49 ปี อายุ 50 – 54 ปี
 อายุ 55 – 59 ปี อายุ 60 ปีขึ้นไป
- 1.3 ระดับการศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. ระดับปวส./อนุปริญญา
 ระดับปริญญาตรี ระดับปริญญาโท
 ระดับปริญญาเอก
- 1.4 อาชีพ นักเรียน / นักศึกษา
 รับราชการ พนักงาน ลูกจ้างของรัฐ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ
 พนักงาน / ลูกจ้างเอกชน
 ธุรกิจส่วนตัว / ประกอบอาชีพอิสระ
- 1.5 รายได้ รายได้ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท
 รายได้ 10,001 – 15,000 บาท
 รายได้ 15,001 – 20,000 บาท
 รายได้ 20,001 – 25,000 บาท
 รายได้ 25,001 – 30,000 บาท
 รายได้ สูงกว่า 30,000 บาท

ส่วนที่ 2 การพัฒนากระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

คำชี้แจง : โปรดพิจารณากระดาษจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ แล้วกรอกข้อมูลลงในช่องว่างและใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่อง ที่กำหนดไว้ เกณฑ์การให้คะแนน แบบ Rating scale แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

- 5 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด 4 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจมาก
 3 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจระดับปานกลาง 2 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจน้อย
 1 คะแนน หมายถึง ความพอใจน้อยที่สุด

ลักษณะของกระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์	ระดับคะแนนความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. สีของกระดาษทำมือจากมูลม้า					
2. ผิวสัมผัสของกระดาษทำมือจากมูลม้า					
3. ความสวยงามของกระดาษทำมือจากมูลม้า					
4. ความแข็งแรงทนทานของกระดาษทำมือจากมูลม้า					
5. กระดาษทำมือจากมูลม้ามีความแปลกใหม่น่าสนใจ					
6. ความเหมาะสมในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์และการใช้งานของกระดาษทำมือจากมูลม้า					
7. ความพึงพอใจโดยรวม					

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

.....



แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภค

เรื่อง การพัฒนากระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

ด้วยข้าพเจ้านายจักรพันธ์ ขามโนนวัต นักศึกษาหลักสูตร คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (กลุ่มวิชางานประดิษฐ์) คณะ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้จัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อ “เรื่อง การพัฒนากระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์” ซึ่งมีความประสงค์ขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามให้มีความสมบูรณ์ของข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง นำไปใช้เป็นแนวทางการพัฒนากระดาษทำมือจากมูลม้าสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ และข้อมูลนี้ใช้ประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์เท่านั้น

คำชี้แจง

แบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อประกอบการตัดสินใจและการให้คะแนนของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ด้วยกระดาษทำมือจากมูลม้าโดยแบบสอบถามฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 การให้คะแนนความพึงพอใจ ของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ด้วยกระดาษทำมือจากมูลม้าทั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาแปรผลในภาพรวม โดยคำตอบทุกคำตอบของท่านจะเก็บรักษาเป็นความลับ และไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อตัวท่านหรือหน่วยงานของท่านเพราะข้อมูลจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อ ประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์เท่านั้น

ลงชื่อ

(นายจักรพันธ์ ขามโนนวัต)

นักศึกษาหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผู้ดำเนินการวิจัย

ส่วนที่ 1 ข้อทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่าง และใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องที่กำหนดไว้

- 1.1 เพศ ชาย หญิง
- 1.2 ช่วงอายุ อายุ 10 – 19 ปี อายุ 20 – 29 ปี
 อายุ 30 – 39 ปี อายุ 40 – 49 ปี
 อายุ 50 – 59 ปี อายุ 60 ปีขึ้นไป
- 1.3 ระดับการศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.
 ระดับปวส./อนุปริญญา ระดับปริญญาตรี
 ระดับปริญญาโท ระดับปริญญาเอก
- 1.4 อาชีพ นักเรียน / นักศึกษา
 รับราชการ พนักงาน ลูกจ้างของรัฐ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ
 พนักงาน / ลูกจ้างเอกชน
 ธุรกิจส่วนตัว / ประกอบอาชีพอิสระ
- 1.5 รายได้ รายได้ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท
 รายได้ 10,001 – 15,000 บาท
 รายได้ 15,001 – 20,000 บาท
 รายได้ 20,001 – 25,000 บาท
 รายได้ 25,001 – 30,000 บาท
 รายได้ สูงกว่า 30,000 บาท

ส่วนที่ 2 การให้คะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์กระดาษทำมือจากมูลม้า

คำชี้แจง : : โปรดพิจารณาผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยกระดาษทำมือจากมูลม้า แล้วกรอกข้อมูลลงในช่องว่าง และใส่เครื่องหมาย ในช่อง ที่กำหนดไว้ เกณฑ์การให้คะแนน แบบ Rating scale แบ่งออกเป็น 5 ระดับ หมายถึงคือ

- 5 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด 4 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจมาก
 3 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจระดับปานกลาง 2 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจน้อย
 1 คะแนน หมายถึง ความพอใจน้อยที่สุด

ลักษณะของผลิตภัณฑ์	ระดับคะแนนความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ความสวยงามของผลิตภัณฑ์					
2. ผิวสัมผัสของผลิตภัณฑ์					
3. ความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์					
4. การนำไปใช้งานได้จริงของผลิตภัณฑ์					
5. ความเหมาะสมในการนำกระดาษทำมือจากมูลม้ามาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์					
6. ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ด้วยกระดาษทำมือจากมูลม้ามีความแปลกใหม่น่าสนใจ					
7. ผลิตภัณฑ์นี้สามารถจัดจำหน่ายได้					
8. ความพึงพอใจโดยรวม					

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ (ถ้ามี)

.....

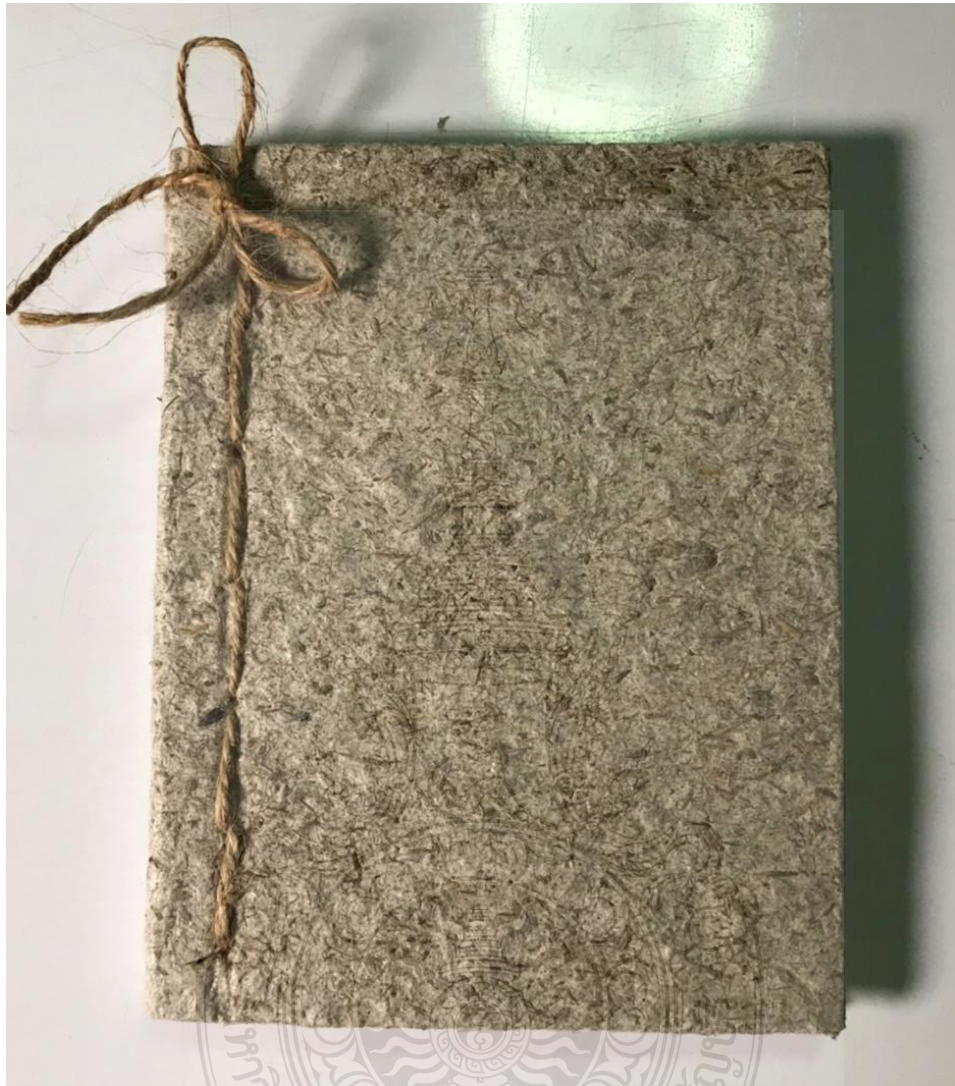
.....

.....

.....

ภาคผนวก ง
ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

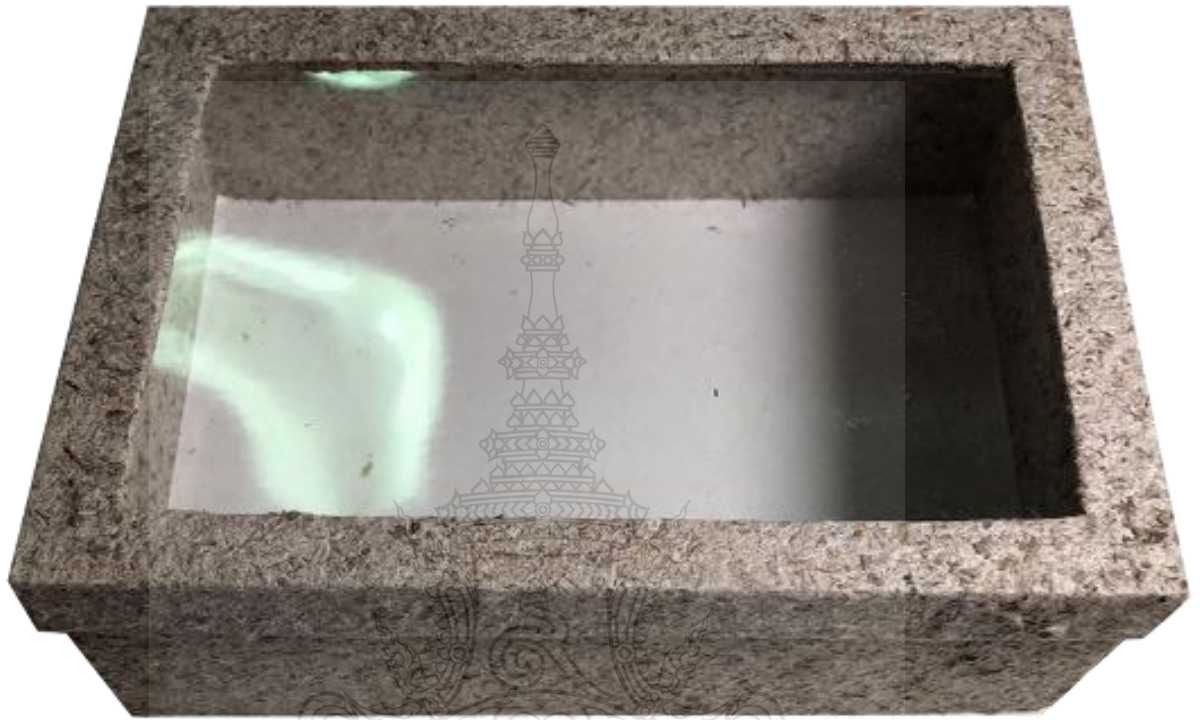




รูปที่ ง.1 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ สมุดบันทึกรูปแบบที่ 1



รูปที่ ง.2 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ สมุดบันทึกรูปแบบที่ 2



รูปที่ ง.3 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ กล่องบรรจุภัณฑ์





รูปที่ ง.4 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ภาพประดับตกแต่งฝาผนัง



ภาคผนวก จ
การเผยแพร่งานวิจัย

การประชุมวิชาการ

สัตวศาสตร์แห่งชาติ

ประจำปี พ.ศ. 2563 - 2564 ครั้งที่

9

21 พฤษภาคม 2564

เรียน : คุณจักรพันธ์ ขามโนนวัต

เรื่อง : แจ้งผลการพิจารณาบทความ

ข้อบทความ : การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากมูลม้าสำหรับการทำกระดาษ

ตามที่ท่านได้ส่งบทความเพื่อเข้าร่วมนำเสนอผลงานทางวิชาการ (ตีพิมพ์ในวารสารแก่นเกษตรฉบับพิเศษ) ในการประชุมวิชาการสัตวศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ 9 ระหว่างวันที่ 23-26 มิถุนายน 2564 แล้วนั้น บัดนี้ผู้ทรงคุณวุฒิ และฝ่ายวิชาการได้พิจารณาผลงานเรียบร้อยแล้ว เรามีความยินดีที่จะแจ้งให้ท่านทราบว่าบทความวิจัยของท่าน มีความเหมาะสมที่จะตีพิมพ์ได้ บทความจะลงตีพิมพ์ ปี 49 ฉบับพิเศษ 2 (2564) ISSN 0125-0485

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ แพงคำ)

ประธานฝ่ายวิชาการ

การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ 9

สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางสัตว์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 044-224-378, 083-4980098

email: nascot@sut.ac.th

<http://nascot2020.sut.ac.th/>





การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ ๙

ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๓-๒๕๖๔

ขอมอบเกียรติบัตรนี้เพื่อแสดงว่า

นายจักรพันธ์ ขามโนนวัต

ได้ร่วมนำเสนอผลงาน

ประเภทการนำเสนอ โปสเตอร์

งานประชุมวิชาการสัตวศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ ๙
“ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ นำปศุสัตว์ไทยสู่ความยั่งยืน”

ระหว่างวันที่ ๒๓-๒๕ มิถุนายน พ.ศ.๒๕๖๔

ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

(นายชยานนท์ กฤตยาแขวง)

นายกสมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์ฯ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพงษ์ แพสุวรรณ)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

ประวัติผู้เขียน	นายจักรพันธ์ ขามโนนวัต
วัน เดือน ปีเกิด	1 ธันวาคม พ.ศ. 2528
ที่อยู่ การศึกษา	2360 ถ.มุขมนตรี ตำบล ในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ (กลุ่มวิชาประดิษฐ์) คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พ.ศ. 2564
ประสบการณ์การทำงาน	15 ธันวาคม พ.ศ. 2558 ครูผู้ช่วย ศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดปทุมธานี 2 เมษายน พ.ศ. 2563 ครู ศูนย์การศึกษาพิเศษ เขตการศึกษา 11 จังหวัดนครราชสีมา
เบอร์โทรศัพท์	09-8939-2449
อีเมล	chakkaphan_k @ mail.rmutt.ac.th

