การตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษซังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์

WATER REPELLENCY FINISHING OF PAPER FROM JACKFRUIT SEPAL FOR HANDICRAFT

จินตนา บมขุนทด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษจากซังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์

จินตนา บมขุนทด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษจากซังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์ Water Repellency Finishing of Paper from Jackfruit Sepal for Handicraft
ชื่อ-นามสกุล	นางสาวจินตนา บมขุนทด
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์สุทัศนีย์ บุญโญภาส, M.A.
ปีการศึกษา	2555

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……..ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศรีกาญจนา จตุพัฒน์วโรดม, Ph.D.)

……..กรรมการ
(อาจารย์รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, Ph.D.)

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

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

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

……...คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(อาจารย์จีรวัฒน์ เหรียญอารีย์, คศ.ม.)
วันที่ 19 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2556

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษจากซังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์
ชื่อ-นามสกุล	นางสาวจินตนา บมขุนทด
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์สุทัศนีย์ บุญโญภาส, M.A.
ปีการศึกษา	2555

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาสมบัติทางกายภาพของซังขนุน ผลิตกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ ทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ และสำรวจความพึงพอใจของผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

วิธีการวิจัยคือ ศึกษาสมบัติทางกายภาพของซังขนุนโดยการศึกษาข้อมูลจากหนังสือ เอกสาร งานวิจัยและจากการส่องซังขนุนแห้งด้วยกล้องจุลทรรศน์ Microscope ภาพตัดขวาง และภาพตามยาว ประดิษฐ์กระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ ทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ และสำรวจความพึงพอใจของผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ จำนวน 15 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า ภาพตัดขวางและภาพตามยาวของซังขนุนมีลักษณะพื้นผิวที่เรียบ มัน มีใยอาหารร้อยละ1.8 การสะท้อนน้ำของกระดาษซังขนุนอยู่ในระดับ 50 คือผิวกระดาษด้านหน้า รอบบริเวณที่ถูกน้ำพ่นเปียกทั้งหมด ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำพบว่า มีน้ำหนัก 112.9 กรัมต่อตารางเมตร หนา 0.12 มิลลิเมตร ความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงดึง 67.7 นิวตัน และความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงฉีกขาด 138.2 นิวตัน และผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำพบว่า มีความพึงพอใจการสะท้อนน้ำอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.60) รองลงมาคือพึงพอใจด้านความสม่ำ-เสมอของผิวกระดาษ ($\bar{x}$ = 4.53) ความเหมาะสมของลวดลาย ($\bar{x}$ = 4.33) ความหนา ($\bar{x}$ = 4.20) ความประณีตและความเหมาะสมในการใช้งาน ($\bar{x}$ = 4.13) การใช้ในงานประดิษฐ์ เช่น กล่องอเนกประสงค์ ($\bar{x}$ = 4.07) ความเหนียว ($\bar{x}$ = 3.93) ความสะอาดไม่มีสิ่งสกปรกหรือเปรอะเปื้อน ($\bar{x}$ = 3.87) ความพึงพอใจโดยรวม ($\bar{x}$ = 3.80) และความสม่ำเสมอ ($\bar{x}$ = 3.67)

คำสำคัญ: กระดาษซังขนุน การสะท้อนน้ำ สมบัติทางกายภาพ การตกแต่ง

Thesis Title	Water Repellency Finishing of Paper from Jackfruit Sepal for Handicraft
Name - Surname	Miss JintanaBomkhuntod
Program	Home Economics Technology
Thesis Advisor	Mrs. Supa Chulacupt, Ph.D.
Thesis Co-Advisor	Associate Professor Sutusanee Boonyobhas, M.A.
Academic year	2012

ABSTRACT

This research was aimed to study the physical properties of the Jackfruit Sepal, to produce water repellent paper from Jackfruit Sepal, to test its physical properties, and to survey the satisfaction with the paper.

In the experiment, the physical properties of the Jackfruit Sepal were studied from books, research papers and journals. Anoptical microscope was also used to study the cross and longitudinal sections. The water repellent paper was then made from Jackfruit Sepal and its physical properties were tested. Data about satisfaction with the paper were collected from 15 people who were knowledgeable of crafts creation and statistically analyzed in terms of mean, percentage and standard deviation.

From the study of the cross and longitudinal sections of Jackfruit Sepal, it was found that the surface was smooth and glossy while its fiber content was 1.8percent.The water repellence of the paper was at the level of 50. All surfaces were found wet when sprayed with water. Concerning the physical properties of the paper, it was found that the paper weight was 112.9 g/m^2; the thickness, 0.12 mm; the tensile strength, 67.6 N; and the tear strength, 138.2 N. Concerning the satisfaction with the paper it was found that the satisfaction with its water repellence was at the highest level ($\bar{x}$ = 4.60), followed by the satisfaction with the smooth surface ($\bar{x}$ = 4.33), with the pattern ($\bar{x}$ = 4.33),with the thickness ($\bar{x}$ =4.20), with the refinement and the appropriateness in use ($\bar{x}$ =4.13),with the use in crafts creatione.g.a paper box ($\bar{x}$ =4.07),with the toughness ($\bar{x}$ =3.93), with the cleanliness ($\bar{x}$ =3.87),the overall satisfaction ($\bar{x}$ =3.80),and with the smoothness ($\bar{x}$ =3.67).

Keywords: paper from jackfruit sepal, water repellence, physical properties, finishing

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยความเมตตากรุณาอย่างสูงจากดร.สุภา จุฬคุปต์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์สุทัศนีย์ บุญโญภาส กรรมการวิชาเอก ดร.รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ศรีกาญจนา จตุพัฒน์-วโรดม ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้ช่วยศาสตราจารย์สาคร ชลสาคร ที่กรุณาให้คำแนะนำ และให้คำปรึกษาตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณโอกาสนี้

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาและประสบการณ์ที่ดีตลอดหลักสูตรการเรียนขอบคุณเจ้าหน้าที่ประสานงานหลักสูตรที่ช่วยอำนวยความสะดวกในทุกขั้นตอนของการทำวิทยานิพนธ์ ขอบคุณทุกคำแนะนำและคำปรึกษาจากรุ่นพี่ที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ และที่ขาดไม่ได้คือ ขอขอบคุณเพื่อนๆ สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรม-ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจอยู่เคียงข้างด้วยความเต็มใจตลอดมา

ท้ายที่สุดนี้ขอขอบพระคุณสมาชิกทุกคนในครอบครัวบมขุนทด ที่ได้ให้คำแนะนำที่ก่อให้เกิดปัญญาและแนวทางในการดำเนินชีวิตคุณประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน และประเทศชาติเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

จินตนา บมขุนทด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญภาพ ..... ฌ
บทที่
1 บทนำ
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 สมมติฐานการวิจัย 2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย 2
1.5 คำจำกัดความในการวิจัย 3
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย 3
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.1 ขนุน 5
2.2 กระดาษ 9
2.3 การสะท้อนน้ำ 31
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 35
3 วิธีดำเนินการวิจัย
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 38
3.2 วัสดุและอุปกรณ์ 38
3.3 วิธีการวิจัย 38

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ... 43

4 ผลการวิจัย

4.1 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของซังขนุน ... 45

4.2 ประดิษฐ์กระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ ... 46

4.3 ทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ ... 48

4.4 สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ ... 49

5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล ... 53

5.2 ข้อเสนอแนะ ... 55

บรรณานุกรม ... 58

ภาคผนวก ... 62

ภาคผนวก ก ... 63

ภาคผนวก ข ... 65

ภาคผนวก ค ... 67

ภาคผนวก ง ... 72

ภาคผนวก จ ... 76

ภาคผนวก ฉ ... 78

ประวัติผู้เขียน ... 82

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 องค์ประกอบของขนุนแก่ ซังขนุนและเมล็ดขนุนดิบ 9
2.2 ตัวอย่างมาตรฐานกระดาษสาไทย 21
4.1 การทดสอบการสะท้อนน้ำของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ 47
4.2 สมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุน 48
4.3 สมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ 49
4.4 เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม 49
4.5 อายุของผู้ตอบแบบสอบถาม 50
4.6 อาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม 50
4.7 การศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม 51
4.8 อาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม 51
4.9 ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ 52

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 3

2.1 ขนุน 5

2.2 ขนุนหนัง 7

2.3 ขนุนละมุด 8

2.4 ขนุนละมุด 8

2.5 ค่าแรงตึงผิววิกฤตของผ้าฝ้ายขณะเปียกและขณะสะท้อนน้ำ 32

2.6 ปรากฏการณ์การโค้งของผิวของเหลว 32

2.7 องค์ประกอบเคมีของสาร Paraffin, wax 33

2.8 องค์ประกอบเคมีของสาร Silicone 34

2.9 องค์ประกอบเคมีของสาร Fluorocarbon-based repellents 35

3.1 ซังขนุนตากแห้ง 39

3.2 การต้มซังขนุน 39

3.3 การตีเส้นใย 40

3.4 การกรองเส้นใย 40

3.5 การช้อนกระดาษ 41

3.6 การทำแห้งกระดาษ Steam dry 41

3.7 การดึงกระดาษเมื่อแห้ง 42

3.8 กระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ 42

4.1 ภาพตามขวางของซังขนุน 45

4.2 ภาพตามยาวของซังขนุน 46

4.3 กระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ 47

4.4 ลักษณะเส้นใยกระดาษซังขนุน……..……47

4.5 ลักษณะเส้นใยกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ……..……48

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมกล่าวว่ากระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษไตรมาส1ปี 2556 มีมูลค่าการส่งออก 394.20 ล้านเหรียญสหรัฐฯ เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.31 เมื่อเปรียบเทียบกับไตรมาสก่อน และเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.49 เมื่อเปรียบเทียบกับไตรมาสเดียวกันของปีก่อนเนื่องจากตลาดส่งออกกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษที่สำคัญโดยเฉพาะประเทศเกาหลีใต้ สหรัฐอาหรับเอมิเรสต์ และเวียดนาม มีการนำเข้ากระดาษพิมพ์เขียน เพิ่มขึ้น ซึ่งกระดาษชนิดนี้ประเทศไทยมีสัดส่วนของมูลค่าการส่งออกมากที่สุดเมื่อเทียบกับกระดาษชนิดอื่นๆสูงถึงร้อยละ 42.25 ของมูลค่าการส่งออกกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ รองลงมาคือ กระดาษชำระกระดาษแข็งบรรจุภัณฑ์กระดาษ (หีบกล่องซองฯ) กระดาษและผลิตภัณฑ์ กระดาษอื่น ๆ และกระดาษคราฟท์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 20.06 15.07 11.24 10.31 และ 1.07 ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2556) ซึ่งปัจจุบันมีการนำกระดาษไปใช้ในงานประดิษฐ์มากมายหลายชนิด มีทั้งวัตถุดิบที่ทำจากใยสังเคราะห์และใยธรรมชาติ เช่น กระดาษสา กระดาษป่านธรรมชาติ กระดาษป่านฟิลิปปินส์ กระดาษตาข่าย กระดาษเคลือบตะกั่ว กระดาษแก้ว กระดาษห่อของขวัญ กระดาษย่น กระดาษฟอยด์สี กระดาษสาเกาหลี เป็นต้น

ซังขนุนเป็นเศษเหลือทิ้งจากการบริโภคเนื้อขนุนซึ่งมีจำนวนมากผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนากระดาษจากซังขนุน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับซังขนุนซึ่งเป็นเศษเหลือทิ้งเพราะซังขนุนยังคงมีกลิ่นหอม รสหวาน และมีเส้นใยในปริมาณมากสามารถนำมาแปรรูปเป็นกระดาษจากซังขนุน เพื่อให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์และปัจจุบันประชาชนหันมาให้ความสนใจเกี่ยวกับธรรมชาติและเลือกที่จะสิ่งที่ทำมาวัตถุดิบธรรมชาติส่งผลให้ตลาดของผลิตภัณฑ์ที่ทำวัตถุธรรมชาติมีมูลค่าอัตราการขยายตัวสูงขึ้นยังสามารถลดสภาวะโลกร้องจากใช้กระดาษพลาสติกและยังมีการลดต้นทุนกระดาษนำเข้าในประเทศฟิลิปปินส์ซึ่งมีราคาแพง (วินัย ตาระเวช, 2549)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษซังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์ซึ่งผลจากการวิจัยในครั้งนี้โดยศึกษาสมบัติทางกายภาพของซังขนุนผลิตกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำและสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อสถานประกอบการ

ในการพัฒนากระดาษซังขนุนจากเส้นใยธรรมชาติให้มีคุณสมบัติสะท้อนน้ำได้ดีและต่อไปในอนาคตยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่กระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำจากเส้นใยธรรมชาติอีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุนในการนำเข้ากระดาษจากประเทศเกาหลีอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1.2.1 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของซังขนุน

1.2.2 ประดิษฐ์กระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

1.2.3 ทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

1.2.4 สำรวจความพึงพอใจของผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ความพึงพอใจของมีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำอยู่ในระดับมากที่สุด

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาการตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษซังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์ครั้งนี้มีขอบเขตในการวิจัย ดังนี้

1.4.1 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของซังขนุน โดยการศึกษาข้อมูลจากหนังสือ เอกสารงานวิจัยและจากการส่องซังขนุนแห้งด้วยกล้องจุลทรรศน์ Microscope ภาพตัดขวาง และภาพตามยาว

1.4.2 ประดิษฐ์กระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำด้วยมือแบบญี่ปุ่น ขนาด 67×97 เซนติเมตร จำนวน 25 แผ่น และทดสอบการสะท้อนน้ำของกระดาษ

1.4.3 ทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ 4 ด้าน คือ ทดสอบหาน้ำหนักกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ การทดสอบหาความหนาของกระดาษ การทดสอบหาความคงทนของกระดาษต่อแรงดึงและการทดสอบหาความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงฉีกขาด

1.4.4 สำรวจความพึงพอใจของผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำและวิเคราะห์ผล

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

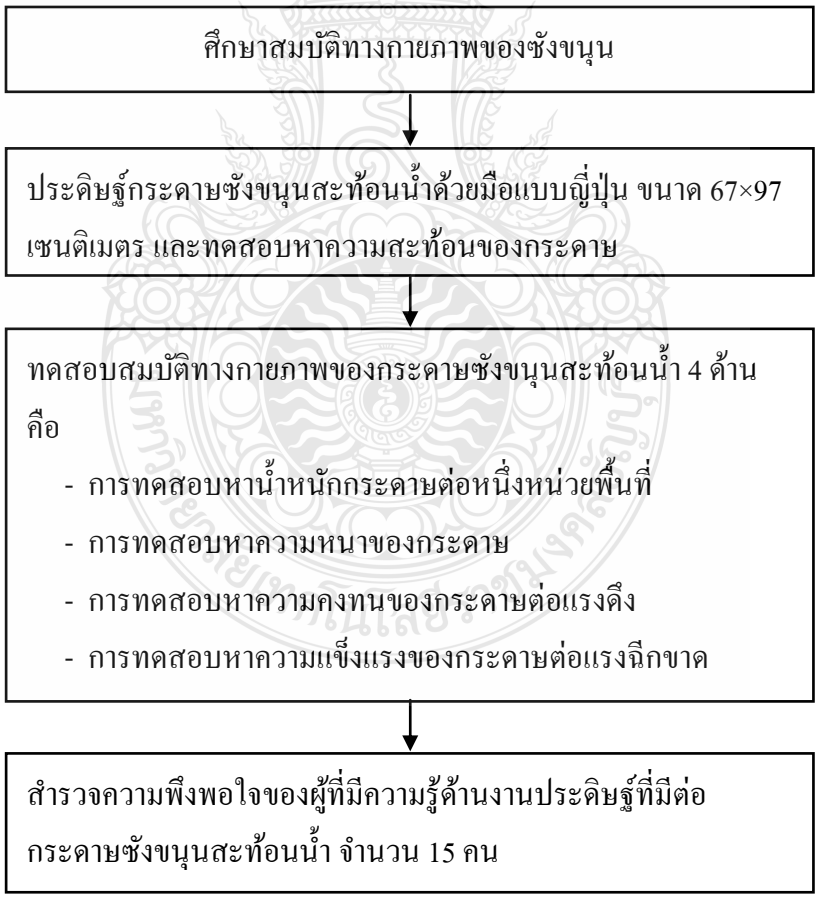
กระดาษซังขนุน หมายถึง กระดาษที่ทำมาจากซังขนุนโดยนำซังขนุนมาผ่านกระบวนการการต้มแล้วช้อนแผ่นบนตะแกรงแล้วทำให้แห้งโดยวิธีใช้ความร้อนจากไอน้ำ Steam dry

การสะท้อนน้ำ หมายถึง เมื่อหยดน้ำแล้วน้ำกลิ้งเป็นก้อนกลมๆไปมาบนกระดาษเหมือนน้ำกลิ้งบนใบบัว

สมบัติทางกายภาพ หมายถึง การทดสอบหาคุณสมบัติของกระดาษ 4 ด้าน คือ การหาน้ำหนักกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่การหาความหนาของกระดาษ การหาความคงทนของกระดาษต่อแรงดึงและการหาความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงฉีกขาด

การตกแต่ง หมายถึง การเพิ่มคุณค่าที่ดีให้กับกระดาษเพื่อให้กระดาษมีคุณสมบัติตรงตามความต้องการของการนำไปใช้งาน

1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ทำให้เกิดการสร้างงานและเพิ่มรายได้ให้แก่ครอบครัวเกษตรกรในชุมชนที่ปลูกขนุนมาผลิตเป็นกระดาษซังขนุน

1.7.2 เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับต้นขนุนหลังการเก็บผลผลิตและเป็นแนวทางส่งเสริมให้การผลิตแบบอุตสาหกรรมขนาดย่อม

1.7.3 เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจทั่วไปศึกษาข้อมูลเพื่อค้นคว้าดัดแปลงเป็นกระดาษจากเส้นใยชนิดอื่นๆ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษซังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจทั้งความสมบูรณ์ตรงตามวัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายของการวิจัยผู้วิจัยจึงได้รวบรวมทฤษฎี แนวคิด เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ขนุน (Jackfruit)

ขนุนมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่าArtocarpus Heterophyllus, Lamkอยู่ในตระกูล Moraceaeมีลักษณะดังภาพที่ 2.1 ถิ่นกำเนิดของขนุนอยู่ที่ประเทศอินเดีย จากนั้นได้แพร่หลายไปบนผืนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ด้วยกระบวนการค้าที่ติดต่อแลกเปลี่ยนสินค้ากันในแถบนี้ขนุนได้รับความนิยมอย่างมากโดยเฉพาะในแหลมมลายูได้ชื่อว่า แจ็กฟรุต (Jack fruit) คำว่า Jack มาจากคำว่า จากา (Jaka) เป็นภาษาโปรตุเกส ซึ่งก็เพี้ยนมากคำพื้นเมืองมลายู คือ จัคคา (Chakka) แปลว่า "กลม" อีกที่หนึ่ง คำว่าแจ๊กฟรุตนี้ เริ่มปรากฏครั้งแรกในช่วงศตวรรษที่ 17

ภาพที่ 2.1 ขนุน

ที่มา : www.poonitafarm.blogspot.com (2556)

2.1.1 การปลูกขนุน

ขนุนเป็นผลไม้เมืองร้อนขนาดใหญ่ ที่กำลังมีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่ง ถึงแม้ว่าขนุนจะไม่ใช้ไม้ผลพื้นเมืองดังเดิมของบ้านเมืองแต่ก็มีการปลูกกันมาตั้งแต่สมัยโบราณในอดีตที่ผ่านมานั้นไม่นิยมปลูกขนุนเป็นสวนเพื่อการค้าอย่างจริงจังไม่เหมือนกับไม้ผลอื่นๆหรือปลูกไว้สวนหลังบ้านเพียงครอบครัวละสองสามต้นเกษตรกรเพิ่มเริ่มให้ความสนใจปลูกขนุนกันมากขึ้นเมื่อประมาณ 20 ปีโดยมีการคัดเลือกพันธุ์ดีมาปลูก และเริ่มมีการทำสวนขนุนกันอย่างเป็นสันพื้นที่การปลูกขนุนก็ขยายปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆทุกปี จากการสำรวจของกรมส่งเสริมการเกษตรพบว่าในปี 2534 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกขนุนทั้งหมดประมาณ 260,000ไร่ได้ผลผลิตทั้งหมดประมาณ 56,000,000 ผล เฉลี่ยแล้วประมาณ 350 ผลต่อไร่ พื้นที่ปลูกขนุนกระจัดการกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ จังหวัดที่มีการปลูกขนุนมากที่สุดก็คือ จังหวัดชลบุรีโดยมีพื้นที่ปลูกรวมทั้งสิ้นประมาณ 33,000ไร่ ผลผลิต 500 ผลต่อไร่

2.1.2 ลักษณะทั่วไปของขนุน

ขนุนเป็นผลไม้ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกมีระบบรากที่หยั่งลึกลงในดินทำให้มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี เป็นไม้ที่ไม่มีการผลัดใบ และมักจะมียางสีขาวอยู่ทุกส่วนของต้นมีทรงพุ่มสูง ค่อนข้างแน่นทึบออกดอกติดผลตามลำต้นและกิ่งใหญ่เริ่มตกผลครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 3-5 ปีหลังปลูก

2.1.2.1 ลำต้นเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางลำต้นสูงประมาณ 8-15 ซม.มียางขาวทั้งต้นไม้เนื้ออ่อน แกนสีเหลือง

2.1.2.2 ใบมีรูปร่างกลมรีเนื้อในเหนียวและหนา ปลายใบแหลมยาว 7-15 ซม. ก้านใบยาว 1-2.5ซม. ใบสีเขียวเรียบเป็นมัน

2.1.2.3 ดอกเป็นกลุ่มช่อดอกตัวเมียและตัวผู้จะอยู่บนต้นเดียวกัน ช่อดอกตัวผู้จะออกที่โคนกิ่งลำต้นง่ามใบลักษณะของดอกเป็นแท่งยาวประมาณ 2.5 ซม.ช่อดอกตัวเมียเป็นแท่งกลมออกจากลำต้นก้านขนานใหญ่ ดอกตัวผู้มีกลิ่นหอมคล้ายส่าเหล้า

2.1.2.4 ผลเป็นผลรวมผลกลมและยาวขนาดใหญ่ หนัก 10-60 กิโลกรัม ในหนึ่งผลใหญ่จะมีผลย่อยหลายผล (เรียงยวง) เมล็ดกลมรีเนื้อหุ้มเมล็ดสีเหลืองถ้าสุกมีกลิ่นหอมเปลือกหุ้มเมล็ดบาง

2.1.3 พันธุ์ขนุน

2.1.3.1 ขนุนหนังเป็นขนุนที่ปลูกกันมากที่สุดผลมีลักษณะกลมยาวยวงโตไส้เล็กเนื้อแน่นและหนาเมื่อผลสุกเปลือกจะเหนียวและมียางมากฐานยวงยึดติดกับแกนกลางหรือไส้ของผลปลายยวงติดกับแกนกลางหรือไส้ของผลปลายยวงติดกับเปลือกผลระหว่างยวงมีซังอัดแน่นสลับกันไปทั้งผลเนื้อยวงแห้งแข็งกรอบรสหวานสีของเนื้อมีตั้งแต่สีเหลืองอ่อนเหลืองเข้มจนถึงสีดอกจำปาหรือสีชมพูเป็นขนุนที่เหมาะสำหรับที่จะนำมาแกะยวงขาย ขนุนหนังดังกล่าวอาจมีการเรียกชื่อตามสีของเนื้อ เช่น ขนุนที่มีเนื้อสีจำปาก็เรียกว่าขนุนพันธุ์จำปาหรือจำปากรอบดังภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.2 ขนุนหนัง
ที่มา : www.poonitafarm.blogspot.com (2556)

2.1.3.2 ขนุนละมุดเป็นขนุนที่มีลักษณะผลขนาดเล็กรูปทรงผลค่อนข้างกลมหนามถี่และแหลมเปลือกบางเมื่อผลสุกเปลือกจะนิ่มถ้าลองเอามือกดหรือบีบที่ผิวจะมีรอยยุบจมลงตามรอยกด นอกจากนั้นยังสามารถที่จะใช้มือฉีกและดึงเอาใส่กลางของผลออกมาได้สะดวกโดยทั่วไปขนุนชนิดนี้จะมีผิวเปลือกเป็นสีเขียวอมเหลืองหนามไม่มีรอยรอบสีน้ำตาลยวงและซังอ่อนนุ่มเนื้อเหนียวยวงมีขนาดเล็กและค่อนข้างบางรสชาติหวานจัดกลิ่นหอมฉุน และเนื่องจากเป็นขนุนที่มีเนื้อค่อนข้างเละจึงไม่เหมาะที่จะนำไปเป็นขนุนสำหรับแกะยวงขายเพราะไม่ได้ราคาแต่เหมาะสำหรับใช้ทำเป็นขนุนกวนหรือขายเป็นขนุนอ่อนและนำเมล็ดมาเพาะทำเป็นต้นตอสำหรับการติดตาทาบกิ่ง และเปลี่ยนยอดขนุนพันธุ์ดี เนื่องจากขนุนละมุดมีความทนทาน และปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆได้ดีดังภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.3 ขนุนละมุด
ที่มา : www.thairath.co.th (2556)

2.1.3.3 ขนุนจำปาดะ เป็นขนุนชนิดที่พบมากทางภาคใต้มีลักษณะลำต้นใบ และรูปทรงผลคล้ายกับขนุนหนังมากแต่ผลมีขนานเล็กมากกว่าใบมีขนสีน้ำตาลค่อนข้างสากมือผลกลมยาว หนามเล็ก เปลือกผลบาง เมื่อสุกจะมียางน้อย ปลายยวงไม่ติดกับเปลือกผล เมื่อผ่าแบะผลออกแล้วดึงขั้วของแกนกลางผล ยวงจะติดออกมากับแกนกลางของผลทั้งหมด เนื้อยวงค่อนข้างเละ รสชาติหอมหวาน กลิ่นฉุนมากกระจัดกระจายทั่วไปทั้งนี้เนื่องจากขนุนเป็นไม้ผลที่คนไทยปลูกกันมานานหลายร้อยปีดังที่ได้กล่าวมาแล้วในอดีตที่ผ่านมานั้นการปลูกขนุนโดยทั่วไปนิยมปลูกด้วยการเพาะเมล็ดทั้งสิน เพราะการขยายพันธุ์ด้วยวิธีอื่นยังไม่ได้เป็นที่รู้จักและนิยมใช้กับขนุนเหมือนดังเช่นปัจจุบันทำให้ขนุนเกิดการกลายพันธุ์ขึ้นมามากมาย ลักษณะขนาด รูปร่างผล และเนื้อยวงที่แตกต่างกันไปตามชื่อสถานที่ปลูกชื่อเจ้าของผู้ปลูกตลอดจนลักษณะรูปร่างของผลหรือสีของเนื้อยวง ดังภาพที่ 2.4

ภาพที่ 2.4 ขนุนจำปาดะ
ที่มา : www.thairath.co.th (2556)

2.1.4 องค์ประกอบของขนุนแก่ ซังขนุนและเมล็ดขนุนดิบ

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของขนุนแก่ ซังขนุนและเมล็ดขนุนดิบ

องค์ประกอบ	ขนุนแก่	ซังขนุน	เมล็ดขนุนดิบ
ความชื้น (ร้อยละ)	72.90	66.60	60.70
ไขมัน (ร้อยละ)	0.30	0.00	0.20
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	23.70	29.20	30.60
ใยอาหาร (ร้อยละ)	0.90	1.80	1.60
โปรตีน (ร้อยละ)	1.70	1.40	5.50
พลังงานความร้อน (kcal/100g)	94.00	122.00	146.00
แคลเซียม (mg/100g)	27.00	21.00	0.00
ฟอสฟอรัส (mg/100g)	38.00	13.00	105.00
เหล็ก (mg/100g)	0.60	0.20	2.90
วิตามินบี 1 (mg/100g)	0.09	0.08	1.74
วิตามินบี 2 (mg/100g)	0.11	0.15	0.02
วิตามินซี(mg/100g)	9.00	13.00	3.25
ไนอาซิน (mg/100g)	0.70	-	24.00
วิตามินเอ (หน่วยสากล IU)	392.00	-	22.00

ที่มา : กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (2527)

2.2 กระดาษ (Paper)

กระดาษหมายถึง วัสดุแผ่นบางซึ่งโครงสร้างประกอบด้วยเส้นใยหรือไฟเบอร์(Fiber) เรียงตัวประสานกันอย่างเป็นระเบียบโดยการยึดประสานกันของเส้นใยเกิดจากตัวเส้นใยเองไม่ได้เกิดจากการใส่สารอื่นเข้าไปเป็นตัวประสาน(สมาคมเยื่อและกระดาษแห่งประเทศไทย, 2549)

กระดาษหมายถึง วัตถุแผ่นบางๆโดยทำมาจากใยเปลือกไม้ ฟาง เศษผ้า และอาจมีส่วนผสมอย่างอื่นเพื่อช่วยให้คุณสมบัติของกระดาษดีขึ้น(บริษัทสุพรีมพริ้นท์ จำกัด, 2556)

กระดาษหมายถึง วัตถุเป็นแผ่นบางๆโดยมากทำจากใยเปลือกไม้ ฟาง หญ้า หรือ เศษผ้า เป็นต้น ใช้เขียนหรือพิมพ์หนังสือ หรือห่อของและอื่นๆ(พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน, 2542)

2.2.1 ประวัติความเป็นมาของกระดาษ

คำว่า กระดาษ (Paper) หมายถึง แผ่นวัสดุบางซึ่งทำมาจากเส้นใย (Fiber)ผสมกับสารเติมแต่ง (Additive) ต่าง ๆ ตั้งแต่หนึ่งชนิดขึ้นไป ซึ่งสารเติมแต่งนี้อาจเติมก่อนการขึ้นเป็นแผ่น (Sheet format) หรืออาจเติมภายหลังการขึ้นแผ่นก็ได้ กระดาษที่ได้หรือผลิตออกมามีระดับสูงกว่า 255 กรัมต่อตารางเมตรขึ้นไป จะถือว่าเป็นกระดาษแข็ง (สมชาติ ตรวจจิต, 2539) การนำกระดาษมาใช้งานมีมาเป็นเวลานานตั้งแต่ก่อนคริสตกาลโดยที่ชาวอียิปต์ได้บันทึกเรื่องราวต่าง ๆ ของตนเองไว้ที่แผ่นวัสดุที่ทำจากพืชชนิดหนึ่งเรียกว่า Papyrus หรือ กระดาษพาไปรัส (รังสรรค์ รักษาผล, 2539) ลักษณะเป็นเนื้อเยื่อบาง ๆ ของกกชนิดหนึ่ง ซึ่งต่อมาในปี ค.ศ. 105 ชาวจีนชื่อ Aileumเป็นคนแรกที่ค้นพบวิธีการทำกระดาษ โดยใช้วิธีการนำเปลือกไม้ของต้น Mulberry มาทำเป็นชิ้นเล็ก ๆผสมกับเศษผ้าแล้วนำไปบดหรือตีในน้ำ จนกระจายตัวมีลักษณะที่เห็นชัดเจนว่าเป็นเส้นใยแล้วใช้ตะแกรงไม้ไผ่ไปช้อนเส้นใยที่แขวนลอยนำไปผึ่งแดดให้แห้งจึงได้เป็นแผ่นกระดาษและใช้กันอย่างกว้างขวาง และต่อมาความเจริญทางประดิษฐ์กรรมได้แพร่หลายไปในยุโรปโดยนักประดิษฐ์ชาวเยอรมันชื่อ Gutenberg ได้ประดิษฐ์เครื่องพิมพ์สำเร็จทำให้การพิมพ์สะดวก รวดเร็ว ความต้องการของกระดาษสูงขึ้น มีการค้นคว้าวิธีการผลิตเยื่อกระดาษทั้งกระบวนการผลิตแบบเชิงกล (Mechanical process) และแบบเคมี (Chemicalprocess)ขึ้นมาปัจจุบันจึงเป็นที่นิยมแพร่หลายและมีความเจริญด้านประดิษฐ์กรรมเยื่อกระดาษมากขึ้น (รุ่งอรุณ สร้อยสิงห์, 2537)สำหรับประเทศไทยได้มีการสันนิษฐานว่ากระดาษที่นำเข้ามาเป็นครั้งแรกโดยชาวโปรตุเกสในสมัยอยุธยา โดยคำว่า กระดาษในภาษาไทยสันนิษฐานว่าเรียกเพี้ยนมาจากภาษาโปรตุเกสซึ่งเรียกว่า Carts แปลว่า กระดาษ ในประเทศไทยไม่มีหลักฐานที่แน่นอนว่าเริ่มมีมาตั้งแต่เมื่อใด แต่ก็มีหลักฐานพบว่า ประเทศไทยมีกระดาษใช้แล้วตั้งแต่สมัยอยุธยา คือ พงศาวดารฉบับหลวงประเสริฐ ซึ่งเป็นหนังสือเก่าแก่ที่สุดเป็นกระดาษข่อยมีสีดำอักษรสีขาว (รุ่งอรุณ สร้อยสิงห์, 2537) ดังนั้นนับได้ว่ากระดาษข่อยเป็นกระดาษชนิดแรกที่คนไทยผลิตใช้ได้เองต่อมาการผลิตกระดาษในประเทศไทยได้มีการพัฒนาตามลำดับมีการเปลี่ยนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต เป็นกระดาษใบลาน กระดาษสา เป็นต้น สำหรับอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษของไทยเกิดขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2479 กรมแผนที่ทหารบกได้ดำเนินการจัดสร้างโรงงานกระดาษขึ้นอีกแห่งหนึ่งที่กาญจนบุรีและเปิดดำเนินการในปี พ.ศ. 2481วัตถุดิบที่ใช้ทำเยื่อกระดาษโดยทำการผลิตจากไม้ไผ่ ไม้รวก ไม้เบญจพรรณเนื้ออ่อน ต่อมาในปี พ.ศ. 2500 ทางราชการได้จัดตั้งโรงงานกระดาษบางประอินขึ้นที่ตำบลบางกระสั้น อำเภอบางปะอินจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผลิตกระดาษจากฟางข้าว หญ้าครบวงจรและเยื่อกระดาษที่สั่งซื้อมาจากต่างประเทศ กระดาษที่ผลิตได้เป็นกระดาษปอนด์ขาวที่ใช้เป็นกระดาษสำหรับพิมพ์และเขียน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2501 ทางราชการก็ได้ส่งเสริมให้มีการจัดตั้งโรงงานผลิตกระดาษ

9 ของภาคเอกชนขึ้น และมีการพัฒนากระบวนการผลิตตลอดจนทดลองการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบเรื่อยมาจนถึงปัจจุบันเส้นใยพืชในการผลิตกระดาษเส้นใยที่ใช้ในการผลิตกระดาษ อาจเป็นเส้นใยกระดาษ เส้นใยพืช เส้นใยแร่ หรือเส้นใยสังเคราะห์ก็ได้ ในการทำเยื่อกระดาษ (Paper pulp) วัตถุดิบที่สำคัญที่สุด คือ เส้นใยจากพืชเกือบทุกชนิดสามารถนำมาทำเป็นเยื่อกระดาษได้ซึ่งสามารถจำแนกตามแหล่งที่มาของพืชได้2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้(มนตรี สนิทประชากร, 2529)

2.2.1.1 กลุ่มที่1 พืชยืนต้น (Wood) แบ่งตามขนาดของเส้นใยได้2 ประเภท คือ

(1) ไม้เนื้ออ่อน (Soft wood) เป็นไม้จำพวก Coniferous หรือ Gymnospermมีใบเป็นรูเข็ม เป็นพืชยืนต้นพวกไม้ผลัดใบ เช่น Spruce, pienและ Fir ในประเทศไทยมีเพียง 2 ชนิด คือ สนสองใบ สนสามใบ เส้นใยของไม้เนื้ออ่อน เรียกว่าเยื่อใยยาวเป็นตัวหลักของกระดาษทำมาจากไม้เนื้ออ่อนอีกหลายชนิด เช่น ต้นสน ต้นยูคาลิปตัส ซึ่งมีเส้นใยยาวช่วยให้กระดาษมีความแข็งแรงและเหนียว และการเรียกชื่อทางการค้ามักมีอักษร N (Needle) นำหน้าเช่น NBKP (Needle Bleached Kraft Pulp) เพื่อระบุว่าเป็นเยื่อใยยาว

(2) ไม้เนื้อแข็ง (Hard wood) เป็นไม้จำพวก Angiosperm โดยทั่วไปมีใบกว้าง(Broad-leaved) ยกเว้นไม้บางชนิด เช่น สนทะเล และสนประดิพัทธ์ในเขตอบอุ่นเป็นพืชยืนต้นจำพวกไม้ผลัดใบ (Deciduous)เส้นใยของไม้เนื้อแข็งมีความยาวเฉลี่ยประมาณ1-2 มม. เช่น Eucalyptus, Aspen ต้นโอ๊ก, ต้นเมเปิ้ล และไม้ใบกว้างต่าง ๆ ในประเทศไทยไม้เนื้อแข็งจำพวกนี้เมื่อนำมาแยกเยื่อใยจะได้เส้นใยที่สั้นกว่าแต่ช่วยทำให้ผิวกระดาษเรียบและทึบแสงมากขึ้น และการเรียกชื่อทางการค้ามักมีอักษร L (Leave) นำหน้า เช่นLBKP (Leave Bleached Kraft Pulp)

กลุ่มที่2 พืชล้มลุก (Non-wood) เป็นแหล่งเส้นใยจากพืชล้มลุก เส้นใยที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ได้จาก

1. ส่วนที่เหลือทิ้งทางการเกษตร (Agricultural residue) เช่น ฟางข้าว และชานอ้อย
2. พืชตระกูลหญ้า (Natural growing plants) เช่น ไม้ไผ่ หญ้าขจร
3. พืชเส้นใยจากส่วนต่าง ๆ (Crop fiber) เช่น

3.1 เส้นใยที่ได้จากส่วนเปลือกและต้น (Bast or stem) เช่น ปอกระเจา ปอแก้วปอสา และกกที่ผู้วิจัยนำมาทดลอง

3.2 เส้นใยที่ได้จากส่วนใบ (Leaf fiber) เช่น สับปะรด และป่านศรนารายณ์

3.3 เส้นใยที่ได้จากเมล็ด (Seed fiber) เช่น ฝ้ายเป็นต้น

2.2.2 องค์ประกอบของกระดาษ

กระดาษเป็นแผ่นวัสดุซึ่งได้จากการนำวัสดุหลาย ๆ ชนิดมาผสมให้เข้ากันดีแล้วนำไปทำเป็นแผ่นวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมเหล่านี้ ได้แก่ เส้นใยสั้น เส้นใยยาว แป้งดินขาวและผงสี เป็นต้น เราสามารถแยกวัสดุที่ใช้ผสมเหล่านี้ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นองค์ประกอบหลักของกระดาษ ได้แก่ ส่วนที่เป็นเส้นใย ซึ่งเป็นโครงสร้างของแผ่นกระดาษและส่วนที่ไม่ใช่เส้นใย (Non fibrous materials)ซึ่งเป็นส่วนที่สามารถเติมแต่งผสมลงในส่วนเส้นใยเพื่อปรับปรุงสมบัติของกระดาษให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานโดยมีรายละเอียด ดังนี้(รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ธีรชัย รัตนโรจน์มงคลและจีรศักดิ์ ชัยสนิท, 2541)

2.2.2.1 ส่วนเส้นใย (Fibrous materials) ในกระดาษโดยทั่วไปจะมีส่วนของเส้นใยผสมอยู่ในปริมาณร้อยละ 70-95 ของน้ำหนักของกระดาษส่วนเส้นใยจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักของกระดาษที่ต้องการผลิต ส่วนเส้นใยนี้จะได้จากพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ไม้เนื้ออ่อนไม้เนื้อแข็งและพืชล้มลุก เป็นต้น ส่วนเส้นใยหรือที่เรียกกันว่า เยื่อ (Pulp) ที่ใช้ทำกระดาษส่วนมากจะเป็นเยื่อผสมของเยื่อใยยาว และใยสั้น ดังนั้นในส่วนเส้นใยจึงประกอบด้วยเซลล์พืชชนิดต่าง ๆ ผสมกันอยู่ เซลล์เหล่านี้ ได้แก่ เส้นใย (Fiber) เซลล์สำรองอาหาร(Parenchyma cell) และเซลล์ลำเลียงน้ำ(Vessel element) ถ้าเป็นเยื่อที่ได้จากพืชล้มลุกอาจมีเซลล์ชนิดอื่นผสมด้วย เช่น เซลล์วงแหวน (Ring thickening) เซลล์ปากใบ (Stomatacell) และเซลล์ผิวนอก (Epidermis cell) เป็นต้นเส้นใย (Fiber or tracheid) เป็นเซลล์รูปยาวเรียว ปิดหัวปิดท้ายมีผนังเซลล์ตรงกลางเป็นช่องว่าง เรียกว่า ลูเมน (Lumen) เส้นใยของไม้แต่ละชนิดจะมีรูปร่างแตกต่างกันไปตามความหนาของผนังเซลล์ ความกว้างของลูเมนและลักษณะของรูเปิด(pit) ถ้าเปิดเส้นใยของไม้เนื้ออ่อน จะเรียกว่า Tracheid เส้นใยทำหน้าที่ให้ความแข็งแรงแก่ต้นไม้ เส้นใยส่วนมากจะเรียงตัวตามความยาว ในแนวขนานกับลำตัวพาเรนไคมา เซลล์ (Parenchyma cell) เป็นเซลล์ปิด มีขนาดเล็กมาก รูปทรงโดยทั่วไปเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทำหน้าที่เก็บสำรองอาหารเวสเซลล์ อีลีเมนต์(Vessel element) เป็นเซลล์ขนาดใหญ่รูปร่างคล้ายเส้นใยที่ปลายเปิดทั้งสองข้างจะมีลักษณะรูเปิดที่แตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดของไม้ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำส่วนที่มีความสำคัญมากที่สุดทางกายวิภาคของไม้ คือ เส้นใยที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษ ดังนั้นเราควรศึกษา และเข้าใจถึงโครงสร้างของเส้นใยให้รายละเอียดดังนี้โครงสร้างของเส้นใย (Fibrous materials) เซลล์ของสัตว์ และพืชชั้นต่ำ เช่น พวงAlgae จะมีเพียงผนังบางที่หุ้มโปรโตพลาสซึมไว้ภายในแต่ในกรณีของพืชชั้นสูง เช่นไม้ยืนต้นจะมีลักษณะเซลล์ที่แตกต่างออกไปเพราะต้องการการคงรูปในการยืน ดังนั้นผนังเซลล์จะต้องมีความคงรูปแข็งแรงเพื่อให้สามารถรับแรงดันของของเหลวในเซลล์ของพื้นชั้นสูงได้หรือเส้นใยจะมีผนังเส้นใย ซึ่งประกอบด้วย เซลลูโลสไมโครไฟบริลซึ่งฝัง

ตัวอยู่ในชั้นนอกสัณฐานของเฮมิเซลลูโลส และลิกนิน เส้นใยแต่ละเส้นเมื่อนำมาตัดตามขวางเส้นใยแล้วส่องกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง ๆ เช่น Electrron Microscope แล้วจะพบว่า ผนังเส้นใยมิได้เป็นวัสดุเนื้อเดียวสม่ำเสมอกันโดยตลอดหากประกอบขึ้นด้วยผนังย่อยๆ หลายชั้นซึ่งสามารถแยกความแตกต่างกันได้เป็น2 ชั้น คือ(1)ผนังชั้นนอกสุดของเส้นใย หรือผนังชั้นที่1 หรือเรียกว่า Primary Wall เป็นผนังที่ค่อนข้างบางโดยมีความหนาประมาณ 0.1-0.2 ไมครอน เท่านั้น ประกอบด้วยน้ำซึ่งมีมากถึง 9 ใน 10ส่วนที่เหลือเป็นของแข็งซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นทางเซลลูโคส ซึ่งอยู่ในรูปไมโครไฟ-บริลเฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ผนังชั้นที่1 ไมโครไฟบริลจะมีเพียงชั้นเดียวและสานตัวกันอย่างไม่เป็นระเบียบ มีลักษณะคล้ายร่างแหที่ถักพันสานตัวตลอดแนวอิสระจากเส้นใยผนังเส้นนอกของเส้นใยแต่ละเส้นจะยึดเชื่อมติดกันที่ชั้นบางๆเรียกว่ามิลเดิ้ลลาเมลลา(middlelamella)ผนังชั้นที่1จะมีองค์ประกอบทางเคมี เป็นลิกนิน เฮมิเซลลูโลส ในการผลิตเยื่อกระดาษ สารเคมีจะละลายลิกนินและเฮมิเซลลูโลส ในชั้นมิลเดิ้ลลาเมลลาออกไปทำให้เส้นใยสามารถแยกตัวเป็นอิสระจากกันได้ (2) ผนังชั้นที่2 หรือเรียกว่า SecondaryWallเส้นใยจะถัดเข้ามาจากผนังชั้นที่ 1 องค์ประกอบทางเคมี เป็นเซลล์ลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนิน เช่นเดียวกับชั้นที่1 ซึ่งมีความแตกต่างกันมากในด้านรูปร่าง ชั้นนี้จะมีความหนามากกว่าผนังชั้นที่ 1 ไมโครไฟบริลจะซ้อนกันอยู่หลายชั้นในขณะชั้นที่ 1 มีไมโครไฟบริลเพียงชั้นเดียวมีช่องว่างระหว่างกันกว้างและสานตัวเป็นร่างแหอย่างไม่มีระเบียบ แต่ในชั้นที่2จะมีชั้นย่อย3 ชั้น ซึ่งแต่ละชั้นย่อยจะมีการยึดตัวซ้อนกันอย่างหนาแน่นของไมโครไฟบริลและไมโครไฟบริลจะมีทิศทางการเรียงตัวทั้งในแนวขวาง และขนานกับแกนเส้นใยซึ่งแต่ละชั้นย่อยจะมีความแตกต่างกัน

2.2.2.2 ส่วนที่ไม่ใช่เส้นใย (Non fibrous materials)หรือเรียกว่า สารเติมแต่ง (additive)เป็นสารเคมีที่เติมลงไปเพื่อปรับปรุงสมบัติกระดาษให้ได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน สารเติมแต่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

ก) สารเติมหลัก (Functional additive) สารเติมแต่งประเภทนี้จะทำหน้าที่ปรับปรุงสมบัติได้แก่

(1) สารต้านการซึมน้ำ (Sizing-Agent) สารเติมแต่งชนิดนี้เป็นสารเคมีที่ใส่ลงไปเพื่อเพิ่มสมบัติด้านการต้านทานการซึมน้ำของกระดาษทำให้กระดาษต้านทานการเปียกน้ำได้ดีขึ้นเนื่องจากกระดาษทำจากเส้นใยเซลลูโลสซึ่งมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้สูงกระดาษที่ไม่ได้ใส่สารต้านการซึมน้ำจึงเปียกน้ำและดูดซับน้ำได้ง่ายเช่นกระดาษชำระและกระดาษซับ (Blotting Paper) การเติมสารต้านการซึมน้ำลงไปจะช่วยลดพื้นที่ผิวของการดึงดูดระหว่างเส้นใยและโมเลกุลของน้ำทำให้ลดอัตราการซึมน้ำเข้าสู่เนื้อกระดาษเมื่อกระดาษโดนน้ำจะไม่เปียกหรือซับน้ำใน

ทันทีทันใดการเติมสารต้านการซึมน้ำแบ่งเป็น 3 ระดับมีชื่อเรียกกระดาษที่เติมสารต้านการซึมน้ำแต่ละระดับเช่น กระดาษที่ไม่ใส่สารต้านการซึมน้ำเลย (Water-Leaf) เช่นกระดาษชำระ เป็นต้น กระดาษที่ใส่สารต้านการซึมน้ำเล็กน้อยมีระดับการซึมน้ำปานกลาง (Slack-Sized) เช่นกระดาษพิมพ์และเขียน เป็นต้น กระดาษที่ใส่สารต้านการซึมน้ำในปริมาณสูงมากมีระดับต้านการซึมน้ำสูง (Hardsized) กระดาษทำถ้วยกระดาษทำกล่องนมสารต้านการซึมน้ำที่ใช้ในการทำกระดาษได้แก่ สารส้มและชันสน (Alum/ Rosinsize) ไขผึ้ง (Wax) ยางมะตอย (Asphalt) อัลคิลคีทีนไดเมอร์ (Alkyl Ketene Dimmer, AKD)

(2) ตัวเติม (Filler) สารเติมแต่งชนิดนี้จะเป็นผงแร่สีขาวใส่ลงไปเพื่อสมบัติทัศนาศาสตร์และปรับปรุงสมบัติด้านการพิมพ์ของกระดาษ นอกจากนี้ยังใส่ลงไปเพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตกระดาษ เพราะตัวเติมส่วนมากจะมีราคาถูกเมื่อเทียบกับเส้นใย ผงแร่ที่จะใช้เป็นตัวเติมลงในกระดาษจะต้องมีขนาดเล็กละเอียด ตัวเติมที่ดีควรจะมีขนาดประมาณ 1-10 ไมครอน ผงแร่ที่มีขนาดเล็กนี้เมื่อเติมลงไปจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวระหว่างผงแร่กับอากาศ และผงแร่กับเส้นใยทำให้เพิ่มค่าการกระจายแสง ของกระดาษทำให้กระดาษมีค่าความขาวสว่างเพิ่มขึ้น และเนื่องจากมีขนาดเล็กกว่าเส้นใยมาก เมื่อใส่ลงไปจะทำให้กระดาษมีผิวเรียบขึ้น ผงแร่ที่ใช้เป็นตัวเติมในกระดาษ ได้แก่ ดินขาว (Kaolin,clay) Tio (Titanium dioxide) และ CaCO3 (Calcium carbonate) การเติมผลแร่ยังช่วยลดในส่วนของสมบัติด้านความเหนียวของกระดาษลงด้วย ผงแร่แต่ละชนิดจะมีลักษณะรูปร่าง (Particle shape) และดัชนีการหักเหของแสงต่างกัน ผงแร่เมื่อใส่ลงไปจะช่วยปรับปรุงสมบัติต่าง ๆ ของกระดาษให้ดีขึ้น เช่น ทำให้ผิวกระดาษเรียบขึ้นเพิ่มความขาวสว่างและความทึบของแสงของกระดาษทำให้กระดาษมีการดูดซึมหมึกได้ดีขึ้นลดต้นทุนการผลิตกระดาษ

(3) เพิ่มสารความเหนียว (Dry strength agent) สารเติมแต่งชนิดนี้เป็นสารเคมีที่เติมลงไปเพื่อเพิ่มสมบัติด้านความเหนียวของกระดาษ โดยเฉพาะความต้านแรงดึง และความต้านแรงดันทะลุ นอกจากนี้ยังช่วยการหลุดลอกของเส้นใยที่ผิวกระดาษและเพิ่มพันธะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างชั้นกระดาษแข็ง ซึ่งเป็นสมบัติที่สำคัญมากเพราะว่าถ้าแรงยึดเหนี่ยวชั้นต่ำจะทำให้เกิดการแยกชั้นของกระดาษแข็งในระหว่างการพิมพ์ได้ สารเพิ่มความเหนียวที่ใช้ ได้แก่ แป้ง แป้งประจุบวก กรัม (Gum) และโพลีอะคลิลอะมีด (Polyacrylamides)แป้งเป็นสารเพิ่มความเหนียวที่รู้จักกันดี และมีการใช้งานมานานแล้วแต่ในปัจจุบันนิยมใช้แป้งประจุกบวก (Cationic starch) และPolyacrylamide มากกว่าเนื่องจากสารนี้มีประจุบวก จึงสามารถจับกับเส้นใยซึ่งมีประจุลบได้ดี ทำให้เพิ่มพันธะระหว่างเส้นใยในกระดาษ ส่งผลให้กระดาษมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น

(4) สารเพิ่มความเหนียวเมื่อเปียก (Wet strength agent) สารเติมแต่งชนิดนี้เป็นสารเคมีเติมลงไปเพื่อรักษาความเหนียวของกระดาษเมื่อเปียกให้คงไว้ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 ของความเหนียวเดิม ปกติจะไม่ใส่สารชนิดนี้ในกระดาษพิมพ์ทั่วไปแต่อาจพบในกระดาษพิมพ์เมื่อต้องการความเหนียวเมื่อเปียกสูง เช่น กระดาษพิมพ์แผนที่ กระดาษธนบัตร เป็นต้น สารเคมีที่ใช้เป็นสารเพิ่มความเหนียวเมื่อเปียก ได้แก่ ยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์(Urrea-formaldehyde) เมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์(Melamine-formaldehyde) โพลีอะมีด(Polyamide) และโพลีเอมีน (Polyamine)

(5)สารย้อมสี(Dyes) สารเติมแต่งชนิดนี้เป็นสารเคมีที่ใส่ลงไปในกระดาษโดยมีวัตถุประสงค์2 ประการเช่น ต้องการทำกระดาษสี(Colored paper) ในกรณีนี้สารสีย้อมจะถูกเติมลงไปในส่วนผสมของน้ำเยื่อจนได้สีตามที่ต้องการ และต้องการแต่งสีกระดาษขาวให้ได้เฉดสีที่ต้องการหรือเพื่อให้ดูขาวขึ้นเรียกว่า สีแต่ง (Tinting dyes) โดยใช้สีแต่งในปริมาณน้อย ๆ เติมลงในส่วนผสมน้ำเยื่อสีที่ใช้แต่งนี้อาจเป็นสีอะไรก็ได้แต่ในกระดาษขาวจะใช้สีม่วงหรือสีน้ำเงิน

(6) สารฟอกนวล (Optical brightening agent) สารเติมแต่งชนิดนี้เป็นสารสีย้อมประเภทเรืองแสง (fluorescent dyes) เรียกว่า สารฟอกนวล สารชนิดนี้จะมีสมบัติพิเศษ คือ จะดูดซับแสงUV (ultraviolet)ไว้ แล้วจะคายแสงออกมาในช่วงคลื่นสีน้ำเงินคือ เปลี่ยนแสงในช่วงคลื่นที่ตาไม่สามารถมองเห็นได้ ดังนั้น เมื่อเติมสารฟอกนวลลงไปจะทำให้กระดาษมีความขาวสว่างเพิ่มขึ้น กระดาษพิมพ์เขียนทุกชนิดจะมีสารฟอกนวลผสมอยู่ด้วย

ข) สารเติมแต่งเสริม (Chemical processing aids) สารเติมแต่งประเภทนี้นอกจากทำหน้าที่ช่วยเสริมให้สารเติมแต่งหลักทำหน้าที่เฉพาะอย่างได้ดีขึ้นแล้ว ยังช่วยในการบำรุงดูแลรักษาความสะอาดของเครื่องจักรผลิตกระดาษ เพื่อให้สามารถเดินกระดาษได้ดีด้วยสารเติมแต่งประเภทนี้แบ่งได้เป็น 6 ชนิด ตามลักษณะหน้าที่ได้แก่

(1) สารเพิ่มการตกค้าง (Retention aids) ช่วยให้มีการตกค้างของเส้นใยละเอียดและตัวเติมค้างในเยื่อกระดาษมากขึ้น

(2) สารต้านการเกิดฟอง (Defomers) ช่วยป้องกันการเกิดฟอง และช่วยให้เนื้อกระดาษมีความสม่ำเสมอดีขึ้น และยังช่วยให้น้ำแยกตัวออกจากเยื่อได้เร็ว

(3) สารควบคุมจุลชีวะ (Microbiological control agent) ช่วยควบคุมการเกิดเมือก (slime) และการแพร่ขยายของจุลชีวะ

(4) สารควบคุมการเกิดตาปลา (Pitch control agent) เป็นจุดด่างคล้ายรอยเปื้อนน้ำมัน

(5) สารช่วยแยกน้ำ(Drainage aids) ช่วยเพิ่มอัตราการแยกน้ำออกจากกระดาษให้เร็วขึ้น

(6) สารช่วยกระจายตัว (Formation aids)ช่วยให้เส้นใยกระจายตัวสม่ำเสมอลดการจับกลุ่มก้อนของเส้นใย

2.2.3 สมบัติเชิงโครงสร้างของกระดาษ

สมบัติเชิงโครงสร้างของกระดาษคือลักษณะทางโครงสร้างของกระดาษที่ปรากฏในกระดาษแต่ละชิ้น สมบัติเชิงโครงสร้างดังกล่าวที่สำคัญมีดังนี้

2.2.3.1 น้ำหนักพื้นฐาน (Basis Weight) หมายถึง น้ำหนักของกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ โดยวัดจากกระดาษที่ถูกเก็บไว้ในสภาวะที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ การวัดมี 2 ระบบ คือระบบน้ำหนักพื้นฐานแบบ อิมพีเรียล (Imperila Basis Weight System) กับ ระบบน้ำหนักพื้นฐานแบบเมตริก (Metric Basis Weight System) สำหรับประเทศไทยเราใช้ระบบหลังคือ ระบบน้ำหนักพื้นฐานแบบเมตริก ซึ่งเป็นการกำหนดน้ำหนักพื้นฐานของกระดาษเป็นกรัมต่อหนึ่งตารางเมตร (gm/m^2) หรือ เรียกว่า แกรมเมจ (Grammage) ในการสื่อสารกันในวงการพิมพ์มักเรียกสั้น ๆ ว่า กรัม หรือ แกรม

2.2.3.2 ความหนา (Caliper) หมายถึง ระยะห่างระหว่างผิวกระดาษด้านหนึ่งไปยังผิวกระดาษอีกด้านหนึ่งโดยวัดในแนวตั้งฉากกับผิวกระดาษและวัดในสภาวะและวิธีการตามมาตร-ฐานที่กำหนดไว้ หน่วยวัดจะเป็นมิลลิเมตร ไมโครเมตร หรือเป็นนิ้ว สำหรับเมืองไทยนิยมใช้เป็นมิลลิเมตร สิ่งที่มีผลทำให้เกิดความหนาของกระดาษที่แตกต่างกันคือ น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษ เยื่อกระดาษที่นำมาใช้ กรรมวิธีในการทำและบดเยื่อ แรงกดของลูกกลิ้งในขบวนการทำรีดกระดาษระหว่างผลิต ดังนั้น น้ำหนักพื้นฐานของกระดาษที่เท่ากัน ก็อาจมีความหนาที่ไม่เท่ากันได้

2.2.3.3 ความสม่ำเสมอของการกระจายตัวของเส้นใยกระดาษ(Formation) หมายถึง การเปรียบเทียบปริมาณของเส้นใยในบริเวณต่าง ๆ ของกระดาษว่ามีความเท่ากันหรือต่างกันอย่างไร กระดาษที่มีความสม่ำเสมอของการกระจายตัวของเส้นใยที่ดี จะทำให้กระดาษเรียบเสมอกันทั้งแผ่นและมีความหนาเท่าเทียมกัน เมื่อนำไปพิมพ์ก็จะได้ภาพพิมพ์ที่ดีไม่กระด้ำกระด่าง

2.2.3.4 แนวเส้นใย (Grain Direction) หมายถึง แนวการเรียงตัวของเส้นใยกระดาษ ถึงแม้ว่าเส้นใยของกระดาษจะวางตัวไม่เป็นระเบียบ แต่เมื่อดูภาพรวมจะพบว่าการเรียงตัวของเส้นใยส่วนใหญ่จะมีทิศทางไปในแนวเดียวกันและเป็นแนวเดียวกับการไหลของน้ำเยื่อและการเคลื่อนของตะแกรงในเครื่องผลิต ซึ่งเรียกแนวนี้ว่าแนวขนานเครื่อง ส่วนแนวที่ตั้งฉากกับแนวขนานเครื่องเรียกว่าแนวขวางเครื่อง จากการศึกษาเรื่องความชื้นกับเส้นใย พบว่าเมื่อความชื้นสูงขึ้นอัตราการ

ขยายตัวด้านกว้างของเส้นใยจะสูงกว่าด้านยาวของเส้นใย ดังนั้นการขยายตัวของกระดาษด้านแนวขวางเครื่องจะสูงกว่าด้านขนานเครื่องเมื่อกระดาษพบกับความชื้นที่สูงขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่โรงพิมพ์ต้องคำนึงถึงในการเลือกใช้กระดาษให้ถูกแนวเพื่อลดปัญหาการพิมพ์สีเหลื่อม

2.2.3.5 ความสามารถในการคงขนาด (Dimensional Stability) หมายถึง ความสามารถของกระดาษในการรักษาขนาดทั้งด้านกว้าง ด้านยาว และความหนาให้คงเดิมเมื่อได้รับสภาพแวดล้อมที่ต่างไป เช่นได้รับความชื้นที่เพิ่ม ได้รับแรงกดทับ ความสามารถในการคงขนาดที่ดีช่วยลดปัญหาในการพิมพ์ เช่น ลดปัญหาการพิมพ์สีเหลื่อม

2.2.3.6 ความพรุน (Porosity) หมายถึง การเปรียบเทียบปริมาณและขนาด ความลึกของหลุมบนกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ความพรุนมากช่วยทำให้อากาศและของเหลวซึมผ่านได้ง่าย ดังนั้นเมื่อกระดาษที่มีความพรุนสูงได้รับหมึกพิมพ์หมึกก็จะซึมลงในหลุม ทำให้หมึกแห้งตัวเร็วแต่ยังผลให้เนื้อสีที่คงเหลืออยู่บนผิวน้อย ภาพพิมพ์จึงดูซีดและไม่คมชัด

2.2.3.7 ความเรียบ (Smoothness) หมายถึง ระดับความเรียบของผิวกระดาษเทียบกับความเรียบของผิวแก้ว ความเรียบของผิวกระดาษที่ดี ทำให้การรับเม็ดหมึกได้ดีไม่กระจายตัวออก ทำให้เม็ดสกรีนคม ภาพพิมพ์จึงออกมาคมชัดมีแสงเงาที่ดี

2.2.4 การทำกระดาษด้วยมือ

การทำกระดาษด้วยมือมี 3 แบบ(วุฒินันท์ คงทัด, 2545)

2.2.4.1 การทำกระดาษสาแบบไทย (Thai handmade paper)

การทำแผ่นกระดาษสาแบบไทยมีด้วยกัน 2 แบบ คือแบบช้อนและแบบแตะหรือแบบหล่อซึ่งแบบแตะนี้แบ่งออกไปอีก 2 วิธีคือวิธีปั้นก้อนเปียกและวิธีConsistency ก่อนที่จะทราบถึงวิธีการทำแผ่นแต่ละแบบของไทยจำเป็นต้องเข้าใจเกี่ยวกับตะแกรงที่ใช้ช้อนแผ่นก่อนเพราะตะแกรงเป็นอีกอุปกรณ์หนึ่งที่บ่งบอกถึงความแตกต่างว่าเป็นกระดาษแบบใด

ตะแกรงทำแผ่นแบบไทยประกอบด้วยส่วนที่เป็นกรอบไม้สีเหลี่ยมอาจทำด้วยไม้ไผ่หรือไม้สักถ้าทำด้วยไม้ไผ่ราคาถูกอายุใช้งานจะสั้นแต่ถ้าเป็นไม้สักราคาจะแพงสามารถใช้งานได้นานถ้าจะดีจะต้องทาด้วยยูรีแทนกันน้ำด้วยส่วนตาข่ายไนล่อนสีฟ้าและสีขาวตาข่ายสีขาวจะแข็งแรงกว่าสีฟ้า ตาข่ายนี้จะทำให้กระดาษมีรอยรูปตาข่ายเมื่อกระดาษแห้งแล้วซึ่งเป็นตำหนิชนิดหนึ่ง การทำกระดาษสาแบบไทยแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ 1)แบบช้อนมักใช้กับกระดาษชนิดบางสามารถทำได้เป็นจำนวนมากวันละ 200 – 300แผ่นต่อคนต่อวันแต่กระดาษที่ได้จะไม่ค่อยมีความสม่ำเสมอในแผ่นและแต่ละแผ่นน้ำหนักกระดาษจะไม่เท่ากันถ้าจะให้เท่ากันคนช้อนแผ่นจะต้องมีความชำนาญมากวิธีการโดยนำน้ำใส่ในอ่างช้อนเยื่อใส่สารกระจายเยื่อที่เตรียมไว้ลงไปปริมาณมากน้อยตามความ

ต้องการของแต่ละคนโดยทั่วไปจะใช้ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ของสารละลายถ้าใส่น้อยการกระจายตัวของเยื่อก็จะไม่ดีถ้าใส่มากเกินไปการไหลผ่านของน้ำออกจากตะแกรงก็ช้าทำให้ต้องใช้เวลาและแรงยกมากขึ้นอาจจะทำให้เยื่อไหลกองรวมกันตรงกลางตะแกรงแผ่นกระดาษจะเสียได้คนด้วยไม้ไผ่ให้สารกระจายเยื่อผสมกับน้ำช้อนเยื่อใส่เยื่อที่ตีแล้วลงไปในน้ำช้อนเยื่อคนให้กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอทั่วอ่างนำตะแกรงจ้วงตักเยื่อจากจุดที่ห่างที่สุดแล้วลากเข้าหาตัวช้าๆ โดยรักษาระดับตะแกรงให้ขนานกับผิวหน้าของน้ำเยื่อไว้ตลอดเวลา ความลึกของการจ้วงแต่ละครั้งขึ้นกับความหนาบางของกระดาษที่ต้องการยกตะแกรงให้พ้นน้ำโดยเร็วในแนวดิ่งรอจนน้ำหยดจากตะแกรงจนหมดจึงนำไปตากแดดและ 2)แบบแตะหรือทำแผ่นแบบหล่อเป็นวิธีการทำแผ่นทีสามารถกำหนดความหนาของกระดาษได้แต่การทำแผ่นจะช้ากว่าแบบช้อนกระดาษจะมีความสม่ำเสมอมากกว่าแบบแตะยังแบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ1)วิธีปั้นก้อนเปียกโดยชั่งเยื่อสาที่ผ่านการสลัดน้ำออกแล้วเหลือความชื้นประมาณร้อยละ 30 ปั้นเป็นก้อนไว้แต่ละก้อนให้ได้น้ำหนักแห้งตามความต้องการตักน้ำในอ่างช้อนเยื่อที่มีสารกระจายเยื่อผสมอยู่ใส่ในถังเพื่อกระจายเยื่อประมาณ 10 ลิตรใส่ก้อนเยื่อลงไปหนึ่งก้อนแล้วใช้มือตีก้อนเยื่อให้แตกกระจายวางตะแกรงช้อนเยื่อในอ่างช้อนเยื่อใช้มือกดตะแกรงไล่ฟองอากาศออกไปตักน้ำเยื่อเทลงบนตะแกรงให้ทั่วแล้วใช้ฝ่ามือแตะเยื่อให้กระจายทั่วตะแกรงแล้วยกตะแกรงขึ้นตรงๆรอจนน้ำหยุดไหลจึงนำไปตากแดด2) วิธีควบคุมปริมาณเยื่อต่อน้ำ (Consistency) วิธีนี้จะทำแผ่นได้เร็วกว่าวิธีปั้นก้อนกระดาษจะมีความสม่ำเสมอมากกว่าเนื่องจากการตีเยื่อให้แตกกระจายจะทำได้มากกว่าวิธีปั้นก้อนแต่ข้อสำคัญจะต้องควบคุมปริมาณน้ำต่อเยื่อให้ถูกต้องและเวลาตวงน้ำเยื่อจะต้องกวนเยื่อให้กระจายอย่างสม่ำเสมอและตวงในประมาตรที่ได้เยื่อแห้งตามต้องการวิธีการใส่น้ำที่ผสมสารกระจายเยื่อแล้วลงในถังโดยรู้ปริมาณที่แน่นอนใส่เยื่อที่รู้น้ำหนักที่แน่นอนลงในน้ำคนด้วยไม้ไผ่แรงๆให้เยื่อแตกกระจายอย่างสม่ำเสมอตวงน้ำเยื่อให้ได้ตามที่คำนวณไว้เทลงบนตะแกรงแล้วยกขึ้นตรงๆรอจนน้ำหยุดไหลจึงนำไปตากแดด

ก) การตกแต่งแผ่นกระดาษสาแบบไทย

การตกแต่งแผ่นกระดาษสาเพื่อให้กระดาษสาสวยงามต่างไปจากแผ่นกระดาษสาทั่วไปซึ่งจะเป็นกระดาษสาสีขาวหรือสีต่างๆการตกแต่งอาจจะโดยการใส่ใบไม้ดอกไม้ใช้เยื่อต่างสีหรือผสมเยื่อชนิดอื่นๆลงไปหรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรก็ได้นอกจากจะให้ความแปลกใหม่ความสวยงามแล้วยังช่วยเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้กับกระดาษสาและวัสดุเหล่านั้นอีกด้วยการตกแต่งสามารถจะทำได้หลายวิธีดังนี้

(1) การตกแต่งโดยการใส่ดอกไม้และใบไม้ความสวยงามจะขึ้นอยู่กับการออกแบบและชนิดของดอกไม้ที่จะนำมาใส่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนสีและการตกของสีเมื่อ

นำมาใส่ลงในกระดาษด้วยดอกไม้หรือใบไม้จะต้องไม่เปลี่ยนสีหรือสีจะต้องไม่ตกปนเปื้อนกับกระดาษการใส่ดอกไม้และใบไม้ทำได้ 2 วิธีคือ1) ใส่ลงในเยื่อขณะทำแผ่นจะโดยวิธีช้อนหรือแตะก็ตามเมื่อช้อนหรือแตะเยื่อให้กระจายเต็มพื้นที่ของตะแกรงแล้วนำดอกไม้หรือใบไม้วางลงบนเยื่อกระดาษตามแบบที่ได้กำหนดไว้แล้วใช้นิ้วกดดอกไม้หรือใบไม้ลงใต้เยื่อให้เยื่อทับดอกและใบเอาไว้แล้วยกขึ้นจากนั้นรอให้น้ำหยุดไหลจึงนำไปตากแดดวิธีนี้สามารถจะทำได้เร็วแต่เยื่อปิดดอกไม้หรือใบไม้ไม่หมดและไม่สม่ำเสมอบางบ้างหนาบ้างบางแห่งก็จะไม่มีเยื่อปิดทำให้ดอกไม้และใบไม้หลุดออกมาได้ดูแล้วไม่ค่อยสวยงามกระดาษแบบนี้อาจจะขายได้ในราคาไม่สูงมากนักและ 2)วางบนเยื่อแล้วปิดทับด้วยแผ่นกระดาษบางวิธีนี้จะต้องเตรียมแผ่นกระดาษสาชนิดบางเอาไว้ก่อนแผ่นกระดาษสานี้เตรียมโดยการช้อนแผ่นบางๆตากให้แห้งให้พอกับจำนวนกระดาษที่จะทำเริ่มจากการช้อนหรือแตะเยื่อให้กระจายทั่วตะแกรงในอ่างแล้ววางดอกไม้หรือใบไม้บนเยื่อที่กำหนดหรือจะยกตะแกรงขึ้นจากน้ำก่อนจึงจะวางดอกไม้หรือใบไม้เมื่อเสร็จแล้วขณะวางต้องดึงให้ตึงเท่ากันทั้งแผ่นแผ่นกระดาษที่วางทับลงไปจะเปียกน้ำและจะติดกับกระดาษแผ่นล่างโดยไม่หลุดวิธีนี้จะได้กระดาษที่มีความสม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่นและไม่มีการหลุดของดอกและใบไม้กระดาษแบบนี้เป็นที่ต้องการของตลาดมากกว่าวิธีแรก

(2) การตกแต่งโดยการผสมเยื่อต่างสีหรือผสมต่างชนิดมีวิธีที่แตกต่างกัน คือ 1) การผสมเยื่อต่างสีควรจะใช้วิธีการปั้นก้อนเปียกเพื่อป้องกันการปนเปื้อนระหว่างสีเพราะสีที่ใช้ย้อมเยื่อส่วนใหญ่เป็นสีไดเร็กควรจะอยู่ในสภาพเปียกน้ำให้สิ้นที่สุดการผสมเยื่อต่างสี โดยนำเยื่อแต่ละสีปั้นก้อนแยกกันไว้เวลาจะทำแผ่นนำเยื่อผสมกันในถังผสมทีละแผ่นเทลงบนตะแกรงให้ทั่วแล้วรีบยกขึ้นจากอ่างโดยเร็วและไม่ควรจะนำไปวางซ้อนกันทีละหลายๆแผ่นก่อนที่จะนำไปตากแห้งเพราะสีจากตะแกรงที่อยู่บนอาจจะไหลลงไปเปื้อนด่านล้างได้ถ้าจะซ้อนกันควรตั้งเอียง 45 องศาน้ำสีจะไหลลงสู่พื้นการผสมเยื่อต่างสีต้องคอยดูน้ำที่ใช้ทำแผ่นในอ่างด้วยถ้ามีสีปนเปื้อนมาก ต้องเปลี่ยนน้ำบ่อยๆเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำสีในอ่างปนเปื้อนกับเยื่อที่กำลังจะทำแผ่นต่อไปและ2)การผสมเยื่อต่างชนิดส่วนใหญ่จะไม่ได้ย้อมสีจึงไม่มีปัญหาเรื่องการปนเปื้อนของสีจะใช้วิธีการช้อนหรือแตะก็ได้ตามความเหมาะสมสิ่งที่ควรพิจารณาคืออัตราส่วนระหว่างเยื่อสากับเยื่ออื่นเมื่อทำแผ่นแล้วจะต้องมีความเหมาะสมและสวยงามเยื่อที่ใช้ผสมจะต้องไม่มากจนหลุดออกมาได้ง่าย

ข) การทำแห้งกระดาษ

กระดาษสาแบบไทยไม่สามารถจะดึงเอาออกจากตะแกรงในขณะเปียกได้ดังนั้นจำเป็นจะต้องทำให้กระดาษแห้งทั้งตะแกรงซึ่งมีด้วยกัน 2 วิธีคือ1) การตากแดดโดยอาศัยความร้อนจากแสงแดดเป็นวิธีที่ประหยัดโดยนำตะแกรงที่น้ำไหลออกจากเยื่อหมดแล้วตั้งเอียง 45

องศาหันด้านที่มีกระดาษเข้าหาแสงแดดถ้าเป็นกระดาษที่ไม่ได้ย้อมสี แต่ถ้าเป็นกระดาษย้อมสีควรจะผึ่งให้แห้งในร่มเพื่อสีจะได้ไม่ซีดแต่ถ้าไม่มีพื้นที่จำเป็นจะต้องตากแดดให้หันด้านหลังตะแกรงเข้าหาแสงแดดจะช่วยลดการซีดของสีลงได้กระดาษจะแห้งเร็วหรือช้าจะขึ้นกับสภาพของอากาศและความหนาของกระดาษด้วยโดยปกติจะแห้งในเวลา 2–3 ชั่วโมงและ2)ใช้ตู้อบสามารถอบกระดาษได้ตลอดเวลาโดยไม่มีปัญหาของสภาพอากาศแต่การลงทุนค่อนข้างสูงแหล่งให้ความร้อนจะเป็นแก๊สหรือไฟฟ้าก็ได้กระดาษที่จะนำเข้าไปจำเป็นต้องให้น้ำหยดจนหมดก่อนจึงนำเข้าอบโดยวางซ้อนกันครั้งละหลายชั้นตามความจุของตู้อุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 40 – 45 องศาเซลเซียสถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ตาข่ายไนล่อนหดตัวหลุดจากขอบตะแกรงได้กระดาษจะแห้งประมาณ 1 ชั่วโมงตู้อบสามารถใช้ได้ทั้งกระดาษขาวและกระดาษสีส่วนกระดาษที่ใส่ดอกไม้และใบไม้เมื่อตัวกระดาษแห้งแล้วจำเป็นจะต้องหาที่แขวนกระดาษต่ออีก 1 – 2 วันเพื่อให้ดอกไม้หรือใบไม้แห้งสนิทก่อนมิฉะนั้นจะเกิดเชื้อราที่ดอกและใบไม้ที่ใส่เข้าไปได้

ค) การทำให้ผิวหน้ากระดาษเรียบ

โดยทั่วไปกระดาษสาไทยผิวหน้าของกระดาษจะไม่เรียบมีลักษณะย่นขรุขระเนื่องจากไม่สามารถนำออกจากตะแกรงเข้าเครื่องกดไล่น้ำ (Press) ทำให้แห้งบนผิวเรียบของแผ่นสแตนเลส(Stream dry) หรือแผ่นไม้ (Drying boards) ได้เหมือนกระดาษญี่ปุ่นหรือยุโรปยิ่งกระดาษที่หนามากจะมีผิวหน้าขรุขระมากกว่ากระดาษบางการจะทำให้ผิวหน้ากระดาษเรียบสามารถทำได้ คือ 1)ครูดผิวหน้ากระดาษด้วยภาชนะขอบและผิวเรียบการครูดผิวหน้ากระดาษจะต้องรอให้น้ำในแผ่นกระดาษระเหยออกไปประมาณร้อยละ 70 ก่อนถ้าเข้าอบควรจะครูดผิวหน้าก่อนเข้าอบจะได้ไม่เสียเวลาเปิดเข้าออกในขณะตากแดดกระดาษจะมีความเหนียวขึ้นเวลาครูดผิวหน้าจะได้ไม่ขาดการครูดก็โดยใช้ฝ่ามือขวาจับที่ก้นภาชนะเช่นขันแล้วคว่ำขอบบนเข้าหาแผ่นกระดาษใช้ขอบครูดบนผิวกระดาษไปมาโดยค่อยเพิ่มน้ำหนักขึ้นทีละน้อยโดยดูจากผิวของกระดาษเป็นหลักและไม่กดแรงเกินไปกระดาษอาจจะขาดหรือมีตำหนิได้การครูดผิวหน้าไม่สามารถกระทำได้ในครั้งเดียวทั้งแผ่นเนื่องจากการระเหยของน้ำออกจากแผ่นไม่เท่ากันส่วนบนตะแกรงจะแห้งเร็วกว่าด้านล่างดังนั้นจึงต้องคอยครูดผิวหน้าจนหมดทั้งแผ่นกระดาษที่แห้งแล้วนำมาพ่นน้ำแล้วครูดผิวหน้าภายหลังจะไม่เรียบเท่าการครูดในขณะตากหรือเปียกครั้งแรก และ 2)รีดด้วยเครื่องรีดกระดาษ (Calender) เครื่องรีดกระดาษประกอบด้วยลูกกลิ้งสองลูกซ้อนกันแนวดิ่งอาจจะเป็นเหล็กเคลือบฮาดโครมหรือลูกกลิ้งยางก็ได้แต่เคลือบฮาดโครมจะเรียบกว่าการรีดก็โดยใส่แผ่นกระดาษสาที่แห้งแล้วเข้าไประหว่างลูกกลิ้งถ้าต้องการเรียบมากๆก็เพิ่มน้ำหนักกดลงบนลูกกลิ้งตัวบนและรีดหลายๆครั้งลูกกลิ้งตัวล่างจะหมุนด้วยแรงดึงของสายพานที่ต่อมาจากมอเตอร์ทำให้ลูกกลิ้งตัวบนหมุนตามด้วยการรีดด้วยเครื่องนี้ทำได้

ง่ายและเร็วมากกระดาษที่ผ่านการรีดแล้วจะมีความเรียบที่สม่ำเสมอมีความเหนียวและแข็งแรงเพิ่มขึ้นด้วยถ้าจะให้ดีควรจะครูดผิวหน้าของกระดาษก่อนที่จะรีดจะได้กระดาษที่มีผิวเรียบกว่าไม่ครูดแต่ราคาของเครื่องค่อนข้างจะแพง

ง) การดึงกระดาษออกจากตะแกรง

การดึงกระดาษออกจากตะแกรงหลังจากที่กระดาษแห้งแล้วนับว่าเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำกระดาษและมีความสำคัญค่อนข้างมากเนื่องจากคุณภาพของกระดาษจะต่ำลงเพราะกระดาษมีตำหนิเช่นรอยฉีกขาดหรือหักพับจากการดึงกระดาษออกจากตะแกรงโดยไม่ระมัดระวังการดึงกระดาษจะต้องนำตะแกรงมาตั้งเฉียงประมาณ 45 องศาใช้นิ้วแกะขอบกระดาษด้านบนออกจากขอบตะแกรงให้ตลอดแนวบนใช้ทั้งสองมือจับขอบกระดาษด้านบนให้ห่างเท่าๆกันดึงกระดาษเข้าหาตัวลักษณะยกขึ้นเล็กน้อยจนกระดาษหลุดออกจากตะแกรงทั้งแผ่นวิธีนี้อาจจะต้องหาที่ยึดขอบตะแกรงด้านบนไว้มิฉะนั้นตะแกรงจะถูกดึงตามเข้ามาพร้อมกระดาษด้วยถ้าไม่มีและไม่สะดวกจำเป็นต้องใช้มือข้างหนึ่งจับขอบตะแกรงบนไว้แล้วมืออีกข้างหนึ่งจับตรงกึ่งกลางขอบกระดาษด้านบนดึงกระดาษออกจากตะแกรงเหมือนที่กล่าวต้องมีความระมัดระวังอย่าให้เกิดรอยหักพับของกระดาษในขณะดึงและควรจะดึงออกทีละแผ่นแล้ววางซ้อนกันให้เรียบร้อยจึงดึงแผ่นต่อไป

จ) การกำหนดมาตรฐานกระดาษสาไทย

เนื่องจากในปัจจุบันนี้ยังไม่ได้มีการกำหนดมาตรฐานในการซื้อขายกระดาษสาทำให้การซื้อขายกันตามความพอใจของผู้ซื้อการซื้อขายแบบนี้ทำให้ผู้ผลิตเสียเปรียบถ้ามีการตั้งมาตรฐานไว้แล้วผู้ผลิตก็สามารถจะผลิตให้ได้ตามมาตรฐานราคาก็จะเป็นได้ตามมาตรฐานด้วยจะได้ประโยชน์ทั้งสองฝ่ายและสามารถเลือกซื้อกระดาษได้ตามลักษณะงานที่จะใช้การกำหนดมาตรฐานกระดาษสาโดยใช้น้ำหนักมาตรฐาน (Basis weight) เป็นวิธีหนึ่งที่ผู้ผลิตจะปฏิบัติได้ง่ายจึงขอยกตัวอย่างดังนี้

ตารางที่2.2ตัวอย่างมาตรฐานกระดาษสาไทยขนาด 72 เซนติเมตร× 84 เซนติเมตร

เกรด	น้ำหนักกระดาษ (ก./แผ่น)	น้ำหนักมาตรฐาน (ก./ม^2)
A	22.9 – 25.4	40 ± 2
B	32.0 – 34.5	55 ± 2
C	41.1 – 43.6	70 ± 2

ตารางที่2.2ตัวอย่างมาตรฐานกระดาษสาไทยขนาด 72 เซนติเมตร× 84 เซนติเมตร(ต่อ)

เกรด	น้ำหนักกระดาษ (ก./แผ่น)	น้ำหนักมาตรฐาน (ก./ม^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

หมายเหตุ: ใช้ในโรงงานเทคโนโลยีต้นแบบการผลิตเยื่อและกระดาษของสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การแบ่งเกรดของกระดาษสาสามารถจะเลือกใช้งานได้หลายอย่างเช่น กระดาษเกรด A ใช้ห่อของทำดอกลิลลี่และดอกพีโอนี่เกรด B ใช้ทำโบว์ดอกCute anemones เกรด C ทำใบบัวใบไม้ต่างเกรด D ทำกระดาษฉีกภาพประดิษฐ์เกรด E ทำกลีบดอกบัวกรอบรูปกล่องกระดาษดอกกุหลาบ ดอกจิ๊บโซเกรด F ทำสมุดเกรด G ทำกลีบดอกกุหลาบใหญ่และเกรด H ทำบัตรอวยพรเป็นต้นในแต่ละเกรดราคาก็ต่างกันไป

2.2.4.2 การทำกระดาษสาด้วยมือแบบญี่ปุ่น (Japanese handmade paper)

กระดาษสาญี่ปุ่นเป็นกระดาษที่มีชื่อเสียงมากเนื่องจากมีความเรียบมีความสม่ำเสมอบางและเหนียวมากเหมาะสมต่อการใช้งานโดยเฉพาะใช้ทำบานประตูหน้าต่างโคมไฟห่อของและวาดภาพต่างๆการทำกระดาษญี่ปุ่นเป็นวัฒนธรรมสืบทอดกันมาเป็นเวลาช้านานแล้วในแต่ละขั้นตอนต้องอาศัยความรู้และความชำนาญค่อนข้างมากหรือจะพูดว่าการทำกระดาษสาญี่ปุ่นรวมเอาทั้งศาสตร์และศิลป์เข้าไว้ด้วยกันคนที่จะทำกระดาษได้ดีนอกจากมีความตั้งใจแล้วยังต้องมีใจชอบด้วยเพราะในการทำกระดาษนั้นมีขั้นตอนมากมายและใช้เวลามากโดยเฉพาะการทำกระดาษที่มีความบางมากๆ

สิ่งที่มีความสำคัญมากต่อการทำกระดาษแบบญี่ปุ่นและจำเป็นต้องทราบก่อนก็คือแบบ(Mould) สำหรับช้อนแผ่นแบบ (Mould) สำหรับช้อนแผ่นประกอบด้วย 2 ส่วนคือกรอบตะแกรง(Frame) หรือ (Keta) ทำด้วยไม้ไซเปรส (Cypress) ซึ่งมีความเหนียวน้ำหนักเบาลอยน้ำได้ดีไม่บิดงอหรือหดตัวเมื่อถูกน้ำและแสงแดดตะแกรงช้อนเยื่อญี่ปุ่นมีหลายขนาดตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงใหญ่เป็นกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าสองอันวางซ้อนทับกันมีด้านหนึ่งยกขึ้นลงได้อีกด้านยึดติดกันด้วย

บาพับกรอบบนอาจจะมีไม้แขนสองอันยึดติดไว้สำหรับเป็นที่จับเวลาช้อนเยื่อและผูกเชือกที่โยงมาจากสปริงหรือลำไม้ไผ่ลวกเพื่อรับน้ำหนักของตะแกรงและช่วยให้การโยกตะแกรงในขณะช้อนแผ่นดีขึ้นส่วนกรอบล่างจะมีแผ่นไม้ตีติดไว้เป็นช่วงห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตรตามแนวด้านกว้างของตะแกรงขนานกันไปตลอดแนวลักษณะของไม้ด้านบนจะเป็นสามเหลี่ยมเอาด้านเหลี่ยมรองรับตะแกรงหรือใช้ลวดทองเหลืองวางตลอดแนวแทนส่วนที่เป็นสามเหลี่ยมก็ได้จุดประสงค์ของไม้สามเหลี่ยมนี้มีไว้เพื่อรับน้ำหนักของตะแกรงในขณะช้อนแผ่นและให้น้ำไหลลงได้อย่างสม่ำเสมอไม่ต้องการให้มีพื้นที่ตรงสันไม้เป็นตัวขวางการไหลลงของน้ำจึงต้องทำให้มีลักษณะเป็นสามเหลี่ยมหรือเส้นลวดตรงกรอบด้านล่างห่างจากมุมขอบด้านละ 10 เซนติเมตรจะมีขอที่ทำจากแผ่นเหล็กที่ไม่เป็นสนิมรูปโค้งงอคล้ายมุมฉากยึดติดเอาไว้เพื่อจะใช้เกี่ยวและยึดกรอบบนให้ติดแน่นอยู่กับกรอบด้านล่างในขณะช้อนแผ่นนอกจากกรอบแล้วยังมีตัวตะแกรง (Screen) หรือ (su) ที่ทำจากไม้ไผ่ (Bamboo) ที่มีคุณสมบัติพิเศษคือมีความเหนียวแข็งและมีลักษณะเป็นสปริงอยู่ในตัวไม่บิดหรือโค้งงอเมื่อใช้งานหรือรับน้ำหนักนานๆไม้ไผ่ดังกล่าวนี้จะเจริญเติบโตบนภูเขาที่มีอากาศหนาวเย็นหรือมีหิมะตกในแต่ละปีจะเจริญได้น้อยมากประมาณ 1 ปล้องต่อปีเท่านั้นโดยนำส่วนของปล้องมาผ่าเอาส่วนของเนื้อไม้ที่ติดอยู่กับผิวนอกทำเป็นซี่เล็กๆแล้วกลึงให้เป็นเส้นกลมๆหรือเรียกว่าเลียดก็ได้โดยดึงผ่านรูภาชนะที่มีความคมเช่นก้นของกระป๋องให้ความคมของขอบรูภาชนะที่เจาะครูดเอาขอบของซี่ไม้ออกไปการผ่านรูภาชนะเริ่มจากรูที่มีขนาดใหญ่ก่อนแล้วลงมาที่ขนาดเล็กจะให้มีขนาดเล็กมากเท่าไรขึ้นกับความต้องการเพราะเส้นเลียดที่ใช้ทำตะแกรงมีตั้งแต่ขนาดเล็กประมาณ0.5มิลลิเมตรถึง 3 มิลลิเมตรยิ่งมีขนาดเล็กมากเท่าไรกระดาษที่ได้จะมีความเรียบและมีผิวที่เนียนมากกว่าตะแกรงที่มีเส้นเลียดขนาดใหญ่เมื่อได้เส้นเลียดแล้วจะนำมาถักด้วยเส้นไหมถ้าหาไม่ได้จะใช้เส้นด้ายไนล่อนที่มีขนาดเล็กแทนแล้วย้อมทับด้วยยางสนหรือสารพวกแทนนินให้แข็งและเหนียวและช่วยยึดเกาะเส้นเลียดได้ดีด้วยการเลือกเส้นไหมมาถักต้องดูความเหมาะสมของเส้นเลียดเป็นหลักและถ้าหากเส้นไหมที่มีขนาดใหญ่จะเกิดรอยบนแผ่นกระดาษได้มากกว่าเส้นไหมที่มีขนาดเล็กเส้นที่เกิดนี้จะเป็นตำหนิในกระดาษ

อุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการทำกระดาษสาแบบญี่ปุ่นการทำกระดาษสาแบบญี่ปุ่นจะมีอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นและมีความเฉพาะต่อการใช้งานเป็นอย่างมากผู้ที่จะทำกระดาษญี่ปุ่นจำเป็นจะต้องเรียนรู้และฝึกประกอบอุปกรณ์ที่จะกล่าวถึงนี้ให้ได้ก่อนที่จะเริ่มฝึกการช้อนแผ่นดังนี้

1)การเตรียมอ่างช้อนเยื่ออ่างช้อนเยื่อแบบญี่ปุ่น (Sukibune) มีลักษณะพิเศษที่ไม่เหมือนอ่างช้อนเยื่อของไทยและยุโรปประกอบด้วย (1) ตัวอ่างอาจจะทำด้วยแผ่นสแตนเลสหนาก็ได้หรือแผ่นสแตนเลสบางด้านในตัวอ่างแต่ด้านนอกซึ่งใช้ไม้เป็นกรอบก็ได้รูปอ่างจะเป็นสีเหลี่ยมผืนผ้าใหญ่หรือเล็ก

ขึ้นกับขนาดของตะแกรงช้อนเยื่อโดยให้ด้านข้างของอ่างทั้งสองข้างห่างจากขอบตะแกรงช้อนเยื่ออย่างน้อย 25 เซนติเมตรด้านข้างทั้งสองของอ่างจะตั้งฉากกับพื้นของอ่างส่วนด้านตรงข้ามคนช้อนเยื่อหรือด้านนอกทำเอียงออกด้านนอกทำมุมประมาณ 120 องศากับพื้นอ่างสาเหตุที่ต้องทำให้ขอบเอียงออกไปเนื่องจากเวลาช้อนเยื่อจะต้องมีการโยกตะแกรงไปมาการเอียงขอบด้านนอกให้กว้างออกไปจะช่วยเพิ่มพื้นที่ในขณะโยกตะแกรงและต่ำจากขอบลงมาประมาณ 2 เซนติเมตรติดไม้กับขอบด้านในสองอันยาวอันละประมาณ 20 เซนติเมตรให้ชิดติดขอบอ่างด้านข้างทั้งสองเพื่อสำหรับวางพาดไม้ข้างละอันไม้ที่วางพาดขอบอ่างนี้เอาไว้สำหรับวางตะแกรงช้อนเยื่อ (2) เสาตั้งและคานการตั้งเสาด้านข้างทั้งสองข้างของอ่างอาจจะใช้ขอบของอ่างทั้งสองข้างเป็นสิ่งที่ยึดและตั้งเสาก็ได้หรือใช้ส่วนของขาตั้งอ่างก็ได้เสาตั้งจะสูงประมาณ 2 เมตรด้านบนยึดกันด้วยคานไม้หรือเหล็กก็ได้ถ้าหากการช้อนเยื่อไม่ใช้ลวดสปริงแขวนติดกับคานแต่ใช้เป็นไม้ไผ่ลวกแทนเสาและคานก็ได้ (3) ลวดสปริงหรือไม้ไผ่ลวกใช้สำหรับผ่อนแรงในการช้อนแผ่นเนื่องจากตะแกรงช้อนเยื่อแบบญี่ปุ่นจะหนักมากในขณะช้อนเยื่อจำเป็นต้องใช้ลวดสปริงผูกติดกับคานด้านบนแล้วผูกเชือก 2เส้นลงมาติดกับไม้ที่มือถือหรือจะผูกมาจากปลายของไม้ไผ่ลวกก็ได้และ (4) ไม้ตีเยื่อเป็นไม้ไผ่ลวกตรงเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ3–5 เซนติเมตรยาวประมาณ 150 เซนติเมตรเอาไว้ตีเยื่อให้แตกกระจายก่อนที่จะช้อนเยื่อ

2)ขาตั้งและแผ่นไม้วางกระดาษ (Shito)ขาตั้งนี้ญี่ปุ่นใช้เป็นไม้ทั้งชุดสามารถถอดออกและประกอบได้โดยใช้ไม้ลิ่มตอกยึดหรือจะใช้เหล็กต่อเชื่อมติดกันก็ได้เป็นขาตั้งสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้างยาวเล็กกว่าขนาดตะแกรงช้อนเยื่อเล็กน้อยสูงประมาณ 60 เซนติเมตรด้านบนใช้เป็นที่วางแผ่นไม้อัดที่ทาด้วยสารกันน้ำเช่นยูรีเทนขนาดของแผ่นไม้อัดควรใช้หนา 10 มิลลิเมตรกว้างและยาวให้กว้างและยาวกว่าแผ่นกระดาษข้างละอย่างน้อย 10 เซนติเมตรนอกจากนี้ยังจะต้องมีไม้กันขอบตะแกรง 2 อันลักษณะเป็นไม้สี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้างประมาณ 2 – 3 เซนติเมตรยาว 10 เซนติเมตรทั้งสองเลื่อยและเจาะให้เป็นบ่าใหญ่กว่าความหนาของแผ่นไม้อัดเท่าตัวเวลาใช้สวมรองบ่าเข้าหาขอบแผ่นไม้อัดสอดลิ่มไม้ด้านล่างตอกให้แน่นทั้ง 2 อันระยะห่างระหว่างไม้กันขอบตะแกรงทั้ง 2 ดูจากความยาวของตะแกรงให้แต่ละอันห่างจากปลายสุดของตะแกรงทั้ง 2 ข้างประมาณ 5 เซนติเมตรไม้กันขอบตะแกรงนี้จะช่วยให้สามารถวางแผ่นกระดาษจำนวนมากและสูงๆได้ในแนวตั้งฉากนอกจากขาตั้งแผ่นไม้วางกระดาษไม้กันขอบตะแกรงจะต้องมีแผ่นสักหลาดหรือใช้กระดาษที่ผ่านการSizingด้วยผงบุก (Amorphopalluskonjac) ปูบนแผ่นไม้ก่อนที่จะวางแผ่นกระดาษญี่ปุ่นลงไปและปูทับด้านบนกระดาษอีกครั้งหลังจากช้อนแผ่นเสร็จแล้วเพื่อป้องกันการเสียของแผ่นกระดาษล่างและบนสุดและยังช่วยไม่ให้แผ่นไม้อัดที่วางรองล่างและทับด้านบนลื่นไหลได้

ขั้นตอนการทำกระดาษญี่ปุ่นการทำกระดาษสาแบบญี่ปุ่น (Nagashizuki) เป็นวิธีการเพิ่มความหนาของแผ่นกระดาษทีละชั้นด้วยวิธีการไหลของเยื่อ (Flowing method) จะได้กระดาษที่มีเนื้อเรียบเนียนมีความสม่ำเสมอทั้งแผ่นกระดาษจะมีความเหนียวซึ่งมีวิธีการดังนี้

ก)เตรียมอ่างและน้ำเยื่อสำหรับช้อนแผ่น

ขั้นต้นของการทำแผ่นกระดาษจำเป็นต้องเตรียมอ่างช้อนเยื่อก่อนการเตรียมอ่างพร้อมอุปกรณ์ดังที่กล่าวไปแล้วเมื่อเตรียมอ่างเสร็จเรียบร้อยนำน้ำใส่ลงในอ่างความสูงของระดับน้ำไม่เกินครึ่งอ่างช้อนเยื่อโดยปกติให้น้ำสูงประมาณ 20 – 25 เซนติเมตรเพื่อจะได้ไม่ใช้สารกระจายเยื่อมากเกินไปและเวลาตีเยื่อไม่เสียแรงมากเติมสารกระจายเยื่อที่เตรียมไว้แล้วลงไปโดยทั่วไปปริมาณของสารกระจายเยื่อที่ใช้ความเข้มข้นร้อยละ 0 . 0 5 ตีด้วยไม้ไผ่ลวกให้สารกระจายเยื่อผสมกับน้ำโดยสม่ำเสมอใส่เยื่อที่ผ่านการตีด้วยเครื่องมาแล้วลงไปครั้งละ1ก้อนน้ำหนักเปียกก้อนละประมาณ 1กิโลกรัมใช้ไม้ตีเยื่อให้แยกกระจายทั่วอ่างอย่างสม่ำเสมอการตีเยื่อด้วยไม้มีเทคนิคเล็กน้อยคือใช้มือหนึ่งจับส่วนบนสำหรับประคองไม้ไว้อีกมือหนึ่งจับส่วนล่างเพื่อกระชากหรือดึงเข้าหาตัวแรงๆจะทำให้เยื่อกระจายตัวได้ดี

ข) ช้อนแผ่นกระดาษ

ก่อนที่จะช้อนแผ่นกระดาษจำเป็นต้องเตรียมแบบ(Mould)ซึ่งประกอบด้วยกรอบตะแกรง(Frame หรือKeta) และตะแกรง (Screen หรือsu) แช่ในอ่างน้ำให้เปียกก่อนประมาณ 5 นาทีเพื่อให้เกิดการอุ่มน้ำและไม่ลื่นขณะช้อนแผ่นแล้วนำกรอบตะแกรงมาวางบนไม้คาน 2 อันที่พาดอยู่บนอ่างช้อนเยื่อเปิดกรอบด้านบนขึ้นใส่ตะแกรงและยึดด้วยขอพับให้เรียบร้อยผูกเชือกเข้ากับสปริงหรือปลายไม้ไผ่และใช้มือทั้งสองจับแขนยกบนแบบให้ชิดมาทางขอบในเอียงแบบใช้ด้านข้างดันไม้รองรับทั้ง 2 อันไปชิดด้านข้างของอ่างข้างละอันจึงเริ่มช้อนแผ่นซึ่งมีด้วยกัน 3 ขั้นตอนดังนี้

(1) เป็นการสร้างด้านหลังกระดาษเรียกว่าKakenagashiหรือUbumizu โดยการใช้แบบตักลึกลงไปในน้ำเยื่อประมาณ 5 เซนติเมตรให้ขอบของแบบห่างจากขอบอ่างประมาณ 10 เซนติเมตรยกแบบขึ้นโดยเร็วให้สูงกว่าขอบแบบด้านหลังและผลักแบบออกไปด้านหน้าให้น้ำเยื่อไหลผ่านตะแกรงจากด้านที่ตักน้ำเยื่อหล่นออกจากตะแกรงทางด้านตรงข้ามการผลักนี้คล้ายกับการสาดน้ำออกไปจากตะแกรงวิธีนี้จะสร้างกระดาษได้หนึ่งชั้นในขั้นนี้จะสาดน้ำเยื่อ 1 – 3 ชั้นก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสมโดยสังเกตจากเยื่อที่อยู่บนตะแกรงถ้าเยื่อบางก็สร้างเพิ่มแต่ถ้าหนาก็ทำครั้งเดียวและถ้ามีเศษเยื่อหรือสิ่งปนเปื้อนอยู่บนเยื่อให้เอาออกไปโดยใช้ปากคีบหนีบออกไปแล้วสร้างเยื่อทับอีกครั้งเพื่อปิดบังลอยที่เกิดจากการเอาสิ่งที่ติดมาออกไป

(2) เป็นการสร้างความหนาของกระดาษเรียกว่าChoshiการสร้างความหนาของแผ่นกระดาษโดยใช้แบบตักน้ำเยื่อในลักษณะเดิมยกขึ้นให้ขนานกับระดับผิวน้ำใช้การหักข้อมือขึ้นลงน้ำเยื่อจะไหลเต็มตะแกรงจากขอบตะแกรงหนึ่งไปยังขอบหนึ่งไปกลับเช่นนี้4-5 ครั้งอาจจะโยกด้านซ้ายและขวาบ้างก็ได้ถ้ามีความชำนาญเยื่อจะเรียงทับกันทีละชั้นหนาขึ้นเมื่อน้ำเยื่อบนตะแกรงเหลือน้อยให้สาดออกไปอาจจะด้านเข้าหาตัวหรือด้านตรงข้ามก็ได้แล้วแต่จะถนัดขั้นตอนนี้โดยทั่วไปจะตักน้ำเยื่อเพื่อสร้างความหนาให้กับกระดาษ 6 ครั้งแต่ละครั้งทำเหมือนเดิม

(3) เป็นการสร้างหน้ากระดาษเรียกว่าSutemizuขั้นตอนนี้จะตักน้ำเยื่อเหมือนขั้นที่ 2แต่ตอนสุดท้ายให้สาดน้ำเยื่อออกไปด้านหน้าโดยเร็วให้น้ำเยื่อตกออกไปจากขอบแบบและกดขอบแบบให้ต่ำไว้ให้น้ำเยื่อตกไปจนหมดช่วงนี้ถ้าไม่กดขอบแบบลงจะเกิดรอยย่นที่ขอบเยื่อกระดาษจะมีตำหนิ

เมื่อสิ้นสุดขั้นตอนที่ 3 แล้วยกแบบสูงขึ้นเลื่อนไม้ที่รองแบบทั้งสองมารองรับแบบเอาไว้เป็นการสิ้นสุดของการช้อนแผ่น

ค) การวางแผ่นกระดาษลงบนแผ่นไม้(Shito) และยกตะแกรงออกจากแผ่นกระดาษ

ก่อนอื่นจะต้องเตรียมประกอบขาตั้งและวางแผ่นไม้อัดเพื่อรองรับกระดาษประกอบไม้กันขอบตะแกรงปูแผ่นสักหลาดหรือกระดาษสาที่เคลือบผงบุกมาแล้วลงบนแผ่นไม้แล้วเทน้ำลงบนกระดาษให้เปียกน้ำจนทั่วและใช้มือรีดกระดาษให้เรียบติดกับแผ่นไม้อัดและพยายามไล่ฟองอากาศออกไปให้หมดการวางแผ่นกระดาษลงบนShitoและยกตะแกรงออกมาจากกระดาษมีขั้นตอน

(1) ปลดตะขอที่ล็อกขอบตะแกรงด้านบนออกใช้มือซ้ายยกขอบตะแกรงบนขึ้นให้เอนไปพิงด้านหลัง

(2) ใช้นิ้วของมือขวาลูบเยื่อที่ติดอยู่กับขอบไม้ที่ติดอยู่กับตะแกรงเฉพาะขอบที่ติดกับตัวออกไปลักษณะการลูบเอาเยื่อออกเริ่มจากปลายสุดทางซ้ายมือลากยาวไปทางขวามือจนสุดขอบตะแกรง

(3) ใช้มือซ้ายจับตรงกลางของขอบตะแกรงด้านในแล้วยกขึ้นสอดมือขวาลอดผ่านใต้ตะแกรงไปจับขอบตะแกรงอีกด้านหนึ่งยกตะแกรงขึ้นและดึงขอบตะแกรงทั้งสองให้ตึงชูแขนทั้งสองขึ้นแบบยกให้ข้ามเหนือศีรษะไปลงที่Shitoเมื่อตะแกรงอยู่เหนือShitoให้ยกมือขวาไว้ปล่อยมือซ้ายลงตะแกรงจะห้อยลงในลักษณะตั้งฉากให้เลื่อนการจับขอบตะแกรงของมือซ้ายไปทางด้านซ้ายของตะแกรงโดยให้ห่างปลายสุดประมาณ 15 เซนติเมตรแล้ววางขอบตะแกรงลงบนShito

ชิดกับไม้กันขอบทั้งสองอันปล่อยมือซ้ายมาแตะตรงกลางไม้ขอบตะแกรงล่างแล้วค่อยๆหย่อนตะแกรงลงมาให้ตะแกรงไปสัมผัสกับShitoอย่างสม่ำเสมอช่วงนี้จะต้องระมัดระวังมากมิฉะนั้นจะเกิดฟองอากาศอยู่ใต้แผ่นกระดาษจำนวนมากกระดาษจะมีตำหนิเมื่อแห้งหลังจากวางตะแกรงจนหมดแล้วปล่อยมือขวาที่จับขอบตะแกรง

(4) ยกตะแกรงออกจากแผ่นกระดาษโดยใช้ทั้งสองมือจับที่ขอบตะแกรงที่ติดกับไม้กั้นพลิกขึ้นแล้วพับไปด้านหลังโดยใช้ทั้งสองมือจับที่ขอบตะแกรงที่ติดกับไม้กั้นพลิกขึ้นแล้วพับไปด้านหลังกดลงเล็กน้อยและยกขึ้นลงดูว่ากระดาษหลุดหรือไม่ถ้าไม่หลุดทำเช่นนี้จนหลุดแล้วยกขอบตะแกรงขึ้นโดยดึงเอียงไปด้านหลังให้ตะแกรงค่อยๆหลุดออกจากแผ่นกระดาษอย่างช้าๆและต่อเนื่องจนสุดขอบกระดาษข้อควรระวังช่วงที่ตะแกรงจะหลุดจากกระดาษต้องดึงในลักษณะเดิมไม่ยกตะแกรงขึ้นตรงๆจะทำให้เกิดรอยย่นของกระดาษได้แล้วใช้แผ่นกระดาษที่เคลือบด้วยผงบุกปิดทับด้านบนอีกครั้งเพื่อกันไม่ให้กระดาษแผ่นบนเสียและลื่นเมื่อปิดทับด้วยแผ่นไม้

(5) เริ่มซ้อนแผ่นต่อและวางกระดาษเหมือนเดิมมีเพียงเพิ่มเส้นขั้นระหว่างแผ่นของกระดาษเพื่อใช้แยกแผ่นกระดาษออกจากกันในขณะลอกกระดาษทำให้แห้งทีละแผ่นเส้นขั้นกระดาษส่วนใหญ่ใช้เทปพลาสติกเส้นเล็กๆตัดให้มีความยาวมากกว่าความยาวของกระดาษประมาณ 10 เซนติเมตรการวางเส้นขั้นจะวางหลังจากที่ใช้มือลูบเอาเยื่อออกไปจากขอบของตะแกรงแล้วโดยใช้มือทั้งสองจับปลายเส้นขั้นดึงให้ตึงวางลงบนแผ่นกระดาษข้างตะแกรงที่มีไม้ขั้นห่างขอบกระดาษประมาณ 5 เซนติเมตรและจะต้องวางเส้นขั้นทุกๆแผ่น

ง) การบีบน้ำออกจากกระดาษ (Press)

หลังจากซ้อนแผ่นกระดาษได้ตามต้องการแล้วจำเป็นจะต้องบีบเอาน้ำออกจากกระดาษเพื่อจะได้ดึงกระดาษออกจากกันไปทำให้กระดาษแห้งได้วิธีการบีบเอาน้ำออกจากแผ่นกระดาษมีขั้นตอนดังนี้

(1) ยกแผ่นไม้รองกระดาษ (Shito) พร้อมกับชั้นกระดาษเปียกลงบนพื้นที่มีไม้หน้าสาม 2อันความยาวเท่ากับแผ่นไม้รองกระดาษรองรับอยู่วางทับด้านบนของชั้นกระดาษเปียกด้วยแผ่นไม้อัดขนาด 10 มิลลิเมตรที่ทายูรีเทนกันน้ำแล้วด้านบนของไม้อัดวางทับด้วยไม้หน้าสาม 2 อันความยาวเท่ากับไม้ด้านล่างแล้ววางทับไม้ทั้งสองด้วยแผ่นหิน 1 แผ่นที่มีน้ำหนัก 10 กิโลกรัมแล้วเพิ่มแผ่นหินทีละ 1 แผ่นทุกๆ 1 ชั่วโมงจนครบ 5 แผ่นการทยอยเพิ่มน้ำหนักกดลงบนแผ่นกระดาษเพื่อให้น้ำค่อยๆซึมออกไปจากกระดาษอย่างช้าๆมิฉะนั้นกระดาษจะมีรอยแตกถ้าเพิ่มน้ำหนักกดมากในครั้งแรกกระดาษจะเสีย

(2) นำกระดาษที่ผ่านการทับด้วยแผ่นหินแล้วอัดเอาน้ำออกด้วยเครื่องไฮดรอลิคโดยค่อยๆเพิ่มน้ำหนักกดลงไปทีละน้อยโดยปกติจะใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมงสำหรับการอัดด้วยไฮดรอกลิคจนเหลือความชื้นประมาณร้อยละ 30 ก็พอ สำหรับการเอาน้ำออกจากกระดาษ

จ) การทำแห้งกระดาษ (Drying)

การทำแห้งแผ่นกระดาษสาทำได้ 2 วิธีคือ

(1) Steam dry วิธีนี้ใช้ความร้อนจากไอน้ำที่ได้จากการต้มน้ำผ่านมาตามท่อเข้าสู่แผ่นสามเหลี่ยม (triangle hot plate) ความร้อนที่เข้ามานี้สามารถปรับระดับอุณหภูมิสูงหรือต่ำโดยการหมุนวาล์วอุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 40 – 45 องศาเซลเซียสถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปกระดาษอาจจะย่นและบิดงอแต่ถ้าอุณหภูมิต่ำจะเสียเวลานานกว่ากระดาษจะแห้งวิธีการโดยลอกแผ่นกระดาษขึ้นมาทีละแผ่นวางลงบนแผ่นให้ความร้อนดึงให้เรียบไม่มีรอยย่นใช้แปรงขนม้าลูบที่ผิวกระดาษให้เรียบติดกับแผ่นให้ความร้อนขณะที่ใช้แปรงลูบที่ผิวหน้ากระดาษถ้ามีรอยย่นให้ดึงให้ตึงแล้วใช้แปรงลบรอยย่นให้เรียบการใช้แปรงลูบควรจะลูบไล่แบบต่อเนื่องจากจุดเริ่มต้นไปเพื่อป้องกันการเกิดการย่นของกระดาษและไล่ฟองอากาศออกไปจากใต้แผ่นกระดาษด้วยการใช้วิธีนี้มีข้อดีตรงที่จะทำให้กระดาษแห้งได้เร็วแต่ก็มีข้อเสียคือกระดาษติดกับผิวของแผ่นให้ความร้อนเมื่อดึงกระดาษออกจะเกิดขุยของกระดาษขึ้น (fuzzy) ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ดี

(2) Drying boards (Ginko) เป็นวิธีการทำให้กระดาษแห้งโดยอาศัยธรรมชาติวิธีการโดยนำแผ่นกระดาษวางบนแผ่นไม้ที่มีผิวหน้าเรียบโดยทั่วไปไม้นี้ทำจากไม้สนแล้วใช้แปรงขนม้าลูบผิวหน้ากระดาษให้เรียบติดกับผิวหน้าของแผ่นไม้การทำค่อนข้างง่ายเนื่องจากไม่มีความร้อนทำให้กระดาษไม่แห้งเร็วเกินไปในขณะทำงานการทำให้กระดาษแห้งด้วยวิธีนี้กระดาษจะมีผิวหน้าเรียบมากกว่าวิธีแรกและไม่เกิดขุยที่ผิวกระดาษการแห้งของกระดาษจะเร็วหรือช้าขึ้นกับแหล่งความร้อนซึ่งได้จาก 3 แหล่งคือแสงแดด (ตากกลางแดด) แรงลม (ผึ่งในร่ม) แลอุณหภูมิของห้องอบกระดาษ

ฉ) การดึงกระดาษเมื่อแห้งแล้ว

กระดาษสาญี่ปุ่นเมื่อแห้งแล้วยังติดแน่นอยู่กับแผ่นสแตนเลสหรือ Boards การดึงแผ่นกระดาษให้หลุดออกมาจะต้องระมัดระวังค่อนข้างมากมิฉะนั้นกระดาษจะหักหรือเกิดรอยได้วิธีการโดยใช้เล็บแกะมุมขอบกระดาษให้หลุดออกจากแผ่นที่ใช้ทำให้กระดาษแห้งแล้วจับดึงแบบยกเข้าหาตัวให้กระดาษค่อยๆหลุดจากแผ่นที่ทำแห้งจากใกล้ออกไปจนกระดาษหลุดออกมาทั้งแผ่นนำกระดาษไปเรียงซ้อนกันไว้เพื่อเก็บรักษาอาจจะเก็บทั้งแผ่นหรือตัดขอบด้านข้างทั้งสี่ของกระดาษทิ้งไปก็ได้

2.2.4.3 การทำกระดาษด้วยมือแบบตะวันตก (Western handmade paper)

เป็นการทำกระดาษโดยอาศัยการทับถมของเยื่อ (Accumulation) ทำให้เกิดความหนาของกระดาษจนเป็นแผ่นกระดาษขึ้นวิธีนี้คนญี่ปุ่นเรียกว่าTamezukiกระดาษจะมีความสม่ำเสมอและความเรียบจะน้อยกว่ากระดาษแบบญี่ปุ่นวิธีการทำและอุปกรณ์แทบจะไม่มีความแตกต่างจากแบบญี่ปุ่นเลยมีเพียงตัวของตะแกรงและวิธีการช้อนเท่านั้นที่ต่างไปจากแบบญี่ปุ่นซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ก) ตะแกรงช้อนเยื่อแบ่งออกเป็น2ส่วนคือตะแกรงล่างและกรอบบนตะแกรงล่างประกอบด้วยกรอบเป็นลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดแล้วแต่ความเหมาะสมโดยทั่วไปไม่ควรเกิน40×50 เซนติเมตรเนื่องจากจะมีน้ำหนักมากเวลาช้อนเยื่อภายในกรอบจะมีซี่ไม้ด้านบนเป็นสามเหลี่ยมสูงเสมอขอบแต่ละซี่ห่างกัน 10 เซนติเมตรตีติดกรอบทั้งสองข้างตลอดตามความกว้างและด้านหลังขอบกรอบตีไม้พาดกลางซี่และกรอบอีก1อันเพื่อเอาไว้สำหรับกดตะแกรงด้านบนของกรอบตะแกรงใช้ตะแกรงสแตนเลส 2 อันวางซ้อนกันอันล่างมีรูขนาดใหญ่เอาไว้รับน้ำหนักของตะแกรงอันบนมีรูที่เล็กยึดติดกรอบให้แน่นโดยใช้ลวดแม็กยึดติดไว้นอกจากมีตะแกรงแล้วยังต้องมีกรอบบนอีกหนึ่งกรอบขนาดเท่ากับด้านล่างสามารถวางทับกับตะแกรงล่างได้พอดีโดยมีแผ่นอลูมิเนียมเป็นมุมฉากติดอยู่มุมตรงข้ามกันมุมละอันเอาไว้ล็อคตะแกรงอันล่างให้อยู่เมื่อสวมกรอบตะแกรงอันบนลงไป

ข) การช้อนเยื่อโดยนำตะแกรงข้างต้นมาประกบกันใช้มือทั้งสองจับด้านข้างของตะแกรงยกขึ้นเหนืออ่างช้อนเยื่อให้ตะแกรงอยู่ในลักษณะตั้งฉากกับผิวน้ำลดตะแกรงลงไปในน้ำเยื่อให้ลึก 15– 20 เซนติเมตรปรับตะแกรงให้จมอยู่ใต้น้ำเยื่อและขนานกับผิวน้ำยกตะแกรงขึ้นตรงๆช้าๆจนสูงกว่าระดับผิวน้ำประมาณ 5 เซนติเมตรรอจนน้ำหยุดไหลยกตะแกรงไปตั้งเอียงไว้รอให้น้ำไหลออกจนหมดวางตะแกรงบนไม้รองถอดกรอบบนออกใช้มือทั้งสองจับขอบตะแกรงล่างที่มีแผ่นกระดาษอยู่ยกขึ้นแล้วไปวางคว่ำลงบนแผ่นไม้ที่เตรียมไว้รองรับกระดาษ (Shito) ใช้มือทั้งสองกดลงบนคานไม้ด้านหลังตะแกรงแล้วค่อยๆยกตะแกรงออกแผ่นต่อไปทำเช่นเดิมและใส่เส้นกั้นระหว่างแผ่นด้วยหลังจากนั้นทำเหมือนกระดาษญี่ปุ่นจนได้แผ่นกระดาษ

2.2.5 กระดาษที่ใช้ในงานประดิษฐ์

กระดาษที่ใช้ในงานประดิษฐ์ในปัจจุบันมีความสวยงาม ซึ่งช่วยตกแต่งให้ชิ้นงานมีราคา และสวยงามยิ่งขึ้นมีหลายชนิดสามารถเลือกได้ ตามความเหมาะสม ดังนี้มีหลายประเภทดังนี้ (วินัย ตาระเวช, 2550)

2.2.5.1 กระดาษสาเป็นกระดาษที่ผลิตในประเทศทำจากต้นสามีหลายชนิด ดังนี้

ก) กระดาษสาชนิดบาง ให้ความสวยงามเป็นธรรมชาติให้ห่อมีการเติมลวดลายสีสันให้น่าใช้ยิ่งขึ้น มีสีให้เลือกมากราคาไม่แพงมีราคาอยู่ระหว่าง 5-10 บาทแหล่งผลิตอยู่ทางภาคเหนือของไทยบริเวณ จังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง การใช้ต้องใช้พลาสติกใส่รองด้านบนและด้านล่างป้องกันการเปียกน้ำ

ข)กระดาษสาชนิดหนา มีความหนาเนื้อกระดาษนุ่ม ผิวขรุขระ มีทุกสีมีการนำดอกไม้ใบไม้ มาใส่ในเนื้อกระดาษสาประเภทนี้ทำให้สวยงามเป็นธรรมชาติมากขึ้นเหมาะสำหรับห่อของขวัญ และห่อดอกไม้

ค)กระดาษสาชนิดมีการตกแต่งพิเศษ ผู้ผลิตกระดาษสาได้พัฒนาปรับแต่งผลิตภัณฑ์ให้มีคุณค่า และความสวยงามที่หลากหลาย โดยนำมาเพ้นท์สี ทำลวดลายใหม่ เช่น ลายบาติก ลายปักทอง ลายพ่นทอง ลายพิมพ์ ใส่ดอกไม้ ใบไม้สีสวยลงไปในกระดาษรวมถึงการทำผิวสัมผัสให้มีลักษณะแปลกตาออกไป เช่น ผิวเรียบ ผิวขรุขระ ผิวหยาบ ทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการ ย่อยสลายได้ง่าย เพราะเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ เป็นคุณสมบัติเด่นของกระดาษสาไทย

ง)กระดาษสาชนิดที่มาจากต่างประเทศ มีลักษณะแตกต่างจากกระดาษสาของไทย คือ เหนียวกว่า ถูกน้ำได้ เนื้อบาง โปร่งใส เนื่องจากมีส่วนผสมของใยสังเคราะห์ลักษณะสัมผัสคล้ายกระดาษสา ลวดลายต่างๆ มากมาย เช่น ลายตาสก๊อต ลายดอกไม้ ลายรูปสัตว์ต่างๆประเทศที่ผลิตส่วนใหญ่ คือ จีน ญี่ปุ่น เกาหลีและไต้หวัน ซึ่งถือเป็นคู่แข่งทางการค้าของไทย ราคากระดาษสาประเภทนี้อยู่ระหว่าง 20-30 บาท ขึ้นอยู่กับจำนวน และขนาดที่สั่งซื้อ ขายปลีกมีจำหน่ายอยู่บ้างตามร้านกิ๊ฟช้อป หรือร้านขายอุปกรณ์ดอกไม้ทั่วไป

2.2.5.2 กระดาษห่อดอกไม้ชนิดพิเศษ เป็นกระดาษที่ผลิตขึ้นเพื่อการห่อดอกไม้โดยเฉพาะมีเนื้อกระดาษเหนียวเคลือบมัน มีรูปแบบลวดลายให้เลือกมากมาย ฉีกขาดยากกว่าคุณสมบัติพิเศษที่มีเหมาะสำหรับห่อดอกไม้โดยเฉพาะ คือ เมื่อติดสก๊อตเทปแล้วสามารถดึงออกได้โดยไม่ทำให้กระดาษขาดเสียหายได้ มีทั้งที่ผลิตในประเทศ ซึ่งราคา ประมาณ 5-10 บาท ถ้าเป็นชนิดที่มาจากต่างประเทศราคาจะอยู่ระหว่าง 15-30 บาทซึ่งจะมีลวดลายและสีสันที่สวยมีรายละเอียดมาก

ประเทศที่มีผลิตกระดาษประเภทนี้ ได้แก่ ญี่ปุ่น ไต้หวัน เกาหลี สวิตเซอร์แลนด์ เยอรมนี สหรัฐอเมริกา และอังกฤษ มีชื่อเสียง แตกต่างกัน เช่น กระดาษเงิน กระดาษฟอยล์สี เป็นต้น

2.2.5.3 กระดาษโปร่งใส ใช้ห่อของขวัญที่ต้องการให้เห็นของภายใน เช่น ดอกไม้สด ดอกไม้แห้ง ห่อกล่อง เซลลูลอย หรือห่อของที่มีความสวยงามอยู่แล้ว ต้องการโชว์ให้เห็นของ เพียงแต่การห่อเป็นการเพิ่มความเก๋ไก๋ให้กับของขวัญ ลักษณะกระดาษประเภทนี้จะเรียกว่ากระดาษแก้วก็ย่อมได้ ซึ่งอันที่จริงแล้วไม่ใช่กระดาษแต่เป็นแผ่นพลาสติกใสพิมพ์ลายนั้นเอง ราคาอยู่ระหว่างแผ่นละ10-20 บาท กันน้ำได้ ซึ่งเหมาะสำหรับห่อช่อดอกไม้สด หรือใช้ห่อคู่กับกระดาษสาอีกชั้นหนึ่ง เพิ่มความสวยงามได้มาก

2.2.5.4 กระดาษฟิล์มใช้สำหรับห่อของขวัญ ห่อช่อดอกไม้ ห่อขวดกล่องได้หลายรูปทรง มีทุกสี เป็นพิมพ์มันไม่ยับจัดรูปทรงได้ตามวัตถุที่ต้องการห่อ ฉีกขาดได้ยากต้องใช้กรรไกรตัด มีทั้งสีเงินทอง สีบรอนซ์ มีลักษณะเป็นเงามันเหลือบ บางชนิดมีลายและเงาแสงในตัวเองเรียก ลายเลเซอร์ แต่มีราคาแพงประมาณแผ่นละ 15-20 บาท กันน้ำได้ ถ้ามี 2สีในแผ่นเดียว คือ ด้านละสี อาจมีสีเงินด้านหนึ่งอีกด้านหนึ่งเป็นสีเขียวแดงหรือสีอื่นๆ เป็นวัสดุที่ผลิตในต่างประเทศ จึงมีราคาสูงมีทั้งชนิดแผ่นและม้วน ซึ่งจำหน่ายเป็นแผ่นๆ ส่วนชนิดเป็นม้วนใหญ่จำหน่ายเป็นเว้น ความยาวต่อเนื่องสามารถตัดออกตามความยาวที่ต้องการใช้ข้อเสีย คือ เป็นโพลิเมอร์พลาสติกที่ไม่ย่อยสลาย ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ถ้ามีการใช้จำนวนมาก

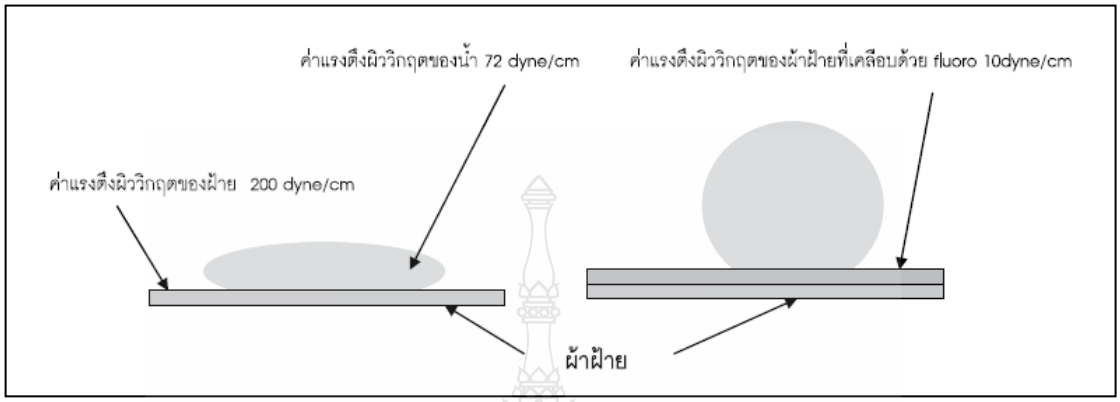
2.3 การสะท้อนน้ำ (Repellency)

การสะท้อนน้ำหมายถึงการเปลี่ยนแปลงทิศทางของหน้าคลื่นที่รอยต่อของตัวกลางสองชนิดและทำให้หน้าคลื่นหันกลับไปยังฝั่งของตัวกลางชนิดแรก (วิกิพีเดีย, 2556)

การสะท้อนน้ำหมายถึงการที่คลื่นเคลื่อนที่ไปตกกระทบกับสิ่งกีดขวางหรือรอยต่อระหว่างตัวกลางแล้วเปลี่ยนทิศสะท้อนกลับ มาในตัวกลางเดิม(สถาบันนวัตกรรมและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2556)

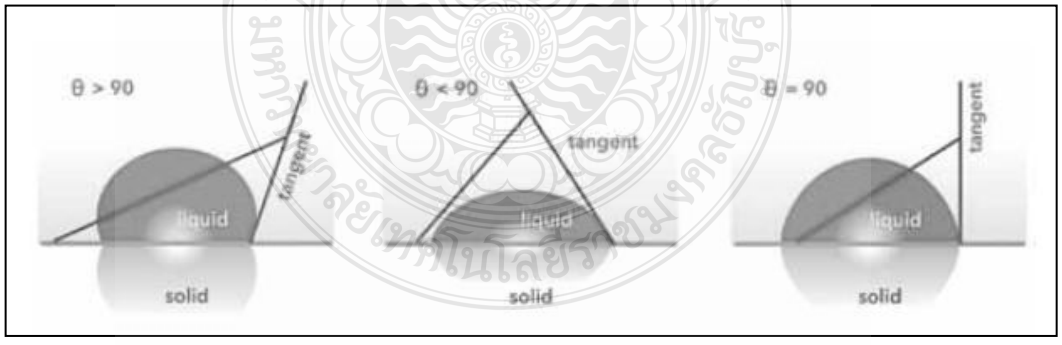
กระบวนการสะท้อนน้ำเนื่องมาจากความสัมพันธ์ของค่าแรงตึงผิววิกฤต (Critical Surface Tension) ของกระดาษและของเหลวโดยมีค่าแรงตึงผิววิกฤตของกระดาษให้มีค่าน้อยกว่าแรงตึงผิววิกฤตของของเหลวโดยของเหลวจะไม่ซึมเข้าโดยจะเกิดสมบัติ water repellent ขึ้น เพราะฉะนั้นแล้วการทำ water/oil จะต้องทำให้ของแข็งมีค่าแรงตึงผิววิกฤตลดลงต่ำกว่าค่าแรงตึงผิววิกฤตของของเหลว (ค่าแรงตึงผิววิกฤต > ค่าแรงตึงผิววิกฤตของของเหลว = เปียก,ค่าแรงตึงผิววิกฤต < ค่าแรง

ตึงผิววิกฤตของของเหลว = สะท้อนน้ำ) ดังรูปที่ 2.5(Thai Textiles outlook ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม, 2554)



ภาพที่ 2.5 ค่าแรงตึงผิววิกฤตของผ้าฝ้ายขณะเปียกและขณะสะท้อนน้ำ
ที่มา : Thai Textile outlook (2554)

เมื่อหยดน้ำอยู่บน Solid surface จะต้องไม่แพร่หยดน้ำจะต้องคงรูปและแสดงมุม Ø ซึ่งเรียกว่าcontact angle มุม Ø จะเขียนเป็นลักษณะของแรงตึงผิวระหว่าง liquid/solid ดังนั้น contact angleที่สมดุลจะเป็นตัวชี้วัดความสามารถในการเปียกของของแข็งโดยของเหลวหรือเรียกว่าปรากฏการณ์การโค้งของผิวของเหลว ดังภาพที่ 2.6



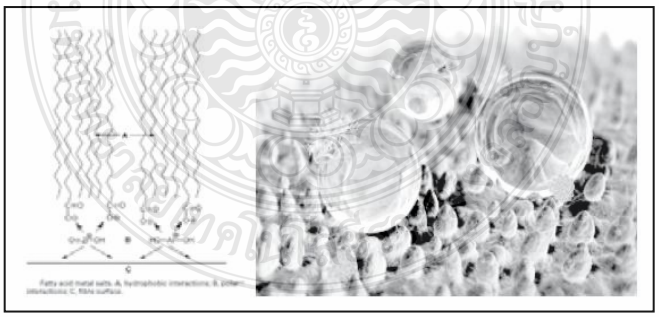
ภาพที่ 2.6 ปรากฏการณ์การโค้งของผิวของเหลว
ที่มา : Thai Textile outlook (2554)

จากปรากฏการณ์การโค้งของผิวของเหลวจะเห็นว่าผิวของเหลวกับผิวของแข็ง (ในที่นี้จะหมายถึงผ้า) จะทำมุมกันสำหรับของเหลวและของแข็งคู่หนึ่งๆมุมระหว่างผิวทั้งสองมีค่าต่างกันมุมระหว่างผิวของเหลวกับผิวของแข็งณจุดสัมผัสเรียกว่ามุมสัมผัส Ø (Angle of Contract) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0°-180° มุมสัมผัสจะบอกให้เราทราบว่าเมื่อของเหลวอยู่บนพื้นผิวของเหลวนั้นจะอยู่ในสภาพเป็นหยด(ไม่ทำให้พื้นผิวเปียก) หรือแผ่กระจาย (ทำให้พื้นผิวเปียก)โดยพิจารณาดังนี้มุมสัมผัสที่มีค่าระหว่าง0-90องศาของเหลวจะแผ่กระจายและเปียกพื้นมุมสัมผัสที่มีค่าระหว่าง 90-180องศาของเหลวจะเป็นก้อนและไม่เปียกพื้น

การที่จะทำให้กระดาษมีคุณสมบัติสะท้อนน้ำนั้นทำได้หลายวิธีได้แก่การลดแรงตึงผิวซึ่งเป็นกลไกระหว่างสารสะท้อนน้ำที่อยู่ในกระดาษกับผิวกระดาษการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารสะท้อนน้ำกับผิวของเส้นใยและการสารสะท้อนน้ำโดยการเคลือบฟิล์มบางๆบนผิวเส้นใยเป็นต้น

สารสะท้อนน้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ใช้กันมีหลายประเภทเช่น paraffin wax , metallic salt,fatty acid, stearamidemethylpyridinum chloride, pyridinium chloride, silicone, Fluorocarbonbased repellents, N-methyl Stearomideเป็นต้นประเภทของสารสะท้อนน้ำที่นิยมใช้กันได้แก่

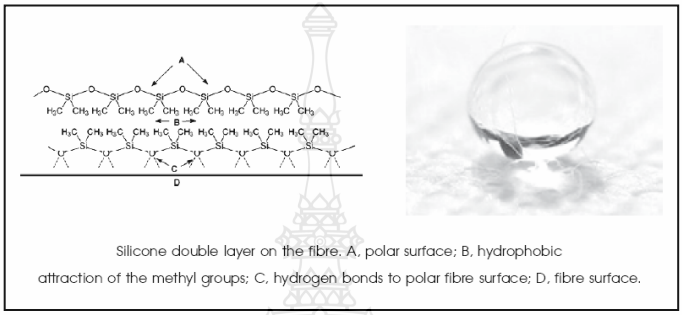
2.3.1 สารสะท้อนน้ำประเภท Paraffin, waxเป็นสารสะท้อนน้ำที่ใช้กันในยุคแรกๆส่วนใหญ่จะเป็นกรดไขมัน (ส่วนใหญ่จะเป็นกรด stearic acid) ที่มีส่วนประกอบของaluminiumหรือzirconiumสารสะท้อนน้ำนี้จะไปทำปฏิกิริยากับเส้นใยทำให้มีสมบัติสะท้อนน้ำขึ้นแต่สารกลุ่มนี้จะไปเพิ่มการติดไฟได้แต่ปัจจุบันสารกลุ่มนี้ไม่นิยมนำมาใช้แล้ว ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 องค์ประกอบเคมีของสารParaffin, wax

ที่มา : Thai Textile outlook (2554**)**

2.3.2 สารสะท้อนน้ำประเภท Siliconeเป็นสารพวกPolydimethylsiloxaneลักษณะการสะท้อนน้ำนั้นคือสารชนิดนี้จะมาสร้างชั้นที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic layer) รอบๆเส้นใยโดยโครงสร้างของPolydimethylsiloxaneจะยึดติดกับเส้นใยด้วยพันธะไฮโดรเจนและจะแสดงสมบัติไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) บนผิวของเส้นใยสารในกลุ่มนี้นิยมใช้กันค่อนข้างมากในปัจจุบัน ดังภาพที่ 2.8



Silicone double layer on the fibre. A, polar surface; B, hydrophobic attraction of the methyl groups; C, hydrogen bonds to polar fibre surface; D, fibre surface.

ภาพที่ 2.8 องค์ประกอบเคมีของสาร Silicone
ที่มา : Thai Textile outlook (2554)

ข้อดี–ข้อเสียของการใช้สารสะท้อนน้ำ Silicone

2.3.2.1 ทำให้มีความคงทนต่อการซัก (มีความคงทนกว่าพวก wax แต่น้อยกว่า fluorochemical)

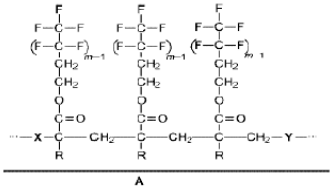
2.3.2.2 มีราคาแพงกว่า wax แต่น้อยกว่าfluorochemical

2.3.2.3 ทนต่อการเปื้อนของน้ำแต่ไม่ทนต่อการเปื้อนของน้ำมัน

2.3.2.4 ผิวสัมผัสนุ่มและยืดหยุ่นได้ดี

2.3.3 Fluorocarbon-based repellents (FC)

สารสะท้อนน้ำชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพดีที่สุดในบรรดาสารสะท้อนน้ำที่ใช้กันโดย FC นี้เมื่อตกแต่งสำเร็จลงบนผ้าแล้วจะมีการก่อรูป CF3 คลุมบริเวณพื้นผิวเส้นใยด้านนอกซึ่งจะให้ประสิทธิภาพการสะท้อนน้ำดีมาก ดังภาพที่ 2.9



Fluorocarbon repellent on fibre surface. m = 8—10. X and Y are comonomers, mainly stearylacrylates. R = H or CH3 (polyacrylic or polymethacrylic acid esters). A is the fibre surface.

ภาพที่ 2.9 องค์ประกอบเคมีของสารFluorocarbon-based repellents

ที่มา : Thai Textile outlook (2554)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุภิญยาฐ์ ชินชัย (2536) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้ซังขนุนแห้งเพื่อเพิ่มใยอาหารในขนมทองม้วน พบว่า ซังขนุนแห้ง 100 กรัม มีปริมาณใยอาหาร 7.51 กรัม ในการศึกษานี้จึงได้นำซังขนุนแห้งบดละเอียดเติมลงในขนมทองม้วน โดยใช้อัตราส่วน ซังขนุนแห้งปริมาณร้อยละ 0, 5, 10, 15และ 20 ของน้ำหนักแป้ง เติมในขนมทองม้วน ประกอบด้วย แป้งสาลี 100 กรัม เกลือป่น 5 กรัม กะทิ 200 กรัม น้ำตาลทราย 125 กรัม น้ำ 60 กรัม ไข่ไก่ 62.5 กรัม และงาดำคั่ว 10 กรัม พบว่าการใช้ปริมาณซังขนุนแห้งที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความกรอบลดลง

สิทธิศานติ์วชิรานุภาพ (2542) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเยื่อกระดาษจาก ต้นธูปฤาษีพบว่า การต้มเยื่อต้นธูปฤาษีด้วยกระบวนการซัลเฟตที่ระดับ effective alkali ร้อยละ 25 และ sulfidityร้อยละ 30 ที่ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง จะให้เยื่อร้อยละ 34.0 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง ความต้านแรงดึง 66.4 กิโลนิวตัน.เมตรต่อกิโลกรัม ความต้านทานแรงฉีกขาด 5.99นิวตัน.ตารางเมตรต่อกิโลกรัม และความต้านทานแรงดันทะลุ 4.05 กิโลปาสกาล.ตารางเมตรต่อกรัม

กชพรรณ มงคลและคณะ (2544) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษจากใบสัปปะรด ของตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ให้สอดคล้องกับนโยบายหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์พบว่า ทำความสะอาดใบสัปปะรดและผึ่งลมให้แห้ง นำมาต้มกับโซดาไฟ เมื่อต้มเสร็จนำเยื่อที่ต้มแล้วมาบีบให้แห้งแล้วล้างด้วยน้ำประปาฟอกด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และโซเดียมซิลิเกตตีเยื่อด้วยเครื่องเพื่อให้เยื่อแตกกระจายออกสม่ำเสมอ หลังจากนั้นทำแผ่นโดยการนำเยื่อมาใส่ในอ่างอาจจะเติมสีต่างๆ ตามต้องการ แล้วใช้ตะแกรงลวดช้อนเยื่อขึ้นมาให้เรียบ

สม่ำเสมอ นำตะแกรงลวดผึ่งแดด เมื่อแห้งแล้วลอกกระดาษออกจากตะแกรงจะได้เป็นแผ่นกระดาษตามต้องการ

นิภาพร พันทองและชัชวาล ศรีกำพล (2546)ได้ศึกษาเรื่อง การผลิตกระดาษจากต้นข้าวโพด เปลือกข้าวโพด และซังข้าวโพด พบว่า การผลิตกระดาษจากลำต้น เปลือก และซังข้าวโพด โดยการต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ระยะเวลาในการต้มนาน 1015 และ20 นาที พบว่าเยื่อกระดาษที่ได้จากลำต้นข้าวโพดจะมีปริมาณเยื่อมากกว่าที่ได้จากเปลือกข้าวโพด ส่วนในซังข้าวโพด ไม่สามารถทำให้เป็นแผ่นกระดาษได้ และผลการตรวจสอบความเหนียว และความสามารถในการซึมผ่านของกระดาษที่ได้ พบว่า เยื่อที่ได้จากส่วนของลำต้นมีความเหนียวและซึมผ่านได้ยากกว่าเยื่อที่ได้จากเปลือกข้าวโพด โดยที่เยื่อกระดาษที่ได้จากลำต้นข้าวโพดมีความละเอียดมากที่สุดเมื่อใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2.00โมลต่อลิตร และใช้เวลาในการต้มเยื่อนาน 10 นาที ส่วนเยื่อกระดาษที่ได้จาเปลือกข้าวโพดจะมีลักษณะเยื่อที่ละเอียดถ้าใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.00โมลต่อลิตร และใช้เวลาในการต้มเยื่อนาน 15 นาที

ไพรัชนพ วิริยวรกุลและคณะ (2547) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาการทำกระดาษจากเปลือกสับปะรดพันธุ์ภูแล จังหวัดเชียงราย พบว่า 1) การเตรียมเส้นใยโดยใช้เปลือกและส่วนที่เหลือทิ้งของผลสับปะรด 2) การย่อยเปลือกและส่วนที่เหลือใช้ของสับปะรด และ3) การทำความสะอาดเส้นใยและการขึ้นรูปแผนกระดาษส่วนของการขึ้นแผ่นกระดาษ A4 น้ำหนักเส้นใย 85 กรัม ได้วิธีการใหม่ คือมีลำดับดังนี้ 1) ชั่งน้ำหนักเส้นใยเปลือกสัปปะรด 2) การตีเยื่อ 3) การเตรียมเฟรม 4)การแตะกระจายเยื่อ และ 5) การตากกระดาษและแกะออกจากเฟรม

เนาวรัตน์ ดำนิล (2548) ได้ศึกษาเรื่อง การผลิตไอศกรีมซังขนุนไขมันต่ำ พบว่า การเติมพิว-รีซังขนุน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 15 ร้อยละ 20 และร้อยละ 25 ของน้ำหนักไอศกรีมมิกซ์ ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านสีเหลือง การกระจายตัวของพิวรี ความสากลิ้น กลิ่นขนุน และความชอบรวม พบว่าไอศกรีมซังขนุนไขมันต่ำทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

นุทิศ เอี่ยมใส (2550) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษจากต้น เปลือกและซังข้าวโพด โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน พบว่า มีการทดลองขึ้นแผ่นกระดาษ 2 วิธี คือการทดลองด้วยวิธีการขึ้นรูปแผ่นกระดาษบนตะแกรงแล้วอัดขึ้นรูปซ้ำด้วยไฮดรอริคและการขึ้นรูปแผ่นกระดาษบนตะแกรงแล้วรีดซ้ำด้วยเครื่องรีดแกนหมุน

วินัย ตาระเวช (2550) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาริบบิ้นใยกล้วยและการใช้ในงานจัดดอกไม้ พบว่า นักจัดดอกไม้ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 31-40 ปี ความพึงพอใจในด้านผิวสัมผัสของริบบิ้นใยกล้วยคือ เรื่องความโปร่งบางของริบบิ้น ด้านความคงทนในเรื่องการยืดหยุ่นและความพึงพอใจในเรื่องความเงามันของริบบิ้นใยกล้วย

วราภรณ์ เนรมิตพานิชย์ (2551) ได้ศึกษาเรื่อง การผลิตกระดาษหัตถกรรมจากต้นกล้วยผสมกระดาษใช้แล้ว พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างเยื่อกล้วยและเยื่อกระดาษ คือ 70 : 30

ศจีมาศ นันตสุคนธ์ (2551) ได้ศึกษาเรื่อง การผลิตกระดาษจากใบเตยหอมและการใช้ประโยชน์ พบว่า มีการทดลอง 2 วิธี คือ การผลิตกระดาษทำจากเยื่อกากใบเตยหอมล้วน และเยื่อผสมระหว่างกากใบเตยหอมกับเยื่อสา

สุภา จุฬคุปต์และคณะ (2552) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการผลิตกระดาษเชิงหัตถกรรมจากใยมะพร้าว พบว่า เส้นใยมะพร้าวที่เหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นกระดาษคือเส้นใยมะพร้าวด้วยวิธีการฟอกขาวโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12% ค่าความขาวสว่าง (L*) 94.92

สุภา จุฬคุปต์ และคณะ (2553) ได้ศึกษาเรื่องการกระดาษใบบัวอัดแห้งสำหรับใช้ในงานประดิษฐ์พบว่า การแช่กลีเซอรีนต่อน้ำในอัตราส่วน 1 : 3 แช่นาน 1 , 3 และ 5 วันหลังจากนั้นทำให้แห้งด้วยการตากแดดและอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนแบบ Tray dry ลักษณะใบบัวที่ได้จะมีความสวยงาม อ่อนนุ่มและแห้ง เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

JarinyaWuttitienและ KaweeSrikulkit (2013) ได้ทำการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อกระดาษสะท้อนน้ำจากใยสับปะรด พบว่าในแง่ของความรู้ทัศนคติและพฤติกรรมของผู้บริโภคกับผลิตภัณฑ์กระดาษกันน้ำที่มีอยู่เพียง 29% ของผู้เข้าร่วมได้เคยซื้อผลิตภัณฑ์กระดาษกันน้ำและ71% ของผู้เข้าร่วมไม่เคยซื้อผลิตภัณฑ์กระดาษกันน้ำส่วนระดับความพึงพอใจต่อกระดาษกันน้ำหลังจากใช้ผลิตภัณฑ์ 51.72% ของผู้เข้าร่วมรู้สึกเป็นกลาง 27.59% ของผู้เข้าร่วมรู้สึกพอใจ13.79% ของผู้เข้าร่วมรู้สึกพึงพอใจมาก 6.90%ไม่พอใจและมีส่วนร่วมเลือกไม่พอใจมาก

Chao-xia Wang (2007)ได้ทำการศึกษาเรื่องการปรับพื้นผิวผ้าฝ้ายด้วยวิลิกอนโซล เพื่อการสะท้อนน้ำพบว่าปริมาณน้ำและปริมาณความเข้มข้นของสารที่เหมาะสม สามารถนำไปสู่การสะท้อนน้ำได้ดี ขณะที่การใช้สารเติมแต่งที่ในระยะเวลาที่สั้น พบว่าไม่สามารถสะท้อนน้ำได้ดีเท่าที่ควร

Williams(2006) ได้ทำการศึกษาเรื่องขนุน พบว่าขนุนเป็นผลไม้สีเขียวอ่อนมีการเก็บเกี่ยวกันอย่างแพร่หลายเป็นกลุ่มของผลไม้ที่ได้รับอนุญาตให้สุกก่อนถึงจะเก็บเกี่ยวเป็นผลไม้กลิ่นค่อนข้างฉุนมีเนื้อที่แตกต่างกันตามความหลากหลาย แล้วแต่สายพันธุ์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษจากซังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของซังขนุนผลิตกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำและสำรวจความพึงพอใจของผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำโดยมีแนวทางในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ทั้งในสถานศึกษาและสถานประกอบการ

กลุ่มตัวอย่าง คือผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ จำนวน15 คน เพื่อเป็นตัวแทนในการทดลองในการใช้กระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

3.2 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

3.2.1 วัสดุได้แก่ซังขนุนแห้ง เยื่อกระดาษใยยาวจากต้นสน

3.2.2 อุปกรณ์ได้แก่หม้อต้มทัพพีเครื่องตีเส้นใย 1,088 รอบ/นาที เฟรมสำหรับร่อนกระดาษ (เคตะ) เสื่อสำหรับร่อน (มิซึ) กะละมัง อ่างผสม เครื่องชั่งน้ำหนัก บิ๊กเกอร์

3.2.3 สารStarguard ROF (C8) บริษัท Startech chemical industrialco ltd

3.2.4 สารกระจายตัว (ดิสเพอร์ชั่น) จากรากศุภโชค

3.3 วิธีการวิจัย

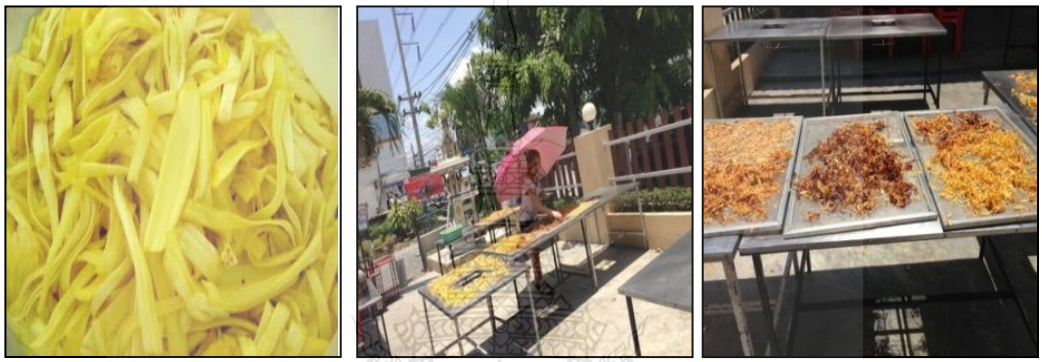
การศึกษาการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ มีการดำเนินการโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของซังขนุน ผลิตกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ ทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำและสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำซึ่งมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของซังขนุน

โดยการศึกษาข้อมูลจากหนังสือ เอกสารงานวิจัยและจากการส่องซังขนุนแห้งด้วยกล้องจุลทรรศน์ Microscope ภาพตัดขวาง และภาพตามยาว

3.3.2 การประดิษฐ์กระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำซึ่งมีวิธีการประดิษฐ์กระดาษดังนี้

3.3.2.1 แยกซังขนุนจากเปลือกโดยการนำซังขนุนไปตากแดดจนแห้ง ดังภาพ 3.1



ภาพที่ 3.1 ซังขนุนตากแห้ง

3.3.2.2 นำซังขนุนแห้ง100 กรัม ต้มในน้ำจุดเดือด100 องศา ใช้เวลา10 นาที เพื่อไล่กลูโคสและทำให้เส้นใยพองตัว (ซังขนุนแห้ง 100 กรัมทำกระดาษได้1แผ่นขนาด 67×97 เซนติเมตร) ดังภาพ 3.2

ภาพที่ 3.2 การต้มซังขนุน

3.3.2.3 หลังจากต้มเสร็จแล้วกรองน้ำที่ใช้ต้มซังขนุนออกนำเส้นใยเข้าเครื่องตีเส้นใย พร้อมทั้งใส่เยื่อกระดาษใยยาวจากต้นสนผสมกันใช้เวลาตี 25 นาทีดังภาพ 3.3

ภาพที่ 3.3 การตีเส้นใย

3.3.3.4 กรองน้ำออกเหลือแต่เส้นใยซังขนุนที่ผสมเยื่อกระดาษใยยาวจากต้นสนดังภาพ 3.4

ภาพที่ 3.4 การกรองเส้นใย

3.3.3.5 การช้อนกระดาษนำเนื้อเยื่อใส่ลงไปในอ่างน้ำแล้วผสมสารStarguard ROF (C8) อัตราส่วน น้ำ1ลิตร:Starguard ROF (C8) 50 กรัม และดิปเพอร์ชั่นจากรากศุภโชคโดยใช้ไม้พายคนให้เนื้อเยื่อกระจายจนเต็มอ่างนำตะแกรงจุ่มลงไปในอ่างแล้วช้อนเอาเนื้อเยื่อเข้ามาในตะแกรง

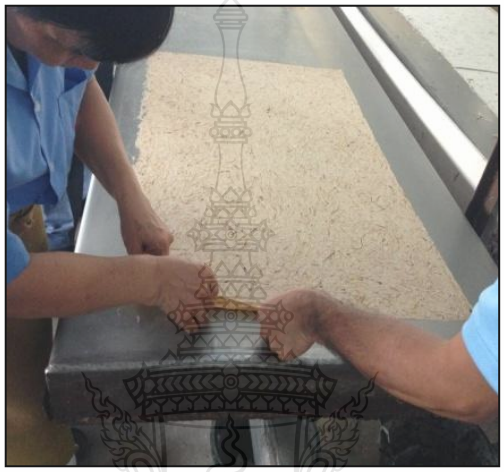
จนเต็มโดยวิธีการช้อนเข้าหาตัวผู้ทำยกตะแกรงขึ้นมาจากน้ำโดยยกตรงๆไม่ให้เอียงไปข้างใดข้างหนึ่งผึ่งให้สะเด็ดดังภาพ 3.5

ภาพที่ 3.5 การช้อนกระดาษ

3.3.3.6 การทำแห้งกระดาษ Steam dry โดยใช้ความร้อนจากไอน้ำที่ได้จากการต้มน้ำผ่านมาตามท่อเข้าสู่แผ่นสามเหลี่ยม (triangle hot plate)ความร้อนที่เข้ามานี้สามารถปรับระดับอุณหภูมิสูงหรือต่ำโดยการหมุนวาล์วอุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 40–45 องศาเซลเซียสโดยลอกแผ่นกระ-ดาษขึ้นมาทีละแผ่นวางลงบนแผ่นให้ความร้อนดึงให้เรียบไม่มีรอยย่นใช้แปรงขนม้าลูบที่ผิวกระดาษให้เรียบติดกับแผ่นให้ความร้อนขณะที่ใช้แปรงลูบที่ผิวหน้ากระดาษถ้ามีรอยย่นให้ดึงให้ตึงแล้วใช้แปรงลบรอยย่นให้เรียบการใช้แปรงลูบควรจะลูบไล่แบบต่อเนื่องจากจุดเริ่มต้นไปเพื่อป้องกันการเกิดการย่นของกระดาษและไล่ฟองอากาศออกไปจากใต้แผ่นกระดาษดังภาพ 3.6

ภาพที่ 3.6 การทำแห้งกระดาษSteam dry

3.3.3.7 การดึงกระดาษเมื่อแห้งแล้วกระดาษซังขนุนเมื่อแห้งแล้วยังติดแน่นอยู่กับแผ่นสแตนเลสหรือ boards การดึงแผ่นกระดาษให้หลุดออกมาจะต้องระมัดระวังกระดาษจะหักหรือเกิดรอยได้วิธีการโดยใช้เล็บแกะมุมขอบกระดาษให้หลุดออกจากแผ่นที่ใช้ทำให้กระดาษแห้งแล้วจับดึงแบบยกเข้าหาตัวให้กระดาษค่อยๆหลุดจากแผ่นที่ทำแห้งจากใกล้ออกไปจนกระดาษหลุดออกมาทั้งแผ่นนำกระดาษไปเรียงซ้อนดังภาพ 3.7



ภาพที่ 3.7 การดึงกระดาษเมื่อแห้ง

3.3.3.8 กระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำดังภาพ 3.8

ภาพที่ 3.8 กระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

3.3.3 การทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ทุกๆการทดลอง ดังนี้

3.3.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพการสะท้อนน้ำโดยใช้มาตรฐาน AATCC 22 : 2010

3.3.3.2 การทดสอบหาน้ำหนักกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่โดยใช้มาตรฐาน ASTM D 3776 - 07

3.3.3.3 การทดสอบหาความหนาของกระดาษโดยใช้มาตรฐานASTM D 1777 – 96

3.3.3.4 การทดสอบหาความคงทนของกระดาษต่อแรงดึงโดยใช้มาตรฐานASTM D 5034- 09

3.3.3.5 การทดสอบหาความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงฉีกขาดโดยใช้มาตรฐาน ASTM D 1424- 09

3.3.4 สำรวจความพึงพอใจของผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทางประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ เพศ อายุ อาชีพ การศึกษา และรายได้

ตอนที่ 2 สำรวจความพึงพอใจของผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การสำรวจความพึงพอใจของการตกแต่งสะท้อนน้ำกระดาษซังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์ โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทางประชากรและกลุ่มตัวอย่างคือ เพศ อายุ อาชีพ การศึกษา และรายได้ ใช้สถิติค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ ใช้แบบ Rating Scale แบ่งออกเป็น 5 ระดับคือ

คะแนน 5 หมายถึงระดับความพึงพอใจมากที่สุด
คะแนน 4 หมายถึงระดับความพึงพอใจมาก
คะแนน 3 หมายถึงระดับความพึงพอใจปานกลาง
คะแนน 2 หมายถึงระดับความพึงพอใจน้อย
คะแนน 1 หมายถึงระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้วิเคราะห์คือค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการประเมินความพึงพอใจใช้มาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) โดยถือเกณฑ์ดังนี้ (ประสิทธ์สุวรรณรักษ์, 2542)

ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 4.51 – 5.00 หมายถึง พึงพอใจระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 3.51 – 4.50 หมายถึง พึงพอใจระดับมาก
ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 2.51 – 3.50 หมายถึง พึงพอใจระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 1.51 – 2.50 หมายถึง พึงพอใจระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 1.00 – 1.50หมายถึง พึงพอใจระดับน้อยที่สุด

บทที่ 4

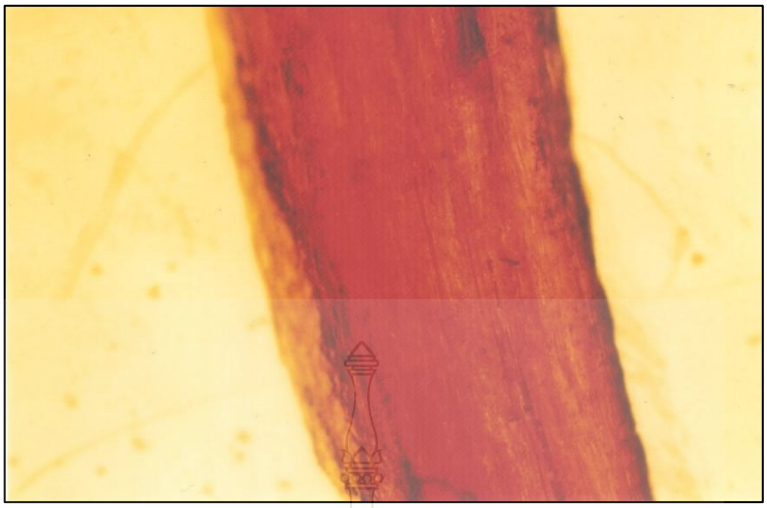
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษซังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของซังขนุนประดิษฐ์กระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำและสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำมีผลการวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของซังขนุน

จากการศึกษาซังขนุนโดยวิธีการส่องกล้องจุลทรรศน์ Microscope พบว่าภาพตัดขวางใช้กำลังขยาย 100 X มีลักษณะพื้นผิวที่เรียบ มัน และภาพตามยาวใช้กำลังขยาย 40 X พบว่า มีลักษณะพื้นผิวที่เรียบมันเช่นกัน ดังภาพที่ 4.1 และ 4.2

ภาพที่ 4.1 ภาพตามขวางของซังขนุน



ภาพที่ 4.2 ผลการภาพตามยาวของซังขนุน

4.2 ประดิษฐ์กระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

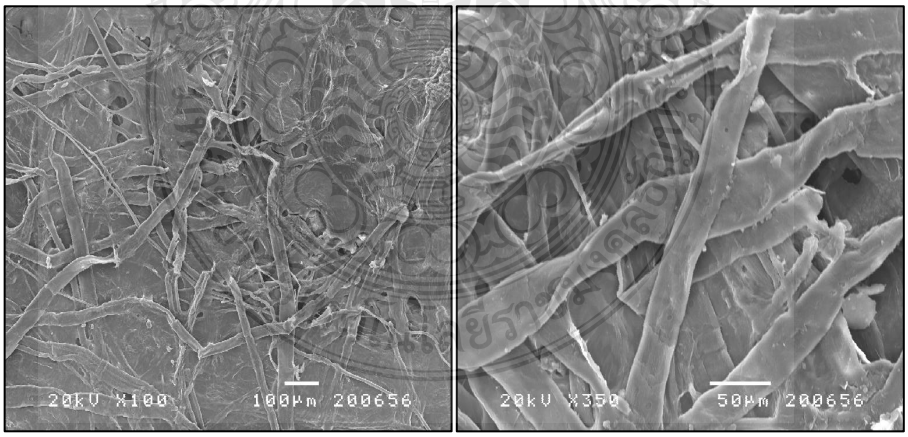
แยกซังขนุนจากเปลือกโดยการนำซังขนุนไปตากแดดจนแห้งนำซังขนุนแห้ง 100 กรัม ต้มในน้ำจุดเดือด 100 องศา ใช้เวลา 10 นาที เพื่อไล่กลูโคสและทำให้เส้นใยพองตัว(ซังขนุนแห้ง 100 กรัมทำกระดาษได้1 แผ่นขนาด 67×97 เซนติเมตร) หลังจากต้มเสร็จแล้วกรองน้ำที่ใช้ต้มซังขนุนออก นำเส้นใยเข้าเครื่องตีเส้นใยพร้อมทั่งใส่เยื่อกระดาษใยยาวจากต้นสนผสมกันใช้เวลาตี 25 นาทีกรองน้ำออกเหลือแต่เส้นใยซังขนุนที่ผสมเยื่อกระดาษใยยาวจากต้นสน การช้อนกระดาษนำเนื้อเยื่อใส่ลงไปในอ่างน้ำแล้วผสมสาร Starguard ROF (C8) น้ำสะอาด: Starguard ROF (C8) และสารกระจายตัว (ดิสเพอร์ชั่น) จากรากศุภโชคมีอัตราส่วนดั้งนี้ สาร Starguard ROF (C8) 50 กรัม น้ำสะอาด 1 ลิตรโดยใช้ไม้พายคนให้เนื้อเยื่อกระจายจนเต็มอ่างนำตะแกรงจุ่มลงไปในอ่างแล้วช้อนเอาเนื้อเยื่อเข้ามาในตะแกรงจนเต็มโดยวิธีการช้อนเข้าหาตัวผู้ทำยกตะแกรงขึ้นมาจากน้ำโดยยกตรงๆไม่ให้เอียงไปข้างใดข้างหนึ่งผึ่งให้สะเด็ดทำกระดาษให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากไอน้ำจากนั้นลอกแผ่นกระดาษขึ้นมาทีละแผ่นวางลงบนแผ่นให้ความร้อนดึงให้เรียบไม่มีรอยย่นใช้แปรงขนม้าลูบที่ผิวกระดาษให้เรียบติดกับแผ่นให้ความร้อนเมื่อกระดาษซังขนุนแห้งแล้วใช้เล็บแกะมุมขอบกระดาษให้หลุดออกจากแผ่นที่ใช้ทำให้กระดาษแห้งแล้วจับดึงแบบยกเข้าหาตัวให้กระดาษค่อยๆหลุดจากแผ่นที่ทำแห้งจากใกล้ออกไปจนกระดาษหลุดออกมาทั้งแผ่นนำกระดาษไปเรียงซ้อน ดังภาพที่ 4.3

ภาพที่ 4.3 กระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

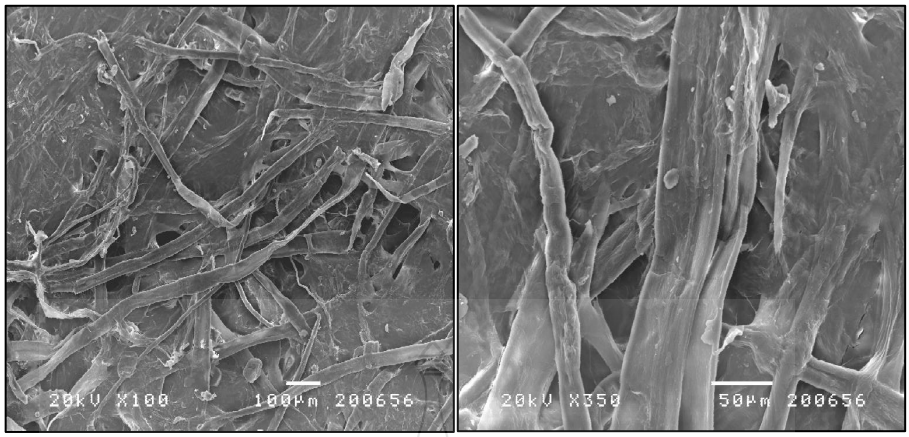
4.3 ทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุน ดังนี้

พิจารณาโครงสร้างของกระดาษด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope; SEM) เป็นการดูโครงสร้างของเส้นใยและพื้นผิวของกระดาษกำลังขยาย 100X และ 350X ดังภาพที่ 4.4 และ 4.5



ภาพที่ 4.4 ลักษณะเส้นใยกระดาษซังขนุน



ภาพที่ 4.5 ลักษณะเส้นใยกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุน พบว่า ลักษณะเส้นใยซังขนุนและซังขนุนสะท้อนน้ำ เป็นเส้นใยยาวทั้งคู่ ดังรูปที่ 4.4 และ 4.5โดยซังขนุนสะท้อนน้ำมีการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ โดยการเติมสารต้านการซึมน้ำลงไปในกระดาษทำให้กระดาษต้านทานการเปียกน้ำได้ดีขึ้นเนื่องจากกระดาษทำจากเส้นใยเซลลูโลสซึ่งมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้สูงดังนั้นสาร Starguard ROF (C8) จึงเป็นตัวช่วยลดพื้นที่ผิวของการดึงดูดระหว่างเส้นใยและโมเลกุลของน้ำทำให้ลดอัตราการซึมน้ำเข้าสู่เนื้อกระดาษเมื่อกระดาษโดนน้ำจะไม่เปียกหรือซับน้ำในทันทีทันใดส่วนกระดาษซังขนุนที่ยังไม่ได้มีการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพโดยการเติมสารต้านการซึมน้ำลงไปในกระดาษจะเห็นได้ว่ากระดาษมีสมบัติการดูดซึมน้ำได้ดีกว่าเมื่อกระดาษโดนน้ำจะเปียกหรือซับน้ำในทันทีทันใด ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนก่อนและหลังการตกแต่งสะท้อนน้ำดังตารางที่ 4.2 – 4.3

ตารางที่ 4.2 สมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนก่อนการตกแต่งสะท้อนน้ำ

รายละเอียด	สมบัติทางกายภาพ	ผลการทดสอบ
1.	น้ำหนักต่อหน่วยพื้นที่ (กรัม/เมตร^2)	127.10
2.	ความหนา (มิลลิเมตร)	0.08
3.	ความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงดึง (นิวตัน)	39.35
4.	ความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงฉีกขาด (นิวตัน)	147.20
5.	ประสิทธิภาพการสะท้อนน้ำ (ระดับ)	0

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนก่อนการตกแต่งสะท้อนน้ำพบว่า มีน้ำหนัก 127.10 กรัมต่อตารางเมตร หนา 0.08 มิลลิเมตร ความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงดึง 39.35 นิวตันความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงฉีกขาด 147.20 นิวตัน และประสิทธิภาพการสะท้อนน้ำ ระดับ 0 คือ ผิวกระดาษด้านหน้า เปียกทั้งหมด

ตารางที่ 4.3 สมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

รายละเอียด	สมบัติทางกายภาพ	ผลการทดสอบ
1.	น้ำหนักต่อหน่วยพื้นที่ (กรัม/เมตร^2)	112.90
2.	ความหนา (มิลลิเมตร)	0.12
3.	ความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงดึง (นิวตัน)	67.70
4.	ความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงฉีกขาด (นิวตัน)	138.20
5.	ประสิทธิภาพการสะท้อนน้ำ (ระดับ)	50

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำพบว่า มีน้ำหนัก 112.90 กรัมต่อตารางเมตร หนา 0.12 มิลลิเมตร ความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงดึง 67.70 นิวตัน ความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงฉีกขาด 138.20 นิวตัน และประสิทธิภาพการสะท้อนน้ำ ระดับ 50 คือ ผิวกระดาษด้านหน้ารอบบริเวณที่ถูกน้ำพ่น เปียกทั้งหมด

4.4 สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

4.4.1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.4 เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม

N : 15

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	2	13.33
หญิง	13	86.67
รวม	15	100.00

ตารางที่ 4.4 ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถามด้านเพศพบว่า กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากเป็นเพศหญิง ร้อยละ 86.67 และเพศชาย ร้อยละ 13.33

ตารางที่ 4.5 อายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

N : 15

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
2. อายุ		
ต่ำกว่า 25 ปี	5	33.33
25-29ปี	6	40.00
30 -34 ปี	4	26.67
35 - 39 ปี	0	0.00
40 ปีขึ้นไป	0	0.00
รวม	15	100.00

ตารางที่ 4.5 ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถามด้านอายุพบว่า กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากมีอายุ 25-29 ปี ร้อยละ40 รองลงมาเป็นกลุ่มอายุ ต่ำกว่า 25 ปี ร้อยละ 33.33 และ อายุ30 -34 ปีร้อยละ 26.67

ตารางที่ 4.6 อาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม

N : 15

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
3. อาชีพ		
รับราชการ	5	33.33
พนักงานเอกชน	0	0.00
นักศึกษา	3	20.00
ประกอบอาชีพส่วนตัว	7	46.67
อื่นๆ	0	0.00
รวม	15	100.00

ตารางที่ 4.6 ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถามด้านอาชีพพบว่ากลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากเป็นกลุ่มอาชีพประกอบอาชีพส่วนตัวร้อยละ 46.67 รองลงมาคือกลุ่มอาชีพรับราชการ ร้อยละ 33.33 และนักศึกษาร้อยละ 20

ตารางที่ 4.7 การศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม

N : 15

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
4. การศึกษา		
มัธยมศึกษาตอนต้น	0	0.00
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	3	20.00
ปวส./อนุปริญญา	2	13.33
ปริญญาตรี	8	53.33
ปริญญาโท	2	13.33
อื่นๆ	0	0.00
รวม	15	100.00

ตารางที่ 4.7 ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถามด้านการศึกษาพบว่ากลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 53.33 รองลงมาคือระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. ร้อยละ 20 ระดับปวส./อนุปริญญาและระดับปริญญาโท ร้อยละ 13.33

ตารางที่ 4.8 รายได้ของผู้ตอบแบบสอบถาม

N : 15

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
5. รายได้		
ต่ำกว่า 5,000 บาท	0	0.00
5,001-10,000 บาท	2	13.33
10,001-15,000 บาท	4	26.67
15,001 - 20,000 บาท	6	40.00

ตารางที่ 4.8 รายได้ของผู้ตอบแบบสอบถาม(ต่อ)

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
20,001-25,000 บาท	3	20.00
25,000 บาทขึ้นไป	0	0.00
รวม	15	100.00

ตารางที่ 4.8 ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถามด้านรายได้พบว่ากลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากมีรายได้ 15,001 - 20,000 บาทร้อยละ 40 รองลงมาคือ 10,001-15,000 บาท ร้อยละ 26.6720,001-25,000 บาทร้อยละ 20 และ5,001-10,000 บาท ร้อยละ13.33

4.4.2 ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

ตารางที่ 4.9 ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

รายละเอียดการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
1. ลักษณะทั่วไป								
1.1 ความเหนียว	4	6	5	-	-	3.93	0.80	มาก
1.2 ความหนา	5	8	2	-	-	4.20	0.68	มาก
1.3 ความสม่ำเสมอของผิวกระดาษ	8	7	-	-	-	4.53	0.52	มากที่สุด
2. ลวดลาย								
2.1 ความประณีต	5	7	3	-	-	4.13	0.74	มาก
2.2 ความเหมาะสมของลวดลาย	6	8	1	-	-	4.33	0.62	มาก
2.3 ความสะอาดไม่มีสิ่งสกปรกหรือเปรอะเปื้อน	-	13	2	-	-	3.87	0.35	มาก
3. สี								
3.1 ความสม่ำเสมอ	-	10	5	-	-	3.67	0.49	มาก

ตารางที่ 4.9 ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ (ต่อ)

รายละเอียดการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
4. การสะท้อนน้ำ เมื่อหยดน้ำแล้วน้ำกลิ้งเป็นก้อนกลมๆ ไปมาบนกระดาษเหมือนน้ำกลิ้งบนใบบัว	9	6	-	-	-	4.60	0.51	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมในการใช้งาน	4	9	2	-	-	4.13	0.64	มาก
6. การใช้ในงานประดิษฐ์ เช่น กล่องอเนกประสงค์ ฯ	2	12	1	-	-	4.07	0.46	มาก
7. ความพึงพอใจโดยรวม	-	12	3	-	-	3.80	0.41	มาก
เฉลี่ยรวม						4.11	0.57	

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจการสะท้อนน้ำอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.60) รองลงมาคือพึงพอใจด้านความสม่ำเสมอของผิวกระดาษ($\bar{x}$ = 4.53) ความเหมาะสมของลวดลาย ($\bar{x}$ = 4.33) ความหนา ($\bar{x}$ = 4.20) ความประณีตและความเหมาะสมในการใช้งาน ($\bar{x}$ = 4.13) การใช้ในงานประดิษฐ์ เช่น กล่องอเนกประสงค์($\bar{x}$ = 4.07) ความเหนียว ($\bar{x}$ = 3.93) ความสะอาดไม่มีสิ่งสกปรกหรือเปรอะเปื้อน($\bar{x}$ = 3.87) ความพึงพอใจโดยรวม($\bar{x}$ = 3.80) และความสม่ำเสมอ ($\bar{x}$ = 3.67)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษซังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์ในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีผลวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของซังขนุน ประดิษฐ์กระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ ทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำและสำรวจความพึงพอใจของผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ มีขั้นตอนและรายละเอียด ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

5.1.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของซังขนุน

จากการศึกษาซังขนุนโดยวิธีการส่องกล้องจุลทรรศน์ Microscope พบว่าภาพตัดขวางใช้กำลังขยาย 100 X มีลักษณะพื้นผิวที่เรียบ มันและภาพตามยาวใช้กำลังขยาย 40 X พบว่ามีลักษณะพื้นผิวที่เรียบ มันเช่นกันดังภาพที่4.1และ4.2 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (2527) พบว่าซังขนุนมีองค์ประกอบคือ ความชื้น ร้อยละ 66.60 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 29.20 ใยอาหาร ร้อยละ 1.80 โปรตีน ร้อยละ 1.40 พลังงานความร้อน 122 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม แคลเซียม 21.00 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมฟอสฟอรัส 13.00 มิลลิกรัมต่อ100 กรัมเหล็ก 0.20 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม วิตามินบี 10.08 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม วิตามินบี 20.15 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และวิตามินซี 13 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

5.1.2 ผลการประดิษฐ์กระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

แยกซังขนุนจากเปลือกโดยการนำซังขนุนไปตากแดดจนแห้งนำซังขนุนแห้ง100 กรัม ต้มในน้ำจุดเดือด 100 องศา ใช้เวลา 10 นาที เพื่อไล่กลูโคสและทำให้เส้นใยพองตัว (ซังขนุนแห้ง 100 กรัม ทำกระดาษได้ 1 แผ่น ขนาด 67×97 เซนติเมตร) หลังจากต้มเสร็จแล้วกรองน้ำที่ใช้ต้มซังขนุนออก นำเส้นใยเข้าเครื่องตีเส้นใย พร้อมทั้งใส่เยื่อกระดาษใยยาวจากต้นสนผสมกันใช้เวลาตี 25 นาที กรองน้ำออกเหลือแต่เส้นใยซังขนุนที่ผสมเยื่อกระดาษใยยาวจากต้นสนการช้อนกระดาษนำ

เนื้อเยื่อใส่ลงไปในอ่างน้ำแล้วผสมสาร สารStarguard ROF (C8) อัตราส่วน น้ำ 1 ลิตร:สารStarguard ROF (C8) 50 กรัม และดิปเพอร์ชั่นจากรากศุภโชคโดยใช้ไม้พายคนให้เนื้อเยื่อกระจายจนเต็มอ่างนำตะแกรงจุ่มลงไปในอ่างแล้วช้อนเอาเนื้อเยื่อเข้ามาในตะแกรงจนเต็มโดยวิธีการช้อนเข้าหาตัวผู้ทำ ยกตะแกรงขึ้นมาจากน้ำโดยยกตรงๆไม่ให้เอียงไปข้างใดข้างหนึ่ง ผึ่งให้สะเด็ด ทำแห้งกระดาย Steam dry โดยใช้ความร้อนจากไอน้ำ จากนั้นลอกแผ่นกระดาษขึ้นมาทีละแผ่นวางลงบนแผ่นให้ความร้อน ดึงให้เรียบไม่มีรอยย่นใช้แปรงขนม้าลูบที่ผิวกระดาษให้เรียบติดกับแผ่นให้ความร้อน เมื่อกระดาษซังขนุนแห้งแล้วใช้เล็บแกะมุมขอบกระดาษให้หลุดออกจากแผ่นที่ใช้ทำให้กระดาษแห้ง แล้วจับดึงแบบยกเข้าหาตัวให้กระดาษค่อย ๆ หลุดจากแผ่นที่ทำแห้งจากใกล้ออกไปจนกระดาษหลุดออกมาทั้งแผ่น นำกระดาษไปเรียงซ้อนเมื่อประดิษฐ์กระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำแล้วเสร็จนำกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำทำการทดสอบหาการสะท้อนน้ำของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำพบว่าอยู่ในระดับ 50 กล่าวคือผิวกระดาษด้านหน้า รอบบริเวณที่ถูกน้ำพ่น เปียกทั้งหมด

5.1.3 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนพบว่ากระดาษซังขนุนมีน้ำหนัก 127.1 กรัมต่อตารางเมตร หนา 0.08 มิลลิเมตรความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงดึง 39.35 นิวตัน และความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงฉีกขาด 147.2 นิวตัน

ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำพบว่ากระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำมีน้ำหนัก 112.90 กรัมต่อตารางเมตร หนา 0.12 มิลลิเมตร ความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงดึง 67.70 นิวตัน และความแข็งแรงของกระดาษต่อแรงฉีกขาด 138.20 นิวตัน

5.1.4 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถามด้านเพศพบว่ากลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากเป็นเพศหญิง ร้อยละ 86.67 และเพศชาย ร้อยละ13.33 ด้านอายุพบว่ากลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากมีอายุ 25 -29 ปี ร้อยละ40 รองลงมาเป็น กลุ่มอายุ ต่ำกว่า 25 ปี ร้อยละ 33.33 และ อายุ 30-34 ปี ร้อยละ 26.67 ด้านอาชีพพบว่า กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากเป็นกลุ่มอาชีพประกอบอาชีพส่วนตัว ร้อยละ 46.67 รองลงมาคือกลุ่มอาชีพรับราชการ ร้อยละ33.33 และนักศึกษา ร้อยละ 20 ด้านการศึกษาพบว่า กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 53.33 รองลงมาคือ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปวช ร้อยละ 20 ระดับปวส อนุปริญญาและ

ระดับปริญญาโท ร้อยละ 13.33 ด้านรายได้พบว่า กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากมีรายได้ 15,001 - 20,000 บาท ร้อยละ 40 รองลงมาคือ 10,001 - 15,000 บาท ร้อยละ 26.67 20,001 - 25,000 บาท ร้อยละ 20 และ5,001 - 10,000 บาท ร้อยละ13.33 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจการสะท้อนน้ำของกระดาษซังขนุนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.60) ดังตารางที่ 4.4 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน รองลงมาคือ ความพึงพอใจด้านความสม่ำเสมอของผิวกระดาษ ($\bar{x}$ = 4.53) ความเหมาะสมของลวดลาย ($\bar{x}$ = 4.33) ความหนา ($\bar{x}$ = 4.20) ความประณีตและความเหมาะสมในการใช้งาน ($\bar{x}$ = 4.13) การใช้ในงานประดิษฐ์ เช่น กล่องอเนกประสงค์ ($\bar{x}$ = 4.07) ความเหนียว ($\bar{x}$ = 3.93) ความสะอาดไม่มีสิ่งสกปรกหรือเปรอะเปื้อน ($\bar{x}$ = 3.87) ความพึงพอใจโดยรวม ($\bar{x}$ = 3.80) และความสม่ำเสมอ ($\bar{x}$ = 3.67) จากวิจัยการตกแต่งสะท้อนน้ำสำหลับงานประดิษฐ์ในระดับมากที่สุดผู้วิจัยพบว่า ผลการทดลองโดยใช้สาร Starguard ROF (C8) อัตราส่วนน้ำ 1ลิตร Starguard ROF (C8) 50 กรัม เป็นส่วนผสมกระดาษซังขนุนและนำกระดาษไปทดสอบสมบัติการสะท้อนน้ำพบว่ากระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำในระดับที่เหมาะสมกระดาษซังขนุนมีประสิทธิภาพการสะท้อนน้ำที่เหมาะสม (ตารางที่ 4.3) จึงสอดคล้องกับ Chao-xia Wang (2007) พบว่าปริมาณน้ำและปริมาณความเข้มข้นของสารที่เหมาะสม สามารถนำไปสู่การสะท้อนน้ำได้ดีเนื่องมาจากความสัมพันธ์ของค่าแรงตึงผิววิกฤต (Critical Surface Tension) ระหว่างกระดาษซังขนุนกับอัตราส่วนของสาร Starguard ROF (C8)ที่เป็นของเหลวแสดงโดยค่าแรงตึงผิววิกฤตของกระดาษซังขนุนมีค่าน้อยกว่าหรือต่างค่าแรงตึงผิววิกฤตของสาร Starguard ROF (C8) เหลว (ภาพที่ 2.5) ดังนั้นการตกแต่งสะท้อนน้ำกระดาษซังขนุนจึงมีสมบัติสะท้อนน้ำได้ทั้งน้ำและน้ำมัน

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่าผลสำรวจความพึงพอใจของผู้มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อกระดาษซังขนุนอยู่ในระดับมากที่สุดสอดคล้อง (ตารางที่ 4.9) สมมุติฐานที่ได้กำหนดในบทที่หนึ่ง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยความต้องการของการตลาดต่อการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค

5.2.2 ควรศึกษาการเลือกใช้ซังขนุนสารสะท้อนน้ำประเภทอื่นๆกับกระดาษนอกเหนือจากสาร Starguard ROF (C8)

5.2.3 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำกับกระดาษสาหรือกระดาษที่ผลิตจากวัสดุอื่นๆ

5.2.4 ควรมีการศึกษาการประดิษฐ์กระดาษเส้นใยธรรมชาติชนิดต่างๆเพื่อให้ได้วัสดุงานประดิษฐ์ในอนาคตผลิตภัณฑ์และงานสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นเพื่อใช้ในการประดิษฐ์กระดาษ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บรรณานุกรม

กชพรรณ มงคลและคณะ. 2544. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษจากใบสัปปะรด ของตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ให้สอดคล้องกับนโยบาย หนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์,” **รายงานการวิจัย**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

นิภาพร พันทองและชัชวาล ศรีกำพล. 2546. **การผลิตกระดาษจากต้นข้าวโพด เปลือกข้าวโพด และซังข้าวโพด**. วิทยาศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

นุทิศ เอี่ยมใส. 2550. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระดาษจากต้น เปลือก และซังข้าวโพด โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน,” **รายงานการวิจัย**. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

เนาวรัตน์ ดำนิล. 2548. **การผลิตไอศกรีมซังขนุนไขมันต่ำ**. วิทยาศาสตรบัณฑิต(วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร). มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

ไพรัชนพ วิริยวรกุลและคณะ. 2547. “การศึกษาการทำกระดาษจากเปลือกสับปะรดพันธ์ภูแล จังหวัดเชียงราย,” **รายงานการวิจัย**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

มนตรี สนิทประชากร. 2529. **“การพัฒนาอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษในประเทศไทย: การพัฒนาวัตถุดิบเยื่อและกระดาษในประเทศไทย”** โรงแรมฮิลตันปาร์คนายเลิศ: กรุงเทพมหานคร

รังสรรค์ รักษาผล. 2539. กระดาษเทคโนโลยีชาวบ้าน. มติชน.

รุ่งอรุณ สร้อยสิงห์. 2537. **“กระดาษประดิษฐ์,”** กรุงเทพมหานคร: บ้านและสวน.

รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์, ธีรชัย รัตนโรจน์มงคล และจีรศักดิ์ ชัยสนิท. 2541. **การผลิตเยื่อปอสาคุณภาพสูงเพื่อใช้ในงานหัตถกรรม.** กรุงเทพมหานคร: กรมวิทยาศาสตร์บริการ,กองการวิจัย.

วราภรณ์ เนรมิตพานิชย์. 2551. **การผลิตกระดาษหัตถกรรมจากต้นกล้วยผสมกระดาษใช้แล้ว**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

บรรณานุกรม (ต่อ)

วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี. 2556. “การสะท้อนน้ำ” [ออนไลน์] เข้าถึงได้ **http://th.wikipedia.org/wiki/การสะท้อน_(ฟิสิกส์)**. [สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2556]

วิจิตร สนหอม. 2554. **การพัฒนากระดาษกกเพื่อใช้ในงานศิลปประดิษฐ์**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาชุมชน). มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

วินัย ตาระเวช. 2549. **การจัดดอกไม้**. ปทุมธานี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล.

วินัย ตาระเวช. 2550. **การพัฒนาริบบิ้นใยกล้วยและการใช้ในงานดอกไม้**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาชุมชน). มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

วุฒินันท์ คงทัด. 2545. **“กระดาษทำมือ,”** กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศักดิ์สิทธ์ ศรีวิชัย.2545. **การปลูกขนุน**. พิมพ์ครั้งที่4.กรุงเทพฯ: เกษตรสาส์น.

ศจีมาศ นันตสุคนธ์. 2551. **การผลิตกระดาษจากใบเตยหอมและการใช้ประโยชน์**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยรามคำแหง

สถาบันนวัตกรรมและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2556. “การสะท้อนน้ำ” [ออนไลน์] เข้าถึงได้**http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/waves/properties/reflection.html**. [สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2556]

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. 2554ก. “ผ้าสะท้อนน้ำรับหน้าพระพิรุณ,” **Thai Textile OUTLOOK.** 4(ตุลาคม-ธันวาคม): 44.

_____. 2554ข. **ปรากฏการณ์การโค้งของผิวของเหลว”** [ออนไลน์] เข้าถึงได้ http://www. **Thai Textile.org.th.**สื่อค้นเมือ4(ตุลาคม-ธันวาคม): 44.

_____. 2554ค. **องค์ประกอบเคมีของสารParaffin, wax”** [ออนไลน์] เข้าถึงได้ http://www. **Thai Textile.org.th.**สื่อค้นเมือ4(ตุลาคม-ธันวาคม): 44.

บรรณานุกรม (ต่อ)

_____. 2554ง.**องค์ประกอบเคมีของสาร Silicone** **"** [ออนไลน์] เข้าถึงได้ http://www. **Thai Textile.org.th.**สื่อค้นเมื่อ4(ตุลาคม-ธันวาคม): 44.

_____. 2554จ. **องค์ประกอบเคมีของสารFluorocarbon-based repellents** **"** [ออนไลน์] เข้าถึงได้ http://www. **Thai Textile.org.th.**สื่อค้นเมื่อ4(ตุลาคม-ธันวาคม): 44.

สิทธิศานติ์ วชิรานุภาพ. 2542. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเยื่อกระดาษจาก ต้นธูปฤาษี**. วิทยานิพนธ์. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหิดล.

สมชาติ ตรวจจิต. 2539. **"ขยะกับสิ่งแวดล้อม,"** กรุงเทพมหานคร: บ้านและสวน.

สุภิญยาฐ์ ชินชัย. 2536. **การใช้ซังขนุนแห้งเพื่อเพิ่มใยอาหารในขนมทองม้วน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภา จุฬคุปต์และคณะ. 2552. "การพัฒนาการผลิตกระดาษเชิงหัตถกรรมจากใยมะพร้าว," **รายงานการวิจัย**. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

สุภา จุฬคุปต์และคณะ. 2553. "การพัฒนากระดาษใบบัวอัดแห้งสำหรับใช้ในงานประดิษฐ์," **รายงานการวิจัย**. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

สำนักงานเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม. 2556. **"อุตสาหกรรมกระดาษ"** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: **www.ryt9.com/s/oie/1658486.** [สืบค้นเมื่อ 27 พฤษภาคม 2556]

Jarinya Wuttitien, Kawee Srikulkit. 2013 "Consumer Acceptance of Innovative Water Repellent Pineapple Fiber Papers," **International Journal of Innovation, Management and Technology**. 4 :297-298

Chao-xia Wang. 2007 "Surface Modification with Silicon Sol on Cotton Fabrics for Water-Repellent Finishing," **Research Journal of Textile and Apparel.** 11 :32-33

Williams. 2006 “Jackfruit Artocarpus heterophyllus” Southampton Centre for Underutilised Crops, University of Southampton. 1:3-10.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เอกสารตอบรับการเผยแพร่ผลงาน

สมาคมคหเศรษฐศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชินูปถัมภ์
538/2 ถนนสามเสน เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300 โทร. 241-5118 โทรสาร 668-9301
THE THAI HOME ECONOMICS ASSOCIATION Under The Royal Patronage of Her Majesty the Queen
538/2 Samsen Rd., Dusit, Bangkok 10300 Tel. 241-5118 Fax. (662) 668-9301

ที่ คศท.48/2556

11 กรกฎาคม 2556

เรื่อง การพิจารณางานวิจัยลงวารสารคหเศรษฐศาสตร์

เรียน นางสาวจินตนา บมขุนทด

ตามที่ท่านได้ส่งงานวิจัย เรื่องการตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษจากซังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์ Water Repellency Finishing of Paper from Jackfruit Sepal for hawdicraft เพื่อให้พิจารณาจัดพิมพ์เผยแพร่ในวารสารเศรษฐศาสตร์ นั้น

บัดนี้ คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจารณาเรื่องของท่านแล้ว และเห็นสมควรให้ตีพิมพ์ในวารสารคหเศรษฐศาสตร์ ปี พ.ศ. 2557

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ อนุกูล พลศิริ)
บรรณาธิการวารสารคหเศรษฐศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์นักศึกษาเข้าศึกษาและทดสอบ

ศธ 0578.04/ 0591

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

๒๗ เมษายน 2556

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์นักศึกษาเข้าศึกษาและทดสอบ

เรียน ผู้จัดการ บริษัท อุตสาหกรรมกระดาษซินกวงฮั้ว (ประเทศไทย) จำกัด

ด้วยนางสาวจินตนา บมขุนทด นักศึกษาปริญญาโท คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย - เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้ทำวิทยานิพนธ์ ในหัวข้อ “การตกแต่งสะท้อนน้ำกระดาษจากชังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์” ซึ่งนักศึกษาต้องทำการทดสอบการทำกระดาษชังขนุนในระบบอุตสาหกรรม คณะฯ เห็นว่าหน่วยงานของท่านมีการดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการทำกระดาษมาเป็นระยะเวลานาน มีเครื่องมือและเครื่องจักรที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน ในการนี้ คณะฯใคร่ขอความอนุเคราะห์ ให้นักศึกษาเข้าไปศึกษาและทดสอบการทำกระดาษจากชังขนุน ในหน่วยงานของท่าน โดยนักศึกษาได้ติดต่อกับเจ้าหน้าที่ไว้เบื้องต้นแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวจีรวัฒน์ เหรียญอารีย์)
คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

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

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามโครงการวิจัย

เรื่อง การตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษซังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์

เลขที่แบบสอบถาม

แบบสอบถามโครงการวิจัย

เรื่อง การตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษซังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์

แบบสอบถามฉบับนี้ใช้เพื่องานวิจัยนี้เท่านั้น

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสอบถามเรื่อง การตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษซังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทสาขาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์คณะเทคโนโลยี คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยนางสาวจินตนา บมขุนทด มีการศึกษาความพึงพอใจของผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในการตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษซังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์ ข้อมูลทั้งหมดจะเก็บไว้เป็นความลับ ใช้เฉพาะงานวิจัยเท่านั้น

แบบสอบถามฉบับนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านให้ความร่วมมือ

นางสาวจินตนา บมขุนทด
นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

แบบสอบถามความพึงพอใจ

เรื่องการตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษซังขนุนสำหรับงานประดิษฐ์

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

<u>คำชี้แจง</u> โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ ลงใน☐ ให้ตรงตามความเป็นจริงและตรงกับความคิดเห็นของท่าน

เฉพาะนักวิจัย

1. เพศ — A

☐ ชาย ☐ หญิง — ☐

2. อายุ — B

☐ ต่ำกว่า 25 ปี ☐ 25 - 29 ปี — ☐

☐ 30 - 34 ปี ☐ 35 - 39 ปี

☐ 40 ปี ขึ้นไป

3. อาชีพ — C

☐ รับราชการ ☐ พนักงานเอกชน — ☐

☐ นักศึกษา ☐ ประกอบอาชีพส่วนตัว

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

4. การศึกษา — D

☐ มัธยมศึกษาตอนต้น ☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. — ☐

☐ ปวส./อนุปริญญา ☐ ปริญญาตรี

☐ ปริญญาโท ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

5. รายได้ — E

☐ ต่ำกว่า 5,000 บาท ☐ 5,001 - 10,000 บาท — ☐

☐ 10,001 - 15,000 บาท ☐ 15,001 - 20,000 บาท

☐ 20,001 - 25,000 บาท ☐ 25,000 บาทขึ้นไป

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ

<u>คำชี้แจง</u> กรุณาใส่เครื่องหมาย✓ลงในช่องประเมินความพึงพอใจของผู้ที่มีความรู้ด้านงานประดิษฐ์ที่มีต่อกระดาษซังขนุนสะท้อนน้ำ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ลงในช่องระดับคะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน 5 หมายถึง พึงพอใจระดับดีมาก คะแนน 4 หมายถึง พึงพอใจระดับดี

คะแนน 3 หมายถึง พึงพอใจระดับปานกลาง คะแนน 2 หมายถึง พึงพอใจระดับน้อย

คะแนน 1 หมายถึง พึงพอใจระดับน้อยที่สุด

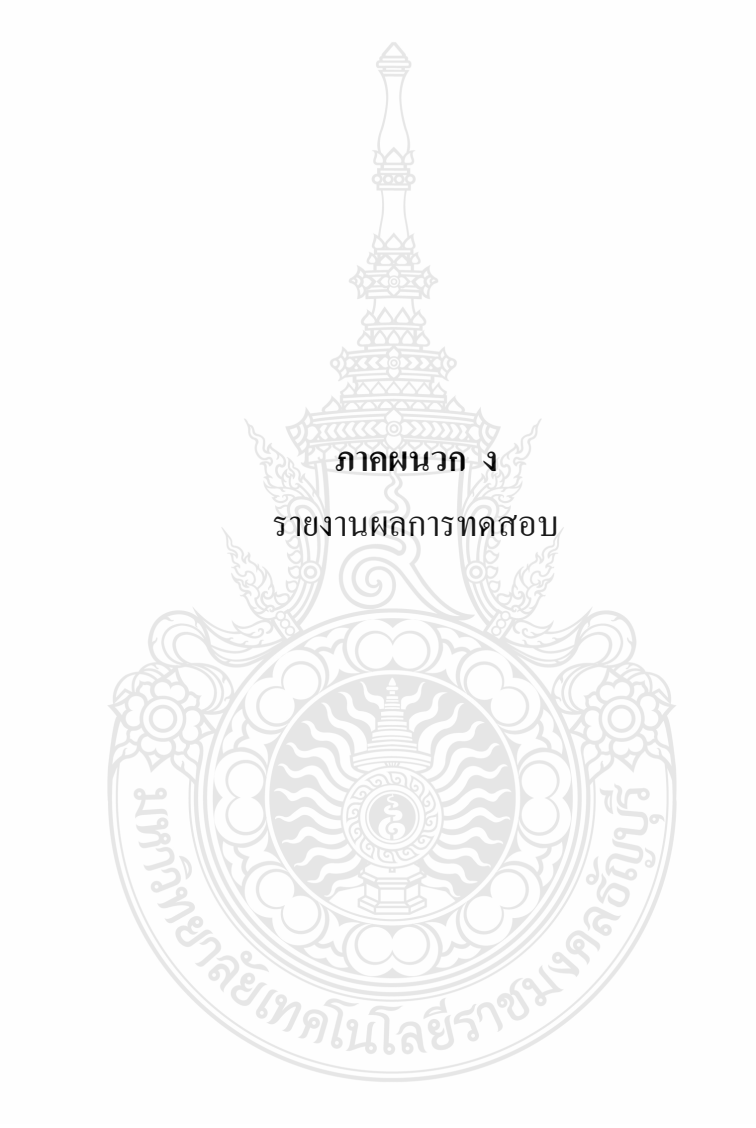
รายละเอียดการประเมิน	**ระดับความคิดเห็น**				
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
1. ลักษณะทั่วไป					
1.1 ความเหนียว					
1.2 ความหนา					
1.3 ความสม่ำเสมอของผิวกระดาษ					
2. ลวดลาย					
2.1 ความประณีต					
2.2 ความเหมาะสมของลวดลาย					
2.3 ความสะอาดไม่มีสิ่งสกปรกหรือเปรอะเปื้อน					
3. สี					
3.1 ความสม่ำเสมอ					
4. การสะท้อนน้ำ เมื่อหยดน้ำแล้วน้ำกลิ้งเป็นก้อนกลม ๆ ไปมาบนกระดาษเหมือนน้ำกลิ้งบนใบบัว					
5. ความเหมาะสมในการใช้งาน					
6. การใช้ในงานประดิษฐ์ เช่น กล่อง อเนกประสงค์ ฯ					
7. ความพึงพอใจโดยรวม					
เฉลี่ยรวม					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

……

……

……



ภาคผนวก ง

รายงานผลการทดสอบ

F-017T Rev.15, 16 ก.ค. 55, 1/1

THTI
THAILAND TEXTILE INSTITUTE
สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ

Foundation for Industrial Development
Thailand Textile Institute / Textile Testing Center
Soi Trimit, Rama 4 Road, Phrakanong, Klong-toey, Bangkok 10110, THAILAND.
Tel: (66) 2713 5492-9 Fax: (66) 2712 4527 www.thaitextile.org

รายงานผลการทดสอบ

ผู้ขอรับบริการ :	น.ส. จินตนา บมขุนทด	หมายเลขรายงานผล :	G 2591/56
	เลขที่ 422 หมู่ 4 ต.บ้านนา	หมายเลขใบคำขอทดสอบ :	21625
	อ.บ้านนา จ.นครนายก 26110	วันที่ออกรายงาน :	03/06/56
วันที่รับตัวอย่าง :	29/05/56	หน้า :	1/2
วันที่ทดสอบ :	29/05/56-03/06/56		

หมายเลขตัวอย่าง	ชื่อ/รายละเอียดตัวอย่าง (ตามที่ผู้ขอรับบริการระบุ)
G 2591-1/56	ซังขนุน

	G 2591-1/56
ภาพตัดขวาง	

รูปที่ 1: ภาพตัดขวางของตัวอย่างหมายเลข G 2591-1/56

ผู้จัดทำและตรวจสอบ	ผู้อนุมัติ
(นางจุฑามาศ โกเมนไทย)	(ดร.นราพร รังสิมันตกุล)
(นักวิทยาศาสตร์)	(ผู้เชี่ยวชาญ)

67482

This test report refers to the submitted sample(s) for testing/examining/analyzing only. It is not certified for the advertisement or reference of the products/ goods. The total or the part of this report may not be reproduced without the written approval from Textile Testing Center, Thailand Textile Institute.

F-017T Rev.15, 16 ก.ค. 55, 1/1

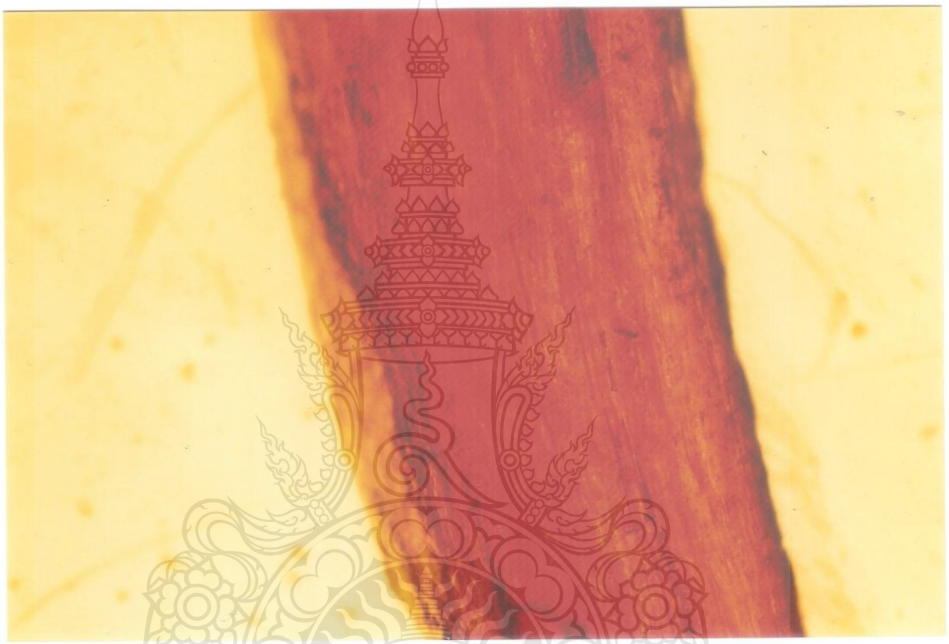
THTI
THAILAND TEXTILE INSTITUTE
สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ

Foundation for Industrial Development
Thailand Textile Institute / Textile Testing Center
Soi Trimit, Rama 4 Road, Phrakanong, Klong-toey, Bangkok 10110, THAILAND.
Tel: (66) 2713 5492-9 Fax: (66) 2712 4527 www.thaitextile.org

รายงานผลการทดสอบ

หมายเลขรายงานผล : G 2591/56
หมายเลขใบคำขอทดสอบ : 21625
วันที่ออกรายงาน : 03/06/56
หน้า : 2/2

	G 2591-1/56
ภาพตามยาว	



รูปที่ 2: ภาพตามยาวของตัวอย่างหมายเลข G 2591-1/56

หมายเหตุ : - เครื่องทดสอบ: MICROSCOPE (OLYMPUS BX41)
- กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์:
- ภาพตัดขวาง: 100 X
- ภาพตามยาว: 40 X

****

ผู้จัดทำและตรวจสอบ

(นางจุฑามาศ โกเมนไทย)
(นักวิทยาศาสตร์)

ผู้อนุมัติ

(ดร.นราพร รังสิมันตกุล)
(ผู้เชี่ยวชาญ)

40949

This test report refers to the submitted sample(s) for testing/examining/analyzing only. It is not certified for the advertisement or reference of the products/ goods. The total or the part of this report may not be reproduced without the written approval from Textile Testing Center, Thailand Textile Institute.

F-017T Rev.15, 16 ก.ค. 55, 1/1

THAILAND TEXTILE INSTITUTE
สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ

Foundation for Industrial Development
Thailand Textile Institute / Textile Testing Center
Soi Trimit, Rama 4 Road, Phrakanong, Klong-toey, Bangkok 10110, THAILAND.
Tel: (66) 2713 5492-9 Fax: (66) 2712 4527 www.thaitextile.org

รายงานผลการทดสอบ

ผู้ขอรับบริการ :	น.ส. จินตนา บมขุนทด	หมายเลขรายงานผล :	G 2512/56
	เลขที่ 422 หมู่ 4 ต.บ้านนา	หมายเลขใบคำขอทดสอบ :	21623
	อ.บ้านนา จ.นครนายก 26110	วันที่ออกรายงาน :	29/05/56
วันที่รับตัวอย่าง :	22/05/56	หน้า :	1/1
วันที่ทดสอบ :	22/05/56-29/05/56		

หมายเลขตัวอย่าง	ชื่อ/รายละเอียดตัวอย่าง (ตามที่ผู้ขอรับบริการระบุ)
G 2512-1/56	กระดาษสะท้อนน้ำ

	G 2512-1/56
ความสะท้อนน้ำ : ทดสอบตามมาตรฐาน AATCC 22: 2010	
ความสะท้อนน้ำ (ระดับ)	
- ชิ้นที่ 1	50
- ชิ้นที่ 2	50
- ชิ้นที่ 3	50

หมายเหตุ :
- ระดับ 0 = ผิวผ้าด้านหน้า เปียกทั้งหมด
- ระดับ 50 = ผิวผ้าด้านหน้า รอบบริเวณที่ถูกน้ำพ่น เปียกทั้งหมด
- ระดับ 70 = ผิวผ้าด้านหน้า รอบบริเวณที่ถูกน้ำพ่น เปียกบางส่วน
- ระดับ 80 = ผิวผ้าด้านหน้า เปียกเฉพาะบริเวณที่ถูกน้ำพ่น
- ระดับ 90 = ผิวผ้าด้านหน้า มีหยดน้ำเล็ก ๆ เกาะอยู่เล็กน้อย หรือรอยเปียกเล็กน้อย
- ระดับ 100 = ผิวผ้าด้านหน้า ไม่มีหยดน้ำเล็ก ๆ เกาะอยู่และไม่มีรอยเปียก

****

ผู้จัดทำและตรวจสอบ

(นางทิพวรรณ พานิชการ)
(นักวิทยาศาสตร์)

ผู้อนุมัติ

(นางสาวพีรพร พละพลีวัลย์)
(ผู้อำนวยการศูนย์วิเคราะห์ทดสอบสิ่งทอ)

67275

This test report refers to the submitted sample(s) for testing/examining/analyzing only. It is not certified for the advertisement or reference of the products/ goods. The total or the part of this report may not be reproduced without the written approval from Textile Testing Center, Thailand Textile Institute.

ภาคผนวก จ

สาร Fluorocarbon polymer emulsion

StarTechChemical
Your Pigments & Chemical Supplier

Product Leaflet
STARGUARD FCS
Water and oil repellent agent

OVERVIEW:

STARGUARD FCS is a new generation of a PFOA-free fluorocarbon for a wide range of applications. It is a non flammable fluorocarbon based on C-6 chemistry durable water and oil repellent agent for synthetic and cellulosic fibers, especially cotton, polyester and their blends.

PROPERTIES:

Chemical Composition	**Fluorocarbon polymer emulsion**
Appearance	Milky-white emulsion
Solubility	**Soluble in cold water in all proportions**
pH value	Approx. 4
Ionicity	**Weakly cationic**
Compatibility	With cationic and nonionic products
Specific Gravity	**Approx. 1.0**
Viscosity	na
Shelf Life	**Minimum 1 year in originally closed container**
Packing	Plastic drum

APPLICATIONS:

STARGUARD FCS can be applied by padding and spray process.
Depending on the type of fabric and requirements, the amounts used are 20-80 g/l for padding, pH 4-5, 65-70% pick up, dry at 110-130 °C and curing at 170-180 °C for 30-40 sec.

The above information is provided based on our present knowledge and expertise and is intended to serve as a general guidance on our product and its use. It is provided without any guarantee. Users are advised to conduct trial under their own conditions.

STAR TECH CHEMICAL INDUSTRIAL CO., LTD.
15 Phetchkasem 48 Yaek 47, Bangduan, Phasricharoen, Bangkok 10160, Thailand
Tel. 66 2 8695105 Fax: 66 2 8695103
E-mail: info@startechchemical.com

ภาคผนวก ฉ

มาตรฐานการทดสอบสมบัติทางกายภาพ

AATCC Test Method 22-2010

Water Repellency: Spray Test

Developed in 1941 by AATCC Committee RA63; revised 1952, 1996, 2001, 2005; reaffirmed 1943, 1961, 1964, 1967, 1971, 1974, 1977, 1980, 1985, 1989, 2010; editorially revised 1987, 2008. Technically equivalent to ISO 4920.

1. Purpose and Scope

1.1 This test method is applicable to any textile fabric, which may or may not have been given a water-repellent finish. It measures the resistance of fabrics to wetting by water. It is especially suitable for measuring the water-repellent efficacy of finishes applied to fabrics.

1.2 The results obtained with this test method depend on the resistance to wetting or water repellency of the fibers, yarns and finishes on the fabric, and upon the construction of the fabric.

2. Principle

2.1 Water sprayed against the taut surface of a test specimen under controlled conditions produces a wetted pattern whose size depends on the repellency of the fabric. Evaluation is accomplished by comparing the wetted pattern with pictures on a standard chart.

3. Terminology

3.1 **water repellency,** n.—*in textiles*, the characteristic of a fiber, yarn or fabric to resist wetting.

3.2 **face,** n.—*in textiles*, the side of a fabric that is intended to be the outer visible surface in an end product.

4. Safety Precautions

NOTE: These safety precautions are for information purposes only. The precautions are ancillary to the testing procedures and are not intended to be all inclusive. It is the user's responsibility to use safe and proper techniques in handling materials in this test method. Manufacturers MUST be consulted for specific details such as material safety data and other manufacturer's recommendations. All OSHA standards and rules must also be consulted and followed.

4.1 Good laboratory practices should he followed. Wear safety glasses in all laboratory areas.

5. Uses and Limitations

5.1 The portability and simplicity of the instrument, and the shortness and simplicity of the test procedure, make this method of test especially suitable for screening finishes. It is not intended, however, for use in predicting the probable rain penetration resistance of fabrics, since it does not measure penetration of water through the fabric. For testing rain penetration, AATCC Method 35, Water Resistance: Rain Test, should be used.

6. Apparatus and Materials (see 11.1)

6.1 AATCC Spray Tester (see 11.2, Figs. 1, 2, 2A and 3).

6.2 Graduated cylinder, 250 mL.

6.3 Water, distilled.

6.4 Stopwatch (see 8.3)

7. Test Specimens

7.1 Three test specimens 180.0 × 180.0 mm (7.0 × 7.0 in.) are needed and should be conditioned at 65 ± 2% relative humidity and 21 ± 1°C (70 ± 2°F) for a minimum of 4 h before testing.

7.2 Where possible, each specimen should contain different groups of lengthwise and widthwise yarns.

8. Procedure

8.1 Calibrate the apparatus by pouring 250 mL of distilled water at 27 ± 1°C (80 ± 2°F) into the funnel of the tester and measure the time required for the funnel to empty.

8.1.1 The spray time must be between 25-30 s, otherwise the nozzle should be checked to see if the holes are enlarged or blocked.

8.2 Fasten the test specimen securely in the 152.4 mm (6.0 in.) diameter hoop so that the face of the fabric specimen will be exposed to the water spray. The surface of the specimen should be smooth and without wrinkles.

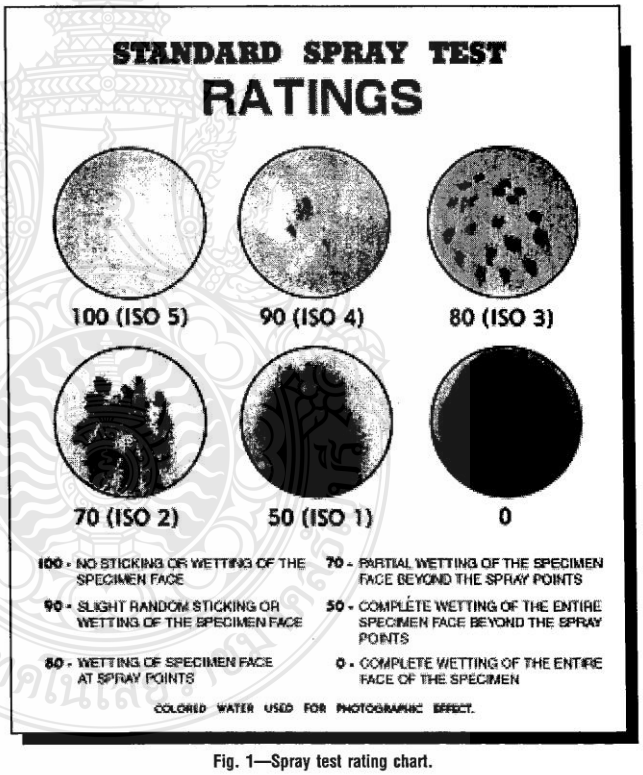


Fig. 1—Spray test rating chart.

Copyright © 2011 American Association of Textile Chemists and Colorists

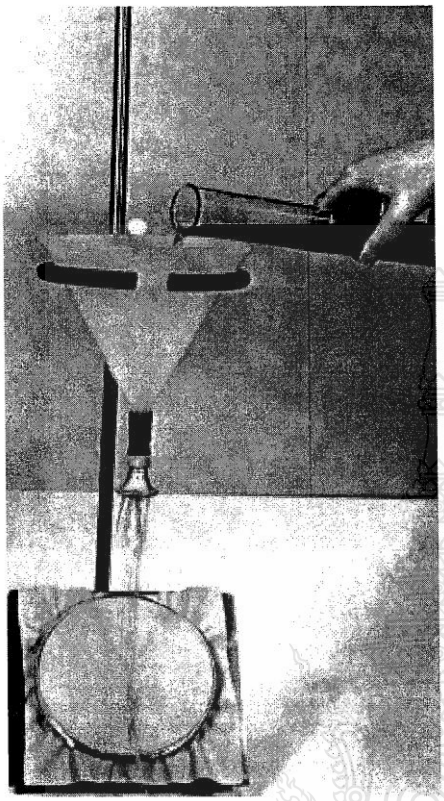


Fig. 2—AATCC spray tester.

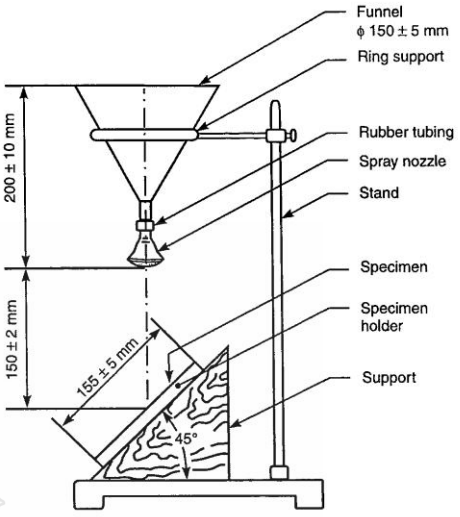
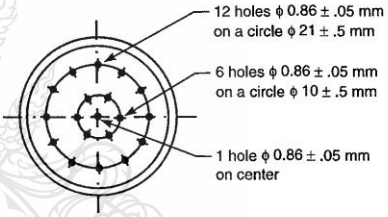


Fig. 2A—Details of AATCC spray tester.



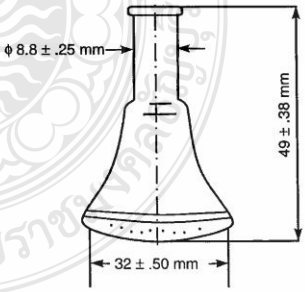


Fig. 3—Nozzle for spray tester.

8.3 Place the hoop on the stand of the tester with the fabric uppermost in such a position that the center of the spray pattern coincides with the center of the hoop (see Fig. 2A).

8.3.1 In the case of twills, gabardines, piques or fabrics with similar ribbed construction, place the hoop on the stand in such a way that the fabric is oriented in the same direction as it will be used in the end product.

8.4 Pour 250 mL of distilled water at 27 ± 1°C (80 ± 2°F) into the funnel of the tester and allow it to spray onto the test specimen for 25-30 s.

8.4.1 Avoid touching the funnel with the graduated cylinder while pouring the distilled water. Movement of the funnel will alter the spray disposition on the specimen.

8.5 Take the hoop by the bottom edge and tap the opposite edge firmly once against a solid object with the fabric facing the object, then rotate the hoop 180° and tap once more on the point

Copyright © 2011 American Association of Textile Chemists and Colorists

previously held.

8.6 Repeat steps 8.2 through 8.5 for all three specimens.

9. Evaluation and Report

9.1 Immediately after tapping, compare the wet or spotted pattern with the rating chart (see Fig. 1). Rate the face of the specimen. Each test specimen is assigned a rating corresponding to the nearest level on the rating chart.

9.1.1 Intermediate ratings can be used for ratings of 50 or higher (95, 85, 75, 60) (see flow chart in Appendix A).

9.1.2 In rating loosely woven or porous fabrics, such as voile, any passage of water through the openings of the fabric is disregarded.

9.2 Report the individual rating results for each test specimen. Do not average the results.

10. Precision and Bias

10.1 *Precision.* Precision of this test method is based on interlaboratory tests conducted in 1994, using six laboratories, three fabrics, two operators per laboratory and three determinations per fabric. Separate tests were run on two days. The data sets from each lab were combined for analysis, which required averaging the individual ratings. There were no significant differences found between days.

10.1.1 The Spray Rating Scale is discrete and discontinuous, but results are based on averages which tend to normality. Also, ratings are assigned against developed grade standards (photographs), rather than by arbitrary visual assignment. For these reasons, RA63 has made a judgment that analysis of variance be used in determining the precision of this method, without correction for discontinuity.

10.1.2 The three fabrics used in this study cover a range of 100 to 80 Spray Rating. Obviously, this is a limited study upon which to base a statement of precision for the method. It is the best and only estimate of precision currently available. Users of the test method should be guided accordingly. In making fabric comparisons for Spray Rating, laboratories are encouraged to establish their levels by running fabrics of known performance prior to any test comparisons, and to bring the practice of the test method under statistical control.

10.1.3 Plant experience consistently has shown variation in spray ratings near a grade of 100 to be quite small, with increasing variation as the grade goes lower. This has been verified again, in this limited study. For this reason, critical difference tables are shown for two ranges.

10.1.4 Single fabric precision parameters for two fabric levels are given in Tables I and II.

10.2 *Bias.* This test method has no known bias. There is no referee method by which to determine the true value of Spray Rating and to find any existing bias in this methodology.

11. Notes

11.1 For potential equipment information pertaining to this test method, please visit the online *AATCC Buyer's Guide* at http://www.aatcc.org/bg. AATCC provides the possibility of listing equipment and materials sold by its Corporate members, but AATCC does not qualify, or in any way approve, endorse or certify that any of the listed equipment or materials meets the requirements in its test methods.

11.2 The AATCC Spray Test Unit consisting of hoop, nozzle, funnel, stand and Spray Test Rating Chart is available from AATCC, P.O. Box 12215, Research Triangle Park NC 27709; tel: 919/549-8141; fax: 919/ 549-8933; e-mail: orders@aatcc.org; web site: www.aatcc.org.

Table I—Spray Rating Range—80
Components of Variance

V_{lab} = 17.2222
V_{op} = 9.2593
V_{err} = 9.3750

Single Fabric Precision Parameters

N	Single Operator	Within Laboratory	Between Laboratory
1	8.5	12.0	16.6
2	6.0	10.4	15.5
3	4.9	9.8	15.1
4	4.2	9.4	14.9
5	3.8	9.2	14.8

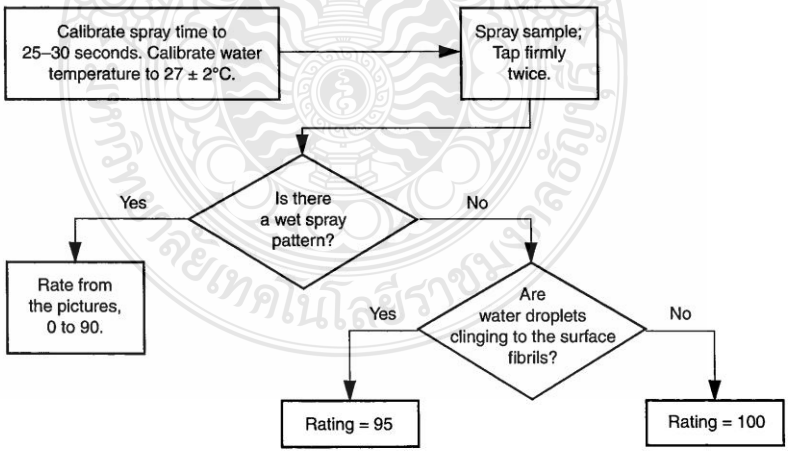
Table II—Spray Rating Range—100
Components of Variance

V_{lab} = 0
V_{op} = 0.6945
V_{err} = 4.4841

Single Fabric Precision Parameters

N	Single Operator	Within Laboratory	Between Laboratory
1	5.9	6.3	6.3
2	4.2	4.8	4.8
3	3.4	4.1	4.1
4	2.9	3.7	3.7
5	2.6	3.5	3.5

Appendix A
Flow Chart of Evaluation and Report



Copyright © 2011 American Association of Textile Chemists and Colorists

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ- สกุล	นางสาวจินตนา บมขุนทด	
วันเกิด	26 ตุลาคม พ.ศ 2530	
ที่อยู่	เลขที่ 422 หมู่ที่ 2 ตำบล บ้านนา อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก 26110	
การศึกษา	2548	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาคหกรรมศาสตร์
	2552	คหกรรมศาสตรบัณฑิต (งานประดิษฐ์) สาขาสาขาธุรกิจงานประดิษฐ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
	2554	ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู สาขาคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี