การศึกษาผลของคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืช ที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ เพื่องานบรรจุภัณฑ์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

คณะสถาปัตย์ศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การศึกษาผลของคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ เพื่องานบรรจุภัณฑ์

ธัญญธร อินทร์ท่าฉาง

ทินวงษ์ รักอิสสระกุล

อาณัฎ ศิริพิชญ์ตระกูล

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

The effects of pulp and fiber crops that affect the printing surface through For packaging.

Tanyatron Intachang

Tinnawong Rakisarakul

Arnut Siripithakul

This Report is Funded by Faculty of Architecture and Design.

Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Fiscal Year 2011.

ชื่องานวิจัย การศึกษาผลของคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุเพื่องานบรรจุภัณฑ์

คณะผู้วิจัย ธัญญธร อินทร์ท่าฉาง
ทินวงษ์ รักอิสสระกุล
อาณัฏ ศิริพิชญ์ตระกูล

ปีพุทธศักราช 2554

บทคัดย่อ

การศึกษาแนวทางงานวิจัย เรื่อง การศึกษาผลของคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ เพื่องานบรรจุภัณฑ์ มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาคุณภาพของเยื่อกระดาษเส้นใยพืช เปรียบเทียบคุณภาพของเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ และนำข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม และเพื่อเปรียบเทียบผลของโครงสร้างบรรจุภัณฑ์จากเยื่อกระดาษเส้นใยพืช ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ระบบการพิมพ์พื้นทะลุ เยื่อกระดาษเส้นใยพืช 5 ชนิด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบสอบถามคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืช โดยเลือกกลุ่มผู้ผลิตหรือผู้ที่มีความรู้ด้านการพิมพ์ ทำการทดสอบความเรียบสม่ำเสมอ ความคมชัดและวามครบถ้วนของภาพพิมพ์ ด้วยเครื่องสเป็กโตโฟโตมิเตอร์ แบบสอบถามความพึงพอใจงานพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืชโดยเลือกกลุ่มผู้ผลิตหรือผู้ที่มีความรู้ด้านการพิมพ์ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์จากบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช โดยเลือกกลุ่มผู้ผลิตหรือผู้ที่มีความรู้ด้านบรรจุภัณฑ์ ผลการวิจัยสรุปว่า

ผลการเปรียบเทียบคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืชจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับเยื่อกระดาษสามีคุณลักษณะที่เหมาะสมต่อระบบการพิมพ์อยู่ในระดับดีมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.6

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการเปรียบเทียบคุณภาพการพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช โดยกำหนดและทำการทดสอบความเรียบสม่ำเสมอ ความคมชัดและวามครบถ้วนของภาพพิมพ์ พบว่าสีที่ปรากฏอยู่บนวัสดุพิมพ์ทั้ง 5 ชนิดมีความเรียบเสมอของสีที่มีค่าความแตกต่างโดยผลรวมไม่เกิน 5 แสดงอยู่ในค่าที่สามารถเห็นได้เหมือนกัน

ผลการเปรียบเทียบความพึงพอใจงานพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษสามีความเหมาะสมมากที่สุด เป็นที่น่าพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.65

ผลการเปรียบเทียบความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษเส้นใยพืช จำนวน 5 แบบ พบว่าบรรจุภัณฑ์แบบที่ 1 และแบบที่ 3 มีค่าระดับคะแนนอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก โดยบรรจุภัณฑ์แบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ยรวม 4.08 และบรรจุภัณฑ์แบบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยรวม 4.04

ผลการวิจัยนี้สรุปได้ว่า คุณภาพงานพิมพ์บนเยื่อกระดาษสามีความเหมาะสมมากที่สุด เป็นที่น่าพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นคุณสมบัติของเยื่อกระดาษ คุณภาพงานพิมพ์ รวมถึงความพึงพอใจต่อคุณภาพงานพิมพ์ ในขณะที่เยื่อกระดาษสับปะรดและเยื่อกระดาษมูลช้างนั้นมีพื้นผิวที่ไม่แข็งแรง เกิดการหลุดถอนของเส้นใยกระดาษตลอดเวลา จึงควรมีการปรับปรุงคุณภาพผิวหน้ากระดาษก่อนพิมพ์ ในขณะที่เยื่อกระดาษกล้วยและเยื่อกระดาษหญ้าแฝกมีผิวที่แข็งแรง

Research Title The effects of pulp and fiber crops that affect the printing surface through For packaging.

Author Tanyatron Intachang
Tinnawong Rakisarakul
Arnut Siripithakul

Abstract

The study researches the effects of pulp and fiber crops that affect the printing surface through For packaging. The purpose of the study of plant fiber pulp.Compare the quality of the pulp fiber of plants that affect the printing surface throughThe data can be used in the design of appropriate packaging. And to compare the effects of the packaging structure of plant fiber pulp. Population and sample used in the study include the printing surface through Pulp and paper plants, 5 types of equipment used in fiber research. The pulp and fiber crops. By manufacturers or those with knowledge of print. A uniform test. Clarity and completeness of the printing sector. Spec with a photometer in a satisfactory printing on pulp fibers through the plant by the manufacturers or those with knowledge of print. And the satisfaction of the pulp fiber packaging plant. By manufacturers or those with knowledge of the packaging. The research concluded that.

Comparison of pulp fibers from plant samples, 40 of them are featured on pulp paper suitable for printing in the most average of 4.6.

The analysis compared the print quality of the pulp through a fiber plant. The test is simple and consistent. Clarity and completeness of the printing sector. The colors that appear on printed material, including five kinds of color have always been smooth, with differences not exceeding 5 shows the results in a value that can be seen as well.

Comparison of satisfaction on the pulp, paper and printing through the most appropriate. Is satisfactory in most average 4.65.

Comparison of satisfaction, packaging, pulp, paper, plant fiber, 5 and found that the packaging 1 and Type 3 are the scores remained level. The packaging is an average of 4.08 and packaging Type 3 has an average of 4.04.

This research concluded that Pulp, paper and print quality on the most appropriate.Is satisfactory in most The properties of the pulp. Print quality. As well as satisfaction with the quality printing. While pulp and pineapple pulp the elephant has a surface that is not strong. I withdrew the paper fibers of the time. Should improve the quality of pre-printed paper surface. While pulp and pulp of banana skin healthy grass.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเล่มนี้เกิดขึ้นเพื่อนำวัสดุท้องถิ่นนั้นๆ มาพัฒนาเป็นกระดาษสำหรับงานหัตถกรรมของท้องถิ่นต่างๆ เพื่อเป็นเอกลักษณ์และยังเป็นการลดต้นทุนของสินค้า พร้อมทั้งยังสามารถนำวัสดุท้องถิ่นมาทำให้มีมูลค่า

การวิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วย การสนับสนุนทุนการวิจัยจากงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัมภา สุวรรณพฤกษ์ คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ บุคลากรคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจ ตลอดการทำวิจัย ขอบคุณทุกท่านที่ให้คำปรึกษา และขอบคุณกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสละเวลาในการทดสอบเป็นอย่างดี ตลอดจนขอขอบคุณผู้ที่ให้ความร่วมมือและให้ความอนุเคราะห์ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้

ท้ายสุดคุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยเล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้เป็นแนวทางพัฒนาเป็นกระดาษสำหรับงานบรรจุภัณฑ์ เพื่อเป็นเอกลักษณ์

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง IX

สารบัญภาพ X

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาแลความสำคัญของปัญหา 2

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 สมมุติฐานการวิจัย 2

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.5 ทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย 3

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย 4

1.7 แนวทางที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติการผลิตกระดาษ 6

2.2 วัตถุดิบในการทำกระดาษ 7

2.2.1 ชนิดของไม้ที่ใช้ทำเยื่อ 7

2.2.2 ชนิดของเยื่อที่ใช้ทำกระดาษ 8

2.2.3 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตกระดาษ 9

2.3 กระบวนการผลิตเยื่อ 11

2.3.1 กระบวนการผลิตเยื่อ 12

2.3.2 ขั้นตอนการทำกระดาษด้วยมือแบบพื้นบ้าน 13

2.4 ประเภทของเยื่อกระดาษ 16

2.5 คุณสมบัติทั่วไปของกระดาษ 17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.1 สมบัติทางโครงสร้างของกระดาษ (Structural Properties)	17
2.5.2 สมบัติทางเชิงกลของกระดาษ (Mechanical properties)	23
2.6 กระบวนการพิมพ์พื้นทะลุ	25
2.6.1 ประเภทการพิมพ์สกรีน	26
2.6.2 กระบวนการแยกเม็ดสี	30
2.7 มาตรฐานการพิมพ์	36
2.7.1 การทำมาตรฐานการพิมพ์	37
2.7.2 มาตรฐาน ISO 12647-2	38
2.7.3 หลักการทดสอบต้องการเป้าหมายเดียวกับมาตรฐาน ISO	38
2.8 บรรจุภัณฑ์	39
2.8.1 ประเภทของบรรจุภัณฑ์	39
2.8.2 บทบาทและหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์	42
2.8.3 ข้อพิจารณาในการออกแบบบรรจุภัณฑ์	48
2.8.4 ประเภทลักษณะการออกแบบบรรจุภัณฑ์	49
2.8.5 หลักการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์	49
2.8.6 หลักการออกแบบกราฟฟิคบนบรรจุภัณฑ์	51
2.8.7 องค์ประกอบการออกแบบบรรจุภัณฑ์	53
2.8.8 ประโยชน์ของบรรจุภัณฑ์	53
2.9 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	54
บทที่ 3 วิธีการศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูล	
3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	59
3.2 วัสดุ-อุปกรณ์ ในการวิจัย	59
3.3 วิธีการดำเนินการวิจัยและทดลอง	60
3.4 วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการทดลองประสิทธิภาพของกระดาษ	60
3.5 ดำเนินการออกแบบและขึ้นรูปตัวอย่างบรรจุภัณฑ์	61
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	61

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลสรุปการวิเคราะห์คุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืช 63

4.1.1 ข้อมูลสถานะภาพของผู้ตอบแบบประเมิน 63

4.1.2 สรุปผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับชนิดเยื่อกระดาษเส้นใยพืช 64

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพการพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช 64

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบความพึงพอใจต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช 66

4.3.1 สรุปผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับชนิดเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีคุณภาพสอดคล้องกับลักษณะการพิมพ์ 66

4.3.2 สรุปผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการพิมพ์พื้นทะลุกับชนิดของเยื่อกระดาษเส้นใยพืช 66

4.4 ผลสรุปการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษเส้นใยพืช 67

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 68

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 68

5.1.2 ผลการวิจัย 69

5.2 ข้อเสนอแนะ 70

บรรณานุกรม 71

ภาคผนวก 73

ภาคผนวก ก. แบบประเมินคุณลักษณะเยื่อกระดาษเส้นใยพืช 74

แบบประเมินความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษเส้นใยพืช

ภาคผนวก ข. ผลงานการออกแบบบรรจุภัณฑ์ 86

ภาคผนวก ค. ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ 92

ประวัติคณะผู้วิจัย 97

สารบัญตาราง

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงปริมาณขยะของประเทศต่าง ๆ ในปี 2533	44
4.1	แสดงร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม	63
4.2	แสดงค่าเฉลี่ย ความเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะของเยื่อกระดาษเส้นใยพืช	64
4.3	แสดงค่าเฉลี่ยค่าสีของภาพลายเส้นบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช	64
4.4	แสดงความสามารถในการเก็บรายละเอียดของภาพลายเส้นบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช	65
4.5	แสดงผลการพิมพ์พื้นทะลุที่เป็นเปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนระดับ 60 lpi	65
4.6	แสดงค่าเฉลี่ยและความหมายของความคิดเห็นเกี่ยวกับชนิดของเยื่อกระดาษเส้นใยพืช (n = 5)	66
4.7	แสดงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษเส้นใยพืช	67

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	เครื่องมือที่ใช้วัดน้ำหนักมาตรฐาน	17
2.2	วิธีตรวจสอบความสม่ำเสมอของเนื้อกระดาษ (formation)	19
2.3	ความแตกต่างของผิวกระดาษทั้ง 2 ด้าน ในด้านการจัดเรียงตัวของเส้นใย	20
2.4	รอยตะแกรงของผิวกระดาษ	20
2.5	การตรวจสอบทิศทางของเส้นใยโดยดูการโค้งงอของกระดาษ	21
2.6	การตรวจสอบทิศทางของเส้นใยโดยการฉีกกระดาษ	21
2.7	การตรวจสอบทิศทางของเสนใยโดยการพับกระดาษ	21
2.8	การตรวจสอบทิศทางของเส้นใยโดยดูความทรงรูป	22
2.9	แสดงลักษณะเครื่องพิมพ์พื้นทะลุ	27
2.10	แสดงลักษณะเครื่องพิมพ์พื้นทะลุแบบดิจิตัล	28
2.11	แสดงลักษณะแถบการแยกสี	31
2.12	แสดงลักษณะของเม็ดสกรีน	32
2.13	แสดงลักษณะของเม็ดสกรีนแต่ละสี (CMYK)	33
2.14	แสดงลักษณะของซ้อนทับของเม็ดสกรีนแต่ละสี (CMYK)	34
2.15	แสดงลักษณะของการแยกสีเม็ดสกรีน	36
2.16	แสดงลักษณะของตรวจวัดค่าสี	37
2.17	แสดงลักษณะของเครื่องตรวจวัดค่าสี	37

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้บรรจุภัณฑ์มีมูลค่าสูง คือ กระดาษที่นำมาทำเป็นวัสดุโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ที่ดี คุณภาพสูง มีราคาแพง เนื่องจากกระดาษส่วนใหญ่มีการนำเข้าจากต่างประเทศ อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์มีบทบาทสนับสนุนอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ อย่างมาก เพราะว่าผลผลิตทางอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมมากกว่าร้อยละ 70 ต้องใช้บรรจุภัณฑ์ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง เพื่อทำหน้าที่ป้องกันผลผลิตนั้นๆ จากสภาพสิ่งแวดล้อมภายนอก และก่อให้เกิดความสะดวกสบายในการนำผลผลิตนั้นมาใช้และเป็นการสร้างความปลอดภัยแก่ผลผลิตและผู้บริโภค บรรจุภัณฑ์ยังช่วยสร้างคุณค่าของสินค้าที่อยู่ภายใน และมีผลต่อความต้องการด้านการโฆษณาการขาย (สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน , 2531 : 121)

การใช้กระดาษของประชากรในประเทศกำลังพัฒนารวมทั้งประเทศไทยมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกประเภท ในขณะที่การผลิตเยื่อกระดาษของกลุ่มนี้นั้นน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตของโลก วัตถุดิบในการผลิตจึงยังอาศัยการนำเข้าเป็นส่วนใหญ่ ปริมาณการผลิตการนำเข้าและส่งออกของประเทศไทยค่อนข้างน้อย อุตสาหกรรมด้านนี้ในประเทศไทยยังคงเป็นอุตสาหกรรมที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน , 2531 : 134)

ด้านปริมาณการผลิตและการขายของวัสดุบรรจุภัณฑ์และวัสดุเสริมบรรจุภัณฑ์มักจะขึ้นอยู่กับปริมาณของสินค้าที่ต้องการบรรจุ ซึ่งอาจจะเป็นผลิตผลทางการเกษตร หรือสินค้าต่างๆ เป็นต้น ลักษณะการบรรจุสินค้าในประเทศที่กำลังพัฒนานั้น เป็นผลให้ผลิตผลที่ผลิตผลที่มาจากเกษตรกรนั้นมีการเสียหายมากเนื่องจากไม่มีบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ในประเทศที่พัฒนาแล้วอัตราการสูญเสียของอาหารจากทางเกษตรกรรมมีเพียงร้อยละ 1 เท่านั้น

จากข้อมูลการใช้กระดาษที่ผ่านมา พบว่าปริมาณความต้องการใช้กระดาษมีจำนวนสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยลดปัญหาเรื่องของกระดาษ เมื่อเร็วๆ นี้ได้มีการวิจัยการนำเศษวัสดุที่เหลือใช้จากผลผลิตทางการเกษตร เช่น กากใบ กากลำต้น ของพืชมาผลิตเป็นเยื่อกระดาษและพัฒนาเป็นสินค้าหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ ได้แก่ กระดาษกล้วย กระดาษสับปะรด กระดาษเปลือก

ทุเรียน กระดาษมูลช้าง กระดาษต้นยางพารา กระดาษชานอ้อย และกระดาษผักตบชวา อย่างไรก็ตามเกษตรกรกลุ่มต่างๆ ทั่วประเทศยังคงมีความต้องการบรรจุภัณฑ์ทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก แต่ไม่สามารถหาบรรจุภัณฑ์ราคาถูกที่มีผลต่อการลดต้นทุนการผลิตมาทดแทนการนำเข้าวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่มีราคาแพงจากต่างประเทศได้

วิบูลย์ ลี้สุวรรณ (2532:129) ได้ให้แนวทางในการสืบสาน และดำรงอยู่ของศิลปหัตถกรรมไว้ว่าท้องถิ่นใดที่สามารถนำงานศิลปหัตถกรรมมาส่งเสริม จึงเท่ากับเป็นการสืบทอด และฟื้นฟูฝีมือด้านศิลปหัตถกรรมดั้งเดิม และที่สำคัญเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุที่เป็นทรัพยากรท้องถิ่นซึ่งมีอยู่เดิมแล้ว แต่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่า รวมทั้งเป็นการสร้างงาน สร้างอาชีพให้กับแรงงานในท้องถิ่นซึ่งว่างงาน หรืออาจว่างงานในฤดูเก็บเกี่ยว โดยสรุปจึงนับเป็นการพัฒนาชนบทที่ได้ผลอย่างสมบูรณ์

จากการศึกษาพบประเด็นของปัญหาต่างๆ คือ เยื่อกระดาษที่นำเข้าจากต่างประเทศ มีราคาแพงทำให้ผลผลิตของเกษตรกรที่นำออกขายสู่ท้องตลาดนั้นมีราคาแพง เนื่องจากราคาต้นทุนที่มีราคาแพง ผู้วิจัยเห็นว่าควรที่จะนำวัสดุท้องถิ่นนั้นๆ มาพัฒนาเป็นกระดาษสำหรับงานหัตถกรรมของท้องถิ่นต่างๆ เพื่อเป็นเอกลักษณ์และยังเป็นการลดต้นทุนของสินค้า พร้อมทั้งยังสามารถนำวัสดุท้องถิ่นมาทำให้มีมูลค่า ดังคำกล่าวของ วิบูลย์ ลี้สุวรรณ (2532 : 129) ที่ว่าการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุที่เป็นทรัพยากรท้องถิ่นซึ่งมีอยู่เดิมแล้ว แต่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่าดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าเส้นใยพืชต่างๆ สามารถนำมาทำเป็นส่วนหนึ่งของกระดาษ เพื่อเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณภาพของเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ และนำข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1.3.1 คุณลักษณะของเยื่อกระดาษเส้นใยพืชต่างชนิดกันมีคุณลักษณะต่างกัน

1.3.2 คุณภาพสิ่งพิมพ์ของเยื่อกระดาษเส้นใยพืชต่างชนิดกันมีคุณภาพการพิมพ์ต่างกัน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ตัวแปรต้น ประกอบด้วย

1.4.1.1 ระบบการพิมพ์พื้นทะลุ

1.4.1.2 เยื่อกระดาษเส้นใยพืช 5 ชนิด ได้แก่

1. กระดาษสา
2. กระดาษใยสับปะรด
3. กระดาษใยกล้วย
4. กระดาษหญ้าแฝก
5. กระดาษมูลช้าง

1.4.1.3 รูปแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์จากเยื่อกระดาษเส้นใยพืช 5 ชนิด ได้แก่

1. กระดาษสา
2. กระดาษใยสับปะรด
3. กระดาษใยกล้วย
4. กระดาษหญ้าแฝก
5. กระดาษมูลช้าง

1.4.2 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

1.4.2.1 คุณภาพสิ่งพิมพ์

1.4.2.2 ความพึงพอใจต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุกับชนิดเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

1.4.2.3 ความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์

1.5 ทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิด (Conceptual Framework) ของการวิจัย

ผลของคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ เพื่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ ประกอบด้วยสาระสำคัญ แนวความคิด ทฤษฎี และหลักการต่างๆ ดังนี้

ผู้วิจัยได้ใช้หลักของ วันชัย ศิริชนะ(2530 : 315) ที่ว่ากระดาษจะต้องมีราคาต้นทุนต่ำ จะต้องเป็นกระดาษที่เหมาะสมสำหรับงานเสมอไป กระดาษที่มีราคาถูกที่สุดอาจจะเหมาะสมที่สุดก็ได้ ซึ่งทั้งนี้ย่อมขึ้นกับวัตถุประสงค์การใช้งาน

ศึกษากรรมวิธีการผลิต วัตถุดิบ เทคนิค วิธีการ ขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่การนำเอาวัตถุดิบนำมาสร้างสรรค์งานและแปรสภาพของวัตถุดิบอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นเพื่อให้การศึกษาครอบคลุมมากยิ่งขึ้นจึงนำองค์ประกอบดังต่อไปนี้มาใช้ในการศึกษา

1. แนวความคิดในการสร้างสรรค์
2. ประสบการณ์ในการสร้างงานหัตถกรรมพื้นบ้าน
3. ผลงานที่ผลิตจะต้องแสดงออกถึงลักษณะเฉพาะของท้องถิ่น

การรู้จักชนิดกระดาษและเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน จำทะให้ลดค่าใช้จ่ายในการพิมพ์ลงได้มาก กระดาษที่มีราคาแพงและสวยงามไม่จำเป็นจะต้องเป็นกระดาษที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้งานเสมอไป กระดาษที่มีราคาถูกที่สุดอาจจะเหมาะสมที่สุดก็ได้ ซึ่งทั้งนี้ย่อมแล้วแต่วัตถุประสงค์การใช้งาน การเลือกใช้กระดาษควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้เป็นหลัก(วันชัย ศิริชนะ. 2530 : 515) คือ

1. การใช้ระบบการพิมพ์ที่เหมาะสมกับกระดาษ
2. ใช้หมึกพิมพ์ให้เหมาะสมกับกระดาษ
3. ใช้กระดาษที่มีคุณสมบัติสอดคล้องกับลักษณะของงานพิมพ์

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 เยื่อกระดาษ หมายถึง กระดาษที่ผลิตด้วยแรงงานกลุ่มเกษตรกร มีลักษณะพื้นผิวหยาบ ขรุขระ มองเห็นเส้นใยกระดาษ ได้แก่ กระดาษสา กระดาษสับประรด กระดาษกล้วย กระดาษหญ้าแฝก และ กระดาษมูลช้าง

1.6.2 การพิมพ์พื้นทะลุ หมายถึง แม่พิมพ์จะเป็นฟิล์ม อัดลงบนเฟรมผ้าไนลอนขึงตึง ใช้แสงส่องส่วนที่ต้องการพิมพ์ให้ทะลุ เวลาพิมพ์ใช้ยางปาดสีลงตามช่องลาย ลักษณะแม่พิมพ์ส่วนที่เป็นภาพหมึกพิมพ์จะสามารถผ่านทะลุแม่พิมพ์ไปได้และส่วนที่ไม่ใช่ภาพหมึกไม่สามารถผ่านทะลุไปได้ ส่วนที่เป็นภาพและไม่ใช่ภาพของแม่พิมพ์จะมีความสูงเท่ากัน

1.6.3 คุณภาพสิ่งพิมพ์ หมายถึง สิ่งพิมพ์ที่ผ่านกระบวนการพิมพ์ ความคมชัดของภาพ ความเหมาะสมในการเลือกวัสดุการพิมพ์ ความสม่ำเสมอของภาพพิมพ์

1.6.4 การออกแบบบรรจุภัณฑ์ หมายถึง การกำหนดรูปลักษณะ โครงสร้างวัสดุที่ใช้และผลิตเป็นต้นแบบบรรจุภัณฑ์ ที่สามารถปกป้องคุ้มครองสินค้าได้

1.6.5 ผู้ประเมินคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืช หมายถึง ผู้ผลิตหรือผู้ที่มีความรู้ด้านการพิมพ์

1.6.6 ผู้ประเมินความพึงพอใจงานพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช หมายถึง ผู้ผลิตหรือผู้ที่มีความรู้ด้านการพิมพ์

1.6.7 ผู้ประเมินความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์จากบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช หมายถึง ผู้ผลิตหรือผู้ที่มีความรู้ด้านการพิมพ์

1.6.8 การประเมินความพึงพอใจงานพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช หมายถึง การที่ผู้มีประสบการณ์ด้านการพิมพ์แสดงความคิดเห็น เจตคติความพึงพอใจ และข้อเสนอแนะในด้านความคมชัดของภาพ ความเหมาะสมในการเลือกวัสดุการพิมพ์ ความสม่ำเสมอของภาพพิมพ์

1.6.9 การประเมินความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์จากบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช หมายถึง ผู้ผลิตหรือผู้ที่มีความรู้ด้านการพิมพ์แสดงความคิดเห็น เจตคติความพึงพอใจ และข้อเสนอแนะในด้านการเลือกใช้วัสดุ หน้าที่ใช้สอย การเก็บรักษาและการขนส่ง

1.7 แนวทางที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.7..1 เป็นองค์ความรู้ในการวิจัยต่อ

1.7.2 บริการความรู้แก่ประชาชน ภาครัฐ และภาคเอกชน

1.7.3 เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานต่างๆ ที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ โรงเรียน มหาวิทยาลัย สมาคม องค์กร หน่วยงานภาครัฐและเอกชน ที่เกี่ยวข้องกับผู้ที่สนใจด้านการผลิตเยื่อกระดาษเส้นใยพืชและการออกแบบบรรจุภัณฑ์ โดยเฉพาะวิสาหกิจชุมชนที่มีความสนใจ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาผลของคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุเพื่องานบรรจุภัณฑ์ มีสาระสำคัญ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 ประวัติการผลิตกระดาษ

2.2 วัตถุดิบในการทำกระดาษ

2.3 กระบวนการผลิตเยื่อ

2.4 ประเภทของเยื่อกระดาษ

2.5 คุณสมบัติทั่วไปของกระดาษ

2.6 กระบวนการพิมพ์พื้นทะลุ

2.7 มาตรฐานการพิมพ์

2.8 บรรจุภัณฑ์

2.9 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติการผลิตกระดาษ

ในสมัยโบราณ การจารึกข้อความหรือรูปภาพจะจารึกลงบนวัสดุต่าง ๆ เช่น อิฐ แผ่นตะกั่ว ทองเหลือง ชิ้นไม้ เปลือกไม้ หรือแม้แต่แผ่นหิน ซึ่งโดยมากมักพบปัญหาในการเขียน แกะสลัก การพกพาและความคงทน จนถึงเมื่อประมาณ 5,000 ปีที่ผ่านมาได้มีการนำต้นปาปิรุส (Papyrus) ซึ่งเป็นพืชล้มลุกชนิดหนึ่ง มาทำเป็นแผ่นสำหรับเขียนภาพหรือข้อความขึ้นในประเทศอียิปต์ แผ่นจากต้นปาปิรุสนี้แตกต่างจากแผ่นกระดาษในปัจจุบันมาก และวิธีการผลิตไม่ได้รับการเผยแพร่ในวงกว้างเพราะชาวอียิปต์เก็บวิธีการดังกล่าวไว้เป็นความลับ จนเมื่อมีการค้นพบวิธีการทำกระดาษขึ้นในส่วนอื่นของโลก ซึ่งได้รับความนิยมอย่างมากทำให้กระดาษเข้ามาแทนที่การทำแผ่นจากต้นปาปิรุสในที่สุด

การผลิตกระดาษจริง ๆ เริ่มขึ้นในประเทศจีนในปี 105 โดยชาวจีนชื่อไจ่หลุน (Ts'ai Lun) ดังนั้นจึงถือได้ว่าไจ่หลุนเป็นผู้ค้นพบวิธีการผลิตกระดาษเป็นตนแรกของโลก ซึ่งวิธีการผลิตกระดาษของไจ่หลุนได้กลายเป็นพื้นฐานในการกผลิตกระดาษมาจนถึงปัจจุบัน

วิธีการผลิตกระดาษเป็นความลับตลอดมา จนกระทั่งปี 807 จึงมีการผลิตกระดาษในประเทศญี่ปุ่น และในปี 1147 เริ่มมีการทำกระดาษในประเทศฝรั่งเศส ซึ่งนับเป็นประเทศแรกในซีกโลกตะวันตกที่เริ่มผลิตกระดาษ การผลิตกระดาษได้รับการเผยแพร่จากตะวันออกสู่ตะวันตกไปเรื่อยๆ จนกระทั่งในปี 1690 หรือประมาณ 1600 ปี หลังจากไจ่หลุนพบวิธีการผลิตกระดาษ จึงมีการตั้งเครื่องจักรผลิตกระดาษเหนียว(Kraft แปลว่า เหนียว) เครื่องแรกในอเมริกาโดยนายวิลเลี่ยม ริทเทนเฮาส์(William Rittenhouse)ที่เยอรมันทาวน์เมืองฟิลาเดลเฟียรัฐเพนซิลวาเนีย

2.2 วัตถุดิบในการทำกระดาษ

2.2.1 ชนิดของไม้ที่ใช้ทำเยื่อ

1. ปอแก้ว (Kenaf) เป็นวัตถุดิบที่สามารถนำมาผลิตเป็นเยื่อกระดาษที่มีคุณภาพดีที่แต่ปอแก้วมีราคาสูง และมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการ เนื่องจากพื้นที่การปลูกปอแก้วมีแนวโน้มลดลง ส่งผลให้ปริมาณการผลิตลดลง นอกจากนี้ผลผลิตบางส่วนยังถูกนำไปใช้ในการทำกระสอบ พรมปูพื้น ฉนวนไฟฟ้าและสิ่งประดิษฐ์ เป็นต้น

2. ชานอ้อย (Bagasse) เป็นผลผลิตที่ได้จากขั้นตอนการผลิตน้ำตาล สามารถนำมาผลิตเยื่อกระดาษที่ใช้สำหรับกระดาษคุณภาพดีซึ่งเหมาะสำหับผลิตกระดาษพิมพ์เขียนชนิดต่าง ๆ

3. ไม้ยูคาลิปตัส (Eucalyptus) ประเทศที่ปลูกและใช้ไม้ยูคาลิปตัสในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษมาช้านานแล้ว คือ ออสเตรเลีย ปราซิล โปรตุเกส สเปน และแอฟริกาใต้ ประเทศไทยเราเพิ่มเริ่มปลูกไม้ยูคาลิปตัสในเชิงพาณิชย์อย่างจริงจังเมื่อไม่นานมานี้ โดยความร่วมมือระหว่างภาครัฐบาลและภาคเอกชน รวมทั้งเกษตรกรรายย่อย ทำให้มีสวนป่ายูคาลิปตัสอยู่เกือบทุกภาคของประเทศ โดยส่วนใหญ่เป็นสวนป่าเอกชน สวนป่ายูคาลิปตัสที่ปลูกและจัดการอย่างเหมาะสมสามารถให้ผลผลิตเนื้อไม้ในช่วงอายุ 3 ถึง 6 ปี เฉลี่ยไร่ละ 15 ตัน (โดยน้ำหนักไม่สด) ชิ้นไม้ยูคาลิปตัสเมื่อนำไปทำเป็นเยื่อกระดาษจะได้เยื่อคุณภาพดี เมื่อนำไปทำเยื่อโดยกรรมวิธีเคมี จะได้เยื่อดราฟท์น้ำหนักโดยเฉลี่ย 3.75 ตันต่อไม้หนึ่งไร่

4. ไม้ไผ่ (Bamboo) มีการทดลองใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษเมื่อปี 2527 หลักจากการทดลองใช้เป็นวัตถุดิบแล้วพบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับวัตถุดิบหลักที่ใช้อยู่คือปอแก้วตากแห้ง ไม้ไผ่สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้

5. ต้นกล้วย (Banana tree) แหล่งปลูกกล้วยที่สำคัญของไทยได้แก่ ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียวเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่ มีปลูกมากในภาคเหนือ มีการส่งเสริมปลูกกล้วยแนวใหม่เพื่อเป็นแหล่งวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษ วันที่ 11 กรกฎาคม

2532 คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนได้อนุมัติให้มีการจัดตั้งโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ โดยใช้ต้นกล้วยเป็นวัตถุดิบ 3 โครงการ ที่จังหวัดพิจิตร กาฬสินธุ์ และสกลนคร

6. ไม้สนเขา(Pine) เช่น สนสองใบและสนสามใบเป็นวัตถุดิบเยื่อกระดาษที่ให้เยื่อใยยาว

7. ไม้ยางพารา สามารถนำมาทำเยื่อกระดาษ โดยเฉพาะไม้ยางพาราที่มีอายุมากแต่มีน้ำยางน้อย

8. หญ้าขจรจบ (Burma grass) เป็นพืชเส้นใยสั้นที่ขึ้นเองจามธรรมชาติและมีปริมาณมาก ส่วนใหญ่จะมีอยู่ในแถบภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเยื่อกระดาษที่ได้มีคุณภาพดี

2.2.2 ชนิดของเยื่อที่ใช้ทำกระดาษ

เยื่อกระดาษมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ ผลิตภัณฑ์เยื่อกระดาษจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

เยื่อกระดาษแท้ (Virgin pulp) เป็นเยื่อกระดาษที่ใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติโดยตรง ได้แก่ ไม้เนื้อแข็งในเขตหนาว เช่น ไม้ก่อตาแพะ ไม้ก่อเดือย ไม้ก่อตาหมูน้อย ไม้เนื้ออ่อนในเขตร้อน เช่น ไม้เลื่อย ไม้สมพงษ์ ไม้ปออีเก้ง และพืชประเภทเส้นใยต่าง ๆ เช่น ปอ ไม้ไผ่ ไม้รวก หญ้าชานอ้อย ฯลฯ ซึ่งยังแบ่งออกตามความยาวของเยื่อ และกรรมวิธีการผลิตได้ดังนี้

ก. แบ่งออกตามความยาวของเยื่อ

เยื่อใยสั้น (Short fiber) ขนาดของเส้นใยยาว ประมาณ 0.5 – 1.5 มิลลิเมตร มาจากไม้เนื้อแข็ง (Hard wood) และพืชสวน (Non wood) ต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งเยื่อใยสั้นนี้เป็นวัตถุดิบหลักของการผลิตกระดาษ

เยื่อใยยาว (Long fiber) ขนาดของเส้นใยยาวประมาณ 2-4 มิลลิเมตร มาจากไม้เนื้ออ่อน (Soft wood) เช่น สนสองใบและสนสามใบ เป็นต้น เยื่อใยยาวนี้ใช้เป็นวัตถุดิบผสมในการผลิตกระดาษเพื่อให้กระดาษมีความเหนียว

ข. แบ่งออกตามกรรมวิธีการผลิต

เยื่อไม้บด (Mechanical pulp) เป็นเยื่อที่ผลิตโดยการใช้เครื่องจักรบดไม้จนละเอียดเพื่อให้ได้เยื่อที่ต้องการ เยื่อชนิดนี้ส่วนใหญ่ใช้ผลิตกระดาษหนังสือพิมพ์

เยื่อกึ่งเคมี (Semi-chemical wood pulp) เป็นเยื่อที่ผลิตโดยนำเนื้อไม้ไปแช่ในสารเคมีหรือทั้งต้มและแช่สารเคมีแล้วจึงนำมาบดเป็นเยื่อ เยื่อชนิดนี้ใช้ทำกระดาษ กระดาษลอนลูกฟูก (Corrugating medium) และกระดาษอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการความเหนียวมาก

เยื่อเคมี (Chemical puip) เป็นเยื่อที่ผลิตโดยกระบวนการทางเคมี เช่น ใช้โซดาแอช (Sodium carbonate) โซดาไฟ (Sodium hydroxide) ตลอดจนสารเคมีอื่น ๆ ในการฟอกเยื่อและใช้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตเยื่อ เยื่อชนิดนี้มีราคาแพง ใช้ผลิตกระดาษคุณภาพดีที่มีความเหนียว เช่น กระดาษปอนด์ กระดาษเอกสาร และกระดาษคราฟท์ เป็นต้น

เยื่อจากเศษกระดาษ (Waste paper pulp) เป็นเยื่อที่ผลิตโดยนำกระดาษหรือเศษกระดาษที่ใช้แล้วมาทำให้ยุ่ยด้วยวิธีทำความสะอาด ต้มและใช้สารเคมี เยื่อกระดาษมีหลายชนิดตามชนิดของกระดาษ เช่น กระดาษคราฟท์ กระดาษพิมพ์-เขียน แต่นำไปผลิตเป็นกระดาษชนิดเดียวกัน (นักศึกษาภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางการถ่ายภาพฯ คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย:2539)

การนำเศษกระดาษเก่าที่ไม่มีประโยชน์กลับมาใช้ในกระบวนการผลิตเยื่อ เพื่อทำเป็นกระดาษเป็นส่วนที่มีบทบาทในเชิงปริมาณ เยื่อที่ได้จะมีคุณภาพตามชนิด และความสะอาดของเศษกระดาษ ปัจจุบันเศษกระดาษที่ได้ส่วนใหญ่เป็นเศษกระดาษจากกระดาษกล่องฟูกฟูกเก่า กระดาษพิมพ์ สิ่งพิมพ์ ฯลฯ โรงงานอุตสาหกรรมกระดาษเริ่มใช้เศษกระดาษในการผลิตกระดาษในอัตราที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ คาดว่ามีอัตราการหมุนเวียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ที่มีการนำเศษกระดาษกลับมาใช้ทำกระดาษในประเทศไทย เหตุผลที่มีการใช้เศษกระดาษมาทำเยื่อกระดาษมากขึ้นในปัจจุบัน เพราะว่าวิทยาการความก้าวหน้าของเครื่องจักรที่ดีขึ้น ทำให้สามารถปรับปรุงคุณภาพเยื่อจากเศษกระดาษและใช้ได้ในปริมาณมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระดาษขาว

2.2.3 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตกระดาษ สารเคมีหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิตกระดาษสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการต้มและฟอกเยื่อ

ก. กระบวนการต้มเยื่อ เป็นกระบวนการแยกเส้นใยออกจากเนื้อไม้หรือแยกลิกนินออกจากกลุ่มเส้นใย โดยใช้วิธีการทางเคมี เช่น ใช้โซดาไฟ (Sodium hydroxide) ผสมลงไปในหม้อต้ม สภาวะที่ใช้ในระหว่างต้มเยื่อจะต้องกระทำภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงเพื่อ ให้ได้เยื่อมากที่สุด จากนั้นจึงนำไปฟอกต่อขณะเดียวกันโซดาไฟยังสามารถละลายสารประกอบของลิกนินที่ทำปฏิกิริยากับสารคลอรีนได้ในระหว่างขั้นตอนการฟอกเยื่อ

ข. กระบวนการฟอกเยื่อ ส่วนใหญ่ใช้สารคลอรีน (Chlorine) ทำปฏิกิริยากับสารลิกนิน เพื่อให้ได้สารประกอบที่สามารถละลายในด่างได้ทำให้เยท่อขาวขึ้นบางครั้ง อาจเติมโซเดียยมไฮโปคลอไรท์ (Sodium hypochlorte) ลงไปด้วย โดยใส่ลงในเยื่อหลังล้างด้วยโซดาไฟแล้ว เพื่อให้เยื่อมีความขาวเพิ่มขึ้น หลังจาที่ผ่านการฟอกและล้างเยื่อแล้วจะใส่ปูนขาวลงไปทำปฏิกิริยากับสารประกอบลิกนินที่ละลายอยู่ในด่าง ทำให้เกิดเป็นโซดาไฟกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการต้มเยื่อและฟอกเยื่อได้

2. สารเคมีที่ใช้ในการปรับสภาพน้ำในหม้อไอน้ำ

ก. ปูนขาว เมื่อละลายน้ำแล้วมีสภาพเป็นด่าง ใช้ลดความกระด้างของน้ำ

ข. แมกนีเซียมออกไซด์ (Magnesium oxide) ใช้ลดความกระด้างของน้ำ โดยทำปฏิกิริยากับสารประกอบจำพวกซิลิกาออกไซด์ (Silica oxide) ในน้ำได้

ค. สารประกอบจำพวกฟอสเฟต เช่น โซเดียมฟอสเฟต (Sodium phosphate) คาลกอน เป็นต้น ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดตะกรันไม่ให้เกิดตะกรันแข็งตัวดิดผิวภายในหม้อไอน้ำ

ง. โซเดียมซัลไฟท์ (Sodium sulphite) ใช้กำจัดออกซิเจนที่เหลืออยู่ในน้ำให้หมด เพื่อป้องกันการสึกกร่อนของท่อน้ำในหม้อไอน้ำ

3. สารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนการเตรียมน้ำเยื่อและทำกระดาษ

ก. สารกันซึม (Sizing agent) ช่วยทำให้กระดาษมีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำแบ่งเป็น 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ ชันสน (Rosin) เป็นสารหลัก แต่ต้องทำการย่อยโมเลกุลให้เล็กลง (fortified) ด้วยสารละลายโซดาไฟและเติมสารส้ม (Alum) ผสมลงไปด้วยเพื่อเป็นตัวเชื่อมให้เส้นใยกับชันสนสามารถยึดติดกันได้และสามารถทำให้กลุ่มฟังก์ชั่นของชันสนที่ไม่เข้ากับน้ำ (hydrophobic) เคลื่อนตัวไปอยู่ที่ผิวกระดาษได้สารกลุ่มนี้ทำให้แผ่นกระดาษได้ ค่าความเป็นกรดเบสประมาณ 4.5–4.7

กลุ่มที่ 2 ได้แก่สารประเภท Alkyl ketene dimer (AKD), Alkyl succinic anhydride (ASA) ซึ่งไม่จำเป็นต้องผ่านขั้นตอนย่อยโมเลกุลให้เล็กลง และสารเคมีกลุ่มนี้มีผลทำให้แผ่น กระดาษที่ได้มีสภาพเป็นด่าง

ข. สารเติมเต็ม (Fillers) เป็นผงสีขาวใช้อุดรู ร่องหรือช่องว่างระหว่างเส้นใยเพื่อปรับปรุงสมบัติของผิวกระดาษให้เหมาะสมกับสภาพการพิมพ์ตัวอย่างสารเติมเต็มนี้ ได้แก่

ดินขาว (Clay) มีสมบัติเป็นกลาง ใช้ร่วมกับสารกันซึมได้ทั้ง 2 กลุ่ม

แคลเซียมคาร์บอเนต(Calcium carbonate) มีสมบัติเป็นด่างใช้กับสารกันซึมกลุ่ม 2 เท่านั้น

ติตาเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide) และผงสีอื่นๆ ใช้ได้กับสารกันซึมทั้ง 2 กลุ่ม

แป้งมันสัมปะหลัง มีลักษณะเป็นผงละเอียด เวลาใช้จะผสมกับน้ำพ่นเป็นฝอยลงบนน้ำเยื่อบนเครื่องเดินแผ่น เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้ผิวกระดาษ ทำให้เวลาพิมพ์ผิวกระดาษไม่หลุดง่าย นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มน้ำหนักกระดาษความขาวและความมันวาวด้วย

สารสี เพื่อย้อมสีกระดาษตามต้องการ โดยเฉพาะกระดาษประเภทผิวกล่อง ตัวอย่างสารสีที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตกระดาษผิวกล่อง ได้แก่ Pimura Red และ Brown เป็นต้น

สารเพิ่มความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile strength) เป็นสารประเภทยางไม้ที่ขึ้นในทะเลทราย เป็นผงสีเหลืองอ่อนละลายน้ำได้ ตัวอย่างสารเคมีที่ใช้ได้แก่ Diasol grar gum และ Meyproid เป็นต้น

สารเพิ่มความแข็งแรงกระดาษในสภาวะเปียก (Wet strength) ที่ใช้ในอุตสาหกรรม ส่วนมากเป็นซินสังเคราะห์ละลายน้ำได้ ได้แก่

กลุ่ม 1 ใช้กับกระบวนการผลิตกระดาษระบบกรดสารประเภท Urea formal – dehide resin และ Melamine formaldehide resin

กลุ่ม 2 ใช้กระบวนการผลิตกระดาษระบบกลาง หรือด่างสารประเภท Polyamide epichlorohydride (พรทวี พึ่งรัศมี และอรัญ หาญสืบสาย. 2537 : 27-29)

2.3 กระบวนการผลิตเยื่อ

กระดาษที่ใช้กันอยู่ในโลกปัจจุบันนี้ ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบมากกว่าร้อยละ 90 นอกนั้น ทำจากวัตถุอื่น ๆ เช่น ชานอ้อย ไผ่ ฟางข้าว เปลือกไม้ หญ้า กระดาษ ที่ใช้แล้วและอื่น ๆ ในการทำกระดาษ ต้องสับไม้ให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ เสียก่อน แล้วจึงย่อยให้ได้เส้นใย แยกออกมาเป็นเซลล์เรียกว่า เยื่อ การทำ เยื่อกระดาษ แยกเป็นวิธีใหญ่ๆ ได้ 2 วิธีคือ วิธีกลและวิธีเคมี นอกจากนั้น ยังมีการผลิตกระดาษโดยฝีมือชาวบ้าน เช่น กระดาษสา กระดาษดิบ กระดาษงานฝีมือบางประเภท

กระดาษ คือวัสดุแผ่นบางซึ่งโครงสร้างประกอบด้วยเส้นใยหรือไฟเบอร์ (Fiber) เรียงตัวประสานกันอย่างเป็นระเบียบ โดยการยึดประสานกันของเส้นใยเกิดจากตัวเส้นใยเอง ไม่ได้เกิดจากการใส่สารอื่นเข้าไปเป็นตัวประสาน

เยื่อกระดาษมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ ผลิตภัณฑ์เยื่อกระดาษจำแนกออกเป็น

- เยื่อกระดาษแท้ (Virgin pulp) เป็นเยื่อกระดาษที่ใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติโดยตรง ได้แก่ ไม้เนื้อแข็งในเขตหนาว เช่น ไม้ก่อตาแพะ ไม้ก่อเดือย ไม้ก่อตาหมูน้อย ไม้เนื้ออ่อนในเขตร้อน เช่น ไม้เลื่อย ไม้สมพงษ์ ไม้ปออีเก้ง และพืชประเภทเส้นใยต่าง ๆ เช่น ปอ ไม้ไผ่ ไม้รวก หญ้า ชานอ้อย ฯลฯ ซึ่งยังแบ่งออกตามความยาวของเยื่อ

- เยื่อใยสั้น (Short fiber) ขนาดของเส้นใยยาว ประมาณ 0.5 – 1.5 มิลลิเมตร มาจากไม้เนื้อแข็ง (Hard wood) และพืชสวน (Non wood) ต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งเยื่อใยสั้นนี้เป็นวัตถุดิบหลักของการผลิตกระดาษ

- เยื่อใยยาว (Long fiber) ขนาดของเส้นใยยาวประมาณ 2-4 มิลลิเมตร มาจากไม้เนื้ออ่อน (Soft wood) เช่น สนสองใบและสนสามใบ เป็นต้น เยื่อใยยาวนี้ใช้เป็นวัตถุดิบผสมในการผลิตกระดาษเพื่อให้กระดาษมีความเหนียว

2.3.1 กระบวนการผลิตเยื่อ ประกอบด้วยขั้นตอนการผลิตหลัก 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมวัตถุดิบ (Raw material preparation) วัตถุดิบหลัก ได้แก่เนื้อไม้ทั้งที่มีลักษณะแข็งเป็นก้อน เช่น ไม้สน หรือเป็นเส้น เช่นฟางข้าวจะต้องตัดให้มีขนาดพอเหมาะที่จะนำไปใช้การผลิตเยื่อ ถ้าเป็นไม้ที่เป็นท่อนหรือเป็นซุงจะนำไปลอกเปลือกออกก่อนจึงเข้าเครื่องตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ

2. การแยกเยื่อ (Digestion or Pulping) หลังจากเตรียมวัตถุดิบแล้วจะนำเข้าหม้อต้มหรือย่อยเยื่อการต้มเยื่อนี้ต้องใช้สารเคมีผสมเข้าไปด้วยและใช้ไอน้ำที่มีความดันสูง ต้มเป็นระยะเวลานานพอที่จะทำให้ชิ้นไม้สุก เกิดการแตกออกเป็นเส้นใยได้ สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการต้มเยื่อมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและชนิดของเยื่อที่ต้องการในกระบวนการต้มเยื่อที่ประหวัดและมีประสิทธิภาพ น้ำล้างเยื่อ (Black liquid) ที่ได้สามารถนำเข้ากระบวนการแยกสารเคมีเพื่อหมุนเวียนสารเคมีกลับมาใช้ใหม่ได้อีก

3. การตีเยื่อหรือการทำให้เยื่อกระจายตัว (Fiber disintegration) เมื่อต้มเยื่อสุกดีแล้ว จึงนำเข้าเครื่องตีเยื่อเพื่อให้เยื่อกระจายตัวไม่เกาะติดกัน

4. การล้างเยื่อ Pulp or Brow-stock washing) เมื่อตีเยื่อแล้วนำเยื่อไปล้างน้ำโดยเครื่องล้าง (Vacuum Washer) เพื่อเอาน้ำยาต้มเยื่อที่ตกค้างอยู่ออกให้หมด

5. การร่อนคัดกาก_ (Pulp screening and cleaning) นำเยื่อที่ล้างแล้วผ่านเข้าเครื่องร่อนที่มีตะแกรงเยื่อแบบต่าง ๆ เพื่อร่อนเอาชิ้นไม้ที่ต้มไม่สุกไม่แตกเป็นเส้นใยออกให้หมด เยื่อที่ได้ในขั้นตอนนี้ จะมีสีน้ำตาล

6. การทำเยื่อให้ข้น (Thickening) นำเยื่อผ่านไปยัง Thickener filter เพื่อทำให้ข้นและทำความสะอาดอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นนำไปเก็บยังถักพักเพื่อรอนำส่งไปฟอกต่อไป

7. การฟอกเยื่อ (Bleaching) กระดาษพิมพ์เขียนและกระดาษอีกหลายประเภทต้องการความขาวเป็นสมบัติสำคัญ จึงจำเป็นต้องมีการฟอกเยื่อ กระบวนการฟอกเยื่อสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

7.1 การฟอกให้ขาวโดยไม่ละลายสารในเยื่อออก (Yield preserving or Lignin bleaching) เป็นการฟอกขาวโดยการเปลี่ยนโครงสร้างของสารที่ทำให้เกิดสีในเยื่อให้เป็นโครงสร้างที่ดูดกลืนแสงน้อยลง ได้แก่ การฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide)

และไดไทโอไนท์ (Dithionite) ส่วนใหญ่ใช้ในการฟอกเยื่อไม้บดหรือเยื่อจากกระบวนการเชิงกล (Mechanical wood pulp)

7.2 การฟอกให้ขาวโดยสลายสารที่ทำให้เกิดสีในเยื่อ (Lignin removal) การฟอกเยื่อแบบนี้เหมาะสำหรับการฟอกเยื่อเคมี ซึ่งมีสีคล้ำกว่าเยื่อจากกระบวนการอื่น แต่มีลิกนิน ซึ่งเป็นสารที่เป็นต้นเหตุของสีในเยื่ออยู่ในปริมาณต่ำ เมื่อแยกลิกนินออกมาแล้วทำให้ผลผลิตเยื่อลดลงเล็กน้อย การฟอกแบบนี้ใช้คลอรีนและสารประกอบของคลอรีนเป็นพื้นฐานส่วนใหญ่เป็นการฟอกหลายขั้นตอน (Multi stages)

มีการทดลองนำลิกนินที่แยกออกมาจากเยื่อ แล้วนำไปใช้เป็นสารเติมเต็มในผลิตภัณฑ์ยาง โดยนำ Black liquor ที่มีสารประกอบลิกนินละลายอยู่มากแยกสารประกอบลิกนินออกแล้วนำสารนี้ไปทำให้บริสุทธิ์จะได้ลิกนินบริสุทธิ์และทดลองนำลิกนินบริสุทธิ์ไปใช้เป็นสารเติมเต็มในผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการทดสอบสมบัติของผลิตภัณฑ์ยางที่ได้จากการทดลองด้วย

หลังจากฟอกเยื่อแล้วนำเยื่อไปทำเป็นแผ่นแห้ง หรือแผ่นเปียกหมาด ๆ ที่มีความชื้นประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์เพื่อนำไปส่งขายให้แก่โรงงานผลิตกระดาษต่อไป

2.3.2 ขั้นตอนการทำกระดาษด้วยมือแบบพื้นบ้าน

การทำกระดาษด้วยมือส่วนใหญ่ในปัจจุบันเป็นการทำกระดาษเพื่อใช้ในงานหัตถกรรม ซึ่งมีวัตถุดิบจากพืชหลายชนิด แต่ก่อนกระดาษจะทำจากเปลือกไม้ที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น ถ้าใช้เปลือกข่อยก็จะเรียกสมุดข่อย ใช้เปลือกสาก็จะเรียกสมุดปอสา พืชทั้งหลายที่เป็นผักและผลไม้เมื่อนำไปบริโภคแล้ว ยังมีส่วนที่ยังตกค้างอยู่ในแปลงปลูกที่ยังไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ นอกการจากการเผาทำลายทิ้งทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ และส่งเสริมให้เกิดภาวะโลกร้อน จึงขอแนะนำวิธีการทำกระดาษจากเศษเหลือทางการเกษตร ตัวอย่างเช่น ใบและกาบกล้วย ใบสับปะรด ฟางข้าว ผักตบชวา ปอสา เป็นต้น นอกจากพืชที่กล่าวมาแล้วยังมีพืชอีกหลายชนิดที่สามารถนำมาทำกระดาษได้

1. การเตรียมวัตถุดิบ - วัตถุดิบที่จะนำมาใช้ต้มเป็นเยื่อสามารถทำได้ทั้งสดและแห้ง แต่ขอแนะนำให้ใช้แบบแห้ง เพราะสามารถคำนวณหาปริมาณโซดาไฟ (NaOH) ที่ใช้ต้มได้ง่าย ก่อนต้มวัตถุดิบควรนำไปแช่น้ำไว้ 1 คืน เพื่อทำให้การต้มสามารถย่อยสลายได้ดีขึ้นและยังช่วยล้างเอาสิ่งสกปรกออกไปในขั้นตอนการแช่ด้วย ที่เห็นในภาพเป็นการต้มด้วยถังน้ำมัน 200 ลิตร ซึ่งสามารถต้มปอสาได้มากกว่า 20 กก. แต่ถ้าทำน้อยก็ใช้หม้อสแตนเลสต้มได้ สามารถคิดค้นกระดาษรูปแบบใหม่ที่ใช้ประดับตกแต่งได้ถือว่าเป็นการเริ่มต้นการค้นคว้าหาสิ่งใหม่ ในการต้มเยื่อก็เพื่อต้องการให้เส้นใยที่มีอยู่ในพืชแยกออกจากกันเป็นเส้นใยเดี่ยวและสลายสารต่างๆที่มีอยู่ในพืชออกไป วัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่ หนา ควรบีบ ทุบ หรือตัดให้มีขนาดเล็กลงเพื่อให้โซดาไฟได้ย่อย

สลายได้ดีขึ้น ปริมาณโซดาไฟที่ใช้ควรอยู่ระหว่าง 8-15% ต่อน้ำหนักแห้ง ในการต้มมีปัจจัยอยู่ 3 ปัจจัย ได้แก่

ปริมาณโซดาไฟที่ใช้

อุณหภูมิ

เวลาในการต้ม

ทั้ง 3 ปัจจัยต้องพิจารณาว่าเหมาะสมกับวัตถุดิบของพืชแต่ละชนิดหรือเปล่า การใช้โซดาไฟถ้าใช้มากไปก็จะไปทำลายเส้นใยทำให้ได้กระดาษที่ไม่แข็งแรง ตัวอย่าง ปอสาควรใช้โซดาไฟ 7-8% กาบกล้วยใช้ 10% ใบสับปะรดใช้ 15% ฟางข้าวใช้ 15% ผักตบชวาใช้ 5-12% เป็นต้น

2. การล้างเยื่อ - เมื่อต้มวัตถุดิบจะได้เยื่อที่ยังมีโซดาไฟอยู่ควรต้องล้างออกให้หมด สังเกตุได้จากเมื่อจับเยื่อจะไม่ลื่นมือและน้ำล้างเยื่อจะใส การล้างอาจใส่ในอ่างน้ำแล้วแช่ไว้ จากนั้นถ่ายน้ำออก หรือล้างโดยวิธีน้ำไหลเหมือนการล้างผักก็ได้ ในการล้างเยื่อนี้เราจะคัดแยกเยื่อที่ไม่เปื่อยออกไปด้วย เยื่อเหล่านี้ไม่สามารถนำไปทำกระดาษได้ วิธีการดูว่าเยื่อที่เราต้มใช้ได้หรือเปล่านั้น ให้ดึงตามแนวตั้งและแนวขวาง แล้วสามารถดึงและฉีกออกได้ง่าย แสดงว่าสามารถใช้ได้ แต่ถ้าดึงไม่ขาดก็ใช้ไม่ได้

3. การฟอกเยื่อ - การฟอกเยื่อเป็นการทำให้เยื่อที่จะนำมาใช้ทำแผ่นกระดาษให้มีความขาวเพิ่มขึ้น แต่ถ้าต้องการกระดาษให้เป็นสีธรรมชาติของเยื่อก็ไม่ต้องฟอก กระดาษที่ทำด้วยมือส่วนใหญ่แล้วถ้าไม่ใช่กระดาษสาจะไม่ฟอกกันนะครับ เพราะสีของกระดาษที่ได้ดูแล้วก็สวยไปอีกแบบ

ในการฟอกเยื่อสารเคมีที่แนะนำให้ใช้ควรจะเป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) สารตัวนี้จะไม่เป็นอันตรายกับสิ่งแวดล้อม และใช้ร่วมกับสารตัวอื่นด้วย แต่ใช้ตัวเดียวก็ได้ ถ้าใช่ตัวเดียวก็จะสลายได้ไว ในการฟอกเยื่อก็แล้วแต่พืชแต่ละชนิดซึ่งความเข้มข้นของสารจะใช้ไม่เหมือนกัน เช่น เยื่อปอสา ใช้ 2-4% เยื่อใบสับปะรด ใช้ 6% เยื่อกล้วย ใช้ 12% เป็นต้น อุณหภูมิในการฟอก 100 องศา เวลาก็ประมาณ 2 ชม. ในการใช้ระดับความเข้มข้นของสารต่างกัน สีของกระดาษก็ได้ต่างกันด้วย การฟอกบางครั้งก็อาจไม่จำเป็นก็ได้ จะจำเป็นก็เมื่อต้องการเยื่อที่ได้นั้นไปย้อมสีเท่านั้นเอง

4. การกระจายเยื่อ (ตีเยื่อ) - การกระจายเยื่อเป็นการทำให้เยื่อที่ประกอบด้วยเส้นใยหลายๆ เส้นหลุดออกจากกันเป็นเส้นใยเดี่ยวๆ นั้นเอง ระยะเวลาในการกระจายเยื่อขึ้นอยู่กับว่าในการต้มเยื่อเราได้ต้มเยื่อดีหรือเปล่า? ความเข้มข้นของสารเคมี NaOH ที่ใช้ในการต้มมีความเหมาะสมหรือเปล่า? ในการกระจายเยื่อเรายังสามารถประเมินบอกเราให้ทราบว่าสารเคมีที่ใช้ต้มมี

ความเข้มข้นเหมาะสมหรือเปล่า เช่น ถ้ากระจายเยื่อและเยื่อยังเป็นกระจุกของเส้นใยอยู่ก็แสดงว่าเราใช้ความเข้มข้นของสารเคมีในการต้มน้อยไป แบบนี้ก็ขึ้นอยู่กับเราว่าต้องการเส้นใยแบบไหนในการทำเป็นกระดาษ และระยะเวลาในการกระจายเยื่อก็มีผลต่อเส้นใยเหมือนกัน ถ้าใช้เวลาสั้นๆ ก็จะได้เส้นใยหยาย แต่ถ้าใช้เวลาการกระจายเยื่อนานขึ้น เส้นใยก็กระจายได้ดีขึ้นเช่นกัน

วิธีการกระจายเยื่อแบบดั้งเดิมจะใช้การทุบด้วยไม้ หรือฆ้อนไม้ให้เยื่อแตกกระจาย หรือการนำเยื่อใส่ในถุงไนลอนตาข่าย ขนาดของรูตาข่ายก็ประมาณมุ้งลวด แบบนี้จะทำกันในประมาณมากๆ แต่ถ้าเราทำไว้เป็นของประดิษฐ์ ทำกันแบบน้อยๆ ก็อาจจะเครื่องปั่นน้ำผลไม้ก็ได้ แบบนี้ก็ไม่ว่ากัน แล้วแต่ประสบการณ์ของแต่ละคน... เอาเป็นว่าทำอย่างไรก็ได้ให้เยื่อนั้นกระจายเป็นเส้นใย และลดต้นทุนได้มากที่สุด

ตัวอย่าง ถ้าทุบด้วยมือ ใช้ปอสาหนักประมาณ 2 กิโลกรัม ต้องทุบนาน 5 ชั่วโมง แต่ถ้าใช้เครื่องจะใช้เวลาประมาณ 35 นาที จากนั้นนำเยื่อไปฟอกไม่ให้ขาวนัก แต่ถ้าชอบขาวๆต้องใช้ผงฟอกสีเข้าช่วย

5. การทำแผ่นกระดาษ - ในการทำแผ่นกระดาษเป็นการเทเยื่อที่ได้จากการกระจายเยื่อดีแล้วลงไปในตะแกรงไนลอนที่ใช้ทำแผ่นกระดาษ ตะแกรงนี้จะลอยน้ำเมื่อเทเยื่อลงไปเยื่อก็จะลอยน้ำอยู่บนตะแกรงเราก็ทำการเกลี่ยเยื่อภายในตะแกรงให้มีความสม่ำเสมอกันทั้งแผ่น หรือที่ชาวบ้านเรียกกันว่า" แตะ" แต่ถ้านำเยื่อที่กระจายดีแล้วใส่ในอ่างผสมไปกับน้ำในปริมาณที่มากพอและเหมาะสม แล้วใช้ตะแกรงช้อนเยื่อขึ้นมา เรียกว่าวิธีการทำแผ่นกระดาษแบบ "ช้อนเยื่อ" ถ้าเยื่ออยู่บนตะแกรงมีความสม่ำเสมอดีก็แสดงว่าใช้ได้ และก็นำไปตากแดด เมื่อแห้งแล้วก็ค่อยๆ ลอกกระดาษออกจากตะแกรง

ในการตากแดดเส้นใยพืชบางชนิดจะมีการหดหรือย่นทำให้กระดาษที่ได้ออกมาไม่สวย เช่น เยื่อจากสับปะรด กล้วย ผักตบชวาเป็นต้น วิธีแก้ง่ายๆ ก็คือนำไปตากแดดพอหมาดๆ ก็นำเขามาตากในร่ม วิธีนี้ก็พอช่วยได้ และถ้าทำกระดาษแบบที่เห็นเป็นเส้นใยแบบหยาบแบบนี้ก็จะช่วยลดการหดหรือย่นได้

<u>แบบตัก</u> ใช้แม่พิมพ์ลักษณะเป็นตะแกรงไนลอน ขนาด 50 คูณ 60 เซนติเมตร หรือทำขนาดตามขนาดกระดาษที่ต้องการ ช้อนตักเยื่อเข้าหาตัว ยกตะแกรงขึ้นตรงๆแล้วเทน้ำออกไปทางด้านหน้าโดยเร็ว จะช่วยให้กระดาษมีความสม่ำเสมอ

<u>แบบแตะ</u>มักใช้ตะแกรงที่ทำจากผ้าใยบัวหรือผ้ามุ้งที่มีเนื้อละเอียดและใช้วิธีชั่งน้ำหนักของเยื่อเป็นตัวกำหนดความหนาของแผ่นกระดาษ นำเยื่อใส่ในอ่างน้ำ ใช้มือเกลี่ยกระจายเยื่อบนแผ่นให้สม่ำเสมอ

ตัวอย่าง ในการทำแผ่นกระดาษสา นำตะแกรงไปตากแดดประมาณ 1-3 ชั่วโมง กระดาษสาจะแห้งติดกันเป็นแผ่น จึงลอกกระดาษสาออกจากแม่พิมพ์

เปลือกปอสาหนัก 1 กิโลกรัม สามารถทำกระดาษสาได้ประมาณ 10 แผ่น

นำมาจาก

2.4 ประเภทของเยื่อกระดาษ

ในปัจจุบันกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษมี หลายวิธีทำให้ได้เยื่อที่มีคุณสมบัติต่างๆ กัน ซึ่งแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการใช้งานต่างกัน กระดาษที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้งานจึงมีส่วนผสมของเยื่อกระดาษที่แตกต่างกัน นอกจากนี้กระบวนการในการผลิตกระดาษยังมีหลายวิธีการด้วยกัน เพื่อผลิตกระดาษให้เหมาะสมกับการใช้ องค์การอาหารและเกษตร (FAO) ได้จำแนกประเภทของเยื่อกระดาษและกระดาษไว้ดังนี้

เยื่อไม่บด (Mechanical)	เป็นเยื่อที่ได้จากการบดไม้ด้วยวิธีกล ใช้เครื่องบดไม้ที่ตัดเป็นท่องเล็ก ๆ จนเป็นเส้นใย ไม้ประเภทไม้สนและไม่ใช่ไม้สน ให้ผลผลิตต่อวัตถุดิบสูง เยื่อประเภทนี้อาจมีการฟอกหรือไม่ฟอกมีความทึบแสดงดี แต่ไม่เหนียว สีเปลี่ยนเป็นสีเหลืองได้ง่าย นิยมใช้พิมพ์หนังสือพิมพ์
เยื่อกึ่งเคมี (Semi-chemical)	ชิ้นไม้จะถูกทำให้อ่อนตัวด้วยการต้มด้วยสารเคมีในภาชนะปิดที่มีความดันสูงจากนั้นจึงนำมาบดแยกเป็นเยื่อด้วยวิธีกลเยื่อชนิดนี้มีทั้งแบบฟอกและไม่ฟอก
เยื่อซัลไฟท์ไม่ฟอก	เยื่อชนิดนี้จะต้มด้วยสารละลายไบซัลไฟท์ เช่น เกลือแอมโมเนียม แมกเนเซียม และโซเดียมแต่ไม่มีการฟอกเยื่อ
เยื่อซัลไฟท์ฟอก	เยื่อซัลไฟท์ที่ผ่านการฟอกเยื่อ
เยื่อซัลเฟตไม่ฟอก	เยื่อไม้ที่ต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือสารละลายผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมซัลไฟด์แต่ไม่ผ่านการฟอก
เยื่อซัลเฟตฟอก	เยื่อซัลเฟตที่ผ่านการฟอก
เยื่ออื่น ๆ ที่ไม่ใช่เยื่อไม้	ได้แก่เยื่อจาก ฟาง ชายอ้อน ไม้ไผ่ และอื่น ๆ
เยื่อดิสโซลวิง (dissolving pulp)	เป็นเยื่อเคมีที่ฟอกแล้วมีทั้งที่เป็นเยื่อจากไม้และจากพืชชนิดอื่นเป็นฝ้ายเศษผ้าเป็นเยื่อที่มีเยื่ออีลฟาเซลลูโลสสูงใช้ทำกระดาษคุณภาพดีมีความเหนียว

2.5 คุณสมบัติทั่วไปของกระดาษ

กระดาษเป็นแผ่นวัสดุซึ่งมิได้มีเนื้อเดียวกัน และมีความสม่ำเสมอของเนื้อกระดาษไม่เท่ากันตลอดทั้งแผ่น ทั้งนี้เพราะโครงสร้างของกระดาษประกอบขึ้นจากการสานตัวของเส้นใยและมีสารเติมแต่งอุดช่องระหว่างเส้นใยลักษณะทางโครงสร้างของกระดาษ จึงเป็นตัวบ่งชี้การจัดเรียงตัวขององค์ประกอบต่าง ๆ ภายในเนื้อกระดาษ เช่น การกระจายตัวของเส้นใย ทิศทางการเรียงตัวในแนวขนานเครื่องของเส้นใย ซึ่งจะมีผลต่อสมบัติอื่น ๆ ของกระดาษด้วย

2.5.1 สมบัติทางโครงสร้างของกระดาษ (Structural Properties)

1. น้ำหนักมาตรฐาน (basis weght หรือ grammage) หมายถึง น้ำหนักของกระดาษต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่เก็บในสภาวะอุณหภูมิ และความขึ้นที่ได้มีการควบคุมตามมาตรฐาน กำหนดน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษจะเป็นประโยชน์ในด้านการควบคุมการผลิตกระดาษ โดยจะควบคุมปริมาณเนื้อกระดาษที่ใช้หน่วยที่ใช้วัดน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ จะเป็นกรัมต่อตารางเมตร ตามระบบสากลทั่วไป แต่บางประเทศจะมีการใช้เป็นหน่วยปอนด์ ต่อตารางฟุต หรือปอนด์ต่อ 3,000 ตารางฟุตในปัจจุบันมาตรฐาน ISO และ Tappi ซึ่งเป็นมาตรฐานในการทดสอบกระดาษให้ใช้คำว่า “ แกรมเมจ ” (grammage) แทนน้ำหนักมาตรฐาน น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษนอกจากใช้เป็นเกณฑ์ในการซื้อขายกระดาษแล้ว ยังสามารถเปรียบเทียบสมบัติอื่น ๆ ของกระดาษได้ด้วย เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกระดาษประเภทเดียวกันที่ผ่านกระบวนการผลิตด้วยสภาวะต่าง ๆ เหมือนกัน กระดาษที่มีน้ำหนักมาตรฐานมากกว่าจะมีความแข็งแรง ความหนา และความทึบแสงมากกว่ากระดาษที่มีน้ำหนักมาตรฐานต่ำกว่า

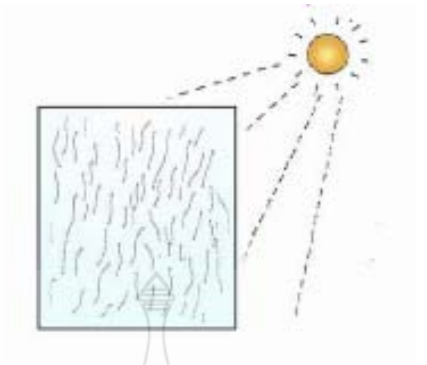
ภาพที่ 2.1 เครื่องมือที่ใช้วัดน้ำหนักมาตรฐาน

2. ความหนา (caliper) หมายถึง ระยะห่างที่ตั้งฉากระหว่างผิวด้านบนและผิวด้านล่างของกระดาษภายใต้สภาพวะการทดสอบที่กำหนด หน่วยที่ใช้ในสหรัฐอเมริกาจะระบุเป็นนิ้ว (inches) หรือ มิล (mil) ในระบบ SI จะวัดเป็นหน่วยไมโครเมตร (micrometer) แต่ส่วนใหญ่จะวัดเป็นมิลลิเมตร (millimeter) ความหนาของกระดาษจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักมาตรฐาน แรงกดของลูกขณะเดินแผ่น การบดเยื่อและชนิดของเยื่อที่ใช้ความหนาแน่นปกติได้จากความสัมพันธ์ระหว่างมวลต่อปริมาตร สำหรับในวงการกระดาษจะหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาและน้ำหนักมาตรฐานได้เป็นความหนาแน่นเสมือน (apparent density) ซึ่งจะเป็นการเทียบหาความหนาแน่นของกระดาษที่ระดับน้ำหนักมาตรฐานเดียวกัน อาจมีความหนาไม่เท่ากัน ซึ่งสามารถหาได้ดังนี้

น้ำหนักกระดาษ	49	กรัมต่อตารางเมตร
ความหนา	0.085	มิลลิกรัม หรือ 8.5×10^{-5} เมตร
ความหนาแน่นเสมือนหรือเท่ากับ	$49/(8.5 \times 10^{-5})$	กรัมต่อลูกบาศก์เมตร
หรือ	576,470.58	กรัมต่อลูกบาศก์เมตร

หน่วยของความหนาแน่นเสมือนที่นิยมใช้ในระบบ SI จะกำหนดเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังนั้นความหนาแน่นเสมือนที่ได้ของกระดาษชนิดนี้จะเป็น 576 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรฉะนั้นกระดาษที่มีน้ำหนักเท่ากัน แต่มีความหนาของกระดาษต่างกัน กระดาษที่มีความหนามากจะให้ค่าความหนาแน่นเสมือนน้อย ความหนาของกระดาษมีความสำคัญเพราะเครื่องพิมพ์ในแต่ละระบบการพิมพ์ หรือเครื่องพิมพ์ในระบบการพิมพ์หรือเครื่องพิมพ์ในระบบการพิมพ์เดียวกันแต่ผลิตจากผู้ผลิตต่างรายกันไม่สามารถพิมพ์ได้ในทุกความหนา การพิมพ์กระดาษที่มีความหนาต่างกันต้องมีการปรับตั้งส่วนต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์แตกต่างกัน เพื่อให้สภาพการเดินกระดาษคล่องบนเครื่องพิมพ์มีมากที่สุด

3. ความสม่ำเสมอของเนื้อกระดาษ (formation) หมายถึง ความแตกต่างของปริมาณเส้นใยที่เกี่ยวประสานหรือเกิดพันธะเคมีต่อกัน ในแต่ละบริเวณของกระดาษ นับว่าเป็นสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับกระดาษพิมพ์ เมื่อนำกระดาษเนื้อไม่สม่ำเสมอกัน (wild formation) ไปพิมพ์ที่มีคุณภาพไม่ดี ความไมสม่ำเสมอกันของเนื้อกระดาษเกิดขึ้นจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระดาษ เช่น เส้นใย สารเติมแต่งต่าง ๆ ที่นำมาผสมกันมีความแตกต่างกันในขนาด รูปร่าง ความหนาแน่น ดัชนีหักเหของแสงและองค์ประกอบทางเคมีนอกจากนี้ยังขึ้นกับขั้นตอนการผสมและการเดินแผ่น ซึ่งล้วนแต่มีผลต่อการกระจายตัวและจับตัวของสารผสมเหล่านี้ทั้งสิ้น

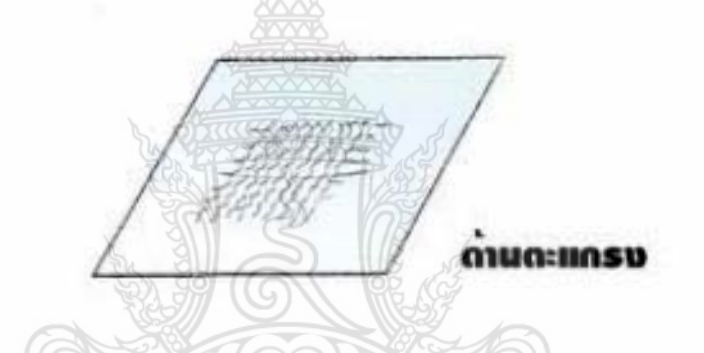


ภาพที่ 2.2 วิธีตรวจสอบความสม่ำเสมอของเนื้อกระดาษ (formation)

การตรวจสอบความสม่ำเสมอของเนื้อกระดาษสามารถทำได้ โดยการยกขึ้นส่องกับแสงสว่าง ถ้ากระดาษมีความสม่ำเสมอต่ำ (poor formation) จะเห็นการกระจายตัวของเนื้อกระดาษไม่เสมอกันปรากฏภาพเป็นดวง ๆ เป็นทาง ๆ เป็นฝ้านม หรือมองดูคล้ายก้อนเมฆ ความสม่ำเสมอขอกระดาษมีผลต่อสมบัติของกระดาษทั้งทางเชิงกลและแสง ในเชิงปริมาณจะนิยามความสม่ำเสมอชองเนื้อกระดาษว่าเป็นสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษพื้นที่ขนาดจิ๋ว(100 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน / น้ำหนักมาตรฐานเฉลี่ย) ปัจจุบันยังไม่มีวิธีวัดที่กำหนดเป็นมาตรฐาน การเพิ่มความสม่ำเสมอในการกระจายตัวของเส้นใยในกระดาษให้ดีขึ้นอาจทำได้หลายวิธีเช่น ใช้เยื่อใยสั้นมาผสมทำเป็นกระดาษในปริมาณมากขึ้น เพิ่มปริมาณการบดเยื่อให้มากขึ้น ลดความเร็วของสายพายตะแกรงแยกน้ำ เป็นต้น

4. ทิศทางของเส้นใย (directionality) หมายถึง แนวหรือทิศทางการเรียงตัวของเส้นใยเซลลูโลสในกระดาษ โดยถ้าพิจารณาจากการเกิดเป็นแผ่นกระดาษของน้ำเยื่อบนกระดาษจะพบว่า เส้นใยเซลลูโลสส่วนมากมีการเรียงตัวไปในทิศทางการไหลและการเคลื่อนที่ของตะแกรงบนเครื่องผลิตกระดาษ ดังนั้น แนวการเรียงตัวของเส้นใย หรือแนวเส้นใยของกระดาษจึงอยู่ใน “แนวขนานเครื่อง ” (machine direction, MD)หรอแนวเกรน (grain direction) มากกว่าส่วนแนวของกระดาษที่ตั้งฉากกับแนวขนานเครื่องเรียกว่า “ แนวขวางเครื่อง ” (Cross Direction) หรือแนวขวางเกรน (Cross - gdrain Direction) เนื่องจากการเรียงตัวของเส้นใยในกระดาษทั้งสองแนวมีความแตกต่างกัน จึงมีผลให้สมบัติของกระดาษทั้งสองแนวแตกต่างกันด้วย

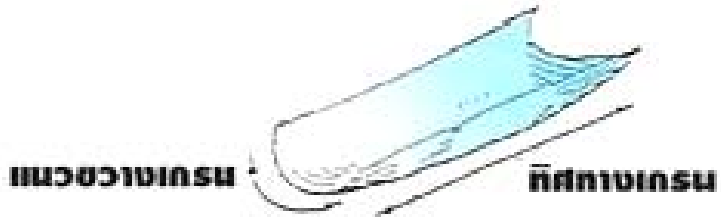
ภาพที่ 2.3 ความแตกต่างของผิวกระดาษทั้ง 2 ด้าน ในด้านการจัดเรียงตัวของเส้นใย



ภาพที่ 2.4 รอยตะแกรงของผิวกระดาษ

จากการที่ทิศทางของเส้นใยเรียงตัว ในแนวขนานเครื่องมากกว่าแนวขวางเครื่องทำให้สมบัติทางเชิงกลของกระดาษทั้งสองแนวแตกต่างกัน (paper anisotropy) การตรวจสอบแนวเกรนของกระดาษมีความสำคัญมากในขั้นตอนการนำกระดาษไปแปรรูป ยกตัวอย่าง เช่น การหักพับ เซาะร่อง สามารถทำได้ง่ายในแนวขนานเครื่อง และค่าความทรงรูปในแนวขนานเครื่องที่สูงกว่า มีประโยชน์ในการออกแบบแฟ้ม หรือบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ ในการตรวจสอบแนวเกรนของกระดาษ อาจทำได้โดยวิธีง่าย ๆ ดังนี้

4.1 การตรวจสอบการโค้งงอ (curl test) ตัดกระดาษเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม ขนาด 2x2 ตารางนิ้ว แล้วใช้น้ำทาเพียงด้านเดียว กระดาษจะงอตามแนวขวางเครื่อง ดังแสดงในภาพที่ 2.5

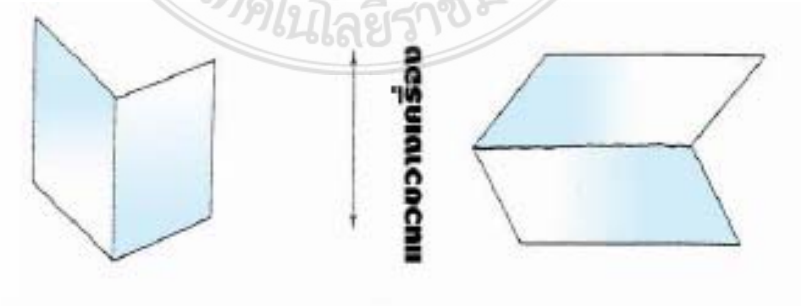


ภาพที่ 2.5 การตรวจสอบทิศทางของเส้นใยโดยดูการโค้งงอของกระดาษ

4.2 การตรวจสอบโดยการฉีกกระดาษ ถ้าเป็นแนวขนาดเครื่องจะฉีกได้ง่ายกว่าและแนวตรงกว่าการฉีกในแนวขาวงเครื่อง ดังแสดงในภาพที่ 2.6

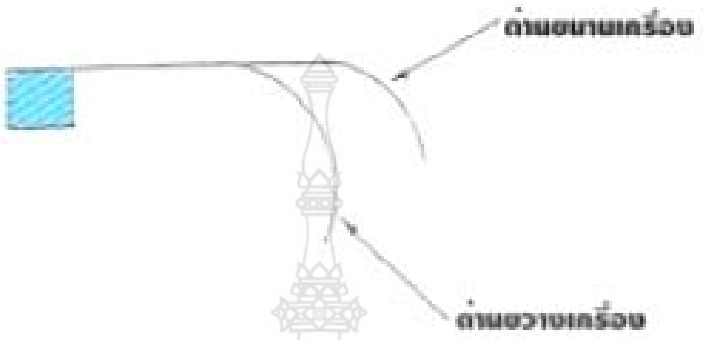
ภาพที่ 2.6 การตรวจสอบทิศทางของเส้นใยโดยการฉีกกระดาษ

4.3 การตรวจสอบโดยการพับกระดาษ ถ้าเป็นแนวขนานเครื่องรอยพับจะเรียกว่าแนวขวางเครื่องสำหรับแนวขวางเครื่องนั้นเมื่อพับแล้วจะเป็นรอยแตกหักและไม่เรียง ถ้าเป็นกระดาษแข็งสามารถสังเกตเห็นรอยแตกหักได้ชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 การตรวจสอบทิศทางของเสนใยโดยการพับกระดาษ

4.4 การตรวจสอบโดยการดูความทรงรูป โดยการตัดกระดาษให้มีความกว้างและความยาวเท่ากันปล่อยให้กระดาษโค้งงอโดยน้ำหนักตัวเองหรือแรงจากภายนอกเท่ากันมากระทำพบว่าถ้าเป็นแนวขวางเครื่องจะโค้งงอได้มากกว่าแนวขนานเครื่อง



ภาพที่ 2.8 การตรวจสอบทิศทางของเส้นใยโดยดูความทรงรูป

4.5 ความแตกต่างของผิวกระดาษสองด้าน (two-sideness) สองด้านของผิวกระดาษที่กล่าวถึง คือ ด้านตะแกรง (wire side, WS) และด้านสักหลาด (felt side, FS) ด้านตะแกรงหมายถึง ด้านที่อยู่ตรงข้ามกับด้านตะแกรงหรือเป็นด้านบนเวลาทำแผ่นกระดาษ ที่จริงแล้วควรเรียกว่า ด้านบน (top side) มากกว่า ในส่วนตะแกรงลวดเดินแผ่นจะมี การสั่นสะเทือนของเครื่องเพื่อไม่ให้เส้นใยจับกลุ่มกันและในส่วนตะแกรงลวดเดินแผ่นนี้ น้ำเยื่อจะเริ่มก่อตัวเป็นแผ่นด้วยกระบวนการกรองและมีการแยกน้ำออก ซึ่งในการแยกน้ำออกจะมีอุปกรณ์ลมดูดต่าง ๆ ซึ่งจะดูดเอาส่วนเยื่อละเอียด หรือสารเติมแต่งต่าง ๆ หลุดไปพร้อมกับน้ำด้วย เมื่อมองในทิศทางของ Z (Z – direction) หรือภาคตัดขวางของกระดาษทั้งแผ่น จะเห็นว่าผิวกระดาษทั้งสองด้านมีองค์ประกอบต่าง ๆ แตกต่างกัน คือ ด้านบนหรือด้านสักหลาดจะมีส่วนของเยื่อละเอียด (fine) และส่วนที่ไม่ใช้เส้นใยอยู่มากในขณะที่ด้านล่างหรือด้านตะแกรงจะมีส่วนที่เป็นเส้นใย และมีการจัดเรียงตัวตามแนวเกรนของเครื่องมากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากด้านตะแกรงนั้น ส่วนของเยื่อละเอียดและอนุภาคของสารเติมแต่งต่าง ๆ สามารถรอดผ่านตะแกรงไปได้ผิวกระดาษด้านตะแกรงจะหยาบกว่าด้านสักหลาดความแตกต่างของผิวกระดาษทั้งสองด้านจะมีผลต่อความเรียบ การดูดซึมน้ำและน้ำมันโดยเฉพาะในด้านการพิมพ์ ความแตกต่างของผิวกระดาษไม่ควรแตกต่างกันมากนัก ดังนั้นในการผลิตกระดาษปัจจุบันจะพยายามปรับความแตกต่างของผิวกระดาษโดยมีการผลิตตะแกรงที่มีความเรียบสูงขึ้นวิธีตรวจสอบผิวกระดาษว่า เป็นด้านตะแกรงหรือด้านสักหลาด สามารถทำได้ 2 วิธี ดังนี้

ก. การสังเกตว่าดานไหนที่แสดงรอยรุแกรงจะเป็นด้านตะแกรง

ข. การตรวจสอบโดยการฉีกขาดที่มุม และสังเกตรอยฉีกขาด โดยคว่ำกระดาษให้ด้านหนึ่งขนานกับพื้นแล้วฉีกที่มุม ถ้ารอยฉีกบริเวณมุมเป็นแนวกว้างของการลอกออกของเส้นใยมาก แสดงว่าเป็นด้านตะแกรง เพื่อให้แน่ใจลองพลิกกระดาษในด้านตรงข้าม แล้วฉีกที่มุมเทียบรอยฉีกที่ได้จากสมบัติของกระดาษตอนที่ 1 เราได้กล่าวถึง สมบัติทางโครงสร้างของกระดาษ (Structural Properties) มาแล้ว จากนี้เราจะมากล่าวถึงสมบัติทางเชิงกลของกระดาษ (Mechanical Properties)

2.5.2 สมบัติทางเชิงกลของกระดาษ (Mechanical properties) สมบัติเชิงกลของกระดาษเป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพในการใช้งานของกระดาษ ซึ่งหมายถึงการที่กระดาษมีความทนทานต่อการใช้งาน (durability) และความสามารถในการต้านทานแรงที่มากระทำในลักษณะต่าง ๆ เช่น แรงดึง แรงเฉือน แรงบิด และแรงที่ทำให้กระดาษโค้งงอ ซึ่งแรงเหล่านี้เกิดขึ้นในหลายขั้นตอนตั้งแต่การผลิตกระดาษ การแปรรูปจนถึงการใช้งาน กระดาษจะตอบสนองแรงที่มากระทำเหล่านี้ได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของกระดาษ ซึ่งสามารถวัดออกมาได้ในรูปของสมบัติเชิงกลได้ ดังนั้นในการเลือกกระดาษเพื่อนำไปใช้งานจะต้องคำนึงถึงสมบัติทางเชิงกลของกระดาษด้วย

1. ความแข็งแรงต่อแรงดึง (tensile strength) คือความแข็งแรงต่อแรงต้นที่กระทำต่อกระดาษในแนวยาว (tensile stress) ความแข็งแรงต่อแรงดึงของกระดาษเป็นสมบัติที่สำคัญของกระดาษในระบบการพิมพ์ป้อนม้วน มากกว่ากระดาษในระบบการพิมพ์แบบป้อนแผ่น เนื่องจากการพิมพ์ในระบบป้อนม้วนกระดาษต้องได้รับแรงดึงตึงตลอดเวลา หากกระดาษที่ใช้มีความแข็งแรงต่อแรงดึงน้อย อาจทำให้เกิดการขาดของกระดาษในระหว่างการพิมพ์ได้ นอกจากนี้กระดาที่ต้องนำไปขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ก็จำเป็นต้องมีความแข็งแรงต่อแรงดึงด้วย เนื่องจากในกระบวนการขึ้นรูปอาจมีแรงดึงกระทำต่อกระดาษไม่มากก็น้อย กระดาษในแนวขนานเครื่องมีความแข็งแรงต่อแรงดึงมากกว่ากระดาษในแนวขวางเครื่อง ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อความแข็งแรงดึงของกระดาษ ได้แก่ ชนิดของเยื่อ ปริมาณการบดเยื่อ ปริมาณการกดรีดน้ำน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ ปริมาณของตัวเติม และปริมาณความชื้นในกระดาษ กระดาษที่ทำจากเยื่อใยยาวและผ่านการบดเยื่อมากกว่า มีความแข็งแรงดึงของกระดาษมากกว่ากระดาษที่ทำจากเยื่อที่มีเส้นใยสั้นกว่าและผ่านการบดเยื่อมาน้อยกว่า เพราะเยื่อใยยาวและการบดเยื่อมากทำให้เส้นใยเซลลูโลสเกิดพันธะเคมีต่อกันได้มากขึ้น จึงมีความแข็งแรงดึงเพิ่มขึ้น การกดรัดน้ำก็ มีส่วนทำให้ความแข็งแรงต่อแรงดึงเพิ่มขึ้นเช่นกัน ด้วยเกตุผลเดียวกับการใช้เยื่อใยยาวและการเพิ่มปริมาณการบดเยื่อ โดยทั่วไปกระดาษมีความแข็งแรงต่อแรงดึงเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักมาตรฐานที่เพิ่มขึ้นด้วย ความแข็งแรงต่อแรง

ดึงของกระดาษมีน้อยลง เมื่อเพิ่มปริมาณตัวเติมให้กระดาษและปริมาณความชื้นในกระดาษมีมาก เพราะตัวเติมที่เติมเข้าไปมีผลทำให้เส้นใยเซลลูโลสเกิดพันธะเคมีระหว่างกันได้น้อยลง ส่วนน้ำทำให้พันธะเคมีระหว่างเส้นใยมีความแข็งแรงน้อยลง ทั้งสองปัจจัยจึงมีผลทำให้ความแข็งแรงต่อแรงดึงของกระดาษมีน้อยลง

2. ความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุ (bursting strength) หมายถึง ความต้านทานต่อแรงที่กระทำกับพื้นที่ หนึ่งตารางเมตรของกระดาษในแนวตั้งฉากก่อนที่กระดาษจะเกิดการขาดทะลุ มีหน่วยเป็นกิโลปาสกาล (kPa) หรือ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรหรือปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความต้านแรงดันทะลุนี้มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความต้านแรงดึงในแนวขนานเครื่อง ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะการกระจายตัวของแรงที่มากระทำต่อชิ้นทดสอบอธิบายได้ดังนี้ จากการที่พื้นที่ทดสอบมีลักษณะเป็นวงกลม ในการทดสอบเมื่อเครื่องทดสอบทำงานแผ่นไดอะแฟรมจะถูกดันให้โป่งขึ้นจนทำให้กระดาษแตกทะลุ ก่อนที่กระดาษจะแตกออก กระดาษจะเกิดการยืดตัวออกไปในทุกทิศทุกทางแต่เนื่องจากกระดาษมีความยืดในแต่ละทิศทางไม่เท่ากัน ดังนั้นความ สามารถในการรับแรงที่มากระทำจึงไม่เท่ากันทุกทิศทาง แนวรอยแตกของชิ้นทดสอบที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะตั้งฉากกับแนวขนานเครื่องของกระดาษ เพราะกระดาษมีการยืดตัวในแนวที่ต่ำกว่าแนวขวางเครื่อง ด้วยเหตุนี้จึงสามารถบอกได้ว่า แนวรอยแตกเป็นแนวเดียวกันกับแนวขนานเครื่องของกระดาษ ความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุของกระดาษ ที่ผลิตจากเยื่อใยมีมากกว่ากระดาษที่ผลิตจากเยื่อใยสั้น การเพิ่มปริมาณการบดเยื่อ และการเติมสารเพิ่มความแข็งแรงมีผลทำให้ความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุของกระดาษเพิ่มขึ้นด้วย ในขณะที่ตัวเติมทำให้ความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุของกระดาษเพิ่มขึ้นด้วย ในขณะที่ตัวเติมทำให้ความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุของกระดาษลดลง ความแข็งแรงต่อแรงดันทะลุเป็นความแข็งแรงของกระดาษที่มีความสำคัญต่อการใช้งาน โดยเฉพาะสิ่งที่นำไปทำเป็นบรรจุภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ

3. ความแข็งแรงต่อแรงฉีก (tearing strength) หมายถึง ความสามารถของกระดาษที่จะต้านแรงกระทำซึ่งจะทำให้ชิ้นทดสอบหนึ่งชิ้นขาดออกจากรอยฉีกนำเดิม หน่วยที่วัดได้เป็นมิลลินิวตัน (mN) หรือ กรัม (gram) กระดาษที่จำเป็นที่จำเป็นที่จะต้องตรวจสอบความต้านแรงฉีกขาด ได้แก่ กระดาษทำถุงกระดาษพิมพ์และเขียนหลักการในการตรวจสอบความแข็งแรงต่อแรงฉีกทำโดย ใส่ชิ้นทดสอยที่มีขนาดตามมาตรฐานกำหนด ในระหว่างปากจับบนแทนเครื่องและบนลูกตุ้มซึ่งเคลื่อนที่ได้ ใช้ใบมีดตัดชิ้นทดสอบเป็นการฉีกนำยาวประมาณ 2 เซนติเมตร ทำการทดสอบโดยปล่อยให้ลูกตุ้มเคลื่อนที่ ชิ้นทดสอบจะฉีกขาด ความแข็งแรงต่อแรงฉีกนี้ขึ้นกับความยาวของเส้นใยเซลลูโลสเป็นสำคัญ โดยเส้นใยยาวมีความแข็งแรงฉีกมากกว่าเส้นใยสั้น การเพิ่มปริมาณการบดเยื่อก็มีผลทำให้ความแข็งแรงต่อแรงฉีดของกระดาษ เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกันอย่างไรก็

ตาม หากบดเยื่อมากเกินไปจนทำให้เส้นใยมีขนาดสั้นลงมาก ความแข็งแรงต่อแรงฉีกของกระดาษก็จะลดน้อยลง แม้ว่าเส้นใยเซลลูโลสจะเกิดพันธะกันได้กันก็ตามทั้งนี้กระดาษในแนวขนานเครื่องมีความแข็งแรงต่อแรงฉีกน้อยกว่ากระดาษในแนวขวางเครื่อง

4. ความแข็งตึง (siffness) หมายถึง ความต้านทานของกระดาษต่อการโค้งที่เกิดจากน้ำหนักของตัวกระดาษเอง หรือแรงอื่นที่กระทำต่ำกระดาษนั้น ทั้งนี้กระดาษมีความแข็งแรงตึงมากกว่ากระดาษในแนวขวางเครื่อง ความแข็งตึงของกระดาษมีความสำคัญต่อการป้อนและรับกระดาษบนเครื่องพิมพ์ โดยปกติในการป้อนกระดาษเข้าพิมพ์มักป้อนกระดาษในแนวขนานเครื่องเข้าพิมพ์โดยให้มีทิศทางเดียวกับทิศทางการเดินแผ่นของเครื่องพิมพ์ เนื่องจากกระดาษในแนวขนานเรื่องมีความแข็งตึงมากกว่าทำให้สภาพการเดินกระดาษคล่องดีกว่ากระดาษ ในแนวขวางเครื่องการเพิ่มความแข็งตึงของกระดาษทำได้โดยเพิ่มปริมาณการบดเยื่อ แต่การบดเยื่อมากเกินไปมีผลทำให้ความแข็งตึงของกระดาษลดลง เนื่องจากทำให้เส้นใยมีความยาวน้อยลง ความแข็งตึงของกระดาษลดลงตามปริมาณของตัวเติมที่เติมให้กระดาษ ปริมาณความชื้นในกระดาษ และปริมาณการรีดกระดาษที่เพิ่มขึ้น

5. ความแข็งแรงต่อการพับ (fold strength) หมายถึงการพับไปพับมา (double folds) ของชิ้นทดสอบจนกระทั่งชิ้นทดสอบขาดออกจากกันภายใต้แรงที่กำหนด หน่วยที่ใช้เป็นจำนวนครั้ง หรือ log 10ค่าความทนทานต่อการพับขาดในแนวขนานเครื่องสูงกว่าแนวขวางเครื่องความทนต่อการพับขาดจะเป็นการวัดที่รวมความต้านแรงดึง การยืดตัว การแยกชั้นของกระดาษและความต้านทานแรงกด ซึ่งจะชี้ให้เห็นถึงอายุการใช้งานของกระดาษหลักการในการตรวจสอบความทนต่อการพับขาด จะทำโดยยึดปลายข้างหนึ่งของชิ้นทดสอบด้วยแรงคงทีส่วนปลายอีกข้างหนึ่งถูกจับด้วยปากจับ แล้วพับไปมาด้วยความเร็วคงที่และองศาตามมาตรฐาน กำหนดจนกระทั่งชิ้นทดสอบขาด

2.6 กระบวนการพิมพ์พื้นทะลุ

การพิมพ์(ซิลค์)สกรีน (Silkscreen printing) ในอดีตมนุษย์เริ่มเรียนรู้วิธีการตัด การเจาะวัสดุจากธรรมชาติเช่นใบไม้ หนังสัตว์ ให้เกิดเป็นรูปร่าง แล้วนำมาพิมพ์ลงบนพื้นผิววัสดุต่าง ๆ ซึ่งวิธีการดังกล่าวถูกเรียกว่า การทำลายฉลุ (Stencil) วิวัฒนาการของการทำลายฉลุให้เกิดเป็นรูปต่าง ๆ ถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง โดยในประเทศจีน ยุคสมัยของราชวงศ์ซ่ง (ช่วงปี ค.ศ 960-1279) ได้มีการพิมพ์ตัวอักษรและรูปภาพโดยใช้กระดาษที่ฉลุด้วยการตัดหรือเจาะเป็นช่อง แล้วจึงใช้หมึก

พ่นหรือปาดไปบนแม่พิมพ์ฉลุนั้น ซึ่งการพิมพ์ในลักษณะนี้ถูกเรียกว่า การพิมพ์ลายฉลุ (Stencil Printing)

การพิมพ์ลายฉลุพบอย่างแพร่หลายในทวีปเอเชีย ในคริสต์ศตวรรษที่ 17 ชาวญี่ปุ่นได้รับการยกย่องว่ามีฝีมือในด้านการตัดกระดาษด้วยมือเป็นพิมพ์ลายฉลุ โดยชาวญี่ปุ่นได้พยามยามคิดค้นวิธีที่จะผูกโยงชิ้นส่วนของลายฉลุซึ่งถูกตัดขาด เกิดเป็นชิ้นส่วนที่แยกออกจากกัน ให้สามารถยึดโยงเป็นแม่พิมพ์ชิ้นเดียวกันเพื่อไม่ให้เป็นอุปสรรคในเวลาที่จะทำการพิมพ์(เนื่องจากแม่พิมพ์ไม่ได้เป็นกระดาษชิ้นเดียวกัน) วิธีที่ชาวญี่ปุ่นคิดค้นขึ้นและนำไปสู่พื้นฐานของการพิมพ์ซิลค์สกรีนในท้ายที่สุด ก็คือการนำเส้นผมของคนมาถักเป็นตะแกรง เนื่องจากเส้นผมมีขนาดเล็ก มีความเหนียวและทนต่อแรงดึงได้ดี และที่สำคัญน้ำหมึกสามารถทะลุผ่านได้ การถักเส้นผมเป็นตะแกรงเพื่อใช้เป็นโครงที่มีความแข็งแรงในการยึดโยง(ties) ชิ้นส่วนของพิมพ์ลายฉลุ ด้วยวิธีการทำแม่พิมพ์ลายฉลุขึ้นมาสองชุดที่เหมือนกัน แล้วประกบเข้าด้วยกัน(ใช้กาว) โดยมีตะแกรงเส้นผมที่ถักขึ้นอยู่ระหว่างกลาง แล้วจึงทำการพ่นหรือปาดหมึกทับลงไปบนแม่พิมพ์ ซึ่งวิธีดังกล่าวถูกเรียกว่าการพิม์ฉลุตะแกรงเส้นผม (Hair Stencil Printing)

ในปี 1907 จากแนวคิดดั้งเดิมในการพิมพ์ฉลุด้วยตะแกรงเส้นผมของชาวญี่ปุ่น แซมมัว ไซมอน ชาวอังกฤษ ได้คิดค้นวิธีการพิมพ์โดยปราศจากการผูกโยง โดยการนำเส้นใยไหมซึ่งมีความละเอียด เหนียวและทนต่อแรงดึงกว่าเส้นผมนำมาทอเป็นตะแกรงไหม แล้วนำพิมพ์ลายฉลุวางแนบลงไปข้างใต้(ทากาวเป็นตัวประสาน) แล้วจึงวางทับลงไปบนวัสดุที่ต้องการจะพิมพ์ เมื่อใช้หมึกปาดลงไปบนตะแกรงไหม หมึกจะแทรกผ่านรูของตะแกรงไหมในพื้นที่ซึ่งไม่ได้ถูกทากาวลงไปยังผิวของวัตถุ กรรมวิธีดังกล่าวถือเป็นจุดเริ่มต้นของคำว่า การพิมพ์ตะแกรงไหม หรือ Silksrceen โดย นาย แซมมัว ไซมอน ได้จดสิทธิบัตรแนวความคิดนี้และถูกนำมาใช้จวบจนปัจจุบัน

ด้วยความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีสิ่งทอ เส้นใยสังเคราะห์ประเภท ไนล่อน โพลีเอสเตอร์ และ เส้นใยโลหะ ได้ถูกนำมาใช้ทำผ้าสกรีนแทนการทอจากเส้นใยไหม ในปัจจุบันเราจึงมิอาจพบเห็นบล็อคสกรีนที่ถูกขึงด้วยผ้าที่ทำจากเส้นใยไหมในกระบวนการงานสกรีนเสื้ออีกต่อไป และนี่จึงเป็นที่มาของคำอมตะในแวดวงการสกรีน "ซิลค์สกรีน"

2.6.1 ประเภทการพิมพ์สกรีน นอกเหนือจากการทอ การย้อม การเพ้นต์แล้ว การตกแต่งลวดลายลงบนผ้าโดยการพิมพ์สกรีนก็ถือเป็นอีกหนึ่งในหลากหลายกรรมวิธีที่นำมาใช้ในการทำให้เกิดลวดลายบนผ้า โดยผ้าที่ถูกนำมาใช้ในการพิมพ์สกรีนสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ผ้าหลา(ผ้าม้วน)และผ้าชิ้น(รวมถึงเสื้อสำเร็จรูป) ซึ่งกระบวนการที่ถูกนำมาในการพิมพ์ผ้ามีทั้งที่เป็นแบบใช้เครื่องจักรอัตโนมัติโดยเฉพาะอุตสาหกรรมรมการพิมพ์ผ้าขนาดใหญ่และตามโรงงาน เช่นเครื่องพิมพ์แบบ Rotary Screen, Roller Screen, Flat Bed Screen , Digital Printing เป็นต้น และ

การพิมพ์ผ้าโดยอาศัยแรงงานคน (Hand Printing) โดยประเภทการพิมพ์สกรีนลงบนผ้าสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ

1. การพิมพ์โดยตรง (Direct Printing) จะใช้แป้งพิมพ์ซึ่งผสมกับหมึกพิมพ์ตามประเภทที่เหมาะกับเนื้อผ้าและผสมสารเคมีอื่น ๆ เพื่อช่วยเพิ่มความคมชัดของลายและความเข้มของสี แล้วจึงทำการพิมพ์ตรงลงไปบนเนื้อผ้า ซึ่งการพิมพ์โดยตรงยังสามารถจำแนกตามเทคนิคได้ดังนี้

ภาพที่ 2.9 แสดงลักษณะเครื่องพิมพ์พื้นทะลุ

1.1 การพิมพ์ดิสชาร์จ (Discharge Printing) เทคนิคนี้ใช้กับการพิมพ์ลวดลายบนผ้าที่ถูกย้อมสีมาก่อนแล้ว โดยใช้สารกำจัดสี(Discharging agent) เพื่อทำลายสีพื้นของผ้าที่ถูกย้อม ทำให้เกิดเป็นลวดลายสีขาว(White discharge) ในกรณีที่ต้องการให้เกิดลวดลายสีอื่น ๆ (color discharge) จะเติมสีซึ่งมีคุณสมบัติทนต่อสารกำจัดสีผสมลงไป เมื่อทำการพิมพ์ ลวดลายสีพื้นของผ้าย้อมจะถูกทำลายแต่สีที่เติมลงไปคงอยู่และเข้าไปแทนที่สีที่ถูกกัด เมื่อไปผ่านกระบวนการอบและซักแห้งแล้วจึงจะเห็นเป็นลวดลายปรากฏ

1.2 การพิมพ์รีซิส (Resist Printing) เป็นการพิมพ์ลายโดยผสมสารกันสี (Resisting agent) ลงในแป้งพิมพ์เพื่อป้องกันสีย้อมซึ่งจะถูกย้อมหรือพิมพ์ทับในภายหลัง หลังจากย้อมและนำไปซักจะเห็นเป็นลวดลายพิมพ์สีขาว (White Resist) ตรงส่วนที่พิมพ์ลายกันสีไว้ และหากต้องการให้เกิดลวดลายสี (Color Resist) จะเติมสีที่ต้องการผสมลงไปในแป้งพิมพ์พร้อมสารกันสีแล้วจึงพิมพ์ลายก่อนนำไปย้อม วิธีการนี้นิยมใช้กันในการทำผ้าบาติก

1.3 การพิมพ์เบิร์นเอ๊าท์ (Burn-Out Printing) เป็นการทำให้เกิดลวดลายบนเนื้อผ้าที่มีเส้นใยผสม 2 ชนิด ด้วยการผสมสารเคมีที่มีคุณสมบัติทำลายเส้นใยของผ้าลงในแป้งพิมพ์ เพื่อทำให้เส้นใยชนิดใดชนิดหนึ่งที่ถูกทำลายเกิดเป็นลวดลาย

1.4 การพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอล (Digital printing) เป็นการพิมพ์ผ้าโดยใช้เครื่องพิมพ์ที่อาศัยหลักการเดียวกับการพิมพ์กระดาษด้วยเครื่อง Printer ทั่วไป เพียงแต่เปลี่ยนจากกระดาษมาเป็นพิมพ์ตรงลงบนเนื้อผ้า ซึ่งกระบวนการพิมพ์ผ้าด้วยเครื่องพิมพ์ดิจิตอลปัจจุบันมีทั้งที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและใช้พิมพ์เสื้อสำเร็จรูป ซึ่งการพิมพ์โดยด้วยเครื่องดิจิตอลจำเป็นต้องนำผ้าไปผ่านกระบวนการ Pre-Treat ก่อนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพิมพ์และต้องมีการอบเคลือบสีหลังจากการพิมพ์ (finishing)เพื่อให้หมึกพิมพ์ติดทนบนเนื้อผ้า

ภาพที่ 2.10 แสดงลักษณะเครื่องพิมพ์พื้นทะลุแบบดิจิตัล

2. การพิมพ์แบบอ้อม (Indirect Print) หรือ แบบถ่ายโอนความร้อน (Heat Transfer) เป็นเทคนิคการพิมพ์ลายลงบนกระดาษ แล้วนำไปผ่านกระบวนการกดหรือรีดด้วยความร้อน เทคนิคนี้ได้ถูกต่อยอดมาจากการสกรีนเสื้อเบอร์หมายเลขของนักกีฬา โดยการสกรีนลงบนกระดาษทรานเฟอร์เตรียมไว้ก่อน เมื่อมีออเดอร์มาก็สามารถจะนำเข้าเครื่องรีดความร้อนกดทับสกรีนติดเสื้อได้ทันที จนเข้าสู่ยุคดิจิตอล เทคโนโลยีการพิมพ์ได้พัฒนาไปพร้อม ๆ กับการออกแบบกลไกหัวฉีดหมึกและคุณสมบัติของหมึกที่นำมาใช้พิมพ์ในงานอุตสหกรรมสิ่งพิมพ์ จึงได้เริ่มมีการประยุกต์เอาหลักการสกรีนเสื้อแบบทรานเฟอร์ดั้งเดิมมาใช้ โดยการพิมพ์ลวดลายด้วยเครื่องปริ้นเตอร์แบบ Ink Jet หรือ Laser ลงบนกระดาษทรานเฟอร์แล้วนำไปกดด้วยเครื่องรีดความร้อนเพื่อให้หมึกระเหิดย้อมติดไปบนเสื้อโดยมีแผ่นฟิลม์บนกระดาษเป็นตัวเคลือบยึดเกาะลวดลายกับตัวเสื้ออีกชั้นนึง

2.1 หมึกสำหรับการสกรีนแบบทรานเฟอร์ ต้องมีคุณสมบัติในการยึดเกาะบนเส้นใยผ้าได้ดี คงทนต่อแดด(การตาก และใส่กลางแจ้ง)และที่สำคัญต้องทนน้ำ(ทนต่อการซักล้าง) โดยหมึกที่นิยมนำมาใช้ในการสกรีนเสื้อแบบทรานเฟอร์ เช่น หมึก dye sublimation ink ซึ่งมีคุณสมบัติในการระเหิด เมื่อถูกความร้อนหมึกจะเหิดกลายเป็นไอย้อมติดลงไปบนเนื้อผ้า ส่วนข้อจำกัดของหมึกประเภทนี้คือใช้ได้เฉพาะกับผ้าใยสังเคราะห์โพลีเอสเตอร์ หรือไนล่อนเท่านั้น ไม่สามารถใช้ได้กับผ้าที่เป็น cotton 100% หมึกพิกเม้นต์ หรือ ที่เรียก ดูราไบท์(Durabite เป็นชื่อทางการค้าของ printer เจ้านึง) จะมีคุณสมบัติเด่นในด้านความคงทน และกันน้ำ เนื่องจากหยดหมึกจะมีเรซิ่นบาง ๆ เคลือบอยู่ หมึกประเภทนี้สามารถใช้สกรีนลงบนเนื้อผ้า cotton 100%

2.2 กระดาษทรานเฟอร์ เป็นกระดาษที่ผลิตขึ้นมาโดยเฉพาะสำหรับงานสกรีนเสื้อด้วยความร้อน โดยตัวกระดาษจะมีแผ่นฟิลม์บาง ๆ เคลือบอยู่เมื่อนำไปกดทับด้วยเครื่องรีดความร้อนตัวฟิลม์จะละลายเคลือบติดไปบนลวดลาย และตัวเสื้อ ถ้าสกรีนลงบนเสื้อสีขาวตัวฟิลม์ที่เคลือบก็จะกลมกลืนไปกับสีเสื้อ(ถ้าสังเกตุจะมองเห็นเป็นกรอบสี่เหลี่ยมของเนื้อฟิลม์) แต่ถ้าสกรีนเสื้อดำจะเห็นเป็นกรอบฟิลม์สี่เหลี่ยมอย่างชัดเจน เนื่องจากข้อจำกัดดังกล่าวจึงทำให้งานสกรีนด้วยวิธีรีดร้อนนี้ถูกนำไปใช้ในวงจำกัดเฉพาะกับการสกรีนเบอร์หรือตัวอักษร หรือสกรีนเสื้อรูปถ่ายที่ระลึก เนื่องจากจำเป็นต้องมีการทำ die cut เพื่อตัดพื้นที่ส่วนที่ไม่ใช่ลวดลายออก (ยกเว้น design ที่มีกรอบสี่เหลี่ยมเช่นรูปถ่ายภาพเหมือน) และผิวสัมผัสบนลวดลายที่สกรีนลงบนเสื้อจะแตกต่างจากการสกรีนแบบซิลค์สกรีนซึ่งเรียบเป็นเนื้อเดียวกับเสื้อ(ยกเว้นประเภทที่ต้องการสกรีนลายนูน) แต่กับการสกรีนความร้อนด้วยวิธีทรานเฟอร์แผ่นฟิลม์ที่เคลือบจะให้ความรู้สึกของผิวสัมผัสเหมือนการนำแผ่นสติกเกอร์มาติดลงบนเสื้อ ในกรณีที่ลวดลายซับซ้อนทำให้ลำบากในการทำ die cut จะใช้วิธีเลี่ยงด้วยการออกแบบลายสกรีนให้มีสีพื้นมารองรับเป็นแบ็ลคกราวน์ เพื่อให้ง่ายต่อการตัดหรือทำ die cut

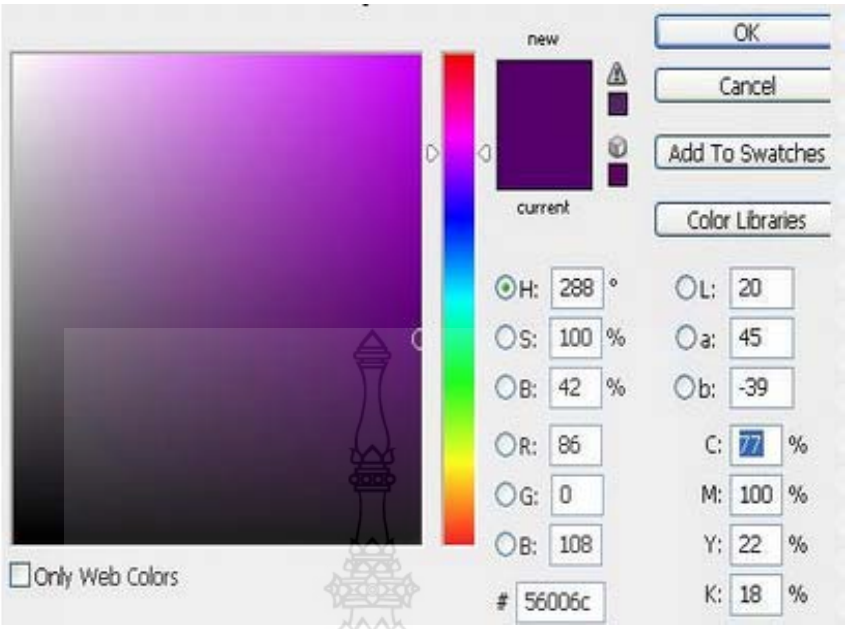
2.3 ความคงทน ในการสกรีนเสื้อด้วยวิธีทรานเฟอร์ คุณสมบัติในด้านความคงทนของลวดลายที่สกรีนทั้งต่อการตากแดดและโดยเฉพาะอย่างยิ่งการซักล้างด้วยน้ำจะขึ้นอยู่คุณภาพของหมึกและกระดาษซึ่งมีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าการตัดสินใจเลือก Printer เพราะถ้าใช้หมึกที่ไม่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติในการทนน้ำเมื่อนำไปซัก รวมถึงกระดาษทรานเฟอร์ที่มีคุณสมบัติในการยึดเกาะ(ฟิลม์ที่เคลือบ)ไม่ดี เมื่อนำไปซักลวดลายจะหลุดลอกได้ง่าย

2.4 การแยกสีเม็ดสกรีนสำหรับงานสกรีน ในการสกรีนแบบซิลค์สกรีนหรือแบบบล็อกขั้นตอนการเตรียมแม่พิมพ์เริ่มตั้งแต่กระบวนการแยกสีในไฟล์งานจากไฟล์งานต้นฉบับแล้วจึงนำไปถ่ายลงฟิลม์หรือพิมพ์ลงกระดาษไข จนถึงขั้นตอนสุดท้ายคือการนำฟิลม์หรือกระดาษไขไปถ่ายลงบล็อกสกรีน หรือที่เรียกว่า"อัดบล็อก" ซึ่งขั้นตอนการแยกสีไฟล์งานต้นฉบับตามร้าน

รับสกรีนเสื้อหรือโรงสกรีนจะมีแผนกที่คอยแยกสีและยิงฟิลม์ เพื่อส่งไปอัดบล็อกในขั้นตอนสุดท้าย ความยากง่ายของการแยกสีจะขึ้นกับประเภทของดีไซน์ที่ออกแบบ เช่น งานโลโก้ ตัวหนังสือ ลายการ์ตูน หรืองานกราฟิกประเภทเวคเตอร์ที่ไม่มีการไล่เฉดสี จะทำการแยกสีได้ไม่ยากโดยอาศัยซอฟต์แวร์ด้านการออกแบบกราฟิกทั่วไป เช่น Photoshop , illustrator โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งซอฟแวร์เฉพาะทางด้านการแยกเม็ดสีสกรีน แต่ถ้าเป็นงาน computer graphic เสมือนจริงที่มีแสงเงา 3 มิติ หรือกราฟิกที่มีการไล่เฉด รวมถึงงานประเภทภาพถ่ายเหมือนจริง จำเป็นต้องอาศัยประสพการณ์ความชำนาญของผู้ปฏิบัติงานในการนำเทคนิคเฉพาะมาใช้ในกระบวนการแยกเม็ดสีในงานสกรีนหรือในบางครั้งอาจจำเป็นต้องพึ่งซอฟแวร์เฉพาะทางด้านการแยกสีเพื่อสะดวกและความรวดเร็ว

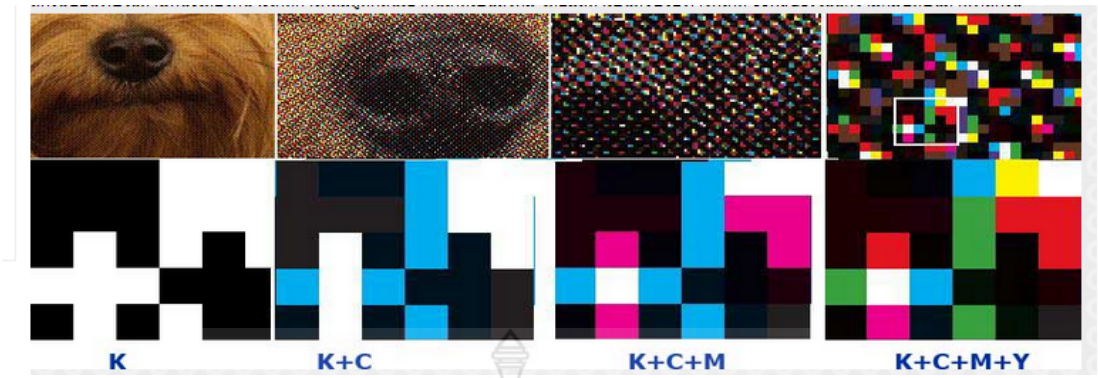
2.6.2 กระบวนการแยกเม็ดสี

1. การแยกสีเม็ดสกรีนด้วยสีพิเศษ (Spot color separation) Spot Color คือสีพิเศษที่เกิดจากการผสมกันของแม่สีหลักในเปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างกัน ตามรูป สีม่วงเกิดจากการผสมระหว่าง C=77% M=100% Y=28% K=18% หากพิจารณาจากงานออกแบบเพื่อนำมาใช้สกรีนเสื้อโดยทั่ว ๆ ไปจะใช้วิธีการแยกสีพิเศษหรือแบบ Spot Color เนื่องจากดีไซน์โดยส่วนใหญ่จะเป็น โลโก้ ลายกราฟิกประเภทตัวหนังสือ (ไม่มีการไล่เฉด) และมักจะใช้วิธีสร้างงานกราฟิกประเภทเวกเตอร์ ที่เกิดจากการเชื่อมโยงเส้นหรือจุดขึ้นเป็นวัตถุแล้วทำการให้สีโดยเลือกจาก Pantone การแยกสีด้วยวิธีนี้สามารถทำได้ไม่ยากโดยเลือกใช้เครื่องมือพื้นฐานในการเลือกจัดการในแต่ล่ะพื้นที่ของรูปภาพ เช่น Magic Wand Tool ในโปรแกรมด้านการออกแบบกราฟิก เพื่อเลือกวัตถุหรือสีที่เป็นสีเดียวกันแล้วทำการ Add channel color ใหม่สำหรับสีนั้น ๆ โดยกำหนดโหมดสีให้อยู่ในโหมด Spot Color การแยกสีด้วยวิธีนี้จะทำจนครอบคลุมครบทุกสีในไฟล์งานต้นฉบับ แล้วจึงนำไปยิงฟิลม์หรือสั่งพิมพ์ตามจำนวนสีที่ถูกแยกในกระบวนการต่อไป



ภาพที่ 2.11 แสดงแถบการแยกสี

2. การแยกสีเม็ดสกรีนแบบ 4 สี CMYK (4 Color process separation) แนวคิดดั้งเดิมในงานสกรีนเสื้อโดยแยกสีแบบ 4 สี CMYK มีที่มาจากงานสิ่งพิมพ์ที่เรียกว่าการพิมพ์แบบสอดสีหรือการพิมพ์ออฟเซ็ท 4 สี เพื่อให้เกิดงานพิมพ์ได้ภาพเหมือนจริงได้สีธรรมชาติตามที่ตาเราสามารถมองเห็นอันเนื่องมาจากการซ้อนทับกันของเม็ดสีจากแม่สี CMYK ซึ่งเป็นแม่สีที่มีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสง เมื่อเม็ดสีของแม่สีแต่ละสีซ้อนทับกันจะทำให้เกิดสีใหม่ตามเปอร์เซ็นที่แตกต่างกันไป ในงานสกรีนเสื้อหรือผ้าที่ต้องการสกรีนภาพเหมือนก็ได้นำหลักการแยกสีแบบ 4 สีมาใช้โดย สีหลักจะประกอบไปด้วย สีฟ้า C =Cayon, สีม่วงแดง M =Magenta สีเหลือง Y=Yellow, และสีดำ K=Back ซึ่งในความจริงแล้วสีดำสามารถเกิดจากการผสมระหว่าง C+M+Y ได้แต่เนื่องจากสีดำที่ได้จะไม่ดำสนิทจริง จึงต้องมีการเพิ่มสีดำขึ้นมาอีกหนึ่งสีแทนการผสมระหว่างสีหลัก 3 สี การสกรีนภาพเหมือนหรือภาพถ่ายจะนิยมใช้วิธีการสกรีนแบบ 4 สี CMYK โดยอาศัยคุณลักษณะของแม่สี CMYK ซึ่งมีความโปร่งใสเมื่อนำมาสกรีน ในส่วนที่เม็ดสกรีนซ้อนทับในตำแหน่งเดียวกันจะเกิดการผสมดูดกลืนเข้ากันเกิดเป็นสีใหม่ โดยมีสีดำเป็นตัวช่วยทำให้เกิด contrast เน้นความคมชัดบนภาพที่สกรีน อย่างไรก็ตามงานสกรีนแบบ 4 ลงบนเสื้อหรือผ้าก็มีข้อจำกัดในเสื้อสีเข้ม เนื่องจากความโปร่งใสของสีมีผลลดทอนความสดและความสว่างของสีลงไป หากจะนำไปสกรีนลงบนเสื้อสีดำหรือสีเข้มก็จะต้องมีการลองพื้นด้วยสีขาวซึ่งมีผลทำให้งานสกรีนมีความหนาเพิ่มขึ้นไปอีก โดยทั่วไปจึงไม่นิยมสกรีนแบบ 4 สี CMYK ลงบนเสื้อสีเข้ม



ภาพที่ 2.12 แสดงลักษณะของเม็ดสกรีน

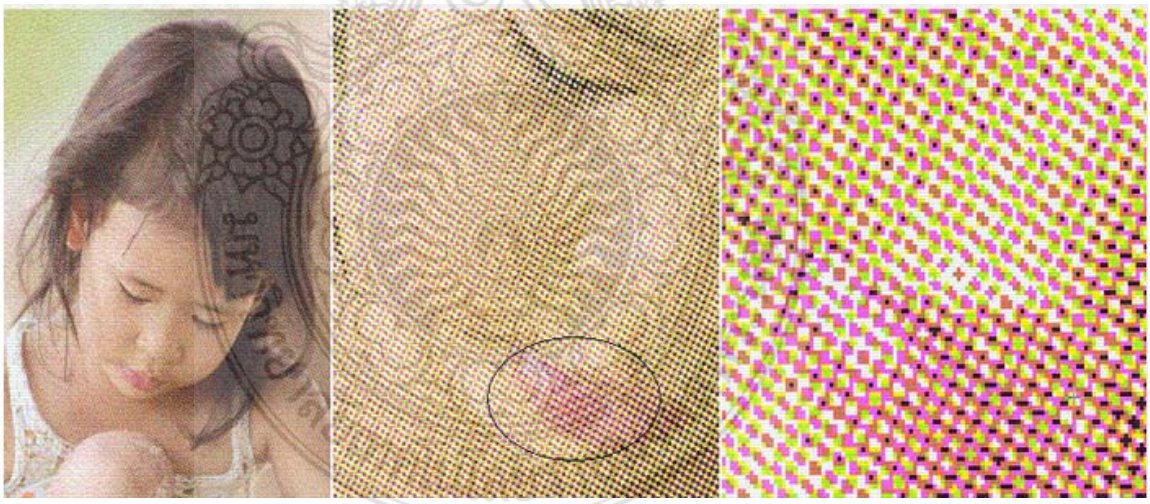
3. การแยกสีเม็ดสกรีน โดยกระบวนการจำลองสีจริง (Simulated color process) เนื่องจากข้อจำกัดของการสกรีนแบบ 4 สีดังที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้เกิดการทดลองและนำมาใช้ซึ่งกระบวนการในการแยกสี โดยจำลองการใช้สีพิเศษ หรือ spot color แทน cmyk เพื่อให้ได้คุณสมบัติด้านความทึบแสง ได้ภาพที่สดสว่าง ซึ่งกระบวนการในการจำลองสีจริงยังได้นำเอาหลักการของ Halftone หรือ หลักการนำเอาเม็ดสีดำขนาดแตกต่างกันมาเรียงกันเพื่อให้เกิดการมองเห็นหลอกสาย ตาเป็นภาพต่อเนื่องไล่โทนสีจากดำจนไปหาเทา(เรียงเม็ดสีจากขนาดใหญ่แล้วค่อยๆเล็กลง) ซึ่งหลักการนี้ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางในการพิมพ์ หนังสือพิมพ์ ภาพถ่าย หนังสือแมกกาซีน รวมถึงการสกรีนภาพเหมือน หรืองาน computer graphic ประเภทภาพเสมือนจริง 3 มิติที่มีแสงเงาและการไล่เฉดสี การแยกสีด้วยกระบวนการจำลองสีจริงในบางครั้งจึงถูกเรียกว่าการแยกเม็ดสีสกรีนแบบ Halftone

การแยกเม็ดสีสกรีนด้วยวิธีนี้จะต้องแปลงภาพเป็น Halftone โดยเปลี่ยน Mode สีเป็น Grayscale แล้วจึงเปลี่ยนกลับมาเป็น Bitmap จึงจะสามารถเลือกรูปแบบการไล่เฉดแบบ Halftone โดย Channel สีแต่ละสีที่สร้างขึ้นสำหรับภาพ Halftone ส่วนใหญ่ถ้าเป็นรูปถ่ายภาพเหมือนจะมีสีหลักคือ ฟ้า ม่วงแดง เหลือง และ ดำ (เลียนแบบสีจริง CMYK) รวมอยู่ด้วย แต่แทนที่จะใช้สีจริงก็เปลี่ยนเป็นสีที่เลือกมาจาก spot color แทน ดังรูปภาพตัวอย่างเป็นภาพซึ่งถูกแปลงเป็น Halftone และถูกแยกสีเม็ดสกรีนเป็น 4 Channel โดยเลือกจาก Pantone เมื่อขยายเป็นภาพใหญ่จะสังเกตเห็นเป็นเม็ดสกรีนรูปทรงรี (Ellipse) โดยเม็ดสีจะมีขนาดใหญ่อัดกันแน่นในพื้นที่ที่เน้นสีเข้ม ส่วนบริเวณที่เป็นสีอ่อนเม็ดสีก็จะมีขนาดรูปร่างเล็กลง

ภาพที่ 2.13 แสดงลักษณะของเม็ดสกรีนแต่ละสี (CMYK)

ด้วยขนาดของภาพและระยะการมองจะสามารถเห็นเป็นภาพโทนต่อเนื่อง และเมื่อนำภาพมาซ้อนทั้ง 4 channel หรือนำมาสกรีนที่ละสีจะเกิดการเหลื่อมทับกันของเม็ดสี (เนื่องจากการตั้งค่าองศาของเม็ดสีที่แตกต่างกันในแต่ละสี) จึงทำให้เห็นเป็นภาพสีใกล้เคียงกับต้นฉบับ โดยส่วนใหญ่จะใช้สีอยู่ที่ 6 - 12 สี(ขึ้นอยู่กับแบบ) เพื่อให้ได้ภาพที่ใกล้เคียงต้นฉบับมากที่สุด โดยเฉพาะสีขาวจำเป็นต้องใช้เป็นรองสีพื้นในดีไซน์บางแบบเพื่อเน้นให้ภาพมีสีสด และใช้เป็นไฮไลต์

เนื่องจากการแยกสีเม็ดสกรีนด้วยกระบวนการจำลองสีจริง เป็นงานที่ต้องอาศัยประสบการณ์ และการทดลองหาเทคนิคเฉพาะตามความถนัดของผู้ใช้งานโปรแกรมด้านการออกแบบกราฟิกที่แต่ละคนมีความถนัด เพื่อให้ได้ภาพใกล้เคียงต้นฉบับ หรือภาพที่มีความโดดเด่นด้านการให้แสงเงาเพื่อสร้างมิติให้ภาพ จึงมีการพัฒนาโปรแกรมเฉพาะทางขึ้นมาเพื่อช่วยในกระบวนการแยกเม็ดสีในงานสกรีนเพื่อความสะดวกรวดเร็ว หลายๆ ผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายโดยฟังชันก์งานจะครอบคลุมกระบวนการแยกสีเม็ดสกรีนหลัก ๆ ตามที่ได้กล่าวไว้คือ การแยกเม็ดสกรีนด้วยสีพิเศษ , การแยกสี CMYK , การแยกสีด้วยกระบวนการจำลองสีจริง และการแยกสีเม็ดสกรีนโดยเลือกจากดัชนีสี



ภาพที่ 2.14 แสดงลักษณะของซ้อนทับของเม็ดสกรีนแต่ละสี (CMYK)

4. การแยกสีเม็ดสกรีนโดยเลือกจากดัชนีสี (Index color separation) การใช้ดัชนีสีในการแยกเม็ดสกรีน โดยหลักการคือการเลือกสีซึ่งเป็นสีหลัก ๆ เพียงบางสีจากไฟล์งานต้นฉบับนำมาแยกสี โดยปรับภาพให้อยู่ในโหมดดัชนีสี ภาพจะถูกแปลงเป็นจุดพิกเซล(dot pixel)สีเหลี่ยมจัตุรัส ในรูปแบบ Diffusion Dither ซึ่งต่างกับรูปแบบของ Hafttone คือเม็ดสีที่ได้จะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีขนาดเท่ากันทุกจุด การควบคุมให้เกิดการไล่เฉดสีจะใช้ระยะห่างของแต่ล่ะเม็ดสีที่ต่างกันทำให้เกิดการมองเห็นเป็นการไล่เฉด

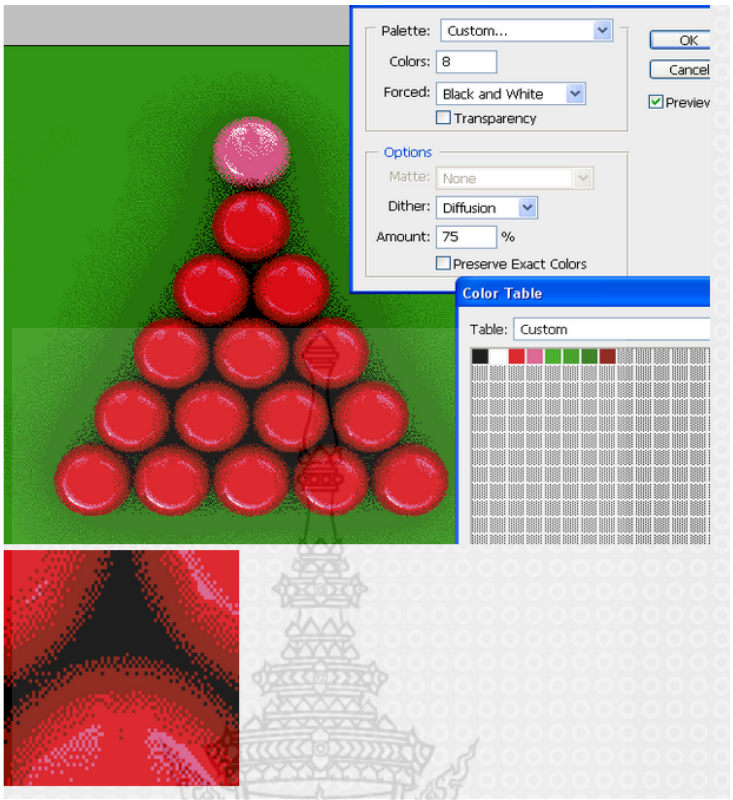
ข้อดีของการใช้ Index color separation เปรียบเทียบกับ Haftone คือ

1. ไม่เกิดการเหลือบลายของสี เนื่องจากการแยกเม็ดสีแบบ Haftone ต้องมีการปรับองศาของเม็ดสีในแต่ล่ะ channel แตกต่างกันเพื่อผลในการเกิดการซ้อนทับของเม็ดสกรีนทำให้เกิดการผสมสีใหม่ แต่การแยกเม็ดสีโดยเลือกจากดัชนีสีเมื่อแปลงเม็ดสีอยู่ในรูปแบบของจุดสี (dot pixel) แบบ Diffusion dither เม็ดสีจะไม่มีการซ้อนทับกัน ดังนั้นเม็ดสกรีนของแต่ล่ะ Channel สีจึงเป็นอิสระจากกันไม่เกิดการซ้อนทับกัน

2. เม็ดสีที่เป็นอิสระจากกัน(ไม่ต้องพึ่งการซ้อนทับกันเพื่อทำให้เกิดสีใหม่) ทำให้การผลิตซ้ำในการสกรีน แต่ล่ะครั้งได้ผลลัพธ์ที่เหมือนกันทุกตัว งาน CMYK หรือ Haftone การผลิตซ้ำหากการสกรีนไม่แม่ยำ และทำมาร์คไม่ดีมีโอกาสทำให้สีเพี้ยนในพื้นที่ซึ่งเกิดการซ้อนทับของเม็ดสีคลาดเคลื่อน

3. โดยปกติไฟล์งาน CMYK หรือ Haftone ที่แยกสีในคอมพิวเตอร์สร็จหากไฟล์งานไม่มีความคมชัดเมื่อนำไปยิงฟิลม์เม็ดสีบนฟิลม์จะเปรอะขอบทำให้มีขนาดที่ใหญ่ขั้น (dot gain) และเมื่อนำไปสกรีนลงบนเสื้อมีโอกาสทำ ให้เกิดสีเพี้ยน แต่เม็ดสีแบบ Diffusion dither จะมีพื้นที่ว่างระหว่างเม็ดสีซึ่งรองรับโอกาสการเกิดการขยายตัวของเม็ดสี

ข้อด้อยของการใช้ Index color separation คือ หากต้องการให้งานเหมือนหรือใกล้เคียงต้นฉบับมากเท่าไหร่ก็จำเป็นต้องใช้สีที่มากขึ้น บางครั้งอาจจะมากกว่า 12 สี (ขึ้นอยู่กับประเภทงานที่ออกแบบ) ดังนั้นการเลือกใช้วิธีการแยกสีเม็ดสกรีนด้วยวิธีนี้จึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะกับ ประเภทงาน



ภาพที่ 2.15 แสดงลักษณะของการแยกสีเม็ดสกรีน

2.7 มาตรฐานการพิมพ์

เมื่อกล่าวถึง "มาตรฐานการพิมพ์" แล้ว คงไม่มีใครปฏิเสธที่จะไม่ยอมรับ เพราะในยุคที่สังคมโลกต้องมีการแข่งขันกัน มาตรฐานจะเป็นเครื่องมือหนึ่งเพื่อให้เกิดการยอมรับของลูกค้าพร้อมๆกับการเปลี่ยนแปลงขององค์กรไปสู่ระบบการผลิตที่เป็นรูปธรรม มีการควบคุมครบวงจรและผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้ถูกต้องมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ความสำเร็จในการสร้างมาตรฐานจะขึ้นอยู่กับความร่วมมือ ของฝ่ายต่างๆตั้งแต่ผู้ผลิตกระดาษ หมึกพิมพ์ บริษัทออกแบบ แยกสี ทำแม่พิมพ์ และโรงพิมพ์ สร้างข้อกำหนดการพิมพ์ให้เป็นที่ยอมรับระหว่างกัน ปัจจุบันมีการกำหนดมาตรฐานการพิมพ์เกิดขึ้นที่รู้จักกันดีได้แก่ ISO 12647-2 ,Japan Color Standard,Eurostandard และ SWOP เป็นต้น

ภาพที่ 2.16 แสดงลักษณะของตรวจวัดค่าสี

ภาพที่ 2.17 แสดงลักษณะของเครื่องตรวจวัดค่าสี

2.7.1 การทำมาตรฐานการพิมพ์ จะประกอบด้วยปัจจัยต่อไปนี้

1. แบบทดสอบสำหรับพิมพ์เพื่อวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงาน
2. เครื่องมือวัดความดำ และวัดสี
3. อุปกรณ์กล้องส่องดูเม็ดสกรีน
4. เครื่องมือการสร้างโพรไฟล์
5. ข้อมูลจำเพาะสำหรับปริมาณการจ่ายหมึก และการบวมของเม็ดสกรีน

2.7.2 มาตรฐาน ISO 12647-2 เป็นรหัสมาตรฐานสากลนานาชาติ สำหรับระบบพิมพ์ออฟเซต เพื่อเป็นเกณฑ์ปฏิบัติให้แก่ผู้ประกอบการพิมพ์ทั่วโลก ให้มีแนวทางเหมือนกัน ตั้งแต่การแยกสี ถึงการควบคุมจ่ายหมึกพิมพ์บนแท่นพิมพ์ รวมถึงการกำหนดมาตรฐานหมึกและกระดาษพิมพ์รวมอยู่ด้วย

ข้อกำหนดมาตรฐาน ISO 12647-2 สำหรับระบบพิมพ์ออฟเซต พบว่า อาจนำไปปฏิบัติจริงไม่ได้ สำหรับโรงพิมพ์บางแห่งที่ยังไม่พร้อม เนื่องจากข้อจำกัดของอุปกรณ์และวัสดุพิมพ์ที่ใช้ แต่อย่างไรก็ตามผู้ประกอบการเหล่านั้นยังสามารถสร้างมาตรฐานงานพิมพ์ได้เอง เรียกว่า มาตรฐานเฉพาะโรงพิมพ์ (In-house standard) ในขณะที่ถ้าข้อกำหนดดังกล่าวเป็นที่ยอมรับกันทั่วๆไป สามารถนำไปใช้ปฏิบัติงานที่แห่งอื่นได้ด้วย จะทำให้มาตรฐานการพิมพ์ที่ได้นี้เปลี่ยนสภาพเป็น มาตรฐานระดับชาติ (National standard) เช่น มาตรฐานการพิมพ์ไทย เป็นต้น

แนวคิดการสร้างมาตรฐานการพิมพ์เอง เป็นเรื่องจำเป็นในอนาคตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เพราะสามารถนำไปเป็นส่วนหนึ่งของระบบมาตรฐาน ISO 9000 และยังเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มประสิทธิผลในการปฏิบัติงานได้อีกด้วย

2.7.3 หลักการทดสอบต้องการเป้าหมายเดียวกับมาตรฐาน ISO ดังนี้

1. หาข้อกำหนดปัจจัยทางการพิมพ์ เช่นค่าความดำพื้นทึบ ค่าเม็ดสกรีนบวม และสมดุลเทา

2. นำผลที่ได้ไปใช้ในการแยกสี

3. ข้อกำหนดปัจจัยทางการพิมพ์ จะสัมพันธ์กับประเภทของเครื่องพิมพ์ การตั้งเครื่องพิมพ์ การเข้ากันได้ระหว่างหมึกพิมพ์กับกระดาษพิมพ์ และคุณภาพของภาพพิมพ์ที่ยอมรับได้จากระบบพิมพ์นั้นๆ ในขณะที่ ข้อกำหนดการแยกสี หมายถึง การกำหนดข้อมูลต่างๆในขั้นตอนการแปลงโหมด RGB ไปเป็น CMYK หรือการกำหนดโพรไฟล์ (profile)แทนข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่

4.ชนิดวัสดุใช้พิมพ์ที่ใช้ ได้แก่ กระดาษพิมพ์ และหมึกพิมพ์

5. ค่าเม็ดสกรีนบวมของระบบการพิมพ์นั้นๆ

6. การกำหนดปริมาณ UCR/GCR

7. ลักษณะแม่พิมพ์ดำ

8.ค่าปริมาณหมึกพิมพ์รวมและหมึกพิมพ์ดำในบริเวณเงา

9. สมดุลเทา

การสร้างมาตรฐานการพิมพ์ จะได้ผลสำเร็จและนำไปปฏิบัติจริงๆได้ จะต้องได้รับความร่วมมือหลายฝ่าย ได้แก่ เจ้าของกิจการ ผู้บริหาร ผู้จัดการในระดับต่างๆ ช่างพิมพ์ ช่างศิลป์ นักออกแบบ ช่างแยกสี ฝ่ายควบคุมคุณภาพ รวมทั้งผู้ผลิตและผู้แทนจำหน่ายวัสดุทางการพิมพ์ เช่น หมึกพิมพ์ กระดาษพิมพ์ น้ำยาเฟาว์เทน ผ้ายางและแม่พิมพ์ เป็นต้น โดยให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันมากที่สุด ทำงานเกื้อกูลกันในลักษณะ โซ่อุปทาน (supply chain) วิธีการนี้จะช่วยให้การเลือกใช้วัสดุพิมพ์มีมาตรฐานมากขึ้น ได้คุณลักษระตามที่ต้องการ โดยเฉพาะกระดาษพิมพ์และหมึกพิมพ์

2.8 บรรจุภัณฑ์

ในยุคการแข่งขันทางธุรกิจอันดุเดือดเช่นปัจจุบัน วินาทีแห่งการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภค คือช่วงเวลาที่สำคัญที่สุด ซึ่งส่วนใหญ่แล้ว การตัดสินใจที่จะทดลองใช้สินค้าชนิดใดโดยที่ยังไม่ทราบว่า คุณภาพอันเป็นเนื้อในของสินค้านั้นดีหรือไม่อย่างไร การตัดสินใจในเบื้องต้นจึงมักจะขึ้นอยู่กับการถูกตาต้องใจในลักษณะภายนอกของสินค้าซึ่งห่อหุ้มด้วย "บรรจุภัณฑ์"

ดังนั้น ผู้ประกอบการทุกคนจึงปฏิเสธไม่ได้ว่า "บรรจุภัณฑ์" หรือ "การบรรจุหีบห่อ" หรือ "Packaging" นั้นมีอิทธิพลต่อการเลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภคอย่างยิ่ง นับเป็นองค์ประกอบและปัจจัยสำคัญอันดับต้นๆ ในการผลิตสินค้าออกสู่ตลาดที่จะมีผลต่อการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าสินค้าให้สูงขึ้น ในขณะเดียวกันก็จะช่วยลดต้นทุนการผลิต และรักษาคุณภาพสินค้าได้อีกด้วย

"บรรจุภัณฑ์" จึงเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ใช้ในการบรรจุสินค้าในการจัดจำหน่าย เพื่อสนองความต้องการของผู้ซื้อหรือผู้บริโภคด้วยต้นทุนที่เหมาะสม ในการผลิตบรรจุภัณฑ์ จึงจำเป็นต้องใช้ความรู้ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ วัสดุศาสตร์ จิตวิทยา การออกแบบ วิศวกรรมศาสตร์ และตลาด นิยามโดยทั่วไปของการบรรจุภัณฑ์ คือ ระบบรวมในการเตรียมสินค้าสำหรับการขนส่ง จัดจำหน่าย เก็บรักษาและตลาด โดยใช้ค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้สินค้าอาจบรรจุในบรรจุภัณฑ์ตั้งแต่หนึ่งหรือหลายชนิด โดยบรรจุภัณฑ์ที่ใช้มีตั้งแต่ ขวด หลอด กระป๋อง ห่อ ถุง กล่อง ถ้วย ลัง ฯลฯ โดยทำมาจากวัสดุต่างๆ กัน อาทิ กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ หรือไม้

2.8.1 ประเภทของบรรจุภัณฑ์

ตามนิยามที่กล่าวมาแล้ว บรรจุภัณฑ์ทำหน้าที่เป็นพาหนะนำผลผลิตจากกระบวนการผลิตอำนวยความสะดวกในการบริโภคพร้อมทั้งกำจัดซากบรรจุภัณฑ์ได้ง่าย จากขั้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้ การแยกประเภทของบรรจุภัณฑ์อาจแยกได้หลายลักษณะแล้วแต่จุดมุ่งหมายการแยกประเภท

2.8.1.1 บรรจุภัณฑ์แบ่งตามการออกแบบ ด้วยหลักการในการออกแบบสามารถจำแนกประเภทของบรรจุภัณฑ์ได้เป็น 3 จำพวก คือ

1. บรรจุภัณฑ์ชั้นในหรือปฐมภูมิ (Primary Packaging) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ผู้ซื้อจะได้สัมผัสเวลาที่จะบริโภค บรรจุภัณฑ์นี้จะได้รับการโยนทิ้งเมื่อมีการเปิดและบริโภคสินค้าภายในจนหมด เช่น ซองบรรจุน้ำตาล เป็นต้น บรรจุภัณฑ์นี้เป็นบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ชั้นในสุดติดกับตัวสินค้า

ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ชั้นในมีปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณา 2 ประการคือ อันดับแรกจะต้องมีการทดสอบจนมั่นใจว่าอาหารที่ผลิตและบรรจุภัณฑ์ที่เลือกใช้จำต้องเข้ากันได้ (Compatibility) หมายความว่าตัวอาหารจะไม่ทำปฏิกิริยากับบรรจุภัณฑ์ ปฏิกิริยาที่เกิดนี้อาจจะเกิดจากการแยกตัวของเนื้อวัสดุภัณฑ์เข่าสู่อาหาร (Migration) หรือการทำให้บรรจุภัณฑ์เปลี่ยนแปลงรูปทรงไปเช่นในกรณีการบรรจุอาหารใส่เข้าไปในบรรจุภัณฑ์ขณะที่อาหารยังร้อนอยู่ (Hot Filling) เมื่อเย็นตัวลงในสภาวะบรรยากาศห้อง จะทำให้รูปทรงของบรรจุภัณฑ์บูดเบี้ยวได้ เหตุการณ์นี้จะพบบ่อยมากในขวดพลาสติกทรงกระบอก ซึ่งแก้ไขได้โดยการเพิ่มร่องบนผิวทรงกระบอกหรือเปลี่ยนรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยมมุมมน

นอกเหนือจากความเข้ากันได้ของอาหารและบรรจุภัณฑ์แล้ว ปัจจัยอันดับต่อมาที่ต้องพิจารณาคือ บรรจุภัณฑ์ชั้นในจะเป็นบรรจุภัณฑ์ที่วางขายบนหิ้งหรือไม่ ในกรณีที่บรรจุภัณฑ์ชั้นในจำต้องวางขายแสดงตัวหิ้ง การออกแบบความสวยงาม การสื่อความหมายและภาพพจน์จะเริ่มเข้ามามีบทบาทในการออกแบบบรรจุภัณฑ์

2. บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองหรือทุติยภูมิ (Secondary Packaging) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่รวบรวมบรรจุภัณฑ์ชั้นแรกเข้าด้วยกัน เพื่อเหตุผลในการป้องกันหรือจัดจำหน่ายสินค้าได้มากขึ้น หรือด้วยสาเหตุในการขนส่ง บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองที่เห็นได้ทั่วไป เช่น กล่องกระดาษแข็งของหลอดยาสีฟัน ถุงพลาสติกใส่ซองน้ำตาล 50 ซอง เป็นต้น

ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองนี้มักจะเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ต้องวางแสดงบนหิ้ง ณ จุดขาย ดังนั้น การเน้นความสวยงามและภาพพจน์ของบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ตัวอย่างเช่น กล่องยาสีฟัน การออกแบบของหลอดยาสีฟันที่อยู่ภายในก็ไม่จำต้องออกแบบให้สอดสีหลายสีในทางกลับกันถ้าบรรจุภัณฑ์ชั้นในได้รับการออกแบบอย่างสวยงาม ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองนี้อาจจะทำการเปิดเป็นหน้าต่างเพื่อให้เห็นถึงความสวยงามของบรรจุภัณฑ์ชั้นในที่ออกแบบมาอย่างดีแล้วในกรณีของตัวอย่างถุงพลาสติกใส่ซองน้ำตาล 50 ซองนั้น ถุงพลาสติกที่เลือกใช้ไม่จำเป็นต้องช่วยรักษาคุณภาพของน้ำตาลมากเท่าซอง

ชั้นใน เนื่องจากทำหน้าที่รวมซองน้ำตาล 50 ซองเข้าด้วยกันเพื่อการจัดจำหน่ายแต่ตัวถุงเองต้องพิมพ์สอดสีอย่างสวยงามเพราะเป็นถุงที่วางขายบนหิ้ง ณ จุดขาย

บรรจุภัณฑ์ชั้นในหรือปฐมภูมิ (Primary Pakaging) และบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองหรือทุติยภูมิ (Secondary Packaging) มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า บรรจุภัณฑ์เพื่อการจำหน่ายปลีก (Commercial Packaging)

3. บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สามหรือตติยภูมิ (Tertiary Packaging) หน้าที่หลักของบรรจุภัณฑ์นี้คือการป้องกันสินค้าระหว่างการขนส่ง บรรจุภัณฑ์ขนส่งนี้ อาจแบ่งย่อยเป็น 3 ประเภท คือ

3.1 บรรจุภัณฑ์ที่ใช้จากแหล่งผลิตถึงแหล่งขายปลีกเมื่อสินค้าได้รับการจัดเรียงวางบนหิ้งหรือคลังสินค้าของแหล่งขายปลีกแล้ว บรรจุภัณฑ์ขนส่งก็ไหมดหน้าที่การใช้งาน บรรจุภัณฑ์เหล่านี้

3.2 บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ระหว่างโรงงานเป็นบรรจุภัณฑ์ที่จัดส่งสินค้าระหว่าง โรงงาน ตัวอย่างเช่น ลังใส่ซองพริกป่น ถุงน้ำจิ้ม เป็นผลผลิตจากโรงงานหนึ่งส่งไปยังโรงงานอาหารสำเร็จรูปเพื่อทำการบรรจุไปพร้อมกับอาหารหลัก เป็นต้น

3.3 บรรจุภัณฑ์ที่ใช้จากแหล่งขายปลีกไปยังมือผู้อุปโภคบริโภค เช่น ถุงต่าง ๆ ที่ร้านค้าใส่สินค้าให้ผู้ซื้อ

2.8.1.2 การแบ่งตามวัตถุประสงค์การจำหน่ายสินค้า

1. บรรจุภัณฑ์เพื่อการขายปลีก หมายถึง ภาชนะบรรจุสินค้าที่จะขายโดยตรง และนำไปตั้งอยู่ในร้านค้า เช่น ถุงพลาสติก ขวดแก้ว ขวดพลาสติก กระป๋อง โลหะ หลอดโลหะ กล่อง กระดาษแข็ง กล่องกระดาษลูกฟูก เป็นต้น โดยขวดบรรจุภัณฑ์ชนิดนี้ทำหน้าที่คุ้มครองสินค้าและเป็นผู้ขายสินค้าด้วย บรรจุภัณฑ์จะต้องทำหน้าที่จูงใจผู้ซื้อสินค้า ให้ความสวยงาม อธิบายถึงสรรพคุณ วิธีใช้ วิธีเก็บรักษา ฯลฯ และมีข้อความจำเป็นตามที่กำหนดไว้ในกฎหมาย ขนาดของจะต้องเหมาะสมกับลักษณะและขนาดสินค้า และการใช้งาน ขนาดพอดีกับชั้นวางของในร้านค้า สะดวกต่อการหยิบใช้สอย บรรจุภัณฑ์จึงมีความสำคัญมากเท่ากับตัวสินค้าเพราะเป็นส่วนที่จะติดไปกับสินค้า

2. บรรจุภัณฑ์เพื่อการขายส่ง คือ บรรจุภัณฑ์ที่รวบรวมและนำสินค้าขายปลีกจากโรงงานผู้ผลิตไปยังผู้ซื้อ เช่น กล่องกระดาษลูกฟูก ลังไม้ ลังกระดาษ ลังพลาสติก กระสอบ เป็นต้น บรรจุภัณฑ์ประเภทนี้ จะบรรจุสินค้าและบรรจุภัณฑ์เพื่อการขยายปลีก โดยคุ้มครองผลิตภัณฑ์จากสภาพแวดล้อมต่างๆ ระหว่างการส่งไปขาย เช่น สภาพของลมฟ้าอากาศ การลำเลียง การขนส่งที่ทำให้เกิดการเสียหาย และสิ่งมีชีวิตต่างๆ เป็นต้น คุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์

ประเภทนี้จะเน้นแง่ของการคุ้มครองป้องกันจึงสูงมาก นอกจากนี้ บรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งต้องมีขนาดเหมาะสม วางเรียงบนแทนรองรับสินค้าขนาดมาตรฐานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ หรือมีขนาดพอดีกับตู้บรรจุสินค้า

2.8.1.3 การแบ่งตามวัสดุที่ใช้ผลิต

1.เยื่อและกระดาษ

2.พลาสติก

3.แก้ว

4.โลหะ

บรรจุภัณฑ์ ไม่ใช่แค่การห่อหุ้มสินค้าโดยทั่วไปสินค้าต่างๆ จำเป็นต้องบรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้งสิ้น และถือว่าการบรรจุภัณฑ์เป็นกระบวนการผลิตสินค้าอย่างต่อเนื่อง ซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่ให้ความคุ้มครองแก่สินค้าแล้ว ยังต้องทำหน้าที่ในด้านการตลาดไปพร้อมๆ กันด้วย กล่าวคือ บรรจุภัณฑ์ต้องมีความแข็งแรงพอที่จะป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายในระหว่างการเคลื่อนย้าย ขนส่ง ให้ความปลอดภัยและความสะดวกในการใช้ และที่สำคัญคือ ต้องทำหน้าที่เป็นผู้ขายสินค้าและโฆษณาที่ดีด้วย ทั้งนี้ บรรจุภัณฑ์จะทำหน้าที่แจ้งถึงสรรพคุณภายในของสินค้าให้น่าสนใจ ต้องมีความสวยงามดึงดูดใจผู้บริโภคให้อยากซื้อ ถึงแม้สินค้านั้นจะเป็นที่รู้จักแพร่หลายก็ตาม บรรจุภัณฑ์ก็ยังจะต้องทำหน้าที่เสริมสร้างความมั่นใจให้กับผู้ซื้อว่าสินค้าที่บรรจุอยู่ภายในนั้นมีคุณภาพดีกว่าคู่แข่ง เป็นการเสริมสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับสินค้าและผู้ผลิต รายละเอียดต่างๆบนบรรจุภัณฑ์จะต้องเป็นไปตามกฎระเบียบและจะต้องชัด และขนาดของบรรจุภัณฑ์นั้นก็มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน กล่าวคือ จะต้องเหมาะสมกับลักษณะของขนาดสินค้าและพอดีกับชั้นวางสินค้าในร้านค้า

2.8.2 บทบาทหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์ มีความสำคัญควบคู่กับสินค้าและการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมดังนี้

1. รองรับสินค้า สินค้าทุกชนิดจะต้องมีบรรจุภัณฑ์รองรับ มิเช่นนั้นแล้วจะทำให้การขนส่งเป็นไปด้วยความยากลำบาก บรรจุภัณฑ์จึงเป็นสิ่งจำเป็นในการกระจายสินค้า ทำให้สินค้าเคลื่อนย้ายจากไร่และโรงงานไปยังผู้บริโภคได้ ในปัจจุบันประชากรของทุกประเทศในโลกมีปริมาณเพิ่มขึ้น ทำให้ความต้องการในการบริโภคสินค้าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จึงได้มีการพัฒนาให้ผลิตสินค้าและการบรรจุภัณฑ์ในปริมาณมาก รวมทั้งระบบการกระจายและการขนส่งให้สินค้าไปสู่ตลาดได้อย่างรวดเร็วควบคู่กันไปด้วย ระบบทั้งหมดจึงจำเป็นต้องอาศัยการบรรจุภัณฑ์เพื่อรองรับสินค้า

2. ลดความเสียหายของสินค้า บรรจุภัณฑ์ ทำหน้าที่คุ้มครองสินค้า ทำให้สินค้าลดความเสียหายระหว่างการเคลื่อนย้ายและขนส่ง สินค้าประเภทที่แตกหักง่ายและมีมูลค่าสูง ได้แก่ เครื่องใช้ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องแก้ว บรรจุภัณฑ์จะทำหน้าที่ป้องกันสินค้าจากอันตรายหรือความเสียหายต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการขนส่ง เช่น การตกกระแทก การสั่นสะเทือน ความชื้น เป็นต้น หากไม่มีบรรจุภัณฑ์สินค้าเหล่านี้ จะมีราคาสูงมาก เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการขนส่งจะเพิ่มขึ้น

3. ช่วยลดความอดอยากของประชากรโลก ในประเทศที่กำลังพัฒนา ซึ่งการบรรจุภัณฑ์ไม่เจริญ จะมีการสูญเสียผลิตผลทางการเกษตรที่ใช้ในการบริโภค 30-50% แต่ในประเทศที่พัฒนาแล้ว จะมีการสูญเสียไม่เกิน 3% หากปรับปรุงการบรรจุภัณฑ์และการขนถ่ายให้ดีขึ้น การสูญเสียจะลดลงทันที 5% ซึ่งหมายความว่าปริมาณอาหารของโลกจะเพิ่มขึ้นประมาณปีละ 35 ล้านตัน หรือ 2 เท่าของปริมาณอาหารที่ยังขาดอยู่เพื่อเลี้ยงชาวโลก

4. ช่วยถนอมอาหาร บรรจุภัณฑ์มีส่วนร่วมในการทำหน้าที่ถนอมอาหารและรักษาคุณภาพของอาหาร โดยจะเห็นได้ในปัจจุบันว่า สินค้าอาหารทุกชนิดต้องการบรรจุภัณฑ์ในการถนอมอาหาร ไม่เช่นนั้นแล้วอาหารทุกชนิดจะเกิดการเน่าเสีย เพราะอาหารแต่ละประเภทมีการเก็บรักษาโดยกรรมวิธีเฉพาะ เช่น การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน การแช่แข็ง การตากแห้ง เป็นต้น การเลือกบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมจึงเป็นวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อน ต้องการความรู้ และความชำนาญของนักเทคโนโลยีการบรรจุภัณฑ์ นักเคมี วิศวกร นักวิทยาศาสตร์การอาหาร และอื่นๆ อีกหลายสาขา ถ้าไม่มีบรรจุภัณฑ์และไม่มีวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเลือกบรรจุภัณฑ์ อาหารก็จะเน่าเสียอย่างมหาศาล

5. ลดการเกิดโรคและการปนเปื้อน บรรจุภัณฑ์มีบทบาทสำคัญในด้านสุขอนามัยของผู้บริโภค โดยจะขจัดการเสี่ยงในการเกิดโรคดังเช่นที่เกิดขึ้นในสมัยก่อน การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมช่วยให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีความปลอดภัย ลดการเกิดโรคเนื่องจากบริโภคอาหารที่ถูกสุขลักษณะสินค้าบางประเภท เช่น ยาอันตราย ได้มีการพัฒนาฝาขวดที่เด็กเล็กเปิดไม่ได้ ฝาขวดที่ใช้ในการเทยาในรูปแบบต่าง ๆ

6. ช่วยลดอุบัติภัยรวมทั้งการเสียชีวิต ในวงการอุตสาหกรรม บรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบพิเศษและได้รับการพิสูจน์แล้วว่าปลอดภัย จะใช้เพื่อการขนส่งสินค้าที่มีอันตราย เช่น สารเคมี ยาฆ่าแมลง วัตถุระเบิด เป็นต้น ยาและอุปกรณ์ที่ใช้ในการแพทย์จะเสื่อมสภาพและมีการปนเปื้อน หากไม่มีบรรจุภัณฑ์ และยังทำให้เกิดการแพร่กระจายของโรค บทบาทของบรรจุภัณฑ์ส่วนหนึ่งจะช่วยลดการกระจายของโรค และการปนเปื้อนของยาและอุปกรณ์ที่ใช้ในการแพทย์

7. ลดปริมาณขยะและใช้ประโยชน์จากส่วนเหลือทิ้งได้

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณขยะของประเทศต่าง ๆ ในปี 2533

รายการ	ยุโรป	อเมริกา	ไทย
กระดาษ	30	34	15
สิ่งทอ	4	-	5
แก้ว	8	2	7
โลหะ	8	12	4
พลาสติก	7	20	10
วัตถุอินทรีย์	33	32	48
อื่น ๆ	10	-	9

ในขยะจะมีทั้งบรรจุภัณฑ์ที่หุ้มห่อสินค้าในรูปของกระดาษ แก้ว โลหะ พลาสติก ของทั้งที่ทำจากวัสดุเหล่านี้ และวัสดุอินทรีย์ซึ่งส่วนมากจะเป็นส่วนเหลือจากการเตรียมอาหาร หากประเทศใดมีปริมาณของบรรจุภัณฑ์มาก ก็จะมีปริมาณของเหลือทิ้งน้อย ดังเช่นในประเทศที่พัฒนาแล้ว

เมื่อเราเตรียมอาหารเพื่อบริโภคที่บ้านจะมีส่วนเหลือทิ้ง เช่น หนัง เกล็ด เปลือก และส่วนที่บริโภคไม่ได้รวมเป็นขยะมูลฝอย ส่วนเหลือทิ้งนี้เมื่อรวมกันแล้ว นับว่าเป็นสิ่งปฏิกูลในปริมาณมาก การแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารในโรงงานใหญ่ ๆ นั้น ก็ทำให้เกิดส่วนเหลือทิ้งเช่นกัน แต่มีในปริมาณที่มากพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการทำเป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้อื่นๆ เช่น เปลือกและแกนของสับปะรดกระป๋อง ส่วนเหลือทิ้งในการบรรจุปลากระป๋องซึ่งมักจะนำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งมีผลต่อเศรษฐกิจไม่น้อย

8. ช่วยให้สินค้ามีราคาถูกลง ค่าแรงงานนั้น ดังว่าเป็นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงและเพิ่มสูงมากกว่าค่าใช้จ่ายส่วนอื่นในการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมต่าง ๆ จึงมักจะหาวิธีการเพื่อลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ การใช้เครื่องบรรจุอัตโนมัติที่มีความเร็วสูง บรรจุภัณฑ์มีน้ำหนักเบาและรูปแบบกระทัดรัด จะช่วยลดค่าขนส่ง ลดปริมาณความเสียหายในการขนส่งซึ่งทำให้สินค้ามีราคาถูกลง

นอกจากนี้บรรจุภัณฑ์ยังช่วยประหยัดเวลา และค่าใช่จ่ายให้แก่ผู้บริโภคในการเลือกซื้อและเตรียมอาหาร รวมทั้งมีความเป็นอยู่อย่างสะดวกสบายยิ่งขึ้น

9. ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิต อาจกล่าวได้ว่าเทคโนโลยีสะอาดนั้นครอบคลุมถึงการผลิตที่ลดมลพิษต่าง ๆ ซึ่งโรงงานผลิตจะต้องไม่ปล่อยมลพิษให้กับสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็น อากาศ น้ำ ของเสีย หรือเศษวัสดุต่าง ๆ ต้องจัดให้มีระบบการบำบัดของเสีย และใช้เศษวัสดุต่าง ๆ ให้เป็นประโยชน์เพื่อเป็นการลดการสูญเสียทรัพยากรและประหยัดพลังงาน

การนำโฟมโพลิสไตรีนมาใช้ทำบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากวัสดุนี้มีน้ำหนักเบา เป็นฉนวนกันความชื้น กันแรงกระแทกได้ดี ทนน้ำ แปรรูปง่าย จึงนำไปใช้ทำวัสดุกันกระแทกและบรรจุภัณฑ์อาหาร การผลิตวัสดุนี้จะใช้สารซีเอฟซีเป็นตัวขยาย แต่ในต่างประเทศใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (Dow plastic) แทนสารซีเอฟซี ในประเทศไทยจะได้มีการส่งเสริมให้ใช้เมธิลีนคลอไรด์แทน ปัจจุบันผู้ผลิตบางรายใช้โปรเพนแทนในการผลิตโฟม ส่วนสารผลักดันในกระป๋องสเปรย์นั้นใช้สาร"ไฮโดรคาร์บอนหรือเปลี่ยนใช้ปั๊มแทน นอกจากนี้ยังนิยมใช้หมึกพิมพ์ที่ละลายในน้ำมากขึ้น

10. ลดปริมาณวัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์โดยการพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิต บรรจุภัณฑ์ได้รับการพัฒนาให้ใช้ปริมาณวัสดุน้อยลง ที่ยังคงคุณภาพความแข็งแรง และใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ เป็นผลให้บรรจุภัณฑ์มีน้ำหนักลดลง และใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งน้อยลงด้วย น้ำหนักขวดแก้วใช้ครั้งเดียวลดลงถึง 30% เมื่อเทียบกับ 5 ปีที่แล้วง และคาดว่าในอีก 2 ปีข้างหน้าน้ำหนักของขวดแก้วที่ใช้กันอยู่ปัจจุบันจะลดลงไปอีกครั้งหนึ่ง น้ำหนักกระป๋องและถังเหล็กลดลง 18% จากเมื่อ 10 ปีที่แล้ว โดยเฉพาะกระป๋องใช้สำหรับบรรจุอาหาร ขณะเดียวกันดีบุกที่เคลือบกระป๋องที่ใช้บรรจุผลไม้ลดลง 50% และใช้บรรจุซุปลดลงถึง 80 % ความหนาของถังเหล็กขนาด 205 ลิตรลดลง 12.5% โดยที่ไม่สูญเสียความแข็งแรงตั้งแต่ได้เริ่มใช้กระป๋องอะลูมิเนียมบรรจุเครื่องดื่มเมื่อ 20 ปีที่แล้ว น้ำหนักกระป๋องปัจจุบันลดลงถึง 29% ได้มีการพัฒนากล่องกระดาษแข็งตามลำดับตั้งแต่ปี 2513 น้ำหนักกล่องลดลงประมาณ 30% สำหรับกล่องขนาดกลางใช้ขนส่งผลิตภัณฑ์อาหาร และลดลง 35% สำหรับกล่องบรรจุผลไม้เพื่อการส่งออก น้ำหนักของกล่องนมและน้ำผลไม้ลดลง 20% ตั้งแต่ปี 2518 ขวด PET มีน้ำหนักลดลง 38% นับจากเริ่มมีการใช้กันในปี 2513 ส่วนขวดนมที่ใช้กันในปี 2526 นั้น ปัจจุบันมีน้ำหนักลดลง 37%

11. พัฒนาเทคโนโลยีในการนำบรรจุภัณฑ์ใช้แล้วกลับเข้ากระบวนการผลิตใหม่การผลิตสินค้าทุกชนิดรวมทั้งบรรจุภัณฑ์ จะต้องใช้วัตถุดิบ ซึ่งบางชนิดเป็นทรัพยากรที่อาจจะมีการหมดไป หรือใช้พลังงานที่อาจก่อให้เกิดปัญหาแก่สิ่งแวดล้อม บรรจุภัณฑ์ใช้แล้วไม่ว่าจะเป็นกระดาษ แก้ว โลหะและพลาสติก สามารถนำกลับมารวบรวมเข้ากระบวนการผลิตใหม่ได้แทบทั้งสิ้น หรือนำมาทำผลิตภัณฑ์เดิมได้ แต่พลาสติกนั้นมักจะไม่นำมาใช้สัมผัสโดยตรงกับผลิตภัณฑ์อาหาร ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค การนำบรรจุภัณฑ์ใช้แล้วมาแปรรูปเพื่อทำผลิตภัณฑ์

เดิมนั้นจะช่วยลดการหมดไปของทรัพยากร ประหยัดพลังงาน แลลดการก่อให้เกิดปัญหาแก่สิ่งแวดล้อมได้

12. ให้ข้อมูลของสินค้าเกี่ยวกับ "ฉลาก" บรรจุภัณฑ์ต้องแจ้งให้ผู้ซื้อรู้ว่าสินค้านั้นคืออะไร โดยแจ้งข้อมูลตามความเป็นจริงตามที่กฎหมายกำหนด เช่น ผลิตภัณฑ์อาหาร ข้อมูลที่กฎหมายกำหนด ได้แก่

- ชื่อผลิตภัณฑ์
- ส่วนผสม
- ปริมาณสุทธิ
- วันหมดอายุ
- สภาวะในการเก็บหรือสภาวะในการใช้
- ชื่อและที่อยู่ของผู้ผลิต ผู้บรรจุหรือผู้ขาย
- แหล่งกำหนดสินค้า
- ข้อเสนอแนะในการใช้
- ถ้าเครื่องดื่มมีปริมาณแอลกอฮอล์มากกว่า 1.2% ต้องระบุความเข้มข้น

โดยทั่วไปมิได้มีการกำหนดให้แจ้งคุณค่าทางโภชนาการในฉลาก แต่บางประเทศได้กำหนดให้แจ้งคุณค่าทางอาหาร เช่น สหรัฐอเมริกา หากผลิตภัณฑ์อาหารนี้ต้องการที่จะแจ้งข้อมูลด้านโภชนาการ ซึ่งจะมีผลต่อสุขภาพ ได้แก่

- ปริมาณแคลอรี ทั้งหมด
- แคลอรีจากไขมัน
- ปริมาณไขมันทั้งหมด
- ปริมาณไขมันอิ่มตัว
- ปริมาณโคเลสเตอรอล
- ปริมาณโซเดียม
- ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด
- ปริมาณไฟเบอร์
- ปริมาณน้ำตาล
- ปริมาณโปรตีน
- ไวตามิน เอ
- ไวตามิน ซี
- แคลเซียม

ฉลากเพื่อการพิทักษ์สิ่งแวดล้อม คือ การใช้โลโก้ซึ่งแสดงว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก เยอรมนีเป็นประเทศแรกที่ได้จำทำโครงการนี้ขึ้นในปี 2521 มีผลิตภัณฑ์ประมาณ4,000 ชนิด ที่ใช้โลโก้ "Blue Angel" อย่าเป็นทางการ ทั้งนี้รวมถึงโรงงานที่อยู่นอกประเทศอีกร้อยละ 10 การที่ผู้บริโภคตื่นตัวต่อสิ่งแวดล้อมขึ้นในปี 2533 และยังมีอีกหลายประเทศที่กำลังเตรียมการเกี่ยวกับเรื่องนี้ด้วย

กลุ่มประชาคมยุโรปได้จัดทำกฎระเบียบเกี่ยวกับฉลากสินค้าที่แสดงการปกป้องสิ่งแวดล้อมเมื่อปี 2535 และล่าช้ามาจนถึงปี 2536 เพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกันและใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติร่วมกัน การประเมินว่าสินค้าใดเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมนั้น จะต้องวิเคราะห์วงจรชีวิต (life cycle analysis, LCA) ของสินค้าแต่ละกลุ่ม ตั้งแต่การได้มาของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตจนกระทั่งใช้สินค้าไปหมด แต่ละขั้นตอนจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร ปัจจัยที่นำมาพิจารณา ได้แก่การใช้วัตถุดิบและพลังงานในการผลิต ขั้นตอนในการผลิตและของเสียที่เกิดจากผลิต เช่นการปล่อยมลพิษสู่อากาศ น้ำและขยะมูลฝอย

ประโยชน์ของการวิเคราะห์วงจรชีวิตนั้น นอกจากจะใช้เป็นวิธีประเมินเพื่อแสดงโลโก้บนฉลากสินค้าว่าผลิตภัณฑ์นั้นเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการเพื่อลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นแก่สิ่งแวดล้อม ใช้เป็นเครื่องมือด้านการตลาด และช่วยสร้างจิตสำนึกที่ดีต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ฉลากที่แสดงการปกป้องสิ่งแวดล้อมนี้จะไม่ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารและยา เนื่องจากมีกฎระเบียบควบคุมเป็นการเฉพาะอยู่แล้ว

13. ทำหน้าที่ขายสินค้า บรรจุภัณฑ์ทำหน้าที่เสริมสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้ซื้อว่า สินค้าที่บรรจุอยู่ภายในนั้นมีคุณภาพ เสริมสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้แก่สินค้าและผู้ผลิต ทำหน้าที่ขายสินค้านั้นด้วย การออกแบบบรรจุภัณฑ์พร้อมกราฟิกที่มีความเหมาะสม ทั้งในด้านประโยชน์ใช้สอยและความสวยงามให้สอดคล้องกับรสนิยมและพฤติกรรมของผู้บริโภค จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง

14. เพิ่มเงินตราให้แก่ประเทศในการส่งออก สินค้าเพื่อการส่งออกมักจะได้รับการดูแลและใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ปัจจุบันภาพรวมของสินค้าส่งออก มีทั้งสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรม เช่น กุ้งแช่แข็ง ปลาทูน่ากระป๋อง กุ้งปรุงแต่ง อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ สับปะรดกระป๋อง รองเท้ากีฬาส่วนบนหนัง ข้าว สัตว์ น้ำอื่น ๆ ปรุงแต่ง ผลไม้สดอื่นๆ น้ำสับปะรดกระป๋อง เป็นต้น

สินค้าแต่ละประเภทต้องการบรรจุภัณฑ์ เพื่อรักษาคุณภาพสินค้าในการขนส่งและให้สอดคล้องกับกฎระเบียบข้อบังคับ การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ เพื่อรักษาคุณภาพของสินค้าในการขนส่งและให้สอดคล้องกับกฎระเบียบข้อบังคับ การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม จะช่วยให้

สามารถบรรจุสินค้าเข้าตู้ขนส่งได้ในปริมาณสูง ทำให้ประเทศไทยสามารถแข่งขันในด้านราคาได้อีกด้วย บรรจุภัณฑ์จึงมีส่วนช่วยในการนำเข้าเงินตราจากต่างประเทศ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญของเศรษฐกิจของประเทศ (อมรรัตน์ สวัสดิทัต : 2545)

2.8.3 ข้อพิจารณาในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ที่ดีนั้น จะต้องสามารถผลิตและนำไปบรรจุได้ด้วยวิธีการที่สะดวก ประหยัดและรวดเร็ว การเลือกบรรจุภัณฑ์มีข้อพิจารณาดังต่อไปนี้

1. ลักษณะของสินค้า คุณสมบัติทางกายภาพ ประกอบด้วย ขนาด รูปทรง ปริมาตร ส่วนประกอบหรือส่วนผสม ของแข็ง ของเหลว ผู้ออกแบบต้องทราบความเหนียวข้นในกรณีที่เป็นของเหลว และต้องรู้น้ำหนัก/ ปริมาตรหรือความหนาแน่น สำหรับสินค้าที่เป็นของแห้ง ประเภทของสินค้าคุณสมบัติทางเคมี คือ สาเหตุที่ทำให้สินค้าเน่าเสียหรือเสื่อมคุณภาพจนไม่เป็นที่ยอมรับได้ และปฏิกิริยาอื่น ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นคุณสมบัติพิเศษอื่น ๆ เช่น กลิ่น การแยกตัว เป็นต้น สินค้าที่จำหน่ายมีลักษณะเป็นอย่างไร มีคุณสมบัติทางฟิสิกส์หรือทางเคมีอย่างไร เพื่อจะได้เลือกวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันรักษาได้ดี

2. ตลาดเป้าหมาย ต้องศึกษาความต้องการของลูกค้าเป้าหมาย เพื่อจะได้เลือกบรรจุภัณฑ์ที่ตรงกับความต้องการของตลาดหรือกลุ่มลูกค้าการพัฒนาบรรจุภัณฑ ์ให้สนองกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย จำต้องวิเคราะห์จุดยืนของสินค้าและบรรจุภัณฑ์เทียบกับคู่แข่งขันที่มีกลุ่มเป้าหมายเดียวกัน เช่น ข้อมูลของปริมาณสินค้าที่จะบรรจุ ขนาด จำนวนบรรจุภัณฑ์ต่อหน่วยขนส่ง อาณาเขตของตลาด

3. วิธีการจัดจำหน่าย การจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตไปสู่ผู้บริโภคเลย ย่อมต้องการบรรจุภัณฑ์ลักษณะหนึ่ง แต่หากจำหน่ายผ่านคนกลาง เป็นคนกลางประเภทใด มีวิธีการซื้อของเข้าร้านอย่างไร วางขายสินค้าอย่างไร เพราะพฤติกรรมของร้านค้าย่อมมีอิทธิพลต่อโอกาสขายของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ รวมทั้งพิจารณาถึงผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งขันที่จำหน่ายในแหล่งเดียวกันด้วย

4. การขนส่ง มีหลายวิธีและใช้พาหนะต่างกัน รวมทั้งระยะทางในการขนส่ง ความทนทานและความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์ การคำนึงถึงวิธีที่จะใช้ในการขนส่งก็เพื่อพิจารณาเปรียบเทียบให้เกิดผลเสียน้อยที่สุด รวมถึงความประหยัดและปัจจัยเรื่องสภาพดินฟ้าอากาศด้วย ในปัจจุบันนิยมการขนส่งด้วยระบบตู้บรรทุกสำเร็จรูป

5. การเก็บรักษา (Storage) การเลือกบรรจุภัณฑ์จะต้องพิจารณาถึงวิธีการเก็บรักษา สภาพของสถานที่เก็บรักษา รวมทั้งวิธีการเคลื่อนย้ายในสถานที่เก็บรักษาด้วย

6. ลักษณะการนำไปใช้งาน ต้องนำไปใช้งานได้สะดวกเพื่อประหยัดเวลาแรงงานและค่าใช้จ่าย

7. ต้นทุนของบรรจุภัณฑ์ เป็นปัจจัยที่จะต้องคำนึงถึงเป็นอย่างมาก และจะต้องคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อยอดขายหรือความสูญเสียค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ด้วย บรรจุภัณฑ์ดีอาจต้องจ่ายสูงแต่ดึงดูดความสนใจของผู้ซื้อ ย่อมเป็นสิ่งชดเชยที่ควรเลือกปฏิบัติ รวมถึงผลการชดเชยในกระบวนการผลิต การบรรจุที่สะดวก รวดเร็ว เสียหายน้อย ทำให้ประหยัดและลดต้นทุนการผลิตได้

8. ปัญหาด้านกฎหมาย บทบัญญัติด้านกฎหมายเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่ปรากฏชัดเจนคือ กฎระเบียบและข้อบังคับเกี่ยวกับฉลากการออกแบบกราฟฟิกของผลิตภัณฑ์ต้องเป็นไปตามข้อบังคับนอกจากนี้ยังต้องศึกษาการใช้สัญลักษณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เป็นต้น และกฎระเบียบและข้อบังคับเกี่ยวกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์

9. ผลกระทบต่อสังคม ปัญหาที่ยังมิได้รับการแก้ไขอย่างจริงจังคือ ผลกระทบต่อนิเวศน์วิทยา (Ecology) เกี่ยวกับการทำลายซากของบรรจุภัณฑ์ มูลเหตุที่ต้องมีการพัฒนาบรรจุ

2.8.4 ประเภทลักษณะการออกแบบบรรจุภัณฑ์

การออกแบบบรรจุภัณฑ์ อาจแบ่งประเภทลักษณะการออกแบบได้ 2 ประเภทคือ

1. การออกแบบลักษณะโครงสร้าง หมายถึง การกำหนดรูปลักษณะ โครงสร้าง วัสดุที่ใช้ตลอดจนกรรมวิธีการผลิต การบรรจุ ตลอดจนการขนส่งเก็บรักษาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์นับตั้งแต่จุดผลิตจนถึงมือผู้บริโภค

2. การออกแบบกราฟฟิค หมายถึง การสร้างสรรค์ลักษณะส่วนประกอบภายนอกของโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ให้สามารถสื่อสาร สื่อความหมาย ความเข้าใจ (To Communicate) ในอันที่จะให้ผลทางด้านจิตวิทยา (Psychological Effects) ต่อผู้บริโภค และอาศัยหลักศิลปะการจัดภาพให้เกิดความประสานกลมกลืนกันอย่างสวยงาม ตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้

2.8.5 หลักการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์

ในกระบวนการออกแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์ ผู้วิจัยต้องอาศัยความรู้และข้อมูลจากหลายด้านการอาศัยความช่วยเหลือจากผู้ชำนาญการบรรจุ (PACKAGING SPECIALISTS) หลาย ๆ ฝ่ายมาร่วมปรึกษาและพิจารณาตัดสินใจ ซึ่งอิงทฤษฎีของ ปุ่น คงเจริญเกียรติและสมพร คงเจริญเกียรติ (2542:71-83) โดยที่ผู้วิจัยจะกระทำหน้าที่เป็นผู้สร้างภาพพจน์ (THE IMAGERY

MAKER) จากข้อมูลต่าง ๆ ให้ปรากฏเป็นรูปลักษณ์ของบรรจุภัณฑ์จริง ลำดับขั้นตอนของการดำเนินงาน นับตั้งแต่ตอนเริ่มต้น จนกระทั่งสิ้นสุดจนได้ผลงานออกมาดังต่อไปนี้

1. กำหนดนโยบายหรือวางแผนยุทธศาสตร์ (POLICY PERMULATION OR ATRATEGIC PLANNING) เช่น ตั้งวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการผลิต เงินทุนงบประมาณ การจัดการ และการกำหนดสถานะ (SITUATION) ของบรรจุภัณฑ์ ในส่วนนี้ทางบริษัทแด่ชีวิตจะเป็นผู้กำหนด

2. การศึกษาและการวิจัยเบื้องต้น (PRELIMINARY RESEARCH) ได้แก่ การศึกษาข้อมูลหลักการทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และวิศวกรรมทางการผลิต ตลอดจนการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นและเกี่ยวข้องสอดคล้องกันกับการออกแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์

3. การศึกษาถึงความเป็นไปได้ของบรรจุภัณฑ์ (FEASIBILITY STUDY) เมื่อได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ แล้วก็เริ่มศึกษาความเป็นไปได้ของบรรจุภัณฑ์ด้วยการสเก็ต (SKETCH DESING) ภาพ แสดงถึงรูปร่างลักษณะ และส่วนประกอบของโครงสร้าง 2-3 มิติ หรืออาจใช้วิธีการอื่น ๆ ขึ้นรูปเป็นลักษณะ 3 มิติ ก็สามารถกระทำได้ ในขั้นตอนนี้จึงเป็นการเสนอแนวความคิดสร้างสรรค์ขั้นต้นหลาย ๆ แบบ (PRELIMINARY IDFAS) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในเทคนิควิธีการบรรจุ และการคำนวณเบื้องต้น ตลอดจนเงินทุนงบประมาณดำเนินการ และเพื่อการพิจารณาคัดเลือกแบบร่างไว้เพื่อพัฒนาให้สมบูรณ์ในขั้นตอนต่อไป

4. การพัฒนาและแก้ไขแบบ (DESIGN REFINEMENT) ในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องขยายรายละเอียดปลีกย่อยต่าง ๆ (DETAILED DESIGN) ของแบบร่างให้ทราบอย่างละเอียดโดยเตรียมเอกสารหรือข้อมูลประกอบ มีการกำหนดเทคนิคและวิธีการผลิต การบรรจุ วัสดุ การประมาณราคา ตลอดจนการทดสอบทดลองบรรจุ เพื่อหารูปร่าง รูปทรงหรือส่วนประกอบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการด้วยการสร้างรูปจำลองง่าย ๆ (MOCK UP) ขึ้นมา ดังนั้นผู้ออกแบบจึงต้องจัดเตรียมสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้อย่างละเอียดรอบคอบเพื่อการนำเสนอ (PRESENTATION) ต่อลูกค้าและผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องให้เกิดความเข้าใจเพื่อพิจารณาให้ความคิดเห็นสนับสนุนยอมรับหรือเปลี่ยนแปลงแก้ไขเพิ่มเติมในรายละเอียดที่ชัดเจนยิ่งขึ้นเช่น การทำแบบจำลองโครงสร้างเพื่อศึกษาถึงวิธีการบรรจุ และหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์ก่อนการสร้างแบบเหมือนจริง

5. การพัฒนาต้นแบบจริง (PROTOTYPE DEVELOPMENT) เมื่อแบบโครงสร้างได้รับการแก้ไขและพัฒนา ผ่านการยอมรับแล้ว ลำดับต่อมาต้องทำหน้าที่เขียนแบบ (MECHANICAL DRAWING) เพื่อกำหนดขนาด รูปร่าง และสัดส่วนจริงด้วยการเขียนภาพประกอบแสดงรายละเอียดของรูปแบบแปลน (PLAN) รูปด้านต่าง ๆ (ELEVATIONS)

ทัศนียภาพ (PERSPECTIVE) หรือภาพแสดงการประกอบ (ASSEMBLY) ของส่วนประกอบต่าง ๆ มีการกำหนดมาตราส่วน (SCALE) บอกชนิดและประเภทวัสดุที่ใช้มีข้อความ คำสั่ง ที่สื่อสารความเข้าใจกันได้ในขบวนการผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ของจริง แต่การที่จะได้มาซึ่งรายละเอียดเพื่อนำไปผลิตจริงดังกล่าวนั้น ผู้ออกแบบจะต้องสร้างต้นแบบจำลองที่สมบูรณ์ (PROTOTYPE) ขึ้นมาก่อนเพื่อวิเคราะห์ (ANALYSIS) โครงสร้างและจำแนกแยกแยะส่วนประกอบต่าง ๆ ออกมาศึกษา ดังนั้น PROTOTYPE ที่จัดทำขึ้นมาในขั้นนี้จึงควรสร้างด้วยวัสดุที่สามารถให้ลักษณะและรายละเอียดใกล้เคียงกับบรรจุภัณฑ์ของจริงให้มากที่สุดเท่าที่จะกระทำได้เช่นอาจจะทำด้วยปูนพลาสเตอร์ ดินเหนียว กระดาษ ฯลฯ และในขั้นนี้ การทดลองออกแบบกราฟฟิคบนบรรจุภัณฑ์ ควรได้รับการพิจารณมร่วมกันอย่างใกล้ชิดกับลักษณะของโครงสร้างเพื่อสามารถนำผลงานในขั้นนี้มาคัดเลือกพิจารณาความมีประสิทธภาพของรูปลักษณ์บรรจุภัณฑ์ที่สมบูรณ์

6. การผลิตจริง (production) สำหรับขั้นตอนนี้ส่วนใหญ่จะเป็นหน้าที่รับผิดชอบของฝ่ายผลิตในโรงงานที่จะต้องดำเนินการตามแบบแปลนที่นักออกแบบให้ไว้ ซึ่งทางฝ่ายผลิตจะต้องจัดเตรียมแบบแม่พิมพ์ของบรรจุภัณฑ์ให้เป็นไปตามกำหนด และจะต้องสร้างบรรจุภัณฑ์จริงออกมาจำนวนหนึ่งเพื่อเป็นตัวอย่าง (PRE- PRODUCTION PROTOTYPES) สำหรับการทดสอบทดลองและวิเคราะห์เป็นครั้งสุดท้าย หากพบว่ามีข้อบกพร่องควรรีบดำเนินการแก้ไขให้เป็นที่เรียบร้อยแล้วจึงดำเนินการผลิตเพื่อนำไปบรรจุและจำหน่ายในลำดับต่อไป

2.8.6 หลักการออกแบบกราฟฟิค

บรรจุภัณฑ์เป็นตัวแทนของกระบวนการส่งเสริมการขายทางด้านการตลาด ณ จุดขาย ที่สามารถจับต้องได้ ทำหน้าที่เป็นสื่อโฆษณาได้อย่างดีเยี่ยม ณ จุดขาย รูปทรงของบรรจุภัณฑ์เปรียบได้กับตัวโครงร่างกายของมนุษย์ สีที่ออกแบบบรรจุภัณฑ์เปรียบเสมือนผิวหนังของมนุษย์ คำบรรยายบนบรรจุภัณฑ์เปรียบได้กับปากที่กล่าวแจ้งแถลงสรรพคุณ การออกแบบอาจจะเขียนเป็นสมการอย่างง่าย ๆ ได้ดังนี้ การออกแบบ = คำบรรยาย + สัญลักษณ์ + ภาพพจน์ เนื่องจากการออกแบบภาพพจน์เป็นศิลปะอย่างหนึ่งซึ่งอาจแสดงออกได้ด้วย จุด เส้น สี รูปวาด และรูปถ่าย ผสมผสานกันออกมาเป็นพาณิชย์ศิลป์บนบรรจุภัณฑ์ ด้วยหลักการง่าย ๆ 4 ประการ คือ SAFE ซึ่งมีความหมายว่า

S = Simple หมายถึง เข้าใจง่ายสบายตา

A = Aesthetic หมายถึง มีความสวยงามชวนมอง

F = Function หมายถึง ใช้งานได้ง่าย สะดวก

E = Economic หมายถึง ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม

การออกแบบพัฒนาบรรจุภัณฑ์ยังมีบทบาทช่วยเสริมกิจกรรมทางด้านการตลาด ดังนี้

1. การใช้โฆษณา บรรจุภัณฑ์จำต้องออกแบบให้จำได้ง่าย ณ จุดขาย หลังจากกลุ่มเป้าหมายได้เห็นหรือฟังโฆษณามาแล้ว ในกลยุทธ์นี้บรรจุภัณฑ์มักจะต้องเด่นกว่าคู่แข่งขันหรือมีกราฟฟิคที่สะดุดตาโดยไม่ต้องให้กลุ่มเป้าหมายมาองหา ณ จุดขาย

2. การเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่าย ช่องทางการจัดจำหน่ายที่เปลี่ยนแปลงไปอาจจำเป็นต้องมีการออกแบบปริมาณสินค้าต่อหน่วยขนส่งใหม่เพื่อลดค่าใช้จ่าย หรือมีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์สำหรับจุดขายใหม่ การเพิ่มหิ้ง ณ จุดขายที่เรียกว่า POP (Point of Purchase) อาจมีส่วนช่วยส่งเสริมการขายเมื่อเปิดช่องทางการจัดจำหน่ายใหม่

3. เจาะตลาดใหม่ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องออกแบบบรรจุภัณฑ์ใหม่ในการเจาะตลาดใหม่หรือกลุ่มเป้าหมายใหม่ ในบางกรณีอาจจำเป็นต้องเปลี่ยนตราสินค้าใหม่อีกด้วย

4. ผลิตภัณฑ์ใหม่ ถ้าผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นสินค้าที่เกี่ยวเนื่องกับสินค้าเก่า เช่น เปลี่ยนจากการขายกล้วยตากแบบเก่า เพิ่มผลิตภัณฑ์ใหม่มาเป็นกล้วยตากชุบน้ำผึ้ง อาจใช้บรรจุภัณฑ์เก่าแต่เปลี่ยนสีใหม่เพื่อแสดงความสัมพันธ์กับสินค้าเดิมหรืออาจใช้เทคนิคของการออกแบบบรรจุภัณฑ์ยูนิฟอร์มดังจะกล่าวต่อไปในบทนี้ แต่ในกรณีที่เป็นสินค้าใหม่ถอดด้ามจำต้องออกแบบบรรจุภัณฑ์ใหม่หมด แต่อาจคงตราสินค้าและรูปแบบเดิมไว้เพื่อสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้ากลุ่มที่เคยเป็นลูกค้าประจำของสินค้าเดิม

5. การส่งเสริมการขาย จำเป็นอย่างยิ่งต้องมีการออกแบบบรรจุภัณฑ์ใหม่ เพื่อเน้นให้ผู้บริโภคทราบว่ามีการเพิ่มปริมาณสินค้า การลดราคาสินค้า หรือการแถมสินค้า รายละเอียดบนบรรจุภัณฑ์ย่อมมีส่วนช่วยกระตุ้นให้ผู้บริโภคมีความอยากซื้อมากขึ้น

6. การใช้ตราสินค้า เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีเพื่อสร้างความทรงจำที่ดีต่อสินค้าบรรจุภัณฑ์ที่มีตราสินค้าใหม่ควรจะได้รับการออกแบบใหม่ด้วยการเน้นตราสินค้า รายละเอียดในเรื่องนี้จะได้กล่าวต่อไปในหัวข้อตราสินค้า

7. เปลี่ยนขนาดหรือรูปทรงของบรรจุภัณฑ์ โดยปกติสินค้าแต่ละชนิดมีวัฏจักรชีวิตของตัวมันเอง (Product Life Cycle) เมื่อถึงวัฏจักรชีวิตช่วงหนึ่ง ๆ จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนโฉมของบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุของวัฏจักร ในบางกรณี การเปลี่ยนขนาดอาจเกิดจากนวัตกรรมใหม่ทางด้านบรรจุภัณฑ์ เช่น การเลือกใช้วัสดุใหม่จึงมีการเปลี่ยนรูปทรงหรือขนาด ไม่ว่าจะเป็นสาเหตุใดก็ตามมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการออกแบบบรรจุภัณฑ์ใหม่เพื่อรักษาหรือขยายส่วนแบ่งการตลาด

2.8.7 องค์ประกอบการออกแบบบรรจุภัณฑ์

รายละเอียดหรือส่วนประกอบบนบรรจุภัณฑ์จะแสดงออกถึงจิตสำนึกของผู้ผลิตสินค้าและสถานะ (Class) ของบรรจุภัณฑ์ ซึ่งสามารถขยับเป็นสื่อโฆษณาระยะยาว ส่วนประกอบที่สำคัญบนบรรจุภัณฑ์อย่างน้อยที่สุด เมื่อมีการเก็บข้อมูลของรายละเอียดต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วจึงเริ่มกระบวนการออกแบบด้วยการเปลี่ยนข้อมูลที่ได้รับมาเป็นกราฟฟิกบนบรรจุภัณฑ์ จุดมุ่งหมายทั่ว ๆ ไปในการออกแบบมีดังนี้

1. เด่น (Stand Out) ภายใต้สภาวะการแข่งขันอย่างรุนแรง ตัวบรรจุภัณฑ์จำต้องออกแบบให้เด่นสะดุดตา (Catch the Eye) จึงจะมีโอกาสได้รับความสนใจจากกลุ่มเป้าหมายเมื่อวางประกบกับบรรจุภัณฑ์ของคู่แข่ง เทคนิคที่ใช้กันมาคือ รูปทรงและขนาดซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของบรรจุภัณฑ์หรืออาจใช้การตั้งตราสินค้าให้เด่น

2. ตราภาพพจน์และความแตกต่าง (Brand Image Differentiate) เป็นความรู้สึกที่จะต้องก่อให้เกิดขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายเมื่อมีการสังเกตเห็น แล้วจูงใจให้อ่านรายละเอียดบนบรรจุภัณฑ์การออกแบบตราภาพพจน์ให้มีความแตกต่างนี้ เป็นวิธีการออกแบบที่แพร่หลายมาก ดังได้บรรยายไว้ในหัวข้อทฤษฎีตราสินค้าตราสินค้า (Brand)

3. ความรู้สึกร่วมที่ดี การออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้ซื้อเกิดความรู้สึกที่ดีต่อศิลปะที่ออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยรวม เริ่มจากการก่อให้เกิดความสนใจด้วยความเด่น เปรียบเทียบรายละเอียดต่าง ๆ เพื่อจูงใจให้ตัดสินใจซื้อ และจบลงด้วยความรู้สึกที่ดีที่สามารถสนองต่อความต้องการของผู้ซื้อได้ จึงก่อให้เกิดการตัดสินใจซื้อ ความรู้สึกอยากเป็นเจ้าของและอยากทดลองสินค้าพร้อมบรรจุภัณฑ์นั้น

2.8.8 ประโยชน์ของบรรจุภัณฑ์

1. การป้องกัน (Protection) เช่น กันน้ำ กันความชื้น กันแสง กันแก๊ส เมื่ออุณหภูมิสูงหรือต่ำ ด้านทานมิให้ผลิตภัณฑ์แปรสภาพไม่แต่ไม่ฉีกขาดง่าย ปกป้องให้สินค้าอยู่ในสภาพใหม่สดอยู่ในสภาวะแวดล้อมของตลาดได้ในวงจรยาว โดยไม่แปรสภาพขนานแท้และดั้งเดิม

2. การจัดจำหน่ายและการกระจาย (Distribution) เหมาะสมต่อพฤติกรรมการซื้อขายเอื้ออำนวยการแยกขาย ส่งต่อ การตั้งโชว์ การกระจาย การส่งเสริมจูงใจในตัว ทนต่อการขนย้าย ขนส่ง และการคลังสินค้า ด้วยต้นทุนสมเหตุสมผล ไม่เกิดรอยขูดขีด / ชำรุด ตั้งแต่จุดผลิตและบรรจุจนถึงมือผู้ซื้อ / ผู้ใช้ / ผู้บริโภค ทนทานต่อการเก็บไว้นานได้

3. การส่งเสริมการจำหน่าย (Promotion) เพื่อยึดพื้นที่แสดงจุดเด่น โชว์ตัวเองได้อย่างสะดุดตา สามารถระบุแจ้งเงื่อนไข แจ้งข้อมูลเกี่ยวกับการเสนอผลประโยชน์เพิ่มเติมเพื่อจูง

ใจผู้บริโภค เมื่อต้องการจัดรายการเพื่อเสริมพลังการแข่งขัน ก็สามารถเปลี่ยนแปลงและจัดทำได้สะดวก ควบคุมได้และประหยัด

4. การบรรจุภัณฑ์กลมกลืนกับสินค้า และกรรมวิธีการบรรจุ (Packaging) เหมาะสมทั้งในแง่การออกแบบ และเพื่อให้มีโครงสร้างเข้ากับขบวนการบรรจุ และเอื้ออำนวยความสะดวกในการหิ้ว – ถือกลับบ้าน ตลอดจนการใช้ได้กับเครื่องมือการบรรจุที่มีอยู่แล้ว หรือจัดหามาได้ ด้วยอัตราความเร็วในการผลิตที่ต้องการ ต้นทุนการบรรจุภัณฑ์ต่ำหรือสมเหตุสมผล ส่งเสริมจรรยาบรรณและรับผิดชอบต่อสังคม ไม่ก่อให้เกิดมลพิษและอยู่ในทำนองคลองธรรม ถูกต้องตามกฎหมายและพระราชบัญญัติต่าง ๆ

5. เพิ่มยอดขาย เนื่องจากในตลาดมีสินค้าและคู่แข่งเพิ่มขึ้นตลอดเวลา หากบรรจุภัณฑ์ของสินค้าใดได้รับการออกแบบเป็นอย่างดี จะสามารถดึงดูดตา ดึงดูดใจผู้บริโภคและก่อให้เกิดการซื้อในที่สุด รวมทั้งการลดต้นทุนการผลิต

2.9 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชัยมิตร แสวงมงคล (2547:132-133) จากการวิจัยพบว่า กระดาษสามีความเหมาะสมกับลักษณะภาพแบบฮาร์ฟโทนและภาพลายเส้น ซึ่งมีคะแนนความคิดเห็นอยู่ในระดับที่ดีมากที่สุด และผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะว่ากระดาษสามีผิวเนื้อที่หนาแน่น สีขาว ผิวเรียบสม่ำเสมอกว่ากระดาษชนิดอื่น และในการพิมพ์ของระบบออฟเซทบนกระดาษสาได้คุณภาพสิ่งพิมพ์มากที่สุด เพราะว่ามีความเรียบของหมึก รับน้ำและหมึกได้ดี สีเหมือนธรรมชาติ และหมึกไม่ซึม

ข้อเสนอแนะ สิ่งพิมพ์จะดูสวยงามและมีคุณค่าได้ ต้องเลือกใช้เยื่อกระดาษให้เหมาะสมต่อกระบวนการพิมพ์เยื่อกระดาษ เนื่องจากพื้นผิวกระดาษมีลักษณะหนา-บางไม่เท่ากัน ก่อนการพิมพ์ควรมีการเตรียมพื้นผิวการพิมพ์ให้เรียบ

อนุตา ไกรสุวรรณ (2547) ได้ศึกษาเรื่องของกระดาษไว้ดังนี้

ในส่วนเปลือกสาสู่เยื่อสาและกระดาษสา นานาประโยชน์จากกระดาษสามีมากมาย การใช้ประโยชน์ต้นปอสาและกรรมวิธีการผลิตกระดาษสา ต้นปอสา คัดเลือกตัดกิ่งจากต้นปอสา ลอกด้วยวิธีลอกสดหรือวิธีนึ่ง ขูดผิว ขูดเมือก ล้างน้ำผึ่งแดดให้แห้งสนิท ขั้นตอนการทำแผ่น แช่น้ำอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ต้มด้วยโซดาไฟ (NaOH) ล้างน้ำสะอาด ฟอกด้วย คลอรีน หรือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้าเครื่องตีเยื่อกระดาษ ชั่งน้ำหนัก ตากแดดให้แห้ง แกะออกเพื่อเก็บและจำหน่าย และได้แบ่งการทำกระดาษไว้ 2 วิธีดังนี้

ดวงจันทร์ ปรีชายจิตต์ (2546 : บทคัดย่อ)ได้ทำวิจัย การออกแบบกราฟิกโดยการนำรูปแบบของดอกคูณที่แทนเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น และแทนค่าด้วยสีทองโดยคงความภูมิฐานและความมั่นคง ตลอดจนการนำรูปแบบของลายผ้าโบราณ คือ ลายหมากแบบ หรือมีตามาประยุกต์กับงานกราฟิกของผู้วิจัย และการนำรูปแบบตัวอักษรจากแรงบันดาลใจของลายผ้าผสมผสานกับการขุดค้นพบไดโนเสาร์ สีที่นำมาใช้ก็เป็นสีเอกลักษณ์ของอำเภอชนบท คือ สีแดงหมากโดยสีจะออกมาในโทนแดง ดำ จากการย้อมแบบโบราณ โดยใช้เปลือกไม้มาย้อม ซึ่งเป็นการอนุรักษ์ธรรมชาติอยู่จนกระทั่งปัจจุบัน การออกแบบบรรจุภัณฑ์ควรมีรูปแบบที่ส่งเสริมและสอดคล้องงานกราฟิก มีความคงรูปของสินค้า มีรูปแบบที่ง่ายต่อการผลิต มีความเหมาะสมในการใช้งานและตัวสินค้า

สลิลรัตน์ ระวิ (2547 : 70) จากผลการวิจัยมีสาระที่จะนำมาอภิปราย ดังนี้

จากผลการวิจัยพบว่า Henley Centra ระบุรูปลักษณ์ภายนอกของสินค้ามีผลต่อการรับรู้ของผู้บริโภคมากกว่า 80% คือสี และพบว่า 73% ของการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้ามักเกิดขึ้น ณ จุดขาย ฉะนั้นสินค้าที่มีสีสันสะดุดตา และสามารถสื่อความหมายได้ดี จึงมีอิทธิพลต่อการสร้างเอกลักษณ์เฉพาะตัวของสินค้า

แนวคิดของ Delozier M. Wayne ได้แบ่งส่วนส่งเสริมการขายไว้ 3 ส่วน คือ ผู้บริโภค ผู้จำหน่าย พนักงานขาย ในที่นี้เราจะเน้นไปที่ผู้บริโภค คือ วัสดุที่จะอยู่ ณ จุดขาย โดยแบ่งเป็น 2 วิธีใหญ่คือ บรรจุภัณฑ์ที่ทำให้ดึงดูดใจและทำให้เด่น การจัดสินค้าไม่ว่าจะเป็นสัญลักษณ์ สี วัสดุ รูปทรงที่ใช้ในการแสดงสินค้า

กราฟิกบนบรรจุภัณฑ์ควรมีปริมาณของภาพในการประกอบกราฟิกบนบรรจุภัณฑ์ ภาพที่นำมาประกอบควรมีลักษณะเป็นภาพวาดหรือลายเส้น สีของตัวอักษรที่ใช้บนบรรจุภัณฑ์ควรมีสีเดียว และสิ่งที่สำคัญที่สุดของกราฟิกบนบรรจุภัณฑ์ คือ สีของฉลากบนบรรจุภัณฑ์ รองลงมา คือ ภาพประกอบ สีตัวอักษร ขนาดตัวอักษร

จินดา จันทร์อ่อน กล่าวว่า ในเรื่องเยื่อกระดาษ (paper pulp) สำหรับทำกระดาษนั้น พืชแทบทุกชนิดให้เส้นใย แต่ต้องพิจารณาด้านการใช้ประโยชน์ให้มีประสิทธิภาพสูง การทำกระดาษหรือเยื่อกระดาษเป็นกระบวนการตีกลุ่มเส้นใยให้เป็นเส้นใย เอาสิ่งเจือปนออกเพื่อให้ได้เซลลูโลส ทำให้เป็นชิ้นสั้น ๆ เพิ่มน้ำ ให้เป็นสารแขวนลอยในน้ำ สั่นให้เข้ากันดี แล้วนำเอาน้ำออกทิ้งให้เยื่ออยู่บน ตาข่ายหรือตะแกรง ตลอดจนทำให้จับตัวกันแน่นเป็นกระดาษเมื่อแห้ง ในกรณีทำเยื่อกระดาษจากไม้นั้น เมื่อเอาเปลือกออกแล้ว ต้มชิ้นไม้พร้อมกับบดด้วยเครื่องบดหรือหินทราย (sand-stones) ป่นให้ชิ้นไม้เป็นเส้นใยป่น ๆ จาก นั้นล้างแล้วกรอง ก็จะได้เยื่อสำหรับทำกระดาษ

นอกจากนั้น มีการใช้สารเคมีช่วยทำปฏิกิริยา โดยต้มชิ้นไม้ในสภาพความกดดันและอุณหภูมิสูง มีด่าง เช่น โซดาไฟ รวมอยู่ด้วย หรือผสมกับโซเดียมซัลเฟต ตลอดจนแคลเซียมไบซัลไฟต์สำหรับไม้แข็ง

ประชิด ทินบุตร (2530) กล่าวว่า การออกแบบการบรรจุภัณฑ์ จึงเริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการค้าและการบริการ ในฐานะของสิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกแก่การขนส่งสินค้า (Aid Transportation) โดยทำหน้าที่ขั้นพื้นฐานอันดับแรกคือ ปกป้อง คุ้มครองสินค้าให้ปลอดภัยจากความเสียหาย อันเนื่องมาจากการกระทบกระเทือน และป้องกันสิ่งปนเปื้อนที่ไม่พึงประสงค์ (To Prevent Spillage And Contamination) ที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการขนส่งสินค้าผลิตภัณฑ์จากโรงงานผลิตไปจนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค ซึ่งบทบาทนี้มีผลทำให้รูปแบบของบรรจุภัณฑ์ (Package Form) มีการพัฒนาขึ้นมารับรอง มีการออกแบบภาชนะบรรจุแบบปิด (Closed Container) เช่น ถังไม้ (Barrel) การรู้จักปิดผนึกบรรจุภัณฑ์ (Container Closure) เช่น มีฝาจุกปิดขวด (Bottle Plug Seals) ฯลฯ เป็นต้น เทคนิคและกรรมวิธีการบรรจุที่พัฒนาขึ้นตามหน้าที่ใช้สอยเหล่านี้ จึงเป็นผลทำให้เกิดการพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่หลากหลายลักษณะตามกาลเวลา และการค้นพบวัสดุหรือเทคโนโลยีที่นำมาใช้

การออกแบบบรรจุภัณฑ์ อาจแบ่งประเภทลักษณะการออกแบบได้ 2 ประเภทคือ

1. การออกแบบลักษณะโครงสร้าง หมายถึง การกำหนดรูปลักษณะ โครงสร้าง วัสดุที่ใช้ตลอดจนกรรมวิธีการผลิต การบรรจุ ตลออดจนการขนส่งเก็บรักษาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์นับตั้งแต่จุดผลิตจนถึงมือผู้บริโภค

2. การออกแบบกราฟฟิค หมายถึง การสร้างสรรค์ลักษณะส่วนประกอบภายนอกของโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ให้สามารถสื่อสาร สื่อความหมาย ความเข้าใจ (To Communicate) ในอันที่จะให้ผลทางด้านจิตวิทยา (Psychological Effects) ต่อผู้บริโภค และอาศัยหลักศิลปะการจัดภาพให้เกิดความประสานกลมกลืนกันอย่างสวยงาม ตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้

สุชาติ อุดมศักดิ์ (2542) กล่าวว่า ระบบพิมพ์โดยใช้แม่พิมพ์ลายฉลุ (Serigraphic System) เป็นการพิมพ์โดยใช้แม่พิมพ์จากการเจาะ จึงเรียกว่าแม่พิมพ์ฉลุ มีวิวัฒนาการมาแต่อดีต เช่น อารยธรรมจีน อียิปต์ ญี่ปุ่น ปัจจุบันได้มีการพัฒนาโดยการเปลี่ยนจากผ้าไหมหรือเส้นลวดเป็นผ้าใยเคมีพวกโพลีเมอร์ ไนลอน และโพลีเอสเตอร์ พื้นแผ่นสกรีนจะถูกฉาบไว้ด้วยสารไวแสง เมื่อออกแบบต้นฉบับเรียบร้อยแล้ว นำไปถ่ายฟิล์ม และอัดลงบนแผ่นสกรีน โดยฉายแสง อัลตร้าไวโอเลต ส่วนที่ไม่ต้องการพิมพ์จะถูกอุดด้วยสารไวแสง ส่วนที่ต้องการพิมพ์จะโปร่ง เวลาพิมพ์ต้องเทสีลงในกรอบไม้ ให้ใกล้กับลายฉลุ ใช้แท่งยางปาด1ครั้ง ทำมุมประมาณ 60 องศา จะได้ภาพที่

คมชัด สวยงาม แต่ถ้าปาดกลับไปกลับมาจะทำให้ภาพซ้อนไม่สวยงามเท่าที่ควร การพิมพ์ระบบนี้สามารถที่พิมพ์ลงบนวัสดุต่าง ๆ ได้หลายประเภท เช่น กระดาษหนา ๆ พลาสติก ไม้ และแผ่นโลหะเป็นต้น ระบบนี้ แซมมวล ไซมอล (Samuel simon) ได้จดลิขสิทธิ์ เป็นคนแรก การพิมพ์ระบบนี้ แม่พิมพ์จะเป็นฟิล์ม อัดลงบนเฟรมผ้าไนลอนขึงตึง ใช้แสงส่องส่วนที่ต้องการพิมพ์ให้ทะลุ เวลาพิมพ์ใช้ยางปาดสีลงตามช่องลาย การพิมพ์ด้วยแม่พิมพ์ลายฉลุนี้สามารถพิมพ์ได้หลายสี (แม่พิมพ์ละ 1 สี) แต่ต้องตั้งแม่พิมพ์ให้ตรงกัน ลักษณะแม่พิมพ์ส่วนที่เป็นภาพหมึกพิมพ์จะสามารถผ่านทะลุแม่พิมพ์ไปได้และส่วนที่ไม่ใช่ภาพหมึกไม่สามารถผ่านทะลุไปได้ ส่วนที่เป็นภาพและไม่ใช่ภาพของแม่พิมพ์จะมีความสูงเท่ากัน

จันทร์ประภา พ่วงสุวรรณ (2552 : บทคัดย่อ) กล่าวว่า จากผลการวิจัยสามารถนำมาอภิปรายได้ดังนี้

การสร้างเครื่องต้นแบบระบบการพิมพ์สกรีนแบบกึ่งอัตโนมัติ มีวัตถุประสงค์เพื่อตอบสนองความต้องการด้านการพิมพ์บนบรรจุภัณฑ์ของสินค้า OTOP ซึ่งบรรจุภัณฑ์เป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในการผลักดันสินค้าชุมชนให้ยกระดับเป็นสินค้า OTOP จุดเด่นของระบบการพิมพ์สกรีน คือ สามารถพิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์ได้หลายประเภทและที่มีลักษณะพื้นผิวตั้งแต่ราบเรียบจนถึงขรุขระได้ ทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องต้นแบบระบบการพิมพ์สกรีนที่มีหลักการทำงานไม่ยุ่งยาก และมีขั้นตอนการทำงานไม่ซับซ้อนเพื่อให้กลุ่มชุมชนหรือผู้ผลิตสินค้าสามารถเข้าใจและปฏิบัติงานได้เอง โดยเครื่องต้นแบบ จะมีขนาดความกว้าง 464 มิลลิเมตร ความยาว 558 มิลลิเมตร และความสูง 1,524 มิลลิเมตร และมีส่วนประกอบของเครื่อง 2 ส่วน คือส่วนป้อน ซึ่งต้องใช้แรงงานคนและส่วนพิมพ์ เป็นการใช้มอเตอร์และกำลังของกระบอกสูบเป็นตัวขับเคลื่อนทำให้เกิดการปาดกดพิมพ์โดยเครื่องต้นแบบสามารถพิมพ์งานที่เล็กที่สุด ขนาดกว้าง 55 มิลลิเมตร ยาว 90 มิลลิเมตร และขนาดใหญ่ที่สุดกว้าง300 มิลลิเมตร ยาว 420 มิลลิเมตร โดยการใช้งานเครื่องต้นแบบจะต้องเตรียมอุปกรณ์ประกอบด้วยแม่พิมพ์สกรีน หมึกพิมพ์ ยางปาด และวัสดุพิมพ์ให้เรียบร้อย จากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องพบว่า หมึกพิมพ์ที่ผ่านการกดปาดพิมพ์ด้วยเครื่องต้นแบบมีความเรียบสม่ำเสมอ เท่ากันทั่วทั้งแผ่นพิมพ์ และสามารถพิมพ์งานได้ 10-15 แผ่นต่อนาที สามารถใส่วัสดุพิมพ์ได้ในตำแหน่งที่เที่ยงตรง เนื่องจากโต๊ะงานได้มีการเจาะรูดูดลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร และระยะห่างระหว่างรู 10 มิลลิเมตร ทำให้สามารถเลื่อนตัวกำหนดตำแหน่งได้อย่างสะดวกในระยะ X และ Y ทำให้สามารถวางวัสดุพิมพ์ได้อย่างเที่ยงตรง เครื่องต้นแบบการพิมพ์สกรีนแบบกึ่งอัตโนมัติ มีราคาอยู่ที่ 65,000 บาทต่อเครื่อง

ภณิดา ฤทธิมาศ (2552 : บทคัดย่อ) กล่าวว่า จากผลการวิจัยสามารถนำมาอภิปรายได้ดังนี้ การใช้ขวดน้ำดื่มที่ทำมาจากพอลิเอทิลีน (พีอี) ยังคงมีการพบกันอยู่ในตลาดเครื่องดื่มของประเทศไทย ด้วยสมบัติที่พลาสติกสามารถสัมผัสโดยตรงกับเครื่องดื่มได้ และต้นทุนต่ำ แต่อย่างไรก็ตามความกังวลของ ผู้บริโภคส่วนใหญ่กับความปลอดภัยของขวดพลาสติกประเภทนี้ยังมีอยู่ เนื่องจากสมบัติของเนื้อพลาสติกเองที ' ยอมให้มีการเคลื่อนย้ายที่ของสารตัวทำละลายต่างๆได้ดี โดยเฉพาะเมื่อมีการพิมพ์เกิดขึ้น งานวิจัยนี้ศึกษาผล ของการพิมพ์สกรีนด้วยหมึกฐานตัวทำละลายบนผิวขวดพอลิเอทิลีนว่าจะมีการย้ายที่ของสารตัวทำละลายผ่าน เนื้อพลาสติกหรือไม่ รวมทั้งการหลุดลอกของชั้นหมึกบนผิวขวด โดยทำการแปรผันค่าความหนาของชั้นฟิล์มของ หมึกพิมพ์ผ่านผ้าสกรีนที่ความละเอียดต่างๆ จากนั้นทดสอบการหลุดลอกด้วยวิธีใช้เทปกาวตามมาตรฐาน ASTM D3359-02 และวิเคราะห์หาปริมาณการย้ายที่ของตัวทำละลายในหมึกพิมพ์ด้วยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี จากการทดสอบพบว่าผ้าสกรีนที่มีความละเอียดเบอร์ 120 เป็นผ้าสกรีนที่เหมาะสมในการพิมพ์สกรีนบนขวดพอ ลิเอทิลีน เนื่องจากให้ค่าการหลุดลอกที่ร้อยละ 5 และไม่พบไอของตัวทำลายปนเปื้อนในขวดพอลิเอทิลีนเลย ที ' ความหนาของชั้นฟิล์มใดๆก็ตาม ในทางตรงกันข้ามมีการพบไอของสารพอลิเอทิลีนแทน ซึ่งต้องใช้เวลาในการ ระเหยออกจากขวดก่อนนำไปใช้งานจริงในตลาด

บทที่ 3
วิธีการศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาแนวทางงานวิจัย เรื่อง การศึกษาผลของคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ เพื่องานบรรจุภัณฑ์ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ และนำข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม และเพื่อให้การศึกษาบรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานไว้ ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 วัสดุ-อุปกรณ์ ในการวิจัย

3.3 วิธีการดำเนินการวิจัยและทดลอง

3.4 วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการทดลองประสิทธิภาพของกระดาษ

3.5 ดำเนินการออกแบบและขึ้นรูปตัวอย่างบรรจุภัณฑ์

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ ทางวิชาการของคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ เพื่องานบรรจุภัณฑ์นี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปเป็นข้อมูลเสริมสำหรับการงานวิจัยในด้านต่าง ๆ เช่น กรรมวิธีการทำเยื่อกระดาษเส้นใยพืช , คุณภาพของกระดาษ , กรรมวิธีการพิมพ์พื้นทะลุ , มาตรฐานการพิมพ์ , บรรจุภัณฑ์ โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลทั้งภาคเอกสาร ภาคสื่ออิเล็คทรอนิคส์ และจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

3.2 วัสดุ-อุปกรณ์ ในการวิจัย

3.2.1 วัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพิมพ์พื้นทะลุ

3.2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการทำบรรจุภัณฑ์

3.2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

3.2.6 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคุณภาพการพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษ

3.2.7 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์

3.3 วิธีการดำเนินการวิจัยและทดลอง การวิจัยนี้แบ่งการปฏิบัติงานออกเป็นดังนี้

3.3.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาเบื้องต้น

1. การศึกษาการผลิตเยื่อกระดาษเส้นใยพืช
2. การศึกษาคุณสมบัติทั่วไปเยื่อกระดาษเส้นใยพืช
3. การศึกษาการพิมพ์พื้นทะลุ
4. การศึกษามาตรฐานการพิมพ์
5. การศึกษาการออกแบบบรรจุภัณฑ์

3.3.2 การทดลองที่ 2 ขั้นตอนการพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

3.2.3 การทดลองที่ 3 เปรียบเทียบคุณภาพการพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

3.2.4 การทดลองที่ 4 เปรียบเทียบความพึงพอใจต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

3.2.5 การทดลองที่ 5 ผลิตบรรจุภัณฑ์จากบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

3.2.6 การทดลองที่ 6 เปรียบเทียบความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์จากบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

3.2.7 การทดลองที่ 7 วิเคราะห์และเรียบเรียงข้อมูลจากการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

3.4 วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการทดลองประสิทธิภาพของกระดาษ

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance : anova) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan’s multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.5 ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ ดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืช โดยการแบบสอบถามผู้ผลิตหรือผู้ที่มีความรู้ด้านการพิมพ์

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบคุณภาพการพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช โดยกำหนดและทำการทดสอบความเรียบสม่ำเสมอ ความคมชัดและวามครบถ้วนของภาพพิมพ์ ด้วยเครื่องสเป็กโตโฟโตมิเตอร์

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบความพึงพอใจงานพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช โดยแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ประกอบการด้านสิ่งพิมพ์

3.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์จากบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช โดยแบบสอบถามความพึงพอใจ

3.4.4 การวิเคราะห์และเรียบเรียงข้อมูลจากการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

3.5 ดำเนินการออกแบบและขึ้นรูปตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ โดยมีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

3.5.1 การวางแผนรายละเอียดต่างๆก่อนการออกแบบบรรจุภัณฑ์

3.5.2 การรวบรวมข้อมูลพื้นฐานด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์

3.5.3 พัฒนาความคิดริเริ่มต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยมีการร่างต้นแบบและทำต้นแบบบรรจุภัณฑ์ ประมาณ 3-5 แบบ

3.5.4 วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของต้นแบบบรรจุภัณฑ์ พร้อมเลือกแบบ

3.5.5 ขึ้นรูปต้นแบบบรรจุภัณฑ์จากเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิจัยโดยใช้รูปแบบในการจัดลำดับคุณภาพค่าคะแนน โดยมีเกณฑ์การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง ระดับความเห็นสอดคล้องมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง ระดับความเห็นสอดคล้องมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง ระดับความเห็นสอดคล้องปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง ระดับความเห็นสอดคล้องน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง ระดับความเห็นสอดคล้องน้อยที่สุด

1. ค่าร้อยละ
2. ค่าเฉลี่ย (Mean)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาแนวทางงานวิจัย เรื่อง การศึกษาผลของคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ เพื่องานบรรจุภัณฑ์ เพื่อให้การศึกษาบรรลุวัตถุประสงค์ของการทำวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนต่างๆ และนำเสนิผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 ผลสรุปการวิเคราะห์คุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

4.1.1 ข้อมูลสถานะภาพของผู้ตอบแบบประเมิน

4.1.2 สรุปผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับชนิดเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพการพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช ด้วยเครื่องสเป็กโตโฟโตมิเตอร์ ด้านความเรียบสม่ำเสมอ ความคมชัดและวามครบถ้วนของภาพพิมพ์

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบความพึงพอใจต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

4.3.1 สรุปผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับชนิดเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีคุณภาพสอดคล้องกับลักษณะการพิมพ์

4.3.2 สรุปผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการพิมพ์พื้นทะลุกับชนิดของเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

4.4 ผลสรุปการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษเส้นใยพืช

4.1 ผลสรุปการวิเคราะห์คุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

4.1.1 ข้อมูลสถานะภาพของผู้ตอบแบบประเมิน

ตารางที่ 4.1 แสดงร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	27	67.5
หญิง	13	32.5
อายุ		
30 – 35 ปี	22	55
36 – 40 ปี	6	15
40 ปีขึ้นไป	12	30
ประสบการณ์ความรู้ด้านการพิมพ์		
ต่ำกว่า 5 ปี	17	42.5
5 – 10 ปี	5	12.5
10 – 15 ปี	4	10
15 ปีขึ้นไป	14	35

จากตารางที่ 4.1 แสดงค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชายร้อยละ 67.5 เพศหญิงร้อยละ 32.5 อยู่ในช่วงอายุ 30 – 35 ปี ร้อยละ 55 ช่วงอายุ 36 – 40 ปี ร้อยละ 15 ช่วงอายุ 40 ปีขึ้นไป ร้อยละ 30 มีประสบการณ์ความรู้ด้านการพิมพ์ต่ำกว่า 5 ปี ร้อยละ 42.5 ประสบการณ์ความรู้ด้านการพิมพ์ 5 – 10 ปี ร้อยละ 12.5 ประสบการณ์ความรู้ด้านการพิมพ์ 10 – 15 ปี ร้อยละ 10 และประสบการณ์ความรู้ด้านการพิมพ์ตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป ร้อยละ 35

4.1.2 สรุปผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับชนิดเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ย ความเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะของเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

คุณลักษณะเยื่อกระดาษ	ชนิดเยื่อกระดาษเส้นใยพืช				
	สา	กล้วย	สับปะรด	มูลช้าง	หญ้าแฝก
ความแข็งแรงของพื้นผิว	4.4	4.8	3.6	3.6	4.4
สภาพดูดซึมน้ำ	4.6	3.6	3.4	3.6	3.4
สภาพการดูดซึมหมึก	4.4	4.0	3.6	3.4	3.6
ความเรียบเสมอ	4.8	3.6	4.4	4.0	3.4
ค่าเฉลี่ย	**4.6**	**4.0**	**3.75**	**3.65**	**3.7**

จากตารางที่ 4.2 พบว่าคุณลักษณะเยื่อกระดาษด้านความแข็งของพื้นผิวเยื่อกระดาษกล้วยอยู่ระดับดีมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.8 ด้านสภาพการดูดซึมน้ำเยื่อกระดาษสาอยู่ระดับดีมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.6 ด้านสภาพการดูดซึมหมึกเยื่อกระดาษสาอยู่ระดับดีมากค่าเฉลี่ย 4.4 ด้านความเรียบเสมอเยื่อกระดาษสาอยู่ระดับดีมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.8 คุณภาพของเยื่อกระดาษเส้นใยพืชโดยรวมเยื่อกระดาษสาอยู่ที่ระดับดีมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.6

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพการพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยค่าสีของภาพลายเส้นบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

ชนิดแผ่นพิมพ์ภาพ (เยื่อกระดาษเส้นใยพืช)	ค่าสี	
	L*	a*
สา	54.80	-42.35
กล้วย	54.76	-42.32
สับปะรด	54.78	-42.34
มูลช้าง	54.78	-42.34
หญ้าแฝก	54.76	-42.32

หมายเหตุ : L* คือความสว่าง

a* คือ ลักษณะของสี

จากตารางที่ 4.3 พบว่าสีที่ปรากฏอยู่บนวัสดุพิมพ์ทั้ง 5 ชนิดมีความเรียบเสมอของสีที่มีค่าความแตกต่างโดยผลรวมไม่เกิน 5 แสดงอยู่ในค่าที่สามารถเห็นได้เหมือนกัน

ตารางที่ 4.4 แสดงความสามารถในการเก็บรายละเอียดของภาพลายเส้นบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

ชนิดแผ่นพิมพ์ภาพ (เยื่อกระดาษเส้นใยพืช)	**ประสิทธิภาพ**		
	ติดครบถ้วน	**ติดบางส่วน**	**ไม่ติด**
สา	✓		
กล้วย		✓	
สับปะรด	✓		
มูลช้าง	✓		
หญ้าแฝก		✓	

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการติดของหมึกบนเยื่อกระดาษสา สับปะรด มูลช้าง สีสามารถยึดติดได้มากกว่า เยื่อกระดาษกล้วยและหญ้าแฝก

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการพิมพ์พื้นทะลุที่เป็นเปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนระดับ 60 lpi

ชนิดแผ่นพิมพ์ภาพ (เยื่อกระดาษเส้นใยพืช)	**ประสิทธิภาพ**		
	ติดครบถ้วน	**ติดบางส่วน**	**ไม่ติด**
สา	✓		
กล้วย		✓	
สับปะรด		✓	
มูลช้าง		✓	
หญ้าแฝก		✓	

จากตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการพิมพ์พื้นทะลุที่เป็นเปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนระดับ 60 lpi บนเยื่อกระดาษสา สีสามารถยึดติดได้มากกว่า เยื่อกระดาษสับปะรด มูลช้าง กล้วยและหญ้าแฝก

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบความพึงพอใจต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

4.3.1 สรุปผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับชนิดเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีคุณภาพสอดคล้องกับลักษณะการพิมพ์

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยและความหมายของความคิดเห็นเกี่ยวกับชนิดของเยื่อกระดาษเส้นใยพืช (n = 5)

ชนิดเยื่อกระดาษเส้นใยพืช	ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
กระดาษสา	4.65	เห็นด้วยมากที่สุด
กระดาษกล้วย	3.75	เห็นด้วยมาก
กระดาษสับปะรด	3.22	เห็นด้วยปานกลาง
กระดาษมูลช้าง	3.41	เห็นด้วยปานกลาง
กระดาษหญ้าแฝก	3.33	เห็นด้วยปานกลาง

จากตารางที่ 4.6 พบว่าคุณภาพงานพิมพ์บนเยื่อกระดาษสามีความเหมาะสมมากที่สุดเป็นที่น่าพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.65 เยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีความเหมาะสมมากเป็นเยื่อกระดาษกล้วย ซึ่งเป็นที่น่าพอใจอยู่ในระดับมากค่าเฉลี่ย 3.75 เยื่อกระดาษสับปะรดเป็นที่น่าพอใจอยู่ในระดับปานกลางค่าเฉลี่ย 3.22 เยื่อกระดาษมูลช้างเป็นที่น่าพอใจอยู่ในระดับปานกลางค่าเฉลี่ย 3.41 เยื่อกระดาษหญ้าแฝกเป็นที่น่าพอใจอยู่ในระดับปานกลางค่าเฉลี่ย 3.33

4.3.2 สรุปผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการพิมพ์พื้นทะลุกับชนิดของเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

เยื่อกระดาษสามีความเหมาะสมในระบบการพิมพ์พื้นทะลุมากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นคุณสมบัติของเยื่อกระดาษ คุณภาพงานพิมพ์ รวมถึงความพึงพอใจต่อคุณภาพงานพิมพ์ ในขณะที่เยื่อกระดาษสับปะรดและเยื่อกระดาษมูลช้างนั้นมีพื้นผิวที่ไม่แข็งแรง เกิดการหลุดถอนของเส้น

ใยกระดาษตลอดเวลา จึงควรมีการปรับปรุงคุณภาพผิวหน้ากระดาษก่อนพิมพ์ ในขณะที่เยื่อกระดาษกล้วยและเยื่อกระดาษหญ้าแฝกมีผิวที่แข็งแรง

4.4 ผลสรุปการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษเส้นใยพืช

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษเส้นใยพืช

รูปแบบและโครงสร้างบรรจุภัณฑ์	ระดับความพึงพอใจ				
	แบบ 1	แบบ 2	แบบ 3	แบบ 4	แบบ 5
1. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่สอดคล้องกับเยื่อกระดาษเส้นใยพืช	4.20	3.40	3.60	4.00	3.80
2. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน	4.00	3.60	4.20	3.80	3.80
3. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา	3.80	3.00	3.60	3.40	3.00
4. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการขนส่ง	4.00	4.00	4.20	4.00	4.20
5. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการวางบนชั้นแสดงสินค้า	4.40	4.00	4.60	4.00	4.20
รวม	**4.08**	**3.60**	**4.04**	**3.84**	**3.80**

จากตารางที่ 4.7 พบว่ามีความพึงพอใจบรรจุภัณฑ์แบบที่ 1 และแบบที่ 3 อยู่ในระดับมาก โดยบรรจุภัณฑ์แบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ยรวม 4.08 และบรรจุภัณฑ์แบบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยรวม 4.04 รองลงมาเป็นบรรจุภัณฑ์แบบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยรวม 3.84 บรรจุภัณฑ์แบบที่ 5 มีค่าเฉลี่ยรวม 3.80 และบรรจุภัณฑ์แบบที่ 2 มีค่าเฉลี่ยรวม 3.60

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาแนวทางงานวิจัย เรื่อง การศึกษาผลของคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ เพื่องานบรรจุภัณฑ์ ในบทนี้เป็นการสรุปผลการวิจัย การอภิปรายและข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณภาพของเยื่อกระดาษเส้นใยพืช
2. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ และนำข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม
3. เพื่อเปรียบเทียบการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

สมมุติฐานการวิจัย

1. คุณลักษณะของเยื่อกระดาษเส้นใยพืชต่างชนิดกันมีคุณลักษณะต่างกัน
2. คุณภาพสิ่งพิมพ์ของเยื่อกระดาษต่างชนิดกันมีคุณภาพการพิมพ์ต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยผลของคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ เพื่องานบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ระบบการพิมพ์พื้นทะลุ เยื่อกระดาษเส้นใยพืช 5 ชนิด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เลือกใช้เครื่องมือในการวิจัย คือ

1. แบบสอบถามคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืช โดยเลือกกลุ่มผู้ผลิตหรือผู้ที่มีความรู้ด้านการพิมพ์
2. ทดสอบความเรียบสม่ำเสมอ ความคมชัดและวามครบถ้วนของภาพพิมพ์ด้วยเครื่องสเป็กโตโฟโตมิเตอร์
3. แบบสอบถามความพึงพอใจงานพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืชโดยเลือกกลุ่มผู้ผลิตหรือผู้ที่มีความรู้ด้านการพิมพ์

4. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์จากบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช โดยเลือกกลุ่มผู้ผลิตหรือผู้ที่มีความรู้ด้านบรรจุภัณฑ์

5.1.2 ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืชจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 67.5 อยู่ในช่วงอายุ 30 – 35 ปี ร้อยละ 55 มีประสบการณ์ความรู้ด้านการพิมพ์ต่ำกว่า 5 ปี ร้อยละ 42.5 โดยมีความคิดเห็นเกี่ยวกับเยื่อกระดาษสามีคุณลักษณะที่เหมาะสมต่อระบบการพิมพ์อยู่ในระดับดีมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.6

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการเปรียบเทียบคุณภาพการพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช โดยกำหนดและทำการทดสอบความเรียบสม่ำเสมอ ความคมชัดและวามครบถ้วนของภาพพิมพ์ ด้วยเครื่องสเป็กโตโฟโตมิเตอร์ พบว่าสีที่ปรากฏอยู่บนวัสดุพิมพ์ทั้ง 5 ชนิด มีความเรียบเสมอของสีที่มีค่าความแตกต่างโดยผลรวมไม่เกิน 5 แสดงอยู่ในค่าที่สามารถเห็นได้เหมือนกัน ความสามารถในการติดของหมึกบนเยื่อกระดาษสา สับปะรด มูลช้าง สีสามารถยึดติดได้มากกว่า เยื่อกระดาษกล้วยและหญ้าแฝก ส่วนความสามารถในการพิมพ์พื้นทะลุที่เป็นเปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีนระดับ 60 lpi บนเยื่อกระดาษสา สีสามารถยึดติดได้มากกว่า เยื่อกระดาษสับปะรด มูลช้าง กล้วยและหญ้าแฝก

3. ผลการเปรียบเทียบความพึงพอใจงานพิมพ์พื้นทะลุบนเยื่อกระดาษเส้นใยพืช โดยผู้ประกอบการด้านสิ่งพิมพ์จำนวน 5 ท่าน พบว่า คุณภาพงานพิมพ์บนเยื่อกระดาษสามีความเหมาะสมมากที่สุด เป็นที่น่าพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.65 ไม่ว่าจะเป็นคุณสมบัติของเยื่อกระดาษ คุณภาพงานพิมพ์ รวมถึงความพึงพอใจต่อคุณภาพงานพิมพ์ ในขณะที่เยื่อกระดาษสับปะรดและเยื่อกระดาษมูลช้างนั้นมีพื้นผิวที่ไม่แข็งแรง เกิดการหลุดถอนของเส้นใยกระดาษตลอดเวลา จึงควรมีการปรับปรุงคุณภาพผิวหน้ากระดาษก่อนพิมพ์ ในขณะที่เยื่อกระดาษกล้วยและเยื่อกระดาษหญ้าแฝกมีผิวที่แข็งแรง

4. ผลการเปรียบเทียบความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษเส้นใยพืช จำนวน 5 แบบ พบว่าบรรจุภัณฑ์แบบที่ 1 และแบบที่ 3 มีค่าระดับคะแนนอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก โดยบรรจุภัณฑ์แบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ยรวม 4.08 และบรรจุภัณฑ์แบบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยรวม 4.04 รองลงมาเป็นบรรจุภัณฑ์แบบที่ 4 มีค่าเฉลี่ยรวม 3.84 บรรจุภัณฑ์แบบที่ 5 มีค่าเฉลี่ยรวม 3.80 และบรรจุภัณฑ์แบบที่ 2 มีค่าเฉลี่ยรวม 3.60

5.2 ข้อเสนอแนะ

สิ่งพิมพ์ที่ดีนั้น มักจะขึ้นอยู่กับผิวของเยื่อกระดาษ เนื่องจากเยื่อกระดาษเส้นใยพืชมีลักษณะผิวที่หนา บางไม่สม่ำเสมอกัน ก่อนทำการพิมพ์ทุกครั้งต้องมีการเตรียมผิวทุกครั้ง ทุกแผ่นด้วยการขัดผิวให้เรียบ ขั้นตอนการขัดผิวนี้จะทำให้เกิดการหลุดเป็นผงหรือเส้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการอุดตันของแม่พิมพ์ทำให้ภาพพิมพ์ที่ได้นั้นไม่สมบูรณ์ และอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องพิมพ์ได้ และอาจอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการพิมพ์อันเกิดมาจากสาเหตุหลายประการ โดยอาจสรุปได้ดังนี้

1. รูปภาพหรืองานพิมพ์ต้นฉบับที่จะพิมพ์ ถือเป็นปัจจัยแรกของการพิมพ์ รายละเอียดของภาพลายเส้นจะต้องมีลักษณะที่มีความหนา
2. เครื่องพิมพ์ จะต้องเหมาะสมกับวัสดุงานพิมพ์
3. ควรเลือกหมึกพิมพ์ ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับเยื่อกระดาษเส้นใยพืช
4. ควรเตรียมผิวหน้าเยื่อกระดาษให้เรียบ หรือทำการเคลือบผิวให้เรียบก่อนการพิมพ์

จากสาเหตุดังกล่าวการวิจัยครั้งต่อไปควรแก้ปัญหาผิวหน้าเยื่อกระดาษเส้นใยพืช โดยทำการวิจัยเกี่ยวกับวัสดุเคลือบผิว หน้าเยื่อกระดาษเส้นใยพืชก่อนการพิมพ์ เพื่อช่วยให้สามารถนำกระดาษพื้นบ้านมาใช้ในธุรกิจการพิมพ์ได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บรรณานุกรม

จันทร์ประภา พ่วงสุวรรณ . 2552. **เครื่องต้นแบบระบบการพิมพ์สกรีนแบบกึ่งอัตโนมัติ.** สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ชัยมิตร แสวงมงคล. 2547. **ผลของคุณภาพสิ่งพิมพ์ประเภทเยื่อกระดาษที่มีต่อระบบการพิมพ์การออกแบบกราฟิกและบรรจุภัณฑ์สมุนไพรของกลุ่มเกษตรกรโพธิ์ทอง จังหวัดสมุทรปราการ**. สาระนิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ดวงจันทร์ ปรีชายะจิตต์. 2546. **การศึกษาและพัฒนารูปลักษณ์ด้านกราฟิก และบรรจุภัณฑ์สำหรับงานหัตถกรรมพื้นบ้าน ประเภทผ้าไหม อำเภอชนบท จังหวัดขอนแก่น.** สาระนิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ประชิด ทินบุตร.2530.**การออกแบบบรรจุภัณฑ์**. กรุงเทพฯ : โอเอสพริ้นติ้งเฮาส์.

ปุ่น คงเจริญเกียรติ. **บรรจุภัณฑ์อาหาร** . กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2542

ภณิดา ฤทธิมาศ. **ผลของการพิมพ์ต่อความปลอดภัยของขวดน้ำดื่มพอลิเอทิลีน**. สาขาวิชาเทคโนโลยีทางภาพถ่าย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มยุรี ภาคลำเจียก.2546. **บรรจุภัณฑ์.** www.mew6.com

วันชัน ศิริชนะ.2530.**ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสื่อสิ่งพิมพ์**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.

วิบูลย์ ลี้สุวรรณ. 2532. **ศิลปหัตถกรรมไทย** : การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย.ปีศิลปหัตถกรรมไทย. พ.ศ. 2531 - 2331.

วีระ โชติธรรมาภรณ์.**มาตรฐานการพิมพ์ ISO 12647 กับ มอก.2260** . www.fit.ssru.ac.th/images/m6.pdf [2550]

สมชาย หอมละออ.2538. **“ รวมกฎหมายสิ่งแวดล้อม”** สภาทนายความแห่งประเทศไทยและมูลนิธิโลกสีเขียว บริษัทมายด์ พับลิชชิ่ง จำกัด มีนาคม. ISBN 974-89004-9-5

สุชาติ อุดมศักดิ์.2542.**การพิมพ์เบื้องต้น** . กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ. พ.ศ. 2542

บรรณานุกรม (ต่อ)

อรัญ หาญสืบสาย .**มาตรฐานการพิมพ์** . http://thaiprint.org/viewarticle.php?articleid=25 [2551]

อนุตา ไกรสุวรรณ. 2547. **การผลิตกระดาษสา**. www.papersaathai.com

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

แบบประเมินคุณลักษณะเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

แบบประเมินความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษเส้นใยพืช

แบบประเมินคุณลักษณะเยื่อกระดาษเส้นใยพืช
เรื่อง
การศึกษาผลของคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ เพื่องานบรรจุภัณฑ์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณภาพของเยื่อกระดาษเส้นใยพืช
2. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ และนำข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม
3. เพื่อเปรียบเทียบการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

คำตอบจากแบบประเมินคุณภาพและข้อเสนอแนะต่างๆ จะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษา พัฒนาการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์

แบบประเมินคุณลักษณะนี้มี 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานะภาพของผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะของเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

โดย
คณะผู้วิจัย
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานะภาพของผู้ประเมิน

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ( ) ที่ตรงตามความเป็นจริงของท่าน

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) 30 – 35 ปี ( ) 36 – 40 ปี

( ) 40 ปีขึ้นไป

3. ประสบการณ์ความรู้ด้านการพิมพ์

( ) ต่ำกว่า 5 ปี ( ) 5 – 10 ปี

( ) 10 – 15 ปี ( ) 15 ปีขึ้นไป

แบบประเมินคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ( ) ที่ตรงตามความคิดเห็นของท่าน โดยมีความหมายของระดับค่าความคิดเห็นจัดเป็นข้อคำถามประเมินค่า (RATING SCALE) แบบ 5 ช่องคะแนน

5	คะแนน	คือระดับความคิดเห็นของท่าน	เห็นด้วยมากที่สุด
4	คะแนน	คือระดับความคิดเห็นของท่าน	เห็นด้วยมาก
3	คะแนน	คือระดับความคิดเห็นของท่าน	เห็นด้วยปานกลาง
2	คะแนน	คือระดับความคิดเห็นของท่าน	เห็นด้วยน้อย
1	คะแนน	คือระดับความคิดเห็นของท่าน	เห็นด้วยน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณลักษณะของเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

ชนิดเยื่อกระดาษ		ระดับความพึงพอใจ				
		1	2	3	4	5
สา	ความแข็งแรงของผิว					
	สภาพการดูดซึมหมึก					
	สภาพการดูดซึมน้ำ					
	ความเรียบเสมอ					
กล้วย	ความแข็งแรงของผิว					
	สภาพการดูดซึมหมึก					
	สภาพการดูดซึมน้ำ					
	ความเรียบเสมอ					
สับปะรด	ความแข็งแรงของผิว					
	สภาพการดูดซึมหมึก					
	สภาพการดูดซึมน้ำ					
	ความเรียบเสมอ					
มูลช้าง	ความแข็งแรงของผิว					
	สภาพการดูดซึมหมึก					
	สภาพการดูดซึมน้ำ					
	ความเรียบเสมอ					
หญ้าแฝก	ความแข็งแรงของผิว					
	สภาพการดูดซึมหมึก					
	สภาพการดูดซึมน้ำ					
	ความเรียบเสมอ					

แบบประเมินความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษเส้นใยพืช
เรื่อง
การศึกษาผลของคุณภาพเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ
เพื่องานบรรจุภัณฑ์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณภาพของเยื่อกระดาษเส้นใยพืช
2. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของเยื่อกระดาษเส้นใยพืชที่มีผลต่อระบบการพิมพ์พื้นทะลุ และนำข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม
3. เพื่อเปรียบเทียบการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์จากเยื่อกระดาษเส้นใยพืช

คำตอบจากแบบประเมินคุณภาพและข้อเสนอแนะต่างๆ จะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษา พัฒนาการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์

แบบประเมินคุณลักษณะนี้มี 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานะภาพของผู้ประเมิน

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษเส้นใยพืช

โดย
คณะผู้วิจัย
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานะภาพของผู้ประเมิน

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ( ) ที่ตรงตามความเป็นจริงของท่าน

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) 30 – 35 ปี ( ) 36 – 40 ปี

( ) 40 ปีขึ้นไป

3. ประสบการณ์ความรู้ด้านการพิมพ์

( ) ต่ำกว่า 5 ปี ( ) 5 – 10 ปี

( ) 10 – 15 ปี ( ) 15 ปีขึ้นไป

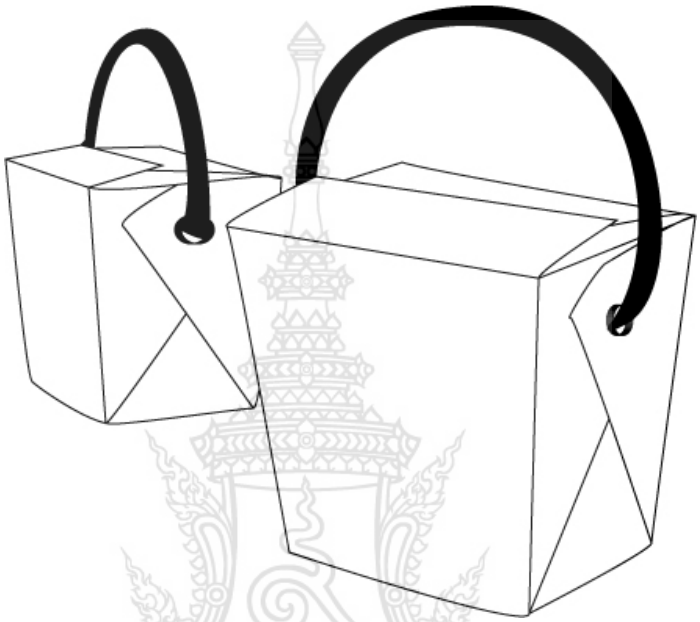
แบบประเมินความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษเส้นใยพืช

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ( ) ที่ตรงตามความคิดเห็นของท่าน โดยมีความหมายของระดับค่าความพึงพอใจจัดเป็นข้อคำถามประเมินค่า (RATING SCALE) แบบ 5 ช่องคะแนน

5	คะแนน	คือระดับความคิดเห็นของท่าน	พึงพอใจมากที่สุด
4	คะแนน	คือระดับความคิดเห็นของท่าน	พึงพอใจมาก
3	คะแนน	คือระดับความคิดเห็นของท่าน	พึงพอใจปานกลาง
2	คะแนน	คือระดับความคิดเห็นของท่าน	พึงพอใจน้อย
1	คะแนน	คือระดับความคิดเห็นของท่าน	พึงพอใจน้อยที่สุด

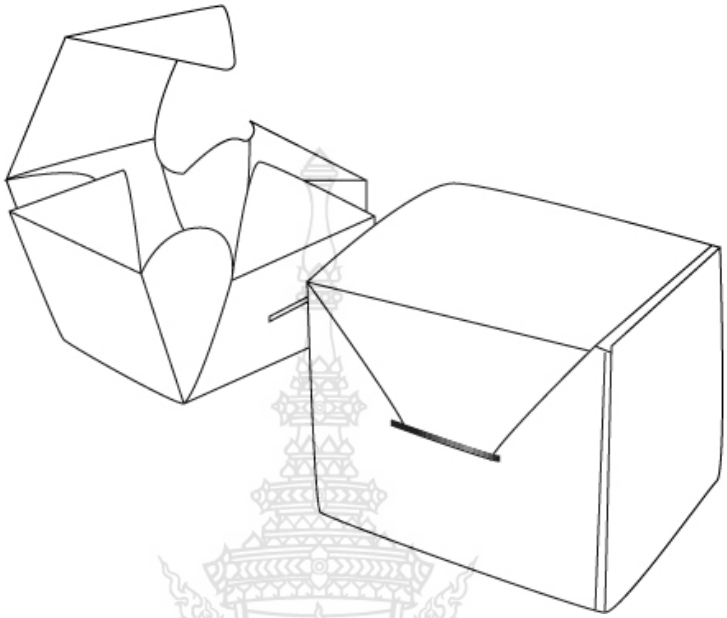
ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษเส้นใยพืชจำนวน 5 แบบ

โครงสร้างบรรจุภัณฑ์แบบที่ 1



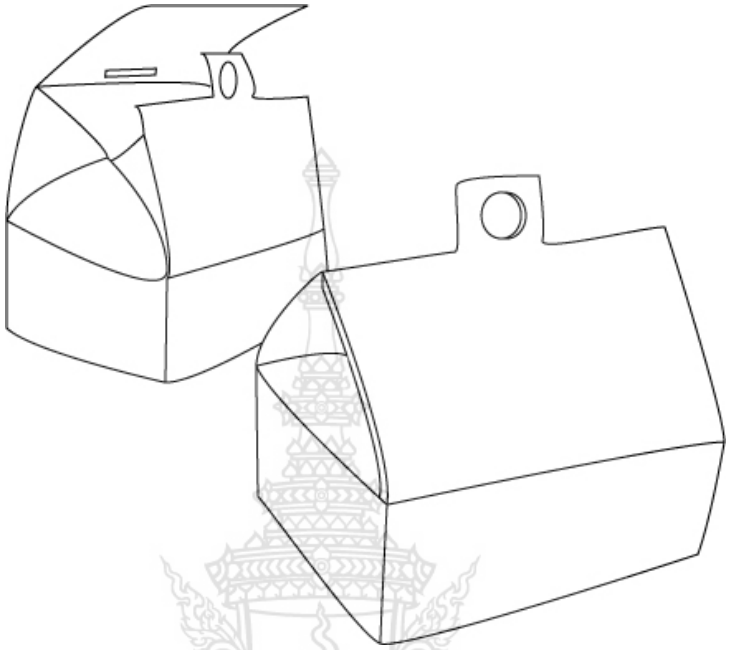
รูปแบบและโครงสร้างบรรจุภัณฑ์	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
1. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่สอดคล้องกับเยื่อกระดาษเส้นใยพืช					
2. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน					
3. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา					
4. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการขนส่ง					
5. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการวางบนชั้นแสดงสินค้า					

โครงสร้างบรรจุภัณฑ์แบบที่ 2



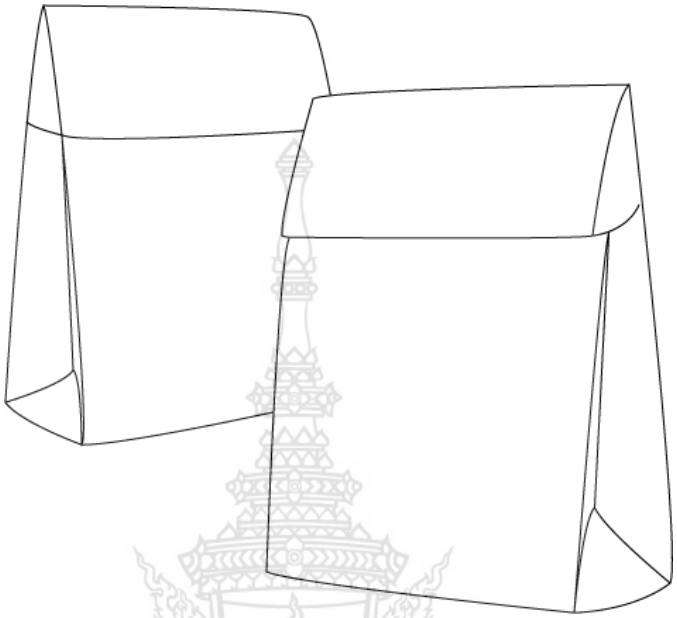
รูปแบบและโครงสร้างบรรจุภัณฑ์	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
1. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่สอดคล้องกับเยื่อกระดาษเส้นใยพืช					
2. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน					
3. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา					
4. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการขนส่ง					
5. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการวางบนชั้นแสดงสินค้า					

โครงสร้างบรรจุภัณฑ์แบบที่ 3



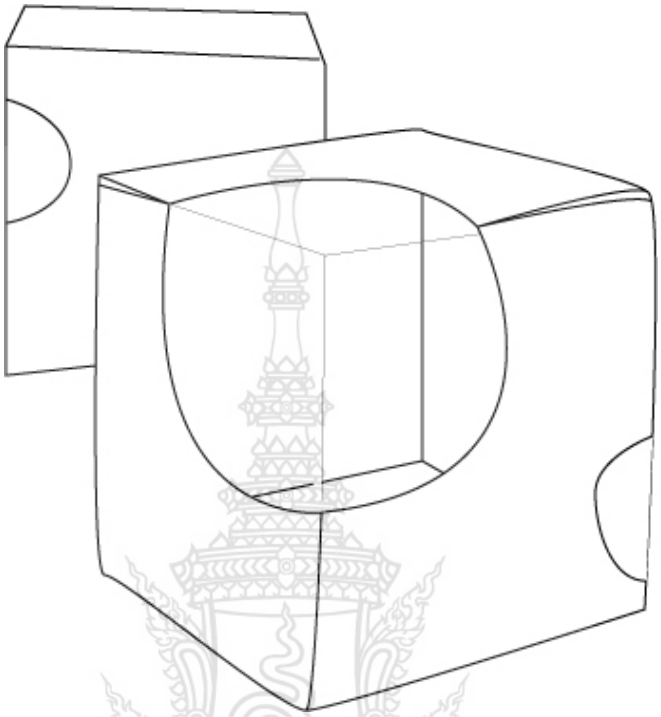
รูปแบบและโครงสร้างบรรจุภัณฑ์	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
1. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่สอดคล้องกับเยื่อกระดาษเส้นใยพืช					
2. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน					
3. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา					
4. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการขนส่ง					
5. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการวางบนชั้นแสดงสินค้า					

โครงสร้างบรรจุภัณฑ์แบบที่ 4



รูปแบบและโครงสร้างบรรจุภัณฑ์	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
1. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่สอดคล้องกับเยื่อกระดาษเส้นใยพืช					
2. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน					
3. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา					
4. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการขนส่ง					
5. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการวางบนชั้นแสดงสินค้า					

โครงสร้างบรรจุภัณฑ์แบบที่ 5



รูปแบบและโครงสร้างบรรจุภัณฑ์	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
1. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่สอดคล้องกับเยื่อกระดาษเส้นใยพืช					
2. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน					
3. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา					
4. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการขนส่ง					
5. บรรจุภัณฑ์นี้มีรูปแบบและโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการวางบนชั้นแสดงสินค้า					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

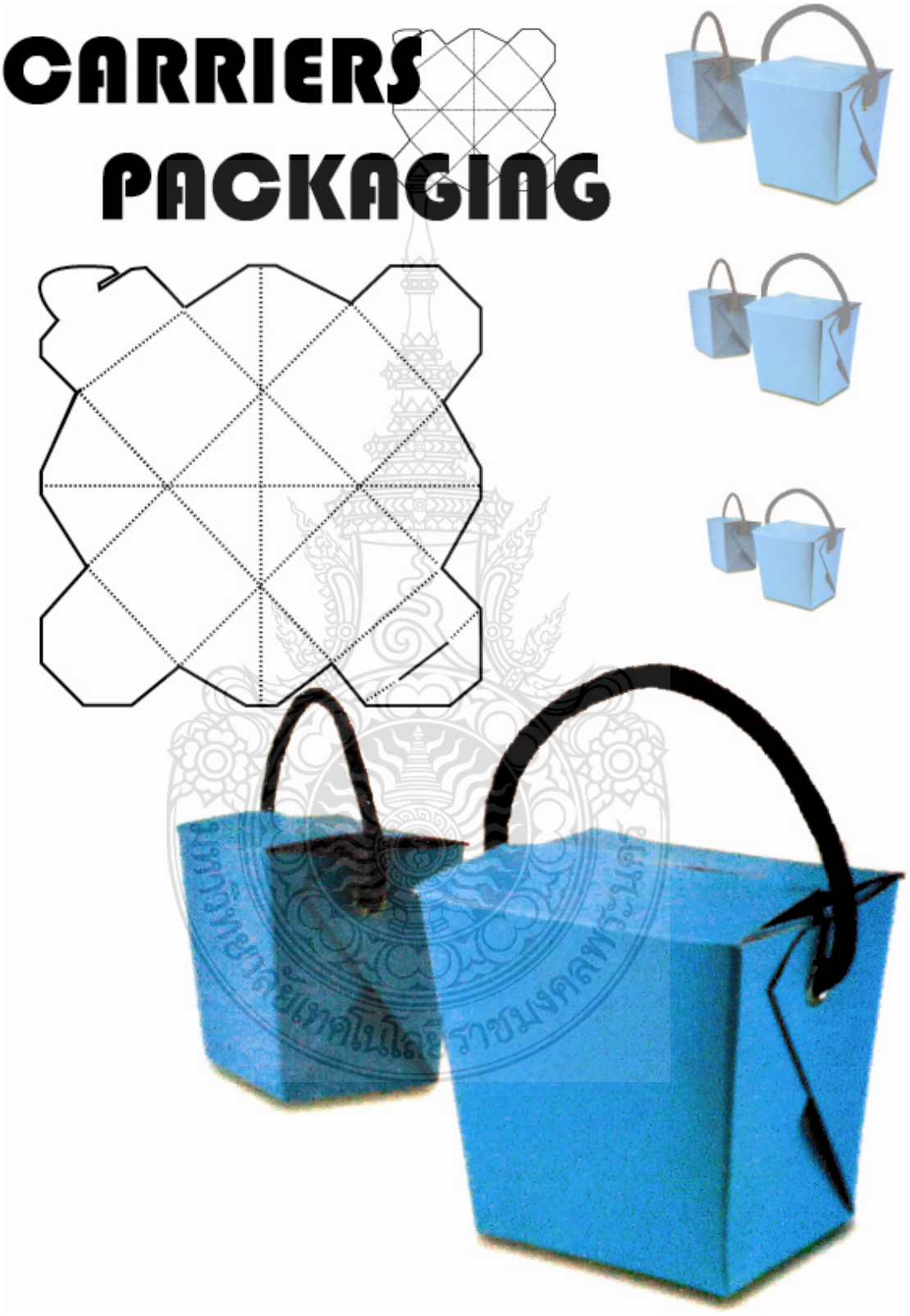
.....

.....

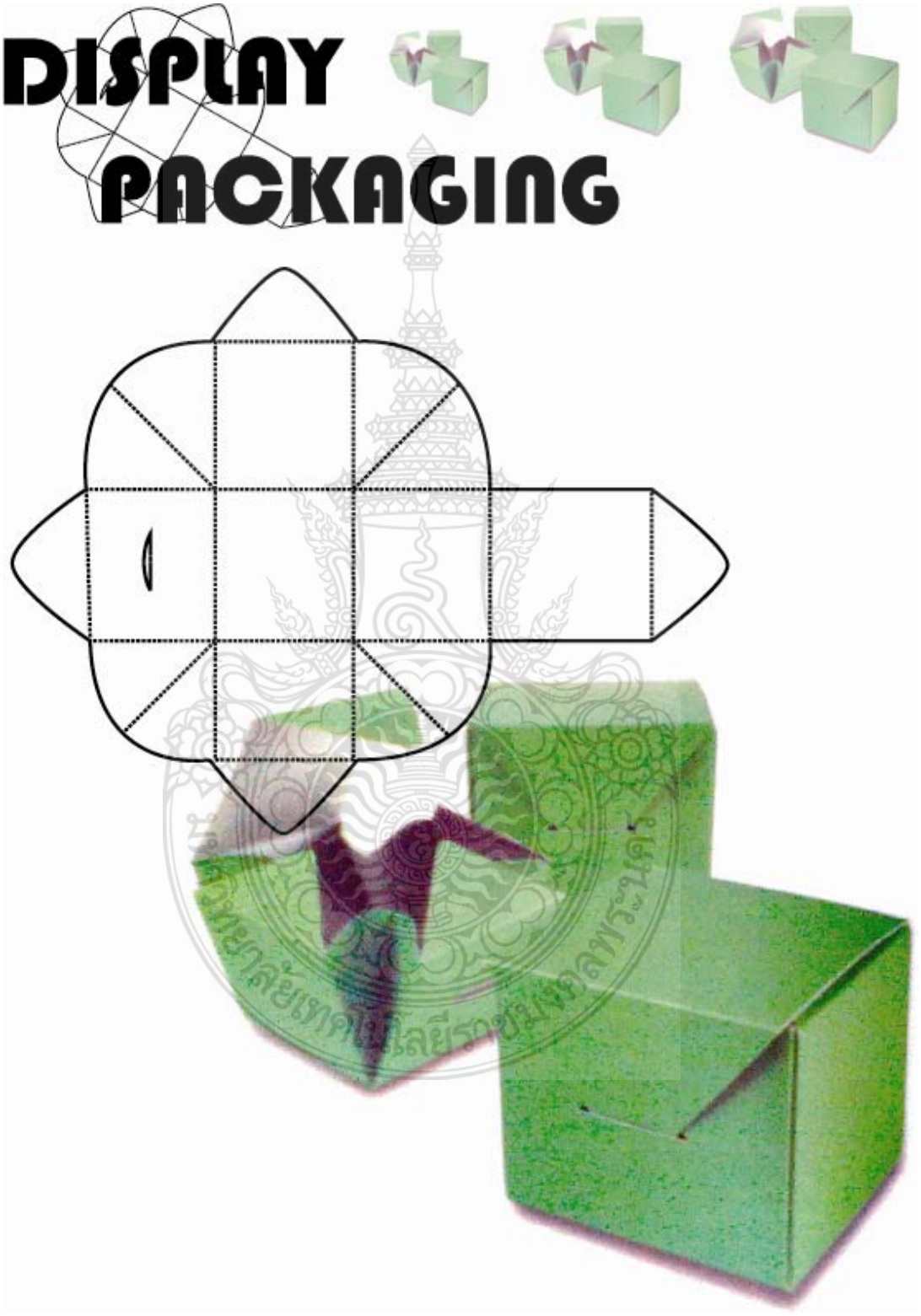
.....

ภาคผนวก ข.
ผลงานการออกแบบบรรจุภัณฑ์

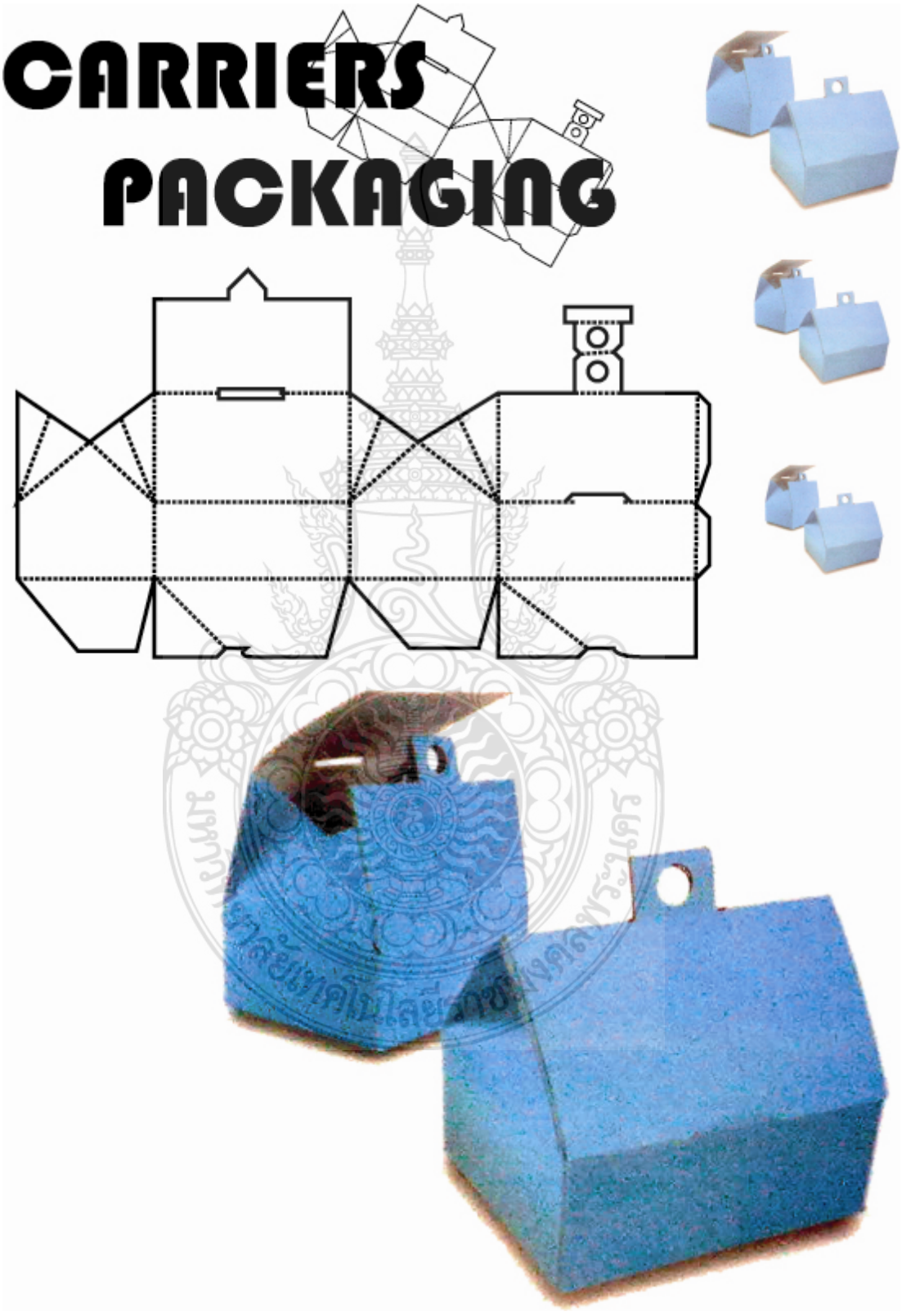
SKETCH DESIGN บรรจุภัณฑ์แบบที่ 1



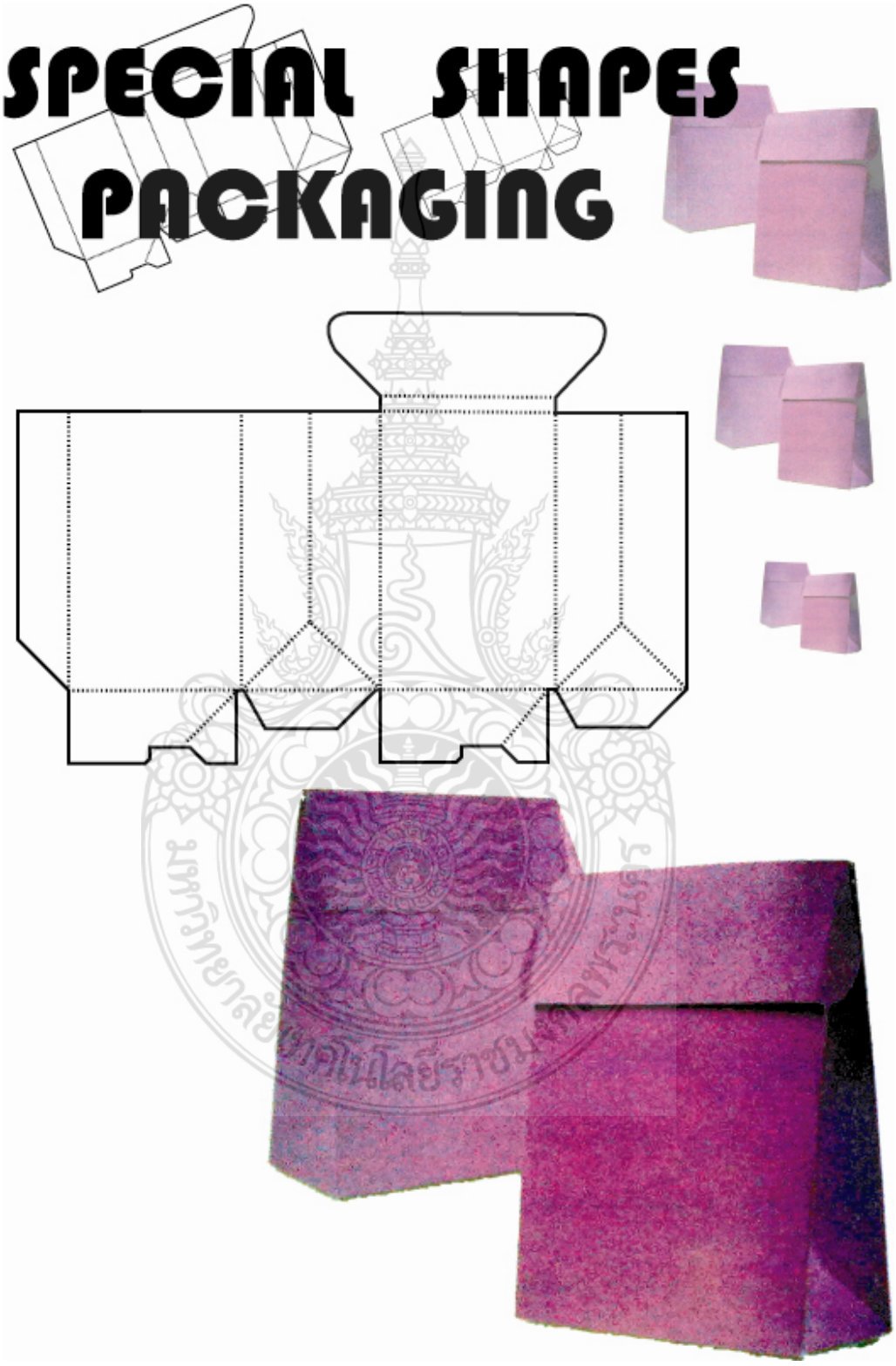
SKETCH DESIGN บรรจุภัณฑ์แบบที่ 2



SKETCH DESIGN บรรจุภัณฑ์แบบที่ 3



SKETCH DESIGN บรรจุภัณฑ์แบบที่ 4

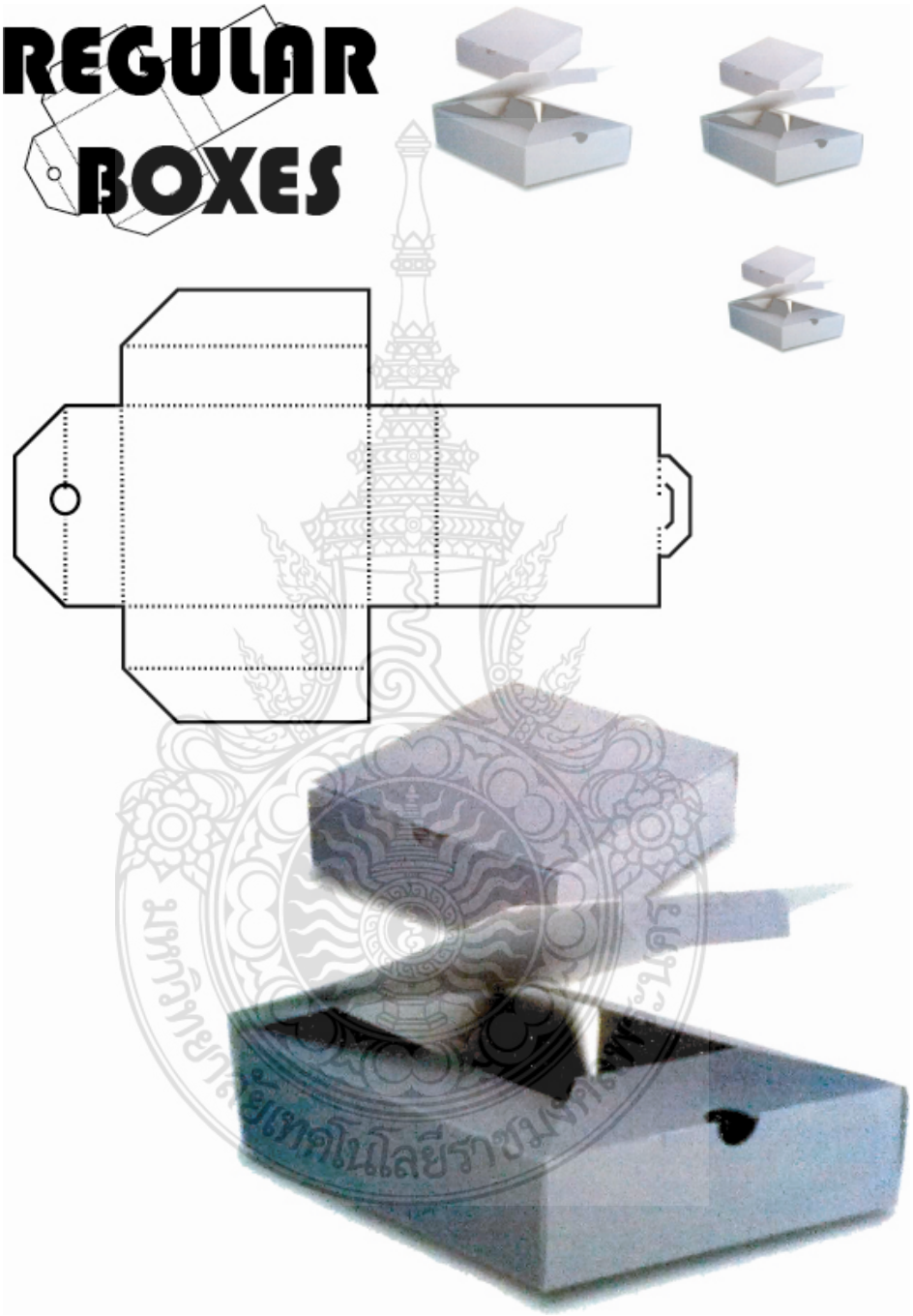


SKETCH DESIGN บรรจุภัณฑ์แบบที่ 5

ภาคผนวก ค.
ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์

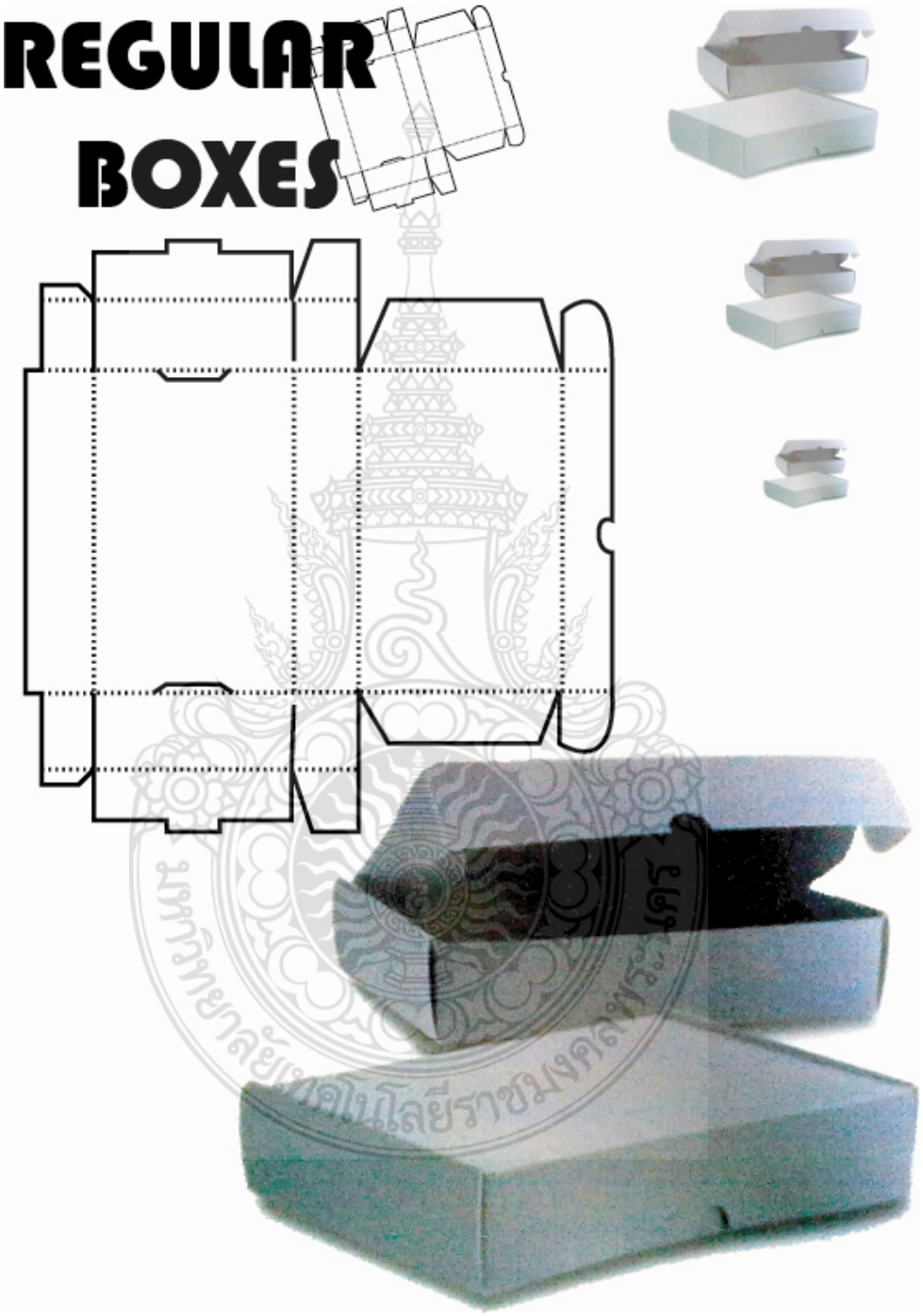
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ 1

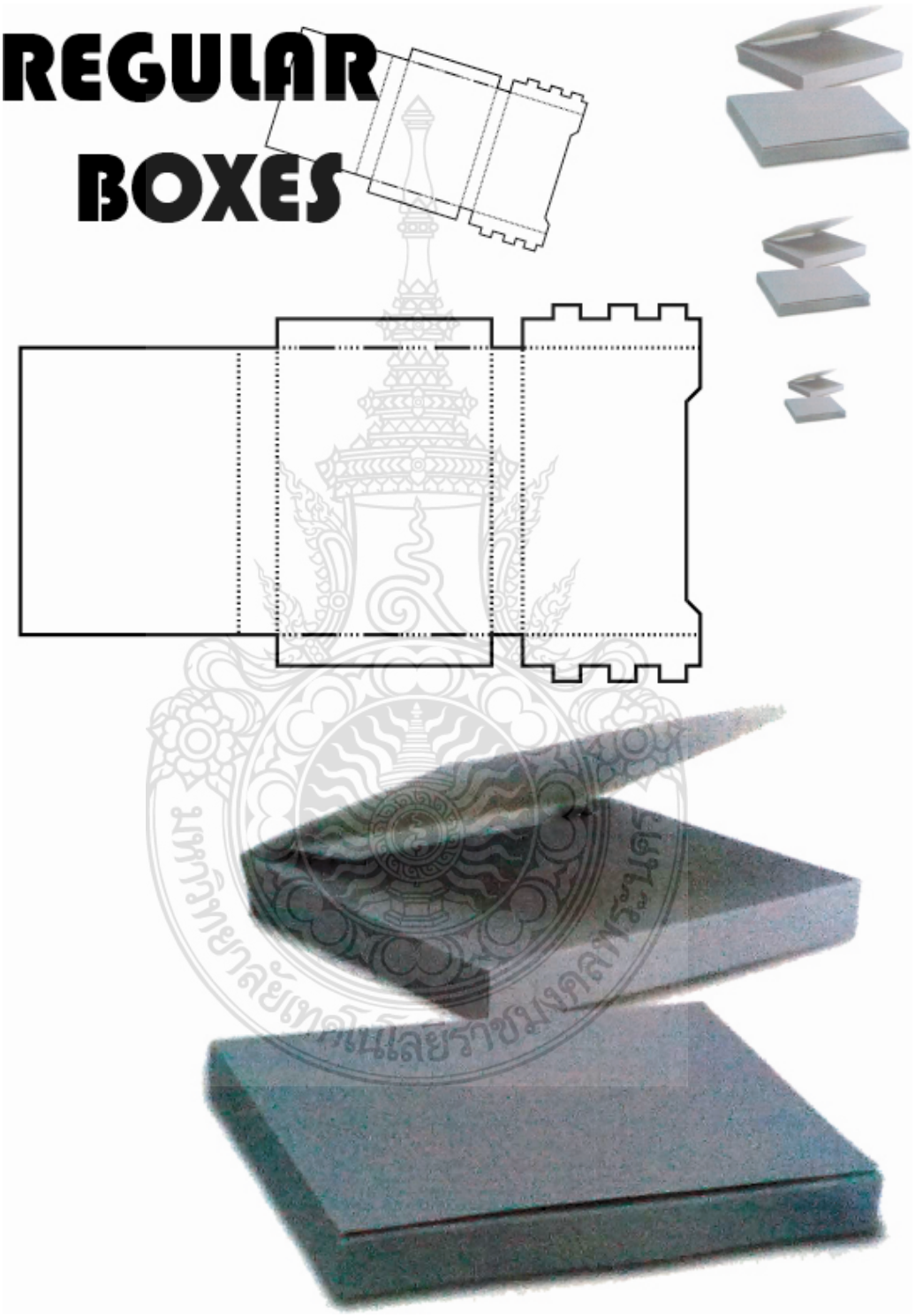


ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ 2

ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ 3



ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ 4



ประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวธัญญธร อินทร์ท่าฉาง

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Tanyatron Intachang

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 1201 00902 79 4

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ (พนักงานราชการ)

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
168 ถ.ศรีอยุธยา เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
โทรศัพท์ 02-282-8531-2 โทรสาร 02-282-4490
e-mail : yui_intachang@hotmail.co.th

5. ประวัติการศึกษา

วท.บ (ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาวิชาการ เทคโนโลยีสารสนเทศและนิเทศศาสตร์

กลุ่มวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายทินวงษ์ รักอิสระกุล

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Tinnawong Rakisarakul

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 6097 00316 91 1

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)

รองวิชาการฝ่ายวิชาการและวิจัย

หัวหน้าสาขาวิชาการออกแบบบรรจุภัณฑ์

หัวหน้าสาขาออกแบบผลิตภัณฑ์

อุตสาหกรรม

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

168 ถ.ศรีอยุธยา เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

โทรศัพท์ 02-282-8531-2 โทรสาร 02-282-4490

e-Mail : a4_00@yahoo.com

5. ประวัติการศึกษา

ค.อ.บ. (ศิลปอุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ค.อ.ม. (เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาวิชาการ เทคโนโลยีสารสนเทศและนิเทศศาสตร์

กลุ่มวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

งานวิจัยที่กำลังทำ : ผู้ร่วมวิจัย โครงการการศึกษาจิตวิทยาสีที่มีผลต่อผู้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นเลือนลาง เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายอาณัฏ ศิริพิชญ์ตระกูล

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Arnut Siripithakul

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 1001 00666 55 1

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
168 ถ.ศรีอยุธยา เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
โทรศัพท์ 02-282-8531-2 โทรสาร 02-282-4490
e-Mail : arnut_kmitl@yahoo.com

5. ประวัติการศึกษา

ค.อ.บ. (ศิลปอุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ค.อ.ม. (เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาวิชาการ เทคโนโลยีสารสนเทศและนิเทศศาสตร์

กลุ่มวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์