การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้ว จากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

STUDY AND DEVELOPMENT OF GLASSWARE MOLD PULP PACKAGING FROM RECYCLED PAPER AND NATURAL FIBER

หทัยกาญจน์ ใบนานา

HATHAIKARN BAINANA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL - 2009 - ED - M - 222 - 018

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้ว จากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

STUDY AND DEVELOPMENT OF GLASSWARE MOLD PULP PACKAGING FROM RECYCLED PAPER AND NATURAL FIBER

หทัยกาญจน์ ใบนานา

HATHAIKARN BAINANA

1105214

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-ED-M-222-018

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....105214
วัน.เดือน.ปี.....17 พ.ย. 2552

.b.....
.i.....

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้สงวนสิทธิ์ในการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY AND DEVELOPMENT OF GLASSWARE MOLD PULP PACKAGING FROM RECYCLED PAPER AND NATURAL FIBER

HATHAIKARN BAINANA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION

INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG

2009

KMITL-2009-ED-M-222-018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2009

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

Study and Development of Glassware Mold Pulp Packaging from Reclycle Paper and Natural Fiber

นักศึกษา นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา

รหัสประจำตัว 49063669

ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.อุดมศักดิ์	สาริบุตร	
รศ.สถาพร	ดีบุญมี ณ ชุมแพ	
ดร.ผดุงชัย	ภู่พัฒน์	
รศ.นพคุณ	นิศานาถี	
ดร.จตุรงค์	เลาหะเพ็ญแสง	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 1 เมษายน 2552 **เวลา** 09.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง ค 407 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วันที่ 28 **เดือน** พฤษภาคม **พ.ศ.** 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ
ชื่อนักศึกษา	หทัยกาญจน์ ใบนานา
รหัสประจำตัว	49063669
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2552
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์	ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาและทดสอบวัสดุเพื่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ 2) ออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเส้นใยจำนวน 3 คน ผู้จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องแก้ว 10 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมและการออกแบบจำนวน 3 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์และแบบบันทึก การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าความถี่ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์เทียบกับมาตรฐานการทดสอบบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการศึกษาและทดสอบวัสดุเพื่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

1.1 วัสดุที่มีความเหมาะสมมากที่สุดคือ ใบสับปะรดเพราะมีขนาดและความยาวของเส้นใยมาก อีกทั้งยังหาได้ง่ายในแหล่งการผลิต ราคาถูกและประเภทของกระดาษรีไซเคิล คือ กระดาษกล่องซึ่งใช้แค่กระบวนการแยกเยื่อเชิงกลทำให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย

1.2 อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างกระดาษรีไซเคิลกับเส้นใยจากใบสับปะรดคือ 30:70 และ ตัวประสานที่เหมาะสม คือ กาวจากแป้งมันสำปะหลัง 10%

2. ผลการออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

2.1 โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์ คือ รูปทรงเรขาคณิตในรูปแบบสี่เหลี่ยม สะดวกในการหยิบใช้งานและยังประหยัดต้นทุนในการผลิตแม่พิมพ์ โดยมีตัวล็อคปะกบและแผ่นกันกระแทกภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 กระบวนการผลิตมีขั้นตอนผสมผสานระหว่างการขึ้นแผ่นวัสดุโดยตะแกรงแบบเปียกและนำแผ่นวัสดุมาอัดโดยเครื่องอัดไฮโดรลิกแบบแห้งแรงดันที่เหมาะสมคือ 5000Kg/In^2 ใช้เวลาในการอัด 20 นาที มีความหนาของชิ้นงาน ที่ 1-1.5 มม.

2.3 บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากวัสดุกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยสับปะรดมีระสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Study and Development of Glassware Mold Pulp Packaging from Recycled Paper and Natural Fiber
Student	Hathaikarn Bainana
Student ID	49063669
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Industrial Design Technology
Year	2009
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Sathaporn D. Na Chumphae
Thesis Co-Advisor	Dr. Phadungchai Pupat

ABSTRACT

The purpose of this research are 1) study and test material , which applied for Glassware mold pulp packaging from recycled paper and natural fiber. 2) Designed and development for Glassware mold pulp packaging from recycled paper and natural fiber.

The Cross section including The fiber specialist 3 people, The specialist of engineering and designing 3 people and Dealer of glassware product 3 people. The equipment of this research were questionnaire, interview and record data while analysis by Percentage Value, Mean and Standard deviation method. After that, running a test on the packaging sample by The Transport Packaging Testing that was determined by Thailand Institute of Scientific and Technological Research.

From this research

1. The result of Study and Testing Material, which applied for Glassware mold pulp packaging from recycled paper and natural fiber r

1.1 The leftover natural agricultural from pineapple leaves that have character -ristics such as fair fiber length, strengthened of fiber strand, soft and durable, available in local with low cost and having volume of year round crop rotation.The recycled paper should be from waste of corrugate paper box

1.2 The optimum ratio between recycled paper pulp and pineapple fiber was 30 : 70 If we add the starch powder 10% in the sample sheet which is suitable for bounding with recycled paper and natural fiber could be increase the qualification in advance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. The result of Designed and development for Glassware mold pulp packaging from recycled paper and natural fiber.

2.1 The structural of mold pulp packaging designed should be square form , grip lock , cushion and contain multiple shape of products.

2.2 Forming package by Hydrolic Machine the best pressure was 3000 Kg/In^2 and usage 20 minute will have thickness around 1-1.5 mm .

2.3 The efficiency of mold pulp packaging from recycled paper and pineapple fiber is able to protect the products as follow Transport Packaging Testing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ได้ให้ความร่วมมือ กำลังใจ ความช่วยเหลือ ด้านข้อมูลเอกสารต่างๆ ดังนี้ อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ และ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ ที่คอยให้คำแนะนำขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนคอยผลักดันให้ผู้วิจัยามีความพยายามในการทำงานวิจัยตั้งแต่ต้นจนแล้วเสร็จ

ขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์ สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หลักสูตรปริญญาโท ทุกท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญและ หน่วยงานต่างๆ ที่ให้ความอนุเคราะห์ ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย คอยให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยปรับปรุงการทำงานในด้านการออกแบบและพัฒนา และขั้นตอนการทดลองทดสอบต่างๆ ขอบคุณทุกคนในครอบครัวและเพื่อนๆ ที่ได้ช่วยให้คำปรึกษา กำลังใจ และสนับสนุนในการจัดทำวิจัยชิ้นนี้จนประสบผลสำเร็จ

ท้ายสุดคุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้เป็นแนวทาง เพื่อการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตมาจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ ต่อไป

หทัยกาญจน์ ใบนานา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....IX

สารบัญรูป.....X

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....4

1.3 สมมุติฐานงานวิจัย.....5

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย.....5

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย.....6

1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย.....7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....9

2.1 การบรรจุภัณฑ์.....10

2.2 ประเภทของงานแก้ว.....24

2.3 วัสดุคอมโพสิต.....28

2.4 พืชเส้นใย.....31

2.5 ประเภทของกาว.....42

2.6 ขั้นตอนการผลิตแผ่นประกอบทดแทนไม้.....44

2.7 ขั้นตอนการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกขึ้นรูปจากกระดาษรีไซเคิล.....47

2.8 การทดสอบวัสดุและประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์.....49

2.9 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....56

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....61

3.1 การศึกษาและทดสอบวัสดุเพื่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ.....61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.1 ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุจากเส้นใยธรรมชาติ ตัวประสาน และประเภทของกระดาษรีไซเคิล....61

3.1.2 การกำหนดอัตราส่วนระหว่างกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ และตัวประสาน..... 62

3.2 ออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ....63

3.2.1 การศึกษาข้อมูลตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการบรรจุภัณฑ์กันกระแทก....63

3.2.2 การออกแบบรูปแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ....64

3.2.3 การออกแบบขบวนการผลิตเพื่อการทดลอง....66

3.2.4 การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์....68

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....73

4.1 ศึกษาและทดสอบวัสดุเพื่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ....73

4.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุจากเส้นใยธรรมชาติ ประเภทกระดาษรีไซเคิลและคุณสมบัติของตัวประสานที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัย....74

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของอัตราส่วนของตัวประสานที่เหมาะสมระหว่างกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ....81

4.2 ออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ....85

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปจากผู้จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องแก้วเพื่อกำหนดรูปแบบของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่ใช้ในงานวิจัย....85

4.2.2 ผลการวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์....88

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนการออกแบบการการทดลองผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ....93

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์....102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....106

บรรณานุกรม.....115

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....118

ภาคผนวก ข. หนังสือขอความอนุเคราะห์ ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญ.....129

ภาคผนวก ค. ขั้นตอนการดำเนินงาน.....144

ประวัติผู้เขียน.....172

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงการแยกประเภทของบรรจุภัณฑ์.....15

2.2 ส่วนผสมในผลิตภัณฑ์กระจก/แก้วมีคุณสมบัติและประโยชน์ต่างๆ.....18

2.3 ขั้นตอนการบรรจุและวัสดุบรรจุภัณฑ์ 19

2.4 แสดงขั้นตอนการบรรจุผลิตภัณฑ์.....25

3.1 การกำหนดความสูงมาตรฐาน ISO 2284.....70

3.2 สรุปขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....72

4.1 ขนาดเส้นใยของวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ.....74

4.2 แสดงผลการสัมภาษณ์คุณสมบัติของเส้นใยธรรมชาติที่เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร.....75

4.3 กระบวนการรีไซเคิลของกระดาษแต่ละประเภท.....77

4.4 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวประสานที่มาจากธรรมชาติ.....77

4.5 ภาพขั้นตอนการดำเนินงานทำแผ่นทดสอบวัสดุจากเส้นใยธรรมชาติ
และกระดาษรีไซเคิล.....39

4.6 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบจากกระดาษรีไซเคิล
และเส้นใยธรรมชาติ.....81

4.7 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบจากกระดาษรีไซเคิล
และเส้นใยธรรมชาติ.....33

4.8 แสดงจำนวนและ ค่าร้อยละข้อมูลทั่วไปของผู้จัดจำหน่ายเครื่องแก้ว.....85

4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ในส่วนของความคิดเห็นของผู้จัดจำหน่ายที่มี
ต่อบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม.....86

4.10 การวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากกระดาษรีไซเคิลและ
เส้นใยธรรมชาติจากผู้เชี่ยวชาญ.....91

4.11 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมและออกแบบการทดลองเพื่อการผลิต
บรรจุ ภัณฑ์กันกระแทกเยื่อกระดาษกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ.....93

4.12 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง.....95

4.13 วิเคราะห์การขึ้นรูปชิ้นงานบรรจุภัณฑ์.....98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1.1 สัดส่วนการผลิตบรรจุภัณฑ์.....2

1.2 แสดงความเชื่อมโยงของกรอบทฤษฎีที่ทำการศึกษา.....6

2.1 แสดงภาพประเภทของบรรจุภัณฑ์.....15

2.2 แสดงภาพหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์.....16

2.3 รูปทรงของกล่องโฟมป้องกันสินค้า.....20

2.4 รูปแบบของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่ขึ้นรูปจากเยื่อกระดาษ.....21

2.5 ลักษณะของฝอยไม้.....23

2.6 ลักษณะของฝอยกระดาษ.....24

2.7 กระบวนการผลิตขวดแก้ว.....27

2.8 a. Random fiber (short fiber) reinforced composites 29

2.9 b. Continuous fiber (long fiber) reinforced composites.....29

2.10 Particles as the reinforcement (Particulate composites):.....29

2.11 Flat flakes as the reinforcement (Flake composites):.....30

2.12 Fillers as the reinforcement (Filler composites):.....30

2.13 รูปร่างและลักษณะของเส้นใยพืช.....31

2.14 เส้นใยที่ได้จากไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็ง.....32

2.15 สูตรโครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส.....32

2.16 ลักษณะของใบสับปะรด.....34

2.17 ลักษณะลำต้นของยูคาลิปตัส.....36

2.18 กระบวนการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด.....46

2.19 มาตรฐาน ISTA (International Safe Transit Association) ; Test Procedure-A.....51

2.20 แสดงชนิดของการทดสอบสำหรับบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง.....51

2.21 ลักษณะเครื่อง The Sauter Infra-red Moisture Balance.....54

2.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าปริมาณความชื้นในกระดาษกับปริมาณความชื้นในอากาศ.....55

3.1 แสดงขั้นตอนการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากกระดาษรีไซเคิล
และเส้นใยธรรมชาติ.....65

3.2 ขั้นตอนการร่างการออกแบบขบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้ว
จากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ.....66

3.3 การทดสอบหาประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์.....69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.4 การทดสอบการสั่นสะเทือนโดยบรรจุภัณฑ์วางบนหิ้งที่สั่นสะเทือนไปตามลูกเบี้ยว.....70

3.5 การทดสอบการตกกระแทก.....70

3.6 สรุปขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....72

4.1 แผ่นทดสอบในอัตราส่วนต่างๆของกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยสับปะรด.....81

4.2 ผลิตภัณฑ์เครื่องแก้วที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด.....85

4.3 บรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่ใช้อยู่ในตลาดสินค้าจริง.....87

4.4 การวัดขนาดสัดส่วน รูปร่าง และมิติของผลิตภัณฑ์.....88

4.5 Idea Sketch ครั้งที่ 89

4.6 Idea Sketch ครั้งที่ 90

4.7 Moke Up โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์เท่าขนาดจริง.....90

4.8 รูปแบบของตัวกันกระแทกมิติภายในบรรจุภัณฑ์.....92

4.9 บรรจุภัณฑ์ภายนอกที่ออกแบบมาเพื่อใช้ประกอบการทดสอบ.....93

4.10 ขั้นตอนการฟอร์มแผ่นวัสดุ.....97

4.11 ขั้นตอนการอัดชิ้นงาน.....97

4.12 สภาพของบรรจุภัณฑ์ที่ทำการอัดตามแรงดันที่กำหนด.....97

4.13 น้ำซึมออกมาจากวัสดุขณะทำการอัด.....99

4.14 เนื้อวัสดุยังคงติดอยู่กับแม่พิมพ์ขณะใช้แรงอัด ที่ 5000 Kg/In^2.....99

4.15 แม่พิมพ์ต้นแบบ.....99

4.16 บรรจุภัณฑ์ที่ผ่านการขึ้นรูปชิ้นงานแล้ว 100

4.17 สรุปแบบกระบวนการทดลองผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจาก
กระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ.....101

4.18 กราฟแสดงการทดสอบความต้านทานแรงกดครั้งที่ 1.....102

4.19 กราฟแสดงการทดสอบความต้านทานแรงกดครั้งที่ 2.....103

4.20 ภาพสภาพการทดสอบการรับปริมาณความชื้น 30 มิลลิลิตร.....104

4.21 ภาพสภาพการทดสอบการรับปริมาณความชื้น 50 มิลลิลิตร.....104

4.22 ภาพสภาพการทดสอบการรับปริมาณความชื้น 100 มิลลิลิตร.....105

5.1 สรุปแบบกระบวนการทดลองเพื่อการผลิต.....110

ค.1 การสัมภาษณ์ผู้จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องแก้ว ที่ JJ Mall 145

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

ค.2 การสัมภาษณ์ อ. ธานี สุคนธชาติ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์.....145
ค.3 การสัมภาษณ์ ผศ.ประชิด ทิณบุตร ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์.....145
ค.4 ผลิตภัณฑ์ประเภทแก้วที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด.....146
ค.5 การหาขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์โยใช้เวอร์เนียวัด.....146
ค.6 ใบสับปะรด.....147
ค.7 เศษกระดาษกล่อง.....147
ค.8 บีกเกอร์และแท่งแก้ว.....147
ค.9 ถังต้มใบสับปะรด.....147
ค.10 เครื่องสลัดแห้ง.....147
ค.11 Hot Plate.....147
ค.12 เครื่องชั่ง Digital.....148
ค.13 เครื่องตีเยื่อ.....148
ค.14 กาวแป้งมันสำปะหลัง.....148
ค.15 โซเดียมไฮดรอกไซด์.....148
ค.16 เครื่องกระจายเยื่อ.....148
ค.17 Moisture Balance Machine.....148
ค.18 เครื่องอัดอากาศ.....149
ค.19 เครื่องขึ้นแผ่นทดสอบ.....149
ค.20 วัสดุกระดาษรีไซเคิล : เส้นใยสับปะรด : ตัวประสาน (30:70:10%).....155
ค.21 แม่พิมพ์.....155
ค.22 ไดอัลเกท.....155
ค.23 เครื่องชั่ง Digital และการชั่งน้ำหนักของวัสดุ.....155
ค.24 ตะแกรงสำหรับฟอร์มแผ่น และการขึ้นแผ่นวัสดุ.....156
ค.25 ลักษณะของแผ่นวัสดุเมื่อเสร็จแล้ว.....156
ค.26 การประกอบแม่พิมพ์เข้ากับเครื่องอัดไฮดรอลิก.....156
ค.27 นำแผ่นวัสดุลงบนแม่พิมพ์.....157
ค.28 การอัดวัสดุ.....157
ค.29 นำวัสดุมาตากในที่ร่ม โดยใช้ฐานรองรับชิ้นงาน.....157

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

ค.30 การตัดแต่งชิ้นงาน....158
ค.31 ชิ้นงานที่ตัดแต่งเรียบร้อยแล้ว....158
ค.33 สภาพของบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์หลังการทดสอบการต้านทานแรงกด....160
ค.34 สภาพของบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์หลังการทดสอบแรงกระแทกเมื่อตก....161
ค.35 สภาพของบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์หลังการทดสอบการต้านแรงสั่งสะเทือน....162

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

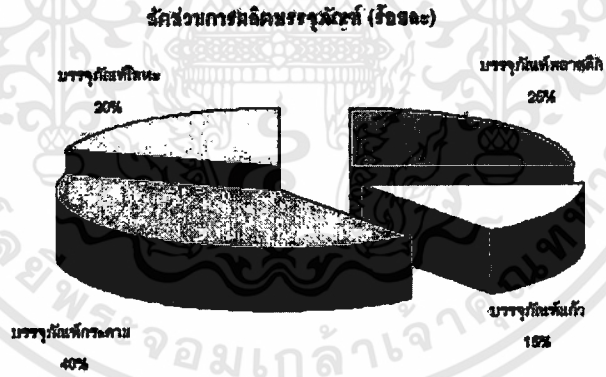
ในช่วงระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมาได้เกิดกระแสด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมขึ้น เช่น การอนุรักษ์ป่าไม้ การรักษาต้นน้ำ การควบคุมมลพิษทางอากาศ การลดปริมาณขยะ เป็นต้น และปัจจุบันยังพบกับปัญหาโลกร้อนจึงก่อให้เกิดประเด็นปัญหาต่างๆมากมายและทำการรณรงค์เพื่อให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างคุ้มค่า งานด้านอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ก็เป็นส่วนหนึ่งที่มีการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้นและตลาดบรรจุภัณฑ์ใหญ่ๆของโลก อย่างเช่น สหภาพยุโรปได้ออกกฎระเบียบเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์สินค้าและบรรจุภัณฑ์ใช้แล้ว European Parliament and Council Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on Packaging and Packaging Waste : PPWD ได้มีการเน้นให้ผู้นำเข้าและผู้ประกอบการต่างๆมีหน้าที่และความรับผิดชอบต่อการใช้วัสดุในการบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์รวมทั้งการใช้วัสดุที่สามารถนำไปแปรสภาพเป็นวัสดุใหม่ (Reclycling) เพื่อขจัดมลภาวะในประเทศของตนเอง (ปริทรรศน์, กรมการค้าต่างประเทศ. 2540 : 1-15) และยังมิให้มีปริมาณโลหะหนักของตะกั่ว แคดเมียม ปรอท และเฮกซาวาไลน์โครเมียม ในบรรจุภัณฑ์เกิน 100 ppm ปัจจัยแนวโน้มของการพัฒนาบรรจุภัณฑ์แถบตลาดอเมริกาก็มีความสนใจในเรื่องสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยการที่ขอให้นำกลับมาใช้ใหม่ได้ แต่ก็ยังคงความสวยงามไว้ และแนวโน้มที่ชัดเจนในตลาดญี่ปุ่น คือ การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ ในการนำมาทำบรรจุภัณฑ์ ให้เป็นวัตถุดิบชนิด Environment Friendly Packaging ซึ่งสอดคล้องกับการบังคับใช้กฎหมาย Food Recycle Laws โดยพยายามใช้ทรัพยากร อย่างประหยัด ตามหลักการ 3R- Reduce, Reuse, Recycle แม้กระทั่งบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ เช่น มันสำปะหลัง ซึ่งสามารถย่อยสลายในดินไม่เป็นภาระด้านการทิ้งขยะ เป็นต้น ดังนั้น “แนวโน้มในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์จะเน้นเรื่อง Eco Design” เป็นสำคัญ รัฐบาลญี่ปุ่นให้ความสำคัญมาก 4 ประการคือ คุณภาพ สุขภาพ ความปลอดภัย และ สิ่งแวดล้อม

ส่วนประเทศไทยเองรัฐบาลได้วางแนวทางนโยบายในส่วนของทิศทางของผลิตภัณฑ์ชุมชนปี 2550 ได้มีการจัดตั้งโครงการเกี่ยวกับการส่งเสริมผลิตภัณฑ์ชุมชนและท้องถิ่นในโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ หรือที่เรียกกันว่า OTOP ที่มุ่งเน้นส่งเสริมการนำผลิตภัณฑ์ภายในท้องถิ่นที่มีจุดเด่นหรือที่มีการจำหน่ายอยู่แล้วนำมาพัฒนาปรับปรุงให้มีคุณภาพมากขึ้นในด้านต่างๆ และสร้างเสริมอาชีพเพื่อรายได้ที่ยั่งยืนให้แก่คนในท้องถิ่นนั้นๆโดยกลวิธีทางการตลาดและความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถของบุคคลในท้องถิ่นทำให้มีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายมากขึ้น โดยเน้นงานงานด้านการตลาด การจัดจำหน่าย การพัฒนาด้านบรรจุภัณฑ์ เพื่อช่วยพัฒนาระดับสินค้ามากขึ้น

บรรจุภัณฑ์กระดาษซึ่งผลิตจากพืชที่ง่ายต่อการย่อยสลายเป็นที่นิยม เนื่องจากสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ มีราคาถูกและมีหลายขนาดตามความต้องการ บรรจุภัณฑ์กระดาษมีสัดส่วนการผลิตร้อยละ 40 ของตลาดบรรจุภัณฑ์ทั้งหมด สามารถแบ่งย่อยได้เป็นกล่องกระดาษลูกฟูก กล่องกระดาษแข็ง ถุงกระดาษหลายชั้น ถุงกระดาษชั้นเดียว วัตถุดิบสำคัญที่ใช้จะแตกต่างกัน คือ กล่องกระดาษลูกฟูก ถุงกระดาษชั้นเดียว ถุงกระดาษหลายชั้น ทำจากกระดาษคราฟท์ ส่วนกล่องกระดาษแข็งทำจากกระดาษแผ่น บรรจุภัณฑ์กระดาษเป็นบรรจุภัณฑ์ที่นิยมใช้กันมากและมีการขยายตัวค่อนข้างสูง และ ตลาดบรรจุภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากวัสดุรีไซเคิลส่วนใหญ่เป็นจำพวกกระดาษเหลือใช้ เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ วารสาร บรรจุภัณฑ์กระดาษใช้แล้ว เศษกระดาษจากโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์ โรงพิมพ์และสำนักงานต่างๆนำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมและที่เห็นได้ชัดคือ อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์กันกระแทกขึ้นรูป ในช่วงปี 2543-2544 มีแนวโน้มความต้องการผลิตภัณฑ์ประเภทนี้อย่างต่อเนื่องเป็นต้นมาจนถึงปัจจุบันซึ่งการเลือกใช้กระดาษแต่ละประเภทให้เหมาะสมกับกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบันเป็นปัจจัยสำคัญในการส่งออกเพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดต่างๆของประเทศคู่ค้า



รูปที่ 1.1 สัดส่วนการผลิตบรรจุภัณฑ์

ที่มา : อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์สินค้าไทย กรมการค้าต่างประเทศ

แม้กระทั่งให้การสนับสนุนในธุรกิจขนาดเล็ก SMEs ที่พัฒนามาจากเจ้าของกิจการขนาดเล็กเพื่อส่งเสริมการลงทุนภายในประเทศเอง ซึ่งในภาคการผลิตของ SMEs นั้น เมื่อพิจารณาจากดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรมของ SMEs ที่รายงานโดยสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม พบว่าเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันกับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ คือมีแนวโน้มปรับตัวดีขึ้นเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(นางจิตราภรณ์ เตชาชาญ : 2548) ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จัดทำร่างแผนยุทธศาสตร์เทคโนโลยีวัสดุแห่งชาติที่เกี่ยวข้องกับ 3 เป้าหมายหลักในการเตรียมวัสดุเพื่อเป็นวัตถุดิบทางอุตสาหกรรมซึ่งในส่วนของภาคเศรษฐกิจชุมชน ซึ่งเป็นหนึ่งใน 3 เป้าหมายอันได้แก่ ภาคอุตสาหกรรม ภาคเศรษฐกิจชุมชนและภาคสังคม นั้นก็ยังมุ่งเน้นไปถึงการพัฒนาด้านบรรจุภัณฑ์ให้แก่สินค้า OTOP เช่นกัน

ผลิตภัณฑ์เครื่องแก้วเป็นสินค้าอีกประเภทหนึ่งที่มีความต้องการในส่วนของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสูง เนื่องจากเครื่องแก้วมีหลายประเภทในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็น เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ของตกแต่งบ้านประเภทคริสตัล หรืองานเป่าแก้วก็ตาม ภาพรวมการส่งออกเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารและในครัว การส่งออกสินค้าเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร มีมูลค่า 583.03 ล้านเหรียญสหรัฐฯ เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.78 ในปี 2547โดยสินค้าที่มีลู่ทางการส่งออกขยายตัวดีได้แก่ เครื่องแก้วใช้บนโต๊ะอาหารในครัว ขยายตัวร้อยละ 16.40 และในส่วนของธุรกิจผลิตเครื่องแก้วเจียระไนสินค้าของประเทศไทยยังได้เปรียบในเรื่องของค่าแรงเมื่อเปรียบเทียบกับทางประเทศแถบยุโรปตะวันออก ทำให้ได้เปรียบในด้านต้นทุนที่ต่ำกว่าร้อยละ 20-30 จากแหล่งผลิตทดแทนผู้ผลิตรายเดิมในแถบยุโรปตะวันออก จากผู้จัดจำหน่ายหลายราย ประสบความสำเร็จในการขยายตลาดต่างประเทศอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2549 มีสัดส่วนการขายระหว่างตลาดต่างประเทศและในประเทศเท่ากับ 62% และ 38% ตามลำดับ ซึ่งเอเชียยังคงเป็นตลาดหลัก รองลงไปได้แก่ ยุโรป อเมริกา ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ และคาดว่ายอดขายในปี 2550 น่าจะมีอัตราเติบโตต่อเนื่องด้วยการพัฒนาอย่างต่อเนื่องของรูปแบบผลิตภัณฑ์คุณภาพสินค้าที่ได้มาตรฐานทำให้สินค้าไทยยังคงเป็นที่ยอมรับโดยทั่วกันจากผู้นำเข้าต่างประเทศ

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีในการนำเส้นใยธรรมชาติ (Natural Fiber) มาใช้ทดแทนเส้นใยสังเคราะห์ เพื่อการผลิตเป็นวัสดุ เรียกว่า วัสดุคอมโพสิท (Composite) เป็นวัสดุผสมตั้งแต่ 2 กลุ่ม วัสดุหลักขึ้นไปโดยที่วัสดุผสมจะต้องไม่ละลายซึ่งกันและกัน โดยที่มีวัสดุชนิดหนึ่งเป็นหลัก (Matrix) และวัสดุอีกชนิดหนึ่ง (Reinforcement Phase) หรือหลายชนิดกระจาย แทรกตัวอยู่ในเนื้อวัสดุหลัก (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ) กันมากขึ้นและมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเส้นใยมาทดลองศึกษากันอย่างกว้างขวาง เช่น หญ้าแฝก เป็นฉนวนกันความร้อน ไม้แผ่นจากฟางข้าว ไม้แผ่นจากกากเบียร์ ใยมะพร้าว เป็นวัสดุเสริมแรงในคอนกรีต ฯลฯ แต่จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่จะมีการวิจัยออกมาในรูปแบบของไม้เทียม (Artificial Wood) ใช้ในงานอุตสาหกรรมไม้และเฟอร์นิเจอร์ โดยมีกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เป็นตัวประสานวัสดุเข้าด้วยกันในการฟอร์มแผ่นเพื่อการผลิต เป็นแผ่นวัสดุทดแทนไม้ และยังมีบทบาทในส่วนของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ โดยนำเส้นใยธรรมชาติมาเป็นสารเติมแต่งหรือสารเสริมแรงในพลาสติกโดยมียางธรรมชาติเป็นตัวประสาน เพื่อเป็นการลดต้นทุนเพิ่มปริมาณการผลิต และเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของบรรจุภัณฑ์มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเส้นใยที่นำ มาศึกษาทดลอง ค้นคว้านำมาแปรรูปให้เป็นเยื่อกระดาษ เช่น กระดาษจากเส้นใยสา ซึ่งมีมานานแล้ว ตามมาด้วย กระดาษใบสับปะรด กระดาษใบธูปฤาษี กระดาษใยกล้วย เหล่านี้ จะมุ่งเน้นไปในด้านการทำเยื่อกระดาษให้มีความสวยงามเป็นงานฝีมือ การผลิตเยื่อกระดาษจากหญ้าแฝกเชิงอุตสาหกรรมและหัตถกรรม สามารถนำเยื่อหญ้า แฝกไปผสมกับเยื่อ จากกล่องกระดาษเก่าในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 หรือร้อยละ 50 ผลิตเป็นกระดาษทำลูกฟูกโดยไม่ทำให้สมบัติทางกายภาพแตกต่างจากกระดาษทำลูกฟูกที่ใช้เฉพาะเยื่อจากกล่องกระดาษเพียงอย่างเดียว (ดำรงศักดิ์ เหล่าแสงธรรม. 2542 : บทคัดย่อ) บรรจุภัณฑ์จากผักตบชวา การนำเยื่อผักตบชวามาขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ทดแทนวัสดุสังเคราะห์ที่มีในปัจจุบัน นำมาขึ้นรูปเป็นถาดผลไม้ โดยใช้พลาสติก ABS ในการทำแม่พิมพ์ในการสร้างรูปถาดผลไม้ (ปาริชาติ ธาราพัตราพร และวงศ์ผกา วงศ์รัตน์. 2542 : บทคัดย่อ) แต่เส้นใยที่เห็นได้ชัดว่ามีคุณสมบัติเสริมแรงได้ดีคือ เส้นใยกาบมะพร้าวมาใช้เป็นวัสดุเสริมแรง ในเยื่อกระดาษอัดและในโพลีเอสเตอร์เรซินเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมทางด้านผลิตวัสดุหรืออุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ งานที่ได้จะมีความแข็งแรงและมีความเหนียว (สมควร วัฒนกิจไพบูลย์ และ จิตตกร ทรงต่อศรีสกุล. 2548 : บทคัดย่อ)

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญนี้จึงคิดที่จะดำเนินการพัฒนาขั้นตอนการผลิตและการหาวัสดุชนิดใหม่มาทดแทนโดยการรวมเอาข้อดีของทั้ง 2 ด้าน โดยการผสมระหว่างกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติโดยมีตัวประสานเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้แก่บรรจุภัณฑ์หรือที่เรียกว่าวัสดุคอมโพสิตชนิดที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและช่วยในการลดต้นทุนการใช้กระดาษเพียงอย่างเดียว โดยการนำวัสดุที่พัฒนาได้มาแปรรูปเป็นบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่เน้นในด้านโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์เพื่อการปกป้องคุ้มครองสินค้าน่าจะเป็นทางเลือกใหม่ของตลาดอุตสาหกรรมที่ผลิตสินค้าเพื่อการส่งออกเนื่องจากเป็นข้อกำหนดของประเทศคู่ค้าที่สินค้าจะต้องได้รับการบรรจุกันกระแทกจากบรรจุภัณฑ์

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาและทดสอบวัสดุเพื่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

1.2.2 เพื่อออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมุติฐานงานวิจัย

บรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติมีประสิทธิภาพในการปกป้องคุ้มครองสินค้าประเภทเครื่องแก้วตามมาตรฐานด้านการทดสอบบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งของศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย

1.4.1 การทดสอบวัตถุดิบตัวอย่าง

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเยื่อกระดาษ ตามมาตรฐาน ASTM, TAPPI ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ ประเทศไทย ดังนี้

1) การต้านแรงดึงขาด (Tensile Strength)

2) การต้านแรงดันทะลุ (Bursting Strength)

3) การต้านแรงฉีกขาด (Tearing Resistance)

4) แรงพับขาด (Folding Endurance)

5) น้ำหนักมาตรฐาน (Basis Weight)

1.4.2 การทดสอบประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์

การทดสอบประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์ ตามมาตรฐานของการบรรจุหีบห่อไทย ของศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ด้านการทดสอบบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง (Transport Packaging Testing) ดังนี้

1) ความต้านทางแรงกด (Compression Strength) วิธีการทดสอบ/วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D 642

2) การต้านแรงสั่นสะเทือน (Vibration Resistance) ตามมาตรฐาน ISTA (International Safe Transit Association) ; Test Procedure-1A : Resource Book 2006 วิธีการทดสอบ/วิคราะห์ตามมาตรฐาน ISTA ISO 2247

3) ความต้านทานแรงกระแทกเมื่อตก (Drop Resistance) ตามมาตรฐานISTA (International Safe Transit Association) ; Test Procedure-1A : Resource Book 20062.2 การทดสอบ) วิธีการทดสอบ/วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ISTA

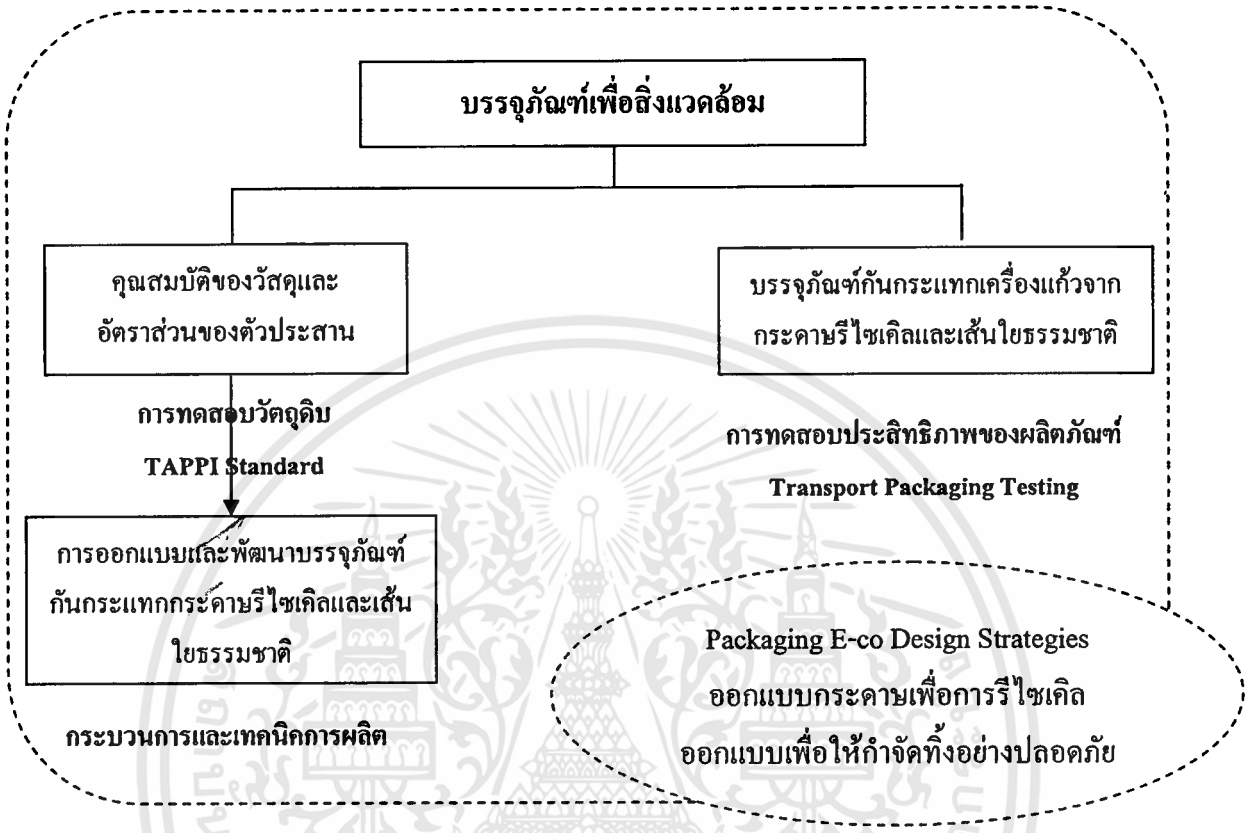
1.4.3 การออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางตามกรอบ คู่มือการออกแบบบรรจุภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กล่าวถึงกลยุทธ์ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม (Packaging E-co Design Strategies) ที่นำมาใช้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การออกแบบกระดาษเพื่อการรีไซเคิล

2) ออกแบบเพื่อให้กำจัดทิ้งได้อย่างปลอดภัย



รูปที่ 1.2 แสดงความเชื่อมโยงของกรอบทฤษฎีที่ทำการศึกษา

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล

ประกอบไปด้วย 2 กลุ่มดังนี้

1.5.1.1 **กลุ่มประชากร** คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านด้านเส้นใย ด้านวิศวกรรมและการออกแบบ

กลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็น

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเส้นใย จำนวน 3 ท่าน

2) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมและการออกแบบ จำนวน 3 ท่าน

1.5.1.2 **กลุ่มประชากร** คือ ผู้จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องแก้วภายในประเทศ

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องแก้วจำนวน 10 ท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.5.2.1 วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

ตัวแปรต้น คือ คุณสมบัติของวัสดุจากเส้นใยธรรมชาติ ตัวประสาน และ ประเภทของกระดาษรีไซเคิล

ตัวแปรตาม คือ อัตราส่วนระหว่างกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติกับตัวประสาน

1.5.2.2 วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

ตัวแปรต้น คือ

1) รูปแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์
2) กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์

1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย

1.6.1. **เส้นใยธรรมชาติ** หมายถึง เป็นเส้นใยที่ได้จากพืชชนิดต่างๆที่มาผ่านกระบวนการแยกเยื่อส่วนประกอบอื่นๆจนได้เป็นเส้นใยที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

1.6.2. **กระดาษรีไซเคิล** หมายถึง การนำเศษกระดาษที่ไม่ใช้แล้วมาผ่านกระบวนการที่ไม่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมให้กลายเป็นเยื่อกระดาษรีไซเคิลเพื่อนำมาผลิตใช้เป็นกระดาษใหม่อีกครั้ง

1.6.3 **วัสดุคอมโพสิท (Composite Material)** หมายถึง วัสดุที่เกิดจากการนำเยื่อกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติที่มีคุณสมบัติเหมาะสมนำมาผสมในอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการนำไปพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์กันกระแทก

1.6.4. **ออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ** หมายถึง การออกแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์ กำหนดตามขนาดสัดส่วน รูปร่าง รูปทรงของสินค้าโดยมุ่งเน้นไปที่โครงสร้างที่ใช้งานง่ายและเหมาะแก่การผลิตในอุตสาหกรรม พร้อมตัวกันกระแทกภายใน

1.6.5. **บรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ** หมายถึง การนำวัสดุจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติโดยมีตัวประสานในอัตราส่วนที่เหมาะสม นำมาผ่านกระบวนการผลิต ตามโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์ที่ได้ออกแบบไว้ เพื่อปกป้องสินค้ามิให้สูญเสียเนื่องมาจากการกระแทกอย่างรุนแรง และ/หรือการสั่นสะเทือน ระหว่างกระบวนการขนส่ง เคลื่อนย้าย ขนถ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.6. **บรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม** หมายถึง การใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ให้ปริมาณขยะน้อย เป็นวัสดุที่ย่อยสลายได้ง่าย ในกระบวนการผลิตจะไม่ใช้สารที่ทำลายชั้นบรรยากาศ สามารถนำบรรจุภัณฑ์เวียนใช้ใหม่หรือใช้ประโยชน์อื่นได้ และหมุนเวียนนำกลับมาผลิตใหม่ในการวิจัยนี้ใช้ดังนี้

1.6.6.1 **กระดาษเพื่อการรีไซเคิล** หมายถึง การนำกระดาษรีไซเคิลมาทดแทนกระดาษจากเยื่อกระดาษใหม่ให้มากที่สุดและให้ระบุด้วยว่าเป็นกระดาษรีไซเคิล และไม่ควรเคลือบด้วยสารใดๆ

1.6.6.2 **เพื่อให้กำจัดทิ้งได้อย่างปลอดภัย** หมายถึง การใช้วัสดุที่สามารถย่อยสลายตัวเอง (Degradability) หรือวัสดุที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติ เพราะวัสดุเหล่านี้สามารถย่อยสลายได้โดยธรรมชาติ หรือสามารถอยู่ในธรรมชาติโดยไม่ก่อมลพิษ

1.6.7 **ผลิตภัณฑ์เครื่องแก้วที่ระลึก** หมายถึง ผลิตภัณฑ์แก้วประเภทที่ได้รับความนิยมจากท้องตลาดที่ผู้บริโภคมีการเลือกซื้อมากที่สุด 4 ชิ้น

1.6.8 **ตัวประสาน** หมายถึง กาวที่ทำหน้าที่ยึดเกาะระหว่างกระดาษรีไซเคิลและวัสดุเส้นใยธรรมชาติให้ยึดเกาะกันได้มากขึ้นที่ไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

1.6.9 **กระบวนการผลิต** หมายถึง กระบวนการที่ผ่านการศึกษาขั้นตอนการผลิตจาก การผลิตวัสดุทดแทนไม้และการทำบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากกระดาษรีไซเคิลจนได้กระบวนการผลิตใหม่ที่เหมาะสมกับบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติเพื่อใช้ในการทดลอง

1.6.10 **ประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์** หมายถึง การทดสอบประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์ ด้วยเครื่องมือและหลักเกณฑ์มาตรฐาน ของศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยใช้การทดสอบบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง (Transport Packaging Testing) ตามมาตรฐาน ISTA (International Safe Transit Association) ; Test Procedure-1A : Resource Book 2006 ประกอบด้วย

1.6.10.1 การต้านแรงสั่นสะเทือน (Vibration Resistance)

1.6.10.2 ความต้านทานแรงกระแทกเมื่อตก (Drop Resistance)

1.6.10.3 ความต้านทางแรงกด (Compression Strength)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง " การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ" ผู้วิจัยทำการทบทวนวรรณกรรม ค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในการออกแบบครั้งนี้ เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ โดยมีแนวคิด เนื้อหา ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาดังนี้

2.1 การบรรจุภัณฑ์
- 2.1.1 ความหมายและความสำคัญของบรรจุภัณฑ์
- 2.1.2 บรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม
- 2.1.3 ประเภทของบรรจุภัณฑ์
- 2.1.4 วัสดุและเทคโนโลยีการบรรจุภัณฑ์
- 2.1.5 ชนิดของวัสดุกันกระแทกที่ใช้ในปัจจุบัน

2.2 ประเภทของงานแก้ว

2.3 วัสดุคอมโพสิต

2.4 พืชเส้นใย

2.5 ประเภทของกาว

2.6 ขั้นตอนการผลิตแผ่นประกอบทดแทนไม้

2.7 ขั้นตอนการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกขึ้นรูปจากกระดาษรีไซเคิล

2.8 การทดสอบวัสดุและประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์
- 2.8.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุและบรรจุภัณฑ์
- 2.8.2 วิธีการทดสอบวัสดุและบรรจุภัณฑ์
- 2.8.3 ประเภทของการทดสอบวัสดุและบรรจุภัณฑ์
- 2.8.4 การหาปริมาณความชื้น
- 2.8.5 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเยื่อกระดาษ

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 การบรรจุภัณฑ์

2.1.1 ความหมายและความสำคัญของบรรจุภัณฑ์

การบรรจุภัณฑ์เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทางการตลาดโดยเฉพาะปัจจุบัน การผลิตสินค้าหรือการบริการได้เน้นหรือให้ความสำคัญกับผู้บริโภค (Consumer Oriented) จึงทำให้การบรรจุภัณฑ์มีบทบาทมากขึ้นในการส่งเสริมภาพลักษณ์ของตัวผลิตภัณฑ์

ความหมายของการบรรจุภัณฑ์หรือการบรรจุหีบห่อ (Packaging) ได้มีผู้ให้คำจำกัดความไว้มากมายพอสรุปได้ดังนี้

Packaging หมายถึง หน่วยรูปแบบวัสดุภายนอกที่ทำหน้าที่ปกป้องคุ้มครอง หรือหุ้มห่อผลิตภัณฑ์ภายในให้ปลอดภัย สะดวกต่อการขนส่ง เอื้ออำนวยให้เกิดผลประโยชน์ในทางการค้าและการบริโภค (ประชิด ทิณบุตร. 2531 : 21)

ในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์จะต้องมีการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขึ้นก่อนจึงจะสามารถผลิตได้ ซึ่ง การออกแบบ หมายถึง การสร้างสรรค์สิ่งหนึ่งขึ้นภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัด เพื่อช่วยแก้ปัญหา และบรรจุภัณฑ์ หมายถึง สิ่งที่ใช้สำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ให้มีสภาพสมบูรณ์จากผู้ผลิตจนถึงผู้บริโภคดังนั้นการออกแบบบรรจุภัณฑ์ จึงหมายถึง การสร้างสรรค์สิ่งหนึ่งภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดเพื่อช่วยแก้ปัญหาในการบรรจุผลิตภัณฑ์ให้มีสภาพสมบูรณ์จากผู้ผลิตจนถึงผู้บริโภค (ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2548 : 1-2)

การออกแบบบรรจุภัณฑ์ เป็นการรวมทั้งศาสตร์และศิลป์เข้าด้วยกัน ดังนั้นในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่สามารถจัดจำหน่ายได้อย่างถูกต้องตามกฎหมายในตลาดปัจจุบันจะต้องพิจารณา 3 ส่วนดังต่อไปนี้ คือ

1. กฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวข้องของตลาดเป้าหมาย (Laws and Regulation of Target market)

บรรจุภัณฑ์ที่สามารถจัดจำหน่ายสินค้าในตลาดเป้าหมายได้อย่างถูกต้องตามกฎหมายและได้รับการคุ้มครองทางด้านทรัพย์สินทางปัญญา บรรจุภัณฑ์นั้นจะเป็นไปตามที่กฎหมายและข้อบังคับของตลาดเป้าหมายกำหนด นอกจากตลาดเป้าหมายภายในประเทศแล้ว ตลาดเป้าหมายในต่างประเทศของประเทศไทยสามารถแบ่งได้ 4 กลุ่มประเทศ ๆ คือ กลุ่มประเทศในแถบเอเชีย กลุ่มประเทศในแถบยุโรป กลุ่มประเทศในแถบอเมริกา และกลุ่มประเทศตะวันออก ดังนั้นการออกแบบบรรจุภัณฑ์จะต้องศึกษากฎหมายและข้อบังคับของประเทศคู่ค้าก่อน ซึ่งบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์อาหาร ยา เครื่องสำอางค์ และผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องปฏิบัติตามกฎหมายและข้อบังคับอย่างเคร่งครัด

ทางด้านสหภาพยุโรป ได้ออกประกาศข้อกำหนดมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ใหม่ เพื่อยกระดับมาตรฐานการคุ้มครองสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.ข้อกำหนดทั่วไปเกี่ยวกับมาตรฐานของบรรจุภัณฑ์ และเศษเหลือทิ้ง

2. ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับ บรรจุภัณฑ์ที่ใช้หีบห่อเพื่อป้องกันอันตราย โดยให้ลดขนาดและปริมาณของหีบห่อให้น้อยที่สุดแต่ให้มีความปลอดภัยที่สุด

3. ข้อกำหนดของบรรจุภัณฑ์ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งผู้บรรจุหีบห่อจะต้องยืนยันว่า บรรจุภัณฑ์ของตนสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และคำยืนยันจากลูกค้าว่า มีความประสงค์จะส่งบรรจุภัณฑ์ที่ใช้แล้วไปให้ผู้บรรจุหีบห่อใช้ซ้ำ

4. ข้อกำหนดเกี่ยวกับมาตรฐานการนำวัสดุของบรรจุภัณฑ์ไปเข้ากระบวนการผลิต

5. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการนำวัสดุหีบห่อไปใช้เป็นเชื้อเพลิงให้เกิดพลังงาน รวมถึงข้อกำหนดค่าพลังงานขั้นต่ำที่ได้เมื่อมีการเผาไหม้

6. ข้อกำหนดเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่สามารถย่อยสลายได้โดยกระบวนการทางชีวภาพหรือใช้เป็นส่วนผสมของปุ๋ย

2. วัสดุและ เทคโนโลยี (Material and Technology)

บรรจุภัณฑ์ที่สามารถทำหน้าที่รองรับและคุ้มครองผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ภายในได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องเป็นบรรจุภัณฑ์ที่เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติและคุณลักษณะที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์สอดคล้องกับเทคโนโลยีการผลิตบรรจุภัณฑ์และเทคโนโลยีการบรรจุผลิตภัณฑ์ และสภาวะในการจัดเก็บและการใช้งานการได้มาซึ่งวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมจะต้องทำการศึกษาวิจัยและทดลองในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องมือเฉพาะทาง จึงจะสามารถระบุวัสดุบรรจุภัณฑ์ได้อย่างสอดคล้องกับคุณลักษณะและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์และเงื่อนไขใช้งานบรรจุภัณฑ์นั้น ๆ

3. เงื่อนไขทางการตลาด (Marketing Conditions)

บรรจุภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพ นอกจากจะเป็นไปตามที่กฎหมายและข้อบังคับของตลาดเป้าหมายกำหนดและมีวัสดุที่เหมาะสมกับการรองรับและคุ้มครองผลิตภัณฑ์แล้ว บรรจุภัณฑ์จะต้องสอดคล้องกับเงื่อนไขทางการตลาดด้วย ซึ่งการตลาด ในที่นี้หมายถึง ระบบกิจกรรมธุรกิจทั้งหมดที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะวางแผน กำหนดราคา ส่งเสริมและจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดเป้าหมายเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กร (Etzel, Walker, and Stanton. 2001: G-7 อ้างใน จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร) ดังนั้น เงื่อนไขทางการตลาดที่ต้องพิจารณาจึงประกอบไปด้วย ความต้องการของผู้บริโภค และองค์การต่าง ๆ ซึ่งเป็นคนกลางในการจัดจำหน่ายสินค้า

2.1.2. บรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม

สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1) การประเมินวงจรชีวิต Life-Cycle Assessment (LCA) หรืออาจเรียกว่า Life-Cycle Analysis, Eco-Balance, Eco-Profile Environmental Balance เป็นการประเมินวงจรชีวิตของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรจุภัณฑ์ โดยการศึกษารายละเอียดถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด โดยใช้การคำนวณและการประเมินค่าสูตรต่างๆ

เพื่อที่ได้ข้อสรุปจากการประเมินวงจรชีวิตรูปแบบต่าง ๆ จำเป็นต้องรู้วิธีการคิด คำนวณว่าจุดไหน คือจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดในวงจรชีวิต ควรให้น้ำหนักกับส่วนไหนมากในการประเมินค่า ตัวแปรต่าง ๆ มักแตกต่างกัน ไม่เพียงแต่ในแต่ละประเภทแต่รวมถึงในแต่ละโรงงานด้วย ซึ่งรวมถึงระดับของเทคโนโลยีที่ใช้การผลิต ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น การปล่อยของเสียในกระบวนการผลิต การใช้เชื้อเพลิงของพาหนะในการขนส่ง และไม่สามารถที่จะใช้การประเมินวงจรชีวิต (LCA) ในการเปรียบเทียบโดยทั่วไประหว่างบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกัน

การประเมินวงจรชีวิต (LCA) มีความจำเป็นเพียงหนทางเดียวเพื่อนำไปสู่การสรุปเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์องค์กรทางด้านสิ่งแวดล้อม The Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) ได้พยายามที่จะกำหนดแนวทางการประเมินวงจรชีวิตที่ผู้เกี่ยวข้องยอมรับร่วมกันได้

การประเมินวงจรชีวิตได้กลายเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับบริษัท โดยมีหลักสำคัญ คือ มีการใช้วัตถุดิบอย่างเหมาะสม การหาสารทดแทนสารที่ใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งทำอันตรายต่อสุขภาพหรือ สิ่งแวดล้อม เกิดของเสียในกระบวนการผลิตน้อยที่สุด เปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตหลาย ๆ เทคโนโลยี ให้ข้อมูลกับกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ ผู้บริหาร ลูกค้า และผู้บริโภค ถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการเปลี่ยนแปลงที่จะนำไปสู่สภาพแวดล้อมที่ดีขึ้นทั้ง ๆ ที่มีความยากในการประเมินวงจรชีวิต แต่การประเมินวงจรชีวิตได้กลายเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจทั้งทางด้านการค้าและการบังคับใช้ฉลากเพื่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการใช้กฎหมายบางข้อในการขนส่งบรรจุภัณฑ์ใช้แล้ว ทั้งนี้กฎหมายไม่กล่าวถึงว่าวงจรชีวิตประเมินอย่างไร จะวัดผลกระทบอย่างไรในความเป็นจริง กฎหมายส่วนมากเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์เน้นการกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่ การใช้ซ้ำ และการขนส่งของเสียโดยไม่กล่าวอย่างจริงจังถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งหมดของบรรจุภัณฑ์

บางปัญหายังไม่มีคำตอบอย่างเช่นเราได้ทำลายสิ่งแวดล้อมอย่างไรจากการนำบรรจุภัณฑ์กลับเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่ ซึ่งต้องมีการขนส่งการใช้พลังงาน และปล่อยของเสียสู่อากาศและแหล่งน้ำ และอะไรคือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการทิ้งบรรจุภัณฑ์ อย่างไรก็ตามกฎหมายเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์คงมีอยู่ และผู้ส่งออกไม่สามารถทำอะไรได้นอกจากต้องทราบว่ากฎหมายต้องการอะไรและวางแผนให้บรรจุภัณฑ์เพื่อการส่งออกเป็นไปตามข้อบังคับของกฎหมายด้วย ค่าใช้จ่ายต่ำสุดที่สามารถทำได้ (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2546 : 85)

2) บรรจุภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม

บรรจุภัณฑ์กับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ความหมายของสิ่งแวดล้อมนี้ครอบคลุมถึงผลกระทบที่เกิดจากวัสดุและระบบบรรจุภัณฑ์ที่มีต่อโลกที่เราอยู่ ดังประโยคที่ว่า “ We Just Have

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

One Earth " รวมกระทั่งถึงผลกระทบที่มีต่อมนุษยชาติและสิ่งแวดล้อมทั้งหมด อันได้แก่ สังคม ทรัพยากรธรรมชาติ แหล่งน้ำ พลังงาน อากาศและบรรยากาศที่อยู่เหนือโลก ในอดีตวงการอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ยังมิได้คำนึงถึง การกำจัดบรรจุภัณฑ์ที่ใช้แล้ว แต่เน้นด้านต้นทุนมากกว่า ดังนั้นการออกแบบบรรจุภัณฑ์ในอดีตจึงมุ่งสู่การป้องกันรักษาคุณภาพและสิ่งแวดล้อม การออกแบบบรรจุภัณฑ์ในปัจจุบันจึงต้องคำนึงถึงความสะดวกในการกำจัดซากบรรจุภัณฑ์และรักษาปริมาณทรัพยากรธรรมชาติด้วย

เนื่องจากทรัพยากรธรรมชาติมีปริมาณอย่างจำกัดสามารถหมดไปถ้าไม่มีการทดแทนขึ้นด้วยเหตุนี้จึงเกิดการรณรงค์ให้นำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ (Renewable) ตัวอย่างเช่น การนำเอากล่องกระดาษแข็งซึ่งนำกลับมาใช้ใหม่ในประเทศเยอรมัน ผู้บริโภคจะนำเฉพาะบรรจุภัณฑ์ชั้นใน เช่น ขวดที่บรรจุสินค้านั้นกลับบ้าน ส่วนตัวกล่องชั้นนอกจะให้ผู้ขายนำกลับมาใช้ใหม่ โครงการนำกลับมาใช้ซึ่งค่อนข้างใหม่นี้ ย่อมรักษาทรัพยากรธรรมชาติไม่ให้หมดไปในระยะเวลาอันใกล้ (ปุ่น และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541 : 211-212)

2.1.3. ประเภทของบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์ทำหน้าที่เป็นพาหนะนำผลผลิตจากกระบวนการผลิตอำนวยความสะดวกในการบริโภคพร้อมทั้งกำจัดซากบรรจุภัณฑ์ได้ง่าย จากขั้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้การแยกประเภทของบรรจุภัณฑ์อาจแยกได้หลายลักษณะแล้วแต่จุดมุ่งหมาย

การจำแนกประเภทของบรรจุภัณฑ์ในการออกแบบได้เป็น 3 จำพวก คือ (ปุ่น และ สมพร คงเจริญเกียรติ. 2541 :15)

1) บรรจุภัณฑ์ชั้นในหรือปฐมภูมิ (Primary Packaging) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ผู้ซื้อจะได้สัมผัสเวลาที่จะบริโภค บรรจุภัณฑ์นี้จะได้รับการโยนทิ้งเมื่อมีการเปิดและบริโภคสินค้าภายในจนหมด เช่น ซองบรรจุน้ำตาล เป็นต้น บรรจุภัณฑ์นี้เป็นบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ชั้นในสุดติดกับตัวสอนค้า ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ชั้นในมีปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณา 2 ประการคือ อันดับแรกจะต้องมีการทดสอบจนมั่นใจว่าอาหารที่ผลิตและบรรจุภัณฑ์ที่เลือกใช้จำต้องเข้ากันได้ (Compatibility) หมายความว่าตัวอาหารจะไม่ทำปฏิกิริยาที่เกิดนี้อาจจะเกิดจากการแยกตัวของเนื้อวัสดุภัณฑ์เข้าสู่อาหาร (Migration)หรือการทำให้บรรจุภัณฑ์เปลี่ยนแปลงรูปทรงไปเช่นในกรณีการบรรจุอาหารใส่เข้าไปในบรรจุภัณฑ์ขณะที่อาหารยังร้อนอยู่ (Hot Filling) เมื่อเย็นตัวลงในสภาวะบรรยากาศห้องจะทำให้รูปทรงของบรรจุภัณฑ์บุดเบี้ยวได้เหตุการณ์นี้จะพบบ่อยมากในขวดพลาสติกทรงกระบอกซึ่งแก้ไขได้โดยการเพิ่มร่องบนผิวทรงกระบอกหรือเปลี่ยนรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยมมุมบน

นอกเหนือจากความเข้ากันได้ของอาหารและบรรจุภัณฑ์แล้ว ปัจจัยอันดับต่อมา ที่ต้องพิจารณา คือ บรรจุภัณฑ์ชั้นในจะเป็นบรรจุภัณฑ์ที่วางขายบนหิ้งหรือไม่ ในกรณีที่บรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นในจำต้องวางขายแสดงตัวหิ้ง การออกแบบความสวยงาม การสื่อความหมายและภาพพจน์จะเริ่มเข้ามามีบทบาทในการออกแบบบรรจุภัณฑ์

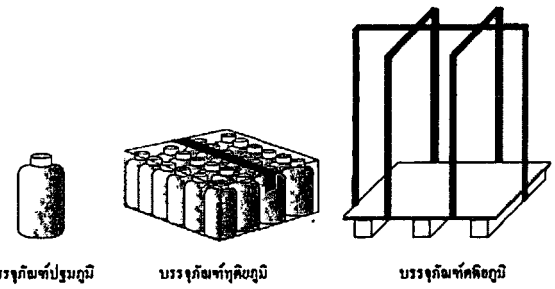
2) บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองหรือทุติยภูมิ (Secondary Packaging) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่รวบรวมบรรจุภัณฑ์ชั้นแรกเข้าด้วยกัน เพื่อเหตุผลในการป้องกันหรือจัดจำหน่ายสินค้าได้มากขึ้น หรือด้วยสาเหตุในการขนส่ง บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองที่เห็นได้ทั่วไป เช่น กล่องกระดาษแข็งของหลอดยาสีฟัน ถุงพลาสติกใส่ซองน้ำตาล 50 ซอง เป็นต้น

ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองนี้มักจะเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ต้องวางแสดงบนหิ้ง ณ จุดขาย ดังนั้น การเน้นความสวยงามและภาพพจน์ของบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองจึงมีความเป็นอย่างยิ่ง ตัวอย่างเช่น กล่องยาสีฟัน การออกแบบของหลอดยาสีฟันที่อยู่ภายในก็ไม่จำต้องออกแบบให้สอดสีหลายสีในทางกลับกันถ้าบรรจุภัณฑ์ชั้นในได้รับการออกแบบอย่างสวยงามในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองนี้อาจจะทำการเปิดเป็นหน้าต่างเพื่อให้เห็นถึงความสวยงามของบรรจุภัณฑ์ชั้นในที่ออกแบบมาอย่างดีแล้วในกรณีของตัวอย่างถุงพลาสติกใส่ซองน้ำตาล 50 ซองนั้น ถุงพลาสติกที่เลือกใช้ไม่จำเป็นต้องช่วยรักษาคุณภาพของน้ำตาลมากเท่าซองชั้นใน เนื่องจากทำหน้าที่รวมซองน้ำตาล 50 ซองเข้าด้วยกันเพื่อการจัดจำหน่ายแต่ตัวถุงเองต้องพิมพ์สอดสีอย่างสวยงามเพราะเป็นถุงที่วางขายบนหิ้ง ณ จุดขายบรรจุภัณฑ์ชั้นในหรือปฐมภูมิ (Primary Packaging) และบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองหรือ ทุติยภูมิ (Secondary Packaging) มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า บรรจุภัณฑ์เพื่อการจำหน่ายปลีก (Commercial Packaging)

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

- บรรจุภัณฑ์ที่ใช้จากแหล่งผลิตถึงแหล่งขายปลีกเมื่อสินค้าได้รับการจัดเรียงวางบนหิ้งหรือคลังสินค้าของแหล่งขายปลีกแล้วบรรจุภัณฑ์ขนส่งก็หมดหน้าที่การใช้งาน บรรจุภัณฑ์เหล่านี้ เช่น แคร่และกะบะ (Pallet) เป็นต้น
- บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ระหว่างโรงงาน เป็นบรรจุภัณฑ์ที่จัดส่งสินค้าระหว่างโรงงานตัวอย่างเช่นลังใส่ซองพริกป่น ถุงน้ำจิ้ม เป็นผลผลิตจากโรงงานหนึ่งส่งไปยังโรงงานอาหารสำเร็จรูปเพื่อทำการบรรจุไปพร้อมกับอาหารหลัก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงภาพประเภทของบรรจุภัณฑ์

ที่มา : ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2549 :107-119

บรรจุภัณฑ์ที่ใช้จากแหล่งขายปลีกไปยังมือผู้อุปโภคบริโภค เช่น ถุงต่าง ๆ ที่ร้านค้าใส่สินค้าให้ผู้ซื้อ การแยกประเภทของบรรจุภัณฑ์ อาจแยกได้หลายลักษณะแล้วแต่จุดหมายในการแยกประเภทดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การแยกประเภทของบรรจุภัณฑ์

วิธีการ	จุดมุ่งหมาย	ประเภทของบรรจุภัณฑ์
1	การออกแบบ	บรรจุภัณฑ์ชั้นในหรือปฐมภูมิ (Primary Packaging)
		บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สองหรือทุติยภูมิ (Secondary Packaging)
		บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สามหรือตติยภูมิ (Tertiary Packaging)
2	วัสดุที่ใช้ผลิต	2.1 เยื่อกระดาษ , ไม้
		2.2 พลาสติก
		2.3 แก้ว
		2.4 โลหะ

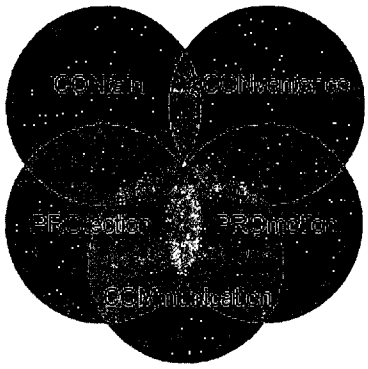
ประเภทของบรรจุภัณฑ์ที่กล่าวมาทั้ง 3 ลักษณะนี้ เป็นการแบ่งประเภทตามลักษณะกรรมวิธีการบรรจุและวิธีขนถ่ายผลิตภัณฑ์ซึ่งการจัดแบ่งและเรียกชื่อบรรจุภัณฑ์ในทัศนะของผู้ออกแบบผู้ผลิต หรือนักการตลาด อาจแตกต่างกันออกไป แต่ถึงอย่างไรบรรจุภัณฑ์แต่ละประเภทก็ตั้งอยู่ภายใต้วัตถุประสงค์หลักใหญ่ (Objectives of Package) ที่คล้ายกัน คือ

ก. เพื่อปกป้องผลิตภัณฑ์ To Protect Products

ข. เพื่อจำหน่ายผลิตภัณฑ์ To Distribute Products

ค. เพื่อโฆษณาประชาสัมพันธ์ ผลิตภัณฑ์ To Promote Products

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงภาพหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์

ที่มา : ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2549 :107-119

2.1.4 วัสดุและเทคโนโลยีการบรรจุภัณฑ์

การจำแนกวัสดุบรรจุภัณฑ์ (Packaging Materials)ในยุคของระบบการผลิตแบบอุตสาหกรรมการขายและการบริโภคที่แพร่หลายในปัจจุบัน เทคนิคกรรมวิธีของการผลิต "ผลิตภัณฑ์" ได้เปลี่ยนแปลงพัฒนาเพิ่มขึ้นในการค้นหาวัสดุสิ่งของและวิธีการเอื้ออำนวยความสะดวกมาสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ให้สามารถสนองตอบความต้องการของมนุษย์ จึงทำให้เกิดวัฏจักรของขบวนการทางเศรษฐกิจขึ้นมาคือ ขบวนการของการผลิต-การจำหน่าย-การนำไปใช้ และอำนาจจัดการ องค์ประกอบของขบวนการดังกล่าวนับว่ามีความสำคัญต่อการสร้างบรรจุภัณฑ์เป็นอย่างมาก เพราะหน้าที่ทางกายภาพ (Physical Functions) คือ หน้าที่ทางด้านการปกป้องคุ้มครอง (Protection) และการใช้ประโยชน์ (Utility) ของบรรจุภัณฑ์นี้ก็คือ ผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากขบวนการทางเศรษฐกิจนั่นเอง

ความก้าวหน้าในเทคนิคกรรมวิธีของการบรรจุภัณฑ์ตามหน้าที่ทางกายภาพนั้นเป็นปรากฏการณ์ของการค้นพบวัสดุที่ควบคู่กับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการผลิต และอาศัยวิธีการออกแบบกราฟิก (Graphic Design) เข้ามาช่วยสร้างรูปลักษณ์ หรือทำหน้าที่สื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ให้มีผลกระทบต่อการรับรู้และจิตวิทยาของผู้บริโภค แต่การจะได้มาซึ่งความสมบูรณ์ตามหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์นั้น อันดับแรกที่สุดก็จะต้องมีการวางแผน ตั้งเงื่อนไขและความคาดหวังไว้ล่วงหน้า ตลอดจนมีการติดตามแก้ไขปัญหา ประเมินผลอย่างต่อเนื่อง เช่น ตั้งเงื่อนไขเมื่อจะพิจารณาตามหน้าที่ทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์ไว้ว่า " บรรจุภัณฑ์ควรมีเงื่อนไขที่พึงพอใจ และมีความเป็นไปได้ในแง่ของการผลิตจำนวนมากๆ วัสดุบรรจุภัณฑ์ ควรใช้อย่างมีเหตุผล และมีประสิทธิภาพ " (Yokoyama 1985:113) ข้อพิจารณาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจำหน่าย ควรนำมาพิจารณาถึงรูปแบบและโครงสร้างเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ยิ่งขึ้นบรรจุภัณฑ์ควรอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ เช่น ง่ายต่อการนำเอาผลิตภัณฑ์ออกมา เมื่อเห็นว่าเกิดความไม่เหมาะสมบางประการควรนำมาพิจารณาจัดการได้ใหม่ เช่น กำจัด หรือแปรสภาพได้ง่าย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุบรรจุภัณฑ์มีหลากหลายในคุณลักษณะและคุณภาพเป็นอย่างมากเงื่อนไขอันดับแรกสุดที่ผู้ออกแบบบรรจุภัณฑ์ และผู้ที่เกี่ยวข้องต้องพิจารณาร่วมกันก็คือ การเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับบรรจุภัณฑ์และสามารถใช้งานได้ดี (Choosing A Suitable Package Materials with Good Workability) สิ่งที่สำคัญที่สุดของการเลือกวัสดุก็คือ "การรู้จักประสานประโยชน์ของวัสดุ" (The Combination of Materials) เพราะการออกแบบนั้นต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของการผลิต (Based on Productivity) ข้อควรดำนึงที่ว่าด้วย การคุ้มครองผลิตภัณฑ์และการเอื้ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ที่ดีกว่าควรจะนำมาใช้พิจารณาโดยนำเอาคุณลักษณะคุณสมบัติที่ดีเด่นของวัสดุต่างชนิดมาสร้างสรรค์ดัดแปลงอย่างชาญฉลาดและเกิดความเหมาะสมยิ่งในสภาวะการแข่งขันการแบ่งส่วนทางการตลาด (Segmentation) ของสินค้าเช่นปัจจุบันการเลือกวัสดุเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับการขายด้วย (Suitable for Distribution) กำลังเป็นสิ่งที่ได้รับการเพ่งเล็งในความสำคัญเพิ่มขึ้นอีกเป็นกรณีหนึ่ง (ประชิด ทิณบุตร. 2531 : 36-76)

การแบ่งตามวัตถุประสงค์การจำหน่ายสินค้า

1. บรรจุภัณฑ์เพื่อการขายปลีก หมายถึง ภาชนะบรรจุสินค้าที่จะขายโดยตรง และนำไปตั้งอยู่ในร้านค้า เช่น ถุงพลาสติก ขวดแก้ว ขวดพลาสติก กระป๋องโลหะ กล่องกระดาษแข็ง กล่องกระดาษลูกฟูก เป็นต้น โดยขวดบรรจุภัณฑ์ชนิดนี้ทำหน้าที่คุ้มครองสินค้าและเป็นผู้ขายสินค้าด้วยบรรจุภัณฑ์จะต้องทำหน้าที่จูงใจผู้ซื้อสินค้า ให้ความสวยงาม อธิบายถึงสรรพคุณ วิธีใช้ วิธีเก็บรักษา ฯลฯ และมีข้อความจำเป็นตามที่กำหนดไว้ในกฎหมาย ขนาดของจะต้องเหมาะสมกับลักษณะและขนาดสินค้า และการใช้งาน ขนาดพอดีกับชั้นวางของในร้านค้า สะดวกต่อการหยิบใช้สอย บรรจุภัณฑ์จึงมีความสำคัญมากเท่ากับตัวสินค้า เพราะเป็นส่วนที่จะติดไปกับสินค้า

2. บรรจุภัณฑ์เพื่อการขายส่ง คือ บรรจุภัณฑ์ที่รวบรวมและนำสินค้าขายปลีกจากโรงงานผู้ผลิตไปยังผู้ซื้อ เช่น กล่องกระดาษลูกฟูก ลังไม้ ลังกระดาษ ลังพลาสติก กระสอบ เป็นต้น บรรจุภัณฑ์ประเภทนี้ จะบรรจุสินค้าและบรรจุภัณฑ์เพื่อการขยายปลีก โดยคุ้มครองผลิตภัณฑ์จากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ระหว่างการส่งไปขาย เช่น ภาพของลมฟ้าอากาศ การลำเลียง การขนส่งที่ทำให้เกิดการเสียหายและสิ่งมีชีวิตต่างๆ เป็นต้น คุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์ประเภทนี้จะเน้นแง่ของการคุ้มครองป้องกันจึงสูงมาก นอกจากนี้ บรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งต้องมีขนาดเหมาะสม วางเรียงบนแท่นรองรับสินค้าขนาดมาตรฐานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพหรือมีขนาดพอดีกับตู้บรรจุสินค้า

2.1.5 ชนิดของวัสดุกันกระแทกที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์

เนื่องจากรูปแบบของผลิตภัณฑ์ จะมีลักษณะแตกต่างกันไป จึงทำให้ความต้องการในการบรรจุผลิตภัณฑ์แตกต่างกันออกไปด้วย ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนในการบรรจุวิธีการ วัสดุที่นำมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

105214

บรรจุ ในการบรรจุผลิตภัณฑ์จึงต้องมีขั้นตอนและวัสดุที่ใช้ (สุวิทย์ อินทิพย์. 2548 : 90-95) พอสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 2.2 ขั้นตอนการบรรจุและวัสดุบรรจุภัณฑ์ อ้างใน (ปุ่น คงเจริญเกียรติ 2531 : 97)

ขั้นตอนการบรรจุ	วัสดุบรรจุภัณฑ์
1.วัสดุกั้นความชื้นและน้ำ	ฟิล์มพลาสติกชนิดพอลิเอสทิลีน (PE) และฟิล์มพลาสติกชนิดพอลิเอสทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (HDPE) ที่มีความหนามากกว่า 0.02 มิลลิเมตร ฟิล์มพลาสติกชนิดพอลิเอสทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDPE) ที่มีความหนามากกว่า 0.03 มิลลิเมตร อื่น ๆ เช่น กระดาษคราฟท์เคลือบด้วยแอสฟาสท์ กระดาษเคลือบไข ฟิล์มพลาสติกชนิดพอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) และวัสดุกันความชื้นอื่น ๆ
2.วัสดุที่ใช้ห่อร่วม	กระดาษทิชชู กระดาษคราฟท์แบบบาง ในบางกรณีอาจใช้ฟิล์มพลาสติกใส
3.วัสดุกันกระแทก	กระดาษลูกฟูกแบบหน้าเดียว ฟองอากาศทำจากพลาสติกเป็นแผ่นหรือแอร์แคป (Air Cap) ฝอยกระดาษ ฝอยไม้ หรือขี้กบจากการไสไม้
4.สารกันกระแทกแบบไม่แปรรูป	โฟมพลาสติกอาจจะเป็นพลาสติกชนิดพอลีสเตอรีน (PS) และพอลิเอสทิลีน (PE) หรือโพลียูรีเทน ฝอยไม้ แผ่นกระดาษลูกฟูกหลาย ๆ ชั้น ฝอยกระดาษ
5.กล่องกระดาษ	กล่องกระดาษที่ทำจากกระดาษ มีน้ำหนักกระดาษมาตรฐานมากกว่า 30 กรัม กล่องกระดาษลูกฟูกลอน E
6.กล่องกระดาษลูกฟูก	กล่องกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น (1ชุด) ที่ทำจากกระดาษที่มีความต้านแรงดันทะลุ 8 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
7.กล่องกระดาษลูกฟูก	กล่องกระดาษลูกฟูก 5 ชั้น (2ชุด) ที่ทำจากกระดาษที่ความต้านแรงดันทะลุ 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากนำผลิตภัณฑ์มาพิจารณาในการแยกประเภทได้แก่ น้ำหนัก ขนาดและคุณลักษณะทางกายภาพ จะมีขั้นตอนการบรรจุที่แตกต่างกัน พอสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 2.3 แสดงขั้นตอนการบรรจุผลิตภัณฑ์ (ปุ่น คงเจริญเกียรติ 2531 : 98)

น้ำหนักและมิติ	คุณลักษณะ	ขั้นตอนการบรรจุ	
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
น้ำหนักน้อยกว่า 500 กรัม .	ไม่แปรรูป	1-5	2-5
มีมิติใดมิติหนึ่งเล็กกว่า10 ซม.	แตกหักง่าย	1-3-5	2-3-5
	รูปร่างแปลก	1-4-5	2-4-5
น้ำหนักน้อยกว่า	ไม่แปรรูป	1-5	2-5
500-1,000 กรัม	แตกหักง่าย	1-3-6	2-3-6
มีมิติใดมิติหนึ่งเล็กกว่า10 ซม.	รูปร่างแปลก	1-4-6	2-4-6
น้ำหนักระหว่าง	ไม่แปรรูป	1-6	2-6
1,000-2,000 กรัม	แตกหักง่าย	1-3-6	2-3-6
มีมิติใดมิติหนึ่งเล็กกว่า10 ซม.	รูปร่างแปลก	1-3-4-6	2-3-4-6
น้ำหนักมากกว่า 2000 กรัม	ไม่แปรรูป	1-7	2-7
	แตกหักง่าย	1-3-7	2-3-7
	รูปร่างแปลก	1-3-4-7	2-3-4-7

กลุ่มที่ 1 หมายถึง สินค้าที่ต้องการบรรจุภัณฑ์ที่ต้องป้องกันน้ำและความชื้น

กลุ่มที่ 2 หมายถึง สินค้าที่ต้องการบรรจุภัณฑ์ที่คุ้มครองป้องกันสมบัติทางกายภาพ

วัสดุกันกระแทก คือ วัสดุที่ถูกนำมาใช้เพื่อ ปกป้องสินค้าจากการ สูญเสียเนื่องมาจากกกระแทกอย่างรุนแรง และ/หรือการสั่นสะเทือน ระหว่างกระบวนการขนส่ง เคลื่อนย้าย ขนถ่าย หลักการพื้นฐานที่สำคัญ 2 ประการของวัสดุกันกระแทกในการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสินค้า คือ

1.วัสดุกันกระแทกถูกนำมาใช้เพื่อดูดซับแรงกระแทกและปกป้อง การส่งผ่านแรงกระแทกมายังตัวสินค้า

2.วัสดุกันกระแทกมีประสิทธิภาพในการลดการเคลื่อนที่ของสินค้า ในหีบห่อ ซึ่งเป็นการลดการเคลื่อนที่มากระแทกกันจากการสั่นสะเทือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 รูปทรงของกล่องโฟมป้องกันสินค้า

ที่มา : http://www.tistr.or.th.

ในปัจจุบันมีวัสดุหลายชนิดได้รับการนำมาใช้เพื่อทำหน้าที่เป็นวัสดุกันกระแทก การเลือกใช้วัสดุที่ให้ผลในการคุ้มครองเพียงพอในระดับราคาที่เหมาะสมจะช่วยควบคุมต้นทุนของสินค้าและลดการสูญเสียของสินค้าลงได้

ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาเลือกวัสดุกันกระแทก

1. รูปทรง ขนาด และน้ำหนักของสินค้า
2. ความเปราะบางของสินค้า
3. ความแตกต่างของการขนส่งแต่ละแบบ ว่าได้รับแรงกระแทกและการสั่นสะเทือนแบบใด ขนาดของแรงประมาณเท่าใด
4. คุณสมบัติ ราคา และการใช้ประโยชน์ของวัสดุกันกระแทก แต่ละชนิด

ในการขนส่งในแต่ละเส้นทางจะได้รับแรงกระแทกและการสั่นสะเทือนแตกต่างกันไป นอกจากนี้การเคลื่อนย้ายด้วยคนหรือเครื่อง จักรกล อาจเกิดการตกหล่น การโยน ได้มีการศึกษาความเป็นไปได้ของการตกหล่น จากการเคลื่อนย้ายด้วยแรงคนขณะปฏิบัติงาน พบว่าสำหรับหีบห่อที่น้ำหนักมากและสำหรับหีบห่อที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 35 กิโลกรัม ระยะตกโดยประมาณจะคำนวณได้จากสูตร

$$h = 60 - M \times H$$

เมื่อ h = ระยะตกเป็นเซนติเมตร

M = น้ำหนักของหีบห่อเป็นกิโลกรัม

H = มิติที่ยาวที่สุดของหีบห่อเป็นเซนติเมตร

เช่น หีบห่อชิ้นหนึ่งมีน้ำหนัก 30 กิโลกรัม และมีด้านยาวสุด 30 เซนติเมตร จะมีโอกาสตกที่ระดับความสูงอย่างน้อย 30 เซนติเมตร อนึ่ง การเคลื่อนย้ายด้วยเครื่องจักร เช่น รถฟอร์กลิฟท์ โอกาสตกหล่นจะน้อยลงกว่าเคลื่อนย้ายด้วยแรงคน แต่ถ้ามีการตกแล้วระยะตกอาจจะสูงถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

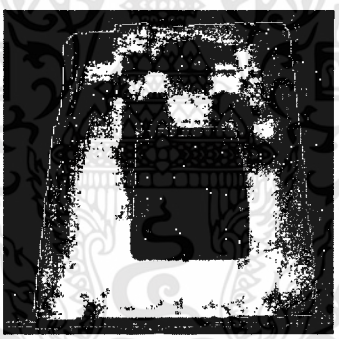
1.5 เมตร วัสดุกันกระแทกที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ แผ่นกระดาษลูกฟูก โฟมพอลิสไตรีน โฟมพอลิ– ยูรีเทน โฟมพอลิเอทิลีน แผ่นพลาสติกอัดอากาศ ฝอยไม้ และฝอยกระดาษ วัสดุแต่ละชนิดมีคุณลักษณะประจำตัว และความเหมาะสมต่อการใช้งาน แตกต่างกันไปดังนี้

ชนิดของวัสดุกันกระแทก

วัสดุกันกระแทกที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ แผ่นกระดาษลูกฟูก โฟมพอลิสไตรีน โฟมพอลิ– ยูรีเทน โฟมพอลิเอทิลีน แผ่นพลาสติกอัดอากาศ ฝอยไม้ และฝอยกระดาษ วัสดุแต่ละชนิดมีคุณลักษณะประจำตัว และความเหมาะสมต่อการใช้งาน แตกต่างกันไปดังนี้

2.3.1. กระดาษ

กระดาษแข็งที่ได้รับการฟอกสีบางส่วน หรือไม่ได้ฟอกสีเลยจะได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเพราะราคาถูกกว่ากระดาษฟอก กระดาษลูกฟูกมีแนวโน้มในการใช้เพิ่มขึ้น รูปแบบของถุงในกล่องลูกฟูก กล่องแบบ Wrap-Around Box และการลูกฟูกซึ่งหุ้มด้วยฟิล์มหด และมีการใช้อย่างกว้างขวางขึ้น เพราะลดค่าใช้จ่าย เยื่อกระดาษขึ้นรูปจะได้รับความนิยมใช้แทนถาดพลาสติกมากขึ้น เพราะไม่ก่อปัญหามลภาวะ



รูปที่ 2.4 รูปแบบของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่ขึ้นรูปจากเยื่อกระดาษ
ที่มา : สุพจน์ ประทีบถิ่นทอง. 2551. www.mew6.com/composer/package

2.3.2. แผ่นกระดาษลูกฟูก

ใช้ทำหน้าที่แผ่นรอง ตัวกั้นหรือแผ่นกั้น เพื่อเก็บสินค้าภายใน บรรจุภัณฑ์ หรือทำหน้าที่เป็นตัวห่อหุ้มสินค้า แผ่นกระดาษลูกฟูกมีข้อจำกัดในการดูดซับแรงกระแทกอย่างรุนแรง และไม่คืนรูปกลับเป็นอย่างเดิม หลังถูกแรงกระทำ มีการดูดซึมความชื้น และอ่อนตัวลงในสภาวะอากาศที่มีความชื้นสูง แต่เนื่องจากการที่สามารถนำกลับเข้ากระบวนการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ จึงไม่ก่อให้เกิดปัญหาจากเศษวัสดุเหลือหลังใช้งาน ตัวอย่างการนำกระดาษลูกฟูกมาใช้งาน ได้แก่ การใช้แผ่นชนิด 3 ชั้น ในการกั้นแบ่งช่องของกล่องบรรจุเครื่องแก้ว เพื่อป้องกันการกระทบกระแทกซึ่งกันและกัน หรือใช้ทำหน้าที่ลดการเคลื่อนที่ภายในกล่องหัตถกรรมที่มี รูปทรงแปลกๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิด 2 ชั้น (กระดาษ ลูกฟูกหน้าเดียว) ใช้เพื่อการห่อหุ้ม เป็นหลัก เช่น ใช้ห่อหุ้มชิ้นส่วน ของเฟอร์นิเจอร์หรือชิ้นส่วนของเครื่องจักร

2.3.3. โฟมพอลิสไตรีน

โครงสร้างวัสดุเป็นเซลล์ปิดน้ำหนักเบามาก มีคุณสมบัติที่ป้องกันการกระแทกได้เป็นอย่างดี ไม่ดูดซับความชื้น แต่มีขีดจำกัดในการคืนรูป ทำให้ไม่เหมาะกับงานที่รับการกระแทกอย่างรุนแรงหลายๆ ครั้ง ลักษณะกึ่งแข็งสามารถขึ้นรูปทรงที่ซับซ้อนได้ในราคาที่เหมาะสม เช่น ใช้ในรูปของการทำตามแม่แบบเฉพาะตามรูปแบบของสินค้า แผ่น สี่เหลี่ยมขนาดความหนาต่างๆ และชิ้นเล็กๆ ในกรณีใช้งานมากๆ การใช้ แม่แบบในการผลิตจะดีมาก และถ้ามีการใช้น้อยจะใช้วิธีดัดขึ้นรูปได้จากแผ่นสี่เหลี่ยมที่มีความหนาต่างๆ ส่วนชิ้นเล็กๆ มีการผลิตในหลายๆ รูปทรง และสามารถเติมสีลงไปช่วยเสริมให้เกิดความสวยงาม โฟมพอลิสไตรีนมี การใช้อย่างแพร่หลาย แต่การใช้งานก่อให้เกิดปัญหาเศษวัสดุเหลือหลัง ใช้งานเพราะสลายตัวยาก ตัวอย่างการนำโฟมพอลิสไตรีนมาใช้งาน ได้แก่ การนำโฟมชนิดขึ้นรูปจากแม่แบบใช้กับพวกเครื่องแก้ว เซรามิก อุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องมือเครื่องใช้ที่มีความประณีต ชนิดชิ้นเล็กๆ ใช้สำหรับเติมในช่องว่างของกล่องที่ใช้ในการขนส่งผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงแปลกๆ

2.3.4. โฟมพอลิยูรีเทน

โครงสร้างมีลักษณะเป็นเซลล์เปิดจนถึงมีเซลล์ปิด 80 เปอร์เซ็นต์ ยอมให้อากาศหนีออกเมื่อได้รับแรงกระแทกและดูดอากาศกลับเมื่อหมดแรง กระแทก การคืนรูปดีมากทำให้เป็นวัสดุกันกระแทกที่ดี ไม่ดูดซับความชื้นในอากาศ มีการใช้งานทั้งชนิดขึ้นรูปจากแม่แบบมาก่อน และขึ้นรูปด้วยการฉีดเข้าไปขยายตัวในช่องว่าง ในกรณีขึ้นรูปด้วยวิธีฉีดให้เข้าไปขยายตัวใน ช่องว่างสินค้าจะถูกนำมาห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก (ปกติใช้ฟิล์มพอลิเอทิลีน) เพื่อป้องกันการติดของโฟมที่ใส่ไม่ให้เกาะติด สินค้า จากนั้นวางสินค้าดังกล่าวลงภายในกล่องแล้วฉีดโฟมลงในที่ว่าง การใช้เครื่องเติมโฟมประเภทมือถือจะช่วยให้ทำงานสะดวกมากขึ้น การใช้งานโฟม ชนิดนี้จะพบในการห่อสินค้าที่ค่อนข้างละเอียดอ่อน เครื่องมือมีราคาแพงหรือสินค้าที่มีขนาดรูปทรงเปลี่ยนแปลงบ่อยมากๆ จนไม่คุ้มกับการลงทุนโฟมชนิดขึ้นรูปมาก่อน

2.3.5. โฟมพอลิเอทีลีน

มีลักษณะโครงสร้างเป็นแบบเซลล์ปิด มีการคืนรูปดีหลังรับแรง กระแทก น้ำหนักเบา ทนทานต่อสารเคมี โฟมพอลิเอทิลีนมีการใช้ 2 รูป คือ ครอสลิงค์ (crosslink) นันครอสลิงค์ (non–crosslink) ชนิดครอสลิงค์จะมีน้ำหนักมากกว่า และมีราคาแพงกว่าชนิดนันครอสลิงค์ แต่จะให้สมบัติในการเป็นวัสดุกันกระแทกที่ดีกว่า มีการผลิตโฟมชนิดนี้ในรูปแบบสี่เหลี่ยมที่มีความหนาต่างๆ สามารถตัดหรือเลื่อยแล้วนำมาเชื่อมต่อด้วยความร้อนหรือกาวเพื่อให้ได้รูปทรงต่างๆ การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

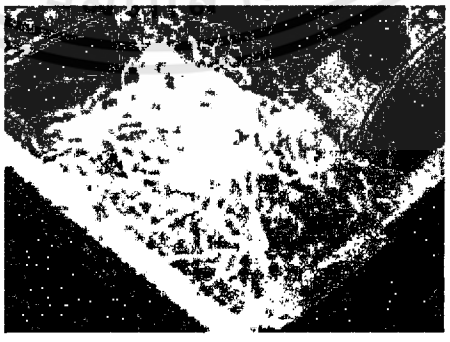
ผลิตอีกวิธีหนึ่งคือผลิตจากแม่แบบ ตัวอย่างการใช้งานของโฟมชนิดนี้ได้แก่ โฟมที่มีความหนาใช้กับอุปกรณ์เครื่องใช้งานภายในบ้าน เครื่องมือต่างๆ แผ่นโฟมชนิดบางนำมาใช้ห่อหุ้มสินค้า พวกหัตถกรรมอุปกรณ์และเครื่องมือ

2.3.6. แผ่นพลาสติกอัดอากาศ

ทำจากแผ่นฟิล์มพอลิเอทิลีน 2 แผ่น ประกบกัน โดยทำให้เกิดที่กันอากาศเล็กๆ เกิดขึ้นระหว่างแผ่น มีการผลิตออกมาในรูปม้วน ปกติใช้ ประโยชน์ในการห่อหุ้มสินค้าชิ้นเล็กๆ เช่น เซรามิก หัตถกรรม บางครั้งก็มีการใช้ห่อหุ้มภายนอกของอุปกรณ์ใช้งานภายในบ้าน เช่น ตู้เย็น ซึ่งมีการขนส่งโดยแท่นรองรับสินค้า แผ่นพลาสติกอัดอากาศมีความเหนียว สะอาด และไม่เป็นตัวการทำให้เกิดการผุกร่อน ไม่มีการดูดซับความชื้น ทนต่อแรงกระแทก แต่ไม่เหมาะกับสินค้าที่มีความอ่อนไหวต่อการสั่นสะเทือน จากการที่มีผลิตเป็นม้วนจึงนำมาใช้งานได้ง่ายกับสินค้าที่มีรูปร่างและขนาดต่างๆ กัน

2.3.7. ฝอยไม้

เป็นวัสดุกันกระแทกที่มีการใช้งานมานานโดยใช้ใส่ลงในช่องว่างของกล่องหรือลัง ความสามารถในการเป็นวัสดุกันกระแทก ขึ้นกับความหนาแน่นในการบรรจุและความชื้น ซึ่งปกติมีค่าประมาณ 12 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในอดีตฝอยไม้มีการใช้กันอย่างกว้างขวางกับสินค้าต่างๆ ตั้งแต่ผัก ผลไม้ จนกระทั่งสินค้าอุตสาหกรรม ปัจจุบันประเทศอุตสาหกรรมมักไม่นิยมใช้ฝอยไม้ เนื่องจากการไม่ยอมรับกรณีที่อาจเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเมื่อใช้กับผักและผลไม้ ในขณะที่ความชื้นของฝอยไม้เองจะก่อให้เกิดการผุกร่อนกับสินค้าอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามในสินค้าบางประเภทก็ยังมีความต้องการใช้เนื่องจากเป็นวัสดุที่ให้ลักษณะของความเป็นธรรมชาติ เมื่อนำไปใช้กับสินค้าประเภทของขวัญ หรือสินค้าที่แสดงถึงความมีคุณค่าสูง เช่น หินแกะสลักขนาดเล็ก ถ้วยพิวเตอร์ หรืองานฝีมือพวกเซรามิก



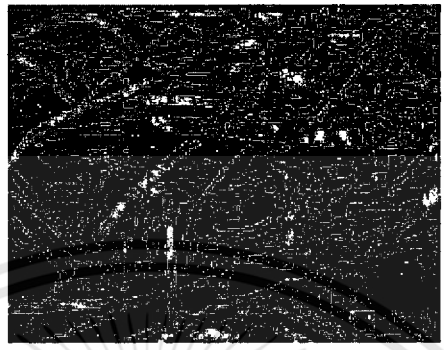
รูปที่ 2.5 ลักษณะของฝอยไม้

ที่มา : สุพจน์ ประทีบถิ่นทอง. 2551. www.mew6.com/composer/package

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.8. ฝอยกระดาษ

มีการใช้งานเช่นเดียวกับฝอยไม้ เป็นวัสดุที่มีราคาถูก และหาได้ง่าย มีข้อเสีย อยู่บ้าง คือดูดซับความชื้นในอากาศได้ง่าย มีการปนเปื้อนของฝุ่นละอองและไม่สะอาด ในประเทศอุตสาหกรรมจะไม่นิยมใช้ โดยเฉพาะฝอยกระดาษที่ได้จากกระดาษที่ผ่านการพิมพ์มาก่อน



รูปที่ 2.6 ลักษณะของฝอยกระดาษ

ที่มา : สุพจน์ ประทีบถิ่นทอง. 2551. www.mew6.com/composer/package

ในปัจจุบันวัสดุกันกระแทกประเภทโฟม มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสามารถผลิตให้ได้ความหนาแน่นต่างๆ ที่เหมาะสมกับสินค้ามากมาย แต่เนื่องจากโฟมบางชนิดมีการสลายตัวได้ยาก และบางชนิดไม่สามารถนำกลับ เข้ากระบวนการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ จึงก่อให้เกิดปัญหากับการจัดการเศษวัสดุที่เหลืออยู่ การนำมาใช้งานจึงควรพิจารณาถึงจุดดังกล่าวด้วย

2.2 ประเภทของงานแก้ว

แก้วเชื่อว่ามีการค้นพบและใช้มาเมื่อประมาณ 7000 ปีก่อนคริสตกาล โดยเมื่อประมาณ 1550 ปี ก่อน ค.ศ.นั้น ชาวอียิปต์ได้เริ่มทำขวดแก้วขึ้นเป็นอุตสาหกรรมแล้ว

แก้ว ผลิตขึ้นมาจากการหลอมเหลวรวมกันระหว่าง

1. หินปูน (Limestone) ประมาร 10 %
2. โซดา (Soda) ประมาณ 15%
3. ซิลิก้า (Silica) ประมาณ 75%
4. และอื่นๆ เป็นส่วนน้อย เช่น Aluminium , Potassium , Magnesium Oxides

สารประกอบทั้งหมดจะหลอมละลายเป็นแก้วใส ในอุณหภูมิประมาณ 2800 องศาฟาเรนไฮต์ เมื่อหลอมละลายแล้วก็สามารถนำไปเป่าขึ้นรูปตามแบบ (Mold) ออกมาเป็นภาชนะบรรจุต่างๆ ได้ เช่น ขวด แก้วน้ำ คณโฑ จาน ชาม ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ส่วนผสมในผลิตภัณฑ์กระจก/แก้วมีคุณสมบัติและประโยชน์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

SiO2	ทำให้ผลิตภัณฑ์มีจุดหลอมเหลวสูง
CaO,MgO,Na2,K2O	ช่วยให้การหลอมง่ายขึ้น ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มรการขยายตัวต่ำและมีความคงทนสูง
Al2O3	เพื่อเพิ่มความคงทนแก่ตัวผลิตภัณฑ์
CaO และ MgO	ช่วยให้ผลิตภัณฑ์คงรูป (set ตัว) เร็วขึ้น
K2O	ช่วยให้การตกผลึกเป็นไปอย่างช้าๆทำให้การเรียงตัวของผลึกออกมาสวยงาม
PbO	ทำให้เนื้อแก้วใส วาว เคาะมีเสียงกังวาน ไม่แข็งกระด้าง(Soft) ง่ายต่อการเจียรไน
B2O3	ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำ
Fe2O3	ช่วยประหยัดเชื้อเพลิงในการหลอมละลาย แต่จะทำให้เนื้อกระจกใส มีสีค่อนข้างเขียว

หากต้องการให้กระจกมีสีสันต่างๆ ทำได้โดยเติมสารประกอบต่างๆต่อไปนี้ สีเขียว (Chromium Oxide), สีน้ำเงิน (Cobalt Oxide) , สีเหลือง (Uranium), สีน้ำตาล (Nickle), สีอำพัน (Carbon-Sulfur-Iron), สีชมพู (Manganese)

ประเภทของแก้ว

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบความทนทานทางเคมีของภาชนะแก้วบรรจุยา มอก.501-2527 ได้แบ่งภาชนะแก้วออกเป็น 4 ประเภทดังนี้ (สมพร ภูมิวัตน์ 2528 : 58-60)

แก้วประเภทที่ 1 หมายถึง แก้วบอโรซิเกต (แก้วที่มีโบรอนไตรออกไซด์ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก) ซึ่งเป็นแก้วที่มีความทนทานสูง โดยทั่วไปใช้ทำภาชนะบรรจุยาสำหรับฉีด

แก้วประเภทที่ 2 หมายถึง แก้วโซดาไลม์ (แก้วที่ทำจากไลม์ โซดา และทรายเป็นส่วนผสมหลัก) ที่ผ่านกรรมวิธีทางผิว โดยวิธีอัลคาไลส์อย่างเหมาะสม โดยทั่วไปใช้ทำภาชนะบรรจุยาสำหรับฉีดที่มีความเป็นกรดหรือเป็นกลาง แต่อาจใช้ทำภาชนะบรรจุยาสำหรับฉีดที่มีความเป็นด่างถ้าผ่านการทดสอบแล้วว่ามีความคงตัวเหมาะสม

แก้วประเภทที่ 3 หมายถึง แก้วโซดาไลม์ซึ่งโดยทั่วไปไม่ใช้ทำทำภาชนะบรรจุยาสำหรับฉีด ยกเว้นยาฉีดที่ทดสอบความคงตัวแล้วว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อบรรจุในภาชนะที่ทำจากแก้วประเภทนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้วประเภทที่ NP หมายถึง แก้วโซดาไลม์ที่ใช้ทำภาชนะบรรจุยาที่ใช้ภายนอกเฉพาะที่ แต่ไม่ใช้ทำภาชนะบรรจุยาสำหรับฉีด

แก้วทั้ง 4 ประเภทนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแก้วประเภทที่ 3 ได้ถูกนำมาใช้เป็นภาชนะบรรจุอุตสาหกรรมประเภทต่างๆมากมาย เช่น อุตสาหกรรมเบียร์ น้ำอัดลม สุรา ยา อาหาร เครื่องดื่มบำรุงกำลัง และเครื่องแก้ว (จาน ชาม แก้วต่างๆ) เป็นต้น นอกจากนี้เรายังแบ่งขวดแก้วออกเป็นขวดปากกว้างและขวดปากแคบ ซึ่งใช้กระบวนการผลิตที่ต่างกันคือ

1. ขบวนการผลิต เป่าและเป่า ใช้ผลิตขวดปากแคบ
2. ขบวนการผลิตอัดและเป่า ใช้ผลิตขวดปากกว้าง (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของปากตั้งแต่ 48 มิลลิเมตรขึ้นไป)

แก้วถ้าแบ่งจำแนกตามส่วนผสมจะมีดังนี้

1. Soda-lime glass เป็นแก้วราคาถูก หลอมเหลวละลายง่าย ผลผลิตประมาณ 90% ผลิตโดยสูตรเก่า ได้แก่แก้วประเภทขวดขนาดต่างๆสีใสและมีสี ถ้วยแก้ว กระจกแผ่น Table wares สามารถนำไปผลิตแก้วนิรภัย (Safety Glass) ใช้เป็นกระจกรถยนต์ แก้วกันกระสุน (bullet Proof Glass)

2. Lead Glass มีลักษณะมีความมันวาวสุกใส การหลอมละลายแก้วจะใช้ตะกั่วเป็น Flux ทำให้หลอมละลายง่ายและสวยงาม ใช้ทำหลอดแสงสว่างธรรมดา หลอดนีออน ผลิตภัณฑ์ Arts Ware แก้วประเภทนี้มีความต้านทานไฟฟ้าดี จึงนำไปผลิตอุปกรณ์วิทยุ เรดาร์ หลอดโทรทัศน์ หลอดต่างๆ

3. Borosilicate glassลักษณะพิเศษ คือทนความร้อนได้ดี ทนต่อกากักร่อนทางเคมี (Chemical Corrosion) การหลอมตัวใช้ Borax เป็น flux ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ แก้วที่เข้าเตาอบได้ แก้วใช้ใน lab ทำท่อในอุตสาหกรรม ทำส่วนประกอบเครื่องสูบน้ำ และใช้ทำกล้องดูดาว

4. Vitreous Silica (Silica Glass) ประกอบด้วยทรายเป็นส่วนใหญ่ การหลอมตัวใช้อุณหภูมิสูงพิเศษ ขณะหลอมละลายจะมีฟองเกิดขึ้นมาก จึงหลอมในสุญญากาศ แก้วที่มีความหนืดสูง มีความทนทานทางเคมี ทนต่อไฟได้ดี ทนต่อการเปลี่ยนแปลง Temperature มีความต้านทานที่ผิวดีมาก

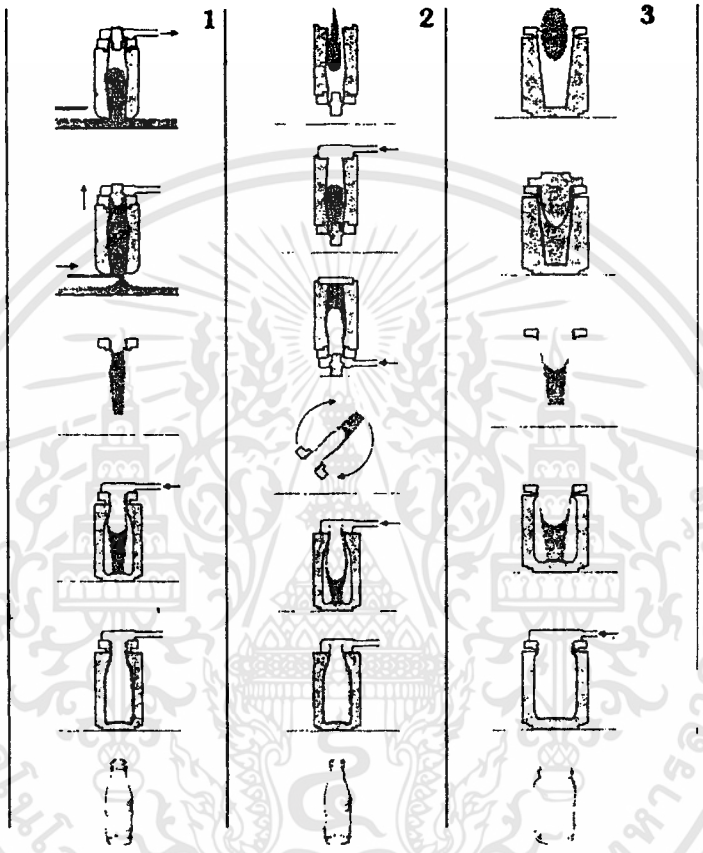
5. Alkali Silicate มีส่วนผสมของแคมเซียมออกไซด์ หรือแบเรียมออกไซด์ ทำให้มีค่าดัชนีหักเหใกล้เคียงกับแก้วตะกั่ว แต่ผลิตง่ายกว่าและมีความทนทานต่อกรดและด่าง มากกว่าแก้วตะกั่วเล็กน้อย

6. กลาส-เซรามิกส์ (glass-ceramics)เป็นแก้วประเภทลิเธียมอลูมิโนซิลิเกตที่มี TiO_2 หรือ ZrO_2 ผสมอยู่เล็กน้อย ซึ่งจะทำให้เกิดผลึกในเนื้อแก้ว ซึ่งอาจทำให้แก้วมีความทึบแสงหรือโปร่งใสขึ้นกับชนิดของผลึก กลาส-เซรามิกส์จะทนทาน และมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่ำมาก สามารถนำไปใช้เป็นภาชนะหุงต้ม หรือเป็นแผ่นบนเตาหุงต้มได้ นอกจากนี้อาจมีแก้วประเภทอื่นๆ อีกหลายประเภท ขึ้นอยู่กับส่วนผสมที่แตกต่างกันออกไป แต่เนื่องจาก อาจไม่มีการใช้ที่แพร่หลายนัก

หลักการเป่าแก้ว



รูปที่ 2.7 กระบวนการผลิตขวดแก้ว

ที่มา : ประชิด ทินบุตร. 2531 : 74

กระบวนการผลิตขวดแก้ว

1. ดูดแก้วเหลวเข้าแบบแล้วนำเข้าเป่าในแม่พิมพ์
2. นำเข้าแบบแล้วนำเข้าเป่าในแม่พิมพ์
3. อัดเข้าแบบโดยใช้ปลั๊กอัดแล้วเป่าในแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วัสดุคอมโพสิต

คอมโพสิตเป็นวัสดุที่เกิดจากการนำวัสดุชนิดอื่นมาอยู่ด้วยกันโดยมีโครงสร้างในแบบต่างๆ เป็นการนำมาร่วมกันโดยที่เนื้อของคอมโพสิตจะประกอบด้วยวัสดุต่างชนิดกัน ไม่กลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน มีสมบัติร่วมของวัสดุที่นมาอยู่ร่วมกันและไม่สามารถหาได้จากวัสดุชนิดเดียวที่มีปัญหาจากการที่สมบัติชนิดหนึ่งจะมีความสัมพันธ์ผกผันกับสมบัติอีกชนิดหนึ่ง

คอมโพสิตประกอบด้วยตัวเสริมความสามารถหรือเรียกว่า Reinforce Phase ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของเส้นใย แผ่น หรือเป็นอนุภาคฝังตัวอยู่ในพื้นที่เรียกว่า Matrix ที่เป็นโลหะ เซรามิกส์ หรือโพลิเมอร์ เนื่องจากวัสดุแต่ละชนิดจะมีทั้งข้อดีข้อเสีย เช่น โลหะจะมีความแข็งแรงและความเหนียวสูง แต่เป็นสนิมง่าย และหนัก โพลิเมอร์จะมีน้ำหนักเบาแต่มีความเหนียวต่ำ ทนความร้อนไม่ได้ นำไหห้าไม่ได้ เซรามิกส์ มีความแข็งสูง ทนต่อการสึกหรอและผุกร่อนได้ดี แต่เปราะ มีความเหนียวต่ำเป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำเอาวัสดุต่างชนิดมาผสมกันเพื่อจะทำให้ผลิตภัรฑ์ที่ได้มีสมบัติพิเศษที่ได้จากทั้งข้อดีของวัสดุแต่ละชนิด เราเรียกวัสดุกลุ่มนี้ว่า คอมโพสิต หรือวัสดุผสม (Composite Material) เช่น คอนกรีตเสริมเหล็กเป็นวัสดุผสมที่จะให้ทั้งความแข็ง (จากคอนกรีตซึ่งเป็นเซรามิกส์) และความเหนียว (จากเหล็กซึ่งเป็นโลหะ) หรือไฟเบอร์กลาสซึ่งได้จากการนำเอาโพลิเมอร์ซึ่งมีน้ำหนักเบามาผสมกับใยแก้ว ซึ่งจะเพิ่มความแข็งแรงให้กับไฟเบอร์กลาส

เราอาจแบ่งกลุ่มวัสดุผสมออกเป็น 3 กลุ่มคือ

1. กลุ่มที่มีโพลิเมอร์เป็นส่วนผสมหลัก (Fiber –Reinforced polymers, FRP)
2. กลุ่มที่มีเซรามิกส์เป็นส่วนผสมหลัก (Ceramic –Matrix composite, CMC)
3. กลุ่มที่มีโลหะเป็นส่วนผสมหลัก (Metal-Matrix Composite, MMC)

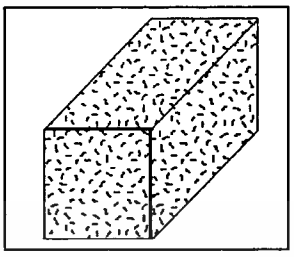
นอกจากนี้ เรายังอาจแบ่งเป็นตามลักษณะของวัสดุที่เรานำมาผสมกันคือ

1. กลุ่มที่มีส่วนผสมเสริมมีลักษณะเป็นผง (Particulate Composite)
2. กลุ่มที่มีส่วนผสมเสริมมีลักษณะเป็นเส้นใย (Fibrous Composite) ซึ่งแบ่งออกเป็นเส้นใยสั้น และกลุ่มเส้นใยยาว
3. กลุ่มสุดท้ายคือกลุ่มวัสดุผสมชนิดซ้อนแผ่น (Laminated Composite)

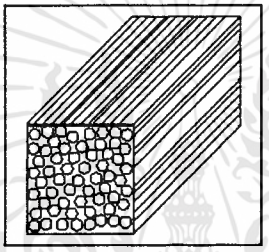
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Based On the Form of Reinforcement, Common Composite Materials Can Be Clasified as Follows:

1. Fibers as the reinforcement (Fibrous Composites):

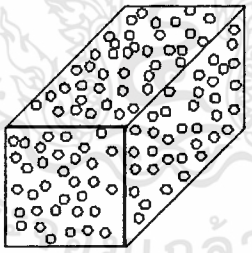


รูปที่ 2.8 a. Random Fiber (Short Fiber) Reinforced Composites



รูปที่ 2.9 b. Continuous Fiber (Long Fiber) Reinforced Composites

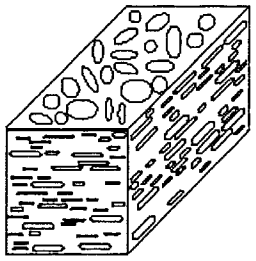
2.



รูปที่ 2.10 Particles as the reinforcement (Particulate composites):

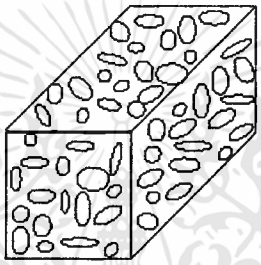
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.



รูปที่ 2.11 Flat flakes as the reinforcement (Flake composites):

4.



รูปที่ 2.12 Fillers as the reinforcement (Filler composites):

ที่มา : http://www.ccm.udel.edu/Research

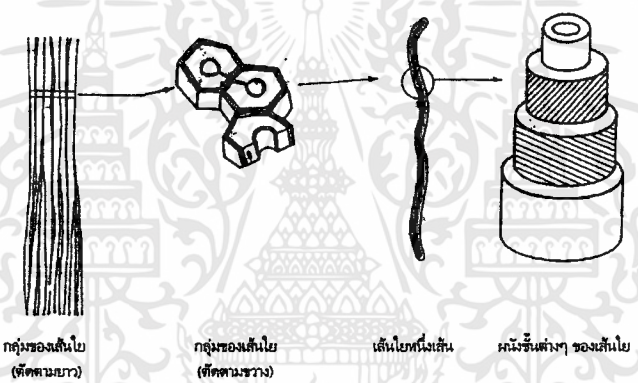
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 พืชเส้นใย

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีในการนำเส้นใยธรรมชาติ มาใช้ทดแทนในสังเคราะห์เพื่อการผลิตเป็นวัสดุ " คอมโพสิต (Composite) " โดยได้มีการนำเส้นใยธรรมชาติมาใช้เป็นสารเติมแต่งหรือสารเสริมแรงในพลาสติก เพื่อเป็นการลดต้นทุน เพิ่มปริมาณการผลิต และเพิ่มความแข็งแรงแก่ผลิตภัณฑ์ส่งผลให้วัสดุคอมโพสิตที่ผลิตได้มีน้ำหนักเบา และสามารถลดปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากนำมาผสมกับพลาสติกชีวภาพ (Bio-Plastic) ให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ " กรีนคอมโพสิต (Green Pomposite) " ที่สามารถย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์หรือเอนไซม์

รูปร่างลักษณะและองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยพืช

1) **รูปร่างของลักษณะเส้นใย** เส้นใยที่ได้จากพืชมีลักษณะยาว หัวท้ายเรียว ประกอบด้วยผนังหลายชั้นและมีช่องว่างตรงกลางดังแสดงในภาพ



รูปที่ 2.13 รูปร่างและลักษณะของเส้นใยพืช

ที่มา: ธีระ ตั้งวิชาญ และวรรณา สนั่นพานิชกุล

เส้นใยจากพืชยืนต้นแต่ละชนิดมีความยาวแตกต่างกัน พืชยืนต้นที่เป็นไม้เนื้ออ่อนให้เส้นใยที่มีความยาวประมาณ 2-4 มิลลิเมตร ส่วนพืชยืนต้นที่เป็นไม้เนื้อแข็ง เส้นใยจะมีความยาวประมาณ 0.5-1.5 มิลลิเมตร ความยาวของเส้นใยเป็นปัจจัยที่กำหนดสมบัติของกระดาษ ทั้งนี้กระดาษที่ผลิตจากเส้นใยยาวมีความแข็งแรงมากกว่ากระดาษที่ผลิตจากเส้นใยสั้น ในขณะที่กระดาษที่ผลิตจากเส้นใยสั้นที่ผิวเรียบและทึบแสงมากกว่า

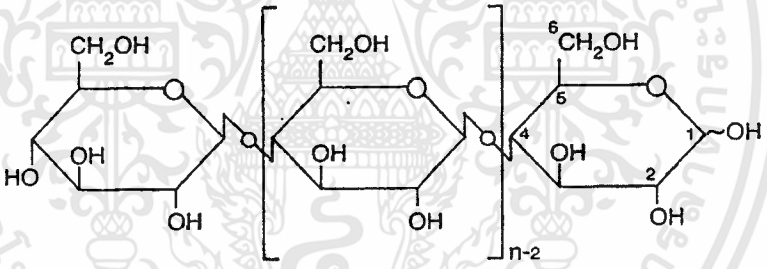
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 เส้นใยที่ได้จากไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็ง

ที่มา http:// www.tappi.org/paperu/all_about_paper/pics/pc08.htm

2) องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใย

2.1) เซลลูโลส (Cellulose) เป็นสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของเส้นใยพืช เซลลูโลสเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรต ซึ่งโครงสร้างโมเลกุลประกอบด้วยน้ำตาลเพียงชนิดเดียว คือ น้ำตาลกลูโคสมาเรียงต่อกันเป็นสายพอลิเมอร์ ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง



รูปที่ 2.15 สูตรโครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส

ที่มา : ชนัสสา นันทิวัชรินทร์. 2548

2.2) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) เป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรตเช่นเดียวกับเซลลูโลส แต่เป็นสายพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสและชนิดอื่นมาต่อกัน ตัวอย่างของน้ำตาลอื่นๆ เช่น น้ำตาลแมนโนส (manose) น้ำตาลฟูโคส (fucose) น้ำตาลไซโลส (xylose) เป็นต้น

นอกจากนี้ องค์ประกอบของเส้นใยยังมี ลิกนิน (Lignin) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์เช่นเดียวกัน ทำหน้าที่เหมือนกาวที่เชื่อมเส้นใยให้อยู่ด้วยกัน เนื่องจากเส้นใยธรรมชาติจะเกาะกันอยู่เป็นกลุ่ม ลิกนินทำหน้าที่เชื่อมให้เส้นใยเกาะอยู่รวมกันได้ ในขั้นตอนการผลิตเยื่อจะเป็นการใช้แรงกลแยกลิกนินออกจากเยื่อหรือใช้สารเคมีละลายลิกนินออกจากเยื่อเพื่อให้ได้เฉพาะเส้นใยมาผลิตเยื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดาษ ถ้ามีลิกนินหลงเหลืออยู่ในกระดาษ จะทำให้กระดาษเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อกระดาษได้รับแสง

2.4.1 ฟางข้าว (Rice)

คุณสมบัติ มีคุณภาพต่ำ เยื่อใยสูง มีอัตราการย่อยได้ต่ำ จึงตกค้างอยู่ในกระเพาะหมักนานสัตว์จึงได้รับโภชนะไม่เพียงพอ ถ้าให้กินฟางอย่างเดียวน้ำหนักจะลด

ไม่เหมาะจะใช้ฟางข้าวเลี้ยงสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูง โดยไม่ปรับปรุงคุณภาพของฟางก่อน

การใช้เลี้ยงสัตว์และข้อจำกัด

- ใช้ฟางข้าวอย่างเดียวเลี้ยงโค - กระบือในช่วงแล้ง เพื่อการดำรงชีพของสัตว์เท่านั้น
- ใช้ฟางข้าวเสริมด้วยใบพืชตะกูลถั่ว หรือใบมันสำปะหลังอัตรา 0.5 - 1 กก. / ตัว / วัน เพื่อคงสภาพน้ำหนักสัตว์ในช่วงแล้ง
- ใช้ฟางข้าวที่ราดสารละลาย ยูเรีย - กากน้ำตาล (อัตราที่ใช้คือ ยูเรีย : กากน้ำตาล : น้ำ : ฟาง : เท่ากับ 1.5 : 7.5 : 80 : 100 หน่วยน้ำหนักเดียวกัน) เพื่อปรับปรุงคุณภาพฟาง และเพิ่มความน่ากิน
- ใช้ในรูปของฟางปรุงแต่ง (หรือฟางหมัก) จะเพิ่มโปรตีนและการย่อยได้สูงขึ้น

ข้อแนะนำการใช้

- การใช้ฟางข้าวราดสารละลาย ยูเรีย - กากน้ำตาล หรือฟางปรุงแต่งเลี้ยงโค - กระบือ ควรให้อาหารข้นเสริมด้วยในกรณีสัตว์ที่ให้ผลผลิต เช่น ในโคนม ใช้ฟางปรุงแต่งร่วมกับอาหารข้นที่โปรตีนรวมไม่ต่ำกว่า 15% ยอดโภชนะย่อยได้ไม่น้อยกว่า 65% อัตราที่ให้เสริม 1 กก. ต่อการผลิตน้ำนม 2 - 2.5 กก. เพื่อให้มีส่วนสัมพันธ์กันในการใช้ประโยชน์จากอาหารได้เต็มที่
- การใช้ฟางข้าวหรือฟางปรุงแต่งเลี้ยงโค - กระบือ เป็นระยะเวลานาน ควรเสริมไวตามิน AD3E ให้ด้วยการฉีด หรือเพิ่มให้เพียงพอในกรณีให้อาหารข้นร่วมด้วยเพื่อป้องกันการขาด

การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว

- ใช้เป็นวัสดุการเกษตร เช่น ปุ๋ย ใช้ปรับปรุงดิน
- ใช้ทำกระดาษ
- ใช้ทำผลิตภัณฑ์เครื่องจักสาน
- ใช้ผลิตสารให้ความหวาน ไซลิทอล (Xylitol)
- ใช้ผลิตแอลกอฮอล์เพื่อเป็นพลังงานทดแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 สับปะรด (Pine Apple)

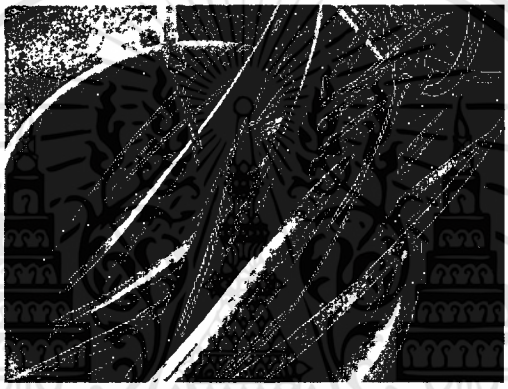
สับปะรด (ชื่อทางวิทยาศาตร์: Ananas comosus) เป็นพืชล้มลุกชนิดหนึ่ง ลำต้นมีขนาดสูงประมาณ 80-100 เซนติเมตร การปลูกก็สามารถปลูกได้ง่ายโดยการใช้หน่อหรือที่เป็นส่วนยอดของผลที่เรียก ว่า จุก มาฝังกลบดินไว้ และออกเป็นผล เปลือกของผลสับปะรดภายนอกมีลักษณะคล้ายตาล้อมรอบผล แต่ละท้องถิ่นเรียกสับปะรดแตกต่างกันออกไปเช่น

ภาคกลาง เรียกว่า "สับปะรด"

ภาคอีสาน เรียกว่า "บักนัด"

ภาคเหนือ เรียกว่า "มะนัด, มะขะนัด, บ่อนัด"

ภาคใต้ เรียกว่า "ย่านัด, ย่านนัด, ขนุนทอง"



รูปที่ 2.16 ลักษณะของใบสับปะรด

ที่มา : หทัยกาญจน์ ใบนานา

ลักษณะของสับปะรด

สับปะรดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี ปลูกได้ในดินแทบทุกแห่งในประเทศไทย เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เมื่อเจริญเป็นผลแล้วจะเจริญต่อไปโดยตาที่ลำต้น จะเติบโตเป็นต้นใหม่ได้อีก และ สับปะรดสามารถดัดแปลงเป็นไม้ประดับได้อีกด้วย สับปะรดแบ่งออกตามลักษณะความเป็นอยู่ได้ 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ พวกที่มีระบบรากหาอาหารอยู่ในดิน หรือเรียกว่าไม้ดิน พวกอาศัยอยู่ตามคาคบไม้หรือลำต้นไม้ใหญ่ ได้แก่ ไม้อากาศต่าง ๆ ที่ไม่แย่งอาหารจากต้นไม้ที่มันเกาะอาศัยอยู่ พวกนี้ส่วนใหญ่จะเป็นไม้ประดับและพวกที่เจริญเติบโตบนผาหินหรือโขดหิน ส่วนสับปะรดที่เราใช้บริโภคจัดเป็นไม้ดิน แต่ยังมีลักษณะบางประการของไม้อากาศเอาไว้ คือ สามารถเก็บน้ำไว้ตามซอกใบได้เล็กน้อยมีเซลล์พิเศษสำหรับเก็บน้ำเอาไว้ในใบ ทำให้ทนทานในช่วงแล้งได้

1) ไม้ล้มลุกอายุหลายปี สูง 90 - 100 ซม. มีลำต้นอยู่ใต้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ใบเดี่ยวเรียงสลับ ซ้อนกันถี่มากรอบต้น กว้าง 6.5 ซม. ยาวได้ถึง 1 เมตร ไม่มีก้านใบ ดอกช่อ ออกจากกลางต้น มีดอกย่อยจำนวนมาก

3) ผล เป็นผลรวม รูปทรงกระบอก มีใบเป็นกระจุกที่ปลาย

สับปะรด เป็นพืชที่รสชาติดี ใช้กินเป็นผลไม้ หรือปรุงเป็นอาหาร ส่วนมากนิยมนำไปแปรรูปทำเป็นสับปะรดกระป๋อง และสับปะรดกวน ส่วนใบมีเส้นใยยาวเหนียว สามารถนำไปทำเป็นเชือกหรือทำเป็นกระดาษ สับปะรดมีรสหวานฝาดเล็กน้อย

2.4.3 ยูคาลิปตัส (Eucalyptus)

ยูคาลิปตัส (อังกฤษ: Eucalyptus) เป็นพรรณไม้มีถิ่นกำเนิดในทวีปออสเตรเลีย เกาะแทสเมเนีย มีการกระจายพันธุ์ตั้งแต่หมู่เกาะมินดาเนา เซลีเบส ปาปัวนิวกินี ในพื้นที่ชุ่มที่มีน้ำขังในเขตร้อน

โครงสร้างของต้นยูคาลิปตัส

โครงสร้างของต้นยูคาลิปตัสซึ่งประกอบด้วย เปลือกไม้ซึ่งอยู่ด้านนอกสุดและเนื้อไม้ที่ซ่อนอยู่ด้านใน โดยในส่วนของเนื้อไม้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

1) ส่วนแรก คือ “กระพี้” หรือเนื้อไม้ด้านนอกซึ่งอยู่ติดกับเปลือกไม้และเป็นที่อยู่ของท่อลำเลียงน้ำ (xylem) จำนวนมาก

2) ส่วนที่สอง คือ “แก่น” หรือเนื้อไม้ด้านในสุดซึ่งถูกห่อหุ้มด้วยกระพี้ เมื่อต้นยูคาลิปตัสเติบโตเต็มที่พื้นที่ของกระพี้ก็จะเพิ่มขึ้นพร้อมกับการสร้างท่อลำเลียงน้ำใหม่ ซึ่งท่อลำเลียงน้ำอันเก่าหลังจากใช้งานมานานก็จะมีการสะสมของสารต่างๆ ภายในเซลล์ จนเกิดการอุดตันจนกลายเป็นแก่นที่ไม่สามารถลำเลียงน้ำได้อีก ซึ่งยูคาลิปตัสนั้นจะมีแก่นก็ต่อเมื่ออายุเกิน 15 ปีขึ้นไป ยูคาลิปตัสเป็นไม้ที่มีพื้นที่ของกระพี้มากจึงหมายถึงการมีพื้นที่ลำเลียงน้ำขึ้นสู่เรือนยอดมากตามไปด้วย เนื่องจากแนวโน้มการดูดน้ำของต้นไม้แต่ละต้นมากน้อยนั้นขึ้นอยู่กับพื้นที่ของกระพี้ในลำต้นเป็นสำคัญ

เนื่องจากยูคาลิปตัสจะมีระบบรากที่แผ่ขยายเร็วและสามารถหยั่งลงไปในดินได้ในระดับลึกจึงมีประสิทธิภาพในการเสาะแสวงหาแหล่งน้ำใต้ดินได้มากกว่าพืชชนิดอื่น ยูคาลิปตัส เป็นไม้เศรษฐกิจของโลก เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตเยื่อกระดาษ และเป็นพืชพลังงานที่สำคัญ ส่วนใบและก้านอุดมด้วยน้ำมัน นอกจากนำไปสกัดเป็นน้ำมันยูคาลิปตัสที่มีสรรพคุณทางการแพทย์แล้ว ยังใช้เพื่อการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพได้อีกด้วย ยิ่งไปกว่านั้น ไม้ยูคาลิปตัสเอง เมื่อเผาแล้วก็ใช้เป็นถ่านได้ด้วยเช่นกัน ไม้ยูคาลิปตัสยังเป็นที่ต้องการอย่างมาก จากข้อมูลของฝ่ายวิจัยธนาคารนครหลวงไทย มูลค่าการส่งออกเยื่อกระดาษของประเทศไทยในช่วง 9 เดือนแรกของปี 2550 มีมูลค่า 4,234.4 ล้านบาท เพิ่มขึ้นร้อยละ 17.5 จากช่วงเดียวกันของปี 2549 สำหรับแนวโน้มของอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษในปี 2551 คาดว่าจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับปีที่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยูคาลิปตัส เป็นไม้พื้นเมืองของประเทศออสเตรเลีย มีมากกว่า 700 สายพันธุ์ แต่มีเพียงไม่กี่ชนิดที่เจริญเติบโตได้ดีในประเทศไทย ซึ่งได้มีการปรับปรุงพันธุ์จนเป็นพันธุ์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพดินแทบทุกประเภท ตั้งแต่ดินทราย ดินเค็ม ดินเปรี้ยว ทนต่อความแห้งแล้งได้ดี แต่ไม่ทนดินที่มีหินปูนสูง การขยายพันธุ์ต้นยูคาลิปตัสนั้น สามารถทำได้โดยการเพาะเมล็ด การตัดกิ่งและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ข้อดีของยูคาลิปตัส คือ โตเร็ว สามารถใช้ประโยชน์ได้ภายใน 4-5 ปี มีการลงทุนค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับไม้โตเร็วชนิดอื่น เจริญเติบโตในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำได้ เมื่ออายุ 3-6 ปี เนื้อไม้มีความเหมาะสมสำหรับผลิตเยื่อกระดาษ การปลูกยูคาลิปตัสในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมจะช่วยรักษาระดับความชื้นในอากาศ

รูปที่ 2.17 ลักษณะลำต้นของยูคาลิปตัส

ที่มา : ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

2.4.4 ปอแก้ว ปอกระเจา (Jute)

ปอแก้วแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ปอแก้วไทย (Thai Kenaf or Roselle) หรือที่เรียกว่า "ปอแก้ว" ในปัจจุบัน และปอคิวบา (Cuban Kenaf) ปอแก้วและปอคิวบาเป็น พืชในวงศ์มัลวาซีอี (Malvaceae) เช่น เดียวกับฝ้าย และอยู่ในสกุลเดียวกันคือ ไฮบิสคุส (Hibiscus) แต่ต่างชนิดกัน

1) ปอแก้ว

1.1) ปอแก้วเป็นปอพื้นเมืองซึ่งปลูกกระจัดกระจายในแอฟริกาและอินเดีย มีถิ่นกำเนิดในแถบตะวันตกของประเทศซูดานเป็นพืชให้เส้นใยที่ได้จากเปลือกของลำต้น รู้จักกันดีในอียิปต์และอินเดียมาหลายศตวรรษแล้วต่อมาปลูกกันแพร่หลายในทวีปเอเชีย อเมริกาใต้และแอฟริกา ปอแก้วมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่าไฮบิสคุส ซับดาริฟฟา (Hibiscussabdariffa) มีชื่อพื้นเมืองเรียกต่างกันไปตามท้องถิ่นที่ปลูก เช่น โรแซลล์ (Rose Lle) ปูซาเฮมพ์ (Pusa Hemp) และชันนี (Channi) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปอแก้วมี 2 ชนิดคือ ชนิดที่ใช้กลีบรองดอกเป็นอาหารที่เรียกว่า กระเจี๊ยบและชนิดที่ใช้เปลือกทำเส้นใย

1.2) ปอคิวบา ปอคิวบามีถิ่นกำเนิดในแอฟริกาแถบแองโกรา ซึ่งภูมิประเทศมีลักษณะร้อนชื้นอยู่ระหว่างเส้นละติจูด 40° - 48° เหนือ แล้วต่อมาจึงกระจัดกระจายออกไปแถบรัสเซียและแมนจูเรีย จนถึงเส้นละติจูด 30° ใต้ การนำพันธุ์เข้ามาปลูกในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปอแก้วนั้น ค้นคว้าหลักฐานไม่พบ เท่าที่ทราบครั้งแรกเรียกกันว่า ปอแก้วจีน สันนิษฐานว่าคงมีผู้นำมาจากประเทศจีนหรือไต้หวันเป็นครั้งแรก แล้วต่อมาเปลี่ยนเป็นปอแก้วไทยและเป็นปอแก้วในปัจจุ บัน ส่วนการนำพันธุ์ปอแก้วมาทดลองปลูกเริ่มมีมาตั้งแต่ พ.ศ. 2475 โดยหลวงอิงคศรีกสิการ (นายอินทรีย์ จันทรสถิตย์) นำมาปลูกทดสอบพั นธุ์ที่โรงเรียนเกฆตรกรรมโนนวัด (เปลี่ยนชื่อเป็นสถานีทดลองพืชไร่โนนสูง อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา ปัจจุบันได้ยุบสถานี ไปแล้ว) ซึ่งขณะนั้นสังกัดอยู่ในกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการต่อมาใน พ.ศ. 2493 ประเทศไทยได้เริ่มปลูกปอแก้วกันเพิ่มขึ้นในภาคตะวันอ อกเฉียงเหนือ

ปอคิวบามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ไฮบิสคุสคานาบินุส ลินเนียส (Hibiscus Canabinus Linaeus) มีชื่อพื้นเมืองเรียกต่างกันไปตามท้องถิ่นที่ป ลูก เช่น เคนัฟ (Kenal) เดคคานเฮทพ์ (Deccanhemp) บิมลิพาตัม (Bimlipatam) และเมสตา (Mesta) เป็นต้น

2) ปอกระเจา

ปอกระเจา (Jute) ที่ปลูกกันแพร่หลายในปัจจุบันมีอยู่ 2 ชนิด คือ ปอกระเจาฝักยาว (Tossa Jute) และปอกกระเจาฝักกลม (White Jute) ปอกระเจาทั้งสอชนิดนี้พืชในวงศ์ทิเลียซีอี (Tiliaceae) สกุลคอร์โครุส (Corchorus) ปอกระเจาฝักยาวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า คอร์โครุส ออลิโทริอุส ลินเนียส (Corchou s Olitorius Linmeaus) ส่วนปอกะเจาฝักกลมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า คอร์โครุส คัพซูลาริส ลินเนียส (Corchorus Capsularis linnaeus)

แหล่งกำเนิดของปอกระเจานั้น สันนิษฐานว่าปอกระเจาฝักยาวมีแหล่งกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกา แล้วแพร่กระจายมายังทวีปเอเชีย ตอนใต้ ส่วนปอกระเจาฝักกลมมีแหล่งกำเนิดอยู่ในอินโด-พม่า (แถบประเทศที่อยู่ในกลุ่มเอเชียตะวันออกเฉียงใต้) ปอกระเจามีอยู่แพร่หลายในประเทศไทยมานานแล้ว แต่ไม่มีหลักฐานการนำเข้า ขึ้นเองตามธรรมชาติบริเวณดินที่ชื้นแฉะใกล้ ๆ น้ำ หรือพบเห็นเป็นวัชพืชในสวนผลไม้ ต้นสูงประมาณ 1-2 เมตร นอกจากนี้ก็มีการปลูกริมฝั่งแม่น้ำในเขตภาคกลางและภาคตะวันออก สาเหตุที่กสิกรนิยมปลูกปอกระเจาฝักกลมเพราะในช่วงสุดท้ายของการเจริญเติบโตสามารถทนน้ำท่วมได้สูงถึง 80 เซนติเมตร ส่วน ปอกระเจาฝักยาวเท่าที่สำรวจเป็นพันธุ์พื้นเมือง ไม่ได้ปลูกกันอย่างแพร่หลาย การใช้ประโยชน์จากปอกกระเจาส่วนใหญ่จะนำมาลอกเป็นปอกลีบ ขูดผิวตากแห้ง ทำเป็นเชือกในลักษณะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปอกระเจา

ปอกระเจาฝักยาวและปอกระเจาฝักกลมมีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนที่ฝักซึ่งมีรูปร่างยาวและรูปร่างกลม ส่วนอื่น ๆ มีลักษณะใกล้เคียงกันมากดังนี้

ระบบราก มีรากแก้วหยั่งลงไปในดินลึกประมาณ 50-60 เซนติเมตร

ลำต้น มีความสูงยาวเรียวประมาณ 3-5 เมตร มีสีเขียวอ่อนหรือแดงเข้ม

การแตกกิ่ง ปอกระเจาฝักกลม อาจจะมีทั้งชนิดแตกกิ่งและไม่แตกกิ่ง แต่ปอกระเจาฝักยาวมีการแตกกิ่ง แต่กิ่งไม่ ค่อยมีการเจริญเติบโตเท่าใดนัก

ใบ เป็นใบเดี่ยว ขอบเป็นหยัก รูปร่างกลมรี ปลายแหลม แต่ปอกกระเจาฝักกลมมีขนาดใบเล็กกว่าปอกระเจาฝักยาวเล็กน้อยนอกจากนี้ปอกระเจาฝักกลมใบยังมีรสขมกว่าใบของปอกระเจา ฝักยาว

ดอก เกิดเป็นกลุ่ม 2-5 ดอก มีกลีบดอกสีเหลือง 5 อัน ดอกของปอกระเจาฝักกลมมีขนาดเล็กกว่าปอกระเจาฝักยาวประมาณ 2 เท่า

ฝัก ปอกกระเจาฝักกลม ฝักจะมีลักษณะกลมขนาดยาว 1.3-2 เซนติเมตร กว้าง 0.8-1 เซนติเมตร เปลือกฝักมีลักษณะย่นสำหรับปอกระเจาฝักยาวจะมี รูปร่างเรียวยาว 6-10 เซนติเมตร กว้าง 0.3-0.8 เซนติเมตร

เมล็ด ปอกระเจาฝักกลมมีเมล็ดสีน้ำตาล ขนาดเล็กกว่าปอกระเจาฝักยาวซึ่งมีเมล็ดสีน้ำเงินเขียวหรือเทาน้ำเงิน

คุณภาพเส้นใย ปอกระเจาฝักกลมมีเส้นใยสีขาว ส่วนปอกระเจาฝักยาวมีสีขาวเหลืองอ่อนนุ่มและเหนียวกว่าปอกระเจาฝัก กลม ปอทั้งสองชนิดนี้มีคุณภาพดีกว่าปอกแก้ว สภาพพื้นที่ปอกระเจาฝักกลมสามารถปรับตัวได้ดีกว่า สามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งสภาพที่ดอนและที่ลุ่ม สำหรับปอกระเจ าฝักยาวจะเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่ดอนที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง อายุการเก็บเกี่ยว เมื่อปอติดฝักอ่อน (100-120 วัน)

2.4.5 ชานอ้อย (Bagasse)

หมายถึง เศษเหลือจากการหีบเอาน้ำอ้อยออกจากท่อนอ้อยแล้ว เมื่อท่อนอ้อยผ่านลูกหีบชุดแรก อาจจะมี น้ำอ้อยตกค้างเหลืออยู่ยังหีบออกไม่หมด แต่พอผ่านลูกหีบชุดที่ 3-4 ก็จะมีน้ำอ้อยตกค้างอยู่น้อยมาก หรือแทบจะไม่เหลือ อยู่เลย คือเหลือแต่เส้นใยล้วนๆ ผลพลอยได้อันดับต่อมาได้แก่ ฟิลเตอร์มัด (filter mud) หรือบางแห่งก็เรียกฟิลเตอร์ เพรสเค็ก หรือฟิลเตอร์เค็ก หรือฟิลเตอร์มัด (filter-press cake, filter or filter muck) ซึ่งจะถูกแยกหรือกรองหรือ ทำให้น้ำอ้อยบริสุทธิ์โดยวิธีอื่นใดก็ตาม สิ่งสกปรกที่แยกออกมาก็คือ ฟิลเตอร์เค็ก ผลพลอยได้ อันดับสุดท้ายจากโรง งานน้ำตาลก็ได้แก่ กากน้ำตาล หรือโมลาส (molasses) ซึ่งมีลักษณะข้นเหนียว สีน้ำตาลแก่ ที่ไม่สามารถจะสกัดเอาน้ำตาล ออกได้อีกโดยวิธีปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอดีตใช้ชานอ้อยเป็นเชื้อเพลิงสำหรับต้มน้ำในหม้อน้ำให้เดือดแล้ว ใช้กำลังไอน้ำสำหรับเดินเครื่องจักรไอน้ำและสำหรับกำเนิดไฟฟ้าในระยะเวลาต่อมา ชานอ้อยในยุคก่อน ๆ ยังมีน้ำตาลที่หีบ ออกไม่หมดหลงเหลืออยู่มาก และเป็นการสะดวกในการที่ป้อนชานอ้อยจากลูกหีบลูกสุดท้ายเข้าสู่เตาต้มน้ำหรือ boiler ได้ทันที ถึงกระนั้นก็ตามชานอ้อยก็ยังคงเหลืออยู่อีกมาก เนื่องจากหม้อน้ำใช้ไม่หมดทำให้เกิดปัญหาในการกำจัด และทำลาย ให้หมดไปจากบริเวณโรงงานแม้ว่าบางโรงงานในแถบเวสต์อินดีสจะดัดแปลงไปใช้กลั่นเหล้ารัมหรือแอลกอฮอล์บ้าง ชานอ้อยก็ ยังคงเหลืออยู่มากมาย

การใช้ประโยชน์ชานอ้อยในการอุตสาหกรรม

นักวิจัยได้พยายามคิดค้นหาวิธีนำชานอ้อยไปประดิษฐ์ใช้ให้เป็น ประโยชน์แก่มนุษย์ผลสุดท้ายก็ประสบความสำเร็จ โดยการนำไปอัดเป็นแผ่นคล้ายไม้อัด และใช้ทำเยื่อกระดาษตลอด จนพลาสติกและสารเฟอฟิวราล (Furfural) เป็นที่ทราบกันดีว่ากระดาษอัดที่ทำจากชานอ้อย มีคุณสมบัติเก็บเสียงได้ดี และใช้ทำฝ้าเพดาน ตลอดจนใช้บุผนังห้องในบ้านหรือแม้แต่ในเรือและรถยนต์ ในบรรดาผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ จากชานอ้อย ต่างก็มีชื่อการค้าจดทะเบียนสิทธิ์ต่าง ๆ กัน เช่น ซีโลเท็กซ์ และเคเน็ก (Celotex and Canec) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม คุณลักษณะของเส้นใยหรือไฟเบอร์ที่ได้จากอ้อยก็ยังไม่เป็นที่ถูกใจของผู้ใช้มากนัก หรือแม้แต่โรงงานทำเยื่อกระดาษ ห่อของก็ยังต้องการให้ชานอ้อยมีเส้นใยยาวกว่านี้ เมื่อมองในแง่พลังงาน ซึ่งกำลังมีราคาแพงขึ้นในทุกวันนี้ ชานอ้อยแม้ว่าจะให้พลังงาน น้อยกว่าน้ำมันหรือถ่านหิน แต่ก็เป็นผลพลอยได้ที่โรงงานน้ำตาลไม่ต้องลงทุนซื้อหามาเหมือนน้ำมันปิโตรเลียม มีผู้คำนวณไว้ว่า ชานอ้อยหกตันที่มีความชื้นประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ มี ไฟเบอร์ประมาณ 46 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำตาลเหลืออยู่ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ จะมีความร้อนเทียบเท่ากับน้ำมันเตาหนึ่งตันทั้งนี้ ถ้าชานอ้อยยิ่งมีความชื้นน้อยมีเปอร์เซ็นต์ไฟเบอร์สูง และมีน้ำตาลซูโครสที่เหลืออยู่สูงก็จะให้ความร้อนสูงมากยิ่งขึ้น โดยวัดค่าความร้อนออกมาเป็น L.C.V. (lower calorific value) ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 2,800 ถึง 3,700 B.T.U. ต่อปอนด์

การทำเยื่อกระดาษจากชานอ้อยมีประวัติมานาน และมีผู้จดทะเบียนสิทธิ์มาตั้งแต่ปี 1838 ต่อมาก็มีการผลิตกระ ดาษชนิดต่าง ๆ จากเยื่อกระดาษที่ได้จากชานอ้อย ในปี 1856 มีรายงานว่า มีผู้ประดิษฐ์กระดาษชนิดกระดาษหนังสือ พิมพ์ได้จากชานอ้อย จนกระทั่งปัจจุบันเทคโนโลยีในการผลิตเยื่อกระดาษจากชานอ้อยได้รุดหน้าไปไกลมาก ชานอ้อยที่จะ ถูกนำมาแยกสิ่งสกปรกและสิ่งที่ละลายปนมาตลอดจน pith ออกก่อนโดยวิธีทำให้เปียกแล้วทำให้แห้งทันที แล้วนำไป ผสมกับเยื่อกระดาษที่ได้จากไม้ไผ่และเยื่อกระดาษจากกระดาษเก่าๆ (Cellulosic Material) อีกวิธีหนึ่งในการแยก Pith ออก ก็โดยวิธีที่เรียกว่า ไฮดราพัลเพอร์ (Hydrapulper) คือการใช้น้ำล้างอย่างแรงและชะให้ pith แยกออกโดยผ่านตะแกรง หมุนแล้วทำให้แห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบทางเคมีของชานอ้อยคล้ายกับของไม้เนื้อแข็ง (ไม้เนื้อแข็ง ในแง่การทำเยื่อกระดาษ) ส่วนประกอบดังกล่าวปรวนแปรไปตามชนิดพันธุ์ อายุและสภาพที่อ้อยเติบโตขึ้นมา ชานอ้อยมีลิกนิน (Lignin) น้อยกว่าไม้ยืนต้น มีสารเพนโตแซน (Pentosan) มากกว่าไม้สนไม้สปรูซ (Spruce) และไม้ยืนต้น อื่น ๆ บางชนิด ส่วนประกอบเซลลูโลส ชนิด Cross และ Bevan ของอ้อยมีลักษณะคล้ายกับไม้ที่ใช้ทำกระดาษชนิดอื่น ๆ ขี้เถ้าของอ้อยมีส่วนประกอบผิดแผกจากไม้ชนิดอื่น คือมี ซิลิกา (Silica) สูงมาก และมีโพแทสกับแคลเซียมต่ำ เส้นใยอ้อยยก เว้น Pith เหมาะสมที่จะนำมาทำเยื่อกระดาษมาก คือ จัดเป็นเยื่อชนิดดี และฟอกสีได้ง่าย ข้อเสีย คือ จำเป็นจะต้องแยก Pith ออกก่อนทำเยื่อและ Pith ที่แยกออกมาสามารถนำไปสังเคราะห์ทำอาหารสัตว์ได้โดยผสมกับกากน้ำตาล หรือสามารถ ใช้ทำส่วนประกอบของวัตถุระเบิดได้

การทำเยื่อกระดาษก็เพื่อที่จะละลายส่วนที่เป็นลิกนินและเฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ออกจากชานอ้อย ลิกนินเป็นส่วน หนึ่งซึ่งยึดเส้นใยของชานอ้อยให้ติดกัน ทำให้ไม่สามารถทำให้ได้กระดาษแผ่นบาง ๆ ได้ ส่วนเฮมิเซลลูโลสถ้ามีอยู่เกิน 20% จะทำให้กระดาษที่ได้ขาดง่ายเกินไป ไม่เหนียวและหยุ่นตัว ก่อนทำเยื่อกระดาษ จะต้องนำชานอ้อยมาล้าง และแยกส่วนที่เรียกว่า "พิท" (pith) ออกก่อน เยื่อที่เหลืออยู่จะถูกนำ ไปย่อย หรือผสมกับส่วนผสมหนึ่ง หรือมากกว่าตามสูตร ซึ่งมักจะปิดบังไม่เปิดเผย เสร็จแล้วนำไปผ่านความร้อน 10 - 12 นาที สิ่งที่ได้เรียกว่า เยื่อกระดาษ ต่อมาเยื่อกระดาษจะถูกนำไปทำให้ขาวโดยการฟอกด้วยนม หรือสารเคมี แล้วแต่ว่าจะนำ เยื่อกระดาษนั้นไปใช้ทำอะไร

2.4.6 กล้วย (Banana)

กล้วย เป็นพรรณไม้ล้มลุกในสกุล Musa มีหลายชนิด เช่น กล้วยน้ำว้า กล้วยน้ำไท กล้วยหอมทอง กล้วยหอมเขียว กล้วยไข่ กล้วยตานี กล้วยหักมุก กล้วยเล็บมือนาง กล้วยนิ้วมือนาง กล้วยส้ม กล้วยนาค กล้วยหิน กล้วยงาช้าง บางชนิดก็ออกหน่อแต่ว่าบางชนิดก็ไม่ออกหน่อ ใบแบนยาวใหญ่ ก้านใบตอนล่างเป็นกาบยาวหุ้มห่อซ้อนกันเป็นลำต้น ออกดอกที่ปลายลำต้นเป็น ปลี และมักยาวเป็นงวง มีลูกเป็นหวี ๆ รวมเรียกว่า เครือ พืชบางชนิดมีลำต้นคล้ายปาล์ม ออกใบเรียงกันเป็นแถวทำนองพัดคลี่ คล้ายใบกล้วย เช่น กล้วยพัด (Ravenala madagascariensis) ทว่าความจริงแล้วเป็นพืชในสกุลอื่น ที่มิใช่ทั้งปาล์มและกล้วย

ลำต้นของกล้วยมีเส้นใยมาก ปัจจุบันมีกล้วยปลูกใน 129 ประเทศตามภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลก ในแต่ละปีมีลำต้นและใบกล้วยประมาณ 1 พันล้านตันถูกทิ้งเป็นขยะ ในช่วงเดือนเมษายน ค.ศ.2002 ถึงเดือนมีนาคม ค.ศ.2003 บริษัท นิชชินโบอุตสาหกรรม (Nisshinbo Industries) ได้พัฒนาผ้าที่ทำจากลำต้นของกล้วยได้สำเร็จเป็นครั้งแรกของโลก นอกจากจะซับน้ำได้ดีแล้ว เส้นใยจากต้นกล้วยยังแห้งเร็วและระบายอากาศได้ดีอีกด้วย บริษัทนิชชินโบอุตสาหกรรมได้วางแผนที่จะขายวัสดุที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมือนผ้ายีนเดนิมที่ทำจากต้นกล้วยนี้ในฤดูใบไม้ผลิ ในปี ค.ศ.2004 และขายพรมที่ใช้ในห้องน้ำที่ทำจากฝ้าย 70% และจากลำต้นกล้วย 30% ด้วย

กล้วยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เกือบทุกส่วนของต้น ตั้งแต่ ลำต้น ใบ ปลี และผล การนำมาประกอบอาหาร ส่วนของปลี(ดอก) ประกอบอาหารได้หลายชนิด เช่น ต้มยำ ยำ ทอดกรอบ ฯลฯ ส่วนลำต้น จะใช้ส่วนในสุดที่เป็นสีขาวและกรอบ โดยการลอกชั้นนอกออก นิยมนำมาทำเป็นแกงหยวก ในปัจจุบันตลาดของผู้บริโภคอยู่ทางภาคอีสาน มีการนำผลกล้วยอ่อน เป็นส่วนประกอบของส้มตำ ส่วนผลกล้วยตานีสุกมีการใช้เป็นส่วนประกอบของเค้กกล้วยแต่ผลของกล้วยตานีมีเมล็ดมาก จึงไม่เป็นที่นิยมนำมารับประทานผลสดเหมือนกล้วยชนิดอื่น

การนำลำต้นของกล้วยมาใช้สอย ต้นกล้วยสามารถลอกออกเป็นชั้นๆ กรีดเป็นเส้นและตากแห้งได้ปอกล้วยมาใช้ในงานหัตถกรรมจักสานต่างๆ ใบตองคือใบของกล้วยตานี ซึ่งมีการนำมาใช้ประโยชน์หลากหลาย ใช้กันมาตั้งแต่สมัยโบราณซึ่งเป็นส่วนสำคัญของวิถีชีวิตนิยมนำมาห่อหรือรองอาหารในการหุงต้มหรือนึ่งและใช้ในงานฝีมือหรือตกแต่งสำหรับอาหารด้วย ใบตองจึงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของการประกอบอาหารไทยด้วยใบตองยังเกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม ประเพณี และพิธีกรรมต่างๆ เช่น การทำบายศรี ขันหมาก ประเพณีลอยกระทง เป็นต้น เป็นพืชเศรษฐกิจของตำบลคลองกระจง และตำบลข้างเคียงในเขต อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย โดยใบตองกล้วยตานีเป็นผลิตผลทางการเกษตรที่มีการปลูกมากที่สุด มีพื้นที่การปลูกถึง 2,889 ไร่ และเป็นแหล่งที่ผลิตใบตองได้มากที่สุดในประเทศ ซึ่งผลิตใบตองส่งทั้งตลาดในและต่างประเทศ

ข้อดีของเส้นใยธรรมชาติ

เป็นทรัพยากรที่ไม่สิ้นสุด
ช่วยรักษาสภาพแวดล้อมธรรมชาติ
มีสมบัติที่ดีบางประการ น้ำหนักเบา ไม่เป็นพิษ
เป็นฉนวนความร้อน / เสียงดี
มีศักยภาพในการเสริมแรงวัสดุอื่น
ย่อยสลายได้

ข้อเสียของเส้นใยธรรมชาติสำหรับการใช้งานอุตสาหกรรม

คุณภาพไม่คงที่
ราคาไม่คงที่
ไม่ทนความร้อน
ดูดความชื้น
ติดไฟง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียหายง่ายระหว่างผลิต

มีข้อจำกัดในการนำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่

สำหรับการใช้งานหัตถกรรม

ราคาไม่คงที่

ขึ้นรางง่าย

คุณภาพไม่คงที่

ปัญหาการพัฒนาใช้ประโยชน์จากเส้นใจธรรมชาติในประเทศไทย

ไม่สามารถควบคุมการผลิตได้หรือทำได้ยาก

การผลิตด้านการเกษตร ขาดการวางแผนอย่างมีระบบ

เกษตรกรไม่มีข้อมูลด้านการตลาดสนับสนุน

พื้นที่ปลูกและปริมาณการผลิตลดลงเรื่อยๆ

จะสามารถผลิตได้มากน้อยเพียงพอกับความต้องการหรือไม่

หากพัฒนาเป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรม

จะพบคู่แข่งจากวัสดุสังเคราะห์

การพัฒนาเส้นใยธรรมชาติ

มุ่งเน้นการผลิตในสินค้าที่มีความได้เปรียบเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิต

พัฒนาการตลาดในเชิงรุก

สร้างความเชื่อมโยงระหว่างอุตสาหกรรม

ขยายการค้าในเขตเอเชียและในประเทศ

เตรียมพร้อมในเรื่องมาตรฐานสากล สิ่งแวดล้อม และสวัสดิการในโรงงาน

ผลิตสินค้าให้มีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น

นโยบายสนับสนุนของภาครัฐ

ภาครัฐสนับสนุนให้มีการปลูกฝ้ายหรือพืชที่ให้เส้นใยมากขึ้น

มีการประกันราคาเพื่อความมั่นใจของเกษตรกร

2.5 ประเภทของกาว

กาวเป็นสารที่ใช้ในการเชื่อมผิววัสดุเข้าด้วยกัน อาจเป็นสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ก็ได้ โดยอาศัย Surface Adhesion และ Internal Strength (การยึดติดกัน หรือ Adhesion และการเกาะติดกันเป็นก้อนหรือ Cohesion) และโครงสร้างของผิววัสดุนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ทฤษฎีการยึดติดกันมีหลายทฤษฎี เช่น Diffusion Theory, Adsorption Theory ขึ้นอยู่กับแรงโมเลกุล เช่น แรงแวนเดอร์วาล์ว และช่องว่างระหว่างโมเลกุลของวัสดุ, Electrostatic Theory,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Surface Energentics and Wettability Theory เป็นต้น กาวมีหลายชนิดตามสารที่นำมาใช้เป็นเนื้อกาว โดยสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ สารที่เป็นสารอนินทรีย์ เช่น Soluble Silicates, Phosphase Cement และสารที่มาจากธรรมชาติ เช่น จากพืช เขาสัตว์ แร่ธาตุ และสารสังเคราะห์ เช่น เรซิน Elastomer-Sovent Cement

2.5.1. กาวธรรมชาติ

กาวธรรมชาติที่ผลิตจากหนังและกระดูกสัตว์ได้จากการเคี่ยวเอ็นหนังและกระดูกสัตว์ผสมกับน้ำแล้วปล่อยให้ตกสะเก็ดจนสามารถลอกออกเป็นชั้น ๆ ได้ กาวที่ทำจากชิ้นส่วนของปลาปกติจะเป็นของเหลวและกาวที่ได้จากพืชได้แก่ยางเหนียวของต้นไม้และแป้งวัสดุประสานธรรมชาติทั้งหมดจะเสื่อมคุณภาพเมื่อผึ่งลมกับอากาศ เช่น วัสดุที่เป็นแป้งเปียกวัสดุประสานเหล่านี้ปกติเป็นส่วนผสมของแป้งกับน้ำ เช่น กาว ยางไม้ (ยางสน) หรือน้ำยางเหนียว ยางไม้ถูกใช้งานมากเพราะว่ายางไม้จะไม่หดตัวการที่มีฐานเป็นแป้งสามารถลอกออกโดย การขัดถู กาวจำนวนมากทำจากแป้งมันสำปะหลังและใช้เป็นตัวประสาน เช่น ปิดฉลากและแสตมป์ รากของต้นมันสำปะหลังที่เป็นแป้ง แป้งข้าวโพดและแป้งจากมันฝรั่งใช้เป็นตัวประสานในไม้อัด เกรดต่ำ ยางธรรมชาติมีการยึดเกาะกันสูงและติดกันอย่างแข็งแรง และมีความเหนียวเริ่มต้นดี กาวยางมีกรรมวิธีการผลิตโดยการใช้ยางที่ไม่ได้อบด้วยความร้อนผสมกับสารละลายเคมีกาวยางชนิดที่ไม่ได้อบด้วยความร้อนจะกันน้ำและมีความแข็งแรงขั้นต้นดี และจะสลายตัวได้ดีกาวยางชนิดอบด้วยความร้อนก็กันน้ำได้ด้วย และมีความแข็งแรงกว่ากาวยางชนิดที่ไม่ได้อบ

2.5.2. กาวสังเคราะห์

1) กาวเซลลูโลส (Cellulose Glue) ตัวประสานไพรอกไซลีน (Pyroxylin) ทำจากไนโตรเซลลูโลส (ฟิล์มภาพยนต์) และสารละลายเคมี เช่น อีเธอร์ แอลกอฮอล์ มีลักษณะเป็นวุ้น ปกติจะยืดหยุ่นเมื่อผสมกับยางเหนียวหรือยางสน ทำให้มีคุณสมบัติติดแน่นมากในทุก ๆ ผิวงานมีความเหนียว เริ่มต้นต่ำมากจะต้องอบด้วยความร้อนโดยการกลายเป็นไอของสารละลายมีความต้านทานต่อความร้อนและเปลวไฟต่ำกาวเหล่านี้ใช้ในอุตสาหกรรม รองเท้า การสังเคราะห์เซลลูโลสอะซีเตตมีคุณสมบัติทนต่อความร้อนดีแต่มีคุณสมบัติต่ำมากต่อการตากแดดตากลมต่ำกว่ากาวไนโตรเซลลูโลส กาวเซลลูโลสอะซีเตตบิวไทเรตจะมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับกาวอะซีเตต ยกเว้นบิวไทเรตมีความต้านทานต่อความชื้นดี

2) กาวพลาสติก (Plastic Glue) เป็นกาวที่ผลิตจากพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติงและประเภทเทอร์โมพลาสติกเทอร์โมเซตติงไม่สามาถให้ความร้อนได้อีกหลังจากมัน ได้รับการอบด้วยความร้อนแล้วแต่เทอร์โมพลาสติกสามารถทำให้อ่อนได้อีกโดยการให้ความร้อนอีกครั้ง หรือด้วยสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ขั้นตอนการผลิตงานแผ่นประกอบทดแทนไม้ (Composite Material)

2.6.1. การเตรียมวัตถุดิบ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือเส้นใยพืชมาทำการรีไซเคิล โดยการนำมาตัดให้สั้น หรือทำการแยกเส้นใยด้วยวิธีต่างๆ คือ

เตรียมจาก กระบวนการเชิงกล (Mechanical Pulp : MP) ซึ่งสามารถเตรียมได้ดังนี้ คือ

1) นำชิ้นวัสดุที่สะอาดไปบดด้วยเครื่องบด

2) ทำการแยกขนาดโดยใช้เครื่องร่อนแยกขนาดที่มีตระแกรงร่อนขนาด 20 และ 50 mesh เพื่อควบคุมขนาดของเส้นใย

3) นำเส้นใยที่มีขนาด 20-50 mesh ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 ^{0}C เป็นเวลา 1 วัน หรือจนได้น้ำหนักเส้นใยคงที่ แล้วนำไปเก็บในเดซิเคเตอร์ก่อนนำไปผสมกับเยื่อกระดาษ หรือชิ้นไม้อื่นๆที่ต้องการ

2.6.2 ขั้นเตรียมการผสมกาว (Blending) การผสมกาวเป็นขั้นตอนที่สำคัญ ที่จะได้แผ่นประกอบที่มีคุณภาพตามต้องการ เพราะว่าการกระจายของกาวและส่วนผสมอื่นๆ ที่ไม่สม่ำเสมอจะทำให้บริเวณนั้นมีการจับยึดกันระหว่างเยื่อกระดาษต่ำ และทำให้แผ่นประกอบไม่แข็งแรง และหากใช้เครื่องมือวัดที่ดีหาปริมาณของกาวและการไหลของเยื่อกระดาษ ที่ส่งผ่านไปยังเครื่องคลุกเคล้านั้นก็จะทำให้มีการผสมที่เหมาะสมและสมบูรณ์ที่สุด

ปัจจัยที่ควรพิจารณาระหว่างการผสมกาว

1) ศึกษาการกระจายของกาว โดยพิจารณาจากชนิดของเครื่องผสม (Type of Blender) อัตราเร็วในการหมุน (Rotation-Speed) ระยะเวลาที่เหมาะสมในการคลุกเคล้า (Optimum Dwell Time) และอัตราการป้อนชิ้นไม้ลงไปผสม

2) ระบบการชั่งตวงวัด สำหรับเยื่อกระดาษและเส้นใย กาว และสารเติมแต่งควรมีความเที่ยงตรง เพื่อจะได้ป้อนหรือไหลเข้าสู่การผลิตได้พร้อมเพรียงกัน

3) ระหว่างการผสมไม่ควรเกิดช่องว่างและความไม่แน่นอนในการผลิต

ปัจจัยที่ควรพิจารณาหลังการผสมกาว

1) หลีกเลี่ยงปัจจัยต่างๆ ที่เป็นเหตุให้กาวบนเยื่อที่ผสมแล้ว ได้รับการสั่งสะเทือนหลุดออกน้อยลงไป

2) ปกป้องกาวจากการเกิดการแข็งตัวก่อนระหว่างการป้อนเข้าเครื่องอัด

ถ้ามีการผสมกับสารเติมแต่งอื่นกับเยื่อกระดาษ ระบบการทำจะทำให้เป็นละอองกาว (Automization System) เป็นระบบการผสมกาวด้วยละอองจากการพ่น (Spraying) เป็นระบบที่นิยมกันมากที่สุดในปัจจุบันเนื่องจากให้การผสมกาวที่กระจายทั่วถึงอย่างรวดเร็วกว่าและมีความสม่ำเสมอมากที่สุดในปัจจุบัน สามารถใช้ได้ทั้งการผสมเป็นครั้งๆ หรือต่อเนื่อง แต่ส่วนผสมกาวที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ต้องมีความหนืดต่ำ การพ่นกาวมี 3 ระบบ คือ การพ่นที่มีอากาศ (Air-Spary) ระบบการพ่นที่ไม่มีอากาศผสม (Airless-Spray) และระบบการพ่นโดยอาศัยแรงเหวี่ยง (Centrifulgal Force)

2.6.2.1 กาว (Binder) กาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ เป็นกาวที่ใช้ในการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางนิยมใช้มากที่สุดเนื่องเนื่องจากจากกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ เป็นกาวที่ใส เมื่อแห้งไม่มีสี แข็งตัวได้เร็วและราคาถูก ต่อมายังได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนส่งผลให้สามารถลดระยะเวลาในการอัด โดยไม่ส่งผลต่อการเคลื่อนย้ายหรือระยะเวลาการเก็บกาว (วรธรรม อุ่นจิตชัย.2541: 28-29)

2.6.2.2 สารเร่งแข็ง (Catalysts or Hardeners) สารเร่งแข็ง เป็นตัวช่วยเร่งอัตราเกิดปฏิกิริยาแข็งตัวของกาวให้เร็วขึ้น ลดระยะเวลาในการอัดร้อนให้สั้นขึ้น สารเร่งแข็งมี 2 ชนิด คือ สารเร่งแข็งทั่วไป (Common catalysts) สารเร่งแฝงมักจะใช้ผสมเป็นเนื้อกาวไม่มีผลกระทบต่อการเก็บรักษา และการขนส่งกาวแต่อย่างไร แต่จะเกิดปฏิกิริยาทำหน้าที่เป็นสารเร่งแข็งทันทีที่ได้รับความร้อนในขณะอัดร้อนแผ่นเตรียมอัด (Mat) สารเร่งแฝงนี้ ผู้ผลิตมักจะเป็นความรับทางการค้า แต่สารเร่งแข็งที่ใช้ในโรงงานใช้ผสมกาวทั่วไป ได้แก่ แอมโมเนียมซัลเฟส (Ammonium Sulfate) และแอมโมเนียม คลอไรด์ (Ammonium Chloride) ซึ่งเป็นสารเร่งสำหรับกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ เมื่อเติมสารเร่งเหล่านี้ในกาวแล้วจะทำปฏิกิริยากับฟอร์มัลดีไฮด์ ที่มีเหลือใช้ในกาวเกิดเป็นเฮกซานีน และกรดแก่ ทำให้ส่วนผสมกาวเป็นกรดมากขึ้น ปฏิกิริยาแข็งตัวของกาวที่จะเกิดเร็วขึ้น จะส่งผลให้อายุของการใช้งานของกาวที่เกิดเร็วขึ้น จะส่งผลให้อายุของการใช้งานของกาวสั้นลงด้วย (short pot life) สารเร่งแข็งเหล่านี้ให้ผสมเพียง 0.25-1.5 % -ของน้ำหนักกาวแห้ง โดยมักจะใช้ในรูปสารละลายน้ำที่มีความเข้มข้น 20-30% การผสมสารเร่งแข็ง มีการใช้อยู่ 2 วิธีคือ ผสมกับกาวโดยตรงทันทีก่อนการพ่นและการใช้หัวผสมพิเศษทำการผสมสารเร่งแข็งกับกาวที่หัวพ่นกาว

2.6.2.3 สารผ่อนความเป็นกรดและด่าง (Buffer) สารผ่อนความเป็นกรดและด่าง หรือเรียกว่า สารปรับสภาพ เป็นสารอีกชนิดหนึ่งที่มีการใช้อยู่ในโรงงาน เป็นสารสำคัญที่ใช้ปรับสภาพกาวให้สามารถเก็บรักษาได้ยาวนานขึ้น นอกจากนี้ยังใช้เติมในปริมาณที่เพิ่มขึ้นในส่วนของกาวที่ผสมกับชิ้นไม้ซึ่งทำให้ผิวหน้า เพื่อปล่อยให้แผ่นเตรียมอัดมีคงสภาพ (Consolidation) กันก่อนที่กาวจะเกิดการแข็งตัวโดยเฉพาะที่ชั้นผิวหน้าซึ่งได้รับความร้อนจากแท่นอัดก่อนทันที สารผ่อนความเป็นกรดเป็นด่างที่ใช้ ได้แก่ แอมโมเนียไฮดร็อกไซด์ แอมโมเนีย เฮกซามีน (Hexamatethyleneteramine) ยูเรีย และเมลานีน ในปริมาณเล็กน้อย 0.52-1.0 % ตามความเหมาะสมในสายการผลิต

การใช้สารปรับสภาพบางตัว ที่มากเกินไปเป็นผลเสียต่อกาว กลับจะทำให้อัตราการแข็งตัวเร็วขึ้นส่งผลให้ความแข็งแรงและความคงขนาดของแผ่นที่ผลิตเลวลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3. ขั้นตอนการนำมาเข้าเครื่องอัดร้อนเพื่อการฟอร์มแผ่น

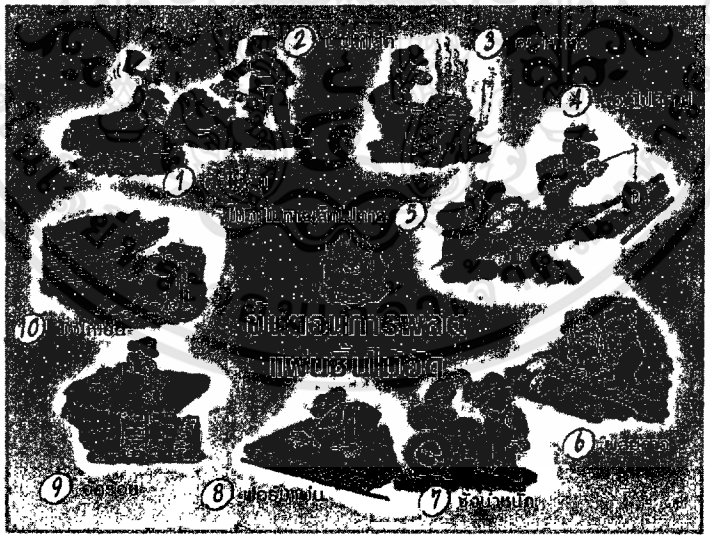
หลังจากที่นำเยื่อกระดาษที่ได้จากการตีเยื่อด้วยเครื่องแล้วผ่านกระบวนการในการผสมกาวด้วยกาว ยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ และสารเติมแต่งจากเครื่องผสมกาวแล้ว จึงนำมาเข้าเครื่องอัดร้อนขนาดเล็ก ใช้แรงอัดประมาณ 40-45 ปอนด์/ตร.เซนติเมตร

2.6.3.1 เครื่องอัดร้อน (Hot Press) เป็นเครื่องตจักรที่มีหน้าที่สำคัญที่สุด ซับซ้อนที่สุด เครื่องอัดสามารถจำแนกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ แบบแท่น (Platen –Press) และแบบต่อเนื่อง (Continuous Press) สำหรับแบบแท่นที่นิยมใช้อยู่มีด้วยกัน 2 ชนิด คือ

1. เครื่องอัดแบบช่องหลายชั้น (Multiple – Opening)
2. แบบช่องชั้นเดียว (Single Operation)

เครื่องอัดแบบต่อเนื่องใช้ในกระบวนการผลิตในระบบอุตสาหกรรมทั้งในรูปแบบการผลิตประกอบ, แผ่น MDF , แผ่นเกล็ดไม้อัดเรียงเสี้ยน (OBS) เป็นต้น การควบคุมความหนาของแผ่น มักนิยมใช้แท่งโลหะขนาดความหนาตามที่กำหนด (Stops or Gauge Bars) วางไว้ที่ขอบสองด้านของช่องอัดแต่ละช่อง โดยให้แท่นอัดอยู่สัมผัสแท่นโลหะพอดีจึงหยุดการอัด (วรธรรม อุ่นจิตชัย .2541: 122-126)

2.6.3.2 กรรมวิธีการอัด (Pressing Operation) การทำให้แผ่นเตียมอัดแข็งตัวขึ้นและเกิดปฏิกิริยาโพลีเมอรไรเซชั่นของกาว เพื่อผลิตเป็นแผ่นประกอบ จะอยู่ในขั้นตอนของการอัดร้อน แผ่นเตรียมอัดจะถูกบีบอัดจนได้ความหนาตามต้องการขณะเดียวกันกาวที่อยู่บนผิวของชั้นไม้ก็จะเกิดการโพลีเมอร ไรซ์ และเชื่อมติดยึดไม้แล้วแผ่นที่ได้ก็จะถูดนำออกมาอัดทำให้เย็น และส่งไปยังขั้นตอนตกแต่งต่อไป



รูปที่ 2.18 กระบวนการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด

ที่มา : แผ่นพับประชาสัมพันธ์ กลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมไม้

ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ขั้นตอนการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกขึ้นรูปจากกระดาษรีไซเคิล

การผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกขึ้นรูปจากกระดาษรีไซเคิลที่นิยมกันในปัจจุบันเป็นการผลิตโดยใช้ระบบสูญญากาศ (Vaccumed-Dehydration Molding) ซึ่งเครื่องจักรที่ใช้จำแนกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

1. Soft Mold เป็นแบบ Revolving Machine (Wet) โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตได้จะไม่แข็ง มากนัก สามารถโค้งงอได้เล็กน้อย บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตโดยใช้เครื่องจักรแบบนี้เหมาะสำหรับใส่ของที่มีน้ำหนัก ตั้งแต่ 1-10 กิโลกรัม เช่น ถาดกระดาษใส่ไข่ผักและผลไม้เป็นต้น

2. Hard Mold เป็นแบบ Press Machine (Dry) โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์ได้จะมีความแข็งแรง ทนทาน ต่อแรงกระแทกและมีความยืดหยุ่นสูง จึงนิยมใช้บรรจุสินค้าที่ต้องการป้องกันการกระแทกสูง เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์โทรคมนาคม อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และชิ้นส่วนเสริมความงามต่าง ๆที่ต้องการเสนอตัวสินค้าโดยใช้บรรจุภัณฑ์ที่แปลกตาแต่ดูสวยงามอีกด้วย

2.7.1. การผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกขึ้นรูปจากกระดาษรีไซเคิลประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก คือ

2.7.1.1 ขั้นตอนการตีเยื่อ เป็นการนำเอาวัตถุดิบกระดาษที่ไม่ใช้แล้วใส่ในถัง เติมน้ำประมาณ 1-3 ของ ถัง เปิดเครื่องจักรตีให้กระดาษยุ่ย โดยปกติแล้วขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 30-45 นาที

2.7.1.2. ขั้นตอนการกวนเยื่อกระดาษ เป็นการนำเอาเยื่อกระดาษที่ได้จากการตีให้ยุ่ย มาผสมกับสาร เคมีที่จะช่วยเพิ่มคุณสมบัติให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ เช่น การใส่สารกันซึม สารปรับค่า PH ของน้ำ เป็นต้น

2.7.1.3. ขั้นตอนการขึ้นรูปเยื่อกระดาษ เยื่อกระดาษที่ได้จากขั้นตอนที่สอง จะถูกนำมาใส่ถังเพื่อเตรียม การขึ้นรูป โดยเครื่องจักรปั๊มขึ้นรูปจะมีทั้งข้างบนและข้างล่าง โดยแม่พิมพ์ที่ติดอยู่กับเครื่องจักรข้างบนจะ ทำหน้าที่เป็นตัวประกบแม่พิมพ์ข้างล่างให้ได้รูปผลิตภัณฑ์ตามแบบที่ต้องการ ส่วนตัวเครื่องปั๊มขึ้นรูปที่อยู่ข้าง ล่างซึ่งเป็นสุญญากาศ ทำหน้าที่ดูดเยื่อกระดาษจากถังข้างล่างขึ้นข้างบน โดยแม่พิมพที่อยู่ติดกับเครื่องปั๊ม ขึ้นรูปข้างล่างจะมีตะแกรงเพื่อกันเยื่อกระดาษติดเข้าไปในตัวแม่พิมพ์

2.7.1.4. ขั้นตอนการอบและการอัดบรรจุภัณฑ์ มีวัตถุประสงค์ให้บรรจุภัณฑ์ที่ได้แห้งสนิท ผิวเนียนเรียบ สวย และมีรูปร่างคงสภาพไม่เปลี่ยนแปลง

2.7.1.5. ขั้นตอนการพิมพ์ ในกรณีที่ลูกค้าส่งให้ผู้ผลิต ทำการประทับตาสัญลักษณ์และยี่ห้อของบรรจุภัณฑ์ จึงมีขั้นตอนนี้เข้ามาเกี่ยวข้อง ในทางปฏิบัติ ก่อนเข้มข้นตอนการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกขึ้นรูปจากกระดาษรีไซเคิล ผู้ผลิตจะมีการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยอาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์และทำตัวอย่างแม่พิมพ์ส่งให้กับลูกค้า เสมอ เนื่องจากอาจต้องมีการแก้ไขรูปแบบแม่พิมพ์ให้ได้คุณลักษณะตามที่ลูกค้าต้องการ สำหรับขั้นตอนการ ตรวจสอบคุณภาพสินค้า จะอยู่ระหว่างขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนที่ 5 ก่อนที่จะทำการส่งผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า

เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต

2.7.2 เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต

ในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกขึ้นรูปจากกระดาษรีไซเคิล มีเครื่องมือ/เครื่องจักรที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ดังนี้

2.7.2.1. ถังตีเยื่อ พร้อมกับเครื่องมือในการตีเยื่อ ที่มีความเร็วสูง สามารถจัดซื้อได้ในภายในประเทศ

2.7.2.2. เครื่องจักรขึ้นรูปจากกระดาษ (Pulp Molding Machine) ถือว่าเป็นหัวใจของกระบวนการผลิตและ การผลิตเครื่องจักรดังกล่าวต้องอาศัยเทคโนโลยีขั้นสูง ซึ่งในประเทศไทยยังไม่สามารถทำได้ดังนั้นจึงต้อง พึ่งพาการนำเข้าทั้งหมด

ตัวอย่างยี่ห้อเครื่องจักรและบริษัทต่างประเทศที่จำหน่ายเครื่องจักรขึ้นรูปจากกระดาษรีไซเคิล เช่น "Hartmann" ของ Brodrene Hartmann A/S ประเทศเดนมาร์ก "Sodal Tech" ของ K.U.Sodalamuthu & Co.,Pvt.Ltd. ประเทศอินเดีย และ "Markhorst" ของ Markhorst Co.,Ltd ประเทศเนเธอร์แลนด์เป็นต้น

2.7.2.3. แม่พิมพ์ (Mold) ปัจจุบันเริ่มมีการผลิตในประเทศไทยได้แล้ว อย่างไรก็ตาม การประดิษฐ์แม่พิมพ์ต้องอาศัยความละเอียดและเข้าใจในหลักการทำงาน ดังนั้น ถ้าชิ้นงานไม่สลับซับซ้อนมาก ผู้ผลิตจะ ส่งทำจากผู้ผลิตในประเทศ แต่ถ้าชิ้นงานซับซ้อน จะส่งทำจากต่างประเทศ ตัวอย่างโรงงานในประเทศไทยที่รับทำแม่พิมพ์ เช่น บุญสมโรงกลึง (71/140 ซอยเลิศพัฒนาใต้ ถนนจอมทอง บางขุนเทียน กรุงเทพฯ) และบริษัท ซูพีเรีย เมททัล แอนด์เอ็นจิเนียริ่ง เวิร์ค จำกัด (99/311312 ถนนสีหบุรานุกิจ แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพฯ 10510)

2.7.2.4. เครื่องอบและเครื่องอัด สามารถจัดซื้อได้ในประเทศ กรณีที่ปริมาณการผลิตบรรจุภัณฑ์ขึ้นรูปในแต่ละวันมีจำนวนไม่มากนัก แต่หากชิ้นงานแต่ละวันมีมาก ต้องการงานอบมีประสิทธิภาพสูง จักต้องนำเข้า จากต่างประเทศ

2.7.2.5. เครื่องพิมพ์สามารถจัดซื้อได้ในประเทศ จากการสอบถามผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกขึ้นรูปจากกระดาษรีไซเคิลที่อาศัยเทคโนโลยีขั้นสูง ในการผลิตซึ่งเป็นบริษัทร่วมทุนกับต่างชาติสองรายและเป็นบริษัทที่คนไทยเป็นเจ้าของกิจการหนึ่งราย พบ ว่าเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้งหมดเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยบริษัทแม่เป็นผู้จัดหาให้และ/หรือเป็นการนำเข้าโดยตรง โดยเฉพาะเครื่องจักรที่ใช้สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ สำหรับการสอบ ถามผู้ประกอบการผลิตบรรจุภัณฑ์ถาดใส่ไข่และถาดใส่ผักผลไม้พบว่า มีเฉพาะเครื่องจักรขึ้นรูปจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดาษรีไซเคิลเท่านั้นที่นำเข้า สำหรับเครื่องมือ/เครื่องจักรอื่น ๆ จัดซื้อภายในประเทศ เนื่องจากราคาไม่แพงทำให้ใช้เงินลงทุนน้อยกว่า

2.8 การทดสอบวัสดุและประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์

2.8.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุ และบรรจุภัณฑ์

การทดสอบบรรจุภัณฑ์หรือวัสดุที่จะนำมาทำบรรจุภัณฑ์จึงจำเป็นอย่างยิ่งเพราะเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ช่วยพิจารณาตัดสินใจเลือกใช้หรือพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้ได้คุณภาพตามที่ต้องการ การทดสอบที่จะให้ผลได้ถูกต้องมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปเปรียบเทียบหรืออ้างอิงได้ ต้องดำเนินการตามวิธีการและสภาวะแวดล้อมของการทดสอบที่มาตรฐานกำหนด

การกำหนดสภาวะแวดล้อมของการทดสอบนั้นเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญ เนื่องจากทั้งอุณหภูมิและความชื้นเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อคุณสมบัติของวัสดุ วัสดุชนิดเดียวกันถ้าทดสอบในสภาวะต่างกันอาจทำให้ผลที่ได้มีความแตกต่างกัน ดังนั้นก่อนทำการทดสอบจะต้องเก็บตัวอย่างไว้ในสภาวะที่การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในระดับที่มาตรฐานกำหนด โดยเก็บไว้จนตัวอย่างปรับตัวเข้าสู่สภาวะที่มีสมดุล เช่น การปรับสภาวะตัวอย่างประเภทกระดาษ จะต้องเก็บตัวอย่างไว้ในสภาวะมาตรฐานให้มีการดูดหรือคายความชื้นจนกระทั่งน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 0.25% เป็นต้น

นอกจากสภาวะแวดล้อมจะเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการทดสอบแล้ววิธีการทดสอบก็ต้องกระทำด้วยวิธีการที่เป็นมาตรฐานหรือวิธีการทดสอบตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับทั้งในประเทศหรือระดับสากล เพื่อให้การทดสอบเป็นไปในแนวทางเดียวกัน สามารถนำผลมาเปรียบเทียบกันได้หรือระดับสากล เพื่อให้การทดสอบเป็นไปในแนวทางเดียวกัน สามารถนำผลมาเปรียบเทียบกันได้

มาตรฐานที่นิยมใช้กันอยู่ เช่น

ISO (International Organization for Standardization)

ASTM (American Society for Testing Materials)

TAPPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry)

JIS (Japanese Industrial Stardard)

ISTA (International Safe Transit Association)

มอก. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม)

หรืออาจเป็นมาตรฐานที่กำหนดเฉพาะเรื่องโดยมีวิธีการที่น่าเชื่อถือตามหลักวิชาการ ส่วนที่สำคัญในการทดสอบนอกจากสองสิ่งแล้วที่กล่าวมากแล้ว ปัจจัยที่สำคัญอื่นๆ ได้แก่ เครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ทดสอบที่ได้มาตรฐานมีความถูกต้องแม่นยำ และบุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญในด้านการทดสอบ

การทดสอบสามารถกระทำได้ทั้งวัสดุที่จะนำมาเป็นบรรจุภัณฑ์เพื่อคัดเลือกวัสดุที่ดีหรือเหมาะสมที่สุด และทดสอบตัวบรรจุภัณฑ์เองเพื่อเป็นการประเมินตรวจสอบสภาพการใช้งานซึ่งจะมีการทดสอบทั้งบรรจุภัณฑ์เพื่อการขายปลีกและบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งต่างๆ

ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เป็นหน่วยงานที่พร้อมจะให้บริการทดสอบวัสดุและบรรจุภัณฑ์ด้วยเครื่องมือที่ทันสมัยทดสอบตามมาตรฐาน วิธีการทดสอบทั้งมาตรฐานภายในประเทศ และมาตรฐานในระดับสากล ด้วยระบบให้บริการที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO 9001-2000

2.8.2. วิธีการทดสอบวัสดุและบรรจุภัณฑ์

ในงานวิจัยชิ้นนี้เน้นไปที่งานบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่มีเส้นใยธรรมชาติเป็นวัสดุเสริมแรงจึงใช้ในส่วนของด้าน

การทดสอบบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง (Transport Packaging Testing)

1. ความต้านทางแรงกด (Compression Strength) วิธีการทดสอบ/วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D 642

2. การเรียงซ้อน (Stacking test) วิธีการทดสอบ/วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ISO 2234

3. ความต้านแรงสั่นสะเทือนเมื่อตก (Drop Resistance) วิธีการทดสอบ/วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D 5276, ISTA ISO 2248, TAPPI T 802

4. ความต้านแรงสั่นสะเทือน (Vibration Resistance) วิธีการทดสอบ/วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D 999, ISTA ISO 2247

5. ความต้านแรงกระแทก (Impact Resistance) วิธีการทดสอบ/วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D 1709

6. ความต้านแรงฉีกขาด (Tear Resistance) วิธีการทดสอบ/วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D 1922

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The tests shall be performed on each test sample in the sequence indicated in the following table:

Sequence #	Test Category	Test Type	Test Level	For ISTA Certification
1	Vibration	Fixed Displacement	1 in (25mm) peak-to-peak at a frequency to be determined	Required
2	Shock (Alternative methods allowed – select one test type)	Drop	Height varies with packaged-product weight	Required
		Incline-Impact (Conbur)	Impact Velocity varies with packaged-product weight	
		Horizontal Impact	Impact Velocity varies with packaged-product weight	

รูปที่ 2.19 มาตรฐาน ISTA (International Safe Transit Association) ; Test Procedure-1A

ที่มา : http://www.ista.org

The following alternatives are acceptable for the equipment required for the Shock Test:

Type of Shock Test	Type of Equipment	In compliance with the apparatus section of ...
Drop Test	Free fall drop tester	ASTM D 5276-98
Vertical Shock Test	Shock test machine	ASTM D 5487-98(02)
Alternative Incline Test	Incline impact tester (conbur)	ASTM D 880-92(02)
Alternative Horizontal Test	Horizontal impact test system	ASTM D 4003-98

รูปที่ 2.20 แสดงชนิดของการทดสอบสำหรับบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง

ที่มา : http://www.ista.org

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 ประเภทของการทดสอบวัสดุและบรรจุภัณฑ์

การทดสอบบรรจุภัณฑ์ สามารถแบ่งประเภทการทดสอบอย่างง่าย ๆ ได้เป็น 2 ประเภท คือ การทดสอบเพื่อการบ่งบอก (Identification Test) และการทดสอบเพื่อการประเมินการใช้งาน (Performance Test) (ปุ่น และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541 : 155-156)

2.8.3.1 การทดสอบเพื่อการบ่งบอก

การทดสอบประเภทนี้จะเป็นการทดสอบวัสดุที่ใช้ผลิตตัวบรรจุภัณฑ์เพื่อหาคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุนั้น เช่น กระดาษมักใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์ในการซื้อขายการทดสอบจึงวัดค่าน้ำหนักมาตรฐานในขณะที่พลาสติกจะใช้ความหนาแน่นเป็นเกณฑ์ในการแยกประเภทของพลาสติก เป็นต้น

การทดสอบเพื่อการบ่งบอกคุณลักษณะของวัสดุบางประเภท ยังสัมพันธ์กับการใช้งานของบรรจุภัณฑ์ เช่น การวัดอัตราการซึมผ่านของน้ำและก๊าซ จะมีความสัมพันธ์กับการคาดคะเนอายุของผลิตภัณฑ์อาหารหรือการทดสอบความแข็งแรงตามขอบของกระดาษลูกฟูกจะสัมพันธ์กับความสามารถรับแรงกดแนวดิ่งของกล่องลูกฟูก เป็นต้น

ในกรณีที่มีการทดสอบเพื่อการบ่งบอกของวัสดุหลายแหล่งพร้อมกัน เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุจากแต่ละแหล่งนั้น จะมีการทดสอบประเภทนี้ค่อนข้างบ่อย วิธีการทดสอบจะทำโดยการแยกวัสดุที่กำลังใช้อยู่เป็นวัสดุหลัก (Control) และวัสดุอื่นที่ทดสอบเพื่อเปรียบเทียบเป็นวัสดุแปร (Variables) ในการทดสอบแต่ละครั้งควรทดสอบวัสดุหลักสลับกันกับวัสดุแปร เพื่อลดความแปรปรวนของอุปกรณ์ทดสอบหลังจากที่ทดสอบเป็นเวลานาน เช่น การทดสอบครั้งแรกจะเริ่มต้นด้วยวัสดุหลักแล้วตามด้วยวัสดุแปร การทดสอบครั้งที่สองจะสลับกันโดยเริ่มจากวัสดุแปรก่อนแล้วค่อยตามด้วยวัสดุหลัก เป็นต้น

2.8.3.2 การทดสอบเพื่อประเมินการใช้งาน

บรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบมาใช้งานจะต้องทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน ตัวอย่างเช่น บรรจุภัณฑ์กล่องลูกฟูกมักจะใช้ในการป้องกันอันตรายทางกายภาพระหว่างการเก็บในคลังสินค้าหรือการขนส่ง การทดสอบเพื่อการใช้งานในการเก็บคงคลังจะเป็นการทดสอบความสามารถรับแรงกดในแนวดิ่ง (Compression Stregth) เนื่องจากในคลังสินค้ากล่องจะถูกเรียงซ้อนเป็นชั้น ๆ แต่ละขั้นตอนจะกดทับลงมายังกล่องที่อยู่ข้างล่าง ดังนั้นการทดสอบความสามารถรับแรงกดในแนวดิ่งจึงเป็นการจำลอง (Simulation) การกดทับในคลังสินค้าของการเรียงซ้อน

นอกจากการแยกประเภทการทดสอบเป็นการบ่งบอกและการประเมินการใช้งานแล้วยังสามารถแยกตามความคล้ายคลึงของลักษณะทดสอบ จากมาตรฐานขององค์กรต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วโดยจัดแบ่งประเภทของการทดสอบที่คล้ายกันเป็น 3 กลุ่มได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 การทดสอบคุณสมบัติบรรจุภัณฑ์ด้านการป้องกันรักษาคุณภาพและการบรรจุ เช่น การซึมผ่านของไอน้ำหรือก๊าซ และความเข้ากันได้ (Compatibility) ของบรรจุภัณฑ์กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์อาหารในแง่ของความแข็งแรง ได้แก่ ความต้านทานต่อการทิ่มทะลุ ความต้านทานต่อแรงดึง เป็นต้น

กลุ่มที่ 2 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ความหนาที่แปรปรวน ความแข็งแรงของรอยปิดผนึก และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานซึ่งมีผลต่อการเดินวัสดุบรรจุภัณฑ์บนเครื่องจักร เป็นต้น

กลุ่มที่ 3 การทดสอบคุณสมบัติทางด้านความสวยงามของบรรจุภัณฑ์สำเร็จรูป เช่น ความแวววาวเป็นประกาย (Haze and Gloss) ความสามารถต้านทานแรงเสียดสี และความสามารถในการจับผ่านจากบรรยากาศ เป็นต้น

ในการเลือกมาตรฐานการทดสอบใด ๆ ก็ตาม จำต้องทราบว่าผลที่ได้จากการทดสอบจะนำไปประเมินใช้งานได้อย่างไรบ้าง

2.8.4 Measurment of Moisture Content (การหาปริมาณความชื้น)

การหาปริมาณความชื้น โดยหลักการแล้วสามารถทำโดยนำวัตถุดิบที่ต้องการหาความชื้น มาชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกค่าไว้เป็น มวลวัตถุเริ่มต้น จากนั้นจึงนำมาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80-100 °C จนกระทั่งน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลงจากนั้นบันทึกค่าไว้เป็น มวลวัตถุที่แห้ง แล้วนำมาคำนวนตามสูตร

% ความชื้น(ต่อน้ำหนักเปียก) = (มวลวัตถุเริ่มต้น - มวลวัตถุที่แห้ง) x 100 / มวลวัตถุเริ่มต้น

% ความชื้น(ต่อน้ำหนักแห้ง) = (มวลวัตถุเริ่มต้น - มวลวัตถุที่แห้ง) x 100 / มวลวัตถุที่แห้ง

ตัวอย่างการคำนวนหา % ความชื้น (Percentage Moisture)

สมมิติว่ามีตัวอย่างดิน 100.0 กรัม หลังจากอบแห้งที่ 100° C จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักได้ 87.0 กรัม เปอร์เซ็นต์ความชื้น มีค่า เท่าไร (ให้ขึ้นกับน้ำหนักเริ่มต้น)

น้ำหนักของความชื้น = 100.0 - 87.0 = 13.0 กรัม

% ความชื้น (เปียก) = (100.0 - 87.0)*100/100 = 13%

แต่การใช้ตู้อบนั้นจะใช้เวลานานซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เวลามากกว่า 4 ชั่วโมงในการอบ โดยปัจจุบันนี้มีเครื่องมือในการหาปริมาณความชื้นมากมาย เช่น

การอบแผ่นตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอนในเตาอบที่ 105 เป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ นำมาชั่งน้ำหนักใหม่ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งได้ คือ ปริมาณความชื้นในตัวอย่าง นิยมเป็นค่าร้อยละ การทดสอบนี้มีความสำคัญต่อกระดาษ กระดาษแข็งและกระดาษลูกฟูกที่จะนำไปขึ้นรูปเป็นภาชนะบรรจุ

2.8.4.1 The Sauter Infra-red Moisture Bance

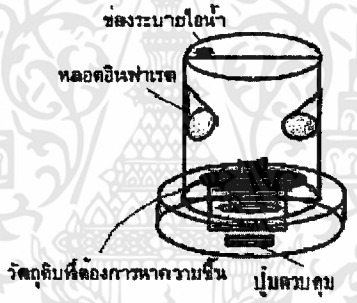
เครื่องมือนี้จะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ให้ความร้อน (Infrared Lamp) และ ส่วนที่วัดน้ำหนัก (Balance Weight)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) วิธีใช้ ใส่วัตถุดิบที่ต้องการหาความชื้น ลงในจาน(plate) กดปุ่ม เริ่มทำงาน (start) แล้วรอประมาณ 5-15 นาที (ขึ้นอยู่กับแต่ละยี่ห้อ แต่ละรุ่น) เครื่องก็จะอ่านค่าความชื้นให้ อัตโนมัติเป็นเปอร์เซ็นต์

2) หลักการทำงาน เมื่อนำวัตถุดิบใส่ในจานประมาณ 10 กรัม แล้วกดปุ่มเริ่ม ทำงาน (start) เครื่องจะทำการวัดน้ำหนักที่ชั่งไว้แล้วเก็บข้อมูลเป็น w1 แล้ว เครื่องก็จะทำการให้ความร้อน จากInfrared lamp เมื่อเวลาผ่านไปเป็นเวลา t1 เครื่องก็จะทำการวัดน้ำหนักเป็น w2 จากนั้นก็จะให้ความร้อนอีกครั้ง เป็นเวลา t2 แล้วจึงวัดน้ำหนักเป็น w3 โดยตัวเครื่องจะนำค่า w3 นี้ ไปเปรียบเทียบกับ w2 ว่ามีค่าน้อยกว่าหรือไม่หาก w3 มีค่าน้อยกว่า w2 เครื่องก็จะทำงาน ต่อไปจนกระทั่งถึงเวลาที่ tn ใด ๆหรือน้ำหนักไม่ลดลงอีกแล้วเครื่องก็จะ ทำการยุติการให้ ความ ร้อน แล้วคำนวนปริมาณความชื้นออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ ที่หน้าปัด

3) การรายงานผล ควรทำการทดสอบอย่างน้อย 3 ครั้ง แล้วจึงนำผลที่ได้แต่ละครั้งมาหาค่าเฉลี่ย



รูปที่ 2.21 ลักษณะเครื่อง The Sauter Infra-red Moisture Bance

2.8.4.2. The Speedy Moisture Tester

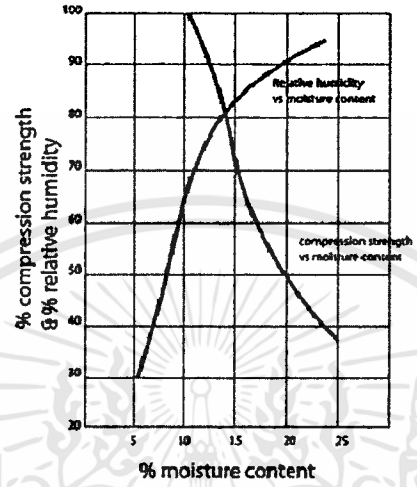
เครื่องมือวัดความชื้นชนิดนี้ จะวัดความชื้นโดยอาศัย ความดันภายในกระบอก เวสเซล (Seal Vessel) โดยวัตถุดิบที่จะวัดความชื้นจะถูกนำ ผสมกับ calcium carbide โดยความดันจะเกิดจากก๊าซ acetylene โดยก๊าซตัวนี้จะแปรผันตรงกับปริมาณความชื้นในวัตถุดิบ

วิธีใช้ ผสมวัตถุดิบที่ต้องการวัด กับ Calcium Carbide ลงในกระบอก เวสเซล (Seal Vessel) ปิดฝาแล้วเขย่า ส่วนความชื้นอ่านได้โดยตรง จากเกจวัดความดัน คล้าย ๆ กับเกจวัดความดัน ถังก๊าซหุงต้มภายในบ้านทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยอันเนื่องจากปริมาณความชื้นในอากาศ

เนื่องจากกระดาษเป็นวัสดุที่มีประมาณความชื้นเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณความชื้นในอากาศ เมื่ออากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) สูงขึ้น ปริมาณความชื้นในกระดาษก็สูงขึ้นด้วย แต่จะทำให้กล่องทนต่อแรงกดได้น้อยลง



รูปที่ 2.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นในกระดาษกับปริมาณความชื้นในอากาศ

2.8.5 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเยื่อกระดาษ

1. น้ำหนักมาตรฐาน (Basis weight) หมายถึง น้ำหนักกระดาษที่เป็นกรัมต่อพื้นที่หนึ่งตาราง เมตร

2. ความหนา (Thickness) หมายถึง ระยะตั้งฉากระหว่างผิวหน้าขนานทั้งสองระนาบของ กระดาษมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

3. การต้านแรงดึงขนาด (Tensile Strength) หมายถึง ความสามารถของกระดาษที่จะต้านแรงดึงขาด ซึ่งกระทำที่ ปลายข้างใดข้างหนึ่งของแผ่นทดสอบที่มีความกว้างคงที่ 15 มิลลิเมตร จนแผ่นกระดาษทดสอบขาดภาย ใต้สาวะที่กำหนดตามมาตรฐานการทดสอบ มีหน่วยเป็นกิโลกรัมแรงหรือนิตัน

4. การต้านแรงดันทะลุ (Bursting Strength) และแฟกเตอร์แรงดันทะลุ (Birst factor) การต้าน แรงดันทะลุหมายถึง ความสามารถของกระดาษที่จะต้านทานแรงดันที่กระทำบนแผ่นทดสอบด้วยอัตราที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนทำให้แผ่นทดสอบนั้นทะลุ มีหน่วยเป็นกิโลปาสคาล แฟกเตอร์ของแรงดัน ทะลุหมายถึง ผลลัพธ์ของการต้านแรงดันทะลุต่อน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษที่อบแห้ง

5. การต้านแรงฉีกขาด (Tearing resistance) และ แฟกเตอร์ของการฉีกขาด (Tear factor) การ ต้านแรงฉีกขาด หมายถึง ความสามารถของกระดาษที่จะต้านแรงซึ่งทำให้แผ่นทดสอบหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นขาดจาก รอยเดิม มีหน่วยเป็น มิลลินิวตัน แฟกเตอร์ของการฉีกขาด หมายถึง ผลลัพธ์ของการต้านแรงฉีกขาดต่อ น้ำหนักมาตรฐาน คูณด้วย 100

6. แรงพับขาด (Folding endurance) หมายถึง จำนวนครั้งที่กระดาษจะหักพับจนขาดออกจาก กันภายใต้สภาวะที่กำหนด

7. ความต้านแรงวงแหวน (Ring crush resistance) หมายถึง ความสามารถของกระดาษที่จะ ต้านแรงที่มากดในแนวระนาบเดียวกับกระดาษจนขอบกระดาษหักพับมีหน่วยเป็น นิวตัน

8. ความต้านแรงดันลูกฟูก (Conson crush resistance) หมายถึง ความสามารถของกระดาษทำ ลูกฟูก ที่จะต้านแรงกดบนลอนลูกฟูก จนลอนลูกฟูกยุบลงจนแบน

9. ความขาวสว่าง (Brightness) หมายถึง ค่าความสามารถในการสะท้อนแสงซึ่งวัดจากปริมาณ แสงในช่วงคลื่น 457 นาโนเมตร สะท้อนจากแผ่นทดสอบเทียบกับแสงในช่วงคลื่นเดียวกันเมื่อกำหนด ให้ MgO สะท้องแสงได้ 100%

10. ความทึบแสง (Opacity) หมายถึง อัตราส่วนระหว่าง การสะท้อนแสงซึ่งแผ่กระจายบน แผ่นทดสอบเมื่อรองรับด้วยพื้นดำกับรองรับด้วยปีกของแผ่น

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมควร วัฒนกิจไพบูลย์ และ จิตตกร ทรงต่อศรีสกุล (2548:128) ได้ทำการศึกษาการนำเส้นใยกาบมะพร้าวมาใช้เป็นวัสดุเสริมแรง ในเยื่อกระดาษอัดและในโพลีเอสเตอร์เรซินเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมทางด้านผลิตวัสดุหรืออุปกรณ์ตกแต่งรถยนต์ และการผลิตวัสดุป้องกันการกระแทกสำหรับการบรรจุภัณฑ์สินค้า โดยศึกษาพบว่าการนำเส้นใยกาบมะพร้าวมาใช้ทำเป็นวัสดุเสริมแรงในโพลีเอสเตอร์เรซินจะมีลักษณะการแตกหักแบบเปราะการฉีกขาดจะมีเส้นใยกาบมะพร้าวที่ทำหน้าที่ช่วยในการยึดเกาะได้ และมีความสามารถในการตัดเฉือนด้วยเครื่องมือกล (ตะไบ, ตัด, เจาะ, ขัดผิว) โดยที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายใดๆ พื้นผิวได้งานเรียบสม่ำเสมอ สำหรับการนำเส้นใยกาบมะพร้าวมาใช้ทำเป็นวัสดุเสริมแรงในเยื่อกระดาษอัดโดยการนำมาขึ้นรูปเป็นวัสดุป้องกันการกระแทกสำหรับบรรจุภัณฑ์สินค้าโดยวิธีการอัดขึ้นรูปในแม่พิมพ์ สามารถทำการอัดขึ้นรูปทรงแบบต่างๆ ได้เป็นอย่างดี ชิ้นงานที่ได้จะมีความแข็งแรงและมีความเหนียว สามารถต้านแรงกระแทกและการฉีกขาดได้ดีเหมาะสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในวัสดุป้องกันการกระแทกสำหรับการบรรจุภัณฑ์สินค้า เพื่อทดแทนการใช้วัสดุที่ผลิตจากโฟมและพลาสติกอีกทั้งยังสามารถผสมสีย้อมให้เกิดเป็นสีสันสวยงามสำหรับการเลือกใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์สินค้า

สุภัททา รุ่งโรจน์พาณิชย์ และ พีรพล ศิรายุเจริญศักดิ์ (2546) ได้ทำการทดลองทำวัสดุแผ่นที่มีส่วนผสมจากฟางข้าวและใยมะพร้าว โดยการนำสองวัตถุดิบมาผสมกันและอัดด้วยเครื่องอัดร้อน จากการทำงานชิ้นดังกล่าวทำให้รู้หน้าที่ของวัสดุทั้งสองว่า ฟางข้าวทำหน้าที่รับแรงอัด ส่วนใย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะพร้าวทำหน้าที่รับแรงดึง สามารถเปรียบลักษณะการทำงานคล้ายกับคอนกรีตและเหล็กเส้นภายใน

ธนธร ทองสัมฤทธิ์ , สุชปา เนตรประดิษฐ์ และไพทิพย์ ธีรเวชญาณ (2546) ได้ทำการศึกษาเรื่องการผลิตเยื่อและกระกระดาษจากใบธูปฤาษีเพื่อนวัตกรรมสิ่งพิมพ์บรรจุภัณฑ์ กระดาษจากใบธูปฤาษีในการทดลองเบื้องต้น (งานวิจัยโครงการ 2B-KMUTT) ยังมีคุณสมบัติที่ดี ได้แก่ มี ความเหนียว สามารถบิดงอหรือเปลี่ยนรูปร่างได้ง่ายโดยไม่เสียหาย และมีผิวเนียนนุ่ม มันเงา อีกด้วย ด้วยเหตุผลและคุณสมบัติของกระดาษดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่า กระดาษจากใบธูปฤาษีเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาผลิตเป็นกระดาษเพื่อใช้ทำบรรจุภัณฑ์ที่สวยงามได้ และต้องพัฒนาและปรับปรุงคุณสมบัติของกระดาษต่อไป ให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์หรือพิมพ์ตกแต่งได้ ในขณะที่ความต้องการสิ่งพิมพ์บรรจุภัณฑ์ของสินค้าจากอุตสาหกรรมต่างๆ มีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ อีกทั้งรัฐบาลกำลังส่งเสริมให้มีการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์เพื่อการส่งออก ดังนั้นการผลิตสิ่งพิมพ์บรรจุภัณฑ์น่าจะเป็นเป้าหมายสำคัญในการส่งเสริมการใช้กระดาหากใบธูปฤาษีให้เป็นจุดเด่นและจุดขายของสินค้าที่ผลิตภายในประเทศ

ปาริชาติ ธาราพัตราพร และวงศ์ผกา วงศ์รัตน์ (2542 : บทคัดย่อ) ทำวิจัยเรื่องการศึกษาบรรจุภัณฑ์จากผักตบชวา การนำเยื่อผักตบชวามาขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ทดแทนวัสดุสังเคราะห์ที่มีในปัจจุบัน นำมาขึ้นรูปเป็นถาดผลไม้ โดยใช้พลาสติก ABS ในการทำแม่พิมพ์ในการสร้างรูปถาดผลไม้ โดยทำการเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างแป้งต่อน้ำ สรุปได้ว่า แผ่นเยื่อผักตบชวาที่ไม่ได้ผสมตัวประสาน มีคุณสมบัติด้านความต้านทานแรงทิ่มทะลุและแรงที่ใช้ในการดัดแบบ 3 Point Bending Test ต่ำสุด ส่วนกระดาษลูกฟูกจะมีคุณสมบัติสูงสุด

วนิดา กำพลรัตน์ (2543 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง การผลิตกระดาษเชิงหัตกรรมจากใบหญ้าแฝก สรุปได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเยื่อหญ้าแฝกเชิงหัตถกรรม คือ การต้มเยื่อในโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 16 ของน้ำหนักใบหญ้าแฝกอบแห้ง และอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเป็นกระดาษหัตถกรรมเยื่อใบหญ้าแฝกฟอกขาวผสมเยื่อปอสาฟอกขาว คือ อัตราส่วน 30 : 70

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง (2549)โครงการพัฒนากระถางต้นไม้จากใยมะพร้าว ทำการออกแบบและสร้างเครื่องขึ้นรูปกระถางแบบไฮดรอลิกส์ อัตราส่วนระหว่างวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร 3 ชนิด ได้แก่ ใยมะพร้าวต่อชานอ้อยต่อขี้เลื่อย เท่ากับ 1:1:1, 1:1:2, 1:2:1 และ 2:1:1 ชนิดของตัวประสาน ได้แก่ แป้งมัน แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียว และแป้งสาลี ใช้ความดันที่ใช้ในการขึ้นรูปกระถาง ได้แก่ 1000, 1,500, 2,000 และ 2,500 ปอนด์/ตารางนิ้ว อิทธิพลของความดันที่ใช้ในการขึ้นรูปกระถาง โดยแปรค่าความดันดังนี้ 1000, 1,500, 2,000 และ 2,500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ดำรงศักดิ์ เหล่าแสงธรรม การผลิตเยื่อกระดาษจากหญ้าแฝกเชิงอุตสาหกรรมและหัตถกรรม (2542) การผลิตเยื่อกระดาษจากหญ้าแฝก กรมวิทยาศาสตร์บริการได้ศึกษาวิจัยพบว่าหญ้าแฝกส่วนที่ถูกตัดทิ้งเหนือจากพื้นดินประมาณ 30 เซนติเมตร ซึ่งจัดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกษตรสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นเยื่อกระดาษโดยกรรมวิธีแบบพื้นบ้าน และแบบโรงงานอุตสาหกรรมได้เยื่อหญ้าแฝกที่ผลิตตามกรรมวิธีแบบพื้นบ้านสามารถนำมาผสมกับเยื่อสาผลิตเป็น กระดาษในเชิงหัตถกรรมได้สวยงามทำให้ลดปริมาณการใช้เยื่อจากเปลือกสาซึ่งปัจจุบันมีปริมาณลดลงอย่างมากได้และ สามารถผลิตเป็นเยื่อกระดาษในเชิงอุตสาหกรรมโดยนำเยื่อหญ้าแฝกซึ่งผลิตตามกระบวนการอุตสาหกรรมมาผสมกับ เยื่อจากกล่องกระดาษเก่าผลิตเป็นกระดาษทำลูกฟูกได้ทำให้ลดปริมาณการนำเข้ากล่องกระดาษเก่าจากต่างประเทศลง การศึกษาวิจัยในการนำเยื่อหญ้าแฝกไปใช้ในเชิงอุตสาหกรรม พบว่าสามารถนำเยื่อหญ้าแฝกไปผสมกับเยื่อ จากกล่องกระดาษเก่าในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 หรือร้อยละ 50 ผลิตเป็นกระดาษทำลูกฟูกโดยไม่ทำให้สมบัติทางกายภาพแตกต่างจากกระดาษทำลูกฟูกที่ใช้เฉพาะเยื่อจากกล่องกระดาษเพียงอย่างเดียว

เกรียงไกร อารีพูนสิริ ,นำโชค พิบูลย์ศิลป์ ,หทัยกาญจน์ สราวรรณ, อิทธิพล แจ้งชัด และวรธรรม อุ่นจิตติชัย (2546 : บทคัดย่อ) การศึกษาพอลิเมอร์คอมโพสิตระหว่างพอลีสไตรีนชนิดทนแรงกระแทก (High Impact Polystylene , HIPS) และหญ้าแฝก (Vetiver Grass) ซึ่งนำมาแปรรูปเป็นไม้เทียมหรือวัสดุทดแทนไม้ โดยศึกษาพอลิไตรีน 2 ชนิด คือ ชนิดผสมสารหน่วงไฟ (Flame retardant) และไม้ผสมสารหน่วงไฟเป็นพอลิเมอร์เมตริกซ์ โดยมีเส้นใยหญ้าแฝกเป็นสารตัวเติม (Filler) ที่เตรียมด้วยวิธีเชิงกล (Mechanical pulp , MP) ซึ่งปริมาณหญ้าแฝกที่ใช้คือ 0 10 20 30 40 และ 50 phr ขนาด 20 - 50 เมซ และเติมสารคู่ควบ (Coupling agent) ตามปัจจัยที่ศึกษา คือ ผลของปริมาณเส้นใยหญ้าแฝก ชนิดของสารคู่ควบ (Coupling agent) และผลของพอลิเมอร์เมตริกซ์ทั้ง 2 ชนิด ที่มีต่อสมบัติของวัสดุคอมโพสิต พบว่าปริมาณหญ้าแฝก 30 phr ให้สมบัติเชิงกล คือ ความแข็งแรงดึง มอดูลัส ความแข็งแรงโค้งงอ และมอดูลัสโค้งงอดีที่สุด ส่วนความแข็งแรงกดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อหญ้าแฝกเพิ่มขึ้น ส่วนเปอร์เซ็นต์การยืด ณ จุดขาด และความแข็งแรงกระแทกมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณหญ้าแฝก การเพิ่มปริมาณหญ้าแฝกไม้มีผลต่อสมบัติความร้อนและการติดไฟแต่การดูดซับน้ำความหนาแน่นและความทนทานต่อปลวกเพิ่มขึ้น

วิภา เศวตกนิษฐ และคณะ (2541) ศึกษาเรื่องการผลิตกาวยางจากน้ำยางเพื่อใช้งานทั่วไป กาวที่ใช้ในประเทศ มีทั้งจาก ยางสังเคราะห์และจาก ยางธรรมชาติ ซึ่งถ้าเป็นกาวจาก ยางสังเคราะห์แล้ว ส่วนมากจะเป็นการนำเข้ากาว จากยางธรรมชาติ ยังมีการผลิตกันน้อยราย และส่วนมากผู้ผลิตยังขาดความรู้ความเข้าใจในการผลิต เพื่อที่จะให้ได้กาวยาง ที่มีคุณภาพตามต้องการ มีการศึกษาหาสูตรที่เหมาะสม ในการผลิต เพื่อที่จะได้กาวยางจากน้ำยาง เพื่อใช้งานทั่วไป ที่มีคุณภาพตามต้องการ โดยทดลองผสม น้ำยางกับสารเคมีต่าง ๆ ตามสูตรพื้นฐาน บ่มให้น้ำยางผลมสารเคมี เกิดการคงรูปบางส่วน แล้วใส่สารเพิ่มความเหนียว โซเดียมโพลีอะคริเลท ในปริมาณต่างๆ คือ 20, 30, 40 และ 50 ส่วน ต่อน้ำยาง 167 ส่วน นำกาวยางจากน้ำยางที่ได้ ไปทดลองติดระหว่าง กระดาษบาง 70 แกรม กับกระดาษบาง 70 แกรม กระดาษหนา 100 แกรมกับ กระดาษหนา 100 แกรม และระหว่างผ้าขาวกับผ้าขาว ทดสอบสมบัติแรงดึงกาว เปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานที่ยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ได้ใส่สารเพิ่มความเหนียว และเปรียบเทียบกับกาวลาเท็กซ์ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด พบว่า สูตรกาวยางจากน้ำยาง เพื่อใช้ในงานทั่วไปที่เหมาะสม คือ สูตรพื้นฐานที่มีการสาร เพิ่มความเหนียว โซเดียมโพลีอะคริเลท ปริมาณ 50 ส่วนต่อน้ำยาง 167 ส่วน กาวยางจากน้ำยางที่ได้จะ ให้สมบัติความเหนียว ในการติดระหว่างผ้ากับผ้าดีที่สุด รองลงไปคือ การติดระหว่าง กระดาษหนา 100 แกรมกับกระดาษหนา 100 แกรม และกระดาษบาง 70 แกรม กับ กระดาษ 70 แกรม ตามลำดับ

เศกสิทธิ์ บุญเสริม (2547:บทคัดย่อ) ศึกษาและพัฒนาแผ่นประกอบจากวัสดุเหลือทิ้งงในอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์มะขาม การผลิตแผ่นประกอบจากวัสดุเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์มะขาม โดยใช้เปลือกและรกหุ้มเนื้อของฝักมะขามอัดขึ้นรูปเป็นแผ่นปาร์ติเคิลบอร์ด มี 6 ประเภทตามอัตราส่วน โดยน้ำหนักของเปลือกต่อรกหุ้มเนื้อของฝักมะขาม 10 : 0 / 8 : 2 / 6 : 4 / 4 : 6 / 2 : 8 / 0 : 10 ใช้กรรมวิธีการอัดขึ้นรูปร้อนด้วยไฮดรอลิค ขึ้นรูปเป็นแผ่นปาร์ติเคิลบอร์ดชั้นเดียวแบบอัดราบ ผลการพัฒนาพบว่าแผ่นประกอบมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยของแผ่นประกอบ 0.72 - 0.78 กรัม./ ลบ.ซม. ค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยของแผ่นประกอบ 5.15 - 8.17 เปอร์เซ็นต์ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยของแผ่นประกอบ 48.23 – 62.19 เปอร์เซ็นต์ค่าการพองตัวเมื่อแช่น้ำเฉลี่ยของแผ่นประกอบ 13.28 – 32.00 เปอร์เซ็นต์ค่าความต้านแรงดัดเฉลี่ยของแผ่นประกอบ 2.00 – 21.91 นิวตัน/ตร.มม ค่าแรงยึดเหนียวภายในเฉลี่ยของแผ่นประกอบ 0.59 – 2.28 นิวตัน/ตร.มม ค่าความยึดเหนียวของ ตะปูเกลียวเฉลี่ยของแผ่นประกอบ 206.43 – 1,223.79 นิวตัน ผลการทดสอบตามมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นปาร์ติเคิลบอร์ด (JIS A 5908 – 1994) พบว่าการใช้ปริมาณอัตราส่วน ของเปลือกต่อรกหุ้มเนื้อของฝักมะขามที่แตกต่างกันจะมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นปาร์ติเคิลบอร์ด (JIS A 5908 – 1994)

ชยาภาส ทับทอง (2550) ศึกษาการผลิตกระดาษทำมือด้วยเปลือกของต้นทานตะวันทำการ เลือกต้มเยื่อทานตะวันด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) แทนการใช้โซดาไฟ ซึ่งน้ำจากการต้มเยื่อเปลือกทานตะวันสามารถนำไปรดน้ำต้นไม้หรือทำปุ๋ยได้เนื่องจากมีส่วนผสมของธาตุโพแทสเซียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักสำหรับต้นไม้

สมชาย บุญพิทักษ์ (2547:บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนากระดาษเหลือใช้เป็นแผ่นประกอบทดแทนไม้ ซึ่งปริมาณกระดาษเหลือใช้จากกระดาษจำพวกกระดาษหนังสือพิมพ์และกระดาษพิมพ์เขียนมีมากในแต่ละปี โดยการใช้เยื่อกระดาษจากกระดาษที่เหลือใช้มาทำการอัดเป็นแผ่นประกอบทดแทนไม้ ซึ่งใช้อัตราส่วนกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ผสมเยื่อกระดาษเท่ากับ 7 % , 10 % , 13 % และ 16 % (คิดเป็นเนื้อกาวแห้งเท่ากับ 4.45 %,6.20 %, 8.06 % และ9.92%) ทำการอัดและกำหนดขนาดของแผ่นประกอบทดแทนไม้ และ ทดสอบถึงทั้งทางด้านความหนาแน่น, ความชื้น,ความต้านแรงอัด, ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า, การดูดซึมและการขยายตัวทางความหนา และ ความยึดเหนี่ยวของตะปูเกลียว แต่แผ่นประกอบทดแทนไม้ ที่ผลิตจากกระดาษหนังสือพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และกระดาษพิมพ์และเขียนทั้ง 2 ชนิด ไม่มีคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลเท่าตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง

จากการศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยชิ้นสรุปได้ว่า การนำวัสดุจากพืชธรรมชาติมาใช้ ต้องคำนึงถึง คุณสมบัติเฉพาะของวัสดุ คุณภาพรูปร่างลักษณะของเส้นใยนั้นๆ ราคา ความสามารถในการนำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ ส่วนประเภทของกระดาษที่นำมาใช้ในกระบวนการก็จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องปลอดภัย อีกทั้งยังจำเป็นต้องทดสอบคุณสมบัติต่างๆของวัสดุที่นำมาศึกษาก่อนด้วยการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยการทำแผ่นทดสอบเพื่อหาอัตราส่วนที่แน่นอนและเพื่อประสิทธิภาพสูงสุดของบรรจุภัณฑ์ที่ทำการออกแบบก่อนเป็นประเด็นหลัก

ส่วนของขั้นตอนการออกแบบบรรจุภัณฑ์จากวัสดุที่ทำการศึกษาควรจะใช้วัสดุเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดของวัสดุเป็นหลักและต้องคำนึงถึงการปกป้องคุ้มครองสินค้าประเภทเครื่องแก้วได้อย่างเหมาะสมในแง่ของการผลิตในระบบอุตสาหกรรม การประยุกต์ใช้ขั้นตอนจากกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกขึ้นรูปจากเยื่อกระดาษรีไซเคิลที่ใช้ในประเทศซึ่งเป็นแบบเปียก และขั้นตอนการผลิดแผ่นวัสดุทดแทนไม้ (Composite Material) เป็นการผลิตแบบแห้ง จำเป็นต้องใช้แบบผสมผสานกันทั้ง 2 แบบในการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากการขึ้นรูปแผ่นวัสดุจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติต้องใช้น้ำเป็นตัวพาในการขึ้นแผ่นวัสดุ ก่อนการนำไปอัดแบบแห้งโดยเครื่องอัดไฮโดรลิก เพื่อให้ได้รูปทรงตามที่คาดว่าจะออกแบบในขั้นตอนการดำเนินงานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติได้ มีขั้นตอนการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ดังนี้

ตอนที่ 3.1 การศึกษาและทดสอบวัสดุเพื่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

ตอนที่ 3.2 การออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

ตอนที่ 3.1 การศึกษาและทดสอบวัสดุเพื่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

3.1.1 การศึกษาคุณสมบัติของวัสดุจากเส้นใยธรรมชาติ ตัวประสาน และ ประเภทของกระดาษรีไซเคิล

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและศึกษางานเอกสาร ดังนี้

1) สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

1.1) ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิ ประเภทเส้นใยต่างๆประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเส้นใย จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

1.1.1) ผศ. รท. ดร. ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์ อาจารย์ประจำคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

1.1.2) นาย วิขัณฑ์ อรรณพานุรักษ์ นักวิจัย 9 (ผู้เชี่ยวชาญ) ฝ่ายเทคนิคเส้นใยธรรมชาติ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1.3) นาย วรธรรม อุ่นจิตชัย นักวิชาการป่าไม้ 8ว. งานอุตสาหกรรมวัสดุทดแทนไม้ กรมป่าไม้

2) ศึกษาจากเอกสาร และงานวิจัย

2.1) ศึกษาข้อมูลของวัสดุเส้นใยธรรมชาติหรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ตัวประสานชนิดต่างๆ และประเภทของกระดาษรีไซเคิลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2) ศึกษาคุณสมบัติของตัวประสานและเลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือส่งผลกระทบน้อยที่สุด

3.1.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือโดยการสัมภาษณ์แบบเชิงลึก (In-depth Interview) แบบมีโครงสร้าง (Structural Interview) ด้านเส้นใยธรรมชาติ มีลักษณะเป็นแบบปลายเปิด (ภาคผนวก ก. แบบสัมภาษณ์ด้านวัสดุเส้นใยธรรมชาติ)

3.1.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยการบันทึกเทป การจดบันทึก การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิ โดยตรงและข้อมูลเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในช่วง กันยายน 2551- ตุลาคม 2551

3.1.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์ด้านวัสดุเส้นใยธรรมชาติเป็นแบบวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) วิเคราะห์ประเภทของกระดาษรีไซเคิลที่ควรนำมาใช้ในงานวิจัย และคุณสมบัติเด่นของตัวประสานที่เหมาะสมในการทำวิจัยที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3.1.2 การกำหนดอัตราส่วนระหว่างกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติและตัวประสาน

3.1.2.1 กำหนดอัตราส่วนระหว่างกระดาษรีไซเคิล และวัสดุเส้นใยที่ผ่านการคัดเลือกแล้วว่ามีคุณสมบัติเหมาะสมในการนำมาเป็นวัสดุร่วมในการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติที่อัตราส่วน 100:0,10:90 , 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, 0:100 ลดหลั่นตามลำดับ และดำเนินงานขึ้นแผ่นทดสอบดัง **ตารางที่ 4.5**

3.1.2.2 ดำเนินการทำแผ่นทดสอบวัสดุที่ต้องการศึกษา และนำไปทดสอบวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเยื่อกระดาษ ดังนี้

1) การต้านแรงดึง (Tensile Strength)
2) การต้านแรงดันทะลุ (Bursting Strength)
3) การต้านแรงฉีกขาด (Tearing Resistance)
4) แรงพับขาด (Folding Endurance)
5) น้ำหนักมาตรฐาน (Basic Weitgh)

3.1.2.3 เมื่อได้อัตราส่วนที่เหมาะสมของกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติแล้ว จึงกำหนดปริมาณของตัวประสานโดยเพิ่มตามลำดับ 5%, 10%, 15%, 20% โดยกำหนดให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนของกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติคงที่และตัวประสานคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมวลรวมทั้งหมดของเนื้อวัสดุ

วิธีคิดปริมาณของตัวประสานต่อ น้ำหนักแห้งของวัสดุที่นำมาศึกษา

$$V = \frac{M \times V\%}{100\ \%\ (\text{ของน้ำหนักเส้นใยและกระดาษรีไซเคิล})}$$

V = ปริมาตรของตัวประสานที่ต้องการ

M = ปริมาณน้ำหนักของวัสดุ

V% = ปริมาณ % ของเนื้อตัวประสานที่ต้องการ

จากนั้นจึงดำเนินการตามขั้นตอนที่ 3.1.2.2 ซ้ำอีกครั้งเพื่อให้ได้ค่าที่แน่นอนและนำผลการทดสอบของอัตราส่วนระหว่างกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติและตัวประสานสูตรใดเหมาะสมต่อการนำไปออกแบบและพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติต่อไป

ตอนที่ 3.2 การออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

3.2.1 การศึกษาข้อมูลตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการบรรจุภัณฑ์กันกระแทก

3.2.1.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล

กลุ่มประชากร คือ ผู้จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องแก้วในเขตกรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้จัดจำหน่ายเครื่องแก้ว จำนวน 10 คน

3.2.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือ แบบสอบถามเพื่อการกำหนดรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ให้สอดคล้องกับตัวผลิตภัณฑ์เครื่องแก้วโดยใช้รูปแบบ แบบสอบถาม (Questionnaire) ประกอบด้วยข้อคำถาม ใน (ภาคผนวก ก. แบบสอบถามผู้จัดจำหน่าย)

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ ด้านการกำหนดรูปแบบของบรรจุภัณฑ์เพื่อใช้เป็นต้นแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ ของแบบสอบถามโดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ศึกษาข้อมูลจากผู้ประกอบการ และพนักงานภายใน บริษัทว่าผลิตภัณฑ์ชนิดใดที่มียอดจำหน่ายสูงสุด และมีความคิดเห็นเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์กันกระแทก ในการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กำหนดประเด็นในการสอบถาม

2. สร้างแบบสอบถามตามประเด็นที่กำหนดไว้

3. นำแบบสอบถามเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและนำไปแก้ไข

4. นำแบบสอบถามไปเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อทำการตรวจสอบความตรงของเนื้อหาจำนวน 5 ท่านซึ่งประกอบด้วย

5.1 รศ. จันทร์จรัส ศรีศิริ หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุและวัสดุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 ดร.อภิสักก์ สินธุภัค หัวหน้าศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.3 ดร. จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5. ปรับปรุงแบบสอบถามตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้ทำการตรวจสอบเนื้อหาและรายละเอียดแล้ว

6. จัดพิมพ์แบบสอบถามเพื่อนำไปใช้ในการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการต่อไป

3.2.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามของผู้จัดจำหน่ายสินค้าประเภทเครื่องแก้ว ประเภทใดที่ได้รับความนิยมจากท้องตลาดที่ผู้บริโภคมีการเลือกซื้อมากที่สุดจากวางจำหน่ายอยู่ และรูปแบบบรรจุภัณฑ์แบบเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันโดยการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ช่วง สิงหาคม 2551 – ตุลาคม 2551

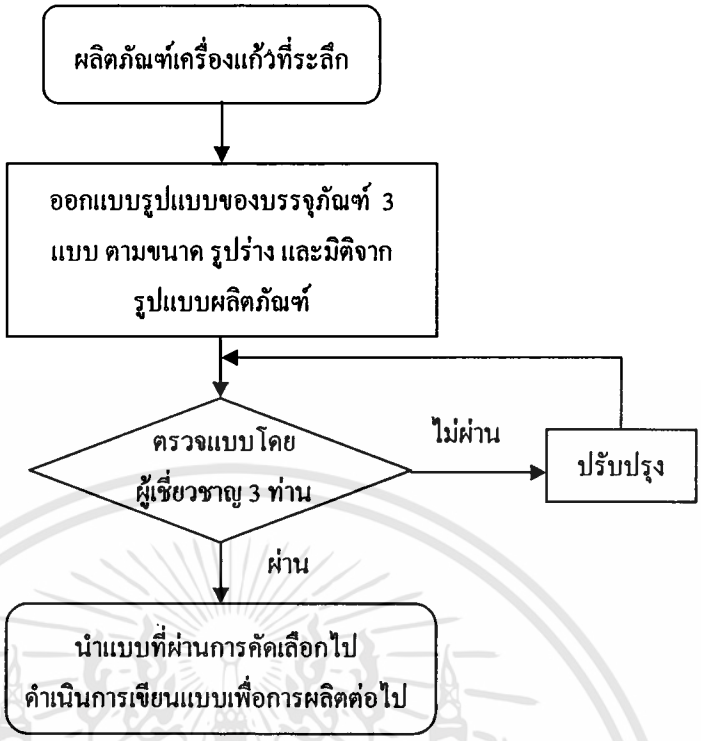
3.2.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีหาค่าความถี่ร้อยละ จากแบบสอบถามของผู้จัดจำหน่ายว่าผลิตภัณฑ์ประเภทใดในร้าน มีความนิยม และต้องการให้เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบในการจัดทำบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากเส้นใยธรรมชาติ

3.2.2 การออกแบบรูปแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์ของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

การออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติโดยกำหนดให้เป็นบรรจุภัณฑ์กันกระแทกชั้นใน (Inner Packaging) ของกล่องบรรจุภัณฑ์ขนาดมาตรฐานทั่วไปที่ผู้จัดจำหน่ายใช้สำหรับการส่งสินค้าเครื่องแก้วโดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 3.1 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ผลิตภัณฑ์เครื่องแก้วที่ผ่านการสำรวจแล้วว่าผลิตภัณฑ์ประเภทใดที่ได้รับความนิยมและเป็นที่สนใจของผู้บริโภคเพื่อนำมาเป็นต้นแบบในการออกแบบบรรจุภัณฑ์

2. ทำการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นกฎเกณฑ์ และข้อบังคับของการออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมการออกแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ เป็นการกำหนดลักษณะ รูปทรง ขนาด และรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ โดยมุ่งเน้นหน้าที่หลักในการรองรับ คุ้มครอง อำนวยความสะดวกในการใช้งานตามขนาด รูปร่าง และมิติจากรูปแบบผลิตภัณฑ์

3. นำแบบร่างที่จัดการออกแบบไปเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อทำการตรวจสอบแบบด้านโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์ (ภาคผนวก ก. แบบประเมินผลงานการออกแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์) จำนวน 3 ท่านซึ่งประกอบด้วย

3.1 ผศ. ประชิด ทินบุตร อาจารย์ประจำสาขาศิลปกรรม คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

3.2 รศ. จันทร์จรัส ศรีศิริ หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุและวัสดุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

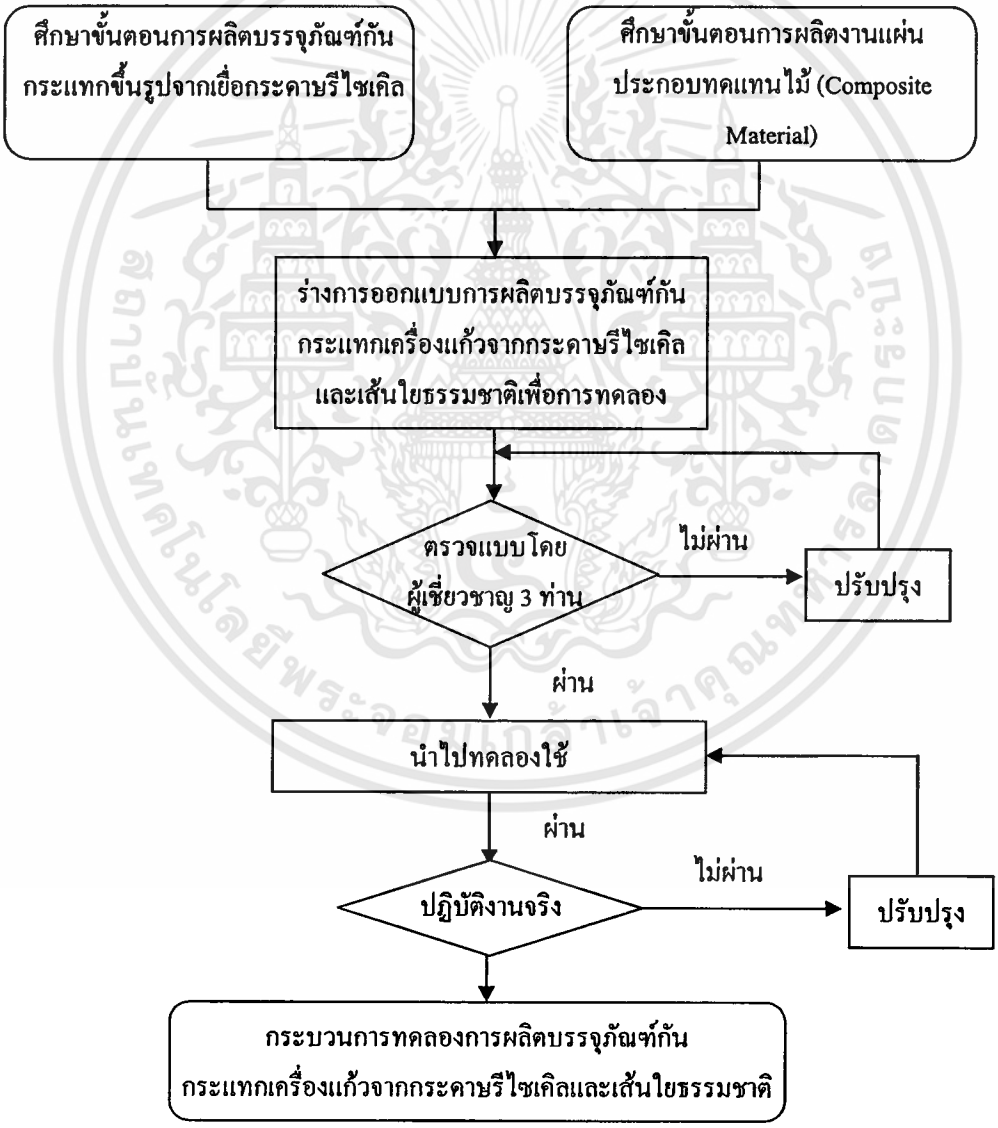
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 อ. ธานี สุคนธชาติ อาจารย์ประจำสาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มหาวิยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตโชติเวช

4 นำแบบที่ผ่านการตรวจและสรุปแบบจากผู้เชี่ยวชาญไปดำเนินการเขียนแบบเพื่อการผลิตต่อไป

3.2.3 การออกแบบการทดลองเพื่อการผลิต

การศึกษาถึงขั้นตอนการผลิตในส่วนของการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกขึ้นรูปจากกระดาษรีไซเคิลกันกระแทกเยื่อกระดาษขึ้นรูปและขั้นตอนการผลิตงานแผ่นประกอบทดแทนไม้ (Composite Material) เพื่อการออกแบบการทดลองการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการร่างการออกแบบกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติเพื่อการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาขั้นตอนการผลิตตามรูปแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเยื่อกระดาษขึ้นรูปจากกระดาษรีไซเคิล

2. ศึกษาขั้นตอนการผลิตงานแผ่นประกอบทดแทนไม้ (Composite Material)

3. สัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมและการออกแบบ จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

1.1.) นาย วรธรรม อุ่นจิตชัย นักวิชาการป่าไม้ 8ว. งานอุตสาหกรรมวัสดุทดแทนไม้ กรมป่าไม้

1.2.) นาย วิขัณฑ์ อรรณพานุรักษ์ นักวิจัย 9 (เชี่ยวชาญ) ฝ่ายเทคนิคเส้นใยธรรมชาติ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3.) นาย จรวย ธงไชย นักวิทยาศาสตร์ 8ว. ฝ่ายเทคนิคการผลิตเยื่อและกระดาษ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ

4. ศึกษาคุณสมบัติของกระดาษรีไซเคิลและกระบวนการที่เหมาะสมเพื่อใช้ในงานวิจัย

5. ร่างการออกแบบขบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

6. นำร่างกระบวนการผลิตที่ทำการออกแบบให้ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแผนผังกระบวนการผลิตในการผลิตชิ้นงาน

7. ทำการปรับปรุงการออกแบบกระบวนการผลิตตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองใช้ก่อนการผลิตจริง

8. ทำการทดลองใช้กระบวนการทดลองการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

3.2.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

คือการสัมภาษณ์แบบเชิงลึก (In-depth InterviewX แบบมีโครงสร้าง (Structural Interview) ด้านวิศวกรรมและการออกแบบมีลักษณะเป็นแบบปลายเปิด เพื่อใช้ในการสอบถามถึงขั้นตอนในการผลิตชิ้นงานของกระบวนการผลิตที่ออกแบบ (ภาคผนวก ก. แบบสัมภาษณ์ด้านวิศวกรรมและการออกแบบ)

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ศึกษาข้อมูลและหลักการจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเยื่อกระดาษขึ้นรูปจากกระดาษรีไซเคิล และกระบวนการผลิตวัสดุแผ่นทดแทนไม้จาก วัสดุเหลือคอมโพสิตประเภทเส้นใยธรรมชาติ

2. กำหนดประเด็นในการสัมภาษณ์

3. สร้างแบบสัมภาษณ์ตามประเด็นที่กำหนดไว้

4. นำแบบสอบสัมภาษณ์ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและนำไปแก้ไข

5. นำแบบสัมภาษณ์ไปเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อทำการตรวจสอบความตรงเที่ยงตรงของเนื้อหาจำนวน 3 ท่านซึ่งประกอบด้วย

5.1 รศ. จันทร์จรัส ศรีศิริ หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุและวัสดุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 ดร.อภิสักก์ สินธุภัค หัวหน้าศิลปอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.3 ดร. จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

6. ปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้ทำการตรวจสอบเนื้อหาและรายละเอียดแล้ว

7. จัดพิมพ์แบบสัมภาษณ์เพื่อนำไปใช้ในการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการออกแบบกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากเส้นใยธรรมชาติ ต่อไป

3.2.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การบันทึกเทป การจดบันทึก การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิโดยตรงและข้อมูลเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในช่วง กันยายน 2551- พฤศจิกายน 2551

3.2.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์ด้านวิศวกรรมและการออกแบบด้านกระบวนการผลิตเป็นแบบวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis)

3.2.4 การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์

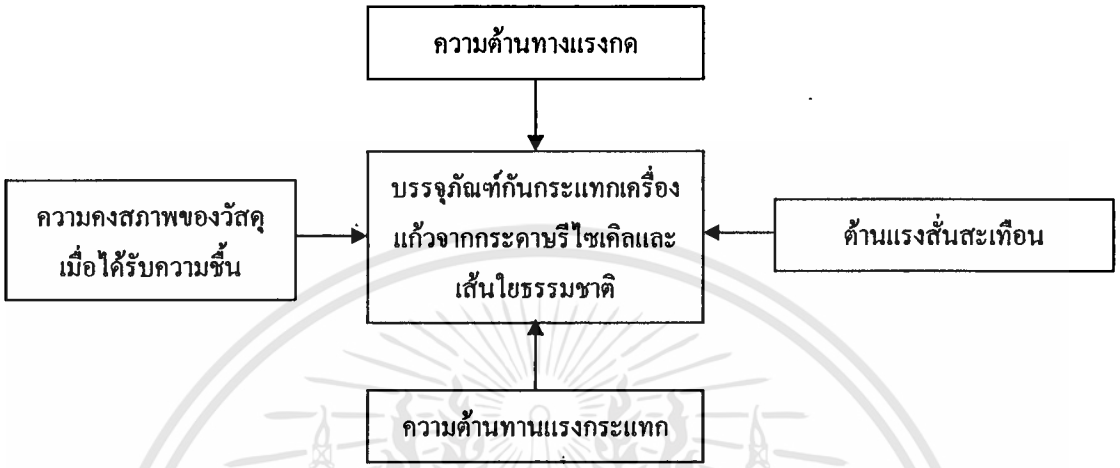
3.2.4.1 การผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

นำวัสดุที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.1 มาขึ้นรูปชิ้นงานตามกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่ผ่านการทดลองแล้วจำนวน 8 ชิ้น เพื่อนำไปทำการทดสอบในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.2 การทดสอบผลิตภัณฑ์

นำบรรจุภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการทดสอบสูตรการผลิตและขั้นตอนการผลิตไปทดสอบตามมาตรฐานของการบรรจุหีบห่อไทยด้วยเครื่องมือและหลักเกณฑ์มาตรฐานสากลของศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย



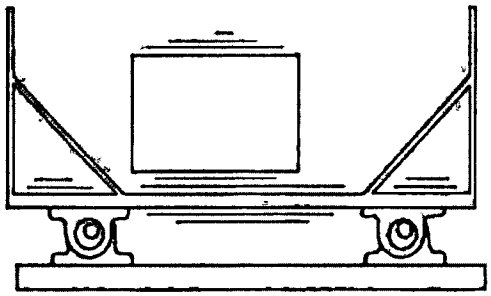
รูปที่ 3.3 การทดสอบหาประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์

โดยการทดสอบประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง (Transport Packaging Testing) 3 ด้านคือ

1) ความต้านทางแรงกด (Compression Strength) วิธีการทดสอบ/วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D 642-00 คือ การทดสอบความสามารถของภาชนะบรรจุ ในการต้านแรงกดที่กระทำบนภาชนะบรรจุด้วยอัตราที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนเสียรูปเครื่องมือทดสอบเรียกว่า Compression Tester

2) การต้านแรงสั่นสะเทือน (Vibration Resistance) ตามมาตรฐาน ISTA (International Safe Transit Association) ; Test Procedure-1A : Resource Book 2006 วิธีการทดสอบ/วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ISTA ISO 2247 คือการทดสอบความแข็งแรงของภาชนะบรรจุและวิธีการบรรจุที่จะคุ้มครองสินค้าไม่ให้เกิดความเสียหายอันเนื่องมาจากความสั่นสะเทือนในระหว่างการขนส่ง เครื่องมือทดสอบเรียกว่า Vibration Tester

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 การทดสอบการสั่นสะเทือนโดยบรรจุภัณฑ์วางบนหิ้งที่สั่นสะเทือนไปตามลูกเบี้ยว

3) ความต้านทานแรงกระแทกเมื่อตก (Drop Resistance) ตามมาตรฐาน ISTA (International Safe Transit Association) ; Test Procedure-1A : Resource Book 20062.2 การทดสอบ) วิธีการทดสอบ/วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D 5276, ISTA ISO 2248, TAPPI T 802 คือการทดสอบความสามารถของการบรรจุและสินค้าในการต้านแรงกระแทกพื้นจากที่สูง เครื่องมือทดสอบ เรียกว่า Drop Tester

รูปที่ 3.5 การทดสอบการตกกระแทกบรรจุภัณฑ์จะตกลงมาจากที่วางคล้ายบานพับตามความสูงกำหนด

ตารางที่ 3.1 การกำหนดความสูงมาตรฐาน ISO 2284

น้ำหนักรวมของภาชนะและสินค้า (kg)	ความสูงการตกกระแทก (mm)
> 9.1	762
9.1– 18.1	610
18.1– 27.2	457
27.2– 45.4	305

ที่มา : คู่มือการใช้กระดาษเพื่อการหีบห่อ. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : Drop Test และ Vibration Test จะทดสอบคู่กันเพราะในความเป็นจริงจะพบคู่กัน

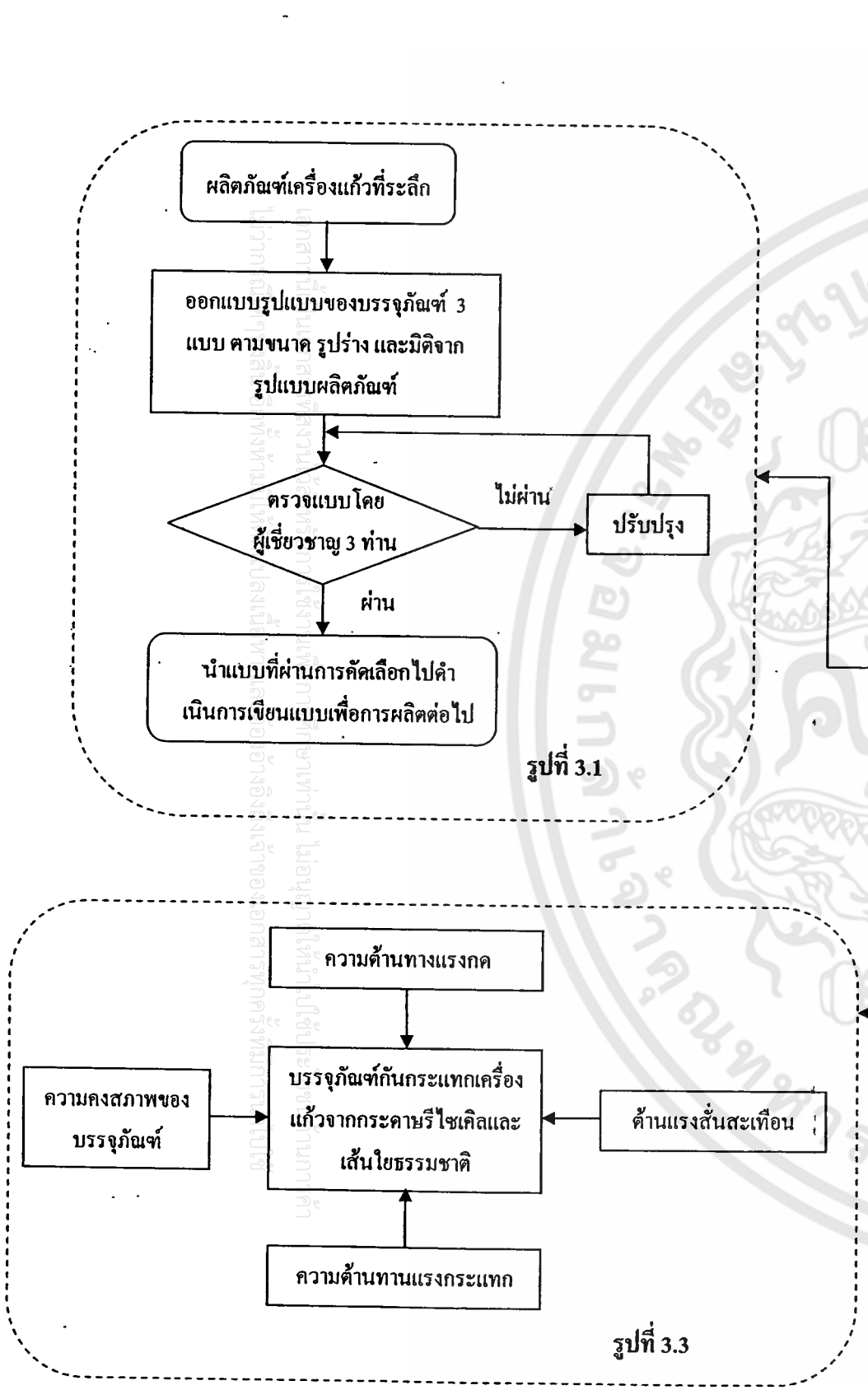
4) ความคงสภาพของวัสดุเมื่อโดนความชื้น โดยการนำบรรจุภัณฑ์ที่ผ่านการทิ้งไว้ให้แห้งแล้วให้ความชื้นในปริมาณที่เท่ากัน คือ 30, 50, 100, โดยวางแผ่นเหล็กน้ำหนัก 1 กิโลกรัม วางทับสังเกตและบันทึกผล ความคงสภาพของบรรจุภัณฑ์

3.2.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

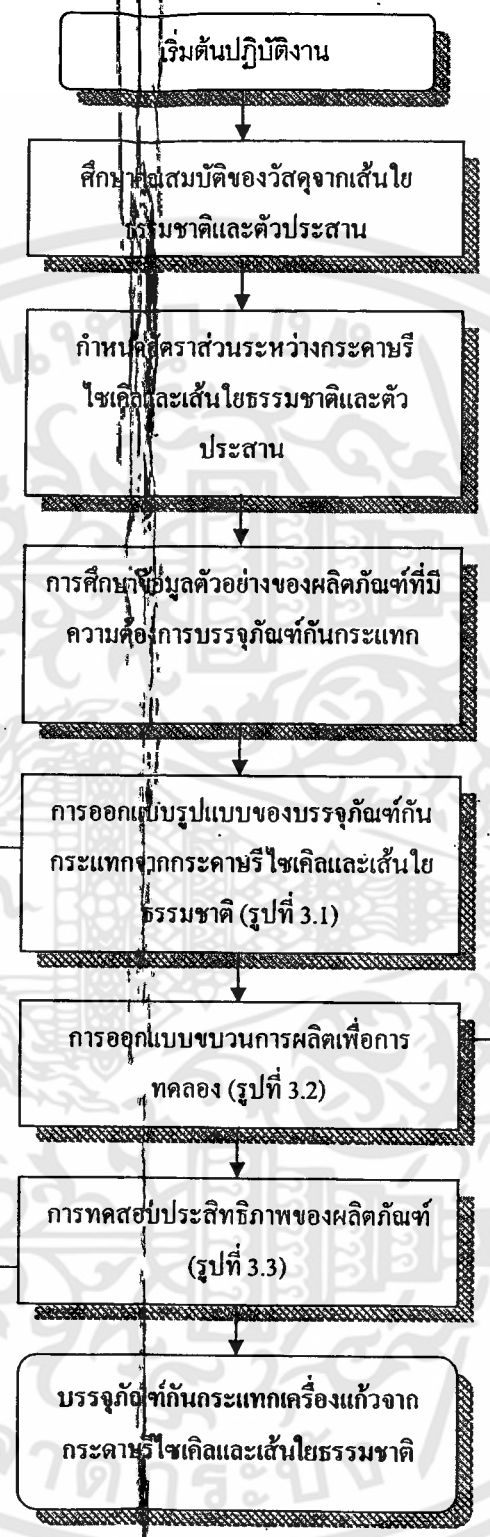
การวิเคราะห์ คุณสมบัติทางด้านประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์ตามเกณฑ์มาตรฐานโดยการเปรียบเทียบผลการทดลองในลักษณะบรรยาย

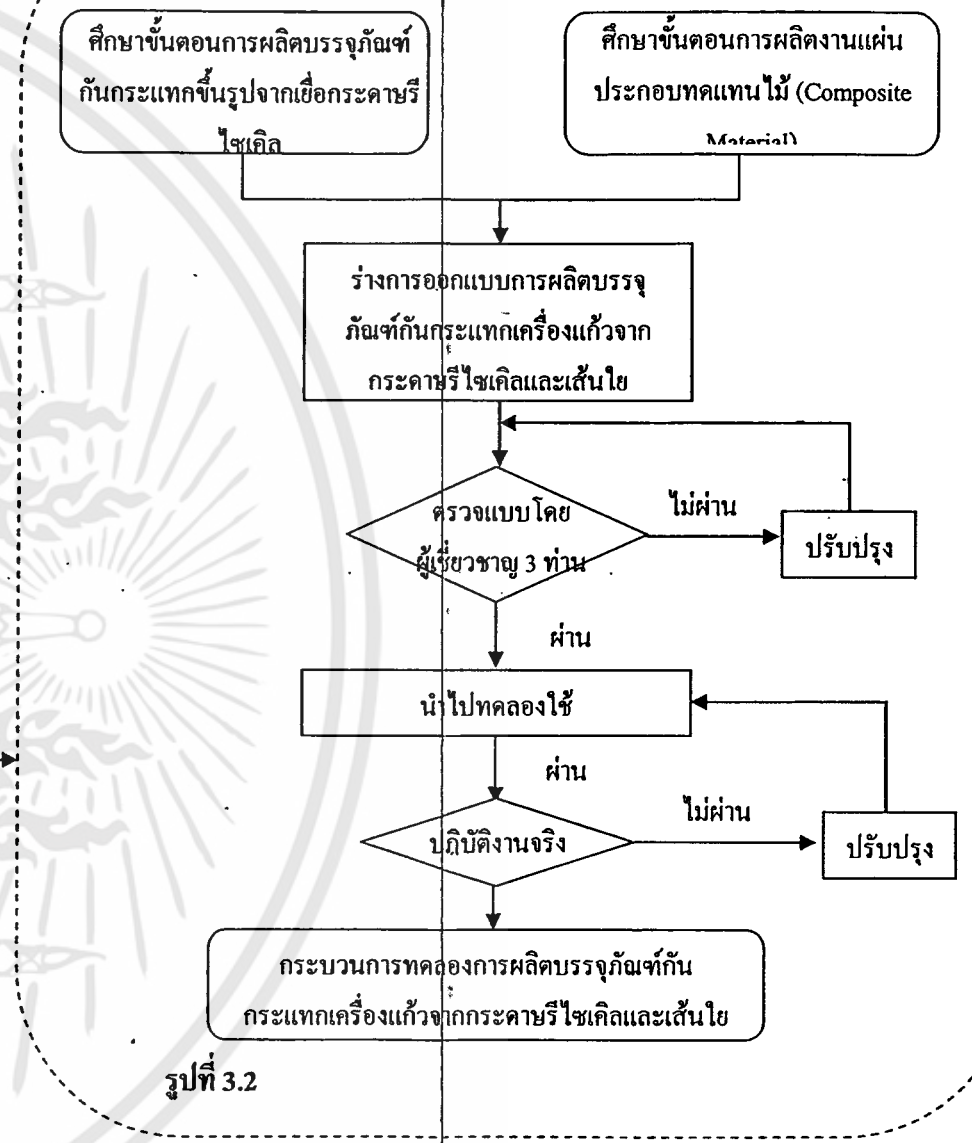
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1



รูปที่ 3.3





รูปที่ 3.2

รูปที่ 3.4 สรุปขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติได้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ การตอบแบบสอบถามจาก ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้จัดจำหน่าย ในส่วนของงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาวิเคราะห์และทดลอง แล้วนำเสนอในรูปแบบตามขั้นตอนการดำเนินงาน โดยแบ่งเป็น 2 ตอน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 4.1 ผลการศึกษาและทดสอบวัสดุเพื่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

4.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุจากเส้นใยธรรมชาติ ประเภทกระดาษรีไซเคิล และคุณสมบัติของตัวประสานที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัย

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของอัตราส่วนของตัวประสานที่เหมาะสมระหว่างกระดาษรีไซเคิล และเส้นใยธรรมชาติ

ตอนที่ 4.2 ออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตัวอย่างผลิตภัณฑ์เครื่องแก้วจากผู้จัดจำหน่ายเพื่อกำหนดรูปแบบของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่ใช้ในงานวิจัย

4.2.2 ผลการวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนการออกแบบการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติเพื่อการทดลอง

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของประสิทธิ ภาพของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติตามเกณฑ์ทดสอบมาตรฐานด้านความต้านทางแรงกด ,ด้านการต้านแรงสั่นสะเทือน, ด้านความต้านทานแรงกระแทกเมื่อตก และการเปรียบเทียบความคงสภาพของบรรจุภัณฑ์เมื่อโดนความชื้นในขณะที่ได้รับปริมาณความชื้นที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 4.1 ผลการศึกษาและทดสอบวัสดุเพื่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

4.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุจากเส้นใยธรรมชาติ ประเภทกระดาษรีไซเคิล และคุณสมบัติของตัวประสานที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัย

จากการสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญ และศึกษาข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัยต่างๆ พบว่า

4.1.1.1 เส้นใยธรรมชาติ

เส้นใยธรรมชาติที่นำมาผลิตเป็นกระดาษนี้จะได้จากพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ไม้เนื้อ-อ่อน ไม้เนื้อแข็ง และพืชล้มลุก ส่วนเส้นใยหรือที่เรียกทั่วไปว่า เยื่อ เยื่อที่ใช้ทำกระดาษส่วนมากจะเป็นเยื่อผสมของเยื่อใยยาวและเยื่อใยสั้น

1) เยื่อใยยาวได้จากไม้เนื้ออ่อน (softwood) ซึ่งเป็นไม้ที่ขึ้นบริเวณที่สูง อากาศเย็น โตช้า ใบมีลักษณะแคบเรียวยาว (needle) เส่นใยมีลักษณะหยาบ มีความแข็งแรงสูง มีความยาวประมาณ 3-5 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 20-40 ไมครอน (1 ไมครอนเท่ากับ 0.001 มิลลิเมตร) ไม้ในกลุ่มนี้ได้แก่ พืชตระกูลสน (Pine)และ สปรู้ซ (Spruce) เป็นต้น

2) เยื่อใยสั้นได้จากไม้เนื้อแข็ง (Hardwood) ซึ่งเป็นไม้ที่ขึ้นในบริเวณเขตร้อน โตเร็ว ใบมีลักษณะกว้าง(Leaf) เส้นใยมีลักษณะเล็ก ละเอียด ความแข็งแรงต่ำ มีความยาวประมาณ 1-2 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 10-20 ไมครอน ไม้ในกลุ่มนี้ได้แก่ ยูคาลิปตัส (Eucalyptus) กระถินเทพา (Acacia) เบิร์ช (Birch) และ แอสเพน (Aspen) เป็นต้น

ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่นิยมใช้ในการผลิตเยื่อกระดาษในปัจจุบันดังตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 ขนาดเส้นใยของวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ

ชนิดของวัตถุดิบ	ความยาว (มม.)	ที่มาของเส้นใย
1. ฟางข้าว	0.7-3.5	เส้นใยจากลำต้น
2. ชานอ้อย	0.8-2.8	เส้นใยจากลำต้น
3. ยูคาลิปตัส	0.6 – 1.4	เส้นใยจากลำต้น
4. ปอแก้ว	0.6 - 6.0	เส้นใยจากลำต้น
5. ใยสับปะรด	50-76.2	เส้นใยจากใบ
6. กาบกล้วย	ขึ้นอยู่กับความสูงของลำต้น	เส้นใยจากลำต้นเทียม

ที่มา : 1-4; Environmental Management in the Pulp and Paper8 Industry, UNEP IE/PAC Mannual 1 ,Moscow 1981

: 5-6; ความรู้เรื่องผ้าและเส้นใย. นวลแข ปาลิวนิช. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการสัมภาษณ์คุณสมบัติของเส้นใยธรรมชาติที่เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ชื่อเส้นใย	ความยาว (มม.)	คุณสมบัติของวัสดุ
ฟางข้าว/ข้าวฟาง เป็นเส้นใยจากลำต้น	0.7-3.5	มีจำนวนมาก ราคาถูก ประมาณ 1.07-1.5 บาท / กิโลกรัมคุณภาพต่ำ แต่เยื่อใยสูง ถ้าผ่านกระบวนการผลิตเยื่อจะใช้เวลาสั้น ทำให้ใช้สารเคมีน้อยลง แต่การควบคุมปริมาณและคุณภาพของวัตถุดิบยังไม่สม่ำเสมอ ทำให้ไม่สามารถควบคุมการผลิตได้เท่าที่ควร
ชานอ้อย เป็นเส้นใยจากลำต้น	0.8-2.8	มีจำนวนมาก เศษเหลือจากการหีบเอาน้ำอ้อยออกจากท่อนอ้อยแล้ว เมื่อท่อนอ้อยผ่านลูกหีบชุดแรก อาจจะมีน้ำอ้อยตกค้างเหลืออยู่ยังหีบออกไม่หมดแต่พอผ่านลูกหีบชุดที่ 3-4 ก็จะมีน้ำอ้อย ตกค้างอยู่น้อยมาก หรือแทบจะไม่เหลือ อยู่เลย คือเหลือแต่เส้นใยล้วนๆ แต่มีปริมาณ pitch สูงทำให้มีอุปสรรคต่อการผลิตเยื่อเพราะใช้เวลานานและยังต้องใช้สารเคมีสูงในการกำจัด
ใบสับปะรด เป็นเส้นใยจากใบ	50-76.2	ปลูกกันทั่วทุกภาคของประเทศ เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เส้นใยสับปะรดได้จากใบสับปะรดมีคุณสมบัติแข็งแรง ลื่นคล้ายไหม เหนียว นุ่ม สีขาว ราคาประมาณ 0.5-1.75 บาท/กิโลกรัม เวลาตัดใบควรมีอายุ 1-1.5 ปี ถ้าอ่อนไปเส้นใยที่ได้ก็จะไม่แข็งแรง และสั้น ส่วนใบที่แก่เกินไปก็จะหยาบและแข็ง ใบที่เหมาะสมในการแยกเส้นใยควรยาวประมาณ 80-100 เซนติเมตร เขียวสด สมบูรณ์ไม่มีสีเหลือง หรือสีน้ำตาล หรือเป็นแผล และจะต้องทำการขูดให้เสร็จหลังจากการตัด 24 ชั่วโมง แต่เมื่อนำใบมาตากแดดจะแห้งช้าเพราะมีปริมาณน้ำสูงส่วนการขูดเส้นใยจากใบสับปะรดทำได้โดย ขูดด้วยมือ หมักหรือแช่ฟอก ขูดด้วยเครื่องขูดเส้นใยสับปะรด และต้มด้วยสารเคมี ยังสามารถย้อมสีได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ชื่อเส้นใย	ความยาว (มม.)	คุณสมบัติของวัสดุ
ใยกล้วย เป็นเส้นใยจากลำต้น	ขึ้นอยู่กับความสูงของลำต้น	กล้วยเป็นพืชอาหารที่มีประโยชน์ รสชาติดี และปลูกเลี้ยงง่าย จึงทำให้มีการปลูกกล้วยอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ทำให้ประเทศไทยมีกล้วยมากมาย ลักษณะเป็นเส้นใยยาว และมีความเหนียวมีสีเหลืองทอง ลักษณะคล้ายเส้นใยสับปะรด ปลูกง่ายหาได้ในท้องถิ่นสามารถนำมาใช้ในงานสิ่งทอได้แต่ขั้นตอนการแยกเส้นใยเสร็จแล้วนั้นจะยังเหลือ GUM ติดอยู่ มีความเหนียว จึงทำให้ต้องผ่านขั้นตอนแยก GUM ออกอีก แต่กล้วยเองนั้นมีปริมาณน้ำมากทำให้ได้เส้นใยน้อย

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าเส้นใยที่เหมาะสมอันดับหนึ่งคือ เส้นใยกล้วย อันดับสองคือ เส้นใยสับปะรด อันดับสามคือ ฟางข้าว ผู้วิจัยได้เลือก เส้นใยสับปะรด เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาผสานกับเยื่อกระดาษรีไซเคิลเพราะมีขนาดและความยาวของเส้นมาก อีกทั้งยังหาได้ง่ายในแหล่งการผลิต ราคาถูก เมื่อเทียบกับ ฟางข้าว และใยกล้วย อีกทั้งใช้เวลาในกระบวนการแยกเส้นใยนั้นสามารถใช้ในรูปแบบ Kraft Process โดยการใช้มือขูด หรือเครื่องขูดเส้นใย ทำให้ใช้สารเคมีน้อยลง ในขณะที่ ใยกล้วยต้องใช้สารเคมีเพื่อแยกองค์ประกอบของเส้นใยนั้นๆ เฉพาะทาง และเมื่อเทียบน้ำหนักแห้งของเส้นใยกล้วยกับเส้นใยสับปะรดแล้วให้ในปริมาณที่น้อยกว่า ถึงแม้ว่าฟางข้าวจะมีราคาใกล้เคียงกันและมีการใช้สารเคมีในกระบวนการแยกเส้นใยน้อยแต่ขนาดของเส้นใยนั้นสั้นกว่า

4.1.1.2 ผลการวิเคราะห์ประเภทของกระดาษรีไซเคิล

จากการศึกษาเอกสารคู่มือทางวิชาการในการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษ ของ สำนักงานเทคโนโลยีน้ำและการจัดการมลพิษโรงงาน ของตัวอย่างบริษัท ซีเอ็มเอสเอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 กระบวนการรีไซเคิลของกระดาษแต่ละประเภท

ประเภทของกระดาษรีไซเคิล	กระบวนการ Recycle
1.กระดาษหนังสือพิมพ์	ต้องผ่านกระบวนการแยกเยื่อเชิงกลและ กระบวนการกำจัดหมึก (Deinking)
2. กระดาษพิมพ์เขียน/กระดาษสำนักงาน	ต้องผ่านกระบวนการเคมีฟอกเยื่อ
3. กระดาษกล่อง	ต้องผ่านกระบวนการแยกเยื่อเชิงกล

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่ากระบวนการรีไซเคิลกระดาษประเภทกระดาษทำกล่องนั้นอาจใช้แค่กระบวนการแยกเยื่อเชิงกลเท่านั้นเมื่อเปรียบเทียบกับ การรีไซเคิลกระดาษหนังสือพิมพ์และกระดาษพิมพ์เขียนซึ่งต้องการความสวยงามของเยื่อมากกว่า เพราะจำเป็นต้องผ่านขั้นตอนที่มีการเพิ่มเติมสารเคมีในแต่ละขั้นตอนเพื่อให้ได้คุณสมบัติของเยื่อเพื่อนำไปผลิตเป็นประเภทของกระดาษตามต้องการ

4.1.1.3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวประสานที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัย

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวประสานที่มาจากธรรมชาติ

ชนิดของตัวประสาน	คุณสมบัติ
กาวแป้งมันสำปะหลัง	กาวแป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบสำคัญที่สุด ในการทำกาวทั้งกาวแห้งและกาวน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของแป้งมันที่ถูกน้ำหรือสารเคมีแล้ว จะมีลักษณะเหนียวและยังสามารถคงสภาพ ความเหนียวไว้ได้โดยไม่มีการคืนตัว ซึ่งแป้งมันที่ใช้ทำกาวนี้จะต้องเป็นแป้งมันบริสุทธิ์มีความเป็นกรดต่ำ กาวที่ผลิตออกมาจะแบ่งตามความเหมาะสมในการนำไปใช้ในแต่ละอุตสาหกรรม แต่กาวนี้ไม่ทนน้ำ ทำง่าย ราคาถูก อยู่ที่ประมาณ 9.50 บาท/กก.[1] เหมาะกับใช้งานในที่แห้ง
กาวน้ำยางธรรมชาติ	สมบัติเด่นด้านควาเหนียวติดกันที่ดี, สมบัติด้านการขึ้นรูปที่ดี, ความร้อนสะสมในขณะการใช้งานต่ำ เป็นต้น แต่ก็มีสมบัติบางประการที่เป็นข้อด้อย คือไม่ทนทานในสภาวะแวดล้อมที่มีแสงแดด เมื่อใช้งานในภาวะที่มีแสงแดดเป็นเวลานาน อาจทำให้เกิดเป็นสีเหลือง เนื่องจากโครงสร้างหลักที่เป็นโพลิเมอร์ โดยอาจใช้เป็นกาวในงานบางอย่างได้โดยไม่ต้องเติมสารใด ๆ ก็ได้ แต่การใช้งานกาวในหลาย ๆ ลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ชนิดของตัวประสาน	คุณสมบัติ
กาวน้ำยางธรรมชาติ	จำเป็นต้องผสมสารเคมีหรือผสมกับน้ำยางสังเคราะห์บางชนิดลงไป เพื่อให้มีสมบัติที่ดีและเหมาะสมกับการใช้งานนั้น ๆ ความเหนียวของยางธรรมชาติตามลำพังไม่พอเพียงที่จะใช้งานโดยเทคนิคการติดแห้ง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องเติมสารช่วยเพิ่มความเหนียว เช่น Tackifying Resin ลงในน้ำยาง ธรรมชาติที่ต้องการนำไปใช้งานติดแห้ง ราคาอยู่ที่ประมาณ 51 บาท/กก.[2]

จากตารางที่ 4.4 พบว่ากาวแป้งมันสำปะหลัง หาซื้อง่าย ราคาถูกกว่าน้ำยางพารา มีลักษณะเหนียวข้น สามารถทำใช้ได้เองในครัวเรือน และยังเป็นวัตถุดิบหลักในการทำกาวน้ำและกาวแห้ง และใช้เป็นตัวเพิ่มประสิทธิภาพในงานอุตสาหกรรมกระดาษ แต่มีข้อด้อยคือกาวนี้ไม่ทนน้ำ บูดได้ง่ายเพราะเป็นกาวที่มาจากพืชธรรมชาติ จึงจำเป็นต้องเติมสารส้มลงไปขณะต้มเพื่อกันบูด ส่วนกาวยางพาราคุณสมบัติเด่นคือ ด้านความเหนียว ติดกันดี และยังสามารถขึ้นรูปได้ดี อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นกาวในงานบางอย่างได้โดยไม่ต้องเติมสารใดๆ ถ้าจะให้ผลดีจะต้องมีการเพิ่มสารเคมีเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละประเภท ข้อด้อยคือ ไม่ทนในสภาวะที่มีแสงแดด เพราะเมื่อใช้ไปในเวลานานอาจทำให้เกิดเป็นสีเหลืองและเมื่อทิ้งยางไว้จะเกิดการจับตัวกันกลายเป็นเม็ดเล็ก

หลังจากวิเคราะห์คุณสมบัติของวัสดุต่างๆที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้จึงสรุปได้ว่า ผู้วิจัยควรนำใบสับปะรดที่มีคุณสมบัติของเส้นใยที่เหมาะสมในระดับดีนำมาผสมกับเยื่อกระดาษรีไซเคิลจากประเภทกระดาษกล่อง และใช้กาวจากแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานวัสดุเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของวัสดุที่จะนำมาพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์ต่อไป

<u>สถานที่ดำเนินงาน</u> กรมวิทยาศาสตร์บริการ ฝ่ายเยื่อและกระดาษ

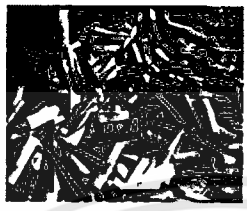
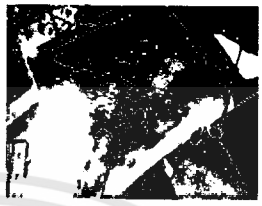
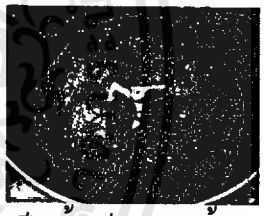
<u>อุปกรณ์</u> (ภาคผนวก ค. ขั้นตอนการดำเนินงาน)

1. ใบสับปะรด
2. เศษกระดาษกล่อง
3. บีกเกอร์
4. หม้อต้ม
5. เครื่องสลัดแห้ง
6. Hot Plate
7. แท่งแก้ว
8. เครื่องตีเยื่อ (Pulper Labo 25L)
9. กาวแป้งมันสำปะหลัง
10. โซเดียมไฮดรอกไซด์
11. เครื่องกระจายเยื่อ
12. Moisture Balance Machine
13. Thermometer
14. เครื่องขึ้นแผ่นทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

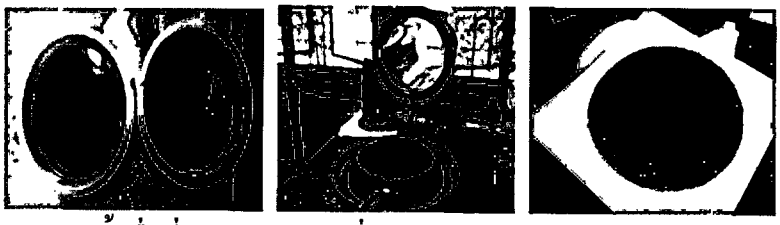
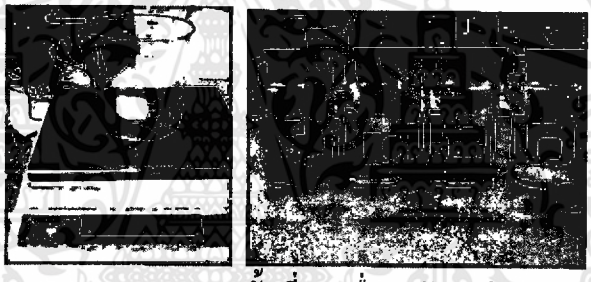
<u>วิธีการดำเนินงาน</u>

ตารางที่ 4.5 ภาพขั้นตอนการดำเนินงานทำแผ่นทดสอบวัสดุจากเส้นใยธรรมชาติและกระดาษรีไซเคิล

ขั้นตอนการดำเนินงาน	รายละเอียด
1. การตรียมวัตถุดิบ 1.1 ใบสับปะรด	  เตรียมใยสับปะรดตามวิธีของฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีเยื่อและกระดาษ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (2550) ต้มด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 10 ของน้ำหนักเส้นใยสับปะรดแห้ง อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำมาล้างให้สะอาดจนได้เส้นใยสับปะรด เส้นใยจะลักษณะสีน้ำตาลอ่อนเพราะไม่ได้ผ่านขั้นตอนการฟอกขาวด้วยสารคลอรีนเพราะจะทำให้เกิดมลพิษมากเกินความจำเป็น
1.2 กระดาษรีไซเคิล	 เตรียมกระดาษประเภทกล่อง นำไปฉีกเป็นชิ้นเล็ก จากนั้นแช่น้ำ 1-2 คืน เพื่อให้เยื่อกระดาษอิ่มตัว จากนั้นนำเข้าเครื่องตีเยื่อประมาณ 30-45 นาที จึงไปไปเข้าเครื่องสลัดแห้งเพื่อเอาน้ำในเยื่อออก
2. การทำแผ่นทดสอบ 2.1 การหาอัตราส่วนของวัสดุ	 นำเยื่อทั้งสองไปทำแผ่นทดสอบในห้องปฏิบัติการโดยใช้น้ำหนักมาตรฐาน 60 ±5 g/m^2 ในอัตราส่วนระหว่างกระดาษรีไซเคิลต่อใยสับปะรดที่ 100:0, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, 0:100 ของน้ำหนักแห้ง จากการหาปริมาณความชื้นในเนื้อวัสดุ อย่างละ 15 แผ่น จากนั้นจึงนำเยื่อทั้งสองเข้าเครื่องกระจายเยื่อ

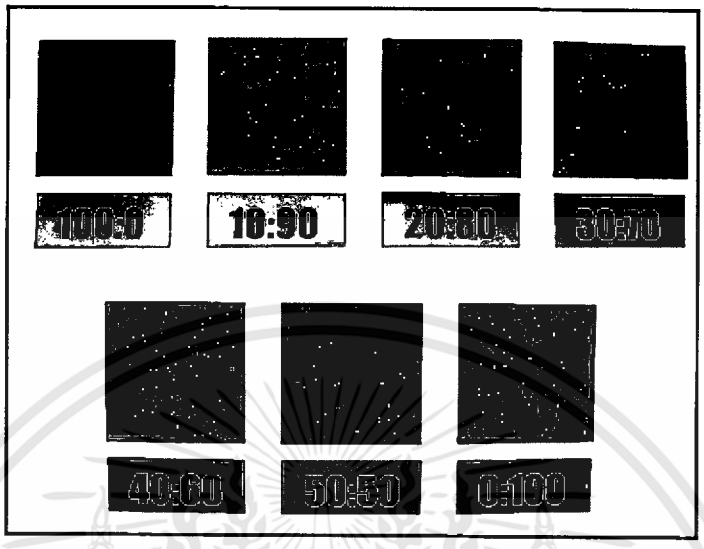
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ขั้นตอนการดำเนินงาน	รายละเอียด
2.2.การขึ้นแผ่น ทดสอบ	 นำน้ำเยื่อที่ทำการกระจายเยื่อเรียบร้อยแล้ววัดปริมาตรตามอัตราส่วนของจำนวนแผ่นทดสอบ จากนั้นเข้าเครื่องขึ้นแผ่นทดสอบ นำตัวอย่างที่จะทดสอบเข้าห้องเพื่อปรับสภาวะชิ้นทดสอบให้สมดุลกับสภาวะทดสอบมาตรฐานที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 65 ± 2 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงทดสอบคุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษตามวิธีมาตรฐานของ TAPPI
3. การเตรียมตัวประสาน 3.1 กาวแป้งมันสำปะหลัง	 จากผลการทดลองขั้นที่ 2 เมื่อหาอัตราส่วนระหว่างเส้นใยสับปะรดและเยื่อกระดาษรีไซเคิลที่เหมาะสมแล้วจึงนำมาคำนวณหาอัตราส่วนของตัวประสานที่ต้องใช้โดยกำหนดให้ % ของน้ำหนักตัวประสาน ต่อน้ำหนักเยื่อแห้งรวมของเยื่อกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยสับปะรดที่ 5%, 10%, 15%, 20% จากนั้นเติมน้ำที่ปริมาณ 300 มิลลิลิตรคนให้ละลาย
3.2 การต้มและผสม	 นำแป้งมันสำปะหลังที่ละลายแล้วขึ้นต้มบน Hot Plate จนถึงอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ต้มต่ออีก 15 นาที หมั่นคนเพื่อไม่ให้แป้งจับตัวเป็นก้อน และเพื่อให้เนื้อแป้งสุก แต่ถ้าเนื้อแป้งไม่สุกจะทำให้การผสมกับวัสดุเมื่อขึ้นแผ่นทดสอบจะไม่เกิดการยึดเกาะกันของเส้นใย จากนั้นจึงนำแป้งที่สุกแล้วมาผสมกับวัสดุในเครื่องกระจายเยื่อจึงทำตาม ขั้นที่ 2.2 ซ้ำอีกครั้งแล้วจึงนำไปหาทดสอบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของอัตราส่วนของตัวประสานที่เหมาะสมระหว่างกระดาษรีไซเคิล และเส้นใยธรรมชาติ



รูปที่ 4.1 แผ่นทดสอบในอัตราส่วนต่างๆของกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยสับปะรด
ที่มา : หทัยกาญจน์ ใบนานา . 2551

ตารางที่ 4.6 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใย ธรรมชาติ

อัตราส่วนของกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยสับปะรด	100:0	10:90	20:80	30:70	40:60	50:50	0:100
น้ำหนักมาตรฐาน Basis Weight (g/m^2)	59.86	56.62	58.43	**59.13**	58.83	57.88	56.62
ค่าความต้านทานแรงดึง Tensile index (N.m/g)	26.74	57.76	**43.51**	39.96	35.56	36.17	67.36
ค่าความต้านทานแรงฉีกขาด Tear index ($N.m^2/kg$)	6.37	11.80	12.55	**13.64**	11.20	10.12	14.32
ค่าความต้านทานแรงดันทะลุ Burst index ($kPa.m^2/g$)	1.41	**3.52**	2.17	2.13	2.47	1.93	5.42
ค่าความต้านทานการหักพับ Folding Endurance, doublefold	0.71	**2.98**	1.74	2.39	2.09	2.67	3.70

จากตารางที่ 4.6 พบว่าน้ำหนักมาตรฐานของตัวอย่างกระดาษไม่มีความแตกต่างกันซึ่งตัวอย่างกระดาษทั้งหมดสามารถที่จะนำมาเปรียบเทียบกันได้ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 170-2550 กระดาษที่มีน้ำหนักมาตรฐาน 55-65 ± 5 g/m^2 จะใช้กับกระดาษเหนียวสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห่อของ อัตราส่วนที่ 30:70 มีน้ำหนักใกล้เคียงกับน้ำหนักมาตรฐาน 60 ± 5 g/m^2 ที่ใช้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยของแผ่นทดสอบที่ 59.13 ± 1.28 g/m^2 และยังใกล้เคียงกับแผ่นทดสอบที่เยื่อกระดาษรีไซเคิล 0:100 ซึ่งมีน้ำหนักที่ 59.89 ± 0.17 g/m^2

ค่าความต้านทานแรงดึง อยู่ระหว่าง 26.74 – 67.36 N.m/g ในอัตราส่วน 0:100 จะมีค่าต้านทานแรงดึงสูงสุดที่ 67.36 N.m/g แต่อัตราส่วนที่ 20:80 , 30:70 ค่าต้านทานแรงดึงที่ 43.51, 39.96 N.m/g ตามลำดับ ค่าแรงดึงจะลดลงเมื่อมีอัตราส่วนของเส้นใยสับปะรดลดลง

ค่าต้านทานต่อการฉีกขาด อัตราส่วนของเยื่อกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยสับประรดและที่ 40:60 มีค่าต้านทานต่อการฉีกขาดอยู่ที่ 11.20 N.m^2/kg แต่ที่อัตราส่วน 30:70 มีค่าต้านทานต่อการฉีกขาดสูงสุด 13.64 N.m^2/kg แต่จากตารางค่ามีแนวโน้มลดลงอาจเป็นได้ว่าการกระจายตัวของเส้นใยสับปะรดยังไม่ดีพอ

ค่าต้านแรงดันทะลุ อัตราส่วน 10:90 มีค่าสูงสุดที่ 3.52 kPa.m^2/g แต่อัตราส่วน 40:60 มีค่า 2.47 kPa.m^2/g

ค่าต้านทานการหักพับ ในส่วนของเส้นใยสับปะรด 100% จะมีค่าสูงสุดที่ 3.70 doublefold อัตราส่วน 30:70 มีค่าต้านทานการหักพับ 2.39 doublefold

วัสดุที่จะนำไปออกแบบและพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์กันกระแทกต้องอาศัยคุณสมบัติค่าต้านทานต่อการฉีกขาด และค่าต้านทานการหักพับอยู่ในระดับดี ซึ่งเหมาะสมในการขึ้นรูปชิ้นงานมากที่สุด ในงานวิจัยชิ้นนี้ ผลของคุณสมบัติที่เหมาะสมคือ อัตราส่วนระหว่างกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยสับปะรดที่ 30:70 มีน้ำหนักมาตรฐาน 59.13 ± 1.28 g/m^2 , ค่าความต้านทานแรงดึง 33.48 N.m/g , ค่าต้านทานต่อการฉีกขาด 13.64 N.m^2/kg , ค่าต้านแรงดันทะลุ 2.13 kPa.m^2/g และค่าต้านทานการหักพับ 2.39 doublefold

จากตารางผู้วิจัยจะไม่นำอัตราส่วนที่เป็น 100% ของแต่ละวัสดุมาเปรียบเทียบกันเพราะคุณสมบัติในทุกด้านถือว่าเป็น ค่าสูงสุดของวัสดุนั้นๆ ซึ่งพบว่า การเพิ่มเส้นใยสับปะรดในอัตราส่วนที่มาขึ้นคุณสมบัติทุกด้านของแผ่นทดสอบมีแนวโน้มดีขึ้น เนื่องจากเป็นการทดลองเชิงวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยตัวเลขที่แน่นอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ถ้าสังเกตุจากตารางผลการทดสอบจะพบว่าอัตราส่วนระหว่างกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยสับปะรดที่ 20:80 มีคุณสมบัติที่เหมาะสมอีกค่าหนึ่ง ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่า ค่ากลางระหว่างอัตราส่วน 30:70 และ 20:80 คือ 25:75 อาจมีความเหมาะสมมากที่สุดในส่วนของตัววัสดุที่ทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกนั้นผู้วิจัยได้ทำการทดลองซ้ำโดยเพิ่มตัวประสานได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นทดสอบจากกระดาษรีไซเคิล เส้นใยธรรมชาติ และตัวประสาน

คุณสมบัติ / % ของตัวประสาน (กาวแป้งมันสำปะหลัง)	อัตราส่วนของกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยสับปะรด ที่ 30 :70			
	5%	10%	15%	20%
น้ำหนักมาตรฐาน Basis Weight (g/m^2)	61.52	61.15	**64.89**	63.97
ค่าความต้านทานแรงดึง Tensile index (N.m/g)	31.83	39.83	27.96	**41.45**
ค่าความต้านทานแรงฉีกขาด Tear index ($N.m^2/kg$)	12.63	**13.60**	14.27	11.53
ค่าความต้านทานแรงดันทะลุ Burst index ($kPa.m^2/g$)	2.01	5.99	**3.87**	2.82
ค่าความต้านทานการหักพับ Folding Endurance, doublefold	**2.42**	2.14	2.28	2.60

จากตารางที่ 4.7 พบว่าน้ำหนักมาตรฐานของตัวอย่างกระดาษที่เพิ่มตัวประสาน ทั้งหมดสามารถที่จะนำมาเปรียบเทียบกันได้ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 170-2550 กระดาษที่มีน้ำหนักมาตรฐาน 55-65 ± 5 g/m^2 จะใช้กับกระดาษเหนียวสำหรับห่อของ ซึ่งที่อัตราส่วน 30:70:5% มีน้ำหนักเฉลี่ย อยู่ที่ 61.52 ± 4.915 g/m^2 และ 30:70:10% ที่ 61.15 ± 4.03 g/m^2 รองลงมา

ค่าความต้านทานแรงดึง อยู่ระหว่าง 27.96 – 41.45 N.m/g ในอัตราส่วน 30:70:20% จะมีค่าต้านทานแรงดึงสูงสุดที่ 41.45 N.m/g แต่อัตราส่วนที่ 30:70:10% และ 30:70:5% ค่าต้านทานแรงดึงอยู่ที่ 39.83 และ 31.83 N.m/g ตามลำดับ ค่าแรงดึงจะเพิ่มขึ้นเมื่อมี เปอร์เซ็นต์ ของตัวประสานมากขึ้น แต่ในส่วนของ 30:70:15% ค่าต้านทานแรงดึงอยู่ที่ 27.96 N.m/g ซึ่งน้อยสุดมีค่าผิดปกติ ผู้วิจัยวิเคราะห์ได้ว่าชิ้นแผ่นทดสอบมีการกระจายของเส้นใยสับปะรดยังไม่ดีพอหลังจากการตัดชิ้นส่วนแผ่นทดสอบแบบสุ่มตัวอย่างสมบูรณ์

ค่าต้านทานต่อการฉีกขาด อัตราส่วนที่ 30:70:15% มีค่าต้านทานต่อการฉีกขาดสูงสุดอยู่ที่ 14.27 $N.m^2/kg$ อัตราส่วน 30:70:10% มีค่าต้านทานต่อการฉีกขาดที่ 13.60 $N.m^2/kg$ และอัตราส่วน 30:70:5% มีค่าต้านทานต่อการฉีกขาดที่ 12.63 $N.m^2/kg$ ซึ่งมีค่าสูงต่ำตามลำดับใกล้เคียงกัน แต่ในอัตราส่วน ที่ 30:70:20% มีค่าต้านทานต่อการฉีกขาดที่ 11.53 $N.m^2/kg$ ซึ่งมีค่าต่ำสุดผิดปกติ วิเคราะห์ได้ว่าเกิดจากการจับตัวกันของวัสดุและตัวประสานไม่มีการกระจายเยื่อที่ดีพอเมื่อสังเกตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากลักษณะทางกายภาพของแผ่นทดสอบเมื่อมองด้วยตาเปล่าหลังจากการตัดชิ้นส่วนแผ่นทดสอบแบบสุ่มตัวอย่างสมบูรณ์

ค่าต้านแรงดันทะลุ อัตราส่วน 30:70:15% มีค่าที่ 3.87 $kPa.m^2/g$ และ อัตราส่วน 30:70:20% มีค่าที่ 2.82 $kPa.m^2/g$ ส่วนอัตราส่วน 30:70:10% มีค่าที่ 5.99 $kPa.m^2/g$ สูงสุด

ค่าต้านทานการหักพับ ในส่วนของ 30:70:20% จะมีค่าสูงสุดที่ 2.60 doublefold อัตราส่วน 30:70:5 % มีค่าต้านทานการหักพับ 2.42 doublefold จะเห็นว่ายิ่งเพิ่มตัวประสานมากความแข็งแรงของวัสดุก็จะทนต่อการหักพับมากขึ้นแต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการกระจายอย่างสม่ำเสมอของเยื่อในแผ่นทดสอบด้วย

ผู้วิจัยวิเคราะห์ได้ว่า อัตราส่วนที่ 30:70:10% นั้นเหมาะสมแก่การนำไปขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์กันกระแทกได้ ทั้งนี้เนื่องจากการนำไปทำเป็นบรรจุภัณฑ์ต่อจำเป็นต้องมีค่าต้านทานแรงดันทะลุสูงเพื่อป้องกันสินค้าภายใน อัตราส่วน 30:70:15% และ 30:70:20% ไม่เหมาะสมเพราะการเติมตัวประสานมากเกินไปจะทำให้น้ำหนักของวัสดุเพิ่มมากขึ้นและอาจจะเกินเกณฑ์ตามมาตรฐานได้ และเมื่อเทียบกับ อัตราส่วนที่ยังไม่มีการเพิ่มตัวประสานนั้นพบว่ามีค่าการทดสอบแต่ละคุณสมบัติมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้น ค่าต้านทานการฉีกขาด ลดลง (Tear Strength) จาก เป็น 13.64 $N.m^2/kg$ เป็น 13.60 $N.m^2/kg$ วิเคราะห์ได้ว่าอาจจยังมีการกระจายของเยื่อไม่สม่ำเสมอในขั้นตอนทดสอบ

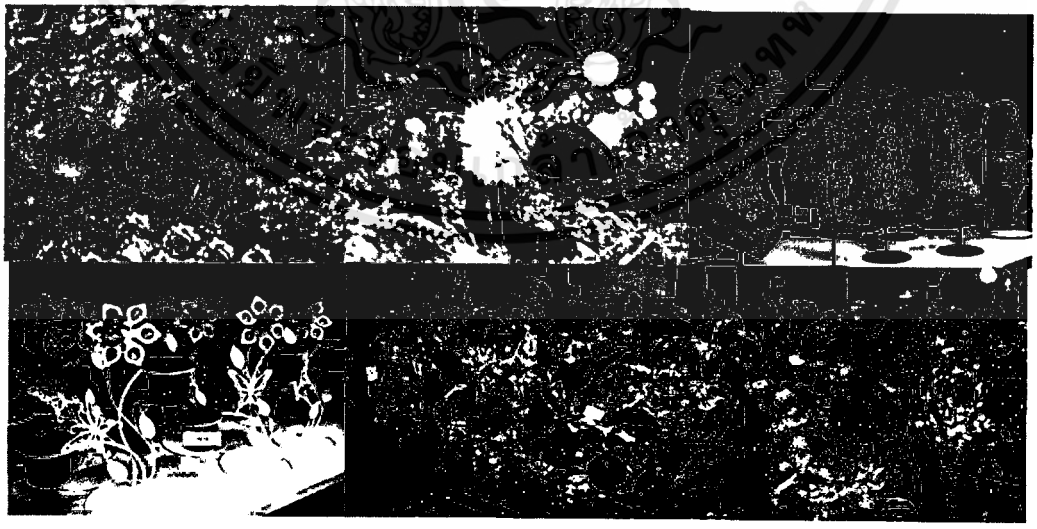
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 4.2 ออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิล และเส้นใย ธรรมชาติ

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตัวอย่างผลิตภัณฑ์เครื่องแก้วจากผู้จัดจำหน่ายเพื่อกำหนดรูปแบบของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่ใช้ในงานวิจัย

ตารางที่ 4.8 แสดงจำนวนและ ค่าร้อยละข้อมูลตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากผู้จัดจำหน่ายเครื่องแก้ว

รายการสินค้า	ผู้ให้ข้อมูล (N = 10)		ความถี่	ร้อยละ
	ลูกจ้าง	เจ้าของกิจการ		
1. ตู้กตาแก้วประดับ	7	2	9	**90.0**
2. แจกัน	3	2	5	50.0
3. โคมไฟแก้ว	3	3	6	60.0
4. จาน	5	3	8	**80.0**
5. ชาม	5	3	8	**80.0**
6. แก้วน้ำ	5	3	8	**80.0**
7. เชิงเทียนแก้ว	4	2	6	60.0
8. โถแก้ว	5	0	5	50.0
9. กระจกแกะลาย	0	2	2	20.0
10. ขวดน้ำ	2	3	5	50.0



รูปที่ 4.2 ผลิตภัณฑ์เครื่องแก้วที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด

ที่มา : หทัยกาญจน์ ใบนานา. 2551

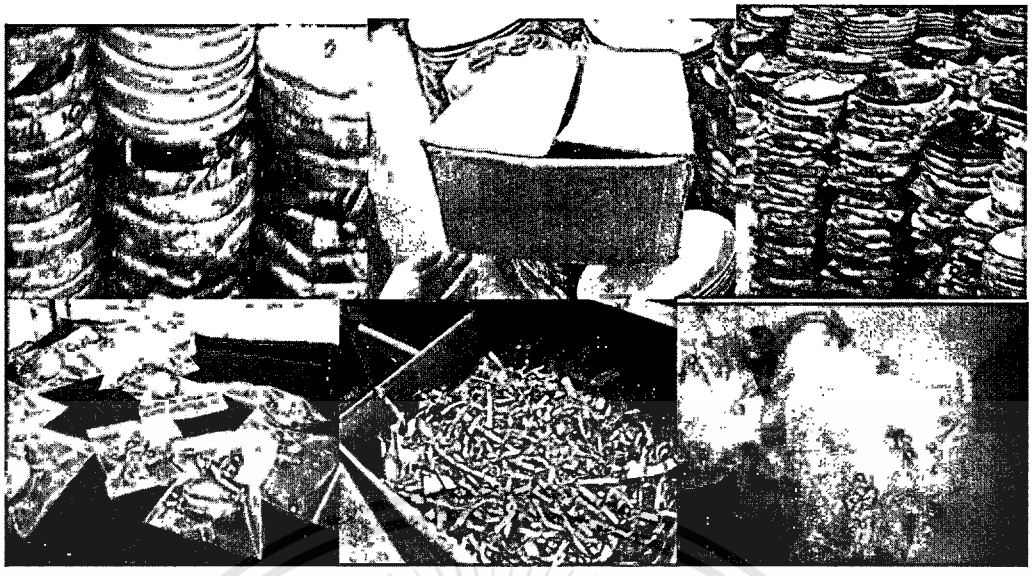
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เครื่องแก้วจากผู้จัดจำหน่าย 10 รายมีทั้งลูกจ้างและเจ้าของกิจการเองเป็นผู้ให้ข้อมูล พบว่าเครื่องแก้วประเภทตุ๊กตาแก้วประดับได้รับความนิยมจากผู้บริโภคและตลาดมากที่สุดถึง ร้อยละ 90.0 อันดับรองลงมาคือ สินค้าจำพวก ภาชนะบนโต๊ะอาหาร คือ จาน ชาม แก้วน้ำ ร้อยละ 80 ซึ่งมีความนิยมรองลงมาตามลำดับเนื่องจากสินค้าพวกนี้ส่วนมากจะขายคู่กันเป็นเซท ส่วนเชิงเทียนแก้วและโคมไฟซึ่งมีส่วนของเครื่องแก้วเป็นส่วนประกอบกับวัสดุหลักเช่น เหล็กทำให้มีหลากหลายรูปแบบ ร้อยละ 60.0

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ของความคิดเห็นของผู้จัดจำหน่ายที่มีต่อบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม

ประเด็นในการสอบถาม	ผลการสอบถาม
1. ผลิตภัณฑ์ใดที่มีการจัดจำหน่ายขายดีที่สุดในร้านของท่าน	ทางร้านมีการจำหน่ายตุ๊กตาแก้วประดับมากเป็นอันดับหนึ่ง เพราะบางแบบมีขนาดเล็ก และราคาย่อมเยา ส่วน โคมไฟสามารถขายได้เพราะมีหลายแบบและไม่ได้มีการเน้นวัสดุจากแก้วเป็นหลักอย่างเดียวมีการนำเอาวัสดุจำพวก เหล็ก มาเป็นส่วนประกอบและยังสามารถแยกได้ว่าบางร้านไม่ได้มีการจำหน่ายสินค้าหลายประเภทแต่จะมีการจำหน่ายปืนสินค้าจำพวกเดียวกัน คือ ภาชนะบนโต๊ะอาหารคือ จาน ชาม แก้ว แจกันจะอยู่ด้วยกันเสียส่วนใหญ่
2. ท่านคิดว่ามีความต้องการบรรจุภัณฑ์กันกระแทกแบบใดมากที่สุด	กระดาษ บับเบิ้ล สามารถเป็นรูปทรงกล่องได้ตามขนาดของสินค้าแล้วแต่ความต้องการของลูกค้าด้วย
3. ปัจจุบันทางร้านใช้บรรจุภัณฑ์ประเภทใด	กระดาษหนังสือพิมพ์, ถุงพลาสติก, บับเบิ้ล, เศษฝอยกระดาษ
4. ท่านมีความต้องการบรรจุภัณฑ์ที่มีรูปทรงแบบใด	แข็งแรง น้ำหนักเบา จัดเก็บง่าย สามารถโชว์สินค้าได้ในตัวโดยไม่ต้อใช้กล่องหลายชั้น
5. ท่านมีแนวโน้มขยายกิจการเพื่อการส่งออกหรือไม่อย่างไร	บางร้านมีการส่งออกอยู่แล้วและบางร้านค้าก็ยังมีการนำเข้าสินค้าอีกด้วย
6. ปัจจุบันท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อบรรจุภัณฑ์กระดาษรีไซเคิลเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม	เห็นด้วยกับบรรจุภัณฑ์ที่ช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมแต่ต้องดูราคาของวัสดุที่ใช้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 บรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่ใช้อยู่ในตลาดสินค้าจริง

ที่มา: หทัยกาญจน์ ใบนานา. 2551

จากตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์จากการสอบถามผู้จัดจำหน่ายเครื่องแก้วสรุปได้ประเด็นใหญ่ 3 ประเด็น ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์เครื่องแก้วของผู้จัดจำหน่ายภายในร้าน

ทางร้านค้ามีการจำหน่ายสินค้าประเภทตุ๊กตาแก้ว หรือการเป่าแก้วจำนวนมากแต่บางรายก็จะมีการจำหน่ายคละประเภทสินค้ากันไป เช่น โถแก้ว แจกัน โคมไฟ ตุ๊กตา อ่าง ชามแก้วต่างๆ แต่บางรายจะมีการจำหน่ายสินค้าชนิดเจาะจงตัวผลิตภัณฑ์เช่น จาน ชาม ถ้วย แก้วน้ำ ซึ่งจัดได้ว่าเป็นภาชนะบนโต๊ะอาหาร จะมีการจำหน่ายในแต่ละครั้งจำนวนมากๆๆ หรือ เชิงเทียนที่มีแก้ว เหล็กดัดเป็นส่วนประกอบเพื่อสร้างรูปลักษณ์ของสินค้าให้มีความโดดเด่น ส่วน ตุ๊กตาของแต่งบ้านนั้นนิยมทำเป็นรูปสัตว์มงคล มีขนาดเล็กใหญ่แตกต่างกันไปทำให้ผู้บริโภคนิยมซื้อเพราะมีราคาที่หลากหลายตามขนาด แล้วแต่ความต้องการของลูกค้า

2. ความต้องการที่มีต่อบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่ใช้ในปัจจุบัน

แข็งแรง น้ำหนักเบา จัดเก็บง่าย สามารถโชว์สินค้าได้ในตัวโดยไม่ต้องใช้กล่องหลายชั้น ปัจจุบันจะมีการใช้บับเบิ้ลพลาสติกเข้ามาช่วยป้องกันสินค้ากันมากขึ้น แต่ที่ยังใช้อยู่ก็จะเป็นจำพวกกระดาษหนังสือพิมพ์ ฝอยหรือเศษกระดาษ ซึ่งมีน้ำหมึกตกค้างอยู่ในกระดาษอยู่เป็นจำนวนมาก

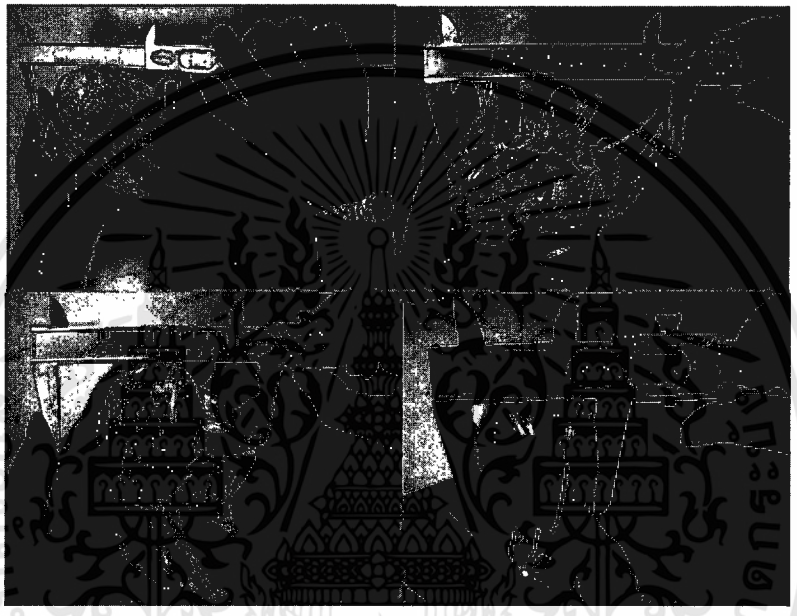
3. ความคิดเห็นที่มีต่อบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม

เห็นด้วยเป็นอย่างมากที่จะมีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเพราะปัจจุบันมีปัญหาด้านมลพิษมากอยู่แล้วแต่ถ้าจะให้มีการใช้บรรจุภัณฑ์จากสิ่งแวดล้อมจะต้องคำนึงถึงราคาต้นทุนในการผลิตและการสั่งซื้อด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์

หลังจากที่ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากผู้จัดจำหน่ายเพื่อสรุปผลิตภัณฑ์เครื่องแก้วเพื่อนำมาเป็นต้นแบบในการออกแบบรูปทรงของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติแล้ว จึงทำการศึกษาถึงการออกแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์ โดยกำหนด ลักษณะรูปทรง ขนาดและรูปแบบของบรรจุภัณฑ์โดยมุ่งเน้นหน้าที่หลักในการรองรับ คุ้มครอง อำนวยความสะดวกในการใช้งาน ตามขนาด รูปร่าง และมิติ จากตัวผลิตภัณฑ์ ในรูปแบบของ Inner Packaging ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 การวัดขนาดสัดส่วน รูปร่าง และมิติของผลิตภัณฑ์

และผู้วิจัยยังพบว่าต้องคำนึงถึงความสำคัญของการบรรจุหีบห่อโดยปฏิบัติดังนี้

1. การออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนส่งที่สามารถทนต่อสภาวะการขนส่งได้ดี

2. เลือกใช้วัสดุช่วยในการบรรจุที่เหมาะสม เพื่อบรรเทาความ เสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์

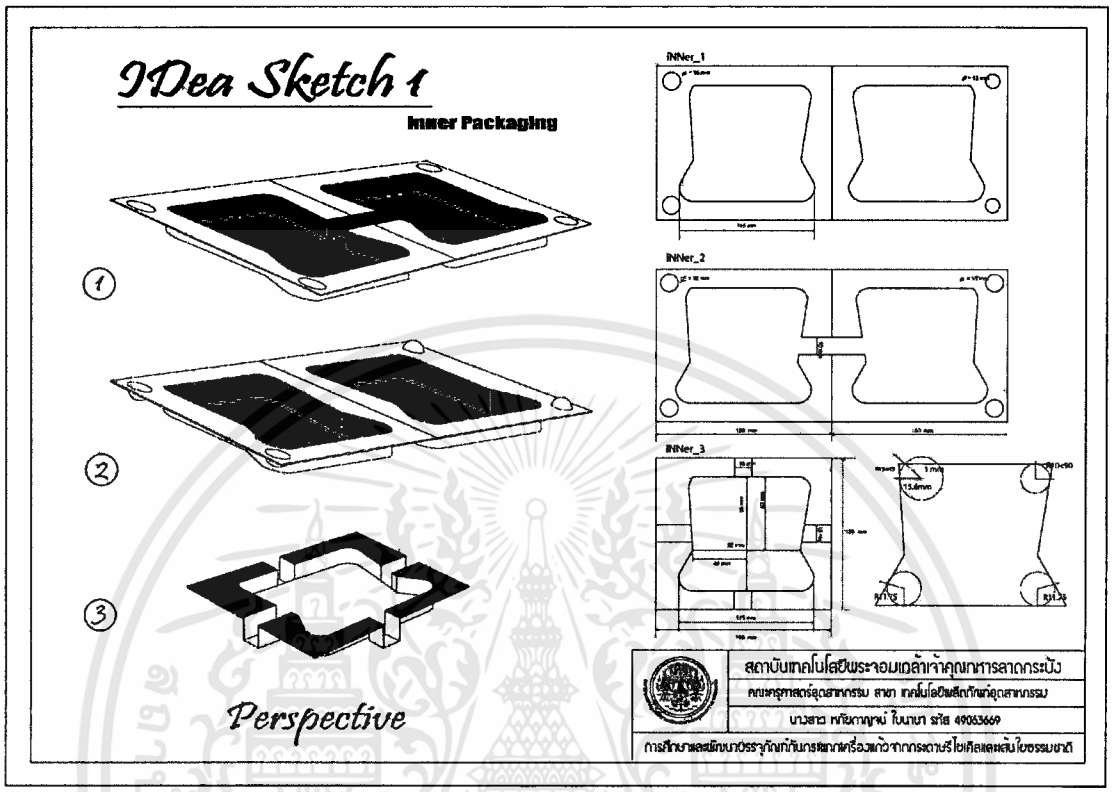
3. เพิ่มความระมัดระวังในการขนย้าย ขั้นตอนบรรจุ ใส่และขนส่ง โดยเริ่มใส่ใจตั้งแต่การบรรจุจนกระทั่งสินค้าถึงมือผู้บริโภค

4. สามารถพัฒนาบรรจุภัณฑ์และทดสอบคุณสมบัติบางประการที่ทำได้ โดยง่าย และเสียค่าใช้จ่ายไม่สูงนัก เช่น การทดสอบความแข็งแรงในการ เรียงซ้อน การตกกระแทกเป็นต้น ข้อมูลที่ได้จะสามารถนำกลับมาปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสม

5. เมื่อพัฒนาบรรจุภัณฑ์พร้อมตัวกันกระแทกภายในแล้วจำเป็นต้องมีบรรจุภัณฑ์ภายนอกอีกชั้นหนึ่งเพื่อประกอบการทดสอบในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

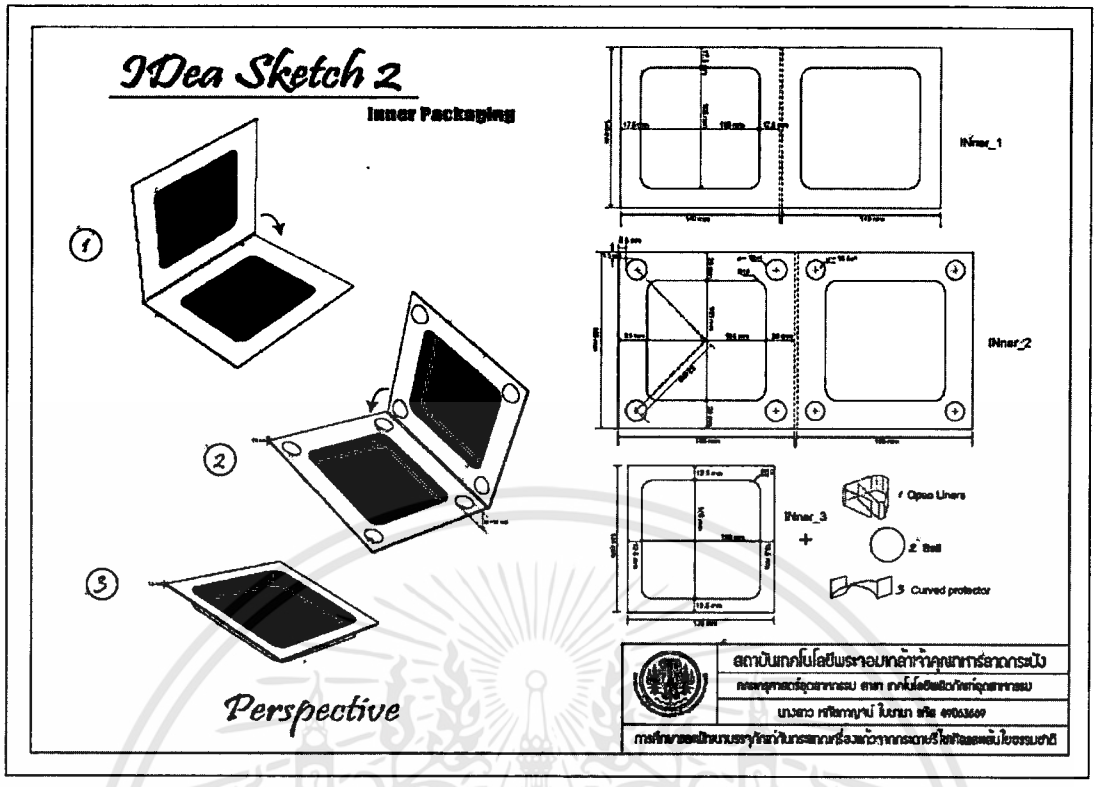
ผู้วิจัยจึงทำการ Sketch แบบเบื้องต้น ดังภาพที่ 4.5 - 4.7 แล้วจึงนำไปสอบถามผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านบรรจุภัณฑ์ซึ่งวิเคราะห์ได้ดังนี้



รูปที่ 4.5 Idea Sketch ครั้งที่ 1

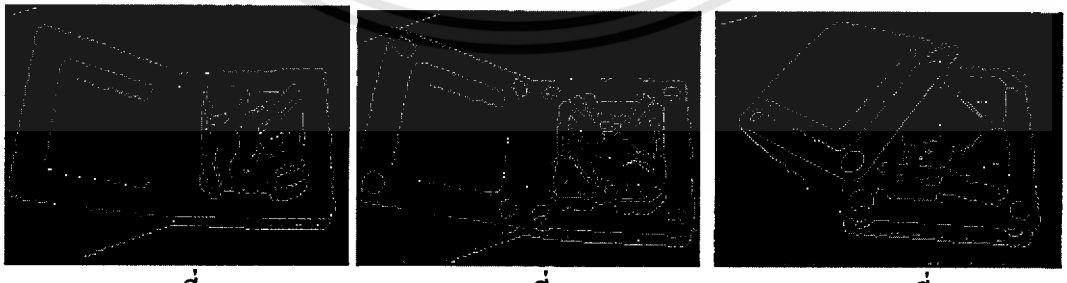
การออกแบบครั้งที่ 1 ยังไม่เหมาะสมเพราะการออกแบบโครงสร้างให้มีร่องและเหลี่ยมมากเกินไปไม่เหมาะแก่การผลิตในระบบอุตสาหกรรมเพราะจะทำให้มีต้นทุนสูงมากขึ้นอีกทั้งไม่สามารถนำบรรจุภัณฑ์ไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ ควรมีการปรับปรุงรูปแบบให้เป็น งาน UD (Universal Design) เพื่อให้ใส่สินค้ารูปทรงอื่นได้หลากหลายมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 Idea Sketch ครั้งที่ 2

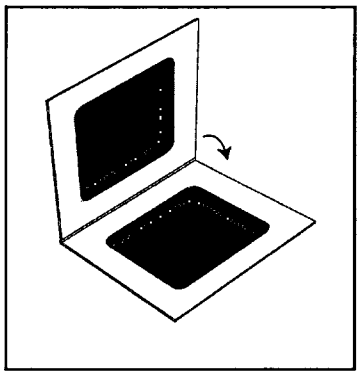
การออกแบบครั้งที่ 2 ผู้วิจัยได้ปรับรูปแบบให้ง่ายต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรมมากขึ้น แต่ยังต้องมีการปรับปรุงลักษณะของความแข็งแรงในการปกป้องคุ้มครองสินค้าในขั้นตอนการประกอบเมื่อทำการปิดบรรจุภัณฑ์ และควรมีการเพิ่มตัวกันกระแทกมิติภายในบรรจุภัณฑ์ให้มีความเหมาะสมกับสินค้าที่มีหลายหลายรูปแบบได้ โดยผลิตจากวัสดุเดียวกับบรรจุภัณฑ์เพื่อประโยชน์ในการใช้วัสดุสูงสุด



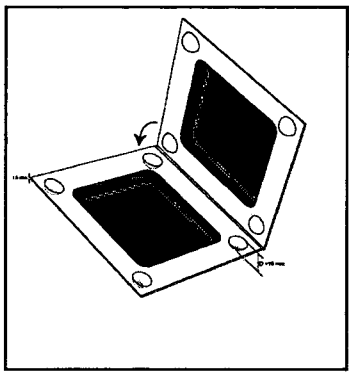
แบบที่ 1 **แบบที่ 2** **แบบที่ 3**

รูปที่ 4.7 Moke Up โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์เท่าขนาดจริง

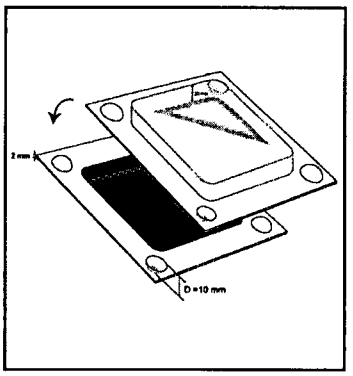
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบที่ 1
แบบฝาพับ



แบบที่ 2
แบบฝาพับมีตัวล๊อค 4 มุม



แบบที่ 3
แบบปะกบ 2 ชิ้นมีตัวล๊อค 4 มุม

ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใย ธรรมชาติจากผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อที่ประเมิน	รูปแบบโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ N= 3								
	แบบที่ 1			แบบที่ 2			แบบที่ 3		
	X	S.D	ระดับความเหมาะสม	X	S.D	ระดับความเหมาะสม	X	S.D	ระดับความเหมาะสม
1. บรรจุภัณฑ์มีโครงสร้างที่แข็งแรงเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	2.33	0.58	น้อย	4.33	0.58	มาก	4.33	0.58	มาก
2. บรรจุภัณฑ์มีรูปแบบที่สะดวกต่อการหยิบใช้งาน	3.00	0.00	น้อย	3.33	0.58	ปานกลาง	4.33	0.58	มาก
3. บรรจุภัณฑ์มีโครงสร้างที่สามารถคุ้มครองสินค้าไม่ให้เกิดความเสียหายได้	3.00	1.00	น้อย	4.00	1.00	มาก	3.67	0.58	ปานกลาง
4. บรรจุภัณฑ์สามารถพกพาได้สะดวก	3.67	1.53	ปานกลาง	4.33	0.58	มาก	4.33	0.58	มาก
5. โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์สามารถเรียงซ้อนได้เพื่อการขนส่ง	4.33	0.58	มาก	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด
6.โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้	4.33	0.58	มาก	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด
ผลรวมทั้ง 6 ด้าน	**3.44**	**0.71**	**ปานกลาง**	**4.33**	**0.45**	**มาก**	**4.44**	**0.38**	**มาก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

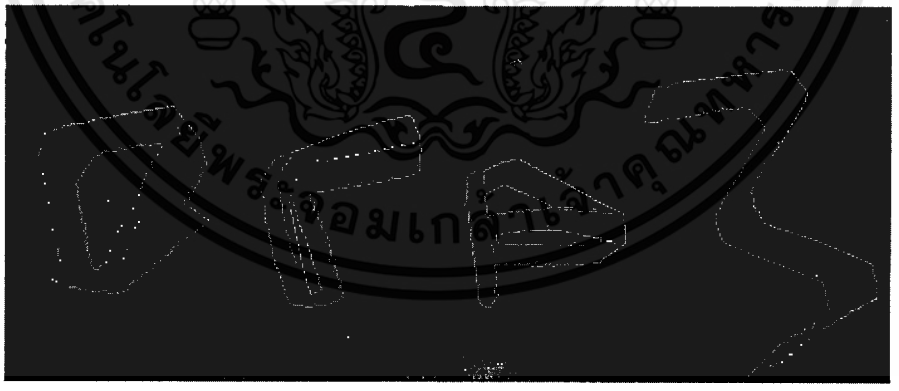
จากตารางที่ 4.10 พบว่ารูปแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์แบบที่ 1 มีระดับความเหมาะสมน้อยในด้านการคุ้มครองสินค้าไม่ให้เกิดความเสียหาย ($\overline{X}$ = 3.00) และมีความไม่สะดวกในการหยิบใช้งาน ($\overline{X}$ = 3.6)

รูปแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์แบบที่ 2 มีค่าระดับความเหมาะสมมากในด้านการพกพาได้สะดวก ($\overline{X}$ = 4.33) และมีโครงสร้างมีความแข็งแรงเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ ($\overline{X}$ = 4.33) ระดับความเหมาะสมมากที่สุดในด้าน การจัดเรียงซ้อน และสามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้ค่า ($\overline{X}$ = 5.00) ในด้านการคุ้มครองสินค้าไม่ให้เกิดความเสียหายได้ซึ่งมีค่าความเหมาะสมระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.00) แต่ยังไม่เหมาะสมความสะดวกต่อการหยิบใช้งาน ($\overline{X}$ = 3.33)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ได้ว่าลักษณะที่เป็นฝาพับถ้ามีการผลิตที่ไม่ดีและช่องว่างของระยะชิ้นงานไม่มากและตัวล็อคไม่แน่นพอสำหรับทำให้ตัวบรรจุภัณฑ์เปิดออกและสินค้าหล่นออกมาได้เมื่อมีการนำออกมาจากบรรจุภัณฑ์ภายนอก

รูปแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์แบบที่ 3 มีค่าระดับความเหมาะสมมากและมากที่สุดในทุกด้าน คือ สามารถเรียงซ้อนเพื่อการขนส่งและสามารถผลิตในระบบอุตสากรรม ($\overline{X}$ = 5.00) ด้านโครงสร้างมีความแข็งแรง รูปแบบที่สะดวกต่อการหยิบใช้งาน และสามารถพกพาได้ ($\overline{X}$ = 4.33) ความสามารถคุ้มครองไม่ให้เกิดความเสียหาย ($\overline{X}$ = 3.67) มีค่าความเหมาะสมปานกลาง จึงต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติม

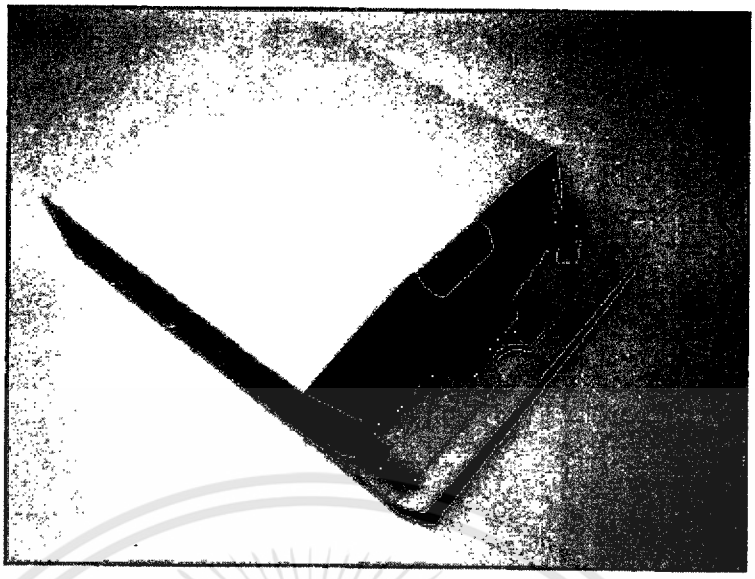
ผู้วิจัยจึงได้ปรับเพิ่มให้มีตัวกันกระแทกภายในและปรับให้มีขนาด 4 และ 3 cm เพื่อให้ผู้บริโภคได้ใช้งานตามความเหมาะสมของตัวผลิตภัณฑ์



รูปที่ 4.8 รูปแบบของตัวกันกระแทกมิติภายในบรรจุภัณฑ์

จากรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่ทำการพัฒนาสมบูรณ์แล้วผู้วิจัยจึงได้นำไปจัดทำแม่พิมพ์เพื่อการขึ้นรูปชิ้นงานในขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 บรรจุภัณฑ์ภายนอกที่ออกแบบมาเพื่อใช้ประกอบการทดสอบ

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนการออกแบบการทดลองผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

ตารางที่ 4.11 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมและออกแบบการทดลองเพื่อการผลิตบรรจุ ภัณฑ์กันกระแทกเยื่อกระดาษกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

ขั้นตอนการผลิต	ผู้เชี่ยวชาญ 1	ผู้เชี่ยวชาญ 2	ผู้เชี่ยวชาญ 3
1. การเตรียมวัตถุดิบ	ควรเลือกขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรืออาจใช้สารเคมีในการเตรียมวัตถุดิบน้อยที่สุด จำเป็นต้องมีการหาคุณภาพของเยื่อที่เหมาะสมต่อบรรจุภัณฑ์ด้วย	ควรศึกษาถึงขั้นตอนของการแยกเส้นใยและการรีไซเคิลกระดาษว่าควรเลือกขั้นตอนไหนที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม-เลือกประเภทของกระดาษรีไซเคิลที่มีเส้นใยยาวเพื่อง่ายต่อการประสานของเนื้อวัสดุและอาจไม่จำเป็นต้องแยกเส้นใยจนไม่เหลือ ลิกนิน เพราะลิกนินในเนื้อไม้จะได้ช่วยเพิ่มพันธะในการยึดเกาะกันของเส้นใยกับเยื่อกระดาษรีไซเคิล	ควรหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุระหว่างกระดาษรีไซเคิลและใบสับปะรดว่ามีคุณสมบัติเชิงกลที่เหมาะสม และหา %ของสารเคมีที่ใช้ในการต้มเยื่อที่ไม่เหลือตกค้างในสิ่งแวดล้อมหรือในปริมาณน้อย การหาวัสดุควรหาได้ง่ายในท้องถิ่นและไม่ยุ่งยากในการเก็บเกี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ขั้นตอนการผลิต	ผู้เชี่ยวชาญ 1	ผู้เชี่ยวชาญ 2	ผู้เชี่ยวชาญ 3
2. การขึ้นรูปชิ้นงาน	จากขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบนั้นเนื่องจากวัสดุเป็นประเภทเส้นใยอยู่แล้วควรจะใช้การขึ้นรูปชิ้นงานแบบ Wet Process โดยการผ่านน้ำเพราะเส้นใยทั้ง 2 มีความสามารถที่จะประสานกันได้โดยยึดเกาะระหว่าอนุภาคของเส้นใยเมื่อแห้งตัวลง	สามารถผลิตได้ทั้งแบบ Wet Process และ Dry Process แต่กรณี Dry Process ต้องคำนึงถึงปริมาณ กาวที่กำหนดลงไปในตัววัสดุว่ามีความยืดหยุ่นพอหรือไม่ในการนำพาวัสดุให้สามารถขึ้นรูปตามแบบของแม่พิมพ์ได้ อาจจะต้องมีน้ำเป็นตัวพาด้วย -ในการปั้มขึ้นรูปต้องคำนึงถึงความหนาของบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมของชิ้นงานเมื่อชิ้นงานมีความหนามากเกินไปอาจทำให้ตัวบรรจุภัณฑ์มีความหนาไม่สม่ำเสมอกัน	การขึ้นรูปชิ้นงานในระบบ Dry Process ตัววัสดุมีความหนืดของปริมาณกาวต่อวัสดุ จะทำให้มีการถอดแบบชิ้นงานยากขึ้น ควรคำนึงถึงการฟอร์มแผ่นก่อนการทำการอัดวัสดุ การกำหนดความหนาของบรรจุภัณฑ์ถ้ามากเกินไปอาจทำให้ชิ้นงานมีความชื้นมาก
3. การเลือกแม่พิมพ์	ใช้แม่พิมพ์ที่มีลักษณะเป็นตระแกรงเพื่อเป็นการช้อนเยื่อในขณะทำการขึ้นรูปชิ้นงาน	ควรใช้แม่พิมพ์ที่สามารถรีดน้ำออกขณะขึ้นรูปชิ้นงานได้	แม่พิมพ์ควรสามารถถอดประกอบได้เพื่อง่ายต่อการนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ อาจมีแม่พิมพ์ 2 ชุดเพราะขณะดึงชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ตัวบรรจุภัณฑ์จะมีการหดตัวเมื่อแห้ง เพื่อการรักษาขนาดของบรรจุภัณฑ์ให้ได้ขนาดตามที่กำหนดไว้

จากตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิโดยแยกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

1. การเตรียมวัตถุดิบ

ต้องคำนึงถึงกระบวนการแยกเส้นใยเพื่อหาคุณภาพของเส้นใย และอัตราส่วนที่เหมาะสมของเส้นใยต่อกระดาษรีไซเคิลในการนำมาทำวัสดุบรรจุภัณฑ์กันกระแทก และขั้นตอนการเตรียมวัสดุ อีกทั้งควรหลีกเลี่ยงการใช้ปริมาณสาร เคมีที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ควรเลือกวัสดุเหลือใช้ที่หาง่ายภายในท้องถิ่นและการจัดเก็บวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การขึ้นรูปชิ้นงาน

สามารถผลิตได้ทั้งแบบเปียก (Wet Process) และ แบบแห้ง (Dry Process) แต่ต้องคำนึงถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมของเนื้อวัสดุและตัวประสานที่เหมาะสม และการขึ้นรูปตัวบรรจุภัณฑ์ต้องมีความหนาสม่ำเสมอและรูปทรงมีความคงที่ไม่หดตัว

3. การเลือกแม่พิมพ์

แม่พิมพ์ควรถอดประกอบได้และมีการระบายน้ำที่ดีเพราะวัสดุมีปริมาณความชื้นเพราะมีปริมาณกาวอยู่ในเนื้อวัสดุ อาจทำให้มีปัญหาเนื้อวัสดุติดกับแม่พิมพ์ได้ขณะการถอดชิ้นงานออก หรือต้องมีปลอกพิมพ์สำหรับสวมชิ้นงานเพื่อรักษารูปทรงของบรรจุภัณฑ์เพื่อลดปัญหาการหดตัวของเนื้อวัสดุ

ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองขึ้นรูปชิ้นงานดังนี้

ตารางที่ 4.12 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

ขั้นตอนการดำเนินงาน	วิธีการดำเนินงาน
1. การแยกเส้นใย - ใบสับปะรด - กระดาษรีไซเคิล	- กระบวนการ Kraft Process โดยนำใบสดมาต้มในโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NA_2OH) เพื่อให้ได้เส้นใย - กระบวนการตีเยื่อ โดยการนำเอาเศษกระดาษที่ไม่ใช้แล้ว เติมน้ำแช่ทิ้งไว้จนนิ่ม ประมาณ 1-2 คืน แล้วจึงเปิดเครื่องจักรตีกระดาษให้ยุ่ยใช้เวลาประมาณ 30-45 นาที
2. การผสมกาวกับวัสดุในถังผสม	ขั้นตอนการผสมเยื่อและเส้นใยเข้าด้วยกันควรจะเป็นกาวที่ยังอุ่นอยู่ในถังผสมกาวหลังจากการตีให้ยุ่ย เพราะถ้าเนื้อกาวเย็นมากเกินไปการผสมวัสดุทั้ง 2 เข้าด้วยกันอาจไม่ดีพอ แล้วจึงนำไปฟอร์มแผ่นในตระแกรงแบบเปียก **(รูปที่ 4.10)**
3. อัดขึ้นรูป	นำวัสดุที่ผสมกาวเรียบร้อยแล้วมาอัดให้เต็มแม่พิมพ์ตามรูปทรงของบรรจุภัณฑ์ที่ทำการออกแบบไว้โดยจากนั้นใช้ตัวปั๊มโดยเครื่องอัดไฮโดรลิก ที่ แรง 1000 3000 และ 5000 K g/In2 จนได้ความหนาของวัสดุตามความต้องการค้างไว้ 10 และ 20 นาที จึงนำแบบปั๊มออกจากแม่พิมพ์ทดลอง **(รูปที่ 4.11)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

ขั้นตอนการดำเนินงาน	วิธีการดำเนินงาน
4. การทำให้แห้ง	เมื่อวัสดุอัดเกิดการเซทตัวแล้วให้ใช้เครื่องเป่าลมอัดเข้าไปในช่องว่างเพื่อนำวัสดุออกจากแม่พิมพ์โดยนำไปใส่ไว้ในฐานวางชิ้นงานเพื่อรักษาขนาดของบรรจุภัณฑ์ให้ได้ขนาดตามที่กำหนดหลังจากนั้นทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง
5. นำบรรจุภัณฑ์ไปทดสอบประสิทธิภาพ	ความต้านทางแรงกด (Compression Strength) ASTM D 642-00 , การต้านแรงสั่นสะเทือน (Vibration Resistance) ISTA-1A ,ความต้านทานแรงกระแทกเมื่อตก (Drop Resistance) ISTA-1A (ภาคผนวก ค.ขั้นตอนการดำเนินงาน)

<u>สถานที่ดำเนินงานทดลอง</u>

1. บริษัท อาร์ ซี เค รุ่งเจริญ จำกัด

<u>อุปกรณ์</u> (ภาคผวก ค. ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง)

1. วัสดุกระดาษรีไซเคิล : เส้นใยสับปะรด : ตัวประสาน ที่ 30 : 70 : 10%
2. เครื่องอัดไฮดรอลิก
3. แม่พิมพ์
4. ไดอัลเกท
5. เวอร์เนีย
6. ตาชั่ง
7. ตะแกรงสำหรับฟอร์มแผ่น

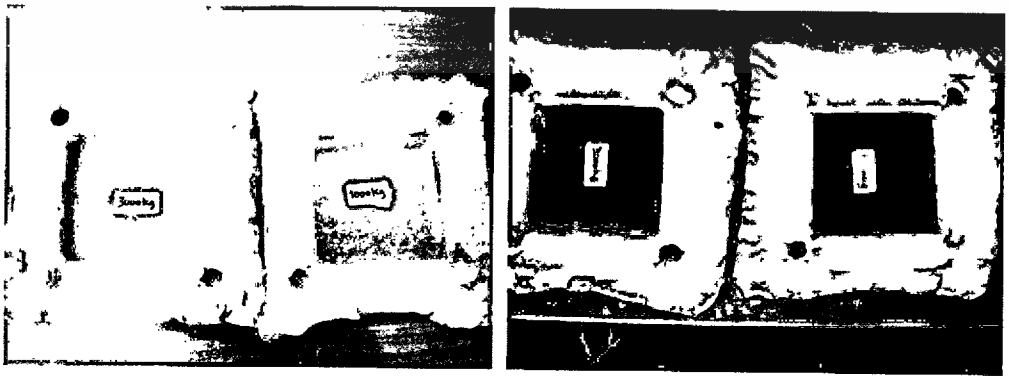
<u>สภาวะต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง</u>

1. แรงอัดในการอัดเย็น	1000, 3000, 5000 kg/In^2
2. เวลาในการอัด	10 , 20 นาที
3. ความหนาของชิ้นงาน	1.5 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.10 ขั้นตอนการฟอร์มแผ่นวัสดุ

รูปที่ 4.11 ขั้นตอนการอัดชิ้นงาน



รูปที่ 4.12 สภาพของบรรจุภัณฑ์ที่ทำการอัดตามแรงดันที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 วิเคราะห์การทดลองขึ้นรูปชิ้นงานบรรจุภัณฑ์

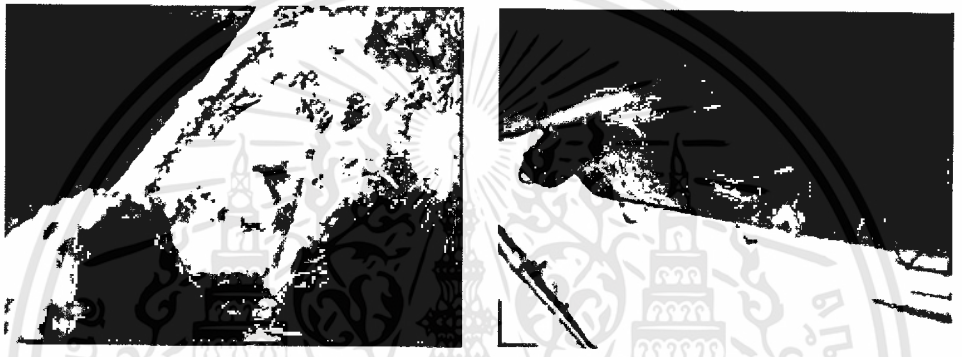
สภาวะแรงอัด (Kg/In^2) / เวลา (นาที)	ลักษณะของชิ้นงาน
1000 / 10	วัสดุผิวยังไม่เรียบและแน่นพอ แผ่นวัสดุยังคงมีน้ำค้างอยู่ในชิ้นงานมาก วัสดุยากต่อการเอาออกจากแม่พิมพ์
1000 / 20	วัสดุผิวยังไม่เรียบและแน่นพอ แผ่นวัสดุยังคงมีน้ำค้างอยู่ในชิ้นงานมาก วัสดุยากต่อการเอาออกจากแม่พิมพ์
3000 / 10	วัสดุมีผิวเรียบและแน่นขึ้น น้ำค้างอยู่ในชิ้นงานน้อยลง แต่วัสดุยังไม่คงรูปเท่าที่ควรทำให้เอาออกจากแม่พิมพ์ไม่สะดวก
3000 / 20	วัสดุมีผิวเรียบและ แน่นขึ้น น้ำค้างอยู่ในชิ้นงานน้อยลง เอาออกจากแม่พิมพ์ง่ายขึ้นเมื่อใช้ลมร้อนเป่า วัสดุคงรูปดีขึ้น
5000 / 10	วัสดุผิวเรียบแน่นขึ้น น้ำค้างในชิ้นงานน้อยลงแต่ยากต่อการเอาออกจากแม่พิมพ์ ขณะดึงออกจากแม่พิมพ์ทำให้วัสดุคงติดกับแม่พิมพ์เป็นขุย
5000 /20	วัสดุผิวเรียบแน่นขึ้น น้ำค้างในชิ้นงานน้อยลงแต่ยากต่อการเอาออกจากแม่พิมพ์ ขณะดึงออกจากแม่พิมพ์ทำให้วัสดุคงติดกับแม่พิมพ์เป็นขุย

จากตารางที่ 4.13 ผู้วิจัยวิเคราะห์ได้ดังนี้ ขณะที่ทำการอัดโดยใช้แรงที่ 1000 Kg/In^2 แรงอัดที่ใช้ยังไม่เพียงพอต่อการทำให้ผิวของวัสดุเรียบเท่าที่ควร และการใช้เวลาในการอัดที่น้อยเกินไปทำให้วัสดุไม่คงรูปและยังมีน้ำค้างอยู่ในชิ้นงานอยู่มาก แต่ทั้งนี้เนื่องจากแผ่นวัสดุควรให้เหลือปริมาณความชื้นที่พอเหมาะแก่การนำแผ่นเข้าแม่พิมพ์ แต่เมื่อเพิ่มแรงอัดที่ 3000 Kg/In^2 และเพิ่มเวลาอัดเป็น 20 นาที ทำให้วัสดุมีผิวเรียบขึ้น และวัสดุยังคงรูปตามแบบแม่พิมพ์ดีขึ้นอีกด้วย แรงกดยังทำให้น้ำที่ค้างอยู่ในวัสดุซึมออกมาในปริมาณที่มากขึ้น ในขณะที่แรงอัด 5000 Kg/In^2 ที่ใช้ช่วงเวลาในการอัด 10-20 นาที มีการบีบน้ำออกมามากแต่ทำให้วัสดุที่มำการอัดมีการติดแน่นกับตัวแม่พิมพ์จึงทำให้หลงเหลือเศษวัสดุในแม่พิมพ์ขณะเอาชิ้นงานออก

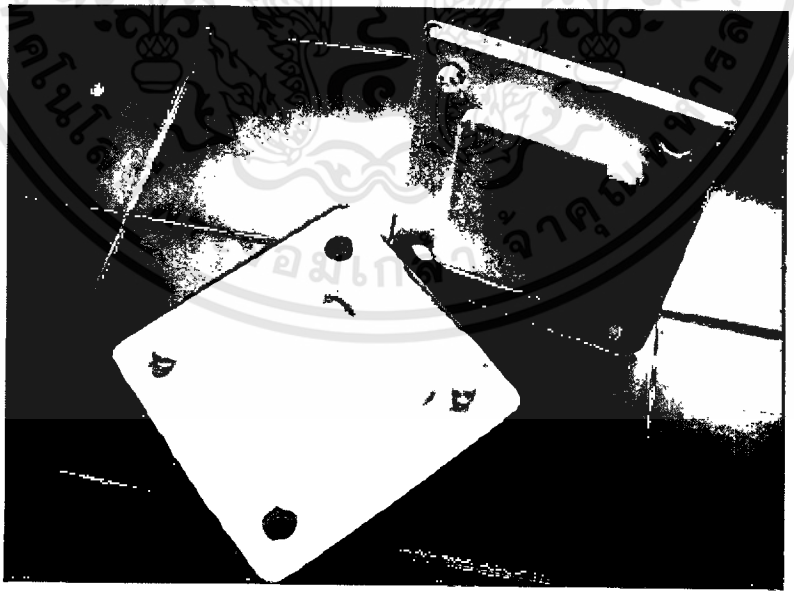
จากการทดลองก่อนนำไปใช้จริงผู้วิจัยเห็นว่า การใช้แรงอัดที่ 3000 Kg/In^2 เวลา 20 นาที นั้นมีความเหมาะสม และความหนาของชิ้นงานที่ทำการอัด วัดได้ที่ 1-1.5 มม. ตามที่กำหนดไว้ เนื่องจากถ้ามีการใช้แรงอัดมากเกินไปก็จะทำให้วัสดุมีการอัดแน่นมากยิ่งขึ้น และทำให้วัสดุมีความแข็งเพิ่มขึ้นหลังจากแห้งตัวแล้ว และควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพราะถ้าทำให้แห้งโดยการตากแดดจะทำให้เส้นใยมีการหดตัวมากเกินไปและเสียรูปทรงและขนาดที่ต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.13 น้ำซึมออกมาจากวัสดุขณะทำการอัด

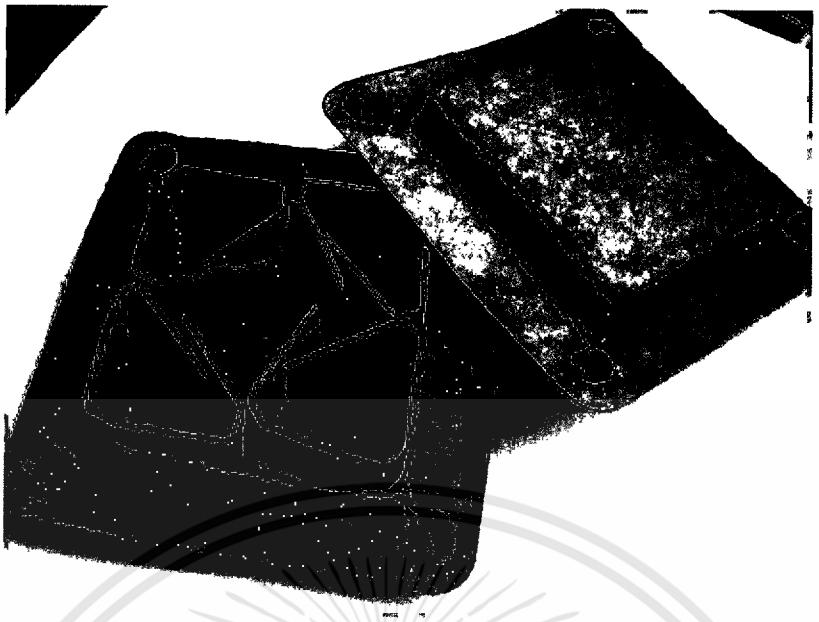


รูปที่ 4.14 เนื้อวัสดุยังคงติดอยู่กับแม่พิมพ์ขณะใช้แรงอัด ที่ 5000 Kg/In^2



รูปที่ 4.15 แม่พิมพ์ต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

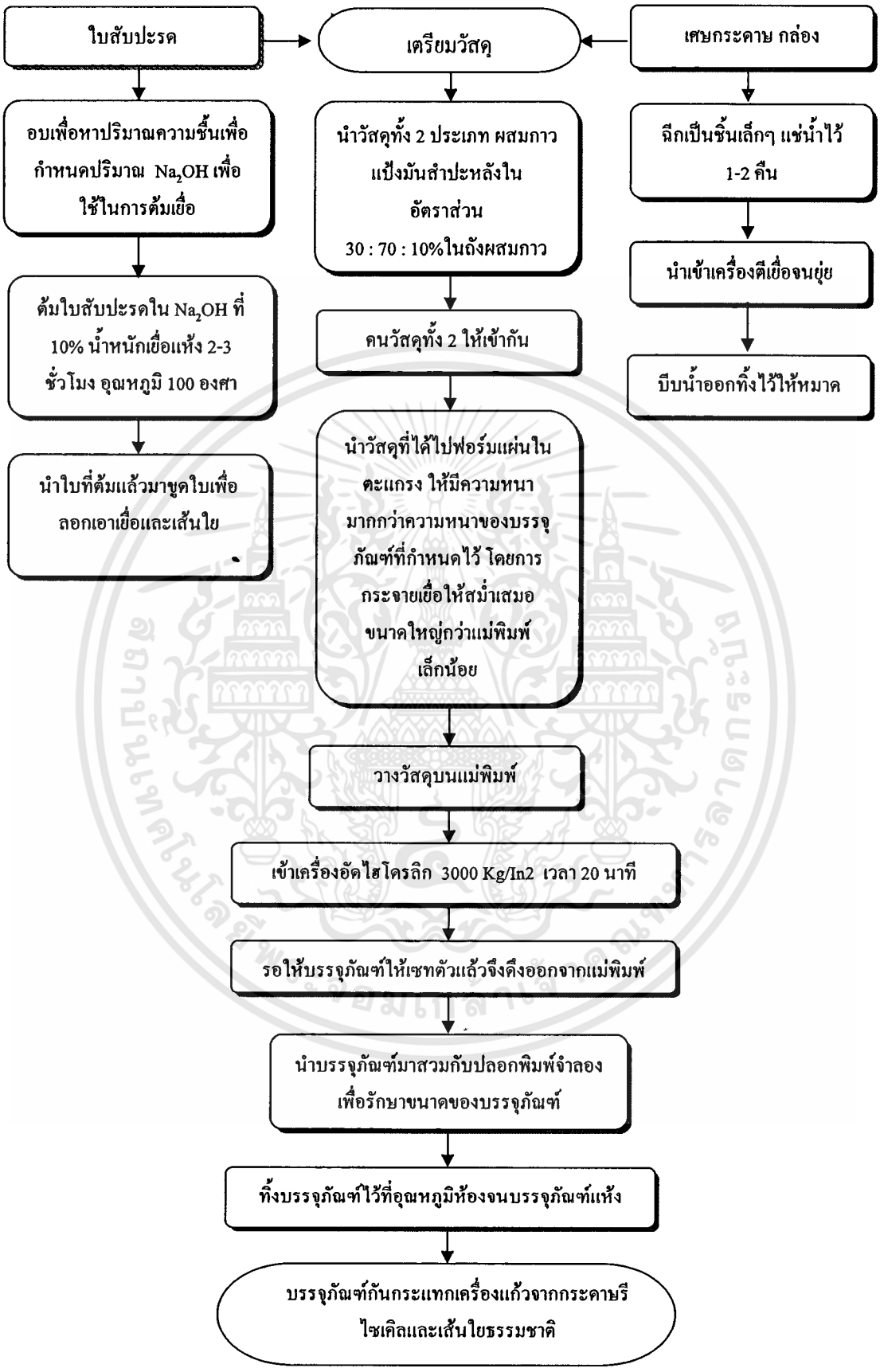


รูปที่ 4.16 บรรจุภัณฑ์ที่ผ่านการขึ้นรูปชิ้นงานแล้ว

จากนั้นจึงดำเนินการขึ้นรูปชิ้นงานบรรจุภัณฑ์จริงตามกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ จำนวน 8 ชิ้น (4 ชุด) เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์ในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลกระบวนการผลิตเพื่อการทดลองดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 สรุปแบบกระบวนการทดลองเพื่อผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

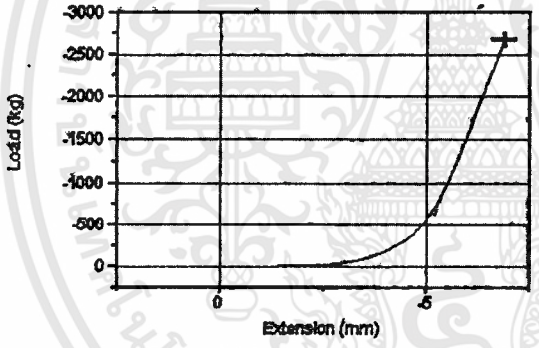
4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของประสิทธิ ภาพของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

แสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง (Transport Packaging Testing) (ภาคผนวก ค. ใบรายงานผลการทดสอบประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์)

1. **ความต้านทางแรงกด (Compression Strength)** วิธีการทดสอบ/วิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM D 642-00 คือ การทดสอบความสามารถของภาชนะบรรจุ ในการต้านแรงกดที่กระทำบนภาชนะบรรจุด้วยอัตราที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนเสียรูปเครื่องมือทดสอบเรียกว่า Compression Tester

จากการทดสอบตามมาตรฐานของ ศูนย์บรรจุหีบห่อ ในส่วนของความต้านทานแรงกด ได้ทำการทดสอบ 2 ครั้งได้ผลตารางและกราฟดังนี้ (ภาคผนวก ค. ใบรายงานผลการทดสอบประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์)

ครั้งที่ 1 ทดสอบโดยมีตัวผลิตภัณฑ์อยู่ภายบรรจุภัณฑ์



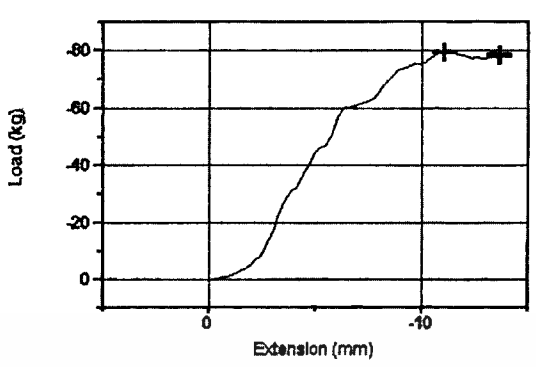
	Peak Load (kg)	Extension Peak Load (mm)
1	-2670.54	-6.88
Mean	-2670.54	-6.88
S.D.	0	0
C.V.	0	0

รูปที่ 4.18 กราฟแสดงการทดสอบความต้านทานแรงกดครั้งที่ 1

จากกราฟและตารางพบว่า ค่าของแรงกดไม่สามารถวัดค่าได้เนื่องจาก เมื่อแรงกดมากระทำต่อตัวบรรจุภัณฑ์แล้วสามารถกดตัวบรรจุภัณฑ์ไปจนถึงสินค้าภายในได้จึงทำให้สินค้าภายในนั้นเป็นตัวรับแรงกดแทน มีค่า ถึง 2,670.54 กิโลกรัม ในระยะ 6.88 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 2 ทดสอบโดยไม่มีตัวผลิตภัณฑ์อยู่ภายบรรจุภัณฑ์



	Peak Load (kg)	Extension Peak Load (mm)
1	-79.37	-11.05
Mean	-79.37	-11.05
S.D.	0	0
C.V.	0	0

รูปที่ 4.19 กราฟแสดงการทดสอบความต้านทานแรงกดครั้งที่ 2

จากกราฟและตารางผลปรากฏว่าเมื่อได้รับแรงกดไประยะหนึ่งที่ ตัวบรรจุภัณฑ์มีการยุบลงวิเคราะห์ได้ว่าเฉพาะตัวบรรจุภัณฑ์สามารถรับแรงได้สูงสุดที่ 79.4 กิโลกรัม ในระยะ 11.05 มิลลิเมตร โดยไม่มีตัวผลิตภัณฑ์บรรจุอยู่ภายใน

2. การต้านแรงสั่นสะเทือน (Vibration resistance) ตามมาตรฐาน ISTA (International Safe Transit Association) ; Test Procedure-1A : Resource Book 2006

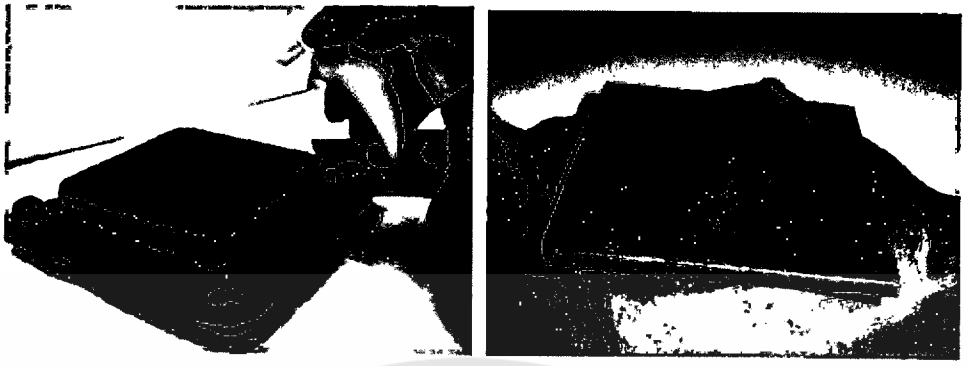
วิธีการทดสอบโดยใช้ความถี่ 240 รอบต่อนาที ระยะการสั่น 25 มิลลิเมตร ระยะเวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง จำนวนชิ้นในการทดสอบ 2 กล่อง จากผลการทดสอบพบว่า บรรจุภัณฑ์และตัวสินค้าภายในไม่ได้รับความเสียหาย

3. ความต้านทานแรงกระแทกเมื่อตก (Drop Resistance) ตามมาตรฐาน ISTA (International Safe Transit Association) ; Test Procedure-1A : Resource Book 20062.2

วิธีการทดสอบต้านการตกกระแทกใช้ความสูงในการตกกระแทกที่ 760 มิลิเมตร จำนวนชิ้นในการทดสอบ 2 กล่อง จำนวนครั้งในการตกกระแทกต่อกล่อง 10 ครั้งตำแหน่งในการตกกระแทก 1 มุม 3 ขอบ และ 6 ด้าน ก่อนที่จะทำการเปิดดูสินค้าภายในกล่อง พบว่า บรรจุภัณฑ์ไม่ได้รับความเสียหาย แต่ ผลิตภัณฑ์ภายในแตกหักเล็กน้อยในส่วนของชิ้นงานที่มีขนาดเล็กและเปราะบางผู้วิจัยวิเคราะห์ได้ว่าควรเพิ่มตัวกันกระแทกมิติภายในเพิ่มขึ้นเพื่อทำให้ช่องว่างภายในมิติภายในน้อยลง เพื่อลดการกระทบกระเทือนของสินค้า

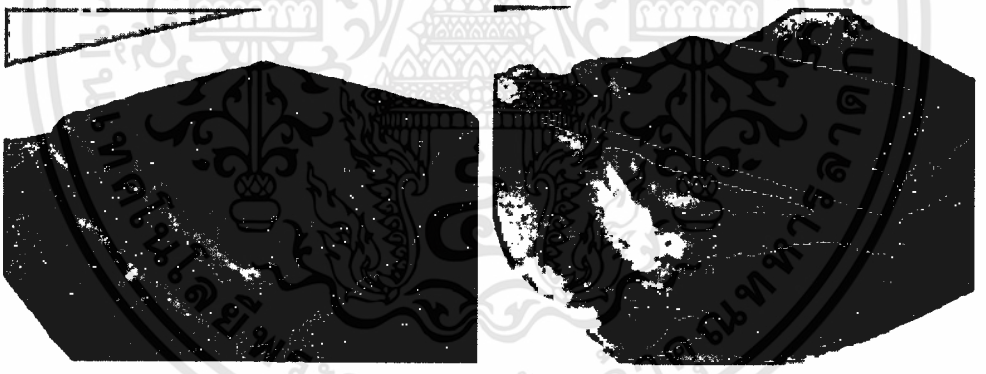
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความคงสภาพของบรรจุภัณฑ์เมื่อได้รับความชื้น



รูปที่ 4.20 ภาพสภาพการทดสอบการรับปริมาณความชื้น 30 มิลลิลิตร

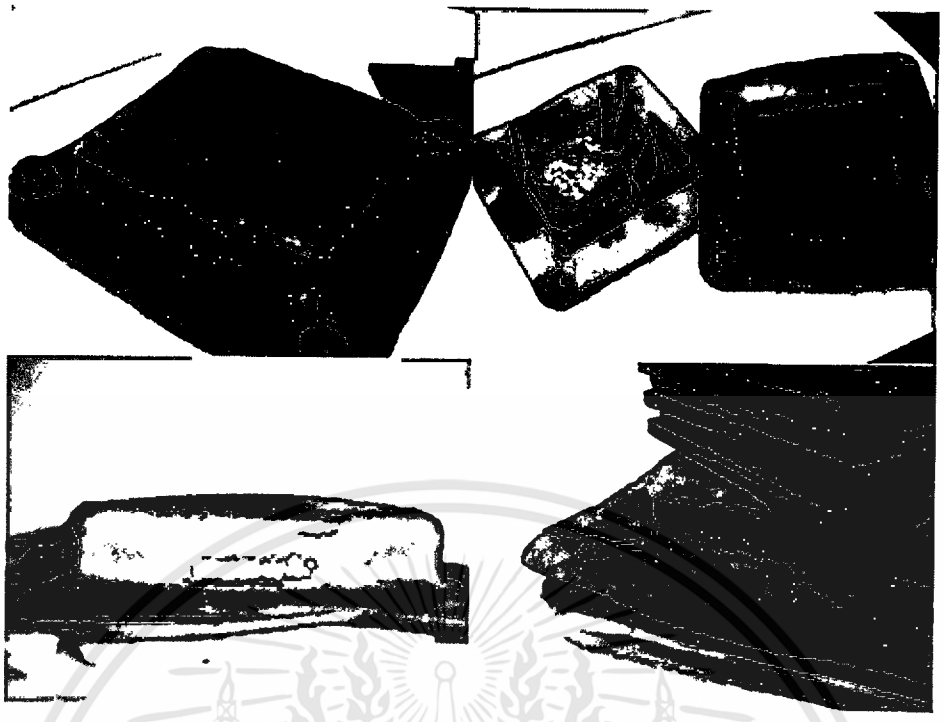
จากสภาพการทดสอบเมื่อวัสดุที่ทำการขึ้นรูปตามโครงสร้างที่ออกแบบไว้แล้วนั้นขณะที่ได้รับปริมาณความชื้น 30 มิลลิลิตร บรรจุภัณฑ์เกิดการพองตัวของวัสดุเมื่อจับวัสดุนิ่มขึ้น และเมื่อวางแผ่นเหล็กขนาด 1 กิโลกรัมทับอยู่นั้นสภาพของบรรจุภัณฑ์เกิดการยุบตัวเล็กน้อยแต่ไม่เสียรูปทรง ทดสอบโดยไม่มีสินค้าและบรรจุภัณฑ์เพียงชิ้นเดียว



รูปที่ 4.21 ภาพสภาพการทดสอบการรับปริมาณความชื้น 50 มิลลิลิตร

เมื่อได้รับปริมาณความชื้น 50 มิลลิลิตรบรรจุภัณฑ์เกิดการพองตัวของวัสดุเมื่อจับวัสดุนิ่มขึ้น และเมื่อวางแผ่นเหล็กขนาด 1 กิโลกรัม ทับอยู่นั้นสภาพของบรรจุภัณฑ์เกิดการยุบตัวจนเสียรูปทรงทดสอบโดยไม่มีสินค้าและบรรจุภัณฑ์เพียงชิ้นเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 ภาพสภาพการทดสอบการรับปริมาณความชื้น 100 มิลลิลิตร

เมื่อได้รับปริมาณความชื้น 100 มิลลิลิตรบรรจุภัณฑ์เกิดการพองตัวของวัสดุเมื่อจับวัสดุนิ่มขึ้นและวัสดุดูซับน้ำจนทำให้เปียกบรรจุภัณฑ์ทั้งชิ้นและซึมลงบรรจุภัณฑ์ชิ้นล่างเล็กน้อย เมื่อวางแผ่นเหล็กขนาด 1 กิโลกรัมจำนวน 6 แผ่นทับอยู่นั้นสภาพของบรรจุภัณฑ์ยังคงสภาพได้เพราะมีแผ่นกันกระแทกชิ้นในช่วยรับแรงกดที่มากระทำกับบรรจุภัณฑ์ เมื่อเวลาผ่านไประยะเวลาหนึ่งจนวัสดุซับน้ำหมดขอบของบรรจุภัณฑ์มีการเปิดอ้าออกและมีการขยายตัวของบรรจุภัณฑ์ประมาณ 5-7 มิลลิเมตร

ผู้วิจัยพบว่าความคงสภาพของบรรจุภัณฑ์เมื่อโดนความชื้นในปริมาณมากขึ้นทำให้ความต้านทานแรงกดของบรรจุภัณฑ์ที่ขึ้นรูปจากวัสดุทนต่อแรงกดหรือน้ำหนักที่นำมาทับได้น้อยลง เนื่องจากกระดาษเป็นวัสดุที่มีประมาณความชื้นเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณความชื้นในอากาศ เมื่ออากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) สูงขึ้น ปริมาณความชื้นในกระดาษก็สูงขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาและทดสอบวัสดุเพื่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

2. เพื่อออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

5.2 สมมุติฐานงานวิจัย

บรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติมีประสิทธิภาพในการปกป้องคุ้มครองสินค้าประเภทเครื่องแก้วตามมาตรฐานด้านการทดสอบบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งของศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

5.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

มีขั้นตอนตามรายวัตถุประสงค์ดังนี้

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1

1. คุณสมบัติของวัสดุจากเส้นใยธรรมชาติ ตัวประสาน และ ประเภทของกระดาษรีไซเคิล

1.1 ศึกษาข้อมูลของวัสดุเส้นใยธรรมชาติหรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ตัวประสานชนิดต่างๆ และประเภทของกระดาษรีไซเคิลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของวัสดุ

1.2 ศึกษาคุณสมบัติของตัวประสานและเลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือส่งผลกระทบน้อยที่สุด

2. การกำหนดอัตราส่วนระหว่างกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติและตัวประสาน โดยการทำแผ่นทดสอบวัสดุที่ต้องการศึกษา และนำไปทดสอบวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เยื่อกระดาษ ว่าผลการทดสอบของอัตราส่วนระหว่างกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติและตัวประสานสูตรใดเหมาะสมต่อการนำไปออกแบบและพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2

1. การศึกษาข้อมูลตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการบรรจุภัณฑ์กันกระแทก

เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามของผู้จัดจำหน่ายสินค้าประเภทเครื่องแก้วประเภทใดที่ได้รับความนิยมจากท้องตลาดที่ผู้บริโภคมีการเลือกซื้อมากที่สุด จากวางจำหน่ายอยู่และรูปแบบบรรจุภัณฑ์แบบเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันโดยการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง

2. การออกแบบรูปแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์ของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

2.1. ผลิตภัณฑ์เครื่องแก้วที่ผ่านการสำรวจแล้วว่าผลิตภัณฑ์ประเภทใดที่ได้รับความนิยมและเป็นที่สนใจของผู้บริโภคเพื่อนำมาเป็นต้นแบบในการออกแบบบรรจุภัณฑ์

2.2. การกำหนดลักษณะ รูปทรง ขนาด และรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ โดยมุ่งเน้นหน้าที่หลักในการรองรับ คุ้มครอง อำนวยความสะดวกในการใช้งาน ตามขนาด รูปร่าง และมิติจากรูปแบบผลิตภัณฑ์

2.3. นำแบบร่างที่จัดการออกแบบไปเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อทำการตรวจสอบแบบด้านโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์ จำนวน 3 ท่าน

3. การออกแบบการทดลองเพื่อการผลิต

ศึกษาถึงขั้นตอนการผลิตในส่วนของการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกขึ้นรูปจากกระดาษรีไซเคิลกันกระแทกเยื่อกระดาษขึ้นรูปและขั้นตอนการผลิตงานแผ่นประกอบทดแทนไม้ (Composite Material) เพื่อการออกแบบการทดลองการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

4. การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์

นำบรรจุภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการทดสอบสูตรการผลิตและขั้นตอนการผลิตไปทดสอบตามมาตรฐานของการบรรจุหีบห่อไทยด้วยเครื่องมือและหลักเกณฑ์มาตรฐานสากลของศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาและทดสอบวัสดุเพื่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

1.1 คุณสมบัติของวัสดุธรรมชาติที่เหลือทิ้งในภาคเกษตรกรรมนั้นมีวัสดุที่เหมาะสมหลายชนิด เช่น ฟางข้าว ชานอ้อย กาบกล้วย ใบสับปะรด ใยมะพร้าว และพวกวัชพืชที่ขึ้นโดยทั่วไปตามธรรมชาติ แต่เมื่อพิจารณาจากปัจจัยและคุณสมบัติหลายๆด้านของวัสดุ คือ ปริมาณที่มีการผลิตภายในประเทศ หาได้ง่ายในท้องถิ่น คุณภาพของเส้นใยและอายุของวัสดุ ลักษณะและขนาดของเส้นใย ราคาและส่วนแบ่งทางการตลาดระหว่างธุรกิจอื่นๆในการใช้วัสดุนั้น วิธีการจัดเก็บหลังการเก็บเกี่ยว และการนำวัสดุที่มองเห็นแล้วว่าสามารถนำไปพัฒนาให้เกิดประโยชน์ได้สูงสุด ซึ่งวัสดุที่ผู้วิจัยนำมาใช้คือ ใบสับปะรดเนื่องจาก ขนาดและความยาวของเส้นมาก อีกทั้งยังหาได้ง่ายในแหล่งการผลิต ราคาถูก เมื่อเทียบกับ ฟางข้าว และใยกล้วย อีกทั้งใช้เวลาในกระบวนการแยกเส้นใยนั้นสามารถใช้ในรูปแบบ Kraft Process โดยการใช้มือขูด หรือเครื่องขูดเส้นใย ทำให้ใช้สารเคมีน้อยลง

ตัวประสานที่มาจากธรรมชาติเพื่อเพิ่มความแข็งแรงแก่วัสดุมากขึ้น จากการศึกษาผู้วิจัยใช้กาวแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งหาซื้อง่าย ราคาถูกกว่าน้ำยางพารา มีลักษณะเหนียวข้น สามารถทำใช้ได้เองในครัวเรือน และยังเป็นวัตถุดิบหลักในการทำกาวน้ำและกาวแห้ง และใช้เป็นตัวเพิ่มประสิทธิภาพในงานอุตสาหกรรมกระดาษ แต่มีข้อด้อยคือกาวนี้ไม่ทนน้ำ บูดได้ง่ายเพราะเป็นกาวที่มาจากพืชธรรมชาติ จึงจำเป็นต้องเติมสารส้มลงไปขณะต้มเพื่อกันบูด

1.2 อัตราส่วนระหว่างกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติกับตัวประสาน

ผลงานวิจัยขั้นตอนแรกพบว่าเมื่อนำเยื่อกระดาษรีไซเคิลมาผสมกับเส้นใยสับปะรดที่อัตราส่วน 30:70 คุณสมบัติเชิงกลของเยื่อกระดาษมีดังนี้ มีน้ำหนักมาตรฐาน 59.13 ± 1.28 g/m2 ความต้านทานแรงฉีกขาด 13.64 N.m2/kg , ความต้านทางแรงดึง 33.48 N.m/g , ความต้าน ทานแรงดันทะลุ 2.13 kPa.m2/g , ความต้านทานแรงหักพับ 2.39 doublefold จากนั้นจึงนำมาหาอัตราส่วนของ ค่าที่เหมาะสมคือ 10 % ของน้ำหนักรวมของวัสดุทั้งสองของอัตราส่วน 30:70 จากผลการทดสอบมีน้ำหนักมาตรฐานที่ 61.15 ± 4.03 g/m2 ค่าความต้านทานแรงดึง 39.83 N.m/g ค่าต้านทานต่อการฉีกขาด 13.60 N.m2/kg ค่าต้านแรงดันทะลุ 5.99 kPa.m2/g และ ค่าต้านทานการหักพับ 2.14 doublefold การเพิ่มตัวประสานนั้นพบว่ามีค่าการทดสอบแต่ละคุณสมบัติมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

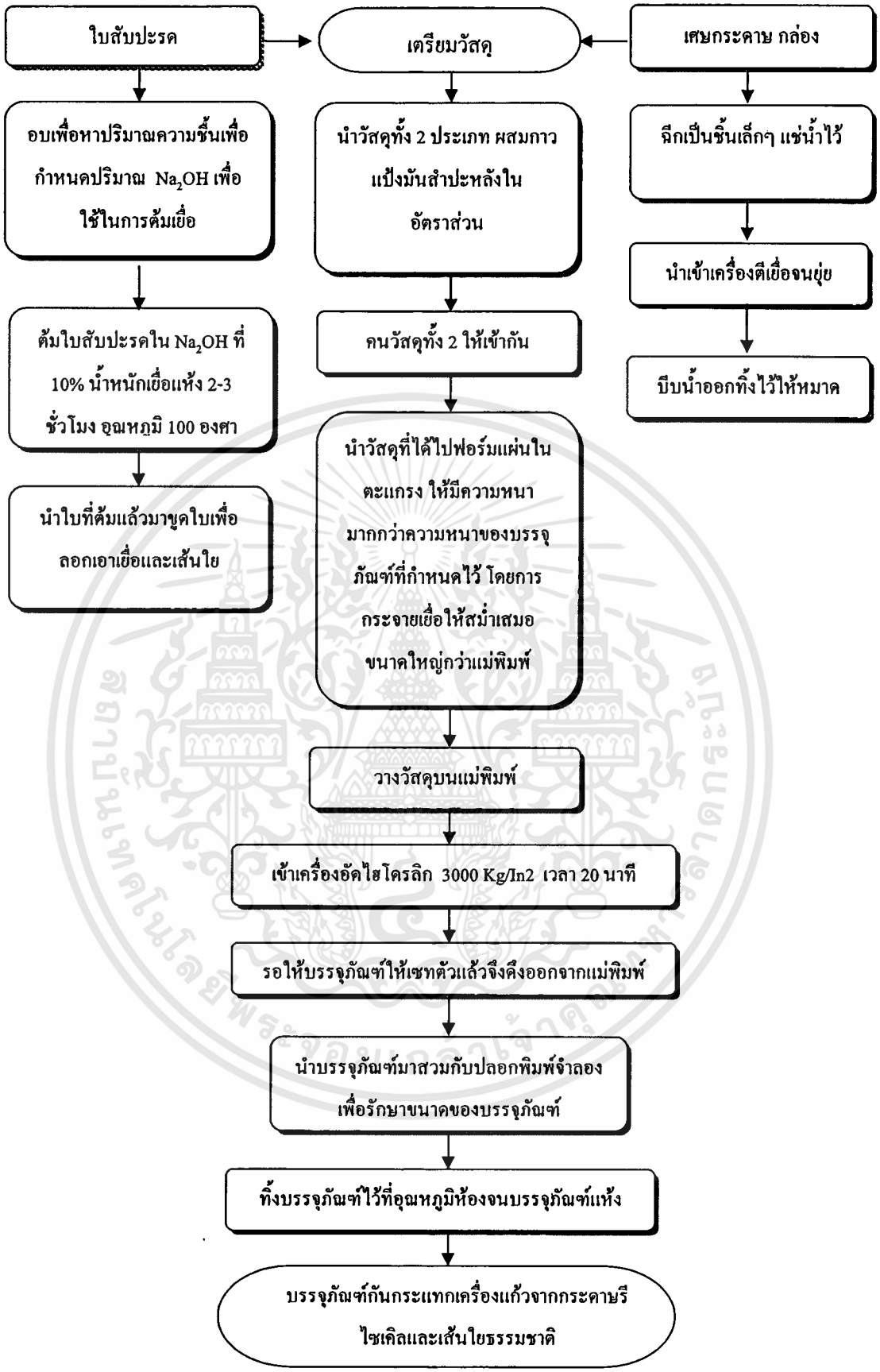
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลการออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

2.1 ด้านโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์ การออกแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์ ตามรูปทรงของผลิตภัณฑ์นั้นจะทำให้ต้นทุนในการผลิตแม่พิมพ์สูงขึ้นและไม่สามารถบรรจุผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายรูปทรง จึงออกแบบให้มีรูปทรงที่ง่ายต่อการผลิตคือรูปทรงเรขาคณิตในรูปแบบสี่เหลี่ยม สะดวกในการหยิบใช้งานและยังประหยัดต้นทุนในการผลิตแม่พิมพ์ การใช้งานยังสามารถผลิตโดยใช้แม่พิมพ์ชุดเดียวกันแต่ตัวล็อคสลับด้านจึงทำให้การปะกบชิ้นงานสะดวกขึ้น โดยมีตัวกันกระแทกเพิ่มเพื่อปิดช่องว่างมิติภายในของบรรจุภัณฑ์ไม่ให้สินค้าขยับเพื่อเป็นการปกป้องสินค้า และเป็นการใช้วัสดุให้คุ้มค่าสูงสุดโดยผ ลิตจากวัสดุเดียวกันกับบรรจุภัณฑ์และจากการสำรวจและสัมภาษณ์ผู้จัดจำหน่ายสินค้าประเภทเครื่องแก้วเพื่อนำมาเป็นต้นแบบในการออกแบบบรรจุภัณฑ์นั้นพบว่าในปัจจุบันผู้บริโภคนิยมซื้อสินค้าเครื่องแก้วประเภทตุ๊กตาแก้วประดับได้รับความนิยมจากผู้บริโภคและตลาดมากที่สุดถึง ร้อยละ 90.0 อันดับรองลงมาคือ สินค้าจำพวก ภาชนะบนโต๊ะอาหาร คือ จาน ชาม แก้วน้ำ ร้อยละ 80 ซึ่งมีความนิยมรองลงมาตามลำดับ เนื่องจากสินค้าพวกนี้ส่วนมากจะขายคู่กันเป็นเซท ส่วนความคิดเห็นของผู้จัดจำหน่ายที่มีต่อบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 2 ประเด็นหลักคือ ความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์ ราคาในการจำหน่าย ถ้าราคาสูงมากผู้จัดจำหน่ายก็ไม่สามารถมีกำลังในการสั่งซื้อ

2.2 ด้านกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ ผู้วิจัยสรุปได้ดังรูปที่ 5.1 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 สรุปแบบกระบวนการทดลองเพื่อผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ด้านประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์

ประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากวัสดุที่ทำการศึกษาพบว่า ค่าความต้านแรงสั่นสะเทือนเหมาะสมบรรจุภัณฑ์และสินค้าไม่ได้รับความเสียหาย ค่าความต้านแรงกระแทกเมื่อตก บรรจุภัณฑ์ไม่ได้รับความเสียหายแต่สินค้าภายในเสียหายเล็กน้อยในลักษณะของชิ้นส่วนเล็กที่เปราะบางมากๆของชิ้นส่วนสินค้าส่วนความต้านทานแรงกดวัสดุที่ขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์แล้วนั้นสามารถรับแรงได้ถึง 79.4 Kg คงรูปร่างได้เมื่อได้รับปริมาณความชื้นหรือขณะเปียกที่ 30 มิลลิลิตรโดยไม่มีตัวกันกระแทกและสินค้าภายในบรรจุภัณฑ์ และคงรูปร่างได้เมื่อได้รับปริมาณความชื้นหรือขณะเปียกที่ 100 มิลลิลิตรในขณะที่มีตัวกันกระแทกและสินค้าภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ว่าบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติมีประสิทธิภาพในการปกป้องคุ้มครองสินค้าประเภทเครื่องแก้วได้ เนื่องจาก

1. คุณสมบัติในด้านต่างๆของวัสดุจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติและตัวประสานมีความเหมาะสมเนื่องจากเส้นใยสับปะรดเป็นเส้นใยยาวปานกลาง-ยาวเปรียบเสมือนทำหน้าที่รับแรงดึง และต้านทานการฉีกขาดเมื่อนำมาผสมกับเยื่อกระดาษรีไซเคิลที่เป็นเส้นใยสั้นที่ผ่านกระบวนการแยกเยื่อมาแล้วครั้งหนึ่งทำให้ความแข็งแรงของเส้นใยลดลง ความต้านทานการหักพับขึ้นอยู่กับความต้าน ทานแรงดึงขาดเมื่อค่าต้านทานแรงดึงมากค่าต้านทานการหักพับก็จะมากตามไปด้วย เพราะฉะนั้นการเพิ่มปริมาณเส้นใยสับปะรดสามารถช่วยเพิ่มค่าความต้านทานแรงดึง ต้านทานแรกฉีกขาด ต้านทานแรงดันทะลุ และต้านทานแรงหักพับให้แก่เยื่อกระดาษรีไซเคิลเป็นอย่างดี จากแผ่นทดสอบเบื้องต้นที่น้ำหนักมาตรฐาน 60 ± 5 g/m2 มีความหนาไม่เกิน 0.2 มิลลิเมตร ซึ่งโดยทั่วไปบรรจุภัณฑ์กล่องกระดาษหรือแผ่นกันกระแทกจะมีความหนาและน้ำหนักมาตรฐานเกิน 350 g ขึ้นไป (มอก. 283-2534) เมื่อนำวัสดุไปพัฒนาเพื่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยการเพิ่มความหนาของแผ่นวัสดุจึงทำให้บรรจุ-ภัณฑ์ มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น โดยความหนาของกระดาษจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักมาตรฐาน

2. การออกแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์ ที่เป็นรูปทรงเรขาคณิตนั้นได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญว่ามีรูปทรงที่ง่ายต่อการผลิต สะดวกในการหยิบใช้งาน และยังประหยัดต้นทุนในการผลิตแม่พิมพ์ การใช้งานยังสามารถผลิตโดยใช้แม่พิมพ์ชุดเดียวกันแต่ตัวล๊อคสลับด้านจึงทำให้การปะกบชิ้นงานสะดวกขึ้น โดยมีตัวกันกระแทกเพิ่มเพื่อปิดช่องว่างมิติภายในของบรรจุภัณฑ์ไม่ให้สินค้าขยับ ซึ่งมีความสูงเท่ากับมิติภายในของบรรจุภัณฑ์ ทั้ง 2 ชิ้นเมื่อทำการปะกบกันช่วยทำหน้าที่รับแรงกดได้เป็นอย่างดี และเป็นการใช้วัสดุให้คุ้มค่าสูงสุดโดยผลิตจากวัสดุเดียวกันกับบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติมีความสอดคล้องกับกฎระเบียบเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์สินค้าและบรรจุภัณฑ์ใช้แล้วในหลายด้านคือ การรักษาสิ่งแวดล้อม การกำจัดทิ้งอย่างปลอดภัย เป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าตามหลัก Reduce, Reused, Recycle สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้และยังย่อยสลายได้ในธรรมชาติ ทำให้คุณภาพ สุขภาพของชีวิตดีขึ้น ซึ่งบรรจุภัณฑ์จากพืชนั้นเป็นที่นิยมในตลาดต่างประเทศ ทั้งในส่วนของภาครัฐและเอกชน ยังมีการสนับสนุนอย่างกว้างขวางในการส่งเสริมให้ใช้วัสดุธรรมชาติภายในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเป็นบรรจุภัณฑ์เพื่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งออกเนื่องจากเป็นข้อกำหนดของประเทศคู่ค้าที่เน้นให้ผู้นำเข้าและผู้ประกอบการต่างๆ มีหน้าที่รับผิดชอบต่อการใช้วัสดุในการบรรจุหีบห่อไม่เป็นภาระในการทิ้งขยะ

5.6 ข้อเสนอแนะ

5.6.1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลวิจัยไปใช้

1. การเลือกใช้ใบสับปะรดมาใช้ในการทำบรรจุภัณฑ์อายุที่เหมาะสมอยู่ในระหว่าง 1-1.5 ปี ควรใช้ในส่วนของเศษปลายใบและโคนใบหลังจากการตัดใบเพราะช่วงกลางของใบที่มีความยาวสูงสุดสามารถนำไปฟอกเพื่อผลิตเป็นเส้นใยสับปะรดที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอซึ่งถือว่าเป็นสินค้าที่มูลค่าสูงและเป็นการใช้ประโยชน์สูงสุดของวัสดุและเป็นการแบ่งส่วนทางการตลาดได้หลากหลายอุตสาหกรรมและเพื่อเป็นการส่งเสริมอาชีพให้แก่เกษตร หรือกลุ่มแม่บ้านที่ผลิตกระดาษจากเส้นใยสับปะรด

2. ลักษณะของโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ควรมีการออกแบบในส่วนของแม่พิมพ์ให้ใหญ่กว่าขนาดจริงที่กำหนดไว้ 0.7-10 มม. เนื่องจากเมื่อวัสดุเกิดการแห้งตัวในส่วนของเส้นใยจะมีการหดตัวลง ทำให้ขนาดของบรรจุภัณฑ์ใกล้เคียงตามที่กำหนดไว้ ไม่เกิน ± 0.2-0.5 มม.

3. อาจมีการเพิ่มสารเติมแต่งเพื่อเพิ่มคุณสมบัติของตัวประสานให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นในการช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่วัสดุก่อนนำไปขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์ แต่ต้องมีการศึกษาและทด สอบว่าไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มเติม

5.6.2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อนำผลงานวิจัยไปใช้ในการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

1. การเลือกใช้วัสดุธรรมชาติ ควรเลือกใช้วัสดุประเภทอื่นเพิ่มเติมโดยคำนึงถึงการหาง่ายในท้องถิ่น และวัสดุประเภทนั้นยังต้องสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และจำเป็นต้องหาคุณสมบัติเบื้องต้นก่อนการนำมาผลิตจึงจะสามารถใช้งานได้จริงและมีความเหมาะสมต่อคุณลักษณะของบรรจุภัณฑ์ก่อนการออกแบบ

2. ขั้นตอนการทดลองควรพัฒนาให้มีความคงที่ สม่ำเสมอในการกระจายตัวของเยื่อในแผ่นทดสอบ โดยการนำเส้นใยไปบดเพื่อให้เยื่อมีการแตกตัวของพันธะเส้นใยในการยึดเกาะเพิ่มมากขึ้น ควรมีการทดสอบซ้ำหลายๆครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนที่ดีและเหมาะสมที่สุดเพื่อการนำไปใช้งาน

3. แม่พิมพ์ควรใช้ระบบคอมพิวเตอร์โปรแกรม CAD/CAM ในการผลิต เพื่อให้ได้งานตรงตามขนาด สัดส่วนมีความสวยงามและรูปทรงถูกต้องตามที่ทำการออกแบบไว้ แต่จำเป็นต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิต ในแต่ละขั้นตอนการผลิตของชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. พัฒนาการออกแบบกล่องภายนอกให้มีความเหมาะสมเพื่อเป็นการส่งเสริมการขายหลังจากบรรจุภัณฑ์ภายในผ่านการทดสอบว่าเหมาะสม อาจออกแบบให้มีความหลากหลายมากขึ้น เช่น การเพิ่มเติมลวดลายกราฟฟิกเพื่อความสวยงาม และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าภายในจากกนั้นจึงนำไปสำรวจความพึงพอใจจากผู้บริโภคต่อไป

5. ขั้นตอนการทดสอบบรรจุภัณฑ์ ควรเพิ่มเติมกล่องบรรจุภายนอกเท่ากับขนาดจริงในการขนส่งสินค้า อย่างเช่นการบรรจุให้ครบ 1 โหล ต่อ 1 กล่องใหญ่ เพื่อทดสอบว่าสินค้าภายในไม่เกิดความเสียหายขณะการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. **อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์กันกระแทกขึ้นรูปจากกระดาษรีไซเคิล.** บ. ศูนย์วิจัยไทยพาณิชย์ จำกัด.

การออกแบบบรรจุภัณฑ์. 2551. (25 พฤษภาคม 2550). [Online]. Available : http://www.mew6.com/composer/package/package_41.php .

ขวัญรัตน์ จินดา. 2548. **"การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ในแนวทางบรรจุภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมสำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทขนมหวาน จังหวัดเพชรบุรี."** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุมพล วรสายัณห์. 2543 **"บรรจุภัณฑ์สำหรับเครื่องมืออุปกรณ์."** วารสารการบรรจุภัณฑ์. ปีที่ 8, ฉบับที่ 3, เมษายน- มิถุนายน. หน้า 4-8.

เจน สุขาภิรมย์, ปริญญา ปวงคำ, อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ และอภินันท์ นัมคณิสรณ์. 2545. **"การขึ้นรูปท่อน้ำซึมจากผงยางรถยนต์ใช้แล้วกับพอลิไวนิลคลอไรด์".** ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชนัสสา นันทิวัชรินทร์. **" หน่วยที่ 3 วัสดุใช้พิมพ์".** ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการพิมพ์.กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2548

ธนธร ทองสัมฤทธิ์, สุชปา เนตรประดิษฐ์ และ ไพทิพย์ ธีรเวชญาณ. 2004. **" การผลิตเยื่อและกระดาษจากใบฐปฤาษีเพื่อนวัตกรรมสิ่งพิมพ์บรรจุภัณฑ์".** ภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ประชิด ทิณบุตร. 2531. **การออกแบบบรรจุภัณฑ์.** พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์. ปราณี

นวลแข ปาลิวนิช. 2542. **ความรู้เรื่องผ้าและเส้นใย.** กรุงเทพฯ. ซีเอ็ดยูเคชั่น. เม็ดทรายพริ้นติ้ง.

ปุ่น คงเจริญเกียรติ, สมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. **บรรจุภัณฑ์อาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : แพคเมทส์.

มนตรี ยอดบางเตย. 2538. **การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

มยุรี ภาคลำเจียก. 2551. (18 มิถุนายน 2550) **ข้อควรรู้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์.** [online]. Available : http://learning.bkt.ac.th/science_new/file4/14-5.htm. 2005

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542. **การทำวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : ที.พี.พริ้นท์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วรธรรม อุ่นจิตชัย. 2541. **อุตสาหกรรมการผลิตแผ่นปาติเคิลและกรรมวิธีการผลิต.** เอกสารวิชาการ เลขที่ ร. 514. กลุ่มพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

วุฒินันท์ คงทัด, ชัยพร สามพุ่มพวง และ สาริมา สุนทราชุน. 2550. **คุณสมบัติทางเชิงกลของกระดาษเส้นใยสับปะรดผสมสาที่ทำด้วยมือแบบไทยเพื่องานหัตถกรรม.** สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2548. **การออกแบบสิ่งพิมพ์บรรจุภัณฑ์. พิมพ์ครั้งที่** 1 นนทบุรี : หน่วยที่ 2. เอกสาร การสอน ชุดวิชาเทคโนโลยีก่อนพิมพ์(97403) ฉบับปรับปรุง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มสธ.

สมควร วัฒนกิจไพบูลย์ และจิตตกร ทรงต่อศรีสกุล. 2548. **" การศึกษาการนำเส้นใยกาบมะพร้าวมาเป็น วัสดุเสริมแรง"** . ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ .

สักขี แสนสุภา. 2545. **"หลักการออกแบบบรรจุภัณฑ์"** วารสารการบรรจุภัณฑ์. ปีที่ 16, ฉบับที่ 2, เดือมกราคม-มีนาคม. หน้า 4-9.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. 2545. **คู่มือการใช้กระดาษเพื่อการหีบห่อ.** กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2548. **การทดสอบวัสดุและภาชนะบรรจุ ภัณฑ์.** กรุงเทพฯ.

สุพจน์ ประทีบถิ่นทอง. 2551. (18 มิถุนายน 2550) **"ชนิดวัสดุกันกระแทก"**. การออกแบบบรรจุภัณฑ์. [Online].Available : http:// www.mew6.com/composer/package/package_41.php.

สุรศิษฐ์ บุญญาภิสันท์. **"บรรจุภัณฑ์อาหาร"**. เอกสารประกอบการบรรยาย ส่วนบรรจุภัณฑ์ สำนักพัฒนา อุตสาหกรรม สนับสนุน กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.

สุวิทย์ อินทิพย์. 2548. **"ออกแบบบรรจุภัณฑ์หัตถกรรม".** เอกสารทางวิชาการ ตามหลักสูตรศิลปบัณฑิต ระดับปริญญาตรี วิชาเอกหัตถกรรม คณะศิลปกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

เสรี นันทิวัชรินทร์. 2543. **"EU Directive on Packaging And Packaging Waste กับบรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย."** เอกสารอัดสำเนา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม

สำนักเทคโนโลยีชุมชน. 2546. **การผลิตกระดษหัตถกรรมจากวัตถุดิบในท้องถิ่นและการผลิตภัณฑ์ จากกระดาษหัตถกรรม.** กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานเทคโนโลยีน้ำและการจัดการมลพิษโรงงาน. 2541. **คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม โรงงานเยื่อและกระดาษ.** กรมโรงงานอุตสาหกรรม . กรุงเทพฯ.

สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุน กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2548. **"20 คำถามบรรจุภัณฑ์ คู่มือสำหรับ ผู้ประกอบการที่คิดจะเริ่มต้นทำบรรจุภัณฑ์."** พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : จริยา คอมมูนิเคชั่น.

สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุน กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2548. **"สรุปผลการดำเนินงานโครงการส่งเสริมการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ สำหรับผู้ประกอบการอุตสาหกรรม ขนาดกลาง ขนาดย่อม และธุรกิจชุมชน ปีงบประมาณ 2547"** พิมพ์ครั้งที่ 1 นนทบุรี : ศูนย์ฝึกอบรมเทคโนโลยีการพิมพ์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สำนักมาตรการนำเข้าส่งออกสินค้าทั่วไป กรมการค้าต่างประเทศ. 2551. (19 มิถุนายน 2550). **อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์สินค้า ไทย.** [online]. Available : http://www.dft.moc.go.th/the_files/$$16/level3/pack.htm. ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย

สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2548. **รายการบริการ ทดสอบวัสดุและบรรจุภัณฑ์.** กรุงเทพฯ : 1-20.

สนิท สโมสร. 2524. **ยางพาราพืชสำคัญของภาคใต้.** คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2546. **หลักการออกแบบบรรจุภัณฑ์.** กรุงเทพฯ : บางกอกบล็อก.

ศูนย์ฝึกอบรมเทคโนโลยีการพิมพ์แห่งชาติ. **เอกสารชุดความรู้เกี่ยวกับวิวัฒนาการองค์ประกอบคุณลักษณะกระดาษ.**. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ศิริวรรณ แสงนิกรเกียรติ. 2008. (25 มิถุนายน 2550) **บรรจุภัณฑ์ในทศวรรษหน้า.** [online]. Available : http://learning.bkt.ac.th/science_new/file4/14-14.htm. 2005.

อมรรัตน์ สวัสดิทัต. **"ผลิตภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูป"**. รอบรู้บรรจุภัณฑ์. สถาบันวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.เล่ม 1. น.76.

อมรรัตน์ สวัสดิ์ทัต. 2551. (25 มิถุนายน 2550). **เศษกระดาษ...วัสดุมีประโยชน์.** [online]. Available : http://learning.bkt.ac.th/science_new/file4/14-27.htm. 2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- แบบสัมภาษณ์ ด้านวัสดุเส้นใยธรรมชาติ

- แบบสัมภาษณ์ ด้านวิศวกรรมและการออกแบบ

- แบบประเมินผลงานการออกแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์

-แบบสอบถามผู้จัดจำหน่ายเกี่ยวกับสินค้าประเภทเครื่องแก้วที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ผู้เชี่ยวชาญ / ผู้ทรงคุณวุฒิ)

แบบสัมภาษณ์ ด้านวัสดุเส้นใยธรรมชาติ
การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้ว
จากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

คำชี้แจง

แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ การรวบรวมข้อมูลด้านเส้นใย ในการทำงานวิจัย เรื่องการศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

(ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ที่ท่านให้ความอนุเคราะห์ในการสัมภาษณ์อย่างจริงใจ)

ผู้ให้สัมภาษณ์.....**ตำแหน่ง**.....

สถานที่..... **ว/ด/ป** ...../...../..... **เวลา**.....**น.**

ประเด็นและข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์

1. พืชทางการเกษตรเหลือใช้ชนิดใดที่หาง่าย ราคาถูก และเหมาะสมแก่การนำมาแปรรูป
2. แนวโน้มของพืชทางการเกษตรประเภทใดที่จะมีผลผลิตเพิ่มขึ้นและลดลงในอนาคต
3. เส้นใยธรรมชาติจากการเกษตรชนิดใดที่ให้ปริมาณเส้นใยมากและควรนำมาศึกษาเพื่องานบรรจุภัณฑ์ในปัจจุบันมีชนิดใดบ้าง
4. ขนาดของเส้นใยธรรมชาติใดที่เหมาะสมแก่การนำมาทำเยื่อกระดาษ
   ก.) เส้นใหญ่ ข.) เส้นเล็ก ค.) เส้นใยสั้น ง.) เส้นใยยาว
5. เทคโนโลยีและเทคนิคกระบวนการผลิตที่ใช้ในการแยกเส้นใยที่มีใช้ในปัจจุบันมีอะไรบ้าง
6. การทดสอบคุณภาพของเส้นใยมีอะไรบ้าง

ผู้สัมภาษณ์ นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา
นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร. ผดุงชัย ภู่พัฒน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ผู้เชี่ยวชาญ / ผู้ทรงคุณวุฒิ)

แบบสัมภาษณ์ ด้านวิศวกรรมและการออกแบบ
การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้ว
จากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

คำชี้แจง

แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ การรวบรวมข้อมูลด้านการออกแบบกระบวนการผลิตและการออกแบบบรรจุภัณฑ์ เพื่อเป็นแนวทางในการทำงานวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

(ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ที่ท่านให้ความอนุเคราะห์ในการสัมภาษณ์อย่างจริงใจ)

ผู้ให้สัมภาษณ์.....**ตำแหน่ง**.....

สถานที่..... **ว/ด/ป** ...../...../..... **เวลา**.....**น.**

ประเด็นและข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์

1. การออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกควรคำนึงถึงเรื่องใดบ้าง
2. วัสดุที่นำมาใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่ใช้ในปัจจุบันมีประเภทใดบ้าง
3. โครงสร้างขนาดสัดส่วน รูปทรงบรรจุภัณฑ์กันกระแทกอะไรที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบเพื่อให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เครื่องเครื่องแก้ว
4. เทคโนโลยีและเทคนิคกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษรีไซเคิลมีอะไรบ้างที่ใช้ในปัจจุบัน
5. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการผสานวัสดุจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติเพื่อทำการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้ว
6. การขึ้นรูปงานบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสามารถขึ้นรูปแบบโดยใช้แรงอัดได้หรือไม่ท่านมีความคิดเห็นอย่างไร
7. ควรเลือกใช้วัสดุใดทำแม่พิมพ์ต้นแบบในการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติในกรณีที่ใช้ขั้นตอนในการอัดขึ้นรูปวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. มีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใดในการนำกระบวนการผลิตแบบการอัดแผ่นวัสดุคอมโพสิตและขั้นตอนการผลิตบรรจุภัณฑ์เยื่อกระดาษขึ้นรูปจากรีไซเคิลมาปรับปรุงใช้เพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิต

ผู้สัมภาษณ์ นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา

นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร. ผดุงชัย ภู่พัฒน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ผู้เชี่ยวชาญ / ผู้คุณวุฒิ)

แบบประเมินผลงานการออกแบบ
บรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

คำชี้แจง

แบบประเมิน ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ สรุปรูปแบบของการพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติโดยแบ่ง 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบประเมินผลงานการออกแบบด้านโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

(ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ที่ท่านให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจผลงานการออกแบบอย่างจริงใจ)

ผู้ประเมิณ.....**ตำแหน่ง**.....

สถานที่..... **ว/ด/ป** ...../...../..... **เวลา**.....**น.**

นางสาว หทัยกาญจน์ ใบนานา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินผลงานการออกแบบด้านรูปแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย / ในช่องข้อความที่ตรงกับความเป็นจริงของท่านโดยมีความหมายของระดับค่าความเหมาะสม ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง ผลการประเมินมีความพึงพอใจมากที่สุด

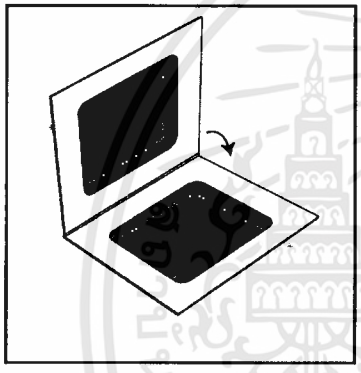
4 หมายถึง ผลการประเมินมีความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง ผลการประเมินมีความพึงพอใจปานกลาง

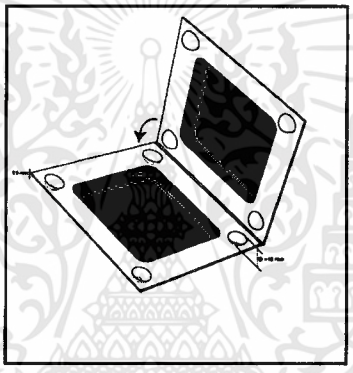
2 หมายถึง ผลการประเมินมีความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง ผลการประเมินมีความพึงพอใจน้อยที่สุด

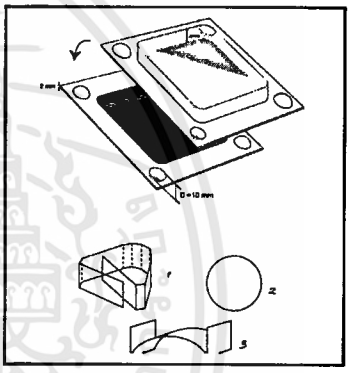
แบบกล่องบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสินค้าชั้นใน (Inner Packaging)



แบบที่ 1
แบบฝาพับ



แบบที่ 2
แบบฝาพับมีตัวล๊อค 4 มุม



แบบที่ 3
แบบปะกบ 2 ชิ้นมีตัวล๊อค 4 มุม พร้อมตัวกันกระแทกสินค้าภายใน

รายการ	แบบที่ 1					แบบที่ 2					แบบที่ 3				
	ระดับความพึงพอใจ					ระดับความพึงพอใจ					ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1. บรรจุภัณฑ์มีโครงสร้างที่แข็งแรงเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์															

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บรรจุภัณฑ์มีรูปแบบที่สะดวกต่อการหยิบใช้งาน															
3. บรรจุภัณฑ์มีโครงสร้างที่สามารถคุ้มครองสินค้าไม่ให้เกิดความเสียหายได้															
4. บรรจุภัณฑ์สามารถพกพาได้สะดวก															
5. โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์สามารถเรียงซ้อนได้เพื่อการขนส่ง															
6. โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้															

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

2.1 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องแก้ว

.....
.....
.....

2.2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ผู้จัดจำหน่าย)

แบบสอบถามผู้จัดจหน่ายเกี่ยวกับสินค้าประเภทเครื่องแก้วที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นในการเลือกประเภทของผลิตภัณฑ์เครื่องแก้ว ในการทำงานวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติโดยแบ่ง 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้จัดจำหน่าย

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความต้องการบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่มีต่อผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องแก้ว

(ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ที่ท่านให้ความอนุเคราะห์ในการสัมภาษณ์อย่างจริงใจ)

นางสาว หทัยกาญจน์ ใบนานา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้จัดจำหน่าย

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย✕ ลงใน ( ) หน้าข้อความที่ตรงกับความต้องการของท่านมากที่สุด

1. ผู้ตอบแบบสอบถาม

( ) เพศหญิง ( ) ชาย

2. ลักษณะสถานะภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

( ) เจ้าของกิจการ
( ) ลูกจ้าง

3. สถานที่จัดจำหน่าย สามารถตอบได้มากว่า 1 ข้อ

( ) เปิดกิจการเป็นร้านขายเอง ( ) ขายตามตลาดนัดทั่วไป
( ) ฝากขายตามร้านขายของฝาก ( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

6. ผลิตภัณฑ์จากเครื่องแก้วประเภทใดที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคในการสั่งซื้อมากที่สุด

( ) ตุ๊กตาแก้วประดับ ( ) แก้วน้ำ
( ) แจกัน ( ) ขวดน้ำ
( ) กระจกแกะลาย ( ) โคมไฟแก้ว
( ) จาน ( ) ชาม
( ) เชิงเทียนแก้ว ( ) โถแก้ว

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความต้องการบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่มีต่อผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องแก้ว

1. ผลิตภัณฑ์ใดที่มีการจัดจำหน่ายขายดีที่สุดในร้านของท่าน

.....
.....
.....

2. ท่านคิดว่ามีความต้องการบรรจุภัณฑ์กันกระแทกแบบใดมากที่สุด

.....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปัจจุบันทางร้านใช้บรรจุภัณฑ์ประเภทใด

( ) โฟม ( ) พลาสติก

( ) กระดาษหนังสือพิมพ์ ( ) กล่องกระดาษลูกฟูก

( ) ถุงกระดาษ ( ) กล่องกระดาษแข็ง

( ) กล่องไม้

4. ท่านมีความต้องการบรรจุภัณฑ์ที่มีรูปทรงแบบใด

( ) แบบแข็ง ( ) แบบอ่อน ( ) แบบยืดหยุ่น

5. ท่านมีแนวโน้มขยายกิจการเพื่อการส่งออกหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

6. ปัจจุบันท่านมีความคิดเห็นอย่างไรต่อบรรจุภัณฑ์กระดาษรีไซเคิลเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูลการทดสอบคุณสมบัติของกระดาษ

ขนาดแผ่นทดสอบ 10 x 20 cm พื้นที่แผ่นทดสอบ 0.02 m^2 น้ำหนักแผ่นทดสอบ 60 $\pm$5 g/m^2

อัตราส่วนเส้นใยสับปะรดและกระดาษรีไซเคิล _____

ตัวประสาน _____ %

Paper Sample (unbleached)	Basis Weight (g/m²)	Tensile Strength (kgf/15mm)	Tear Strength (Dry)	Burst Strength (kPa)	Folding Endurance (time)	Note (unbleached)
$\bar{X}$						
น้ำหนักเฉลี่ย (g/m^2)						
S.D.						
ค่าความคลาดเคลื่อน ±						
ค่าเฉลี่ย folding (time)						
ค่า F						
Tensile index (N.m/g)						
Tear index ($N.m^2/kg$)						
Burst index ($kPa.m^2/g$)						

ภาคผนวก ข.

หนังสือขอความอนุเคราะห์ ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0528.08/ 014

คณะศิลปกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

19 มกราคม 2552

เรื่อง การตอบรับการตีพิมพ์บทความวารสารวิชาการ "ศิลปกรรมบูรพา"

เรียน คุณหทัยกาญจน์ ใบนานา

ตามที่ท่านได้ส่งบทความงานวิจัยเรื่อง **"การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ"** เพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ "ศิลปกรรมบูรพา" ทางคณะกรรมการจัดทำวารสารได้พิจารณาและจัดส่งบทความงานวิจัยของท่านให้คณะกรรมการกลั่นกรองบทความวิชาการ (Peer Review) พิจารณาแล้ว โดยมีเอกสารตอบรับการพิจารณาพร้อมข้อเสนอแนะ ซึ่งกองบรรณาธิการได้แจ้งให้ท่านผู้ส่งบทความได้ปรับแก้จนแล้วเสร็จสมบูรณ์ตามคำเสนอแนะของกรรมการกลั่นกรอง

ในการนี้ ทางกองบรรณาธิการขอแจ้งให้ท่านทราบว่าบทความของท่านจะได้รับการลงตีพิมพ์ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มิถุนายน ถึง พฤศจิกายน 2551 ประจำภาคปลาย ปีการศึกษา 2551 ซึ่งจะเผยแพร่เดือนมกราคม 2552 นี้ และจะดำเนินการจัดส่งวารสารให้ท่านในโอกาสต่อไป

คณะศิลปกรรมศาสตร์ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.เกรียงศักดิ์ เขียวมั่ง)
รักษาการคณบดีคณะศิลปกรรมศาสตร์

สำนักงานคณบดีคณะศิลปกรรมศาสตร์
โทรศัพท์ (038) 102222 ต่อ 2510 2511
โทรสาร (038) 391042

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

School of Graduate Studies
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

English for Graduate Studies Training Course Test Score Result

Miss.Hathaikarn Bainana

Date of Training : May 3 ,2008 – May 31 ,2008
Date of Test : May 31,2008

Result	
U	**S**
-	✓

School of Graduate Studies
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Date of Issue : June 3, 2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3737

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 ตุลาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบประเมินผลงานการออกแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์และเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมและการออกแบบเพื่อการวิจัย

เรียน รศ.จันทร์จรัส ศรีศิริ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามและแบบประเมินผลงานการออกแบบเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ" โดยมี รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและแบบประเมินผลงานการออกแบบดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด และเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมและการออกแบบเพื่อการวิจัยของ นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร.02-326-4325

สำเนาคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ไม่ต้องลงชื่อ
22 ต.ค. 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3737

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระ
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 ตุลาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมและการออกแบบเพื่อการวิจัย

เรียน นายจรวย ธงไชย

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ" โดยมี รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด และเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมและการออกแบบเพื่อการวิจัยของ นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร.02-326-4325

รับทราบและเปิดแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 2324

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 มกราคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสัมภาษณ์และเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุธรรมชาติ ด้านวิศวกรรม และการออกแบบเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.ธรรม อุ่นจิตติชัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ" โดยมี รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสัมภาษณ์ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด และเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านดังกล่าวเพื่อการวิจัยของนางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

นส หทัยกาญจน์ ใบนานา

19 ม.ค. 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3737

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระ
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 ตุลาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมและการออกแบบเพื่อการวิจัย

เรียน นายวิขัณฑ์ อรรถพานุรักษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ" โดยมี รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด และเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมและการออกแบบเพื่อการวิจัยของ นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร.02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3737

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 ตุลาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามและเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเส้นใยธรรมชาติเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.รท.ดร.ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ" โดยมี รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด และเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเส้นใยธรรมชาติเพื่อการวิจัยของนางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร.02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/2324

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 มิถุนายน 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ธานี สุคนธชาติ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ" โดยมี รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบบรรจุภัณฑ์ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3737

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 ตุลาคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินผลงานการออกแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์และเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ประชิด ทินบุตร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินผลงานการออกแบบเพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ" โดยมี รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินผลงานการออกแบบดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด และเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อการวิจัยของนางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร.02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 ธ.ค. 2551

กรมวิทยาศาสตร์บริการ
เลขรับ 5691
วันที่ 2 ธ.ค. 2551 เวลา ๑๑ น.

ที่ ศธ 0524.04/4174

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๔ พฤศจิกายน 2551

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ

ด้วย นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอข้อมูลด้านคุณสมบัติของเส้นใย และวัตถุดิบที่นำมาทดสอบคุณสมบัติเพื่อทำกระดาษ และขอใช้สถานที่และยืมอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานในการทำการทดลองในงานวิทยานิพนธ์เพื่อประกอบการจัดเตรียมวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325
ติดต่อนักศึกษา โทร.081-940-4371

ได้รับเงินค่าธรรมเนียมการวิเคราะห์ ค่าชดเชย
ตัวอย่างละ 4,000.- บาท รวมเป็นเงิน 4,000 บาท
ใบเสร็จรับเงินที่ 3122 เล่มที่ 67
ลงวันที่ 2 ธ.ค. 2551

ได้รับใบเสร็จไปแล้ว
นายหทัยกาญจน์ ใบนานา
2 ธ.ค. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / **2324** วันที่ 19 มิถุนายน 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงวุฒิตรวจแบบประเมินและแบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย

เรียน ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง

ด้วย นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ" โดยมี รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินและแบบสัมภาษณ์ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินและแบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / **2324** วันที่ 19 มิถุนายน 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงวุฒิตรวจแบบประเมินและแบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย

เรียน ดร.อภิสักก์ สินธุภัค

ด้วย นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ" โดยมี รศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบประเมินและแบบสัมภาษณ์ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินและแบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

27/6/51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0291

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

30 มกราคม 2552

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน ผู้อำนวยการศูนย์บรรจุหีบห่อไทย

ด้วย นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอเข้ารับบริการทดสอบบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง ด้านการต้านทานแรงกด ด้านการต้านแรงสั่นสะเทือน และด้านการต้านแรงกระแทกเมื่อตก ตามมาตรฐานของศูนย์ โดยมีรหัสตัวอย่างบรรจุภัณฑ์แนบมาด้วย และขอถ่ายภาพขณะทำการทดสอบและหลังการทดสอบของสภาพผลิตภัณฑ์ **เพื่อประกอบการจัดเตรียมวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ"**

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325
ติดต่อนักศึกษา โทร.081-940-4371

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3736

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 ตุลาคม 2551

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน คุณประสพ เพชรนพสกุล (ผู้จัดการโรงงานคลองตำหรุ บริษัท RCK รุ่งเจริญ จำกัด

ด้วย นางสาวหทัยกาญจน์ ใบนานา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอใช้สถานที่และยืมอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานในการทำการทดลองเพื่อประกอบการจัดเตรียมวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เรียน รองคณบดี ผศ. จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร
ขอเรียนให้ทราบว่าได้อนุเคราะห์ตามที่ขอมา
ขอแสดงความนับถือ
(นายประสพ เพชรนพสกุล)
ผู้จัดการโรงงาน
30 ต.ค. 2551

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 326-4325
ติดต่อนักศึกษา โทร.081-940-4371

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ภาพขั้นตอนการดำเนินการงาน

1. การสัมภาษณ์และการกำหนดขนาดของรูปแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองหาอัตราส่วนของตัวประสานที่เหมาะสมระหว่างกระดาษรีไซเคิล และเส้นใยธรรมชาติ
3. แบบเขียนบรรจุภัณฑ์เพื่อการผลิต
4. การอัดขึ้นรูปชิ้นงานจริงจากขั้นตอนการทดลองเพื่อการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ
5. การทดสอบประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์
6. การคำนวนปริมาณวัสดุในการทดสอบชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การสัมภาษณ์และการกำหนดขนาดของรูปแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

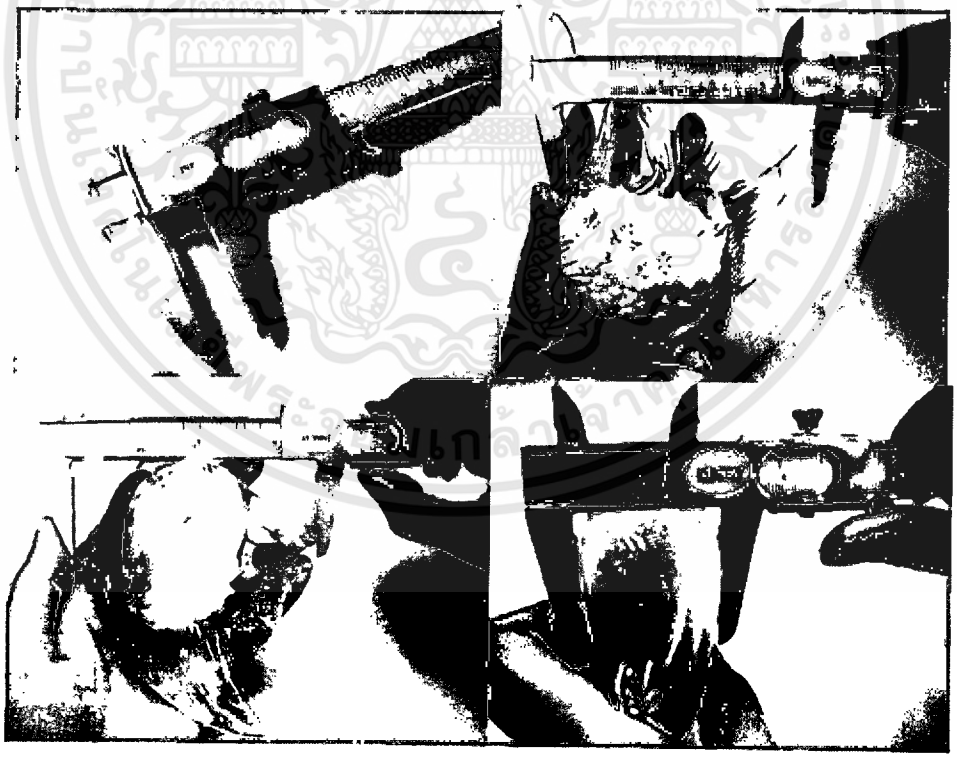
รูปที่ ค.1 การสัมภาษณ์ผู้จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องแก้ว ที่ JJ Mall
ที่มา : ถ่ายโดย คุณ ดาราภัช รัตนสูรย์ สัมภาษณ์ โดย หทัยกาญจน์ ใบนานา

รูปที่ ค.2 การสัมภาษณ์ อ. ธานี สุคนธชาติ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์
ที่มา : ถ่ายโดย นักศึกษาเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สัมภาษณ์ โดย หทัยกาญจน์ ใบนานา

รูปที่ ค.3 การสัมภาษณ์ ผศ.ประชิด ทิณบุตร ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์
ที่มา : ถ่ายโดย คุณ ดาราภัช รัตนสูรย์ สัมภาษณ์ โดย หทัยกาญจน์ ใบนานา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.4 ผลิตภัณฑ์ประเภทแก้วที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด



รูปที่ ค.5 การหาขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์โยใช้เวอร์เนียวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

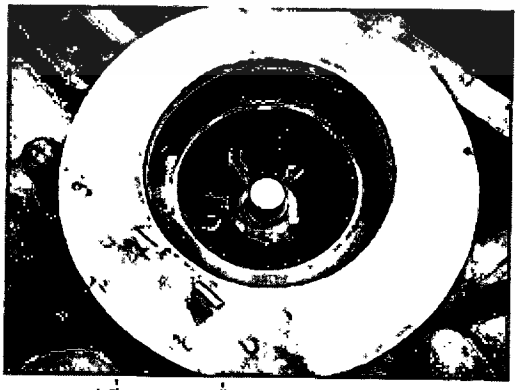
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองหาอัตราส่วนของตัวประสานที่เหมาะสมระหว่างกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

รูปที่ ค.6 ใบสับปะรด

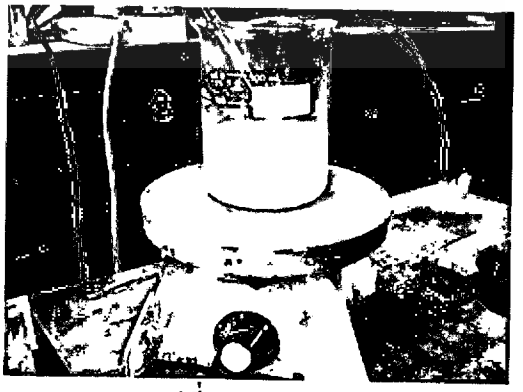
รูปที่ ค.7 เศษกระดาษกล่อง

รูปที่ ค.8 บีกเกอร์ และแท่งแก้ว

รูปที่ ค.9 ถังต้มใบสับปะรด

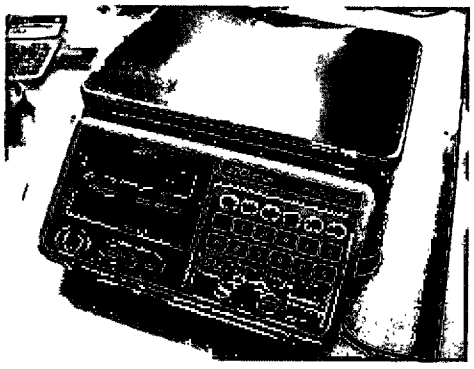


รูปที่ ค.10 เครื่องสลัดแห้ง

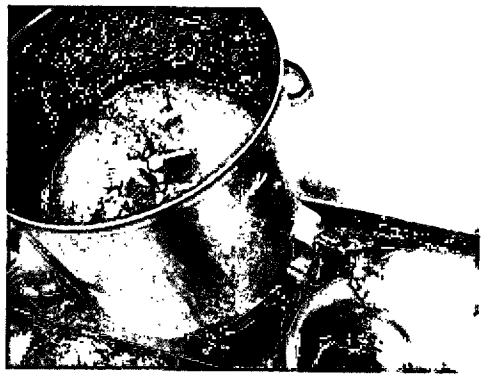


รูปที่ ค.11 Hot Plate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.12 เครื่องชั่ง Digital

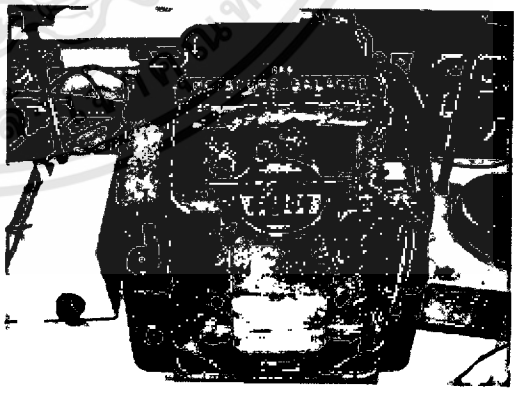


รูปที่ ค.13 เครื่องตีเยื่อ

รูปที่ ค.14 กาวแป้งมันสำปะหลัง

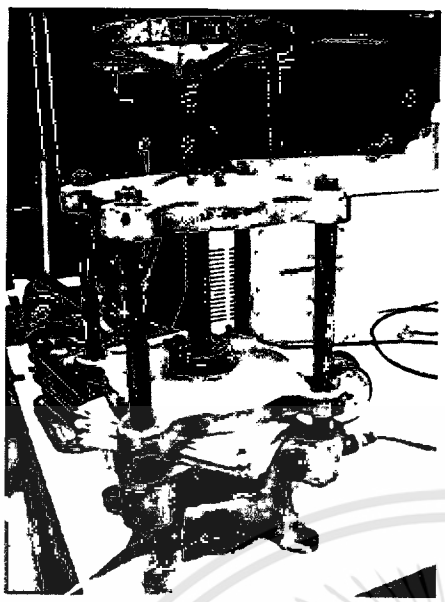
รูปที่ ค.15 โซเดียมไฮดรอกไซด์

รูปที่ ค.16 เครื่องกระจายเยื่อ

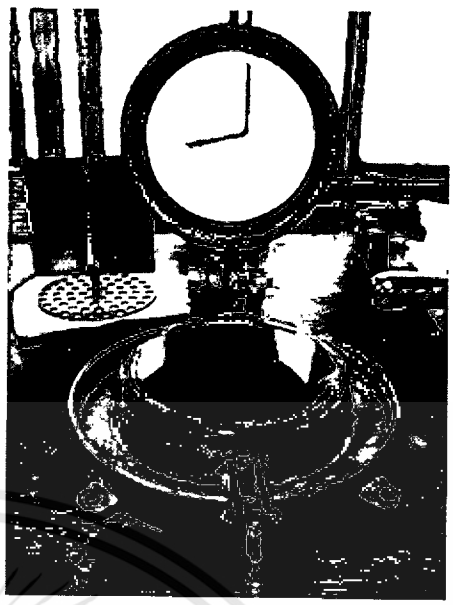


รูปที่ ค.17 Moisture Balance Machine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.18 เครื่องอัดอากาศ



รูปที่ ค.19 เครื่องขึ้นแผ่นทดสอบ

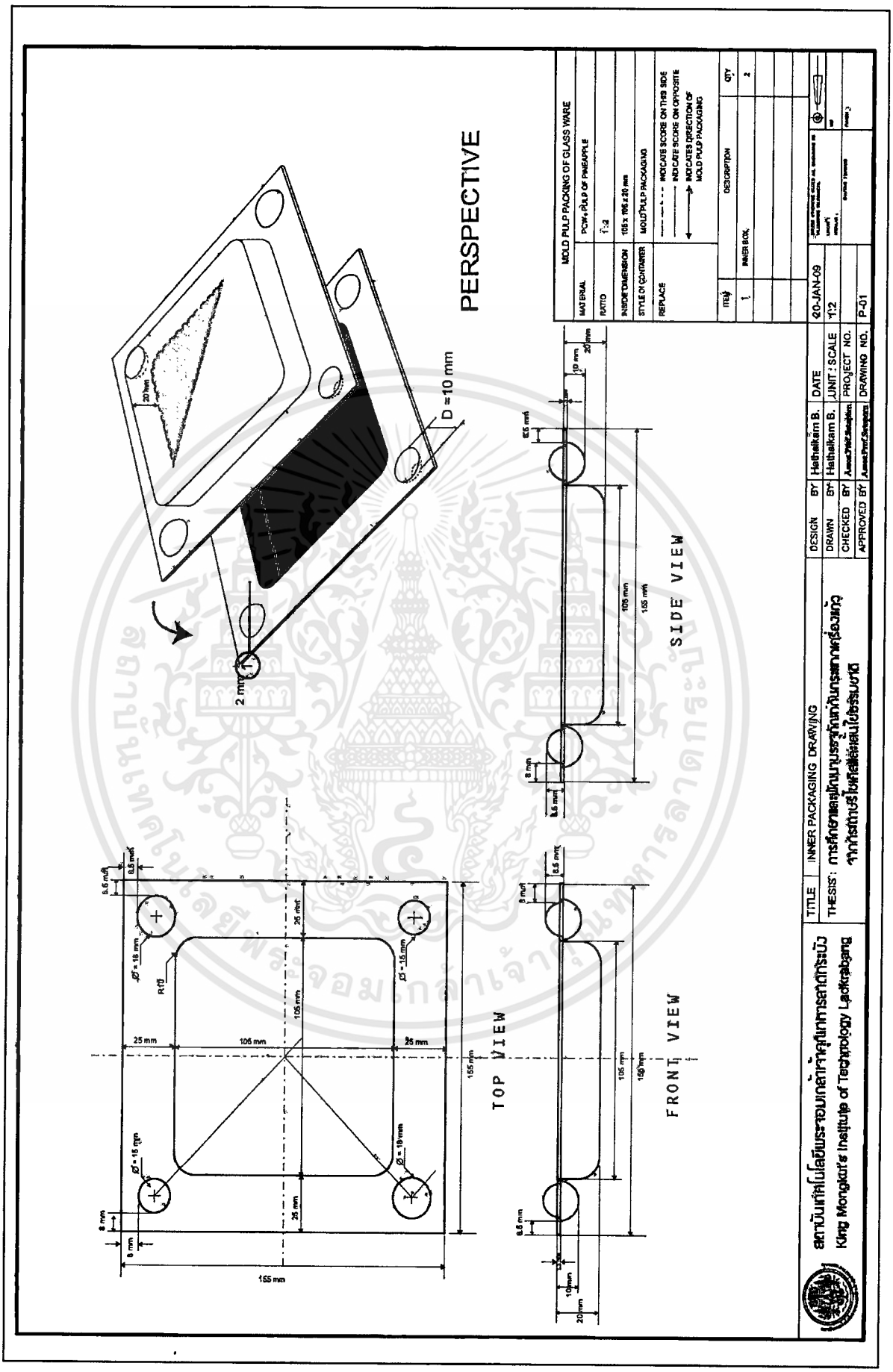
ที่มา : หทัยกาญจน์ ใบนานา. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

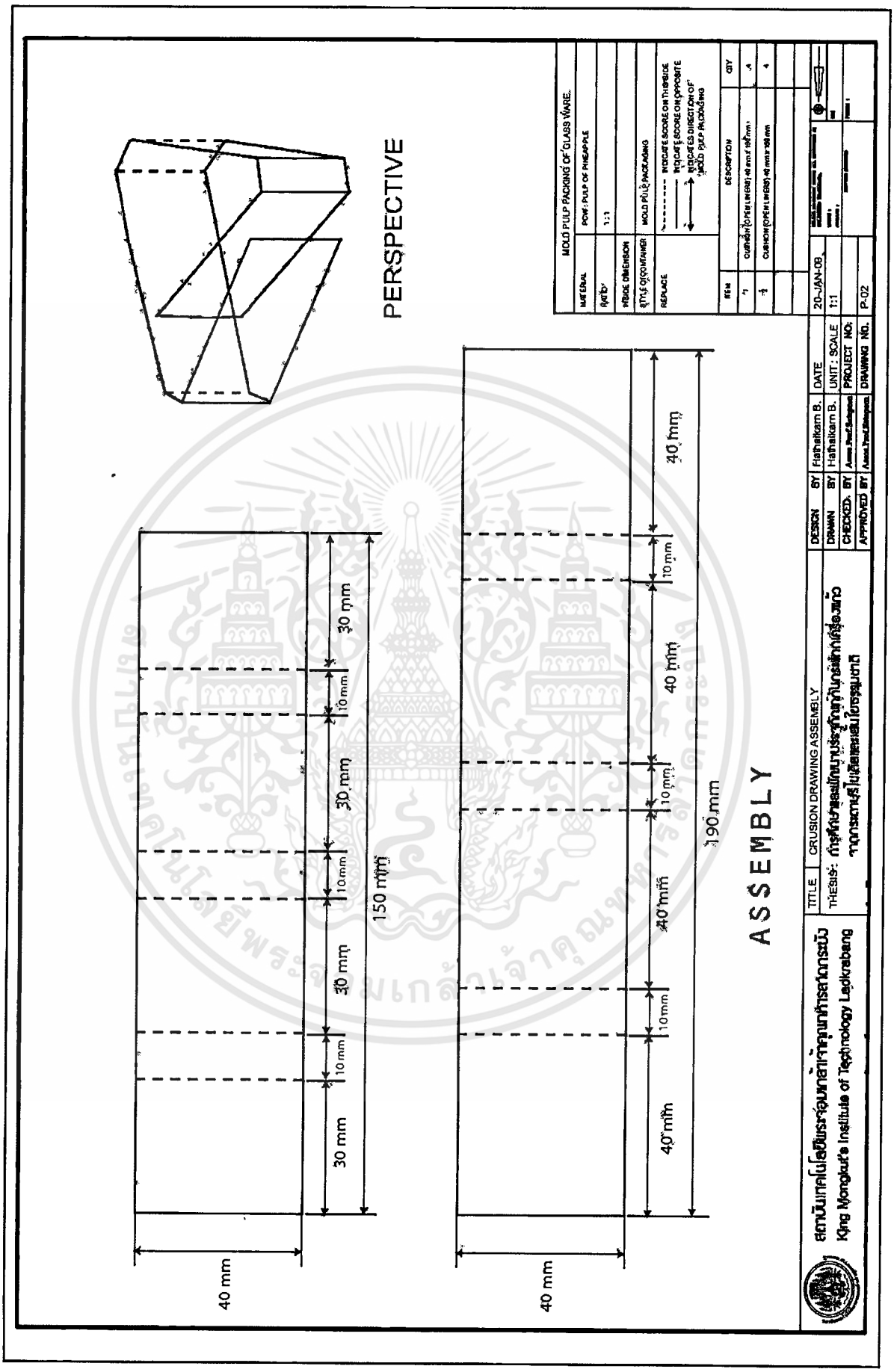
3. แบบเขียนบรรจุภัณฑ์เพื่อการผลิต

- P-01 Inner Packaging Drawing
- P-02 Crusion Drawing Assembly
- P-03 Mold & Die Front Side Drawing
- P-04 Mold & Die Section Drawing

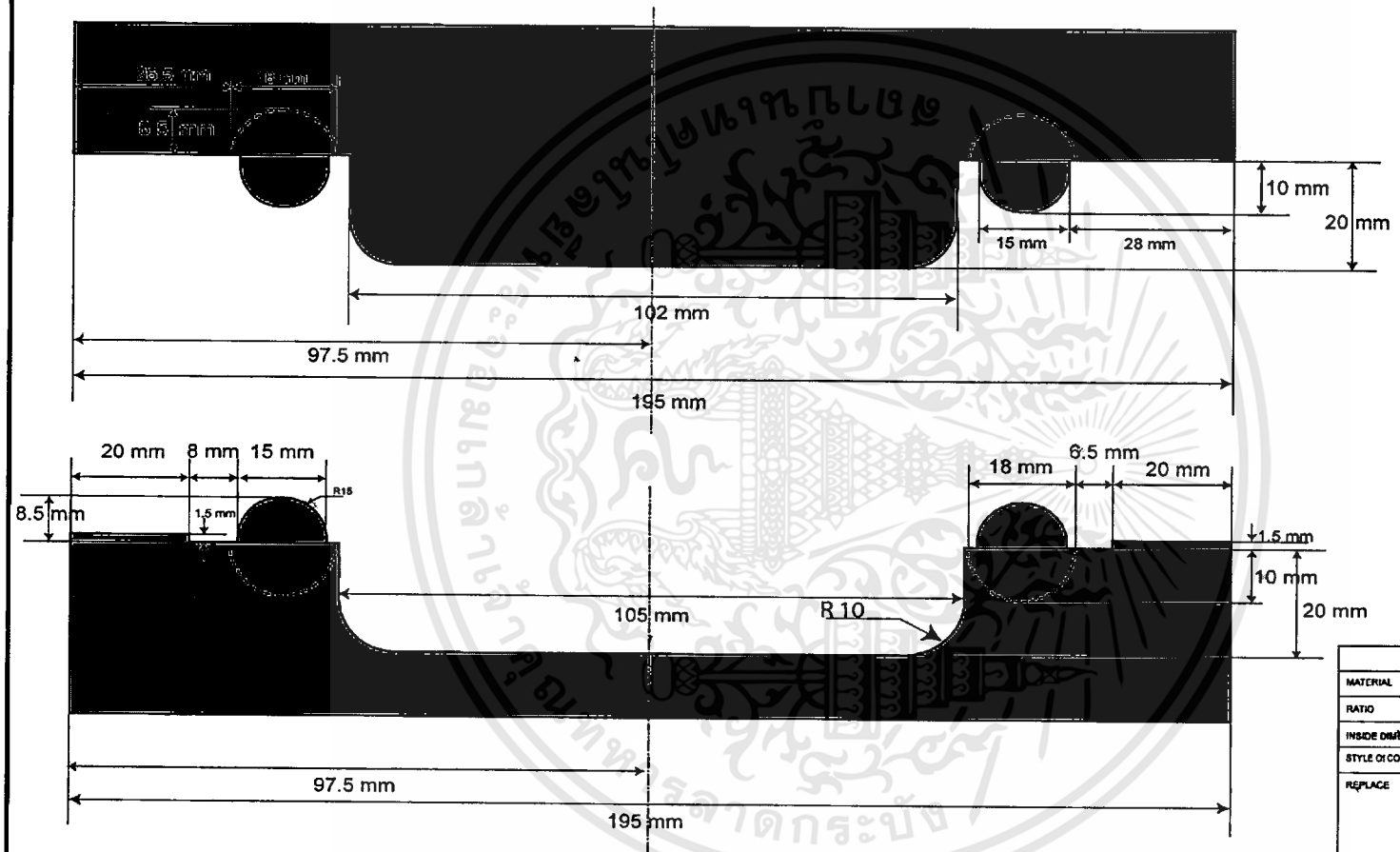
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



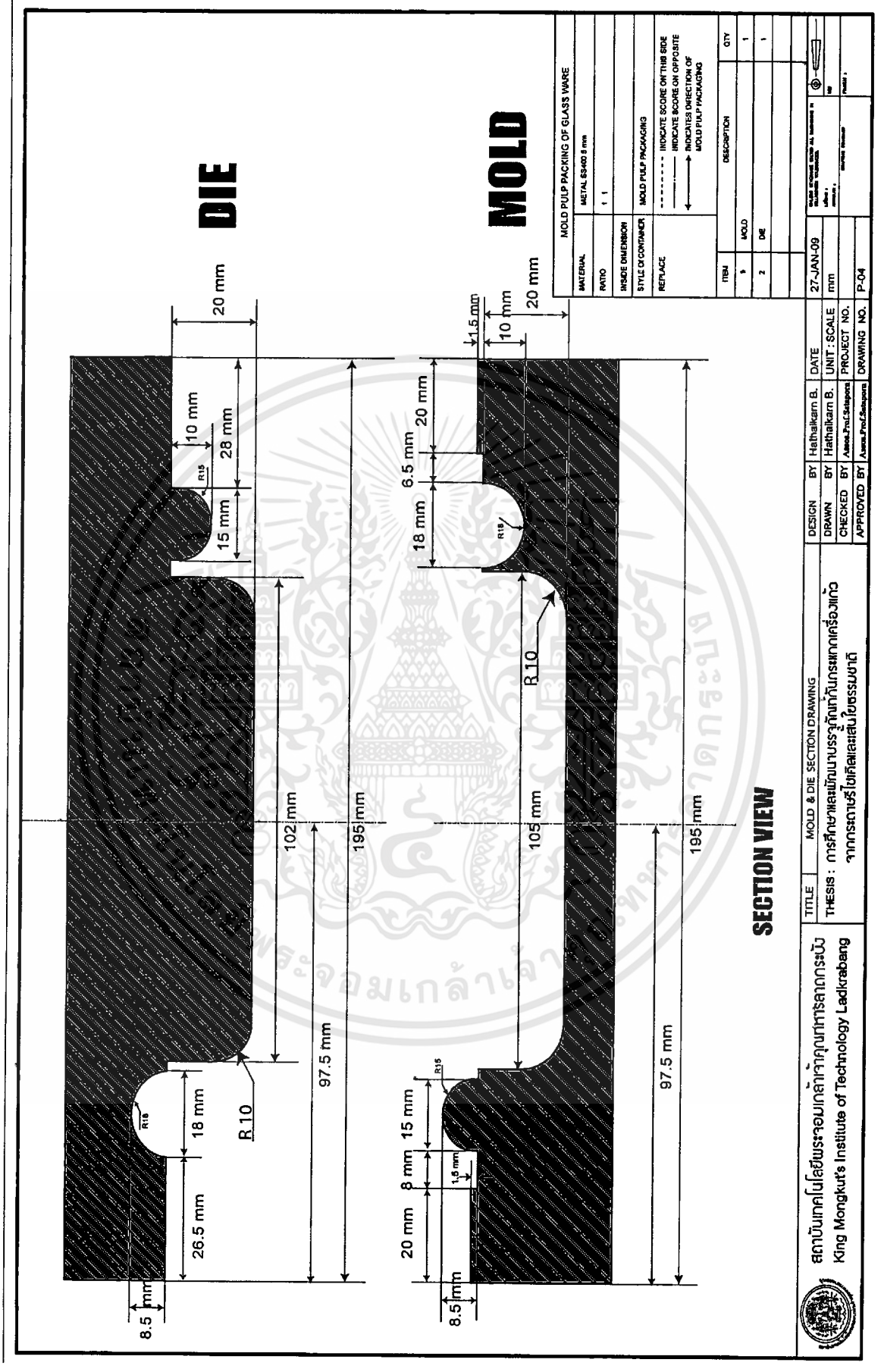
FRONT & SIDE VIEW

MOLD PULP PACKING OF GLASS WARE	
MATERIAL	METAL SS400 5 mm
RATIO	1:1
INSIDE DIMENSION	
STYLE OF CONTAINER	MOLD PULP PACKAGING
REPLACE	-------- INDICATE SCORE ON THIS SIDE ——— INDICATE SCORE ON OPPOSITE ←——→ INDICATES DIRECTION OF MOLD PULP PACKAGING

ITEM	DESCRIPTION	QTY
1	MOLD	1
2	DIE	1

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

TITLE	MOLD FRONT & SIDE DRAWING				
THESIS : การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ					
DESIGN BY	Hathaikarn B.	DATE	22-JAN-09		
DRAWN BY	Hathaikarn B.	UNIT SCALE	mm		
CHECKED BY	Asso.Prof.Sataporn	PROJECT NO.			
APPROVED BY	Asso.Prof.Sataporn	DRAWING NO.	P-03		

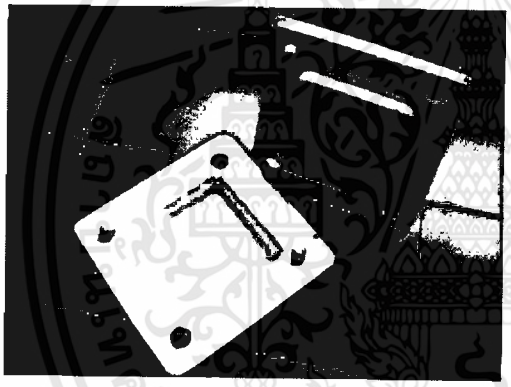


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การอัดขึ้นรูปชิ้นงานจริงจากขั้นตอนการทดลองเพื่อการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทก เครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ

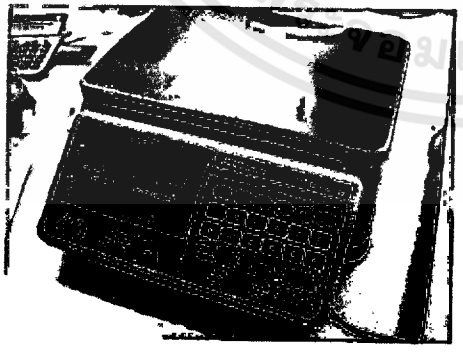
<u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง</u>

รูปที่ ค.20 วัสดุกระดาษรีไซเคิล : เส้นใยสับปะรด : ตัวประสาน (30:70:10%)



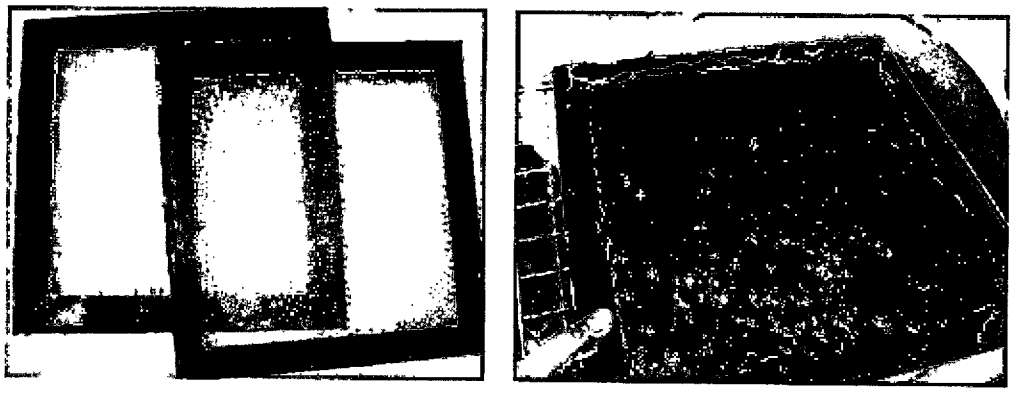
รูปที่ ค.21 แม่พิมพ์

รูปที่ ค.22 ไดอัลเกท

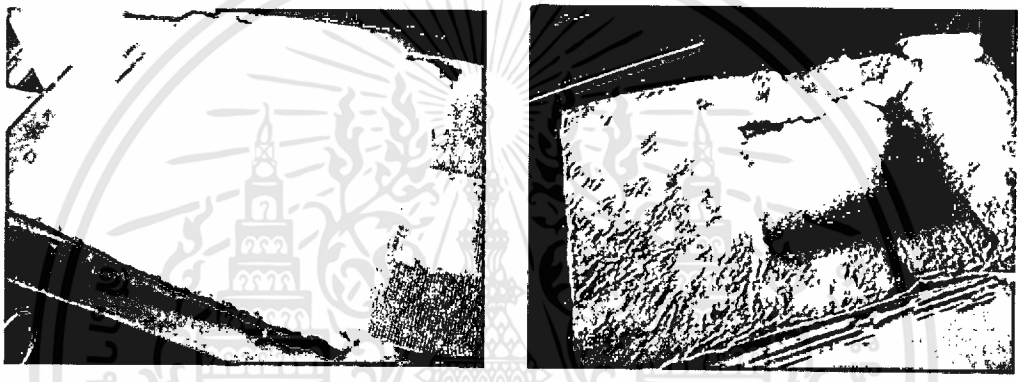


รูปที่ ค.23 เครื่องชั่ง Digital และการชั่งน้ำหนักของวัสดุ

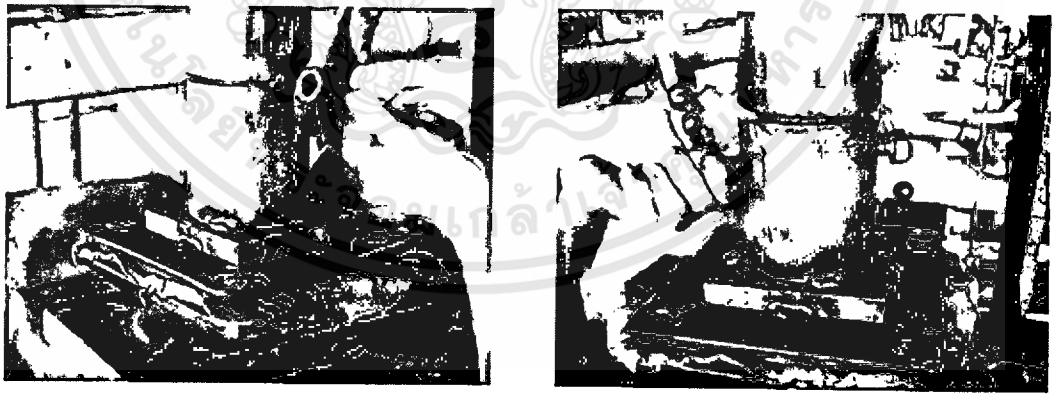
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.24 ตะแกรงสำหรับฟอร์มแผ่น และการขึ้นแผ่นวัสดุ



รูปที่ ค.25 ลักษณะของแผ่นวัสดุเมื่อเสร็จแล้ว

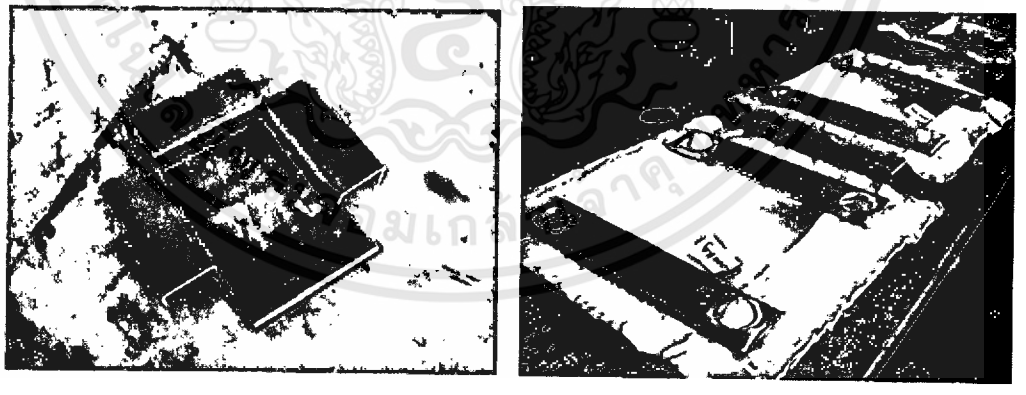


รูปที่ ค.26 การประกอบแม่พิมพ์เข้ากับเครื่องอัดไฮดรอลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

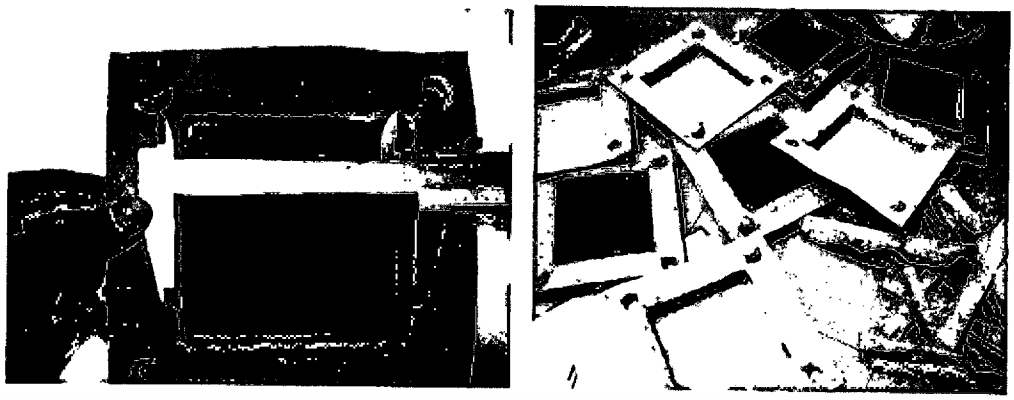
รูปที่ ค.27 นำแผ่นวัสดุลงบนแม่พิมพ์

รูปที่ ค.28 การอัดวัสดุ



รูปที่ ค.29 นำวัสดุมาตากในที่ร่ม โดยใช้ฐานรองรับชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.30 การตัดแต่งชิ้นงาน

รูปที่ ค.31 ชิ้นงานที่ตัดแต่งเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การทดสอบประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์

รูปที่ ค.32 บรรจุภัณฑ์ที่เสร็จแล้วพร้อมบรรจุภัณฑ์ภายนอกเพื่อส่งทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.33 สภาพของบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์หลังการทดสอบการต้านทานแรงกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.34 สภาพของบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์หลังการทดสอบแรงกระแทกเมื่อตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.35 สภาพของบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์หลังการทดสอบการต้านแรงสั่งสะเทือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 รายงานผลการทดสอบการต้านการสั่นสะเทือนและความต้านการตกกระแทก

วว.

ที่ขอบริการที่ 903/520219 ที่ ศบท. 903/52
แผ่นที่ 1/2

รายงานผลการทดสอบและวิเคราะห์

ให้แก่

[illegible] ถนนฉลองกรุง [illegible] เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

การทดสอบ/วิเคราะห์:- กล่องกระดาษแข็งบรรจุสินค้า รหัส P01-002-3

วิธีทดสอบ/วิเคราะห์:- International Safe Transit Association ; Test Procedure-1A: Resource Book 2006

— Vibration test

— Drop test

ภาวะการทดสอบ:- อุณหภูมิ - °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ - %

ผลการทดสอบ/วิเคราะห์:-

กล่องที่	ความต้านการสั่นสะเทือน	ความต้านการตกกระแทก
P01-002	ผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ไม่ปรากฏความเสียหาย	ผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ไม่ปรากฏความเสียหาย
P01-003	ผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ไม่ปรากฏความเสียหาย	ผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ไม่ปรากฏความเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วว.

คำขอบริการที่ 903/520219 ที่ ศนท. 903/52
แผ่นที่ 2/2

หมายเหตุ : 1) การทดสอบความต้านการชนสะเทือน:

- ความถี่	:	240	รอบต่อนาที
- ระยะการชน	:	25	มิลลิเมตร
- ระยะเวลาทดสอบ	:	1	ชั่วโมง

2) การทดสอบความต้านการตกกระแทก:

- ความสูงในการตกกระแทก	:	760	มิลลิเมตร
- จำนวนครั้งของการตกกระแทกต่อตำแหน่ง	:	10	
- ตำแหน่งในการตกกระแทก	:	1 มุม 3 ขอบ และ 6 ด้าน	
3) มิติภายนอก	:	164 x 37 x 164	มิลลิเมตร
4) น้ำหนักรวม	:	0.3	กิโลกรัม
5) จำนวนชิ้นทดสอบ	:	2	กล่อง

6) การทดสอบความต้านการชนสะเทือนและความต้านการตกกระแทก
ทดสอบโดยใช้ชิ้นทดสอบเดียวกัน

ผู้ทดสอบ/วิเคราะห์ .....
ผู้ตรวจสอบ .....
(นายไพศักดิ์ ธนันต์บุญล)
นักวิชาการ 9

ผู้รับรอง .....
(นายสุรพล ...)
ผู้อำนวยการ
ศูนย์การทดสอบไทย-ญี่ปุ่น
วว.
วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2552

ผลการทดสอบวิเคราะห์นี้ รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้ทำการทดสอบวิเคราะห์เท่านั้น
ห้ามนำผลการทดสอบวิเคราะห์ไปโฆษณาใดๆ มิได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจาก วว.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

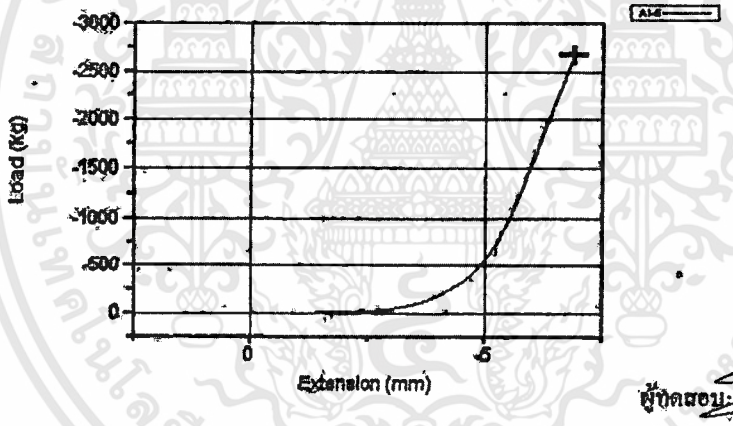
5.2 รายงานผลการทดสอบการต้านแรงกดครั้งที่ 1

ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย

ห้องปฏิบัติการทดสอบการบรรจุภัณฑ์ ปรับสภาวะวันที่ 19/2/52 เวลา 16.00 น.

คิวขอบริการที่ 1091 / 520219 ใบบันทึกผลทดสอบ วันที่ทดสอบ 25 ก.พ. 52

Company:	KMUTL	Name	Paper box with product code: F01-001
Lab Name:	TPC 1091/52	Sample Size	1
Operator ID:	Khemmarat	Temperature:	27±1 C
Test Date:	520225	Humidity:	65±2 %
Comment:	Compressionstrength	Speed	13.00 mm/min
Note 1:		Note 3:	
Note 2:	Outside dimension 164 x 164 x 37 mm		



	Peak Load (kg)	Extension Peak Load (mm)
1	-2670.54	-6.88
Mean	-2670.54	-6.88
S.D.	0	0
C.V.	0	0

ผู้ทดสอบ: 1. .....
(ชาติชาญ ปิญญาประโคติ)
วันที่ 25/2/52
2. .....
(นายวิจิตร รัตนถาวรกิติ)
วันที่ 26/2/52

ผู้ตรวจสอบ .....
(นายไพศักดิ์ อนันต์นุกูล)
วันที่.....

FS-PKL-10-001 Issue No. 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 รายงานผลการทดสอบการต้านแรงกดครั้งที่ 2

วว.

คำขอบริการที่ 1249/528304 ที่ สบท. 1249/52

รายงานผลการทดสอบและวิเคราะห์

ให้แก่

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

การทดสอบ/วิเคราะห์:- กล่องกระดาษลูกฟูกพร้อมเมื่อกระดาษขึ้นรูป รหัส P01-004

วิธีทดสอบ/วิเคราะห์:- ASTM D 642-00 Determining Compressive Resistance of Shipping Containers, Components, and Unit Loads

ภาวะการทดสอบ:- อุณหภูมิ 27±1 °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 65±2 %

ผลการทดสอบ/วิเคราะห์:-

ความต้านแรงกด 79.4 กิโลกรัมแรง

หมายเหตุ : 1) มิติภายนอก : 164 x 40 x164 มิลลิเมตร
2) จำนวนชิ้นทดสอบ : 1 กล่อง
3) กล่องที่ใช้ในการทดสอบเป็นกล่องที่ไม่มีการพิมพ์

ผู้ทดสอบ/วิเคราะห์ .....

ผู้ตรวจสอบ .....
(นายไพศักดิ์ ธนันต์นุกูล)
นักวิชาการ 9

ผู้รับรอง .....
รักษาการในตำแหน่งผู้อำนวยการ
ศูนย์การบรรจุที่ห่อไทย
วว.
วันที่ 6 มีนาคม 2552

ผลการทดสอบ/วิเคราะห์นี้ รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่ได้ทำการทดสอบ/วิเคราะห์เท่านั้น
ห้ามนำผลการทดสอบ/วิเคราะห์ไปโฆษณาโดยมิได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจาก วว.

FS-PKL-09-002 Issue No.1

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
๔๕ ซอย ๑ ถนนพหลโยธิน ๒๔ ลาดยาว จตุจักร ๑ ปทุมธานี ๑๒๑๒๐
โทร. ๐๒๕๗๙๐๐๐ โทรสาร ๐๒๕๗๙๐๐๙
E-mail : tistr@tistr.or.th Website : www.tistr.or.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

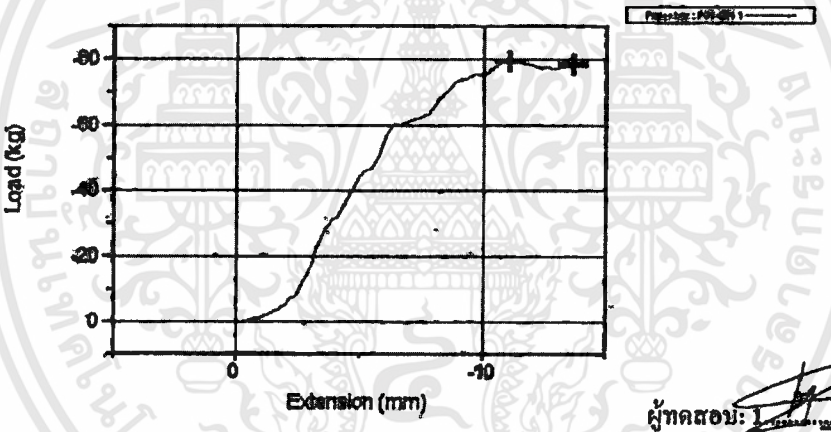
ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย

ห้องปฏิบัติการทดสอบการบรรจุภัณฑ์ ปรับสภาวะวันที่ 4/3/52 เวลา 11.00 น.

คำขอบริการที่ 1249 / 520306 ใบบันทึกผลทดสอบ วันที่ทดสอบ 6/3/52

Company:	KMIL	Name	Paper box : P01-004
Lab Name:	TPC 1249/52	Sample Size	2
Operator ID:	Khemmarat	Temperature:	27±1C
Test Date:	520306	Humidity:	65±1 %
Comment:	Compression strength	Speed	13.00 mm/min
Note 1:		Note 3:	

Note 2: Size specimen 164 x 40 x 164 mm



	Peak Load (kg)	Extension Peak Load (mm)
1	-79.37	-11.05
Mean	-79.37	-11.05
S.D.	0	0
C.V.	0	0

ผู้ทดสอบ: 1 .....
(นางสาวรัฐ ปัญญาประโพธิ)
วันที่ 6/3/52
2 .....
นายวิจิตร รัตนถาวรกิติ)
วันที่ 6/3/52

ผู้ตรวจสอบ .....
(นายไพศักดิ์ อนันต์นุกูล)
วันที่ 6/3/52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การคำนวณปริมาณวัสดุในการทดสอบชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณอัตราส่วนของเยื่อ

วิธีคำนวนน้ำหนักของเส้นใยสับปะรดต่อกระดาษรีไซเคิล เพื่อทำแผ่นทดสอบ โดยกำหนดให้

ขนาดแผ่นทดสอบ **10 x 20 cm** พื้นที่แผ่นทดสอบ **0.02 m^2** น้ำหนักแผ่นทดสอบ **60 ±5 g/m^2**

พื้นที่ งาน	1 ตร.ม	มีหน้ำหนัก	60 g
พื้นที่งาน 1แผ่นทดสอบ	0.02 ตร.ม	มีหน้ำหนัก	60 x 0.02/1
			= 1.2 g / แผ่น

จำนวนแผ่นทดสอบ/สูตรอย่างละ 15 แผ่นต้องใช้วัสดุทั้งหมด 1.2 x 15

= 18 g

การคำนวนหาปริมาณความชื้นของเส้นใยสับปะรดและเยื่อกระดาษรีไซเคิล
โดยใช้เครื่อง Moisture Balance ครั้งที่ 2

ปริมาณน้ำหนักแห้งของเส้นใยสับปะรด อ่านค่าได้ **100-81.2 = 18.8 g**

ปริมาณน้ำหนักแห้งของเยื่อกระดาษรีไซเคิล อ่านค่าได้ **100-65.8 = 34.2 g**

∴ ต้องใช้น้ำหนักแห้งระหว่าง เส้นใยสับปะรด และเยื่อกระดาษรีไซเคิลตามอัตราส่วนดังนี้

อัตราส่วน	น้ำหนักเยื่อแห้ง(g)	น้ำหนักเปียกที่ต้องใช้ชั่ง(g)
100:0	18 : 0	95 : 0
90:10	16.2 : 1.8	86.17 : 5.26
80:20	14.4 : 3.6	76.5 : 10.52
70:30	12.6 : 5.4	67.02 : 15.78
60:40	10.8 : 7.2	57.44 : 21.0
50:50	9 : 9	47.87 : 26.0
0:100	0 : 18	0 : 52.6

การคำนวนหาค่า Consistency ในการกระจายเยื่อเพื่อขึ้นแผ่นทดสอบ

ทำแผ่นทดสอบ 15 แผ่น ต้องใช้น้ำหนัก 18 g

ค่าความเข้มข้นของเยื่อ 0.15 % ที่น้ำหนักมาตรฐานกระดาษ 60 g

เยื่อ	0.15 g	ใช้น้ำ	100 ml
ถ้าต้องการเยื่อ	18 g	ใช้น้ำ	100 x 18/0.15 ml
			= 12000 ml

การตวงแผ่นทดสอบ

เยื่อ	18 g	ใช้น้ำ	12000 ml
เยื่อ 1 แผ่น	1.2 g	ใช้น้ำ	12000 x 1.2/18 ml

∴ แผ่นทดสอบ 1 แผ่นต้องตวงที่ปริมาณ **= 800 ml**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณปริมาตรตัวประสาน

วิธีคำนวนน้ำหนักของเส้นใยสับปะรดต่อกระดาษรีไซเคิล เพื่อทำแผ่นทดสอบ โดยกำหนดให้
ขนาดแผ่นทดสอบ 10 x 20 cm พื้นที่แผ่นทดสอบ 0.02 m2 น้ำหนักแผ่นทดสอบ 60 ±5 g/m

พื้นที่ งาน	1 ตร.ม	มีหน้ำหนัก	60 g
พื้นที่งาน 1แผ่นทดสอบ	0.02 ตร.ม	มีหน้ำหนัก	60 x 0.02/1
			= 1.2 g / แผ่น
จำนวนแผ่นทดสอบ/สูตรอย่างละ 15 แผ่นต้องใช้วัสดุทั้งหมด			1.2 x 15
			= 18 g

การคำนวนหาปริมาณความชื้นของเส้นใยสับปะรดและเยื่อกระดาษรีไซเคิล โดยใช้เครื่อง Moisture Balance

ปริมาณน้ำหนักแห้งของเส้นใยสับปะรด อ่านค่าได้ **100-81.2 = 18.8 g**
ปริมาณน้ำหนักแห้งของเยื่อกระดาษรีไซเคิล อ่านค่าได้ **100-65.8 = 34.2 g**

วิธีคิดปริมาณของตัวประสานต่อ น้ำหนักของวัสดุที่นำมาศึกษา

$$V = \frac{M \times V\%}{100\ \%\ (\text{ของน้ำหนักเส้นใยและกระดาษรีไซเคิล})}$$

V = ปริมาตร
M = ปริมาณ
V% = ปริมาณ % ของเนื้อตัวประสานที่ต้องการ

∴ ต้องใช้น้ำหนักแห้งระหว่าง เส้นใยสับปะรด และเยื่อกระดาษรีไซเคิลและตัวประสานตามอัตราส่วนดังนี้

อัตราส่วน : %ตัวประสานที่ต้องการ	น้ำหนักเป็นเท่าใด (g)	ปริมาณที่ใช้จริงของแต่ละชิ้น (g)
70:30:5%	12.6 : 5.4 :0.9	67.02 : 15.78 : 0.9
70:30:10%	12.6 : 5.4 :1.8	67.02 : 15.78 : 1.8
70:30:15%	12.6 : 5.4 :2.7	67.02 : 15.78 : 2.7
70:30:20%	12.6 : 5.4 :3.6	67.02 : 15.78 : 3.6

การคำนวนหาค่า Consistency ในการกระจายเยื่อเพื่อขึ้นแผ่นทดสอบ
ทำแผ่นทดสอบ 15 แผ่น ต้องใช้น้ำหนัก 18 g
ค่าความเข้มข้นของเยื่อ 0.15 % ที่น้ำหนักมาตรฐานกระดาษ 60 g

เยื่อ	0.15 g	ใช้น้ำ	100 ml
ถ้าต้องการเยื่อ	18 g	ใช้น้ำ	100 x 18/0.15 ml
			= 12000 ml

การตวงแผ่นทดสอบ

เยื่อ	18 g	ใช้น้ำ	12000 ml
เยื่อ 1 แผ่น	1.2 g	ใช้น้ำ	12000 x 1.2/18 ml
∴ แผ่นทดสอบ 1 แผ่นต้องตวงที่ปริมาณ			**= 800 ml**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาปริมาตรของชิ้นงานจริง

ผลการทดลองการหาปริมาณความชื้นในใยสับปะรด และกระดาษรีไซเคิลที่อุณหภูมิ 110 องศา

ครั้งที่ 3

	2 hr			3 hr			
น้ำหนัก g/เวลา	8.30	10.30	ความชื้น	[illegible]	11.00	ความชื้น	[illegible]
ใยสับปะรด	335.00	280.00	55	16.42	280.00	55	16.42
เยื่อกระดาษรีไซเคิล	335.00	285.00	50	14.93	28.86	50	14.93

% ความชื้น(ต่อน้ำหนักเปียก) = (มวลวัตถุเริ่มต้น - มวลวัตถุที่แห้ง) x 100 / มวลวัตถุเริ่มต้น

เวลาอบที่ 110 องศา จนน้ำหนักเริ่มคงที่ 3 ชั่วโมง

น้ำหนัก เปียก ใยสับปะรด ที่ 100 กรัม จะมีเยื่อแห้งที่ 100 - 16.42 = 83.58 g

น้ำหนัก เปียก เยื่อกระดาษรีไซเคิล ที่ 100 กรัม จะมีเยื่อแห้งที่ 100-14.93 = 85.07 g

ขนาด กระดาษก่อนการขึ้นรูป 25 cm x 25 cm นน.กระดาษที่ต้องก 2500 g/m^2

1 sq.m 2500 g

0.25 x 0.25 2500 x 0.25 x 0.25

กระดาษก่อนขึ้นรูปจะมีน้ำหนัก **156.25 g**

ที่อัตราส่วน กระดาษรีไซเคิล ต่อ ใยสับปะรด ต่อ ตัวประสาน 30:70:10% ต่อ 1 แผ่นวัสดุ

	นน.แห้ง g	นน.เปียกที่ต้องใช้จร์	เผื่อ 5%
30 เยื่อกระดาษรีไซเคิล	46.875	**55.1**	**57.85**
70 ใยสับปะรด	109.375	**130.86**	**137.4**
10% ตัวประสาน	15.63	**15.63**	**16.41**

เพิ่ม 5 %.ในการละลายของเยื่อขณะขึ้นแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	หทัยกาญจน์ ใบนานา
วัน เดือน ปี เกิด	14 กรกฎาคม 2520
สถานที่ เกิด	อ.เมือง จ.เชียงใหม่
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	53 ถ.บำรุงราษฎร์ ซ.4 ต.วัดเกตุ อ.เมือง จ. เชียงใหม่ 50000
ประวัติการศึกษา	
มัธยมศึกษาตอนต้น	พ.ศ. 2535 โรงเรียนพระหฤทัย เชียงใหม่
มัธยมศึกษาตอนปลาย	พ.ศ. 2539 โรงเรียนนวมินทราชูทิศพายัพเชียงใหม่
ปริญญาตรี	พ.ศ. 2543 วทบ. สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ปริญญาโท	พ.ศ. 2552 คอม. สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้