การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

THE STUDY DESIGN AND PACKAGING CUSHIONING FOR MANGO

สมาริน ศิริกุลไพบูลย์
SUMARIN SIRIGULPIBOOL

สาระนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2560

การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

THE STUDY DESIGN AND PACKAGING CUSHIONING FOR MANGO

สุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์
SUMARIN SIRIGULPIBOOL

สาระนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2560

THE STUDY DESIGN AND PACKAGING CUSHIONING FOR MANGO

SUMARIN SIRIGULPIBOOL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY
FACULTY OF INDUSTRIAL AND TECHNOLOGY EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2560

บัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองสาระนิพนธ์

.....

หัวข้อสาระนิพนธ์	การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทก สำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ The Study Design and Packaging Cushioning for Mango
นักศึกษา	นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์
รหัสประจำตัว	55631011
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์	รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร

คณะกรรมการสอบสาระนิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร รองศาสตร์ตราจารย์ว่าที่ร้อยโท ดร.พิชัย สดภิบาล ผู้ช่วยศาสตร์จารย์ ดร. ธเนศ ภิรมย์การ	

ค่าระดับคะแนนรวมเป็นเอกฉันท์จากคณะกรรมการสอบ G (GOOD)
วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 31 มีนาคม 2560
สถานที่สอบ ห้อง ค. 416 คระครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงค์ มะโน)
คณบดี
วันที่ 5 เดือน มี.ค. พ.ศ 60

หัวข้อสาระนิพนธ์	การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทก สำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้
นักศึกษา	นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์
รหัสประจำตัว	55631011
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์	รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร

บทคัดย่อ

สิ่งที่สำคัญนอกจากฟังชั่นการใช้งานแล้ว การออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อปกป้องสินค้านั้นๆให้ไปถึงมือผู้บริโภคอย่างปลอดภัยและสมบูณร์แบบที่สุด จำเป็นจะต้องเลือกวัสดุที่ช่วยลดการกระแทกที่สามารถปกป้องสินค้าจากการสูญเสีย ระหว่างกระบวนการขนส่ง และผลไม้ไทยก็ผลิตภัณฑ์ที่มีความจำเป็นต้องเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่สามารถลดแรงกระแทกได้ในระหว่างการขนส่ง เคลื่อนย้ายไปยังสถานที่ต่างๆ และทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทยมีวัสถุดิบที่ทำจากธรรมชาติและเศษวัสดุที่เหลือใช้จากการผลิต ที่มีความน่าสนใจและมีปริมาณที่มาก ทั้งนี้การนำเอาเศษวัสดุที่ได้จากธรรมมาพัฒนาต่อยอดทางด้านการออกแบบ ทำให้เกิดแนวทางใหม่ๆในแวดวงอุตสาหกรรม พร้อมทั้งเพิ่มทางเลือกและตอบสนองความพึงพอใจของผู้ผลิตและผู้บริโภคได้ด้วย

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงคิดที่จะศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากวัสดุจากธรรมชาติเพื่อลดแรงกระแทกระหว่างการขนย้านสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ที่มีประสิทธิภาพช่วยลดแรงกระแทกและทำให้ผู้ผลิตและผู้บริโภคเกิดความพึงพอใจให้ได้มากที่สุด และเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นและปัญหาของร้านค้าผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ที่ตลาดมะม่วง จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 5 คน และผู้บริโภคจำนวน 100 คน เพื่อให้ทราบถึงความคิดเห็นที่มีต่อบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

ดังนั้นผู้ออกแบบจึงได้ทำการออกแบบแล้วนำแบบโครงสร้างมาวิเคราะห์และตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ แล้วขึ้นรูปจากบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากเยื่อกระดาษแล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพขอวสัดุที่ สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ด้านบรรจุหีบห่อไทย ซึ่งผลจากการทดสอบประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่ได้รับการศึกษาและออกแบบนั้นสามารถทดต่อแรงกระแทกได้ รวมทั้งผลจากการประเมินความพึงพอใจผลที่ได้รับคืออยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก

Thesis Title	The Study Design and Packaging Cushioning for Mango
Student	Ms.Sumarin Sirigolpilbool
Student id	55631011
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Industrial Design Technology
Year	2560
Thesis advisor	Associate Professor Udomsak saributr

ABSTRACT

What is important besides the function of use. Packaging design to protect the product to reach consumers safely and perfect. Need to select the material to reduce the impact. Who can protect the goods from the loss during the transportation process. Thai fruits and products with the need to use packaging that can reduce the impact during transportation. Move to location. All regions of the yield from nature and natural debris remaining from production are attractive and were coming. However, the scrap materials from nature developing in the design. Cause for new ways in the industry. Along with increasing choice and meet the satisfaction of the manufacturers and consumers.

The above problems were thought to study and design the cushioning packaging materials from natural to reduce the impact between the fur moved for the mango. Effectively reduce the impact and producer and consumer satisfaction as much as possible. Data collected from interviews and opinions and problems of shops the mango market. In Chalcogens. The 5 people. And consumers were 100 people. In order to know the opinion of cushioning packaging for the mango, are currently.

So the designer has the design of the structure were analyzed and according to the advice of experts in design. Then forming packaging shockproof of pulp used for testing a tighter visa. Institute of science and technology of the packaging). The result of testing the performance of cushioning packaging the study and design of it can impact. As well as the assessment of satisfaction the result was very good.

กิตติกรรมประกาศ

สาระนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนสาระนิพนธฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบสาระนิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในขั้นตอนสุดท้ายจนทำให้สาระนิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ และผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ. ปริชาติ รัตนพล , ผศ. จักรภพ พูนสิน, นายณหทัย จันแสน, ผศ.ดร. อภิสักก์ สินธุภัค , อาจารย์โอฬาร ตัณฑวิรุฬห์ , นายณหทัย จันแสน, ผศ.ดร .ธเนศ ภิรมย์การ ,ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา, ผศ.ดร.จตุรง เลาหะเพ็ญแสง ที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของเครื่องมือวิจัย และการออกแบบชิ้นงานในครั้งนี้เพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมต่อการวิจัย และขอขอบพระคุณ คุณลุงวิเชียร เจ้าของสวนมะม่วง ที่ให้ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับมะม่วงน้ำดอกไม้ ทำให้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลได้เป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากสาระนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดาร และผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

สุมารินร์ ศิริกุลไพบูลย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อไทย.....I
บทคัดย่ออังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....V
สารบัญภาพ.....VI

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์.....2
1.3 ปัญหาของการวิจัย.....2
1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....2
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....3
1.6 นิยามศัพท์.....3
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....5
2.1 มะม่วงน้ำดอกไม้.....5
2.2 การออกแบบวัสดุกันกระแทก.....9
2.3 ประเภทของวัสดุกันกระแทก.....12
2.4 เยื่อกระดาษขึ้นรูป.....20
2.5 ระบบการขนส่ง.....26
2.6 การทดสอบประสิทธิภาพวัสดุกันกระแทก.....32
2.7 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....37

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....40
3.1 ศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้.....40
3.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพวัสดุกันกระแทกจากวัสดุธรรมชาติมะม่วงน้ำดอกไม้.....41
3.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค.....44

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....47
4.1 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบสอบถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยผู้ทรงคุณวุฒิ....47
4.2 ผลการสัมภาษณ์ความต้องการของผู้ผลิต และจำหน่ายผลมะม่วงน้ำดอกไม้....47
4.3 ผลการสัมภาษณ์ความคิเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้....48
4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้....51
4.5 การประเมินความพึงพอใจด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ จากกลุ่มผู้ผลิต และผู้บริโภค....52
4.6 ผลการศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้....46

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ....64
5.1 สรุปผลการวิจัย....64
5.2 อภิปรายผลการวิจัย....66
5.3 ข้อเสนอแนะ....67

บรรณานุกรม....68

ภาคผนวก....69
ภาคผนวก ก....70
ภาคผนวก ข....77
ภาคผนวก ค....87
ภาคผนวก ง....98
ภาคผนวก จ....108

ประวัติผู้เขียน....111

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงอุณหภูมิและวันที่เหมาะสมในการเก็บรักษามะม่วง 8
2.2 ขนาดของกระบะและน้ำหนักที่รองรับสำหรับตู้คอนเทนเนอร์.....27
2.3 ความคงทนของผลไม้ที่มีต่ออันตรายทางกายภาพ.....30
4.1 การแสดงความคิดเห็นด้านโครงสร้าง การเลือกใช้วัสดุในการออกแบบ 29
4.2 แสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ 49
4.3 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจด้านโครงสร้างของผู้ผลิต.....50
4.4 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจด้านโครงสร้างของ ผู้บริโภค.....53

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ต้นมะม่วง....5
2.2 สวนนมะม่วง....6
2.3 มะม่วงน้ำดอกไม้....6
2.4 การห่อผลมะม่วง....7
2.5 วัสดุกันกระแทกประเภทต่างๆ....12
2.6 วัสดุกันกระแทกประเภทต่างๆ....13
2.7 แผ่นกระดาษลูกฟูก....14
2.8 โฟมพอลิสไตรีน....14
2.9 โฟมพอลิยูรีเทน....15
2.10 โฟมพอลิเอทีรี....15
2.11 แผ่นพลาสติกอัดอากาศ....16
2.12 ฝอยไม้....16
2.13 ฝอยกระดาษ....17
2.14 วัสดุกันกระแทกจากเห็ด....17
2.15 วัสดุกันกระแทกจากเห็ดที่มา....18
2.16 เฟอร์นิเจอร์จากไม้ยางพารา....18
2.17 การทดสอบประสิทธิภาพในการรับแรงกระแทก....19
2.18 วัสดุกันกระแทกจากผงไม้และยางธรรมชาติ....20
2.19 เครื่องทดสอบน้ำหนักมาตรฐาน....21
2.20 เครื่องทดสอบความหนาแน่น....21
2.21 เครื่องทดสอบความต้านทานต่อแรงฉีกขาด....22
2.22 เครื่องทดสอบความต้านทานต่อแรงฉีกขาด....22
2.23 เครื่องทดสอบความต้านทานต่อแรงดึงขาด....23
2.24 เครื่องทดสอบหาความชื้น....23
2.25 เครื่องทดสอบการดูดซึมน้ำ....24
2.26 แสดงต้นทุนผลิตภัณฑ์....24
2.27 บรรจุภัณฑ์กันกระแทกเยื่อกระดาษขึ้นรูป....25
2.28 การขนส่งทางอากาศ....26
2.29 บรรจุภัณฑ์ผลไม้สด....28
2.30 บรรจุภัณฑ์ชั้นใน....28
2.31 บรรจุภัณฑ์net bag....30
2.32 บรรจุภัณฑ์ถาด....30

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.33 การทดสอบความแข็งแรงตามขอบของกระดาษลูกฟูก....33
2.34 การทดสอบการรับแรงกดในแนวราบของลอนลูกฟูก....34
2.35 การทดสอบการตกกระแทก....35
2.36 การทดสอบการสั่นสะเทือน....35
2.37 ความสามารถในการรับแรงกดในแนวดิ่ง....36
2.38 ความสามารถในการรับแรงกดในแนวดิ่ง....37
3.1 ขั้นตอนการพัฒนาวัสดุกันกระแทกจากวัสดุธรรมชาติสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้....46
4.1 แนวคิดในการออกแบบ....54
4.2 แบบร่างความคิดบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้แบบที่1....55
4.3 แบบร่างความคิดบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้แบบที่2....55
4.4 แบบร่างความคิดบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้แบบที่3....56
4.5 แบบร่างและขนาดบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้แบบที่1....57
4.6 แบบร่างและขนาดบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้แบบที่2....58
4.7 แบบร่างและขนาดบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้แบบที่3....59
4.8 แบบร่างและขนาดบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้....60
4.9 ขนาดของวัสดุกันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้....61
4.10 สามมิติของวัสดุกันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้....62
4.11 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวัสดุกันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้....63

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แม้ว่าในปัจจุบันวัสดุอย่างโฟมจะหาง่าย ราคาถูก สะดวกต่อการผลิต แถมอายุการใช้งานก็ยาวนานเหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์หลายๆ ประเภท แต่คุณสมบัติที่มีอายุยืนยาวนี่แหละกลับกลายสภาพเป็นขยะกองมหึมาที่ยากต่อการทำลาย อีกทั้งยังเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้โลกใบนี้ร้อนขึ้นในทางอ้อม และแม้ว่าพัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีรีไซเคิลจะมีบทบาทสำคัญในการลดปัญหาขยะพลาสติกและโฟมได้ดีขึ้น แต่การใช้อย่างต่อเนื่องก็ไม่เป็นผลดีต่อโลกแสนสวยใบทั้งนี้สินค้าแต่ละชนิดต่างก็มีความต่างกัน สิ่งที่สำคัญนอกจากฟังชั่นการใช้งานแล้ว การปกป้องสินค้านั้นๆให้ไปถึงมือผู้บริโภคอย่างปลอดภัยและสมบูณร์แบบที่สุด คือวัสดุที่ช่วยลดการกระแทก ซึ่งการออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อป้องกันอันตรายทางกายภาพแนวทางการออกแบบที่สามารถปกป้องสินค้าได้ดี คือ การเลือกใช้วัสดุกันการสั่นกระแทก (Cushioning Materials) ที่ถูกนำมาใช้เพื่อ ปกป้องสินค้าจากการสูญเสียเนื่องมาจากการกระแทกอย่างรุนแรง และ/หรือการสั่นสะเทือน ระหว่างกระบวนการขนส่ง เคลื่อนย้าย ขนถ่าย หลักการพื้นฐานที่สำคัญ 2 ประการของวัสดุกันกระแทกในการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสินค้า คือ วัสดุกันกระแทกถูกนำมาใช้เพื่อดูดซับแรงกระแทกและปกป้อง การส่งผ่านแรงกระแทกมายังตัวสินค้า วัสดุกันกระแทกมีประสิทธิภาพในการลดการเคลื่อนที่ของสินค้าในหีบห่อ ซึ่งเป็นการลดการเคลื่อนที่มากระแทกกันจากการสั่นสะเทือนในปัจจุบันมีวัสดุหลายชนิดได้รับการนำมาใช้เพื่อทำหน้าที่เป็นวัสดุกันกระแทก การเลือกใช้วัสดุที่ให้ผลในการคุ้มครองเพียงพอในระดับราคาที่เหมาะสมจะช่วยควบคุมต้นทุนของสินค้าและลดการสูญเสียของสินค้าลงได้ภายในบรรจุภัณฑ์ขนส่งในทุกสภาวะการขนส่ง ผลิตภัณฑ์จะเผชิญกับการตกกระแทกและการสั่นสะเทือนในรูปแบบต่างกัน บรรจุภัณฑ์ที่มีผลิตภัณฑ์อยู่ภายในอาจจะมีการตกหล่นในระหว่างการเคลื่อนย้ายไม่ว่าใช้แรงงานคนหรือเครื่องมือในการขนย้าย โอกาสที่บรรจุภัณฑ์จะตกหล่นระหว่างการเคลื่อนย้ายโดยใช้แรงงานมีมากกว่า ส่วนโอกาสและความบ่อยครั้งที่จะเกิดขึ้นกับบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเบามากกว่าบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนักมาก สำหรับการเคลื่อนย้ายโดยใช้เครื่องมือ เช่น รถยก โอกาสในการตกกระแทกจะมีน้อย แต่เมื่อบรรจุภัณฑ์นั้นเกิดตกหล่น ความสูงในการตกอาจจะสูงถึง 1.5 เมตร (ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร,2550:ออนไลน์)

ความต้องการของตลาด เป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายของวัสดุกันการสั่นกระแทกที่ใช้แล้ว ตัวอย่างเช่น ในประเทศเยอรมัน วัสดุบรรจุภัณฑ์ทุกชนิดต้องสามารถหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งแน่นอนทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น ดังนั้น การเลือกวัสดุกันการสั่นกระแทกที่สามารถหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ได้จะทำให้ผู้ส่งออกสามารถแข่งขันในตลาดได้ มากกว่าที่จะเลือกวัสดุกันการสั่นกระแทกที่ยากหรือลำบากต่อการหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ ในปัจจุบัน ประเทศอุตสาหกรรมนิยมใช้วัสดุกันกระแทกประเภทพลาสติกแต่ก็กำลังเผชิญกับการแข่งขันของวัสดุกันกระแทกประเภทกระดาษเนื่องจากกระแสรักษ์สิ่งแวดล้อมทวีความรุนแรงขึ้น (ธิยา รัตนาปนนท์ .2556:25)

ทั่วทุกภูมิภาคและเกือบทุกจังหวัดของประเทศไทยมีการผลิตสิ่งที่ได้จากธรรมชาติและจะเหลือเศษวัสดุจากธรรมชาติเป็นจำนวนมาก จึงทำให้เกิดปัญหาด้านการย่อยสลาย ทั้งนี้การนำเอาเศษวัสดุที่ได้จากธรรมมาพัฒนาต่อยอดทางด้านการออกแบบ จะช่วยให้ลดปัญหาด้านการย่อสลายไปได้ และอีกทั้งยังทำให้เกิดแนวทางใหม่ๆสำหรับในแวดวงอุตสาหกรรม ที่จะมีผลต่อผู้บริโภค

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงคิดที่จะศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้โดยการนำเอาเศษวัสดุจากธรรมชาติมาขึ้นรูปเป็นวัสดุกระแทกเพื่อทดแทนการใช้โฟม อีกทั้งยังลดปัญหาการย่อสลายที่จะเกิดขึ้นได้ ซึ่งการนำเอาเศษวัสดุจากธรรมมาใช้ในการออกแบบนี้ยังมีส่วนช่วยให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้นเพราะจะช่วยลดการใช้โฟมและพลาสติกที่ย่อยสลายยาก

1.2วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

1.2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

1.2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

1.3 ปัญหาของการวิจัย

1.3.1 วัสดุที่สามารถนำมาขึ้นรูปเป็นวัสดุกันกระแทกได้

1.3.2 บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้สามารถลดแรงกระแทกได้

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบวัสดุกันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ เพื่อนำมาใช้ในการลดแรงกระแทกและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค โดยมีแนวทางในการศึกษาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1.4.1 การเลือกบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่สามารถหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ได้จำทำให้ผู้ส่งออกสามารถมีการแข่งขันในตลาดได้มากขึ้นมากกว่าที่จะเลือกวัสดุที่ยากกต่อการหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ในปัจจุบันประเทศอุตสาตหกรรมนิยมใช้วัสดุกันกระแทกประเภทพลาสติก แต่ก็กำลังเผชิญการแข่งขันด้านวัสดุกันกระเทกประเภทกระดาษเนื่องจากกระแสรักษ์สิ่งแวดล้อมทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น (นิธิยา รัตนาปนนท์.2556:25)

1.4.2 การทดสอบประสิทธิภาพจากวัสดุกันกระแทกเป็นการทดสอบประสิธิภาพด้านการต้านแรงเมื่อตก หมายถึงความสามรถของภาชนะในการต้านแรงกระแทกกับพื้น เมื่อปล่อยให้ตกจากที่สูง วัตถุประสงค์เพื่อการทดสอบนี้เพื่อดูความแข็งแรงของภาชนะบรรจุในการปกป้องสินค้าไม่ให้

เสียหายเมื่อการการขนถ่ายและขนส่ง เครื่องมือที่ใช้ได้แก่เครื่องตกซึ่งมีหลายแบบขึ้นอยู่กับน้ำหนัก ขนาดและความสูงของภาชนะบรรจุ (บุษกร ประดิษนิยกูล และ คณะ(2545:102)

1.4.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ผลิตและผู้บริโภค ที่มีผลต่อวัสดุกันกระแทกจากวัสดุธรรมชาติ การศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคมีรากฐานมาจากพฤติกรรมการซื้อมากจากผู้บริโภคซึ่งแสดงบทบาทที่แตกกันสามบทบาทได้แก่ ผู้ใช้ ผู้จ่าย และผู้ซื้อ การตลาดเป็นสิ่งหนึ่งที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้บริโภคเพราะมันเป็นจุดเด่นที่แท้จริงของการตลาดด้วยการยอมรับความสำคัญของลูกค้าหรือผู้ซื้อที่สามารถปรับตามควมต้องการของผู้บริโภคได้ (พฤติกรรมผู้บริโภค ,2556:ออนไลน์)

1.5 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ มีขอบเขตของการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาวัสดุกันกระแทกจากวัสดุธรรมชาติ

(1) ศึกษาประสิธิภาพและคุณสมบัติที่สามารถลดแรงกระแทกได้การเคลื่อนย้ายและขนส่ง

(2) ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการออกแบบวัสดุกันกระแทกจากวัสดุธรรมชาติและปัญหาการย่อยสลาย โดยการค้นคว้าข้อมูลเบื้องต้น

(3) ข้อมูลเบื้องต้นของบรรจุภัณฑ์มะม่วง

ตอนที่ 2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

(1) ผู้จำหน่ายมะม่วงพรรณน้ำดอกไม้

ตอนที่ 3 ขั้นตอนการออกแบบและประเมินความพึงพอใจ

(1) สเก็ตแบบร่าง

(2) ทำต้นแบบ และขึ้นรูปโครงสร้างวัสดุกันกระแทก

(3) นำต้นแบบที่ได้ไปประเมินผลตามความคิดเห็นด้วยแบบสอบถามและแบบทดสอบกับกลุ่มผู้บริโภคและผู้ประกอบการ

(4) ทำการวิเราเคราะห์แยกข้อมูลออกมา

(5) ทำการสรุปผล

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 ศึกษา	หมายถึง	การค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากธรรมชาติเพื่อลดแรงกันกระแทกของบรรจุภัณฑ์มะม่วง
1.6.2 ออกแบบ	หมายถึง	การนำเอาวัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้มาขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วง

1.6.3 วัสดุกันกระแทก หมายถึง วัสดุจากเยื่อกระดาษขึ้นรูปที่มีประสิทธิภาพสามารถปกป้องสินค้าไม่ให้เกิดความชำรุด

1.6.4 ประเมินความพึงพอใจ หมายถึง ความพึงพอใจต่อผลการใช้งานของวัสดุที่สามารถปกป้องผลของมะม่วงจากแรงกระแทก

1.6.5 ผู้ผลิต หมายถึง ผู้ผลิตผลมะม่วงพรรณน้ำดอกไม้เพื่อจำหน่าย

1.6.6 ผู้บริโภค หมายถึง ผู้บริโภคมะม่วงพรรณน้ำดอกไม้

1.6.7 ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามรถของวัสดุกันกระแทกจากวัสดุธรรมชาติที่สามารถต้านแรงกระแทกจากที่สูงได้

1.7ประโยชน์ที่ได้รับ

1.7.1 เข้าใจถึงหลักการออกแบบวัสดุกันกระแทกจากวัสดุธรรมชาติที่สามารถปกป้องสินคเพื่อลดแรงกระแทกได้

1.7.2 ได้แนวทางความรู้ในการเลือกใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและสามารถผลิตเองได้ภายในประเทศ

1.7.3 ได้ทราบผลการทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุกันกันกระแทกที่ได้ทดลอง

บทที่2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในออกแบบวัสดุกันกระแทกจากวัสดุธรรมชาติสำหรับมะม่วงพรรณน้ำดอกไม้ ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากตำราร่วมทั้งหนังสือต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดและทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 มะม่วงน้ำดอกไม้
2.2 การออกแบบวัสดุกันกระแทก
2.3 ประเภทขอวัสดุกันกระแทก
2.4 เยื่อกระดาษขึ้นรูป
2.5 ระบบการขนส่ง
2.6 การทดสอบประสิทธิภาพวัสดุกันกระแทก
2.7 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะม่วงน้ำดอกไม้

2.1.1 การดูแลรักษามะม่วงน้ำดอกไม้

หลังจากการปลูกใหม่ ๆ ถ้าฝนไม่ตกควรรดน้ำให้ทุกวัน และค่อย ๆ ห่างขึ้น เช่น 3-4 วันต่อครั้งจนกว่าต้นมะม่วงจะตั้งตัวได้การให้น้ำเป็นสิ่งจำเป็นอย่างหนึ่งในการปลูกมะม่วงเพื่อให้ผลได้อย่างเต็มที่การให้น้ำอย่างเพียงพอตามที่ต้นมะม่วงต้องการจะช่วยให้ต้นมะม่วงเจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอ ไม่ชะงักการเจริญเติบโตทำให้ได้ผลเร็วขึ้น การปลูกมะม่วงในที่ที่น้ำไม่ อุดมสมบูรณ์ควรจะกะเวลาปลูกให้ดี ให้ต้นกล้ามะม่วงได้รับน้ำฝนนานที่สุด เพื่อต้นจะได้ตั้งตัวได้ก่อนที่จะถึงฤดูแล้ง หรือการปลูกต้นกล้วยก่อนแล้วจึงปลูกมะม่วงตามลงไปดังที่ได้กล่าวถึงแล้วก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยประหยัดการให้น้ำได้มาก

ภาพที่ 2.1 ต้นมะม่วง

ที่มา: สวนมะม่วงลุงวิเชียร มงคล

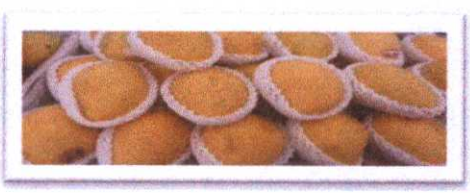
มะม่วงจะเริ่มออกดอกในราวเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ (ยกเว้นพวกมะม่วงทะวาย) การออกดอกของมะม่วงขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุ์มะม่วง ความอุดมสมบูรณ์ของต้น และยังเกี่ยวข้องกับสภาพของอากาศอีกด้วย โดยจะเห็นว่า ถ้าปีใดอากาศหนาวเย็นมาก มะม่วงจะออกดอกมาก เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ผู้ปลูกควรได้คำนึงด้วย เพราะจะทำให้การปลูกมะม่วงได้ผลอย่างเต็มที่ กล่าวคือ ควรเลือกพันธุ์มะม่วงที่ออกดอกง่าย สามารถออกดอกได้ทุกปีไม่มีเว้น รวมทั้งการบำรุงต้นมะม่วงให้สมบูรเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่าง หนึ่ง ซึ่งจะได้กล่าวถึงในเรื่องการบำรุงต้นมะม่วงหลังจากเก็บผลแล้ว เมื่อต้นมะม่วงสมบูรณ์เต็มที่ก็จะสามารถออกดอกได้ง่ายกว่าต้นที่ไม่ค่อยสมบูรณ์

ภาพที่ 2.2 สวนนมะม่วง

ที่มา: สวนมะม่วงลุงวิเชียร มงคล

1.2.2 การทำผิวมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

ผิวมะม่วงส่วนใหญ่จะเสียหายเพราะเกิดจากการทำลายของโรคและแมลง โดยเฉพาะช่วงที่มีความสำคัญคือ ระยะดอกมะม่วงโรย แมลงศัตรูที่สำคัญคือ "เพลี้ยไฟ" ในระยะนี้เกษตรกรจะต้องเฝ้าดูการทำลายทุกวัน เผลอไม่ได้ เพลี้ยไฟจะเข้าทำลายในระยะดอกมะม่วงโรยมากที่สุด การป้องกันและกำจัดแนะนำให้ฉีดพ่น โปรวาโด อัตรา 2-3 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร หรืออาจจะฉีดสลับด้วยสาร "มาลาไทออน" หรือ " เมทโธมิล" (เช่น แบนโจ) ข้อดีของสารป้องกันและกำจัด 2 ชนิดหลังดังกล่าว คุณมานพบอกว่าราคาไม่แพงนัก นอกจากจะควบคุมเพลี้ยไฟได้แล้วยังควบคุมหนอนได้ด้วย ที่สำคัญสารดังกล่าวญี่ปุ่นไม่ห้ามใช้และที่ผ่านมาเมื่อตรวจสอบสารพิษตกค้างอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่มีปัญหาเพราะสลายตัวเร็วสำหรับโรคที่ มีความสำคัญกลับไม่ใช่โรคแอนแทรกโนส แต่เป็นโรค "ราแป้ง" ที่จะต้องเฝ้าระวังเป็นพิเศษเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูหนาว การระบาดของราแป้งลงช่อมะม่วงจะรวดเร็วมาก มีผลทำให้ไม่มีการติดผลเลย ปัจจุบันยังไม่พบสารป้องกันโรคพืชที่โดดเด่นเป็นพิเศษในการป้องกันและกำจัด โรคราแป้ง แนะนำให้ใช้สารซีสเทน-อีฉีดพ่นสลับกับสารเบนโนมิลเช่นเมเจอร์เบนเป็นต้น



ภาพที่ 2.3 มะม่วงน้ำดอกไม้

ที่มา: งานมะม่วงแฟร์ ห้างสรรพสินค้าแฟชั่นไอแลนด์

2.1.3 การตัดแต่งผลมะม่วงก่อห่อ

การปลูกมะม่วงในประเทศไต้หวันที่ขึ้นชื่อถึงความประณีตในการทำการเกษตรประเทศหนึ่งในโลกต้นมะม่วงที่ไต้หวันจะมีการควบคุมทรงพุ่มให้เตี้ยเพื่อปฏิบัติงานได้ง่ายและมีการคัดเลือกจำนวนผลมะม่วงต่อต้นก่อนที่จะห่อ ตัวอย่าง มะม่วง 100 ผล ที่ห่อจะคัดเลือกได้อย่างน้อย 80 ผล หรือ 80% ชาวสวนมะม่วงไทยควรจะนำเอามาเป็นแบบอย่างใช้กับการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองของไทย คุณมานพแนะว่าน้ำดอกไม้สีทองบ้านเรา ถ้าติดผลช่อละ 3 ผล ควรคัดเลือกห่อเพียง 1 ผล เท่านั้นที่ผ่านมาแต่ละช่อติดผลมากไม่มีการปลิดทิ้งเลยเมื่อเก็บเกี่ยวแทบจะเลือกมะม่วงส่งออกไม่ได้เลยแม้แต่ผลเดียว ข้อควรระวังในการห่อผลมะม่วงอีกประการหนึ่งที่ไม่ควรมองข้ามคือ ก่อนที่จะห่อผลมะม่วงจะต้องเด็ดหรือตัดส่วนปลายก้านช่อดอกหรือที่ชาวสวน เรียกว่า "หนวดมะม่วง" ถ้าปล่อยทิ้งไว้ส่วนของหนวดจะทำให้ผิวมะม่วงเกิดตำหนิขึ้นได้ (เมื่ออยู่ในถุงห่อจะเกิดการเสียดสีภายในถุง)

ภาพที่ 2.4 การห่อผลมะม่วง
ที่มา: สวนมะม่วงลุงวิเชียร มงคล

2.1.4 การเลือกใช้ถุงห่อผลมะม่วงการห่อผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

จะช่วยรักษาผิวของผลมะม่วงได้ดีและสวยไร้ริ้วรอยป้องกันการเข้าทำลายของโรคและแมลงได้โดยเฉพาะแมลงวันทองและยังช่วยลดปริมาณของสารเคมีที่อาจจะฉีดพ่นถูกผลมะม่วงได้อีกด้วย ในการห่อผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองคุณมานพแนะนำให้เลือกห่อตั้งแต่ผลมีขนาด ประมาณ 2 นิ้วครึ่ง (ใหญ่กว่าไข่ไก่เล็กน้อย) โดยจะห่อนานประมาณ 40 วัน จึงจะเก็บเกี่ยวได้ หรือถ้าห่อขนาดผล 3 นิ้ว จะห่อนานประมาณ 1 เดือน ซึ่งในขณะนั้นความแก่ของผลมะม่วงจะอยู่ที่ 75-80% แต่ถ้าห่อผลนานเกิน 45 วัน ขึ้นไปผิวมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองจะเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองอ่อนออกขาวหรือที่ชาวสวนเรียกว่า "มะม่วงเผือก" แต่เดิมการห่อผลมะม่วงจะใช้กระดาษหนังสือ พิมพ์มักจะเกิดปัญหาว่าหมึกพิมพ์จากกระดาษหนังสือพิมพ์ติดเลอะเทอะบนผิว มะม่วง ปัจจุบันมีทางเลือกในการใช้ถุงห่อแบบใหม่คือการใช้ถุงคาร์บอนหรือมีการจำหน่ายอยู่หลายเกรด ราคาถูกแพงขึ้นอยู่กับคุณภาพของถุงห่อด้วยอย่างกรณีของถุงคาร์บอนห่อผลมะม่วงของ "ชุนฟง" ถึงแม้จะมีราคาสูงกว่ายี่ห้ออื่นบ้าง แต่ถุงทุกใบได้มาตรฐานและผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว คุณมานพยังแนะนำว่าในการใช้ถุงคาร์บอนควรใช้เพียง 2 ครั้งก็เพียงพอแล้ว หลังจากนั้นให้เปลี่ยนถุงใหม่

ตารางที่ 2.1 แสดงอุณหภูมิและวันที่เหมาะสมในการเก็บรักษามะม่วง (สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร)

อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	ระยะเวลาในการเก็บรักษา(วัน)
2 C	2
5 C	5
10 C	7
13 C	15-20
มากกว่า 20 C	5-10

2.1.5 การเก็บเกี่ยวผลผลิต

ขั้นตอนสุดท้ายที่สำคัญยิ่งขั้นตอนในการเก็บเกี่ยวผลผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเป็นขั้นตอนที่จะมีการเอาใจใส่ดูแลที่ดีไม่แพ้ช่วงที่ดูแลรักษาบนต้น เจ้าของสวนมะม่วงจะต้องฝึกฝนคนงานและปลูกฝังการทำงานในเรื่องของการเก็บ เกี่ยวผลผลิตอย่างระมัดระวังและมีความประณีต เพียงแค่แรงกระแทกหรือช้ำเพียงจุดเดียวก็ถือว่าตกเกรดทันทีสำหรับมะม่วง เพื่อการส่งออกขั้นตอนในการเก็บเกี่ยวมะม่วงออกจากแปลงปลูกนั้น ถ้าเป็นจุดที่ใช้มือเอื้อมเด็ดถึง ก็ให้เด็ดผลอย่าให้ขั้วหักเป็นอันขาด ในการรับซื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเพื่อการส่งออก ถ้าผลมะม่วงไม่มีขั้วผลติด ตลาดจะไม่รับซื้อ เมื่อขั้วมะม่วงหักยางมะม่วงจะไหลโดนผิวมะม่วงเป็นลายจะตกเกรดทันที ในจุดที่ผลมะม่วงอยู่สูงใช้มือเด็ดไม่ได้ให้ใช้ตะกร้อเก็บเกี่ยว ตะกร้อที่ดีจะต้องมีใบมีดติดเพื่อเกี่ยวขั้วมะม่วงให้ขาดได้เพียงครั้งเดียว การเก็บด้วยตะกร้อควรจะเก็บทีละผล หลังจากเก็บผลมะม่วงลงมาจากต้น แล้วจะต้องนำไปใส่เข่งหรือตะกร้าที่วางอยู่ใต้ต้นมะม่วง ไม่ควรวางลงกับดิน ใส่ตะกร้าให้เต็มพอประมาณอย่าวางทับกันแน่นเกินไป เคลื่อนย้ายไปแกะถุงคาร์บอนในโรงคัดแยก ไม่แนะนำให้แกะถุงในแปลงปลูก(ถุงคาร์บอนมีส่วนช่วยลดการเสียดสีได้อีกทางหนึ่ง)

2.1.6 ขนาดของผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว

หลังจากเก็บเกี่ยวลงจากต้นจะต้องมีการทำความสะอาดและคัดขนาดมะม่วงโดยแบ่งเป็นเบอร์ต่างๆดังนี้

เบอร์ 0	น้ำหนัก	ประมาณ	450	กรัมขึ้นไป
เบอร์ 1	น้ำหนัก	ประมาณ	350-400	กรัม
เบอร์ 2	น้ำหนัก	ประมาณ	300-350	กรัม
เบอร์ 3	น้ำหนัก	ประมาณต่ำกว่า	300	กรัม

2.1.7 ห้องเย็นความสำคัญในการผลิตกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตมะม่วง

เพื่อการส่งออกจังหวัดฉะเชิงเทรามีห้องเย็นเป็นของกลุ่มแต่ก็มีเสียงคัดค้านมาตลอดว่า การนำห้องเย็นมาใช้กับมะม่วงจะไม่ประสบความสำเร็จในที่สุดทางกลุ่มก็ได้สร้างห้องเย็นด้วยงบประมาณ 1 ล้านบาท มีจำนวน 2 ห้อง แต่ละห้องมีขนาดความกว้าง 6 เมตร และความยาว 6 เมตร แต่ละห้อง

จะเก็บมะม่วงได้ประมาณ10ตันห้องเย็นจะตั้งอุณหภูมิไว้ ที่ 13-16 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิที่ประหยัดไฟและเก็บรักษาคงสภาพความสดของผลมะม่วงได้นาน 7-15วันคุณมานพได้บอกถึงประโยชน์ของห้องเย็นคือช่วยในเรื่องของการจัดการผลผลิตมะม่วงได้ง่ายขึ้นในช่วงที่ต้องเตรียมมะม่วงส่งออกหรือเก็บจำหน่ายในแต่ละครั้งผลผลิตอาจจะมี ปริมาณมาก เช่น เก็บผลผลิตมาจำนวน 10 ตัน ในวันนั้น ในการปฏิบัติงานจริงจะทำไม่ทันหรือจะต้องทำแข่งขันกับเวลา (มะม่วงจะวางกองอยู่ในเข่ง คัดแยกออกมาไม่ทัน พบมะม่วงสุกคาเข่งก็มี) แต่ถ้าผลผลิตมะม่วงบางส่วนไปเก็บรอไว้ในห้องเย็นก่อนแล้วทยอยเอาออกมาแกะถุง ห่อ คัดอย่างประณีตไม่ต้องรีบร้อน ไม่ต้องเร่งคนงาน ส่งผลต่อคุณภาพของมะม่วง ห้องเย็นยังมีส่วนช่วยรอราคามะม่วงให้สูงขึ้นได้อีก คุณมานพบอกว่า ช่วงที่ผลผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองขาดตลาดราคาซื้อ-ขายจะเปลี่ยนแปลงเกือบทุกวัน บางช่วงเก็บมะม่วงในห้องเย็นในราคา 30 บาท ต่อกิโลกรัม ช่วงเวลาไม่กี่วันขายได้กิโลกรัมละ 50 บาท ก็มี คุณมานพย้ำในตอนท้ายว่า ห้องเย็นราคา 1 ล้านบาท หลังนี้คืนทุนภายใน 1 ปี เท่านั้น

2.1.8 คุณค่าทางโภชนาการของมะม่วงมะม่วง

เป็นผลไม้ที่ทานได้ทั้งผลดิบและผลสุกซึ่งคุณค่าทางโภชนาการของมะม่วงนั้นมีมากมาย

2.1.8.1 ไฟเบอร์ช่วยในการย่อยอาหาร และเผาผลาญพลังงาน

2.1.8.2 วิตามินเอ ซี และอี ช่วยต้านอนุมูลอิสระ

2.1.8.3 โปแตสเซียม และทองแดง ช่วยให้ร่างกายทำงานเป็นปกติ ปรับสมดุลภายใน

2.1.8.4 สารฟลาโวนอยด์ กำจัดไขมันในเลือดได้

2.1.8.5 สารไตรเทอปีน ต้านการเกิดมะเร็งต่อมลูกหมากและมะเร็งผิวหนัง

2.1.8.6 กรดอะมิโนทริปโตแฟน ช่วยให้ร่างการหลั่งฮอร์โมนโนเซโรโทนิน ทำให้ผ่อนคลาย และหลับสบาย

2.2การออกแบบวัสดุกันกระแทก

2.2.1 ความหมายของการออกแบบวัสดุกันกระแทก

วัสดุกันกระแทก หมายถึง วัสดุที่ถูกนำมาใช้เพื่อ ปกป้องสินค้าจากการ สูญเสียเนื่องมาจากการกระแทกอย่างรุนแรงและ หรือการสั่นสะเทือนระหว่างกระบวนการขนส่งเคลื่อนย้าย ขนถ่าย หลักการพื้นฐานที่สำคัญ2ประการของวัสดุกันกระแทกในการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสินค้า การออกแบบวัสดุกันกระแทกแบ่งออกด้านโครงสร้างที่สามารถรองรับแรงกระแทกและปกป้องสินที่อยู่ในบรรจุภัณฑ์ได้ วัตถุประสงค์ เพื่อสร้างวัสดุกันกระแทกที่สามารถตอบสนองความต้องการ ในด้านประโยชน์ใช้สอย การคุ้มครองสินค้า การเก็บรักษา และการจัดจำหน่าย

2.2.2 หน้าที่หลักของวัสดุกันกระแทก

2.2.2.1 วัสดุกันกระแทกถูกนำมาใช้เพื่อดูดซับแรงกระแทกและปกป้องการส่งผ่านแรงกระแทกมายังตัวสินค้า

2.2.2.2 วัสดุกันกระแทกมีประสิทธิภาพในการลดการเคลื่อนที่ของสินค้า ในหีบห่อ ซึ่งเป็นการลดการเคลื่อนที่มากระแทกกันจากการสั่นสะเทือน ในปัจจุบันมีวัสดุหลายชนิดได้รับการนำมาใช้เพื่อทำหน้าที่เป็นวัสดุกันกระแทก การเลือกใช้วัสดุที่ให้ผลในการคุ้มครองเพียงพอ ในระดับราคาที่เหมาะสมจะช่วยควบคุมต้นทุนของสินค้าและลดการสูญเสียของสินค้าลงได้

2.2.3 ปัจจัยที่มีผลในการเลือกใช้วัสดุกันกระแทก

การออกแบบพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อป้องกันอันตรายทางกายภาพ แนวทางการออกแบบที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยและสามารถปกป้องสินค้าได้ดี คือ การเลือกใช้วัสดุกันการสั่นกระแทก (Cushioning Materials) ภายในบรรจุภัณฑ์ขนส่งในทุกสภาวะการขนส่ง ผลิตภัณฑ์จะเผชิญกับการตกกระแทกและการสั่นสะเทือนในรูปแบบต่างกัน บรรจุภัณฑ์ที่มีผลิตภัณฑ์อยู่ภายในอาจจะมีการตกหล่นในระหว่างการเคลื่อนย้ายไม่ว่าใช้แรงงานคนหรือเครื่องมือในการขนย้าย โอกาสที่บรรจุภัณฑ์จะตกหล่นระหว่างการเคลื่อนย้ายโดยใช้แรงงานมีมากกว่า ส่วนโอกาสและความบ่อยครั้งที่จะเกิดขึ้นกับบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเบามากกว่าบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนักมากสำหรับการเคลื่อนย้ายโดยใช้เครื่องมือ เช่น รถยก โอกาสในการตกกระแทกจะมีน้อย แต่เมื่อบรรจุภัณฑ์นั้นเกิดตกหล่น ความสูงในการตกอาจจะสูงถึง 1.5 เมตรวัตถุประสงค์ของการใช้วัสดุป้องกันการสั่นกระแทกคือ การป้องกันผลิตภัณฑ์จากความเสียหาย อันมีสาเหตุมาจากการตกกระแทกและหรือการสั่นสะเทือนระหว่างการขนส่งและการเคลื่อนย้าย ซึ่งวัสดุป้องกันการสั่นกระแทกที่จะทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายนั้นจะต้องทำหน้าที่ขั้นพื้นฐาน ดังนี้

2.2.3.1 รูปทรงขนาดและน้ำหนักของสินค้า

2.2.3.2 ความเปราะบางของสินค้า

2.2.3.3 ความแตกต่างของการขนส่งแต่ละแบบว่าได้รับแรงกระแทกและการสั่นสะเทือนแบบใดขนาดของแรงประมาณเท่าใด

2.2.3.4 คุณสมบัติ ราคา และการใช้ประโยชน์ของวัสดุกันกระแทก แต่ละชนิดในการขนส่งในแต่ละเส้นทางจะได้รับแรงกระแทกและการสั่นสะเทือนแตกต่างกันไปนอกจากนี้การเคลื่อนย้ายด้วยคนหรือเครื่อง 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 รถฟอร์กลิฟท์โอกาสตกหล่นจะน้อยลงกว่าเคลื่อนย้ายด้วยแรงคน แต่ถ้ามีการตกแล้วระยะตกอาจจะสูงถึง 1.5 เมตร

การบริโภคมะม่วงมักนิยมบริโภคกันทั้งผลดิบและผลสุก กล่าวคือ การบริโภคผลดิบจะนิยมทั้งที่มีรสชาติเปรี้ยวและมัน ได้แก่ น้ำดอกไม้ฟ้าลั่น เขียวเสวย เป็นต้น บริโภคมะม่วงสุกโดยส่วนมากจะนิยมบริโภคมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง โดยการเก็บมะม่วงควรเก็บเกี่ยวเมื่อแก่ได้เต็มที่ สำรับช่วงอายุที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวมะม่วงเพื่อการส่งออกจะเลือกเก็บที่อายุ 90-100 วันหลังจากดอกบานการที่เก็บกว่ามะม่วงที่ส่งขายภายในประเทศเนื่องจากว่าจะต้องทดเวลาและระยะทางในการขนส่ง ส่วนมะม่วงที่ใช้บริโภคภายในประเทศควรเริ่มเก็บเกี่ยวที่อายุ 110-120 วันหลังจากดอกบานเต็มที่แล้ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเทคนิค สภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศ และการจัดการของเกษตรกรแต่ละท่าน ส่วนวิธีที่นิยมทดสอบเพื่อพิสูจน์ความแก่ของมะม่วงที่เก็บมาคือการ

นำมะม่วงไปลอยน้ำหากมะม่วงยังแก่ไม่เต็มที่ก็จะลอยน้ำ เมื่อได้มะม่วงที่แก่เต็มที่แล้วปัญหาหลักต่อตือระยะเวลาในการเก็บรักษา

2.2.4ประเภทของบรรจุภัณฑ์

ประเภทบรรจุภัณฑ์แบ่งตามวิธีบรรจุและวิธีการขนถ่าย สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท

2.2.4.1 บรรจุภัณฑ์เฉพาะหน่วย (Individual Package) คือ บรรจุภัณฑ์ที่สัมผัสอยู่กับผลิตภัณฑ์ชั้นแรก เป็นสิ่งที่บรรจุผลิตภัณฑ์เอาไว้เฉพาะหน่วย โดยมีวัตถุประสงค์ขั้นแรกคือ เพิ่มคุณค่าในเชิงพาณิชย์ (To Increase Commercial Value) เช่น การกำหนดให้มีลักษณะพิเศษเฉพาะหรือทำให้มีรูปร่างที่เหมาะแก่การจับถือ และอำนวยความสะดวกต่อการใช้ผลิตภัณฑ์ภายใน พร้อมทั้งทำหน้าที่ให้ความปกป้องแก่ผลิตภัณฑ์โดยตรงอีกด้วย

2.2.4.2บรรจุภัณฑ์ชั้นใน (Inner Package) คือ บรรจุภัณฑ์ที่อยู่ถัดออกมาเป็นชั้นที่สอง มีหน้าที่รวบรวมบรรจุภัณฑ์ขั้นแรกเข้าไว้ด้วยกันเป็นชุด ในการจำหน่ายรวมตั้งแต่ 2 – 24 ชิ้นขึ้นไป โดยมีวัตถุประสงค์ขั้นแรก คือ การป้องกันรักษาผลิตภัณฑ์จากน้ำ ความชื้น ความร้อน แสง แรกระทบกระเทือน และอกนวยความสะดวกแก่การขายปลีกย่อย เป็นต้น ตัวอย่างของบรรจุภัณฑ์ประเภทนี้ ได้แก่ กล่องกระดาษแข็งที่บรรจุเครื่องดื่มจำนวน ฝ 1 โหล, สบู่ 1 โหล เป็นต้น

2.2.4.3 บรรจุภัณฑ์ชั้นนอกสุด (Out Package) คือ บรรจุภัณฑ์ที่เป็นหน่วยรวมขนาดใหญ่ที่ใช้ในการขนส่ง โดยปกติแล้วผู้ซื้อจะไม่ได้เห็นบรรจุภัณฑ์ประเภทนี้มากนัก เนื่องจากทำหน้าที่ป้องกัผลิตภัณฑ์ในระหว่างการขนส่งเท่านั้น ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ประเภทนี้ ได้แก่ หีบ ไม้ ลัง กล่องกระดาขนาดใหญ่ที่บรรจุสินค้าไว้ภายใน ภายนอกจะบอกเพียงข้อมูลที่จำเป็นต่อการขนส่งเท่านั้น เช่นรหัสสินค้า (Code) เลขที่ (Number) ตราสินค้า สถานที่ส่ง เป็นต้น

2.2.5 การแบ่งประเภทบรรจุภัณฑ์ตามวัตถุประสงค์ของการใช้

บรรจุภัณฑ์เพื่อการขายปลีก (Consumer Package) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ผู้บริโภคซื้อไปใช้ไป อาจมีชั้นเดียวหรือหลายชั้นก็ได้ ซึ่งอาจเป็น Primary Package หรือ Secondary Package บรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง (Shopping หรือ Transportation Package) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ใช้รองรับหรือห่อหุ้มบรรจุภัณฑ์ขั้นทุติยภูมิ ทำหน้าที่รวบรวมเอาบรรจุภัณฑ์ขายปลีกเข้าด้วยกัน ให้เป็นหน่วยใหญ่เพื่อความปลอดภัยและความสะดวกในการเก็บรักษา และการขนส่ง เช่น กล่องกระดาษลูกฟูกที่ใช้บรรจุยาสีฟัน กล่องละ 3 โหล

2.2.6 การแบ่งบรรจุภัณฑ์ตามความคงรูป

2.2.6.1 บรรจุภัณฑ์ประเภทรูปทรงแข็งตัว (Rigid Forms) ได้แก่ เครื่องแก้ว (Glass Ware) เซรามิคส์ (Ceramic) พลาสติกจำพวก Thermosetting ขวดพลาสติก ส่วนมากเป็นพลาสติกฉีด เครื่องปั้นดินเผา ไม้ และโลหะ มีคุณสมบัติแข็งแกร่งทนทานเอื้ออำนวยต่อการใช้งาน และป้องกันผลิตภัณฑ์จากสภาพแวดล้อมภายนอกได้ดี

2.2.6.2 บรรจุภัณฑ์ประเภทรูปทรงกึ่งแข็งตัว (Semi rigid Forms) ได้แก่ บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกอ่อน กระดาษแข็งและอลูมิเนียมบาง คุณสมบัติทั้งด้านราคา น้ำหนักและการป้องกันผลิตภัณฑ์จะอยู่ในระดับปานกลาง

2.2.6.3 บรรจุภัณฑ์ประเภทรูปทรงยืดหยุ่น (Flexible Forms) ได้แก่ บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุอ่อนตัว มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ได้รับความนิยมสูงมากเนื่องจากมีราคาถูก (หากใช้ในปริมาณมากและระยะเวลานาน) น้ำหนักน้อย มีรูปแบบและโครงสร้างมากมาย

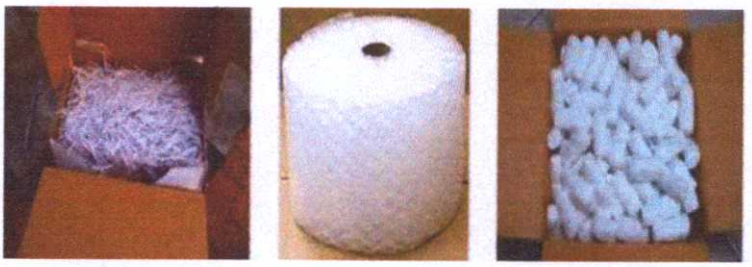
2.2.7 แบ่งตามวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ใช้

การจัดแบ่งและเรียกชื่อบรรจุภัณฑ์ในทรรศนะของผู้ออกแบบ ผู้ผลิต หรือนักการตลาดจะแตกต่างกันออกไปบรรจุภัณฑ์แต่ละประเภทก็ตั้งอยู่ภายใต้วัตถุประสงค์หลักใหญ่ (Objective of Package) ที่คล้ายกันคือเพื่อป้องกันผลิตภัณฑ์ (To Protect Products) เพื่อจำหน่ายผลิตภัณฑ์ (To Distribute Products) เพื่อโฆษณาประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์ (To Promote Products

2.3 ประเภทของวัสดุกันกระแทก

วัสดุกันกระแทก คือ วัสดุที่ถูกนำมาใช้เพื่อ ปกป้องสินค้าจากการ สูญเสียเนื่องมาจากการกระแทกอย่างรุนแรงและหรือการสั่นสะเทือนระหว่างกระบวนการขนส่งเคลื่อนย้ายขนถ่าย หลักการพื้นฐานที่สำคัญ2ประการของวัสดุกันกระแทกในการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสินค้าคือ

2.2.1 วัสดุกันกระแทก ถูกนำมาใช้เพื่อดูดซับแรงกระแทกและปกป้อง การส่งผ่านแรงกระแทกมายังตัวสินค้า



ภาพที่ 2.5 วัสดุกันกระแทกประเภทต่างๆ

ที่มา : www.Siththam.com

2.3.2 วัสดุกันกระแทกที่มีประสิทธิภาพ

ในการลดการเคลื่อนที่ขอสินค้า ในหีบห่อ ซึ่งเป็นการลดการเคลื่อนที่มากระแทกกันจากการสั่นสะเทือนในปัจจุบันมีวัสดุหลายชนิดได้รับการนำมาใช้เพื่อทำหน้าที่เป็นวัสดุกันกระแทก การเลือกใช้วัสดุที่ให้ผลในการคุ้มครองเพียงพอ ในระดับราคาที่เหมาะสมจะช่วยควบคุมต้นทุนของสินค้าและลดการสูญเสียของสินค้าลงได้ ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาเลือกวัสดุกันกระแทก

ภาพที่ 2.6 วัสดุกันกระแทกประเภทต่างๆ

ที่มา : www.Siththam.com

2.3.3 ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาเลือกวัสดุกันกระแทก

2.3.3.1 รูปทรงขนาดและน้ำหนักของสินค้า

2.3.3.2 ความเปราะบางของสินค้า

2.3.3.3 ความแตกต่างของการขนส่งแต่ละแบบว่าได้รับแรงกระแทกและการสั่นสะเทือนแบบใด ขนาดของแรงประมาณเท่าใด

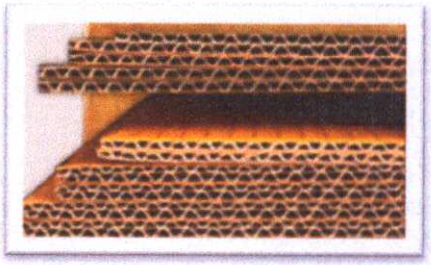
2.3.3.4 คุณสมบัติ ราคา และการใช้ประโยชน์ของวัสดุกันกระแทก แต่ละชนิดในการขนส่งในแต่ละเส้นทางจะได้รับแรงกระแทกและการสั่นสะเทือนแตกต่างกันไป นอกจากนี้การเคลื่อนย้ายด้วยคนหรือเครื่อง จักรกล อาจเกิดการตกหล่นการโยน ได้มีการศึกษาความเป็นไปได้ของการตกหล่น จากการเคลื่อนย้ายด้วยแรงคนขณะปฏิบัติงาน พบว่าสำหรับหีบห่อที่น้ำหนักมากและสำหรับหีบห่อที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 35 กิโลกรัม ระยะตกโดยประมาณจะคำนวณได้จากสูตร$h = 60 – M \times H$ เมื่อ h = ระยะตกเป็นเซนติเมตรM = น้ำหนักของหีบห่อเป็นกิโลกรัมH = มิติที่ยาวที่สุดของหีบห่อเป็นเซนติเมตรเช่น หีบห่อชิ้นหนึ่งมีน้ำหนัก 30 กิโลกรัม และมีด้านยาวสุด 30 เซนติเมตร จะมีโอกาสตกที่ระดับความสูงอย่างน้อย 30 เซนติเมตร อนึ่ง การเคลื่อนย้ายด้วยเครื่องจักร เช่น รถฟอร์กลิฟท์โอกาสตกหล่นจะน้อยลงกว่าเคลื่อนย้ายด้วยแรงคน แต่ถ้ามีการตกแล้วระยะตกอาจจะสูงถึง 1.5 เมตร

2.3.4 ชนิดของวัสดุกันกระแทก

วัสดุกันกระแทกที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ แผ่นกระดาษลูกฟูก โฟมพอลิสไตรีน โฟมพอลิ– ยูรีเทน โฟมพอลิเอทิลีน แผ่นพลาสติกอัดอากาศ ฝอยไม้ และฝอยกระดาษ วัสดุแต่ละชนิดมีคุณลักษณะประจำตัวและความเหมาะสมต่อการใช้งานแตกต่างกันไปดังนี้

2.3.4.1 แผ่นกระดาษลูกฟูก ใช้ทำหน้าที่แผ่นรอง ตัวกั้นหรือแผ่นกั้น เพื่อเก็บสินค้าภายใน บรรจุภัณฑ์ หรือทำหน้าที่เป็นตัวห่อหุ้มสินค้า แผ่นกระดาษลูกฟูกมีข้อจำกัดในการดูดซับแรงกระแทกอย่างรุนแรง และไม่คืนรูปกลับเป็นอย่างเดิม หลังถูกแรงกระทำ มีการดูดซึมความชื้น และอ่อนตัวลงในสภาวะอากาศที่มีความชื้นสูง แต่เนื่องจากการที่สามารถนำกลับเข้ากระบวนการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ จึงไม่ก่อให้เกิดปัญหาจากเศษวัสดุเหลือหลังใช้งาน ตัวอย่างการนำกระดาษลูกฟูกมาใช้งาน ได้แก่ การใช้แผ่นชนิด 3 ชั้น ในการกั้นแบ่งช่องของกล่องบรรจุเครื่องแก้วเพื่อป้องกันการกระทบกระแทกซึ่งกันและกัน หรือใช้ทำหน้าที่ลดการเคลื่อนที่ภายในกล่องหัตถกรรม

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



ภาพที่ 2.7 แผ่นกระดาษลูกฟูก

ที่มา : www.foodnetworksolution.com

2.3.4.2 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

ภาพที่ 2.8 โฟมพอลิสไตรีน

ที่มา : www.foodnetworksolution.com

2.3.4.3 โฟมพอลิยูรีเทน โครงสร้างมีลักษณะเป็นเซลล์เปิดจนถึงมีเซลล์ปิด 80 เปอร์เซ็นต์ ยอมให้อากาศหนีออกเมื่อได้รับแรงกระแทกและดูดอากาศกลับเมื่อหมดแรง กระแทก การคืนรูปดีมากทำให้เป็นวัสดุกันกระแทกที่ดี ไม่ดูดซับความชื้นในอากาศ มีการใช้งานทั้งชนิดขึ้นรูปจากแม่แบบมาก่อน และขึ้นรูปด้วยการฉีดเข้าไปขยายตัวในช่องว่าง ในกรณีขึ้นรูปด้วยวิธีฉีดให้เข้าไปขยายตัวในช่องว่าง สินค้าจะถูกนำมาห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก (ปกติใช้ฟิล์มพอลิเอทิลีน) เพื่อป้องกันการติดของโฟมที่ใส่ไม่ให้เกาะติด สินค้า จากนั้นวางสินค้าดังกล่าวลงภายในกล่องแล้วฉีดโฟมลงในที่ว่าง การใช้เครื่องเติมโฟมประเภทมือถือจะช่วยให้ทำงานสะดวกมากขึ้น การใช้งานโฟม ชนิดนี้จะพบในการห่อสินค้าที่ค่อนข้างละเอียดอ่อน เครื่องมือมีราคาแพงหรือสินค้าที่มีขนาดรูปทรงเปลี่ยนแปลงบ่อยมากๆ จนไม่คุ้มกับการลงทุนโฟมชนิดขึ้นรูปมาก่อน

ภาพที่ 2.9 โฟมพอลิยูรีเทน

ที่มา : www.foodnetworksolution.com

2.3.4.4 โฟมพอลิเอทีลีน มีลักษณะโครงสร้างเป็นแบบเซลล์ปิด มีการคืนรูปดีหลังรับแรงกระแทก น้ำหนักเบา ทนทานต่อสารเคมี โฟมพอลิเอทิลีนมีการใช้ 2 รูป คือ ครอสลิงค์ (crosslink) นันครอสลิงค์ (non–crosslink) ชนิดครอสลิงค์จะมีน้ำหนักมากกว่า และมีราคาแพงกว่าชนิดนันครอสลิงค์ แต่จะให้สมบัติในการเป็นวัสดุกันกระแทกที่ดีกว่า มีการผลิตโฟมชนิดนี้ในรูปแบบสี่เหลี่ยมที่มีความหนาต่างๆ สามารถตัดหรือเลื่อยแล้วนำมาเชื่อมต่อด้วยความร้อนหรือกาวเพื่อให้ได้รูปทรงต่างๆ การผลิตอีกวิธีหนึ่งคือผลิตจากแม่แบบ ตัวอย่างการใช้งานของโฟมชนิดนี้ได้แก่ โฟมที่มีความหนาใช้กับอุปกรณ์เครื่องใช้งานภายในบ้าน เครื่องมือต่างๆ แผ่นโฟมชนิดบางนำมาใช้ห่อหุ้มสินค้า พวกหัตถกรรมอุปกรณ์และเครื่องมือ

ภาพที่ 2.10 โฟมพอลิเอทีรีน

ที่มา : www.foodnetworksolution.com

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

ภาพที่ 2.11 แผ่นพลาสติกอัดอากาศ

ที่มา : www.foodnetworksolution.com

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

ภาพที่ 2.12 ฝอยไม้

ที่มา : www.foodnetworksolution.com

2.3.4.7 ฝอยกระดาษมีการใช้งานเช่นเดียวกับฝอยไม้ เป็นวัสดุที่มีราคาถูก และหาได้ง่าย มีข้อเสีย อยู่บ้างคือดูดซับความชื้นในอากาศได้ง่าย มีการปนเปื้อนของฝุ่นละอองและไม่สะอาด ในประเทศอุตสาหกรรมจะไม่นิยมใช้ โดยเฉพาะฝอยกระดาษที่ได้จากกระดาษที่ผ่านการพิมพ์มาก่อน ในปัจจุบันวัสดุกันกระแทกประเภทโฟม มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสามารถผลิตให้ได้ความหนาแน่นต่างๆ ที่เหมาะสมกับสินค้ามากมาย แต่เนื่องจากโฟมบางชนิดมีการสลายตัวได้ยาก และบางชนิดไม่สามารถนำกลับ เข้ากระบวนการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ จึงก่อให้เกิดปัญหากับการจัดการเศษวัสดุที่เหลืออยู่ การนำมาใช้งานจึงควรพิจารณาถึงจุดดังกล่าวด้วย

ภาพที่ 2.13 ฝอยกระดาษ

ที่มา : www.foodnetworksolution.com

2.3.5 วัสดุกันกระแทกจากวัสดุธรรมชาติ

วัสดุกันกระแทกจากเห็ดไม่ต้องง้อโฟมอีกต่อไป เพราะตอนนี้เรามี "Eco Cradle Mushroom Packaging" หรือ วัสดุกันกระแทกที่ผลิตจากเชื้อราของเห็ดเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่เจ๋งมากสำหรับการปกป้องผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยวัสดุที่ปราศจากการใช้สารเคมี แถมบรรจุภัณฑ์ดังกล่าวยังสามารถย่อยสลายตามธรรมชาติได้ 100% อีกด้วยเห็ดกันกระแทกนี้ถูกสร้างขึ้นจากการเติบโตของกลุ่มใยและ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ซึ่งแตกต่างจากบรรจุภัณฑ์ชีวภาพ อื่นๆ ที่ต้องใช้พืชอาหาร หรือพืชพลังงานมาเป็นส่วนประกอบหลัก นอกจากนั้นยังสามารถกำหนดให้เติบโตเป็นรูปทรงต่างๆ ตามที่ต้องการได้

ภาพที่ 2.14 วัสดุกันกระแทกจากเห็ด

ที่มา : www.foodnetworksolution.com

ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ยักษ์ใหญ่อย่าง Dell ได้ทดลองใช้บรรจุภัณฑ์ดังกล่าวสำหรับขนส่งเชิร์ฟเวอร์ ซึ่งสามารถรองรับน้ำหนักได้มากกว่า100ปอนด์ เห็ดกันกระแทกนี้สามารถเจริญเติบโตได้ในทุกรูปทรงอย่างรวดเร็ว เพียงแค่นำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอย่างเปลือกบั๊ควีท เปลือกข้าว หรือเมล็ดฝ้าย มาเป็นหัวเชื้อและตัวแกนหลักของบรรจุภัณฑ์ ซึ่งใช้เวลาเพียงแค่ 5-7 วัน ในที่มืดโดยไม่ต้องรดน้ำหรือใส่สารเคมีใดๆ ลงไปทั้งสิ้น หลังจากนั้นกลุ่มใยราจะเติบโตและสร้างเส้นใยยึดโยงห่อหุ้มและย่อยเหล่าเปลือกเมล็ดพืชเข้าไว้ด้วยกัน จนกลายมาเป็นบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่แข็งแรงและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หลังจากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการทำความร้อนเพื่อหยุดการเจริญเติบโตและทำให้ไม่มีสปอร์ใดๆ หลงเหลืออีก ตลอดทั้งกระบวนการผลิตวัสดุกันกระแทกจากเห็ดนี้ใช้พลังงานต่ำมาก แถมเมื่อใช้เสร็จแล้วยังไม่ลายเป็นขยะ เพราะสามารถย่อยสลายกลายเป็นปุ๋ยหมักได้อีกด้วย

ภาพที่ 2.15 วัสดุกันกระแทกจากเห็ดที่มา

ที่มา : www.foodnetworksolution.com

2.3.6 วัสดุกันกระแทกจากผงไม้และยางธรรมชาติ

เฟอร์นิเจอร์จากไม้ยางพารา แต่ละปีมีการส่งออกและสามารถนำรายได้เข้าประเทศสูงมาก ในการส่งออกเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราประเภทถอดประกอบ ต้องใช้บรรจุภัณฑ์ที่สามารถป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการขน ส่ง ซึ่งในปัจจุบันเป็นการบรรจุเฟอร์นิเจอร์ในกล่องกระดาษลูกฟูก และเสริมโฟมหรือกระดาษไว้ที่มุมกล่องเพื่อป้องกันความเสียหาย ความหนาของวัสดุดังกล่าวทำให้กล่องบรรจุภัณฑ์ใหญ่ขึ้นและกินเนื้อที่ในตู้ คอนเทเนอร์บรรจุสินค้า ทำให้บรรจุสินค้าได้น้อยชิ้น ส่งผลให้ผู้ประกอบการมีต้นทุนเพิ่มสูงขึ้น และโฟมยังเป็นวัสดุสังเคราะห์ที่ย่อยสลายยากและเป็นวัตถุดิบที่ต้องนำเข้า จากต่างประเทศ

ภาพที่ 2.16 เฟอร์นิเจอร์จากไม้ยางพารา

ที่มา : www.foodnetworksolution.com

บริษัท พิโคที อินเตอร์ แนชชั่นแนล จำกัด มี แนวคิดในการใช้วัสดุยางที่มีคุณสมบัติที่ดีในการรับแรงกระแทก และนำผงไม้ซึ่งเป็นสิ่งที่เหลือจากอุตสาหกรรมผลิตเฟอร์นิเจอร์จากไม้ยางพารามาเป็นส่วนประกอบ เพื่อผลิตวัสดุกันกระแทก ทางบริษัทฯ จึงขอความอนุเคราะห์จากกลุ่มอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร เพื่อทดลองศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการผลิต และการนำไปใช้ในอุตสาหกรรม ผู้เชี่ยว ชาญด้านผลิตภัณฑ์เกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กล่าว ว่า คณะวิจัยซึ่งประกอบด้วยนักวิชาการของกลุ่มอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง และตัวแทนจากบริษัทฯ ได้ร่วมกันศึกษาถึงความเป็นไปได้ในเบื้องต้นพบว่า ผงไม้สามารถผสมกับยางได้ในปริมาณสูง และสามารถประยุกต์ให้ใช้กับยางฟองได้ จากนั้นได้ทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ โดยในการศึกษาวิจัย มีการออกแบบรูปทรงวัสดุกันกระแทก ออกแบบสูตรยางพาราผสมสารเคมีและผงไม้ จนได้สูตรเหมาะสมที่ประกอบด้วยยาง 2 สูตร ได้แก่ ยางชั้นนอกและยางชั้นใน เพื่อให้มีความแข็งแรงที่เหมาะสมและยืดหยุ่นพอสำหรับรับแรงกระแทกได้ดีขึ้น จากนั้นทำชิ้นงานให้ได้ความหนาตามขนาดที่ต้องการ แล้วตัดตามรูปร่างที่จะใช้ประกอบเป็นทรงพีระมิด พร้อมเตรียมชิ้นในที่มีขนาดประมาณครึ่งหนึ่งของชิ้นนอก วางซ้อนกันให้แนบกันดี ก่อนนำเข้าเบ้าพิมพ์ที่มีอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จะได้ชิ้นงานวัสดุกันกระแทกที่มีคุณภาพเหมาะสมกับการใช้งาน

ภาพที่ 2.17 การทดสอบประสิทธิภาพในการรับแรงกระแทก

ที่มา : www.foodnetworksolution.com

จากการทดสอบประสิทธิภาพในการรับแรงกระแทก พบว่าวัสดุที่ทำจากยางที่ผสมผงไม้เมื่อนำไปทดสอบในเรื่องของการใช้งานจริง สามารถป้องกันความเสียหายของเฟอร์นิเจอร์ได้ จากผลการศึกษานี้ทำให้ทางบริษัทฯ มีความสนใจที่จะผลิตในระบบอุตสาหกรรม เพื่อใช้แทนวัสดุสังเคราะห์และเป็นการเพิ่มปริมาณการใช้ยางธรรมชาติ ตลอดจนสามารถนำของเหลือจากการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารามาใช้ให้เกิด ประโยชน์ อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ไปสู่การผลิตวัสดุกันกระแทกในอุตสาหกรรมบรรจุ ภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ ได้ และถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมหรืออีโค่ เฟรนด์ลี่ ปัจจุบันวัสดุกันกระแทกจากผงไม้และยางธรรมชาติได้รับอนุสิทธิบัตรจากกรม ทรัพย์สินทางปัญญาแล้ว เป็นอนุสิทธิบัตรร่วมระหว่างกรมวิชาการเกษตรและบริษัท พิโคทีฯ

ภาพที่ 2.18 วัสดุกันกระแทกจากผงไม้และยางธรรมชาติ
ที่มา : www.foodnetworksolution.com

2.4 เยื่อกระดาษขึ้นรูป

เยื่อกระดาษขึ้นรูปหมายถึงวัสดุหรือภาชนะบรรจุสามมิติที่ทำจากการขึ้นรูปของเยื่อกระดาษให้เป็นรูปร่างตามต้องการ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษกระดาษเหลือใช้ที่มีเยื่อบริสุทธิ์ผสมอยู่บ้าง การเลือกใช้วัตถุดิบชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์และความต้องการในการใช้งาน สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารส่วนใหญ่จะใช้กระดาษที่มีคุณภาพสูง และไม่เปื้อนหมึกพิมพ์ เช่น กระดาษที่ได้จากการตัดขอบกระดาษของโรงงานผลิตกระดาษ เป็นต้น กระบวนการผลิตเยื่อกระดาษจะไม่ใส่สารเคมีใดๆเลยก็ได้หรืออาจผสมแป้งและขี้ผึ้งลงไปเพื่อช่วยในการทนน้ำ หรือผสมสีที่ละลายน้ำ เพื่อเพิ่มความสวยงาม เยื่อกระดาษขึ้นรูปนั้นมักจะนำมาใช้เป็นวัสดุกันกระแทก วัสดุช่วยบรรจุหรือภาชนะบรรจุสินค้าที่บอบบางแตกหักง่ายเพื่อช่วยในการขนส่ง

2.4.1 คุณสมบัติของเยื่อกระดาษขึ้นรูป

2.4.1.1 มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนสูง
2.4.1.2 ควบคุมเสียงในห้อง
2.4.1.3 ไรรอยต่อ
2.4.1.4 ป้องกันแมลงรบกวน
2.4.1.5 ไม่เป็นพิษ
2.4.1.6 น้ำหนักเบา
2.4.1.7 ป้องกันความหนาแน่นของหยดน้ำ

2.4.3 การทดสอบบรรจุภัณฑ์กระดาษ

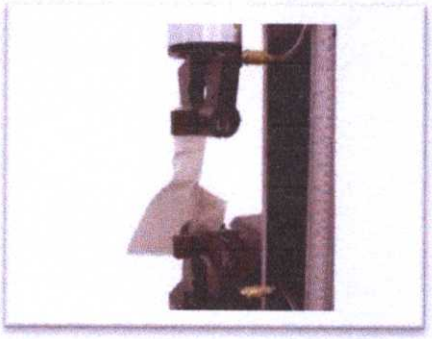
2.4.3.1การทดสอบน้ำหนักมาตรฐาน(BasicWeight)
เพื่อกำหนดเกณฑ์สำหรับการซื้อขายเนื่องจากค่าน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษชนิดหนึ่งจะสัมพันธ์โดยตรงกับความแข็งแรงของกระดาษนั้นๆ นำกระดาษตัวอย่างมาตัดขนาดให้มีพื้นที่เหมาะสม เช่น 10 ด 10 ตารางเซนติเมตร นำไปชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด แสดงค่าน้ำหนักมาตรฐานเป็นน้ำหนัก

ภาพที่ 2.19 เครื่องทดสอบน้ำหนักมาตรฐาน
ที่มา : www.intron.co.th

2.4.3.2 การทดสอบความหนา (Thickness)นิยมใช้ตรวจคุณภาพของกระดาษวัสดุอ่อนตัวทั่วไปและภาชนะบรรจุเกือบทุกประเภท เป็นวิธีการทดสอบที่รวดเร็วและทำได้ง่าย นิยมใช้เครื่องวัดที่มีความละเอียดและแม่นยำสูง เช่น Dial Type micrometer หน่วยความหนาที่ใช้ทั่วไป เช่น มิลลิเมตร ไมครอน หรือนิ้ว เป็นต้น และหน่วยที่ใช้เฉพาะวัสดุ เช่น point สำหรับกระดาษ (1 point = 1/1000 นิ้ว) mil (1 mil = 25 micron) และ gauge (100 gauge = 1 mil) สำหรับฟิล์มพลาสติกหรือวัสดุอ่อนตัวหลายชั้น

ภาพที่ 2.20 เครื่องทดสอบความหนาแน่น
ที่มา : www.intron.co.th

2.4.3.3 การทดสอบความต้านทานต่อแรงฉีกขาด (Tear Resistance เป็นการทดสอบค่างานเฉลี่ยที่ใช้ในการฉีกกระดาษที่มีรอยบากไว้แล้ว มีหน่วยเป็นกรัมแรง ด เมตรหรือนิวตัน ด เมตร (gram-force ด meter หรือ Newton ด meter เขียนย่อ gf.m หรือ N.m) การทดสอบนี้มีความสำคัญต่อการควบคุมคุณภาพของกระดาษ ถุงกระดาษและกล่องกระดาษแข็ง

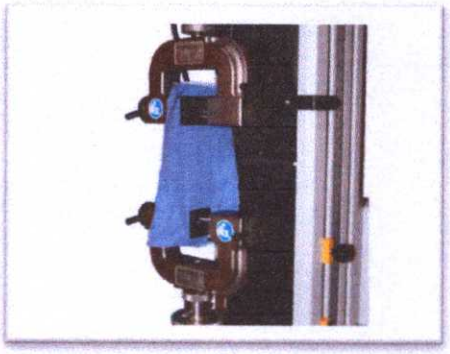


ภาพที่ 2.21 เครื่องทดสอบความต้านทานต่อแรงฉีกขาด
ที่มา : www.intron.co.th

2.4.3.4 การทดสอบความต้านทานต่อแรงดันทะลุ (Bursting Strength) เป็นการทดสอบความสามารถของกระดาษหรือแผ่นลูกฟูกที่จะต้านทานความดันที่เพิ่มขึ้นในอัตราคงที่จนกระทั่งตัวอย่างทดสอบฉีกขาด มีหน่วยวัดเป็นกิโลปาสคาล (kPa) หรือกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (kg/cm) นิยมใช้ทดสอบคุณภาพของกระดาษ กระดาษแข็งหรือแผ่นลูกฟูกที่นำมาขึ้นรูปเป็นภาชนะ เช่น กล่อง ถัง เป็นต้น

ภาพที่ 2.22 เครื่องทดสอบความต้านทานต่อแรงฉีกขาด
ที่มา : www.intron.co.th

2.4.3.5 การทดสอบความต้านทานต่อแรงดึงขาด (Tensile Strength) และการยืดตัว (Elongation) แผ่นตัวอย่างทดสอบจะถูกตรึงระหว่างคีมหนีบ 2 ตัว โดยที่ครัมหนีบตัวหนึ่งจะเคลื่อนที่เพื่อดึงแผ่นตัวอย่างจนกระทั่งขาด บันทึกแรงที่ใช้และค่าการยืดตัวของกระดาษขณะขาด ค่าความต้านทานต่อแรงดึงขาดจะรายงานเป็นค่าแรงต่อพื้นที่หน้าตัดของแผ่นตัวอย่าง หรือแรงต่อความกว้างของแผ่นตัวอย่าง ส่วนการยืดตัวจะรายงานเป็นค่าร้อยละ



ภาพที่ 2.23 เครื่องทดสอบความต้านทานต่อแรงดึงขาด
ที่มา : www.instron.co.th

2.4.3.6 การทดสอบหาความชื้น (Moisture Content) โดยวิธีการอบแผ่นตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอนในเตาอบที่105 c เป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ นำมาชั่งน้ำหนักใหม่ ผลต่างของน้ำ - หนักที่ชั่งได้คือ ปริมาณความชื้นใตัวอย่าง นิยมรายงานค่าเป็นร้อยละ การทดสอบนี้มีความสำคัญต่อกระดาษแข็งและกระดาษลูกฟูกที่จะนำไปขึ้นรูปเป็นภาชนะบรรจุ

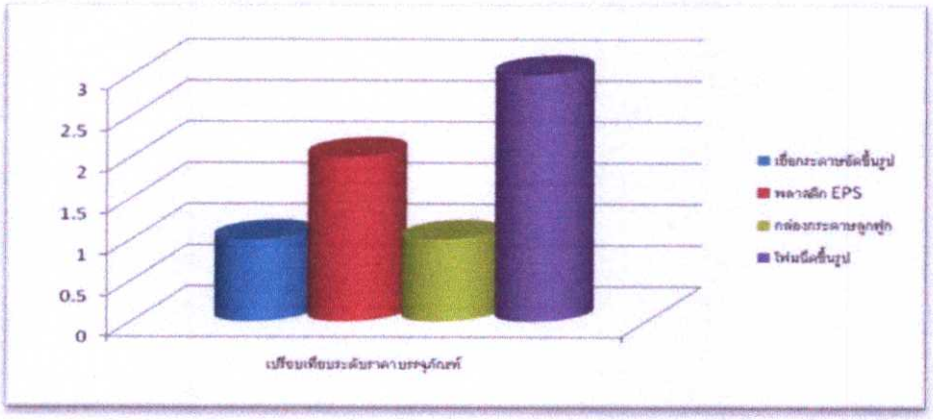
ภาพที่ 2.24 เครื่องทดสอบหาความชื้น
ที่มา : www.instron.co.th

2.4.3.7 การทดสอบการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) เป็นการทดสอบ ความสามารถของกระดาษต่อการดูดซึมน้ำที่สัมผัสภายในระยะเวลาที่กำหนด มีค่าเป็นน้ำหนักน้ำที่กระดาษดูดซึมไว้ต่อพื้นที่สัมผัสกับน้ำ การทดสอบนี้มีความสำคัญต่อการพิมพ์ (การดูดซึมหมึก) การทากาว การทนทานต่อสภาวะแวดล้อมขณะขนส่ง เช่น การเปียกฝน

ภาพที่2.25 เครื่องทดสอบการดูดซึมน้ำ
ที่มา : www.intron.co.th

2.4.4 ต้นทุนบรรจุภัณฑ์

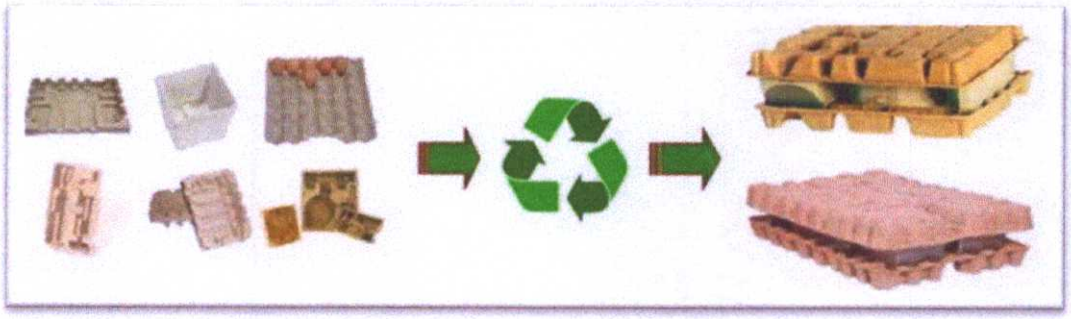
บรรจุภัณฑ์กันกระแทกเยื่อกระดาษขึ้นรูปจากกระดาษรีไซเคิล ช่วยลดต้นทุนด้านบรรจุภัณฑ์ได้มากเมื่อเทียบกับ EPS (expanded polystyrene), กล่องกระดาษลูกฟูก และบรรจุภัณฑ์อื่น ๆ ที่ใช้พลาสติกเป็นวัตถุดิบ ด้วยสภาวะในอดีตที่ผ่านมาราคาน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้ต้นทุนของพลาสติกนั้นเพิ่มขึ้นมาก บางชนิดอาจเป็นสองหรือสามเท่าด้วยการใช้วัตถุดิบที่เป็นกระดาษเหลือใช้ จึงทำให้ราคาบรรจุภัณฑ์นั้นไม่สูงนัก



1 = ถูก 2 = ย่อมเยา 3 = สูง

ภาพที่2.26 แสดงต้นทุนผลิตภัณฑ์
ที่มา : www.Thai pack.or.th

บรรจุภัณฑ์กันกระแทกเยื่อกระดาษขึ้นรูปจากกระดาษรีไซเคิล สามารถนำมากลับมาใช้ใหม่และย่อยสลายเองตามธรรมชาติได้ 100% ซึ่งต่างจากพลาสติกและโฟมที่ย่อยสลายเองตามธรรมชาติได้ยากอีกทั้งบรรจุภัณฑ์กันกระแทกอัดขึ้นรูปจากกระดาษรีไซเคิลใช้วัตถุดิบจากกระดาษเหลือใช้และน้ำซึ่งนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ทำให้ไม่มีของเสียเหลือจากกระบวนการผลิต



ภาพที่ 2.27 บรรจุภัณฑ์กันกระแทกเยื่อกระดาษขึ้นรูป
ที่มา : www.Thai pack.or.th

2.4.5 กระบวนกระผลิตเยื่อกระดาษ

การสกัดเยื่อจากไม้ หรือวัตถุดิบประเภทอื่น ๆ สามารถทำได้ 3 วิธี คือ

2.4.5.1 กระบวนการทางกล (Mechanical Pulping) โดยการบดเนื้อไม้ด้วยลูกกลิ้ง (Grinder or Grinding Stone) ขนาดใหญ่ จนเนื้อไม้ละเอียดแล้วนำมาแยกเยื่อออกจากเศษไม้ขึ้นหยาบ ๆ ต้นทุนดำเนินการของกระบวนการนี้จะต่ำ ผลที่ได้ (Yield) สูงเนื่องจากลิกนินถูกสกัดออกไปน้อยมาก เยื่อที่ได้จึงมีความแข็งแรงต่ำ เหมาะกับการนำไปผลิตกระดาษคุณภาพต่ำ เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์

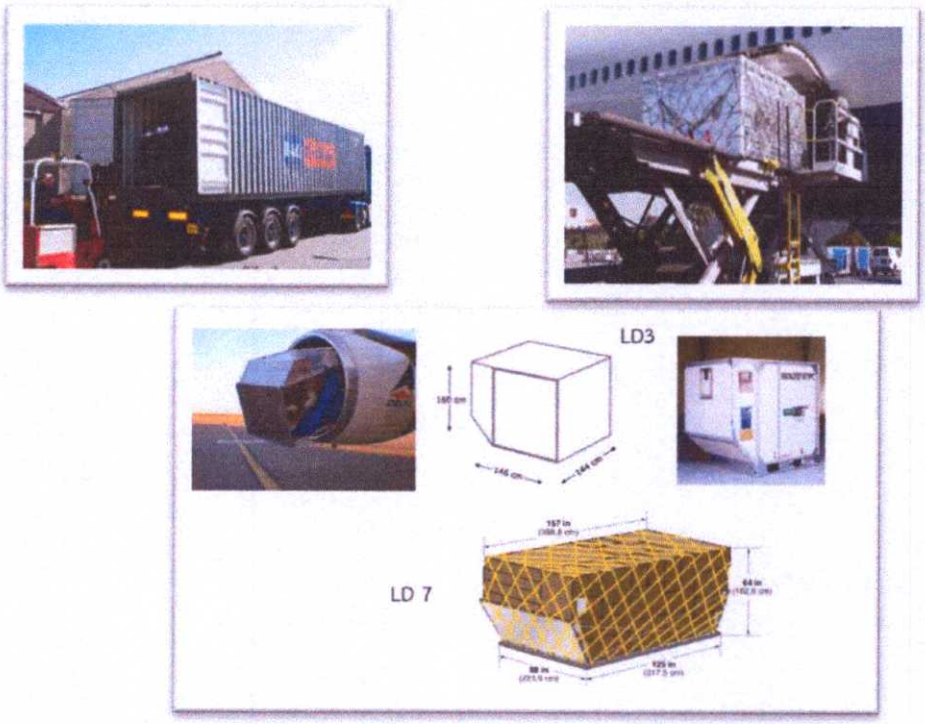
2.4.5.2กระบวนการทางเคมี (Chemical Pulping)การสกัดเยื่อจะใช้สารเคมี เพื่อแยกเซลลูโลสออกมาให้มากที่สุด หรืออีกนัยหนึ่งเพื่อสกัดเอาลิกนินออกไปให้มากที่สุด บางกรณีจะสกัดเฮมิ - เซลลูโลสออกไปด้วย เยื่อที่ได้จะมีความแข็งแรงสูง ผลที่ได้ต่ำเนื่องจากลิกนินส่วนใหญ่ถูกจำกัดออกไปเหมาะกับการนำไปผลิตกระดาษคุณภาพชั้นดี แต่ต้นทุนดำเนินการสูง สารเคมีที่ใช้สกัดเยื่อจะแตกต่างกันออกไปขึ้นกับกระบวนการ เช่น กระบวนการโซดา (Soda Process) จะใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide, NaOH) กระบวนการซัลเฟต (Sulphate Process) จะใช้โซเดียมซัลเฟต (Sodium Sulphate, NaSo) กระบวนการนี้บางครั้งเรียก กระบวนการคราฟท์ (Kraft Process) เยื่อที่ได้จากกระบวนการนี้จะมีความแข็งแรงที่สุดและกระดาษที่ผลิตจากเยื่อคราฟท์จะเรียก กระดาษคราฟท์ ส่วนกระบวนการซัลไฟต์ (Sulphite Process) จะใช้สารพวกไบซัลไฟต์ (Bisulphite) และหรือกรดซัลฟิวรัส (Sulphurous acid)

2.4.5.3 กระบวนการกึ่งเคมี (Semi – Chemical Pulping)เป็นกระบวนการ 2 ขั้นตอน โดย ขั้นตอนแรกเป็นการใช้สารเคมีเพื่อทำให้สารที่ยึดเส้นใยอ่อนตัวลงทำให้สามารถสกัดเยื่อออกมาง่ายขึ้นและใช้พลังงานน้อยลง ขั้นตอนที่ 2 เป็นการบดเนื้อไม้หรือวัตถุดิบอื่น ๆ ที่ผ่านการแช่สารเคมีมาแล้วเพื่อสกัดเยื่อออกมา เยื่อที่ได้จากวิธีนี้จะมีความแข็งแรงมากกว่าเยื่อที่สกัดโดยกระบวนการทางกล แต่ก็แข็งแรงน้อยกว่าเยื่อที่สกัดด้วยกระบวนการทางเคมี ผลที่ได้ต่ำกว่ากระบวนการทางกล เนื่องจากลิกนินบางส่วนถูกกำจัดออกไป

2.5 ระบบการขนส่ง

2.5.1 ระบบการขยส่งผลไม้สด

การขนส่งทางอากาศเป็นระบบการขนส่งที่นิยมมากที่สุดในการจัดส่งผักผลไม้สด เนื่องจากความรวดเร็วในการขนส่ง รวมทั้งความสามารถในการกำหนดเวลาที่แน่นอนในการขนส่งให้ถึงมือผู้บริโภค ทำให้สามารถตระเตรียมผักผลไม้ให้สุกพอดีเมื่อถึงมือผู้บริโภคมีผลให้สินค้าขายได้ราคาดี การขนส่งทางอากาศจะมีจุดด้อยตรงที่มีค่าระหว่างการขนส่งสูงและจำกัดปริมาณในการขนส่งแต่ละเที่ยวตู้คอนเทนเนอร์ที่ใช้จัดส่งสินค้าทางอากาศที่นิยมใช้มีอยู่ 2 แบบ คือแบบ LD 3 และแบบ LD 7 ดังแสดงในรูป ตู้คอนเทนเนอร์ทั้ง 2แบบ ล้วนสามารถจัดเก็บไว้ในชั้นล่าง (Lower Deck) ของเครื่องบินพาณิชย์ทั่วไป (747, DC10, A300, A310 และ B737 3F)



ภาพที่ 2.28 การขนส่งทางอากาศ

ที่มา:www. foodnetworksolution.com

ตู้คอนเทนเนอร์ทั้ง 2 แบบดังกล่าวมักจะใช้กระบะ(Pallet) เพื่อรองสินค้าให้เคลื่อนย้ายอย่างรวดเร็ว กระบะที่ใช้ล้วนมีความยาวที่เท่ากัน 3.4 ซม.แต่ความกว้างมีให้เลือก 3 ขนาด คือ 139 210 และ 230 ซม. ส่วนความสูงของสินค้าที่จัดเรียงไม่ควรสูงเกิน 160 ซม. น้ำหนักที่เรียงบนกระบะแต่ละขนาดมีกำหนดไว้ดังแสดงใน

ตารางที่ 2.2 ขนาดของกระบะและน้ำหนักที่รองรับสำหรับตู้คอนเทนเนอร์ LD7 และ LD3

ขนาดกระบะ (ซม.)	ความสูง (ซม.)	น้ำหนักที่รองรับ (กก.)
139 x 304	160	3060
210 x 304	160	6700
230 x 304	160	6700

สำหรับเครื่องบินที่มีขนาดใหญ่กว่านี้ เช่น เครื่องจัมโบ้ (Jumbo) จะใช้ตู้คอนเทนเนอร์ขนาดใหญ่ขึ้นยาว 10 ฟุต หรือ 20 ฟุต พร้อมทั้งใช้กระบะขนาด 230 x 592 ซม. และสามารถรองรับสินค้าได้มากถึง 10800 กิโลกรัม

2.5.2 การขนส่งทางเรือ

ผู้ประกอบการที่เลือกใช้วิธีการขนส่งทางเรือจะเป็นแบบสุดขั้ว กล่าวคือ ถ้าไม่เป็นผู้ประกอบการขนาดใหญ่จริงๆ ก็จะเป็นผู้ประกอบการขนาดเล็กไปเลย สำหรับผู้ประกอบการขนาดเล็กสามารถกันจัดส่งเป็น คอนเทนเนอร์ที่รวมสินค้าสดหลายประเภทภายในตู้แช่เย็นเดียวกัน สำหรับผู้ประกอบการขนาดใหญ่การเลือกใช้วิธีการขนส่งจะช่วยประหยัดค่าขนส่งได้มากเมื่อขนส่งสินค้าที่มีน้ำหนักมากกว่า 1000 ตันต่อครั้ง ผักและผลไม้ที่นิยมขนส่งทางเรือมักเป็นผลไม้ที่มีมูลค่าต่ำ เช่น ผลไม้จำพวกและส้ม เป็นต้น ตู้คอนเทนเนอร์มาตรฐานที่นิยมใช้กับการขนส่งทางทะเลมี 2 ขนาด คือ ขนาด 20 ฟุต และ 40 ฟุต ดังแสดงในรูป พร้อมทั้งมีระบบให้ความเย็นตลอดระยะเวลาการเดินทางที่อุณหภูมิในช่วง -25 ̊C ถึง +25̊C ขนาดความจุของตู้คอนเทนเนอร์แปรผันตามขนาดของกระบะที่ใช้ สำหรับตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 40 ฟุต ที่ใช้กระบะขนาดมาตรฐานของยุโรปนั้นจะสามารถเรียงกระบะได้ 23 กระบะ คำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้พื้นที่ได้ 80% ตู้คอนเทนเนอร์ที่ใช้ขนส่งทางทะเลมีความสะดวกในแง่ที่สามารถขนถ่ายสินค้าต่อได้ทันที ไม่ว่าจะใช้หัวรถลากตู้คอนเทนเนอร์ไปตามเส้นทางทางบกหรือการขนส่งทางรถไฟ ทำให้ช่วยลดการสูญเสียระหว่างการขนส่ง ลดเวลาในการถ่ายสินค้า ส่งผลให้สินค้าผักผลไม้สดที่ได้รับ ณ ปลายทางอยู่ในสภาพที่ดี

2.5.2. บรรจุภัณฑ์

ผักผลไม้สดเป็นสินค้าที่ยังมีชีวิตอยู่และหายใจตลอดเวลาจนกว่าจะถูกบริโภค อายุขัยของผักผลไม้สามารถยืดขยายให้ยาวนานขึ้นด้วยการควบคุมกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (Physical) ทางสรีระวิทยา (Physiological) และทางโรควิทยา (Pathological) บรรจุภัณฑ์ที่เลือกใช้เริ่มปฏิบัติหน้าที่ปกป้องผักผลไม้สดจากจุดต้นกำเนิดสินค้าตลอดระยะทางระหว่างการขนส่งจนกระทั่งถึงจุดขายและได้รับการเปิดบรรจุภัณฑ์เพื่อบริโภค รวมทั้งบรรจุภัณฑ์ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะตามที่ประเทศที่พัฒนาแล้วได้ให้ความสำคัญในเรื่องมลภาวะนี้มากขึ้นเรื่อยๆ

ภาพที่ 2.29 บรรจุภัณฑ์ผลไม้สด
ที่มา:www.foodnetworksolution.com

2.5.2.1 บรรจุภัณฑ์ชั้นใน เป็นบรรจุภัณฑ์ชั้นที่อยู่ติดกันหรือสัมผัสกับผักผลไม้แต่ละหน่วย แม้ว่าบรรจุภัณฑ์ชั้นนี้จะมีโอกาสปกป้องสินค้าได้จากอันตรายทางกายภาพแต่มีผลทำให้ต้นทุนสูงขึ้นโดยใช่เหตุเมื่อเปรียบเทียบกับระดับการป้องกันสินค้าที่เอื้ออำนวยให้ ดังนั้น หน้าที่ปกป้องอันตรายทางกายภาพของบรรจุภัณฑ์มักจะไปเน้นที่บรรจุภัณฑ์ขนส่ง นอกจากนี้วัสดุชั้นในบางประเภทยังทำหน้าที่เป็นฉนวนต่อระบบการให้ความเย็นอีกด้วย ทำให้ผักผลไม้ไม่ได้รับความเย็นเท่าที่ควร ด้วยเหตุนี้บรรจุภัณฑ์ชั้นในนี้จึงได้รับความนิยมน้อยส่วนมากจะใช้กับผลไม้ที่ราคาแพงและเสียหายได้ง่าย เช่น องุ่นไร้เม็ดขนาดยักษ์ เป็น

ภาพที่ 2.30 บรรจุภัณฑ์ชั้นใน
ที่มา:www.foodnetworksolution.com

ความจำเป็นที่ต้องมีบรรจุภัณฑ์ชั้นใน จะแปรผันตามความแข็งแรงของเปลือกหรือผิวของผลไม้ ได้แสดงถึงความคงทนต่ออันตรายทางกายภาพของผลไม้ ซึ่งประกอบด้วยความคงทนต่อแรงกด (Compression) ความคงทนต่อการกระแทก (Impact) และความคงทนต่อการสั่นสะเทือน (Vibration) ส่วนคุณสมบัติของผลไม้ที่มีความคงทนต่ออันตรายทางกายภาพสามารถแยกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับทนได้ดีหรือ "ท" (Resistant) ระดับทนได้ปานกลางหรือ "ก" (Intermediate) ระดับอ่อนแอหรือ "อ" (Susceptible)

ตารางที่ 2.3 ความคงทนของผลไม้ที่มีต่ออันตรายทางกายภาพ

ประเภทของผลไม้	ประเภทของอันตรายทางกายภาพ		
	แรงกด	กระแทก	สั่นสะเทือน
แอปเปิ้ล	อ	อ	ก
แอปปริคอต	ก	ก	อ
กล้วย (ดิบ)	ก	ก	อ
กล้วย (สุก)	อ	อ	อ
แตงหวาน (Cantaloupe)	อ	ก	ก
องุ่น	ท	ก	อ
ลูกท้อ	ก	ก	อ
ลูกพีช (Peach)	อ	อ	อ
ลูกแพร์ (Pear)	ท	ก	อ
ลูกพลัม (Plum)	ท	ท	อ
สตรอเบอร์รี่	อ	ก	ท
มะเขือเทศ (สีเขียว)	อ	ก	ก
มะเขือเทศ (สีส้ม)	อ	อ	ก

แหล่งที่มา : R.Gillou "Orderly Development of Produce Containers" Proceedings Fruit and Vegetable Perishable Handling Conference UC Davis, 23-5 March 1964

2.5.2.2 บรรจุภัณฑ์หน่วยขาย "Unit Packaging" เป็นศัพท์ที่ใช้ค่อนข้างเฉพาะกับวงการผักผลไม้ ในขณะที่สินค้าประเภทอื่นที่มีการรวมกลุ่มเพื่อเป็นหน่วยขายปลีก อาจเรียกเป็นชื่ออื่น เช่น บรรจุภัณฑ์หน่วยขายปลีก (Retail Pack) หรือ บรรจุภัณฑ์ห่อรวมกลุ่มไว้ล่วงหน้า (Prepackaging) เป็นต้น การขายผลไม้ในอดีตมักจะเรียงเป็นกองแล้วให้บริโภคมีโอกาสเลือกผลที่ถูกใจด้วยจำนวนตามต้องการ ในระบบช่องทางการจัดจำหน่ายในปัจจุบันจะนิยมใช้บรรจุภัณฑ์หน่วยขายเพื่อลดโอกาสที่ผักผลไม้จะกระทบกระแทกระหว่างการถูกคัดเลือกหรือลดโอกาสตกลงสู่พื้น ณ จุดขาย ด้วยเหตุนี้ใน

ระบบการขายแบบช่วยตัวเอง (Self - Service) จึงเริ่มทำการบรรจุผลไม้เป็นหน่วยขาย เพื่อลดโอกาสการเลือกให้น้อยลงและเพิ่มโอกาสที่จะขายผลไม้ได้หมดโดยไม่มีผลเน่าเสียเหลือทิ้งไว้จากการคัดเลือก พร้อมทั้งลดค่าใช้จ่ายของพนักงานในการชั่งและปิดราคาผลไม้ที่ผู้ซื้อคัดเลือกเอง รูปแบบของบรรจุภัณฑ์หน่วยขายที่นิยมใช้แบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

2.5.2.2.1 ถุงพลาสติก เป็นบรรจุภัณฑ์หน่วยขายที่นิยมที่สุดส่วนใหญ่จะเป็นถุงโพลิเอทิลีน (Polyethylene) เพราะมีราคาต่อหน่วยความแข็งแรง (Cost to Strength Ratio) ดีกว่าพลาสติกชนิดอื่นๆ แม้ว่าเนื้อถุงจะขุ่นเล็กน้อยก็ตาม การปิดถุงอาจจะเป็นการปิดผนึกด้วยความร้อน (Heat Seal) หรือใช้ลวดหมุนรัด (Tying Wires) เป็นต้น สาเหตุที่ถุงได้รับความนิยมเพราะมีราคาถูกใช้งานได้ง่าย เวลาบรรจุผลไม้ที่มีอัตราการหายใจสูง อาจมีการเจาะรูบนผิวเพื่อเปิดช่องให้ถ่ายเทอากาศได้สะดวกขึ้นนอกจากพลาสติกที่ทำเป็นแผ่นยังมีการนำเอาเน็ตพลาสติกมาขึ้นรูปเป็นถุง (Net Bag) ซึ่งระบายอากาศได้อย่างดีและนิยมใช้บรรจุสินค้าจำพวกส้ม มันเทศ หอมหัวใหญ่ เป็นต้น

ภาพที่ 31 บรรจุภัณฑ์net bag

ที่มา:www.foodnetworksolution.com

2.5.2.2.2 ถาด บรรจุภัณฑ์หน่วยขายที่นิยมรองจากถุง วัสดุที่ผลิตเป็นถาดอาจเป็นโฟมหรือถาดพลาสติกใสที่ผลิตจากพลาสติกจำพวก PS (Polystyrene) ในบางประเทศที่มีกระแสรักษ์สิ่งแวดล้อม จะนิยมใช้ถาดที่ขึ้นรูปจากเยื่อกระดาษ (Moulded Pulp) โดยปกติถาดต่างๆที่ใช้จะทำหน้าที่รองรับสินค้าทำให้การรวมกลุ่มสินค้าได้อย่างแน่นหนา ส่วนบนของบรรจุภัณฑ์จะห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกเพื่อป้องกันการปนเปื้อนและต้องมีคุณสมบัติที่ใสพร้อมทั้งรัดได้แน่นพอสมควรเพื่อป้องกันการกระแทกของผลไม้ซึ่งกันและกันภายในถาด

ภาพที่ 2.32 บรรจุภัณฑ์ถาด

ที่มา : www.foodnetworksolution.com

2.5.2.2.3 ฟิล์มที่ใช้ห่อรัดนี้นิยมใช้อยู่ 2 แบบ คือ ฟิล์มหดและฟิล์มยืด ส่วนใหญ่จะผลิตจาก โดยที่ LDPE มีการยืดตัวหรือหดรัดได้แน่นกว่า แต่ความใสจะสู้ฟิล์มที่ผลิตจาก ไม่ได้คุณสมบัติของฟิล์มพลาสติกที่นิยมใช้ในวงการผักผลไม้รวบรวมอยู่ในภาคผนวกที่ 2สำหรับบรรจุภัณฑ์หน่วยขายที่ปิดบรรจุภัณฑ์สนิทแน่น (Hermetic) ได้นำเอาเทคโนโลยีการปรับสภาวะบรรยากาศ มาใช้ในการยืดอายุของผักผลไม้สด เมื่อเก็บผักผลไม้ในสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจน 3% จะช่วยลดอัตราการหายใจลงได้ ดังนั้นบรรจุภัณฑ์หน่วยขายที่ปิดสนิทสามารถปรับแต่งบรรยากาศภายในที่เหมาะสมด้วยการปรับสัดส่วนของ CO2 และ O2 ภายในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิท

2.5.2.2.4 ปลอก (Sleeve) มีรูปลักษณะคล้ายปลอกหมอนข้างหรือรูปทรงเป็นท่อยาวรัดห่อหุ้มผลไม้ไว้ภายใน รูปแบบบรรจุภัณฑ์แบบนี้พบได้น้อยในเมืองไทย ที่พอมีใช้อยู่บ้าง คือ ถุงเน็ตที่ใช้บรรจุส้ม นอกเหนือจากการใช้เน็ตแล้วยังสามารถใช้ฟิล์มหดและตาข่ายที่ผลิตจากโฟม จำนวนผลไม้ที่บรรจุภายในปลอกอาจจะบรรจุผลเดี่ยว เช่น พวกแตงหวาน (Cantaloupe) หรือกล้วยเป็นหวีเป็นต้น ส่วนใหญ่แล้วจะบรรจุผลไม้มากกว่า 2 ผลขึ้นไป เพื่อลดต้นทุนและก่อให้เกิดความสะดวกในการบริโภค เนื่องจากเมื่อมีการเปิดบรรจุภัณฑ์เพื่อบริโภคแล้วผลที่เหลืออยู่ในบรรจุภัณฑ์จะยังคงรูปร่างในปลอกเหมือนเดิม ในกรณีที่มีผลไม้ผลใดผลหนึ่งเน่าเสียจะลามไปยังผลข้างเคียง 2 ผลเท่านั้น แทนที่จะลามไปยังผลอื่นๆ ทั้งหมดภายในบรรจุภัณฑ์ ดังเช่น บรรจุภัณฑ์ถุงและบรรจุภัณฑ์ถาดดังกล่าวแล้ว นอกจากนี้การบรรจุภัณฑ์แบบปลอกเรียงเป็นแถวเดียวยังช่วยประหยัดพื้นที่ในการเรียงภายในบรรจุภัณฑ์ขนส่งเมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์หน่วยขายที่เป็นถุงและถาด

2.5.2.3 บรรจุภัณฑ์ขนส่ง ที่ใช้เป็นพาหนะในการนำสินค้าต้องสามารถทนต่อสภาวะการขนส่งที่มีอันตราย ในแง่ของความสามารถรับแรงกดในแนวดิ่งจำต้องทนต่อการเรียงซ้อนของบรรจุภัณฑ์ขนส่งได้สูงถึง 2.5 เมตร นอกจากนี้การขนส่งผักผลไม้ที่มีการหายใจอยู่ตลอด บรรจุภัณฑ์ขนส่งจำต้องเจาะรูหรือช่องช่วยระบบอากาศและความเย็นได้เป็นอย่างดีในช่องทางการจัดจำหน่ายผักผลไม้สดโดยส่วนใหญ่บรรจุภัณฑ์ขนส่งที่ใช้มักจะนำไปจัดเรียงวาง ณ จุดขายทำให้บรรจุภัณฑ์ขนส่งทำหน้าที่เป็นบรรจุภัณฑ์บริโภคอีกโสดหนึ่ง ด้วยเหตุนี้บรรจุภัณฑ์ขนส่งที่ทำหน้าที่เป็นบรรจุภัณฑ์ ณ จุดขายจึงถูกำหนดเป็นมิติที่เข้าชุดด้วยกัน (Rationalise) และบรรจุภัณฑ์ขนส่งขนาดเดียวกันมักใช้กับผักผลไม้มากประเภทที่สุดที่จะมากได้เพื่อความสะดวกในการจัดส่งและลดเปอร์เซ็นต์ของความเสียหายด้วยการเรียงซ้อนเป็นแนวตรง (Column Stacking) ทาง ISO 3394 แนะนำมิติ ของบรรจุภัณฑ์ที่มีมิติเป็นหน่วยประกอบกันเป็นสัดส่วนหรือโมดุล (Module) เริ่มต้นจากมิติที่ใหญ่ที่สุดขนาด 60 x 40 ซม. บรรจุภัณฑ์ที่มีมิติเล็กลงเป็นหน่วยประกอบหรือโมดุลมีอีก 2 ขนาด คือขนาดสัดส่วนครึ่งหนึ่ง 40 x 30 ซม. และขนาดสัดส่วนเศษหนึ่งส่วนสี่เหลี่ยม 30 x 20 ซม.จากการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนส่งเป็นโมดุลเมื่อจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ 3 ขนาดดังกล่าวลงบนกระบะที่นิยมใช้ในธุรกิจการขนส่งระหว่างประเทศ อันประกอบด้วยกระบะตามมาตรฐานของยุโรป (Euro pallet) ที่มีขนาด 120 x 100 ซม. พบว่าสามารถใช้พื้นที่เต็มกระบะได้ 100 เปอร์เซ็นต์เต็มดังแสดงไว้ในรูปรูปการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ที่กำหนดโดย ISO บนกระบะที่นิยมใช้ โดยบรรจุภัณฑ์ที่ใช้มีขนาด 60 x 40 ซม.และ 40 x 30 ซม.

2.5.1 ระบบการขนส่งมะม่วง

2.5.2.1 การซื้อ จะจัดซื้อสินค้าจากผู้จัดหาสินค้าหลายราย ได้แก่สวนที่ได้รับ จากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

2.5.2.2 การล้างและการรับสินค้า (ใช้เวลา 6 ชั่วโมง สำหรับมะม่วงปริมาณ 2,000 กิโลกรัม) ภายหลังจากรับสินค้า จะตรวจเช็คน้ำหนักตามรายการสั่งซื้อแต่ละรายการ มะม่วงทุกลูกจะถูกล้างด้วยน้ำคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค จากนั้นจะใส่รหัสสินค้า และเครื่องหมายการค้าของบริษัทที่สั่งสินค้า วันที่รับสินค้า และชื่อสินค้า

2.5.2.3 การควบคุมคุณภาพ (ใช้เวลา 15 นาที) ระเบียบการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบภายหลังจากรับสินค้ามา คือ การพิจารณาให้ตรงตามรหัสสินค้าแต่ละรหัสที่ตั้งมาตรฐานไว้

2.5.2.4 กระบวนการจัดเรียงเข้าตู้อบไอน้ำ (ใช้เวลา 2 ชม. สำหรับมะม่วงปริมาณ 2,000 กิโลกรัม) ภายหลังจากการตรวจสอบคุณภาพสินค้า จะส่งต่อเรียงเข้าตู้อบไอน้ำ ตามรหัสของสินค้าในแต่ละตระกร้า

2.5.2.5 กระบวนการฆ่าเชื้อโรคด้วยวิธีการอบไอน้ำ (ใช้เวลา 15 นาที) ผลไม้จะถูกฆ่าเชื้อโรคภายในตู้อบไอน้ำ ตามประเภท และอุณภูมิของสินค้าที่กำหนดไว้

2.5.2.6 การดูแลและฆ่าเชื้อโรคมะม่วงภายในตู้อบไอน้ำ ในอุณหภูมิ 47 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 20 นาที

2.5.2.7 กระบวนการทำความเย็น (ใช้เวลาประมาณ 30 นาที) เมื่อนำสินค้าออกจากห้องอบไอน้ำ จำเป็นต้องทำให้แห้งด้วยแรงดันอากาศ

2.5.2.8 การแบ่งชนิด และการติดฉลากสินค้า (ใช้เวลา 3 ชม. สำหรับมะม่วงปริมาณ 2,000 กิโลกรัม) การแบ่งแยกสินค้าตามประเภท จากนั้นชั่งน้ำหนักและติดฉลากให้ถูกต้องตามรหัสสินค้า ฉลากสีขาวแสดงถึงข้อมูลสวนผลไม้ ในกรณีที่สินค้าไม่ได้มาตรฐานสามารถตรวจเช็คได้ว่าสินค้ามาจากสวนใด

2.5.2.9 การบรรจุภัณฑ์ (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที) สินค้าจะบรรจุหีบห่อ ตามชนิดและรหัสที่ได้กำหนดไว้

2.5.2.10 การประทับตราบรรจุภัณฑ์ (ใช้เวลาประมาณ 15 นาที) กล่องสินค้าจะถูกปิดอย่างแน่นหนาด้วยแถบพลาสติกใส และแปะสติ๊กเกอร์ตัวหนังสือ สีแดงเขียนว่า TREATED PQ-DOATHAILAND หมายถึง ผ่านการอบไอน้ำจากไทยที่ได้มาตรฐานสินค้าแล้ว

2.5.2.11 การตรวจตราเครื่องหมายการค้า (ใช้เวลา 15 นาที)

2.5.2.12 การขนย้ายสินค้าภายในห้องเย็น สินค้าจะถูกวางไว้ในห้องเย็น อุณหภูมิ 13-15 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาคุณภาพ และรสชาติสินค้าก่อนถึงผู้บริโภค

2.5.2.13 การขนส่งสินค้า สินค้าที่บรรจุอยู่ในภายในห้องเย็นของรถบรรทุก จะถูกส่งไปที่สนามบินนานาชาติดอนเมือง เพื่อทำการขนส่งทางอากาศถึงผู้บริโภคในญี่ปุ่น

2.6 การทดสอบประสิทธิภาพวัสดุกันกระแทก

2.6.1 การทดสอบกระดาษแข็งและกระดาษลูกฟูก

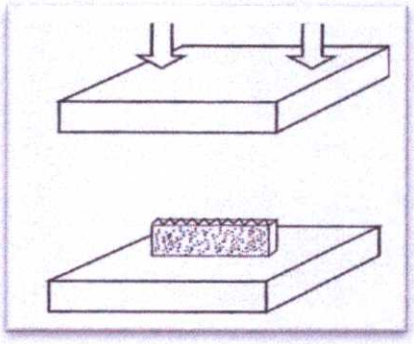
การทดสอบ อันดับแรกของบรรจุภัณฑ์กระดาษ คือ การทดสอบหาความชื้นของกระดาษ ตามด้วยการหาน้ำหนักมาตรฐานและความหนาของกระดาษ อันดับต่อไปคือ การหาเกรนหรือแนวเยื่อเส้นใยของกระดาษว่าอยู่ในแนวที่ต้องการหรือไม่เมื่อ ขึ้นรูปเป็นกล่อง แล้วจึงค่อยวัดขนาดมิติของกล่อง ซึ่งอาจวัดมิติเมื่อขึ้นรูปเสร็จหรือมีการแกะกล่องออกและแผ่เป็นแผ่นแนวราบ ในแง่ของการ

ผลิตตัวกล่องกระดาษแข็งจะต้องถูกตรวจสอบความลึกและความกว้างของ การทับเส้นเพื่อการขึ้นรูปกล่องได้ง่ายหรือยาก

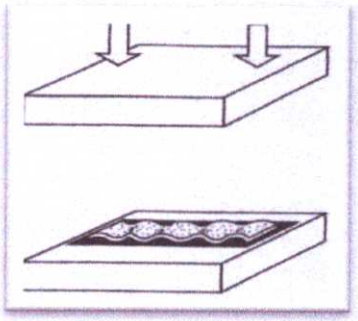
สำหรับ กล่องกระดาษลูกฟูก นอกเหนือจากน้ำหนักมาตรฐานและความหนาของกระดาษที่ใช้ผลิตแผ่นกระดาษลูกฟูก การทดสอบที่นิยมมากคือ การทดสอบแรงดันทะลุซึ่งเป็นการทดสอบความแข็งแรงแบบพื้นฐาน การทดสอบที่ให้ผลแน่นอนกว่า คือ การทดสอบความแข็งแรงตามขอบของกระดาษลูกฟูก (Edge Crush Test หรือ ECT) ดังแสดงในรูปที่ 5.7 และรูป (ง) ในหน้า 168 และความสามารถในการรับแรงกดในแนวราบของลอน (Flat Crush Test) ในรูปที่ 5.8 สำหรับการทดสอบความแข็งแรงตามขอบนี้สามารถใช้ในการประเมินความแข็งแรง ของกล่องลูกฟูกในแง่ของความสามารถรับแรงกดในแนวดิ่ง (Compression Strength) โดยใช้สูตรที่คิดค้นโดย McKee มีดังนี้

$$P = 1.82ECT \times \sqrt{H} \times \sqrt{Z}$$

โดยที่ P = ค่าประเมินของความต้านทานรับแรงกดในแนวดิ่ง (kp)
ECT = ค่าความแข็งแรงตามขอบของกระดาษลูกฟูก (kp/cm)
H = ความหนาของกระดาษลูกฟูก (มม.)
Z = ความยาวของเส้นรอบรูปของกล่องลูกฟูกด้านที่รับแรงกด
หมายเหตุ ค่า kp = 10 นิวตัน



ภาพที่ 2.33 การทดสอบความแข็งแรงตามขอบของกระดาษลูกฟูก
ที่มา :ที่มา:www.foodnetworksolution.com



ภาพที่ 2.34 การทดสอบการรับแรงกดในแนวราบของลอนลูกฟูก
ที่มา : www.foodnetworksolution.com

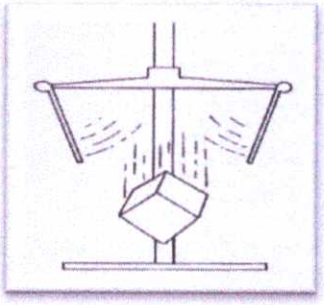
2.6.2 การทดสอบการสั่นกระแทก

การทดสอบจะทำการปล่อย บรรจุภัณฑ์พร้อมสินค้าให้ตกกระแทกลงสู่พื้น (Drop Test) สิ่งสำคัญในการทดสอบคือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบนี้จะต้องสามารถควบคุมบริเวณที่ตกกระแทกของบรรจุ ภัณฑ์ได้ โดยในขณะที่ปล่อยตกลงมาจะไม่มีการหมุนตัวเพื่อสามารถควบคุมบริเวณที่ตกกระแทกได้ ก็จะสามารถศึกษาความแข็งแรงในทุกๆ ด้านของบรรจุภัณฑ์ วิธีการทดสอบการตกกระแทกจะสามารถแยกเป็นการปล่อยให้ตกกระแทก ณ ความสูงคงที่ ด้วยการกำหนดจำนวนครั้งที่ปล่อยให้ตก ณ ความสูงนั้นๆ หรืออาจจะทดสอบโดยการเพิ่มความสูงมากขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งบรรจุภัณฑ์ไม่สามารถปกป้องสินค้าต่อไปได้ วิธีการนี้เหมาะสำหรับใช้ในการเปรียบเทียบบรรจุภัณฑ์ขนส่งต่างชนิดกันว่า สามารถป้องกันสินค้าได้ดีกว่ากันมากน้อยแค่ไหนในห้องปฏิบัติการ การทดสอบประเมินความสามารถของบรรจุภัณฑ์ที่จะป้องกันผลิตภัณฑ์อาหารจากการตกกระแทกใช้เกณฑ์การทดสอบดังต่อไปนี้

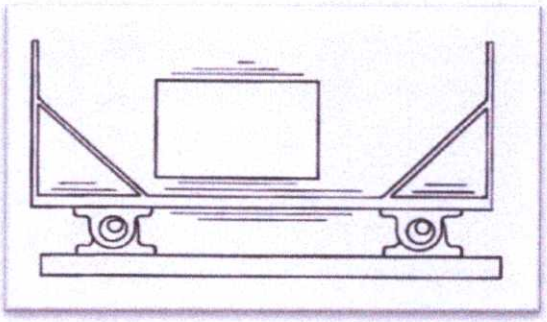
น้ำหนักของบรรจุภัณฑ์ (กก.)	ความสูงที่ปล่อยตก (มม.)
น้อยกว่า 10	800
10 ถึง 20	600
20 ถึง 30	500
30 ถึง 40	400
40 ถึง 50	300
50 ถึง 100	200
มากกว่า 100	100

การสั่นสะเทือน เริ่มจากการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และความเร่งของการสั่นสะเทือนที่มีโอกาสเกิดระหว่างการขนส่งการ สั่นสะเทือนที่เกิดระหว่างการขนส่งค่อนข้างสลับซับซ้อนและไม่แน่นอน (Random) ด้วยเหตุนี้การออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อป้องกันอันตรายจากการสั่นสะเทือนจึงจำ ต้องทราบถึงค่าความถี่ธรรมชาติ (Natural Frequencies) ของสินค้าและชิ้นส่วนของสินค้าบริเวณที่แตกหักง่ายที่สุดละหาวิธีการป้องกัน หรือหน่วงให้สินค้าพ้นจากความถี่อันตรายดังกล่าวนัก ออกแบบบรรจุภัณฑ์จึงจำต้องเลือกหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งและความถี่ ตามที่แสดงในรูปที่ 5.13 พร้อมทั้งใช้ข้อมูลอื่นๆ ประกอบในการออกแบบเช่น ข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งและความถี่นี้ องค์ประกอบที่จะทำให้สินค้าแตกหักคือค่า Amplitude ของความเร่งซึ่งสูงพอที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อชิ้นส่วนของสินค้า พร้อมทั้งช่วง

ความถี่ที่ก่อให้เกิดความเร่งนี้ โดยปกติในความถี่นี้จะพิจารณาเฉพาะช่วง 1-200 Hz ซึ่งเป็นช่วงความถี่ในสภาวะการขนส่งจริงการ สั่นสะเทือน มีโอกาสทำให้สินค้าแตกหักเสียหายได้ง่าย หรือเกิดการเสียดสีจนทำให้สินค้าขายไม่ออกหรือจำต้องขายลดราคา วิธีการป้องกัน คือ การพยายามจัดเรียงสินค้าพร้อมวัสดุป้องกันการสั่นกระแทก เช่น นำกระดาษลูกฟูกหรือเศษหนังสือพิมพ์มากรุหรือแทรกภายในบรรจุภัณฑ์ให้แน่นและ ไม่ยุบตัวโดยง่าย ก็จะช่วยป้องกันอันตรายจากการสั่นสะเทือนในระหว่างการขนส่งได้



ภาพที่ 2.35 การทดสอบการตกกระแทกบรรจุภัณฑ์
จะตกลงมาจากที่วางคล้ายบานพับตามความสูง
ที่มา :ที่มา:www.foodnetworksolution.com

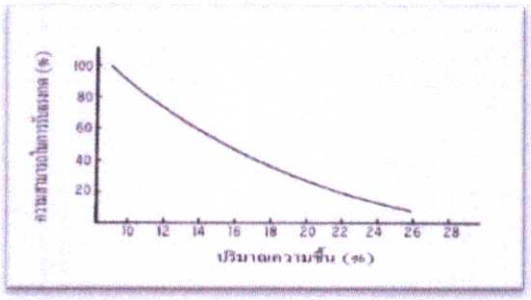


ภาพที่ 2.36 การทดสอบการสั่นสะเทือน
ที่มา : ที่มา:www.foodnetworksolution.com

การ ทดสอบการตกกระแทกและการสั่นสะเทือนตามที่แสดงในรูปที่ 5.14, 5.15 และ รูปซ้ายล่างในหน้า 167 เป็นวิธีการทดสอบแบบง่ายๆ ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีทางด้านนี้ได้รับการพัฒนามากขึ้น โดยการนำเอาระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาจำลองและวิเคราะห์การทดสอบดังแสดงในรูป กล่าวโดยสรุปแล้ว การทดสอบการสั่นกระแทกในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ คือ การกำหนดความสูงที่จะตกกระแทกและความสัมพันธ์ของความเร่งและความถี่ของการ สั่นสะเทือนในสภาวะการขนส่ง

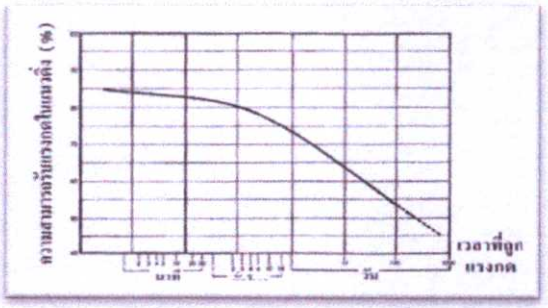
2.6.3 การทดสอบความต้านทานแรงกดในแนวดิ่ง

นับ เป็นการทดสอบที่นิยมมาก เนื่องจากทดสอบได้สะดวกและเข้าใจได้ง่าย ส่วนมากจะใช้ทดสอบกับกล่องกระดาษและขวดพลาสติกดังแสดงในรูปกลางหน้า 167 การทดสอบจะเป็นการเพิ่มแรงกดต่อบรรจุภัณฑ์จนกระทั่งบรรจุภัณฑ์เสียหายหรือ รับแรงต่อไปไม่ได้อีก การทดสอบนี้จะจำลองการกดแรงซ้อนของบรรจุภัณฑ์จริงๆ เนื่องจากแผ่นกระดาษหรือแผ่นโลหะที่กดทับลงมาจะเคลื่อนที่ลงมาตรงๆ ส่วนในสภาวะจริง เมื่อส่วนไหนของบรรจุภัณฑ์อ่อนตัวรับแรงไม่ได้ แรงกดจะกดต่อไปในจุดยุบตัวหรืออ่อนตัวนั้นเรื่อยๆ ดังนั้นความต้านทานในแนวดิ่งที่ได้จากการทดสอบ จะมีค่าน้อยกว่าค่าความเป็นจริงที่บรรจุภัณฑ์จะถูกกระทำในระหว่างการขนส่ง การประเมินค่าความเป็นจริงที่ถูกกระทำนี้อาจจะสูงถึง 5 เท่าของค่าที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการตาม ที่ได้กล่าวมาแล้ว ความชื้นที่มีอยู่ในกระดาษลูกฟูกมีผลต่อการใช้งานของกล่อกระดาษลูกฟูก ความสามารถต้านทานแรงกดในแนวดิ่งจะลดน้อยลงเมื่อความชื้นในกระดาษแปรเปลี่ยน ไป รูปที่ 5.16 แสดงความสามารถในการรับแรงกดในแนวดิ่งที่ลดน้อยลงเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยตั้งข้อสมมติฐานว่า ที่ปริมาณความชื้นในกระดาษที่ 5% มีความสามารถในการรับแรงกดในแนวดิ่ง 100% เต็ม เมื่อความชื้นในกระดาษเพิ่มถึง 22% ความสามารถในการรับแรงกดจะลดลงเหลือ 20% เท่านั้น



ภาพที่ 2.37 ความสามารถในการรับแรงกดในแนวดิ่งแปร
ตามปริมาณความชื้นในกระดาษ
ที่มา : ที่มา:www.foodnetworksolution.com

นอก จากความชื้นในตัวกล่องกระดาษลูกฟูกแล้ว ความสามารถในการรับแรงยังแปรผันตามเวลาที่ไดรับแรงกด ถ้ากล่องได้รับการกดซ้อนกันนานๆ จะลดความต้านทานในการรับแรงเนื่องจากมีความล้า (Fatigue) เกิดขึ้นดังแสดงในรูปที่ 5.17 จะพบว่าช่วง 1 วันแรกนั้น ความต้านทานในการรับแรงกดจะลดลงค่อนข้างมากจาก 85% เหลือ 73% หลังจาก 1 วันแรกความล้าที่เกิดขึ้นจะมีอย่างต่อเนื่องแต่ไม่มากเท่า 24 ชั่วโมงแรก



ภาพที่ 2.38 ความสามารถในการรับแรงกดในแนวดิ่งแปรตามเวลา
ที่มา:www.foodnetworksolution.com

การ ทดสอบความสามารถในการรับแรงกดในแนวดิ่งนั้น แม้จะเป็นที่นิยมเนื่องจากสามารถทำได้ง่าย แต่ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่ลดความสามารถในการรับแรงเข้ามาเกี่ยวข้องอีกมาก ตั้งแต่การดูแลกล่องก่อนบรรจุ ระหว่างการบรรจุ การปิดกล่อง และโดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างการขนส่ง ดังนั้นบุคลากรที่รับผิดชอบการพัฒนาบรรจุภัณฑ์จำต้องหมั่นตรวจสอบปัจจัย ต่างๆ เหล่านี้อยู่เสมอ

2.7เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง (2548 : 7) บรรจุภัณฑ์มาตรฐานเพื่อการกระจายสินค้าสำหรับผลผลิตเกษตร จากศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ได้พัฒนาต้นแบบบรรจุภัณฑ์มาตรฐานจากกล่องกระดาษลูกฟูก ตามข้อกำหนด Common Footprint (มิติฐานมาตรฐานของบรรจุภัณฑ์) รวมถึงวัสดุช่วยบรรจุที่เหมาะสมต่อการกระจายผลิตผลทางการเกษตร บรรจุภัณฑ์มาตรฐานดังกล่าวไม่เพียงเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานและการ ลำเลียงขอนส่งสินค้าเกษตรทั้งในและต่างประเทศ แต่ยังช่วยลดความสูญเสียที่เกิดจากการจัดเรียงซ้อนกล่องของสิ้นค้าต่างชนิด การปฏิบัติที่ไม่เหมาะสมต่อสินค้าและลดความสูญเสียอันเนื่องมาจากการใช้ บรรจุภัณฑ์ผิดประเภท นอกจากนี้ยังมีแบบที่เห็นตัวสินค้าที่บรรจุภายในกล่อง ทำให้เป็นรูปแบบที่พร้อมวางขาย และยังช่วยลดต้นทุนในการขนส่งทางเรือ เนื่องจากกล่องมีน้ำหนักเบาและมีความแข็งแรงสูง ทำให้ จำนวนกล่องในการเรียงซ้อนบนแท่นรองรับสิ้นค้ามากขึ้น

วาณี ชนเห็นชอบ (2554:56) ระบบและ วิธีจำลองสภาวะการขนส่งและกระจายสินค้าของผลิตผลเกษตรเขตร้อน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทำการทดสอบวิเคราะห์การตอบสนองของผลิตผลเกษตรเขตร้อนต่อแรงกระทำเชิงกลใน สภาวะจำลอง โดยพิจารณาปริมาณและลักษณความเสียหายของผลิตผลเกษตรเขตร้อน 7 ชนิด ได้แก่ ส้มสายน้ำผึ้ง มะละกอแขกดำ มะละกอฮอลแลนด์ ฝรั่งแป้นสีทอง มังคุด มะม่วงน้ำดอกไม้และสับปะรดภายใต้สภาวะการสั่นสะเทือนจำลองตามมาตรฐาน ASTM999method B ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ วิธีการบรรจุและการประยุกต์ใช้วัสดุกันกระแทกเพื่อลดความเสียหายของผลิตผลเกษตรเขตร้อนที่สำคัญของไทย

อศิรา เฟื่องฟูชาติ(2555:13) ฟิล์มกำจัดก๊าซเอทิลีนใน ระดับอุตสาหกรรมสำหรับผักและผลไม้สด พัฒนาฟิล์มพลาสติกที่ชะลอการสุกและการเสื่อมสภาพของผลิตผล โดยการผสมอนุภาคของ

สารดูดซับที่มีกลไกเลือกดูดซับและซึมผ่านก๊าซเอทิลีนเข้า กับพอลิเมอร์ผสม ปัจจุบันได้ยื่นจดสิทธิบัตรและพัฒนาเทคนิคการเตรียมเม็ดพลากสติกให้เหมาะสม กับการผลิตฟิล์มในระดับอุตสาหกรรมฟิล์มต้นแบบถูกพัฒนาให้อยู่ในรูปของบรรจุ ภัณฑ์ผลิตผลสดประเภทต่างๆ สามารถลดการสะสมของก๊าซเอทิลีนในบรรจุภัณฑ์ลงได้มากกว่า 2 เท่า ยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสดได้นานขึ้น

ดวงพร ดีผดุง; ณัฐและ คณะ (2548 :1) ศึกษาผลของแรงกระทำเชิงกลจากการกระทบตกและกดทับต่อความช้ำของมะม่วงพบว่าแรงที่เพิ่มขึ้นทำให้มะม่วงเสียหายจากความ ช้ำเพิ่มขึ้น ทำการเปรียบเทียบภาชนะบรรจุเพื่อการขนส่งมะม่วงในด้านต่างๆ ได้แก่ การปกป้องจากความช้ำ การเรียงซ้อน ความเหมาะสมในการใช้เก็บมะม่วงและเคลื่อนย้าย และความเหมาะสมเชิงการตลาด ภาชนะบรรจุที่ใช้ในการวิจัยนี้ ได้แก่ ภาชนะบรรจุประเภทใช้ซ้ำที่นิยมใช้ขนส่งมะม่วงในประเทศไทย (RPC-TH) ใช้ขนส่งผลไม้ในประเทศสหรัฐอเมริกา (RPC-US-A และ RPC-US-B) และกล่องกระดาษลูกฟูกที่พัฒนาขึ้นใหม่ซึ่งทำการบรรจุมะม่วงเพียงชั้นเดียว และมีแถบกั้นระหว่างแถว (CFB) ศึกษาวัสดุกันกระแทก 2 ชนิด ได้แก่ โฟมตาข่ายและการห่อด้วยกระดาษลูกฟูกผนังด้านเดียว หลังการทดสอบการขนส่งจริงและการสั่นสะเทือนในห้องปฏิบัติการพบว่ากล่อง กระดาษลูกฟูกที่พัฒนาขึ้นใหม่สามารถปกป้องมะม่วงจากความช้ำได้ดีที่สุดและ กระดาษลูกฟูกผนังด้านเดียวสามารถปกปิดมะม่วงได้ดีกว่าโฟมตาข่าย ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการเลือกระบบภาชนะบรรจุที่เหมาะ สมในการขนส่งมะม่วงและผลไม้ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

นภาวรรณ โฆษิตเรืองชัย และ วิชชา สอาดสุด (2553:4) การพัฒนาและออกแบบบรรจุภัณฑ์มะม่วง โดยเลือกกล่องกระดาษลูกฟูกที่สามารถขึ้นรูปทรงได้โดยไม่ต้องใช้กาวหรือที่เย็บกระดาษ รวมทั้งสามารถล็อกแต่ละชั้นไว้ได้ด้วยสลักบนกล่องมีขนาดที่บรรจุมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองขนาด 300-400 กรัมได้ 9 ลูก และกล่องมีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักกดทับได้ประมาณ 236 ± 12 กิโลกรัมการทดสอบยืดอายุการเก็บรักษาและคุณภาพของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง โดยใช้ถุงพลาสติก Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) และ LLDPE + 3% anti fog, ฟิล์มทานตะวัน model 4 (M4)และกล่องพลาสติก Polyethylene terephthalate (PET) และศึกษาผลของการบรรจุโดยอากาศและการปรับสภาพบรรยากาศภายในถุงพลาสติก (4%O2, 10% CO2 และ 86% N2) รวมทั้งผลของการเจาะรู (ขนาด 0.08 มิลลิเมตร จำนวน 20รู) ที่ถุงต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะม่วง ก่อนนำไปบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกที่ได้พัฒนาแบบขึ้นมาใหม่และทำการขนส่งโดยใช้รถกระบะระยะทางประมาณ 700 กิโลเมตร พบว่าสามารถชะลอการสุกของมะม่วงได้นาน 28 วัน และ 20-24 วันเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5oC และ 13oC ตามลำดับ และเมื่อย้ายออกมาเก็บบ่มสุกที่อุณหภูมิห้อง (31oC RH 70%) พบว่า ในวันที่ 36 ผลมะม่วงที่บรรจุในถุงพลาสติก LLDPE, LLDPE + 3% anti-fog ที่เจาะรูและกล่องพลาสติก PET ซึ่งเคยเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5oC ยังคงมีคุณภาพสีผิว สีเนื้อ ความแน่นเนื้อ รสชาติและการยอมรับรวมอยู่ในเกณฑ์ดี

วีระศักดิ์ เลิศสิริโยธิน (2554:2) การพัฒนากรรมวิธีการผลิตวัสดุกันกระแทกย่อยสลายได้ในธรรมชาติจากแป้งมันสำปะหลัง ครอบคลุมการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาวิธีการเตรียมเรซินพลาสติกที่มีแป้งมันสำปะหลังเป็นองค์ประกอบหลักสำหรับผลิต loose-fill foamเป็น และวิธีการขึ้นรูปเป็น loose-fill foam ในส่วนขอกระบวนการผลิต loose-fill foam ใช้สารก่อโฟมทางเคมีโดยทำการผลิตด้วยเครื่องเอกซทรูชั่นชนิดสกรูเดี่ยวตัวอย่างที่ได้ทำการทดสอบหาความหนาแน่น อัตราการพองตัว และค่compressive strength และอัตราการผลิต ผลการวิจัยแสดงถึงผลสำเร็จของการพัฒนาสูตร

คอมปาด์วที่มีแป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนประกอบซึ่งเหมาะสำหรับการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ loose-fill foam

วรุตม์ จันทรเนตร และคณะ (2555:5) งานวิจัยนี้ศึกษาการออกแบบวัสดุกันกระแทกสำหรับป้องกันผลิตภัณฑ์เพื่อไม่ให้ได้รับความเสียหายในระหว่างการขนส่ง โดยในการออกแบบเลือกวัสดุกันกระแทกนั้น จำเป็นต้องทราบถึงคุณลักษณะการตอบสนองเชิงพลศาสตร์ของวัสดุกันกระแทก เรียกว่า Dynamic Cushioning Curves ซึ่งเป็นกราฟที่แสดงถึงความสัมพันธ์ ระหว่างค่าความเร่งสูงสุดของก้อนมวลผลิตภัณฑ์หลังจากเกิดการกระแทก และ อัตราส่วนระหว่างมวลต่อพื้นที่ของผลิตภัณฑ์ (Mass Density) เมื่อก้อนมวลตกแบบอิสระบนวัสดุกันกระแทกจากความสูงที่กำหนด ความเร่งสูงสุดนี้จะบ่งบอกถึงขนาดของแรงสูงสุดที่ส่งจากพื้นมายังก้อนมวลผ่านวัสดุกันกระแทก ในการศึกษาเราทดสอบหา Dynamic Cushioning Curvesของวัสดุกันกระแทกตัวอย่างชนิด Low Density Polyethylene (LDPEJ4324)ที่มีความหนาต่างๆกัน จากนั้นนำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์ผลของพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ มวลของผลิตภัณฑ์ความหนา และขนาดพื้นที่หน้าตัด

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาและออกแบบวัสดุกันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ครั้งนี้เป็นเป็นงานออกแบบที่มุ่งเน้นศึกษาเอกสารและรวบรวมแนวความคิด พฤติกรรมผู้ผลิต ผู้จำหน่าย และผู้บริโภค ความต้องการตลอดจนปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบวัสดุกันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ ดังนั้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการศึกษาและออกแบบวัสดุกันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ เป็น 3 ขั้นตอน

3.1 ศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

3.2 ทดสอบประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากวัสดุธรรมชาติกรณีศึกษาวัสดุห่อหุ้มมะม่วงจากเยื่อกระกระดาขึ้นรูป

3.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

วิธีการดำเนิการวิจัยแต่ละขั้นตอนประกอบด้วย

1 กลุ่มวัสดุตัวอย่าง

2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3 วิเคราะห์ข้อมูล

4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เพื่อศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากหนังสือและแหล่งข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับวัสดุกันกระแทกสำหรับมะม่วงในปัจจุบันเพื่อใช้ในการออกแบบวัสดุกันกระแทกจากวัสดุธรรมชาติ ตามหัวข้อดังนี้

3.1.1 คุณสมบัติของวัสดุกันกระแทกจากธรรมชาติ

3.1.2 วัสดุที่ใช้ในการผลิตวัสดุกันกระแทก

3.1.3 ขนาดและสัดส่วนในการของผลมะม่วงที่กับวัสดุกันกระแทก

3.1.4 หลักการออกแบบวัสดุกันกระแทก

3.1.5 เลือกวัสดุที่เหมาะสมในการผลิตเพื่อกันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้

โดยกำหนดประเด็นเนื้อหาด้านวัสดุในปัจจุบันที่มีอยู่ในท้องตลาด ในด้านประสิทธิภพในการลดการกระแทก นำกลับมาหมุนเวียนใช้ได้อีกครั้ง และยืดระยะเวลาในการรักษาคุณภาพเพื่อบริโภค ทั้งนี้ได้นำเอาเนื้อหาที่ได้รับคำปรึกษาจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของข้อมูลและข้อเสนอแนะต่างๆโดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ผศ.ดร. จักรภพ พูนสิน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏรพระนคร

ผศ.ปาริชาติ รัตนพล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

อาจารย์ต่อวงศ์ ปุ้ยพันวงศ์

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุเพื่อพิจารณาด้านความถูกต้องของข้อมูลเรื่อวัสดุกันกระแทก

ลักษณะเครื่องมือคือ เป็นแบบสัมภาษณ์มีโครงสร้างและประเด็นที่ประกอบด้วยเนื้อหาสาระด้านความชัดเจน ด้านความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย ด้านการนำเสนอ และด้านความถูกต้อง

การสร้างเครื่องมือและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ก. สร้างแบบสัมภาษณ์ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย กำหนดประเด็นจำนวนข้อของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ข. นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์ และ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและคำแนะนำในการปรับปรุงแบบสัมภาษณ์

ค. นำแบบสัมภาษณ์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

3.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบมาเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะการบรรยาย

3.1.4 นำข้อมูลมาออกแบบรูปแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ทั้ง 3 แบบ และนำแบบที่ได้รับการวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญมา 1 แบบมาเพื่อทดสอบประสิทธิภาพ

3.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพวัสดุกันกระแทกจากวัสดุธรรมชาติมะม่วงน้ำดอกไม้

นำผลจากการศึกษาข้อมูลด้านวัสดุ และวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารในบทที่ 2 มาทำการพัฒนารูปแบบของวัสดุกันกระแทกให้เหมาะสมกับผลขอมะม่วงน้ำดอกไม้ จำนวน 3 แบบและผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบประเมินผลเพื่อเลือก 1 แบบเพื่อนำไปออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ และทำการประเมินความเหมาะสมของชิ้นงานอีกครั้ง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัสดุ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิสักก์ สินธุภัค คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาจารย์โอพาร ตัณฑวิรุฬห์ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นายณหทัย จันแสน ผู้ชำนาญการด้านการออกแบบ และวัสดุ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุรุทหารลาดกระบัง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แบบประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ทดสอบประสิทธิภาพวัสดุกันกระแทกจากวัสดุธรรมชาติสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ และผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบคุณภาพขอวัสดุจาสถาบันทดสอบประสิธิภาพวัสดุเพื่อการขนส่ง ประเมินแบบมาตรฐานประเมินค่าระดับ (Rating scale) แบบออกเป็น 5 ระดับดังนี้

5	หมายถึง	ความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	ความเหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	ความเหมาะสมระดับปานกลาง
2	หมายถึง	ความเหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	ความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

3.2.2 การสร้างเครื่องมือแบบประเมิน มีวิธีดำเนินการดังนี้

ทำการทดสอบประสิทธิภาพวัสดุกันกระแทกจากวัสดุธรรมชาติสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ การสังเคราะห์กระบวนการจากการทดสอบประสิทธิภาพในการรับแรงสั่นสะเทือนในวัสดุกันกระแทกจากวัสดุธรรมชาติตามวัฏประสงข้อที่ 2 ภายใต้กรอบ

(ก่อเกียรติ วิริยะกิจพัฒนา.2546:67) ดังนี้ การทดสอบหาค่าความต้านทานแรงกด (Compression Test) ในห้องปฏิบัติการโดยทดสอบความแข็งแรงของกล่องกระดาษลูกฟูก (กล่องเปล่า) ในการรองรับแรงกด ด้วยเครื่องCompression Testerโดยการขึ้นรูปกล่องและวางกล่องในเครื่องทดสอบโดยวางไว้ต้องกึ่งกลางของแผ่นกด ทำการกดจนกระทั่งกล่องเสียรูป บันทึกค่าการต้านทานแรงกด มีการทดสอบ 5 ซ้ำ เก็บข้อมูลของบันทึกค่าความต้านทานแรงกด โดยมีการบรรจุและการจัดเรียงมะม่วงเหมือนการขนส่งจริง โดยมีการทดสอบการขนส่งเป็นระยะทางประมาณ 700 กิโลเมตร หลังจากการขนส่งจะมีการตรวจสอบความเสียหายของกล่อง เช่นการยุบตัวของกล่อง การฉีกขาดของกล่อง รวมทั้งการตรวจสอบความเสียหายของมะม่วง โดยการนำมาทดสอบการเก็บรักษาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องทดสอบแรงกด (Compression Tester)การศึกษาผลกระทบต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะม่วงโดยใช้ฟิล์มพลาสติกภายใต้การควบคุมบรรยากาศ มีการเปรียบเทียบที่อุณหภูมิ 5°C และ 13°C ชนิดของฟิล์มพลาสติก และการสุกแก่ของมะม่วงการเตรียมวัตถุดิบคัดเลือกมะม่วงที่มีน้ำหนักประมาณ 3 ลูก/กิโลกรัม โดยคัดเลือกผลที่มีความสม่ำเสมอและไม่มีตำหนิ มีใช้การ 1-MCP ที่ความเข้มข้น 1000 ppb มารมมะม่วงเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ที่ 25°C ที่17
การทดสอบบรรจุภัณฑ์โดยการทดสอบคุณภาพของมะม่วง ดังนี้ การสูญเสียน้ำหนัก (Weight loss) ชั่งโดย balance meter เก็บข้อมูลน้ำหนักที่ลดลง% การสูญเสียน้ำหนัก = น้ำหนักเริ่มต้น - น้ำหนัก ณ วันที่ทำการตรวจผล x 100น้ำหนักเริ่มต้น

วัดค่าสีเปลือกและสีเนื้อมะม่วงโดยการใช้ เครื่องวัดสี (Color meter “Hunter lab” รุ่น Color Quest XE) (ภาพ 3.3) โดยการวัดค่า L, A and B ทั้ง 2 ด้านของมะม่วงและที่หัว กลางและปลายของมะม่วง แล้วหาค่าเฉลี่ยค่า L* คือ ค่าความสว่างของ (lightness) ซึ่งค่า L* ที่วัดได้ หากค่า

เข้าใกล้ 0แสดงว่าวัตถุมีสีคล้ำ แต่ถ้าเข้าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมีสีสว่าง ค่า b* คือ ค่าความสมดุลระหว่างสีน้ำเงินและสีเหลือง (yellow and blue) ซึ่งค่า b* ที่วัดได้ หากมีค่าเป็นลบ หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน (ค่ายิ่งต่ำมากแสดงว่ามีสีน้ำเงินมาก) หากเป็นบวกแสดงว่าวัตถุมีสีเหลือง (ค่ายิ่งสูงมากแสดงว่ามีสีเหลืองมาก)

ด้านวัสดุ
ด้านการปกป้องคุมครอง
ด้านความสะดวกในการใช้งาน
ด้านการรักษาสิ่งแวดล้อม

3.2.3 นำผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพในการรับแรงสั่นสะเทือนในวัสดุกันกระแทกจากวัสดุธรรมชาติ มาตรวจสอบความถูกต้องตามเนื้อหาโดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และกรอบแนวความคิดในการวิจัย

โดยผู้เชี่ยวชาญจะพิจารณาตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหาสาระ (Cotent Validity) และข้อเสนอแนะดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์
-1	หมายถึง	แน่ใจในคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์

จากคะแนนนำผลการพิจารณามาคำนวณจากสูตร

$$IOC = \sum \frac{R}{N}$$

IOC	หมายถึง	ดัชนีความสอดคล้อง
R	หมายถึง	คะแนนการพิจารณาของผู้วุคุณวุฒิ
N	หมายถึง	จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อคำถาม IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป เป็นคำถามที่ใช้ได้ ถ้าไม่ถึง 0.5 ต้องแก้ไขหรือตัดทิ้ง

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้จิจัยได้ศึกษาข้อมูลเพื่อประเมินผลงานเพื่อทำการพัฒนารูปแบบของบรรจุภัณฑ์ จำนวน 3 และให้ทรงคุณวุฒิด้านออกแบบประเมินผลเพื่อเลือก 1แบบ สำหรับนำไปพัฒนาเป็นวัสดุกันกระแทกจากวัสดุธรรมชาติสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ และประเมินความเหมาะสมอีกครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม ความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบวัสดุกันกระแทกสำหรับมะม่วง และผลการทดสอบวัสดุมา มาวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย(Mean) และส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน(Standard Deviation:S.D.)โดยแบ่งเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยดังนี้

4.51-5.00	หมายถึง	มากที่สุด
3.51-4.50	หมายถึง	มาก
2.51-3.50	หมายถึง	ปานกลาง
1.51-2.50	หมายถึง	น้อย

1.00-1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

3.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

3.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภคมะม่วงน้ำดอกไม้

ประชากร คือ กลุ่มผู้บริโภคมะม่วน้ำดอกไม้ที่นิยมรับประทานแบบผลสุกภายในตลาดค้าส่งมะม่วง บางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทราสุ่มแบบบังเอิญ 100 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้จำหน่ายมะม่วงและผลไม้กรณีศึกษา ที่ตลาดค้าส่งมะม่วง บางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทร จำนวน 5 ร้านค้า

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้บริโภค และผู้จำหน่าย ที่มีผลต่อการศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ ที่ทำการประเมินโดยผู้บริโภคและผู้ประกอบการร้านค้าที่ตลาดค้าส่งมะม่วง บางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ลักษณะของเครื่องมือ คือแบบประเมินความคิดเห็นตามแบบมาตรฐานประเมินค่าระดับ (Rating scale) คือเหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และใช้อ่านค่าตามอัตราส่วนดังนี้

5 หมายถึงความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 หมายถึงความเหมาะสมในระดับมาก

3 หมายถึงความเหมาะสมระดับปานกลาง

2 หมายถึงความเหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึงความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

การสร้างเครื่องมือแบบประเมิน มีวิธีดังต่อไปนี้การสร้างเครื่องมือเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคและผู้ประกอบการร้านค้าที่มีผลต่อบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ ซึงอยู่ภายได้กรอบของ (ศบท 2556) ดังนี้

การจัดเตรียมสินค้าเพื่อการขนส่ง การเก็บรักษา และการจำหน่ายโดยมี ค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมให้สอดคล้องกับความต้องการของสินค้านั้น บรรจุภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานจะช่วยปกป้องสินค้าระหว่างการขนส่งและการตลาดจนถึงมือผู้บริโภคในสภาพที่ดีอย่างปลอดภัย ยิ่งไปกว่านั้น บรรจุภัณฑ์ที่สวยงาม

สินค้าจะสร้างภาพลักษณ์ที่ดีอันเป็นปัจจัยสำคัญใน การจำหน่ายสินค้าทั้งภายในประเทศและเพื่อการส่งออก

การสร้างเครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ก. สร้างแบบประเมินความคิดเห็น โดยผู้จัยได้ศึกษาเอกสารและทษฎีที่เกี่ยวข้อง ศึกษาการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยกำหนดประเด็นและจำนวนข้อของเครื่องมือที่ใช้การวิจัย

ข. นำแบบประเมินความคิดเห็นที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา สาระนิพนธ์ และอาจารย์ เพื่อตรวจสอบความถูต้องและข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุงแบบสัมภาษณ์

ค.นำแบบประเมินความคิดเห็นที่แก้ไขปรับปรุงให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ และกรอบแนวคิดในการ

วิจัย (Index of obiective conguence : IOC)ซึ่งการตรวจสอบแบบประเมินนี้มีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ดังนี้

ผศ.ดร. ธเนศ ภิรมย์การ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผศ.ดร. ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผศ.ดร. จตุรง เลาหะเพ็ญแสง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โดยผู้เชี่ยวชาญจะพิจารณาตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหาสาระ (Cotent Validity) และข้อเสนอแนะดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์

-1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์

จากคะแนนนำผลการพิจารณามาคำนวณจากสูตร

$$IOC = \sum \frac{R}{N}$$

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง

R หมายถึง คะแนนการพิจารณาของผู้วุคุณวุฒิ

N หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อคำถาม IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป เป็นคำถามที่ใช้ได้ ถ้าไม่ถึง 0.5 ต้องแก้ไขหรือตัดทิ้ง

3.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการนำแบบประเมินความคิดเห็นต่อผลการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ ไปดำเนินการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็นกลุ่มผู้บริโภคจำนวน 100ท่าน และจำนวนกลุ่มผู้จำหน่ายจำนวน 5 ร้านค้า

3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ตอบเกี่ยวกับระดับความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ และนำผลการทดสอบวัสดุมา มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามนำมาใช้เป็สถิติในการวิเคราะห์รวบรวมผลข้อมูลและจำนวนคะแนน มาวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย(Mean) และส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน(Standard Deviation:S.D.)โดยแบ่งเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง มากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง มาก

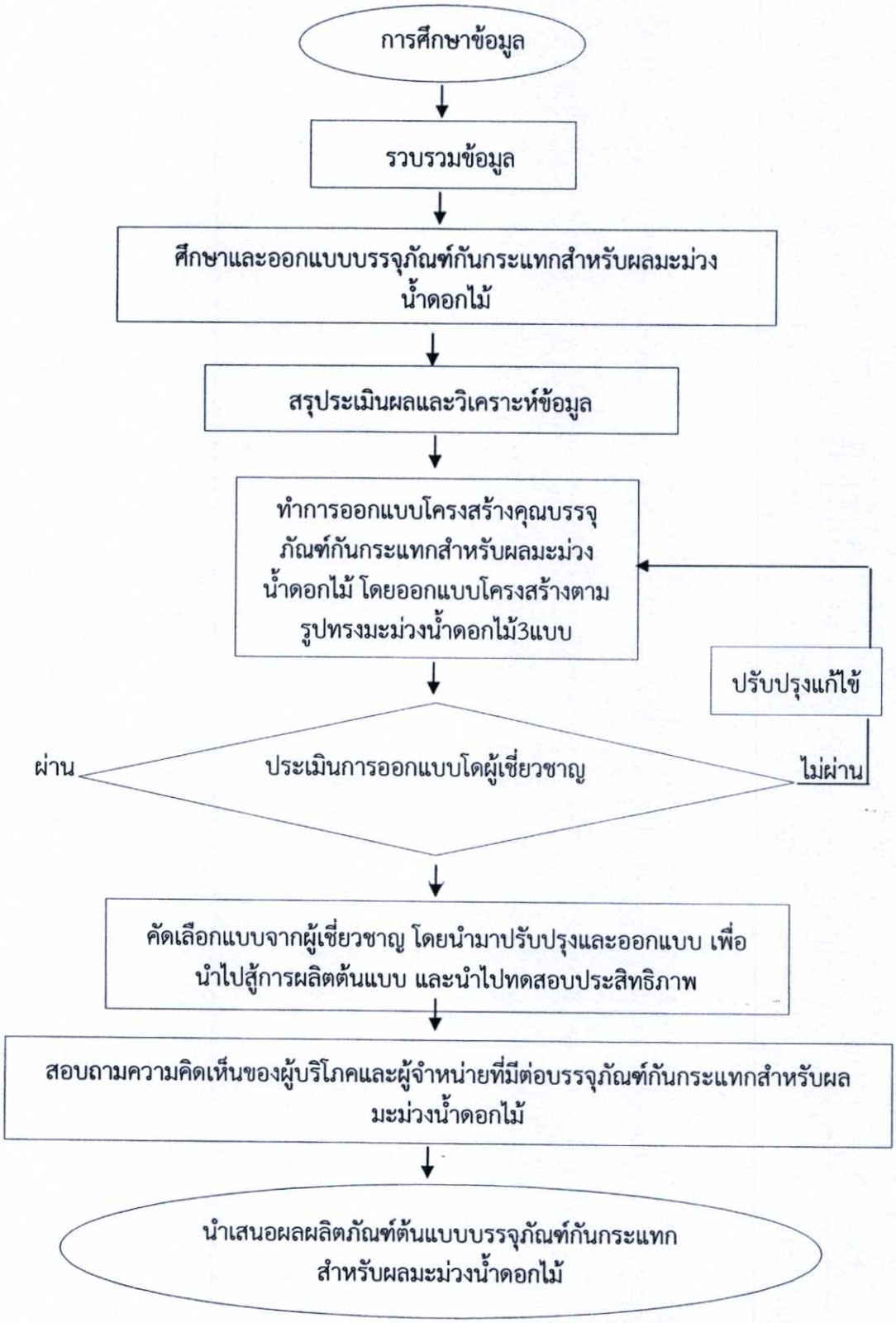
2.51-3.50 หมายถึง ปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง น้อย

1.00-1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบของการบรรยายและตาราง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ โดยมีขั้นต่อในการพัฒนาดังนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากวิธีการดำเนินงานวิจัยที่ได้กำหนดไว้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค แบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบสอบถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

4.2 ผลการสัมภาษณ์ความต้องการของผู้ผลิต และผู้จำหน่าย ผลมะม่วงน้ำดอกไม้

4.3 ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

4.5 การประเมินความพึงพอใจด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ จากกลุ่มผู้ผลิต และผู้บริโภค

4.6 ผลการศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

4.1 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบสอบถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ในการวิเคราะห์เพื่อหาความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่สร้างเสร็จไปหาความเที่ยงตรงของคำถาม โดยผ่านผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจแบบสอบถาม ให้มีความสอดคล้อง กับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือแบบประเมินโดย วิธี IOC (Index of objective congruence) และให้มีความสัมพันธ์กันกับการออกแบบวัสดุกันกระแทกที่กำหนดไว้ ประกอบด้วย การใช้งานที่สามารถทนแรงกระแทก และการห่อหุ้มมะม่วงได้ทั้งลูก การรักษาสิ่งแวดล้อม การนำพาสินค้าไปถึงมือผู้บริโภคได้อย่างปลอดภัย เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ ซึ่งผลที่ได้จากการตรวจแบบสอบถามนั้นให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ของงานวิจัยจากผู้ทรงคุณวุฒิ ปรากฏว่า “สามารถนำไปใช้ได้ “ ซึ่งผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามมาใช้ดังต่อไปนี้

4.2 ผลการสัมภาษณ์ความต้องการของผู้จำหน่าย ผลมะม่วงน้ำดอกไม้

4.2.1 ปัญหาด้านโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ จากการสัมภาษณ์ความต้องการของผู้จำหน่ายผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่มีอยู่พบว่า โครงสร้างที่อ่อนนุ่มยืดหยุ่นง่ายและย่อยสลายอยากมาก โครงสร้างไม่แข็งแรง และไม่สามารถปกป้องผลของมะม่วงได้หากมีการตกกระแทกระหว่างขนย้าย

4.2.2 ปัญหาด้านวัสดุกันกระแทก ปัจจุบันผู้จำหน่ายมีบรรจุภัณฑ์ภายนอกเป็นกล่องกระดาษลูกฟูกที่เหมาะสมแต่ควรเพิ่มความแข็งแรงที่จะปกป้องผลมะม่วงในการนำพาไปยังผู้บริโภค และให้สามารถรับกับน้ำหนักที่จะกระทำกับบรรจุภัณฑ์ภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2.3 ปัญหาด้านการนำพาวัสดุกันกระแทก จากการสัมภาษณ์ความต้องการของผู้จำหน่าย ต้องการจะลดต้นทุน และใช้วัสดุที่ย่อสลายได้ง่ายไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยการนำพานั้นจะไม่ทำให้ผลมะม่วงเกิดการเสียหายขณะขนย้าย

4.2.4 ขนาดของผลมะม่วงน้ำดอกไม้ จากการสัมภาษณ์ความต้องการของผู้จำหน่าย ผลของมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ทางสวนจะผลิตและแพ็คลงกล่องขายเป็นหลักนั้นจะเป็นผลขอมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ขนาดโดยประมาร จะมีน้ำหนัก 400 กรัม ต่อหนึ่งผล ความยาวของผลโดยประมาณ 15 เซนติเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ที่ 8 เซนติเมตรโดยประมาณ ซึ่งเป็นขนาดที่โตกำลังดีไม่เล็กหรือใหญ่จนเกินไป ทำให้เป็นขนาดที่มีความต้องการสำหรับผู้บริโภค

4.3 ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

จากการศึกษาข้อมูลทำให้ผู้วิจัยได้เลือกเอาวัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและย่อยสลายง่ายเพื่อให้ชาวสวนลดปริมาณการใช้โฟมไปในตัว สำหรับวัสดุกันกระแทกที่นำมาออกแบบเป็นบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ และได้นำเอาข้อมูลความคิดเห็นต่างจากการตรวจแบบและการสัมภาษณ์ความคิดเห็นที่มีประสบการณ์นั้นจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ 3 ท่านดังนี้

ผศ. ปริชาติ รัตนพล อาจารย์ประจำสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ผศ. จักรภพ พูนสิน หัวหน้าสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

นายณหทัย จันแสน ผู้ชำนาญการด้านการออกแบบ และวัสดุ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุรทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4.1 การแสดงความคิดเห็นด้านโครงสร้าง ในการเลือกใช้วัสดุในการออกแบบ และการปกป้องผลของมะม่วงที่อยู่ภายในกล่อง จากผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุบรรจุภัณฑ์ 3 ท่าน

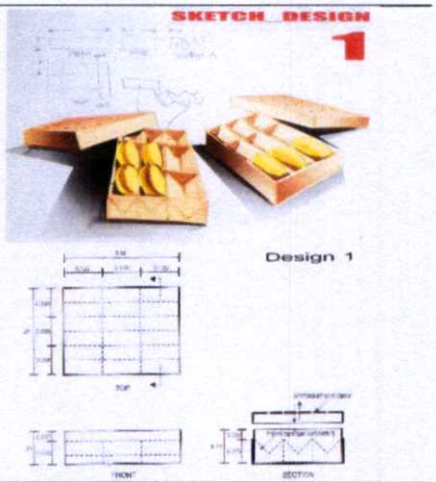
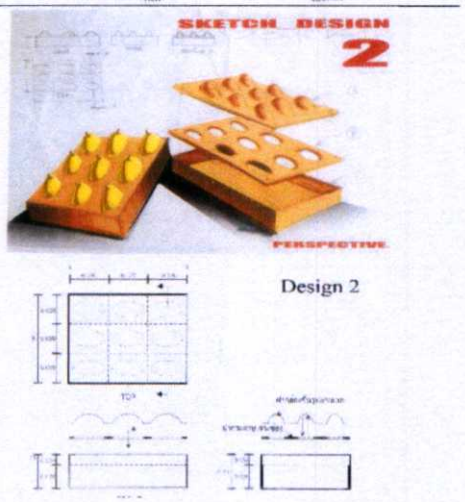
รายการ	ผู้เชี่ยวชาญที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญที่ 3
วัสดุที่ใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้	ควรเลือกวัสดุที่ทำจากกระดาษสามารถย่อยสลายได้และสามารถขึ้นรูปได้จากการกดทับด้วยแม่พิมพ์	จำเป็นจะต้องศึกษากรรมวิธีการผลิตที่ง่ายและสามารถทำเองในครัวเรือนได้ ซึ่งสามารถขึ้นรูปจากเยื่อกระดาษจากแม่พิมพ์ปูนแล้วกดทับด้วยแรงดันสองด้าน จากนั้นรอจนแห้งและงจึงถอดออกจากแม่พิมพ์	การเลือกใช้กระดาษรีไซเคิ้ล มาย่อยให้ละเอียดแล้วขึ้นรูปจะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตและการนำเข้าโฟมจากต่างประเทศได้ อีกทั้งยังย่อสลายง่าย
โครงสร้างในการออกแบบ	จะต้องห่อหุ้มผลของมะม่วงได้ทั้งลูก	สามารถป้องกันการกระแทกได้จากการขนส่ง	ระบายอากาศได้ดีและน้ำหนักเบาสามารถบรรจุลงกล่องกระดาษที่เป็นบรรจุภัณฑ์ภายนอกได้อย่างพอดีไม่มีช่องว่าง
ประสิทธิภาพของการป้องกันการกระแทก	จะต้องมีการนำเอาบรรจุภัณฑ์ที่ขึ้นรูปด้วยเยื่อกระดาษไปทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันการกระแทก	เลือกสถาบันที่มีการยอมรับด้านผลการทดสอบจากสถาบันบรรจุภัณฑ์และหีบห่อ	จำเป็นจะต้องนำบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากเยื่อกระดาษขึ้นรูปไปทดสอบกับผลมะม่วงจริงๆเพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่แท้จริง
กระบวนการผลิตด้านการขึ้นรูป ขนส่ง ไม่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม	กระดาษมีกระบวนการผลิต และการขนส่งที่ง่าย น้ำหนักเบาง่ายต่อ การขึ้นรูป	กระดาษมีกระบวนการผลิตที่ต้นทุนต่ำกว่าในการขึ้นรูป และง่ายต่อการขนส่ง	วัสดุต้องมีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ลดการใช้วัสดุอื่นเพิ่มเป็นการลดการใช้ทรัพยากร

จากตารางที่ 4.1 การแสดงความคิดเห็นด้านโครงสร้าง การเลือกใช้วัสดุในการออกแบบและการปกป้องผลของมะม่วงที่อยู่ภายในกล่อง จากผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุบรรจุภัณฑ์ สรุปได้ว่าการศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้นั้น จำเป็นจะต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพจากสถาบันที่ได้รับการยอมรับว่าผลที่ทดสอบออกมานั้นสามารถนำมาใช้ได้จริง

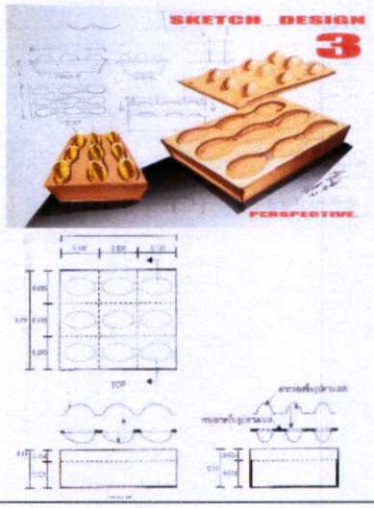
ดังนั้นผู้ออกแบบจึงได้ทำการออกแบบแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์และตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ แล้วขึ้นรูปจาก เยื่อกระดาษ เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุที่ สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ด้านบรรจุหีบห่อไทย

4.3.1 การออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ เพื่อศึกษาวัสดุจากธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพสำหรับกันกระแทก ดังตารางที่

ตารางที่ 4.2 การออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ เพื่อศึกษาวัสดุจากธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพสำหรับกันกระแทก

แนวทางการออกแบบ 1 : แนวทางในการออกแบบ เพื่อให้วัสดุกันกระแทกจากเยื่อกระดาษสามารถลดแรงกระแทกและตอบสนองความพึงพอใจของผู้ผลิตและผู้บริโภค จุดเด่น : สามารถลดแรงกระแทกและห่อหุ้ม ผลของมะม่วงน้ำดอกไม้ได้ น้ำหนักเบา บรรจุผลมะม่วงได้ตามความต้องการ จุดด้อย : พื้นที่ในการจัดว่างมะม่วงยังไม่รองรับกับรูปทรงของผลมะม่วงน้ำดอกไม้	
แนวทางการออกแบบ 2 : แนวทางในการออกเพื่อลดช่องว่างในการบรรจุผลมะม่วงน้ำดอกไม้ให้มีการสั่นสะเทือนลดน้อยลง และมีน้ำเบา จุดเด่น : สามารถลดแรงกระแทกและห่อหุ้ม ผลของมะม่วงน้ำดอกไม้ได้ น้ำหนักเบา บรรจุผลมะม่วงได้ตามความต้องการ จุดด้อย : พื้นที่ในการจัดว่างมะม่วงยังไม่รองรับกับรูปทรงของผลมะม่วงน้ำดอกไม้และไม่สามารถลดแรงกระแทกได้ตามความต้องการของผู้บริโภค	

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

แนวทางการออกแบบ 3 : แนวทางในการออกแบบ เพื่อให้วัสดุกันกระแทกจากเยื่อกระดาษสามารถลดแรงกระแทกและตอบสนองความพึงพอใจของผู้ผลิตและผู้บริโภค จุดเด่น : สามารถลดแรงกระแทกและห่อหุ้ม ผลของมะม่วงน้ำดอกไม้ได้ น้ำหนักเบา บรรจุผลมะม่วงได้ตามความต้องการ และสามารถย่อสลายได้เองตามธรรมชาติ จุดด้อย : ควรปรับการจัดเรียงของผลมะม่วงไม่ให้สัมผัสกันเพื่อช่วยลดการเสียดสี	

จากตารางที่ 4.2 จากการออกแบบในครั้งนี้ตัวผู้ออกแบบได้นำผลการวิเคราะห์ด้านการออกแบบจากผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุ และโครงสร้างพร้อมทั้งในผลการทดสอบประสิทธิภาพในการกันกระแทกจากสถาบันบรรจุหีบห่อ และความพึงพอใจของผู้ผลิตและผู้บริโภคโดยนำผลจากการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ แบบที่ 3 มาพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงดอกไม้

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุกันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ สามารถต้านแรงกระแทกกับพื้นเมื่อปล่อยลงจากที่สูง ซึงสามารถปกป้องผลของมะม่วงไม่ให้มีการเสียหายได้ในขณะที่มีการขนส่ง และการนำเอาผลของมะม่วงใส่ลงในวัสดุกันกระแทกชนิดนี้แล้ว ทำให้เกิดการการกระแทกหรือสั่นสะเทือนที่น้อยลง

การทดสอบการสั้นสะเทือน (Vibration) ผลที่ได้จากการทดสอบนั้นแสดงให้เห็นว่าวัสดุกันกระแทกจากเหยื่อกระดาษขึ้นรูปและผลของมะม่วงไม่ปรากฏการเสียหาย รายละเอียดการทดสอบมี ดังนี้

ความต้านการสั่นสะเทือน	(Vibration)
ความถี่	240 รอบต่อนาที
ระยะการสั่น	25 มิลลิเมตร
ระยะเวลาทดสอบ	1 ชั่วโมง
จำนวนชิ้นทดสอบ	1 กล่อง
มิติภายนอก	385 x 294 x 122 มิลลิเมตร
น้ำหนักรวม	3.5 กิโลกรัม
สภาวะการทดสอบ	อุณหภูมิ 26 ± 2° ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 58 ± 5%

การทดสอบความต้านการตกกระแทก (Drop test) ผลที่ได้จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าบรรจุภัณฑ์กันกระแทกจากเหยื่อกระดาษขึ้นรูปและผลของมะม่วงไม่ปรากฏการเสียหาย รายละเอียดการทดสอบมี ดังนี้

ความต้านการตกกระแทก	(Drop test)
ความสูงในการตกกระแทก	760 มิลลิเมตร
จำนวนครั้งของการตกกระแทก	10 ครั้ง
ตำแหน่งในการตกกระแทก	1 มุม 3 ขอบ และ 6 ด้าน
จำนวนชิ้นทดสอบ	2 กล่อง
มิติภายนอก	385 x 294 x 122 มิลลิเมตร
น้ำหนักรวม	3.5 กิโลกรัม
สภาวะการทดสอบ	อุณหภูมิ 26 ± 2° ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 58 ± 5%

4.5 การประเมินความพึงพอใจด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ จากกลุ่มผู้ผลิต และผู้บริโภค

การประเมินความพึงพอใจด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ โดย ผู้จำหน่าย 5 คน และผู้บริโภค 100 คน

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้โดย ผู้จำหน่าย 5 ร้าน (N=5)

รายการ	$\bar{X}$	SD	ความหมาย
วัสดุที่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทก ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมได้ในระดับใด	5.00	0.00	ระดับมากที่สุด
บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้สามารถลดแรงกระแทกได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับใด	4.80	0.40	ระดับมากที่สุด
บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้สามารถลดแรงกระแทกจากการขนย้ายได้ในระดับใด	4.80	0.40	ระดับมากที่สุด
บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ สร้างความพึงพอใจให้กับผู้จำหน่ายในระดับใด	4.60	0.49	ระดับมากที่สุด

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

รายการ	$\overline{X}$	SD	ความหมาย
ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย และผู้บริโภค มีความพึงพอใจในระดับใด	4.60	0.49	ระดับมากที่สุด
ขนาดและสัดส่วนของโครงสร้างบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ มีความเหมาะสมในระดับใด	4.60	0.49	ระดับมากที่สุด
โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ มีความแข็งแรงเหมาะสมกับการใช้งาน ในระดับใด	4.40	0.49	ระดับมาก
วัสดุที่ใช้ในการออกแบบ มีความเหมาะสมในระดับใด	4.20	0.40	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.62	0.48	ระดับมากที่สุด

จากตารางที่ 4.3 พบว่าการประเมินความพึงพอใจในด้านของโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ โดยกลุ่มผู้ผลิต จำนวน 5 คนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับที่ดีมาก มีค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$= 4.62) , (SD. = 0.48)

ข้อเสนอแนะ

วัสดุที่เลือกใช้ในการออกแบบวัสดุกันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้สามารถลดแรงกระแทกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้โดย ผู้บริโภค จำนวน 100 คน (N=100)

รายการ	$\overline{X}$	SD	ความหมาย
วัสดุที่ใช้ในการออกแบบ มีความเหมาะสมในระดับใด	4.95	0.26	ระดับมากที่สุด
ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย และผู้บริโภค มีความพึงพอใจในระดับใด	4.93	0.32	ระดับมากที่สุด
โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ มีความแข็งแรงเหมาะสมใช้กับงานระดับใด	4.91	0.35	ระดับมากที่สุด

ตารางที่ 4.4 (ต่อ

รายการ	$\bar{X}$	SD	ความหมาย
วัสดุที่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมได้ในระดับใด	4.88	0.38	ระดับมากที่สุด
บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ สร้างความพึงพอใจให้กับผู้จำหน่ายในระดับใด	4.87	0.46	ระดับมากที่สุด
บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ สามารถลดแรงกระแทกจากการขนย้ายได้ในระดับใด	4.87	0.34	ระดับมากที่สุด
บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ สามารถลดแรงกระแทกได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับใด	4.84	0.44	ระดับมากที่สุด
ขนาดและสัดส่วนของโครงสร้างบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ มีความเหมาะสมในระดับใด	4.80	0.51	ระดับมากที่สุด
รวมค่าเฉลี่ย	4.88	0.39	ระดับมากที่สุด

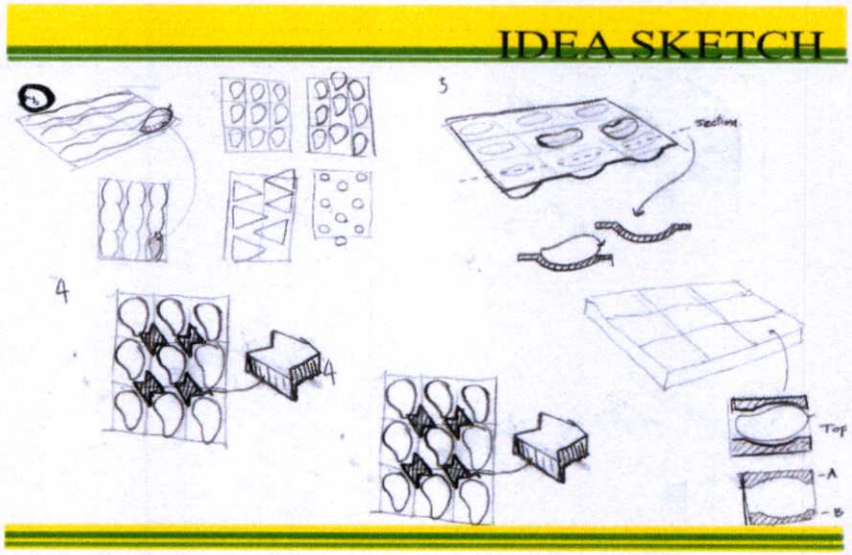
จากตารางที่ 4.4 พบว่าการประเมินความพึงพอใจในด้านของโครงสางและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้โดย กลุ่มผู้บริโภค จำนวน 100 คน (N=100) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับที่ดีมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$= 4.88), (SD. = 0.39)

4.6 ผลการศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

4.6.1 แนวคิดในการออกแบบ บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

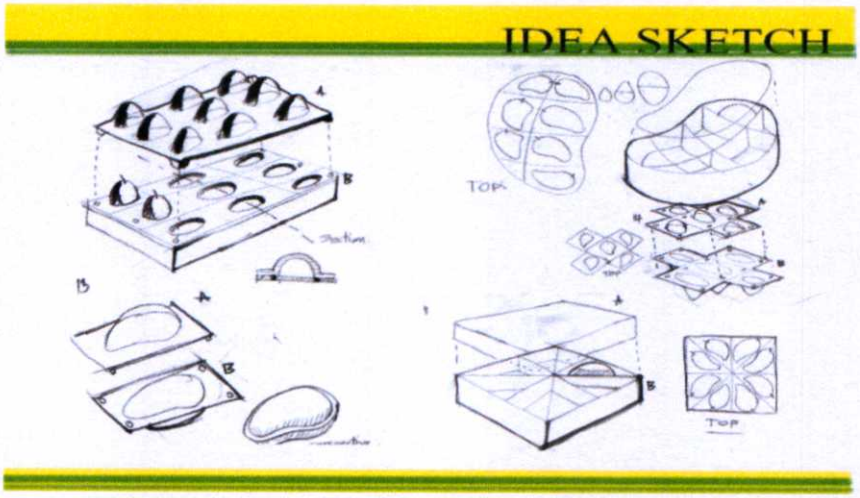
ภาพที่ 4.1 แนวคิดในการออกแบบ บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้
ที่มา: ออกแบบโดย นางสาวสุมารินทร์ ศิรกุลไพบูลย์

4.6.2 ภาพการร่างไอเดียการออกแบบ วัสดุกันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้



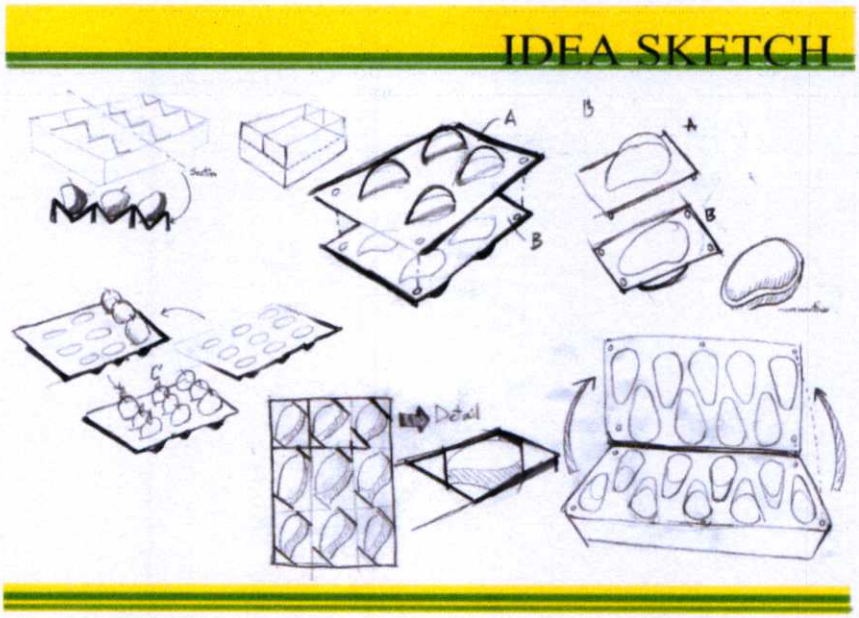
ภาพที่ 4.2 แบบร่างความคิดบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้

ที่มา: ออกแบบโดย นางสาวสุมารินทร์ ศิรกุลไพบูลย์ ได้นำเอาข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความต้องการและลักษณะรูปทรงที่จะช่วยลดแรงกระแทกกับผลมะม่วง โดยเลือกใช้เยื่อกระดาษมาใช้ในการขึ้นรูปทรง



ภาพที่ 4.3 แบบร่างความคิดบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้

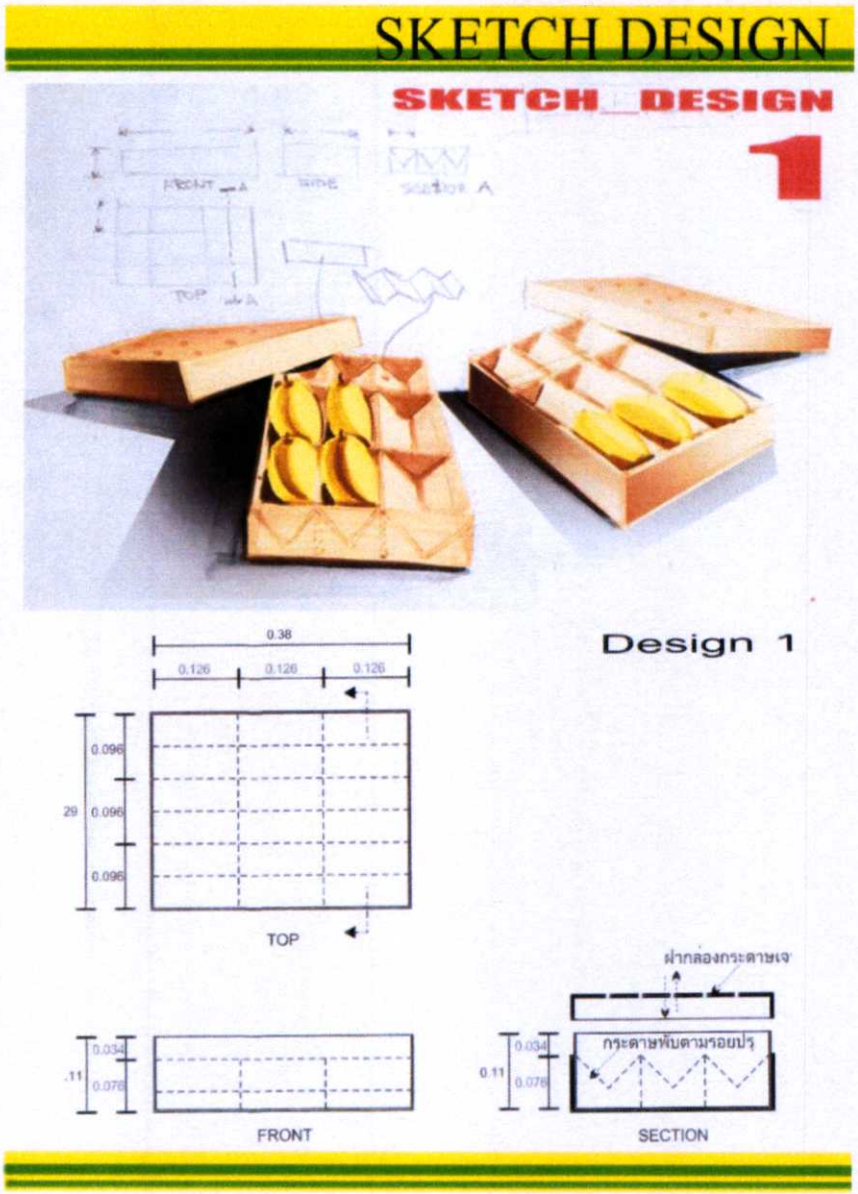
ที่มา : ออกแบบโดย นางสาวสุมารินทร์ ศิรกุลไพบูลย์ ได้นำเอาข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความต้องการและลักษณะรูปทรงที่จะช่วยลดแรงกระแทกกับผลมะม่วงโดยใช้เลือกวัสดุเยื้อกระดาษมาใช้ในการขึ้นรูปทรง



ภาพที่ 4.4 แบบร่างความคิดบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้

ที่มา : ออกแบบโดย นางสาวสุมารินทร์ ศิรกุลไพบูลย์ ได้นำเอาข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความต้องการและลักษณะรูปทรงที่จะช่วยลดแรงกระแทกกับผลมะม่วงโดยใช้เลือกวัสดุเยื่อกระดาษมาใช้ในการขึ้นรูปทรง

4.6.3 การออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้

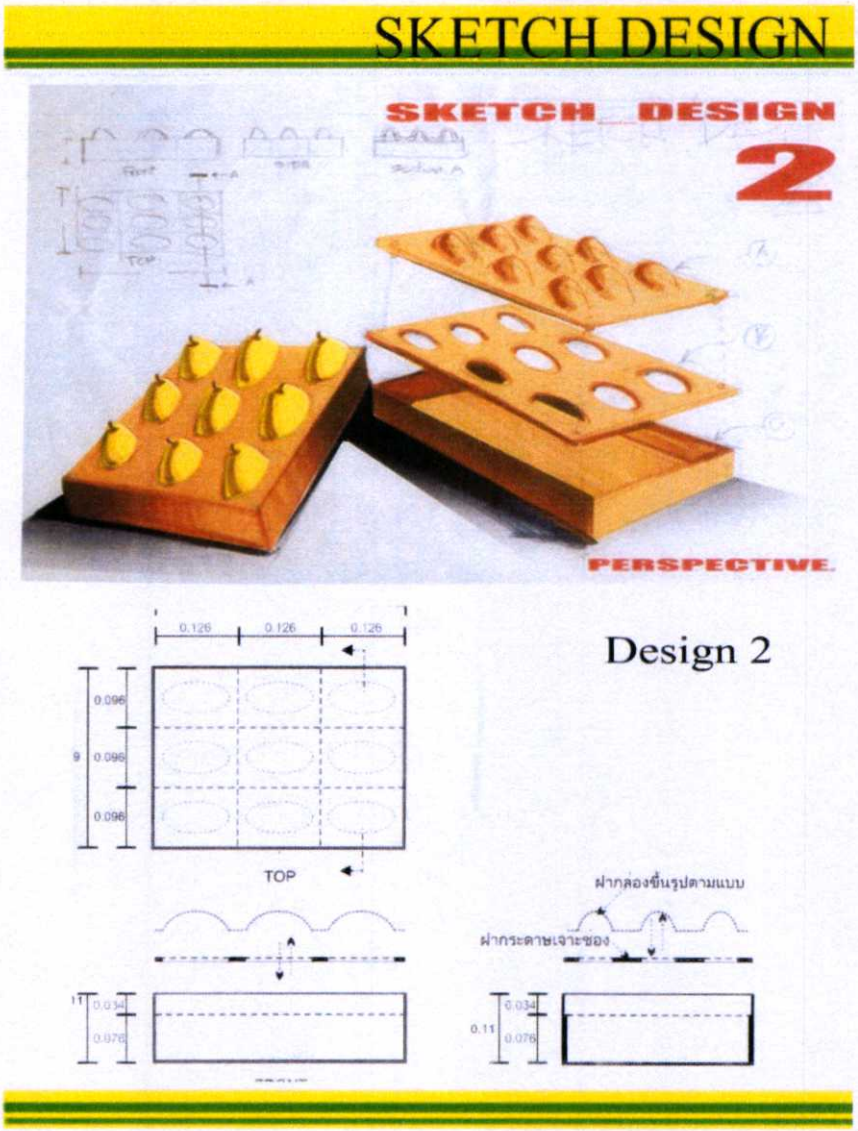


ภาพที่ 4.5 แบบร่างและขนาดของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้

ที่มา : ออกแบบโดย นางสาวสุมารินทร์ ศิรกุลไพบูลย์ แนวทางในการออกแบบ เพื่อให้วัสดุกันกระแทกจากเยื่อกระดาษสามารถลดแรงกระแทกและตอบสนองความพึงพอใจของผู้ผลิตและผู้บริโภค

จุดเด่น : สามารถลดแรงกระแทกและห่อหุ้ม ผลของมะม่วงน้ำดอกไม้ได้ น้ำหนักเบา บรรจุผลมะม่วงได้ตามความต้องการ

จุดด้อย : พื้นที่ในการจัดว่างมะม่วงยังไม่รองรับกับรูปทรงของผลมะม่วงน้ำดอไม้

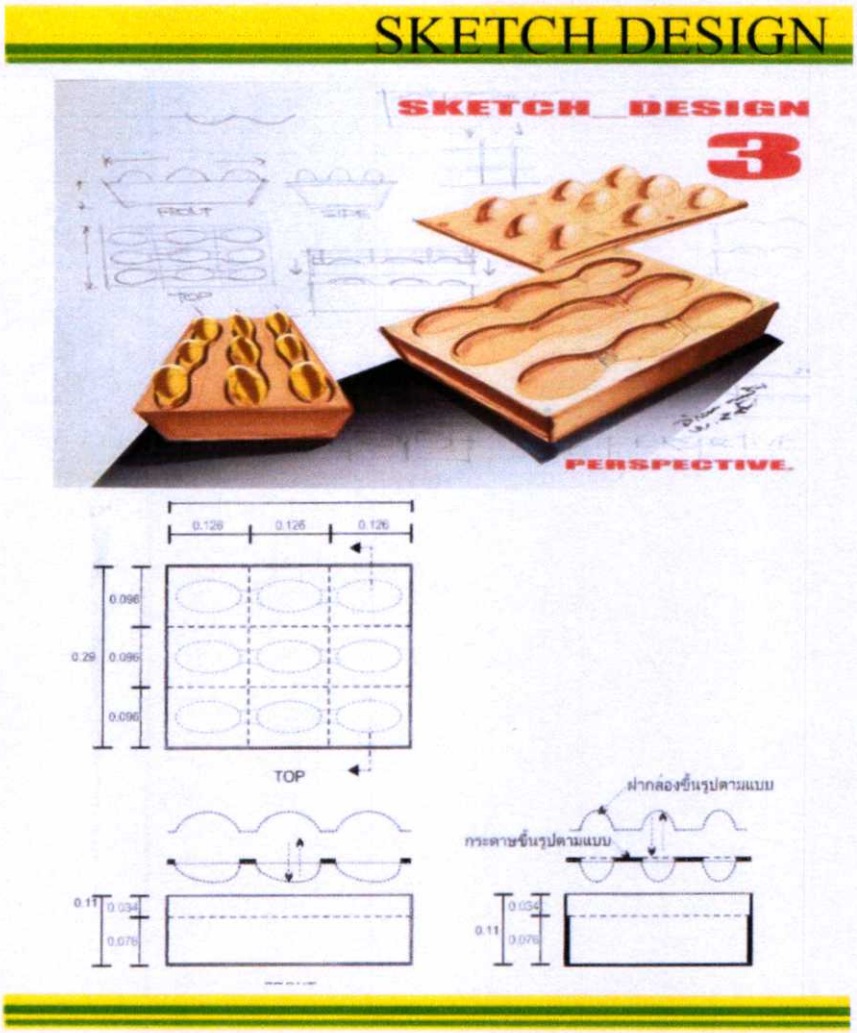


ภาพที่ 4.6 แบบร่างและขนาดของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ แบบที่ 2

ที่มา : ออกแบบโดย นางสาวสุมารินทร์ ศิรกุลไพบูลย์ แนวทางในการออกแบบ แนวทางในการออกเพื่อลดช่องว่างในการบรรจุผลมะม่วงน้ำดอกไม้ให้มีการสั่นสะเทือนลดน้อยลงและมีน้ำเบา

จุดเด่น : สามารถลดแรงกระแทกและห่อหุ้ม ผลของมะม่วงน้ำดอกไม้ได้ น้ำหนักเบา บรรจุผลมะม่วงได้ตามความต้องการ

จุดด้อย : พื้นที่ในการจัดว่างมะม่วงยังไม่รองรับกับรูปทรงของผลมะม่วงน้ำดอกไม้และไม่สามารถลดแรงกระแทกได้ตามความต้องการของผู้บริโภค



ภาพที่ 4.7 แบบสเก็ตไอเดียและขนาดของวัสดุกันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้

ที่มา : ออกแบบโดยนางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์ แนวทางในการออกแบบ เพื่อให้วัสดุกันกระแทกจากเยื่อกระดาษสามารถลดแรงกระแทกและตอบสนองความพึงพอใจของผู้ผลิตและผู้บริโภค

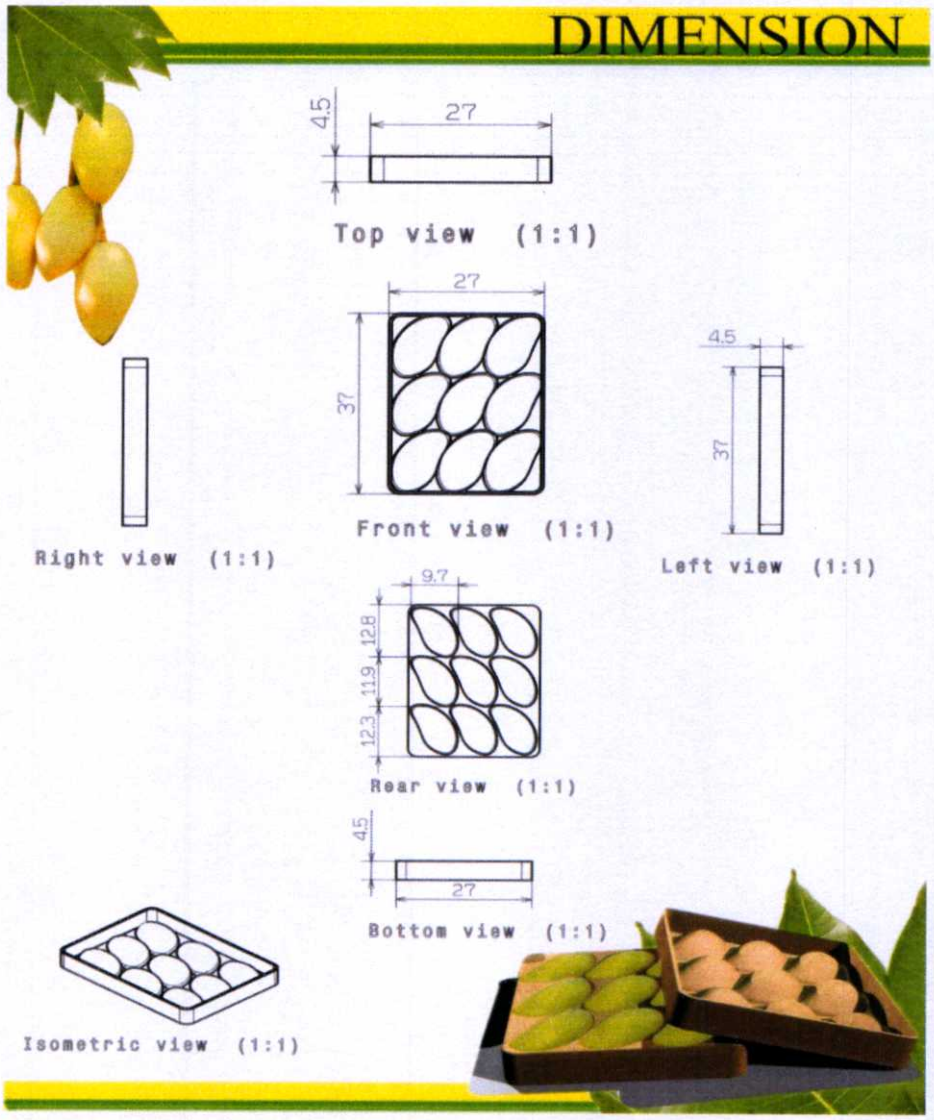
จุดเด่น : สามารถลดแรงกระแทกและห่อหุ้ม ผลของมะม่วงน้ำดอกไม้ได้ น้ำหนักเบา บรรจุผลมะม่วงได้ตามความต้องการ

จุดด้อย : ควรปรับการจัดเรียงของผลมะม่วงไม่ให้สัมผัสกันเพื่อช่วยลดการเสียดสี

สรุป : จากการออกแบบในครั้งนี้ตัวผู้ออกแบบได้นำผลการวิเคราะห์ด้านการออกแบบจากผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุ และโครงสร้างพร้อมทั้งนผลการทดสอบประสิทธิภาพในการกันกระแทกจากสถาบันบรรจุหีบห่อ และความพึงพอใจของผู้ผลิตและผู้บริโภคโดยนำผลจากการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ แบบที่ 3 มาพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

ภาพที่ 4.8 สเก็ตไอเดีย ดีเทล ขนาด และวสัดุ ของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

ที่มา : ออกแบบโดยนางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์ แนวทางในการออกแบบ เพื่อให้บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้จากเยื้อกระดาษสามารถลดแรงกระแทกและตอบสนองความพึงพอใจของผู้ผลิตและผู้บริโภค



ภาพที่ 4.9 ภาพขนาดของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้

ที่มา : มาออกแบบโดย นางสาวสุมารินทร์ ศิรกุลไพบูลย์

แนวทางในการออกแบบ เพื่อให้บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้จากเยื่อกระดาษสามารถลดแรงกระแทกและตอบสนองความพึงพอใจของผู้ผลิตและผู้บริโภค

ภาพที่ 4.10 ภาพสามมิติของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ แบบที่3
ที่มา : ออกแบบโดย นางสาวสุมารินทร์ ศิรกุลไพบูลย์

แนวทางในการออกแบบ เพื่อให้บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ จากเยื่อกระดาษสามารถลดแรงกระแทกและตอบสนองความพึงพอใจของผู้ผลิตและผู้บริโภค

ภาพที่ 4.11 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้
ที่มา : ออกแบบโดย นางสาวสุมารินทร์ ศิรกุลไพบูลย์

แนวทางในการออกแบบ เพื่อให้บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้ จากเยื่อกระดาษสามารถลดแรงกระแทกและตอบสนองความพึงพอใจของผู้ผลิตและผู้บริโภค

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ

จากการค้นคว้าข้อมูลเพื่อการศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับลมะม่วงน้ำดอกไม้ ตัวผู้วิจัยได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบสนองการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยเน้นพัฒนาและออกแบบให้สามารถปกป้องผลมะม่วงและสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ผลิตและผู้บริโภค ได้ในสภาพที่สมบูรณ์แบบ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และหลักการออกแบบสามารถสรุปได้เป็นข้อมูลดังต่อไปนี้

5.1. สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงของการวิจัย

5.1.1.1 ศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

5.1.1.2 ทดสอบประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

5.1.1.3 ประเมินความพึงพอใจของผู้จำหน่ายและผู้บริโภคที่มีต่อบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

5.1.2 การเก็บรวบร่วมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยได้จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นความต้องการและปัญหาของผู้ผลิตจำนวน 5 คน และผู้บริโภคจำนวน 100 คน เพื่อให้ทราบถึงความคิดเห็นที่มีต่อบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 แบบดังต่อไปนี้

แบบสัมภาษณ์ความต้องการของผู้ผลิต ผลมะม่วงน้ำดอกไม้

แบบสัมภาษณ์และคำแนะนำขอผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิด้านโครงสร้าเกี่ยวกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

แบบประเมินความพึงพอใจด้านโครงสร้างวัสดุและการออกแบบ บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ จากกลุ่มผู้ผลิต และผู้บริโภค

5.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

แบบสัมภาษณ์ความต้องการของผู้ผลิต ผลมะม่วงน้ำดอกไม้ และปัญหาของผู้ผลิตและผู้บริโภคจำนวน วิเคราะห์ข้อมูลโดยโดยกำหนดหัวข้อและสรุปผลตามหัวข้อ พร้อมกับนำความต้องการมาวิเคราะห์เพื่อทำการออกแบบ

แบบสัมภาษณ์ที่ให้ตอบแบบสัมภาษณ์ โดยกำหนดหัวข้อและสรุปผลตามหัวข้อ พร้อมคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนำมาใช้ปรับปรุงในการเลือกวัสดุ และการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

แบบประเมินความพึงพอใจด้านโครงสร้างวัสดุและการออกแบบ บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ จากกลุ่มผู้ผลิต และผู้บริโภค วิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางพร้อมคำอธิบายประกอบ

5.1.5 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและค้นคว้าข้อมูลของการ ศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ผู้วิจัยได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบสนองการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยเน้นพัฒนาและออกแบบให้สามารถปกป้องผลมะม่วงและสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ผลิตและผู้บริโภค ได้ในสภาพที่สมบูรณ์แบบ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสง และหลักการออกแบบ สามารถสรุปได้เป็นข้อมูลดังต่อไปนี้

5.1.5.1 การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ จะมุ่งเน้นไปที่การเลือกใช้วัสดุกันการสั่นกระแทก (Cushioning Materials) ที่ถูกนำมาใช้เพื่อ ปกป้องสินค้าจากการ สูญเสียเนื่องมาจากการกระแทกอย่างรุนแรง และ/หรือการสั่นสะเทือน ระหว่างกระบวนการขนส่ง เคลื่อนย้าย ขนถ่าย หลักการพื้นฐานที่สำคัญ 2 ประการของวัสดุกันกระแทกในการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสินค้า คือ วัสดุกันกระแทกถูกนำมาใช้เพื่อดูดซับแรงกระแทกและปกป้อง การส่งผ่านแรงกระแทกมายังตัวสินค้า วัสดุกันกระแทกมีประสิทธิภาพในการลดการเคลื่อนที่ของสินค้าในหีบห่อ ซึ่งเป็นการลดการเคลื่อนที่มากระแทกกันจากการสั่นสะเทือนในปัจจุบันมีวัสดุหลายชนิดได้รับการนำมาใช้เพื่อทำหน้าที่เป็นวัสดุกันกระแทกนอกจากนี้การเคลื่อนย้ายด้วยคนหรือเครื่องจักรกล อาจเกิดการตกหล่น การโยน ได้มีการศึกษาความเป็นไปได้ของการตกหล่น จากการเคลื่อนย้ายด้วยแรงคนขณะปฏิบัติงาน พบว่าสำหรับหีบห่อที่น้ำหนักมากและสำหรับหีบห่อที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 35 กิโลกรัม ระยะตกโดยประมาณจะคำนวณได้จากสูตรh = 60 – M x H เมื่อ h = ระยะตกเป็นเซนติเมตร M = น้ำหนักของหีบห่อเป็นกิโลกรัมH = มิติที่ยาวที่สุดของหีบห่อเป็นเซนติเมตรเช่น หีบห่อชิ้นหนึ่งมีน้ำหนัก 30 กิโลกรัม และมีด้านยาวสุด 30 เซนติเมตร จะมีโอกาสตกที่ระดับความสูงอย่างน้อย 30 เซนติเมตร อนึ่ง การเคลื่อนย้ายด้วยเครื่องจักรการเลือกใช้วัสดุที่ให้ผลในการคุ้มครองเพียงพอ ในระดับราคาที่เหมาะสมจะช่วยควบคุมต้นทุนของสินค้าและลดการสูญเสียของสินค้าลงได้ภายในบรรจุภัณฑ์ขนส่งในทุกสภาวะการขนส่ง ผลิตภัณฑ์จะเผชิญกับการตกกระแทกและการสั่นสะเทือนในรูปแบบต่างกัน บรรจุภัณฑ์ที่มีผลิตภัณฑ์อยู่ภายในอาจจะมีการตกหล่นในระหว่างการเคลื่อนย้ายไม่ว่าใช้แรงงานคนหรือเครื่องมือในการขนย้าย โอกาสที่บรรจุภัณฑ์จะตกหล่นระหว่างการเคลื่อนย้ายโดยใช้แรงงานมีมากกว่า ส่วนโอกาสและความบ่อยครั้งที่จะเกิดขึ้นกับบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเบามากกว่าบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนักมาก สำหรับการเคลื่อนย้ายโดยใช้เครื่องมือ เช่น รถยก โอกาสในการตกกระแทกจะมีน้อย แต่เมื่อบรรจุภัณฑ์นั้นเกิดตกหล่น ความสูงในการตกอาจจะสูงถึง 1.5 เมตร ในปัจจุบัน ประเทศอุตสาหกรรมนิยมใช้วัสดุกันกระแทกประเภทพลาสติก แต่ก็กำลังเผชิญกับการแข่งขันของวัสดุกันกระแทกประเภทกระดาษ เนื่องจากกระแสรักษ์สิ่งแวดล้อมทวีความรุนแรงขึ้น นิธิยา รัตนาปนนท์ (2556: 45) การเลือกวัสดุกันกระแทกที่สามารถหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ได้จำทำให้ผู้ส่งออกสามารถมีการแข่งขันในตลาดได้มากขึ้นมากกว่าที่จะเลือกวัสดุที่ยากกต่อการหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ในปัจจุบันประเทศอุตสาตหกรรมนิยมใช้วัสดุกันกระแทกประเภทพลาสติก แต่กก็กำลังเผชิญการแข่งวันด้านวัสดุกันกระเทกประเภทกระดาษเนื่องจากกระแสรักษ์สิ่งแวดล้อมทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น นิธิยา รัตนาปนนท์.(2556:25) การทดสอบนี้เพื่อดูความแข็งแรงของภาชนะบรรจุในการปกป้องสินค้าไม่ให้เสียหาย เมื่อการการขนถ่ายและขนส่ง เครื่องมือที่ใช้ได้แก่เครื่องตก ซึ่งมีหลายแบบขึ้นอยู่กับน้ำหนักขนาดและความสูงของภาชนะบรรจุ บุษกร ประดิษนิยกูล และคณะ. (2545:102) ประเมินความพึงพอใจของผู้ผลิตและผู้บริโภค ที่มีผลต่อวัสดุกันกระแทกจากวัสดุ

ธรรมชาติ การศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคมีรากฐานมาจากพฤติกรรมการซื้อมากจากผู้บริโภคซึ่งแสดงบทบาทที่แตกกันสามบทบาทได้แก่ ผู้ใช้ ผู้จ่าย และผู้ซื้อ การตลาดเป็นสิ่งหนึ่งที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้บริโภคเพราะมันเป็นจุดเด่นที่แท้จริงของ การตลาดด้วยการยอมรับความสำคัญของลูกค้า (www.Wikipedia.com:พฤติกรรมผู้บริโภค)

5.1.5.2 ประเมินความพึงพอใจของผู้จำหน่ายและผู้บริโภคที่มีต่อบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

ผลการประเมินความพึงพอใจบรรจุภัณฑ์ประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค จำนวน 100 คน (N=100) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับที่ดีมาก มีค่าเฉี่ย ($\overline{X}$= 4.88) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD. = 0.39) และกลุ่มผู้ผลิต จำนวน 5 คน (N=5) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับที่ดีมาก มีค่าเฉี่ย ($\overline{X}$=4.62) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD. = 0.48)

การทดสอบประสิทธิภาพบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ สามารถต้านแรงกระแทกกับพื้นเมื่อปล่อยลงจากที่สูง ซึงสามารถปกป้องผลของมะม่วงไม่ให้มีการเสียหายได้ในขณะที่มีการขนส่ง และการนำเอาผลของมะม่วงใส่ลงในบรรจุภัณฑ์กันกระแทกชนิดนี้แล้ว ทำให้เกิดการการกระแทกหรือสั่นสะเทือนที่น้อยลงโดยผ่านการสอบสอบการสั้นสะเทือน (Vibration) ผลที่ได้จากการทดสอบนั้นแสดงให้เห็นว่าวัสดุกันกระแทกจากเหยื่อกระดาษขึ้นรูปและผลของมะม่วงไม่ปรากฏการเสียหาย และ การทดสอบความต้านการตกกระแทก (Drop test) ผลที่ได้จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าวัสดุกันกระแทกจากเหยื่อกระดาษขึ้นรูปและผลของมะม่วงไม่ปรากฏการเสียหาย

การประเมินความพึงพอใจด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ โดย ผู้จำหน่าย 5 คน และผู้บิรโภค 100 คนดังนี้

พบว่าการประเมินความพึงพอใจในด้านของโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ โดยกลุ่มผู้ผลิต จำนวน 5 คน (N=5) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับที่ดีมาก มีค่าเฉี่ย ($\overline{X}$= 4.62) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD. = 0.48)

พบว่าการประเมินความพึงพอใจในด้านของโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ โดย กลุ่มผู้บริโภค จำนวน 100 คน (N=100) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับที่ดีมาก มีค่าเฉี่ย ($\overline{X}$= 4.88)) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD. = 0.39)

5.2 การอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยพบว่าการศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ สรุปแนวทางการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความต้องการและลักษณะรูปทรงที่จะช่วยลดแรงกระแทกกับผลมะม่วง โดยเลือกใช้วัสดุเยื้อกระดาษมาใช้ ในการขึ้นรูปทรง โดยได้ทำการออกแบบ 3 จากการคำแนะนำของ ผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างและวัสดุ จากกการออกแบบในครั้งนี้ตัว ผู้ออกแบบได้นำผลการวิเคราะห์ด้านการออกแบบจากผู้เชี่ยวชาญด้าน การออกแบบด้านวัสดุ โครงสร้างผ่านการทดสอบประสิทธิภาพในการ กันกระแทกจากสถาบันบรรจุหีบห่อ และความพึงพอใจของผู้ผลิตและผู้บริโภคโดยนำเอาผลจากการอกแบบที่3 มาพัฒนาเป็นวัสดุกัน กระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

กลุ่มตัวอย่างที่ได้ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อบรรจุภัณฑ์กันกระแทกมีดังนี้ กลุ่มผู้บริโภค จำนวนวน 100คน จำนวน 100 คน (N=100) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับที่ดีมาก มี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน กลุ่มผู้ผลิต จำนวน 5 คน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับที่ดีมาก ซึ่งวัสดุกันกระแทกแทกสอดคล้องกับ การเลือกใช้วัสดุที่ให้ผลในการคุ้มครองเพียงพอ ในระดับราคาที่เหมาะสมจะช่วยควบคุมต้นทุนของสินค้าและลดการสูญเสียของสินค้าลงได้ภายในบรรจุภัณฑ์ขนส่งในทุกสภาวะการขนส่งผลิตภัณฑ์จะเผชิญกับการตกกระแทกและการสั่นสะเทือนในรูปแบบต่างกัน บรรจุภัณฑ์ที่มีผลิตภัณฑ์อยู่ภายในอาจจะมีการตกหล่นในระหว่างการเคลื่อนย้ายไม่ว่าใช้แรงงานคนหรือเครื่องมือในการขนย้าย โอกาสที่บรรจุภัณฑ์จะตกหล่นระหว่างการเคลื่อนย้ายโดยใช้แรงงานมีมากกว่า ส่วนโอกาสและความบ่อยครั้งที่จะเกิดขึ้นกับบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเบามากกว่าบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนักมาก สำหรับการเคลื่อนย้ายโดยใช้เครื่องมือ เช่น รถยก โอกาสในการตกกระแทกจะมีน้อย แต่เมื่อบรรจุภัณฑ์นั้นเกิดตกหล่น ความสูงในการตกอาจจะสูงถึง 1.5 เมตร ความคิดเห็นด้านโครงสร้าง การเลือกใช้วัสดุในการออกแบบ และการปกป้องผลของมะม่วงที่อยู่ภายในกล่อง จากผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุบรรจุภัณฑ์ 3 ท่าน การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้นั้น จำเป็นจะต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพจากสถาบันที่ได้รับการยอมรับว่าผลที่ทดสอบออกมานั้นสามารถนำมาใช้ได้จริง ดังนั้นผู้ออกแบบจึงได้ทำการออกแบบแล้วนำแบบโครงสร้างต่างมาวิเคราะห์และตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ แล้วขึ้นรูปจาก เยื่อกระดาษ เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพขอวสัดุที่ สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ด้านบรรจุหีบห่อไทย ซึ่งผลจากการทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุกันกระแทกที่ได้รับการศึกษาและออกแบบนั้นสามารถทดต่อแรงกระแทกได้ รวมทั้งผลจากการประเมินความพึงพอใจผลที่ได้รับคืออยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลวิจัยไปใช้

การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ นอกจากจะสามารถปกป้องผลมะม่วงจากการกระแทกได้แล้ บรรจุภัณฑ์กันกระแทกตัวนี้ยังสามารถใช้งานโดยการนำเสนอขายหน้าร้านในลักษณะของการจัดวาง และสามารถย่อสลายได้เองเองตามธรรมชาติไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้จากวัสดุเยื้อกระดาษนี้สามารถผลิตได้จำนวนมากในระบบอุตสาหกรรม และสามารถนไปพัฒนาเพิ่มเติมในด้านการยืดอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงในการบรรจุลงในวัสดุกันกระแทกตัวนี้ แทนการชุบน้ำยายืดอายุหลังการตัด

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ทำให้ทราบถึงความต้องการใช้งานของผลิต และคุรสมบัติของเยื้อกระดาษขึ้นรูป ที่สามารถพัฒนาให้สอดคล้องกับวัสดุต่างที่จะนำมาเป็นแบบในการขึ้นรูป ทั้งนี้การศึกษาลักษณะเฉพาะของมะม่วงสายพันธ์อื่นว่ามีรูปร่างลักษณะเป็นอย่างไร และสามารนำบรรจุผลมะม่วงน้ำดอกไม่ขนาดต่างๆได้

บรรณานุกรม

คีรี อำพันสวัสดิ์. 2540. **มะม่วงไม้ผลเศรษฐกิจ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ : ไทยวัฒนาพานิช.

โฆษิตเรืองชัย นภาวรรณ. 2552. **การพัฒนาปรับปรุงรูปแบบบรรจุภัณฑ์มะม่วงน้ำดอกไม้เพื่อให้เหมาะสมต่อการส่งออกทางเรือ.**พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549.**ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช,** โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

จารุวัฒน์ โรจนภัทรากุล. 2544. **ผลของ 1- Methylcyclopropene ต่อการชะลอการสุกของผลมะม่วง พันธุ์**: [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาhttp://www.pcd.go.th (13 ธันวาคมคม 2556). บรรจุภัณฑ์ผักและผลไม้สดเพื่อการส่งออก(ตอนที่ 2). ออนไลน์. เข้าถึงได้จาก http://www.food network solution .com

บุหลัน พิทักษ์พล และทัศนี สรสุชาติ.2538.**การถนอมผลิตผลการเกษตร.**กรุงเทพ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญชม ศรีสะอาด.2535.**การวิจัยเบื้องต้น**.พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สุวิริยาสาส์น.

ประชิด ทินบุตร.2531. **การออกแบบบรรจุภัณฑ์.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

ปรีชญา ครูเกษตร.2550.**การศึกษาแนวทางการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ทางเลือกที่เป็นมิตรต่อ**.เข้าถึงได้จาก http://www.thaigood will.com (15 มกราคม 2557).Thai Paper

ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์.2557. **วัสดุป้องกันการสั่นกระแทก**.กรุงเทพฯ:

มยุรี ภาคลำเจียก และอมรรัตน์ สวัสดิทัต. 2553 **คู่มือการใช้พลาสติกเพื่อการบรรจุหีบห่อ**. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

ศิริพรณ์ ปีเตอร์.2547. **โครงการออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับทุเรียนแปรรูปของกลุ่มผู้ผลิตในโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ในจังหวัดจันทบุรี**.กรุงเทพมหานคร:

สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง. (2557). **ชนิดของวัสดุกันกระแทก** กรุงเทพฯ :เกี่ยวคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก หนังสือขอความอนุเคราะห์
ภาคผนวก ข แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามเพื่องานวิจัย
ภาคผนวก ค ภาพถ่ายขั้นตอนการทำงานวิจัย
ภาคผนวก ง แบบร่างวัสดุกันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้
ภาคผนวก จ รายงานผลการทดสอบประสิทธิภาพ

ภาคผนวก ก
หนังสือขอความอนุเคราะห์

1.หนังสือเรียนเชิญผู้ทรงคุณวัฒิตรวจแบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย
2.หนังสือเรียนเชิญผู้ทรงคุณวิฒุตรวจแบบสอบถาเพื่อการวิจัย
3.หนังสือเรียนเชิญผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์
4.หนังสือเรียนเชิญผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้าผลิตภัณฑ์

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.๓๖๙๒
ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 1169 วันที่ ๒๙ มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ

ด้วย นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและออกแบบวัสดุกันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้" โดยมี รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัยมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ยินดีเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ
ตรวจเครื่องมือวิจัย

ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.๓๖๙๒
ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 1198 วันที่ ๒๑ มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ปิยะ ตันศิริ

ด้วย นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและออกแบบวัสดุกันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้" โดยมี รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามเพื่อการวิจัยมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.๓๖๙๒
ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 1169 วันที่ ๒๙ มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง

ด้วย นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและออกแบบวัสดุกันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้" โดยมี รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัยมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

อนุมัติให้ความอนุเคราะห์

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนบริหารงานทั่วไป โทร.๓๖๙๒
ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔ / 1168 วันที่ ๒๙ มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

เรียน อาจารย์ณหทัย จันแสน

ด้วย นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและออกแบบวัสดุกันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้" โดยมี รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างการออกแบบ ของ นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 1168

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๒๕ มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างการออกแบบ

เรียน ผศ.จักรภพ พูนสิน

ด้วย นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและออกแบบวัสดุกันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้" โดยมี รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างการออกแบบ ของ นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒
โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๗-๗๑๑-๙๑๕๕

ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/1168

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๒๙ มีนาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างการออกแบบ

เรียน ผศ.ปริชาติ รัตนพล

ด้วย นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำสาระนิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและออกแบบวัสดุกันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้" โดยมี รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างการออกแบบ ของ นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒
โทรสาร. ๐๒- ๓๒๙-๘๔๓๖
ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๗-๗๑๑-๙๑๕๕

ผศ. ปริชาติ รัตนพล

ภาคผนวก ข
แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามเพื่องานวิจัย

1. การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบสอบถามเพื่องานวิจัย แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

- แบบสัมภาษณ์ความต้องการของผู้ผลิต และจำหน่าย ผลมะม่วงน้ำดอกไม้
- แบบสัมภาษณ์ความคิเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้
- ประเมินความพึ่งพอใจด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ จากกลุ่มผู้ผลิต และผู้บริโภค

2. แบบสัมภาษณ์ความต้องการของผู้ผลิต และจำหน่าย ผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ภายใต้ชื่อ การวิจัย การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

3. แบบสัมภาษณ์ความคิเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ การวิจัยเรื่อง การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

4. ประเมินความพึ่งพอใจด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ จากกลุ่มผู้ผลิต และผู้บริโภค การวิจัยเรื่อง การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบสอบถามเพื่องานวิจัย

แแบบสัมภาษณ์ของผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัสดุ

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้หัวข้อสาระนิพนธ์

เรื่อง การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังลาดกระบัง
โดย นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์
อาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร

คำชี้แจง แบบประเมินความคิดเห็นชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอนประกอบด้วย

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วง

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

โดยขอความกรุณาให้พิจารณาโปรดทำเครื่องหมาย / ช่องของระดับค่าความคิดเห็นที่ท่านคิดว่าเหมาะสมที่สุด ในแต่ละข้อคำถาม

\+ 1 เมื่อแน่ใจว่ารายการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

0 ไม่แน่ใจว่ารายการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

\- 1 เมื่อแน่ใจว่ารายการประเมินไม่มีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

ตอนที่ 3 ข้อเสนอเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิในตอนท้ายของแบบสอบถามเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและงานวิจัยในครั้งนี้

หมายเหตุ : ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนี้จะเก็บไว้เป็นความลับ เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น จึงขอขอบคุณผู้ทรงวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาช่วยประเมินตอบแบบสอบถามในการวิจัยครั้งนี้

คำชี้แจง กรุณากรอกข้อมูลต่อไปนี้
ชื่อผู้ประเมิน

.....

ตำแหน่ง/หน้าที่ปัจจุบัน

.....

สถานที่ทำงาน

.....

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับด้านโครงสร้าง วัสดุ และการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

คำชี้แจง โปรดพิจารณาโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้แล้วทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง(ขวามือของท่าน)ตามความคิดเห็น

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อที่	การประเมิน	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
	รูปทรง/โครงสร้าง			
1	ท่านคิดว่ารูปทรง/โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ได้รับการออกแบบมีความเป็นไปได้ในระดับใด			
2	ท่านคิดว่ารูปทรง/โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ มีความแข็งในระดับใด			
3	ท่านคิดว่ารูปทรง/โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ มีความเหมาะสมกับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ในระดับใด			
4	ท่านคิดว่ารูปทรง/โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ สามารถใช้งานได้ในระดับใด			
	วัสดุ			
2	ท่านคิดว่าการเลือกเยื่อกระดาษขึ้นรูปมาเป็นวัสดุกันกระแทกผลมะม่วงน้ำดอกไม้ มีความเหมาะสมในระดับใด			
3	ท่านคิดว่าเยื่อกระดาษขึ้นรูปสามารถปกป้องคุ้มครองผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ในระดับใด			

ข้อที่	การประเมิน	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
	การปกป้องคุ้มครอง			
1	ท่านคิดว่าบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ดีควรปกป้องคุ้มครองผลมะม่วงไปถึงมือผู้บริโภคได้อย่างสมบูรณ์ ในระดับใด			
2	ท่านคิดว่าบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ มีความเหมาะสมในการปกป้องคุ้มครองผลมะม่วงในระดับใด			
3	ท่านคิดว่าบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ สามารถปกป้องคุ้มครองผลมะม่วงไปสู่ผู้บริโภค ในระดับใด			
4	ท่านคิดว่าบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ดีควรปกป้องคุ้มครองผลมะม่วงไปสู่ผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในระดับใด			
	การนำพา			
1	ท่านคิดว่าบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ควรหยิบถือในระดับใด			
2	ท่านคิดว่าบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ บรรจุลงในกล่องได้สะดวกในระดับใด			
3	ท่านคิดว่าบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้			
4	ท่านคิดว่าการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ มีความสอดคล้องในการนำพา ในระดับใด			
5	ท่านคิดว่าเยื่อกระดาษขึ้นรูปที่นำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ช่วนรักษาสิ่งแวดล้อมในระดับใด			

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินความพึงพอใจด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

เรื่อง การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

คำชี้แจง แบบประเมินความคิดเห็นชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอนประกอบด้วย

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วง

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

แบบประเมินความพึงพอใจชุดนี้เป็นแบบประเมินสำหรับ ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย เจ้าของสวน คุณลุงวิเชียร มงคล อำเภอคลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 1ท่าน และผู้บริโภค ที่เป็นนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในจังหวัด ฉะเชิงเทรา จำนวน 100 คน ด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ในหัวข้องานวิจัย การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้เพื่อนำมาเป็นข้อมูล ในการพัฒนารูปแบบและนำไปผลิตเป็นชิ้นงานจริงต่อไป

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการประเมินผลงานเพื่อประกอบการออกแบบดังกล่าว มา ณ โอกาสนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิร (โปรดตอบทุกข้อ)

1. ชื่อ/นาย/นาง/นางสาว.....
2. สถานที่ทำงานปัจจุบัน.....
3. ตำแหน่ง.....
4. ประสบการณ์ในการปฏิบัติทำงาน.....ปี

ตอนที่ 2 ข้อมูลด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับด้านโครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วง

คำชี้แจง โปรดกาเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน โดยผู้ศึกษาวิจัยได้กำหนดตัวเลขระดับควาวมเห็นดังนี้

5 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก
4 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับดี
3 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง
2 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับน้อย
1 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ข้อที่	รายละเอียด	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	โครงสร้างของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ทมีความเหมาะสมกับการใช้งานในระดับใด					
2	วัสดุที่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วง มีความเหมะสมในระดับใด					
3	ขนาดและสัดส่วนของโครงสร้างบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้มีความเหมาะสมในระดับใด					
4	บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ สามาถนำพาสะดวกในระดับใด					
5	บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงสามารกปกป้องผลมะม่วงให้ถึงมือของผู้บริโภคในระดับใด					
6	วัสดุที่ใช้ผลิตบรรจุภัณฑ์กระแกทสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม ในระดับใด					
7	ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย และผู้บริโภค มีความพึงพอใจในภาพรวมของวับรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ในระดับใด					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

แบบสัมภาษณ์ความต้องการของชุมชน

ภายใต้ชื่อ การศึกษาและออกแบบวัสดุกันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้รับผิดชอบการวิจัย นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์

วัตถุประสงค์ ของการสำรวจในครั้งนี้

1. เพื่อสำรวจปัญหาของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน
2. เพื่อให้ผู้วิจัย สามารถกำหนดวัตถุประสงค์ และขอบเขตของการวิจัย ตลอดจนวางแผนดำเนินงานเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกของผลมะม่วงที่มีอยู่ในปัจจุบัน
3. เพื่อให้ผู้วิจัยได้นำปัญหาของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่มีอยู่ในปัจจุบันมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ เพื่อมีประสิทธิภาพเพิ่มมาขึ้น

คำชี้แจง แบบสัมภาษณ์นี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

ชื่อ (นาย/นาง/นางสาว).....นามสกุล.....

ตำแหน่ง.....

บทบาทหน้าที่ภายในองค์กร.....

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้.....

เบอร์โทรศัพท์.....โทรสาร.....อีเมลล์.....

ส่วนที่ 2 แบบสัมภาษณ์และหาความต้องการของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกมะม่วงของชุมชน

1. ปัญหาด้านโครงสร้างของวัสดุกันกระแทก

.....

2.ปัญหาด้านวัสดุกันกระแทก

.....

3.ปัญหาด้านการนำพาวัสดุกันกระแทก

.....

4.ขนาดของผลมะม่วงน้ำดอกไม้

.....

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสัมภาษณ์แบบสัมภาษณ์ของผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัสดุ
ภายใต้ชื่อ การวิจัย การออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้หัวข้อ
สาระนิพนธ์ เรื่อง การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังลาดกระบัง
โดย นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์
อาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร

วัตถุประสงค์ ของการสำรวจในครั้งนี้

1. เพื่อสอบถามข้อมูลทางด้านวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
2. เพื่อศึกษากระบวนการประเมินวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์

คำชี้แจง แบบสัมภาษณ์นี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

ชื่อ (นาย/นาง/นางสาว) .....นามสกุล.....
ตำแหน่ง.....
บทบาทหน้าที่ภายในองค์กร.....
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้.....
.....
เบอร์โทรศัพท์.....อีเมลล์.....

ส่วนที่ 2 แบบสัมภาษณ์ปัญหาและความต้องการบรรจุภัณฑ์มะม่วงของชุมชน

1. ท่านคิดว่าการเลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ในปัจจุบัน ที่ได้ทำการวิเคราะห์วัสดุเบื้องต้นเพื่อนำมาใช้ทดแทนมีความเหมาะสมหรือไม่

.....

2. ท่านคิดว่าการเลือกวัสดุเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาเป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์เพื่อนำมาใช้มีความเหมาะสมหรือไม่

.....

3. ท่านคิดว่าวัสดุเยื่อกระดาปลอดภัยมีประสิทธิภาพในการปกป้องผลมะม่วงน้ำดอกไม้หรือไม่

.....

4. ท่านคิดว่ากระบวนการผลิตขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์ การขนส่งมีความเหมาะสมด้านการใช้งานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่

.....

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค
ภาพถ่ายขั้นตอนการทำงานวิจัย

Data Research

ภาพการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลพื้นฐาน เกี่ยวกับการใช้งานผลิตภัณฑ์จากตาขายโฟมที่ใช้สำหรับกันกระแทกผลมะม่วงน้ำดอกไม้จากผู้ผลิต

Data Research

ภาพการเก็บข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับขนาดของผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ตลอดจนวิธีการปลูก และกำหนดวันเห็บเกี่ยวผลผลิต และศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เป็นของเดิม เพื่อนำข้อมูลมาออกแบบวัสดุกันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

Production

ภาพการนำเอาเศษกระดาษเหลือใช้มาปั่นให้ละเอียดแล้วแช่น้ำผสมกาว จากนั้นนำบล็อคที่ขึ้นรูปเป็นสามมิติมาอัดด้วยเยื่อกระดาษให้แน่นด้วยการกดทับ

Production

หลังจากที่อัดเยื้อกระดาขึ้นรูปแล้วกดทับ ทิ้งไว้ ประมาณ 1-2วัน จนแห้ง จากนั้นใช้มีดกรีดนำเอาเยื้อกระดาษขึ้นรูปออกจากบล็อค

Production

ตรวจสอบความสมบูรณ์แบบ จากนั้นนำมาทดลองใส่ผลมะม่วง แล้วนำผลิตภัณฑ์ต้นแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ เข้าไปทำการทดสอบที่สถาบันการทดสอบบรรจุหีบห่อ เพื่อให้แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์สามารถลดแรงกระได้จริง

Data Research

นำเอาผลิตภัณฑ์และผลการทดสอบลงพื้นที่จริงเพื่อประเมินความพึงพอใจของผลู้ผลิตและผู้บริโภค มะม่วงน้ำดอกไม้ เพื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบ

Data Research

ภาพการลงพื้นที่ ที่ตลาดค้าส่งมะม่วงน้ำดอกไม้ จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคมะม่วงน้ำดอกไม้

Data Research

ภาพการลงพื้นที่ ที่ตลาดค้าส่งมะม่วงน้ำดอกไม้ จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคมะม่วงน้ำดอกไม้

Data Research

ภาพการลงพื้นที่ ที่ตลาดค้าส่งมะม่วงน้ำดอกไม้ จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคมะม่วงน้ำดอกไม้

Data Research

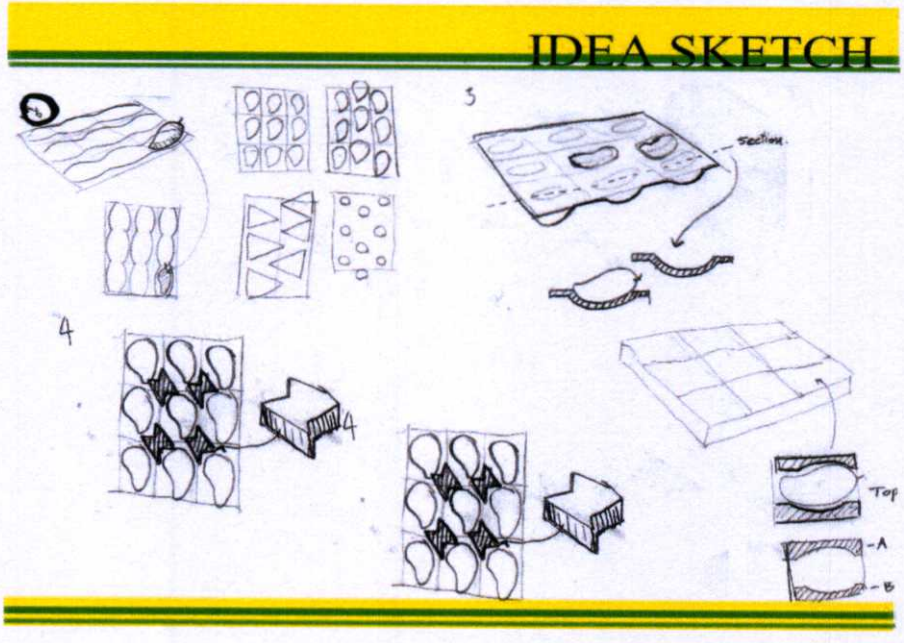
ภาพบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ ที่ขึ้นรูปและทดสอบประสิทธิ
สำเร็จแล้ว สามารถใช้งานได้จริง

ภาคผนวก ง
การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทก สำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

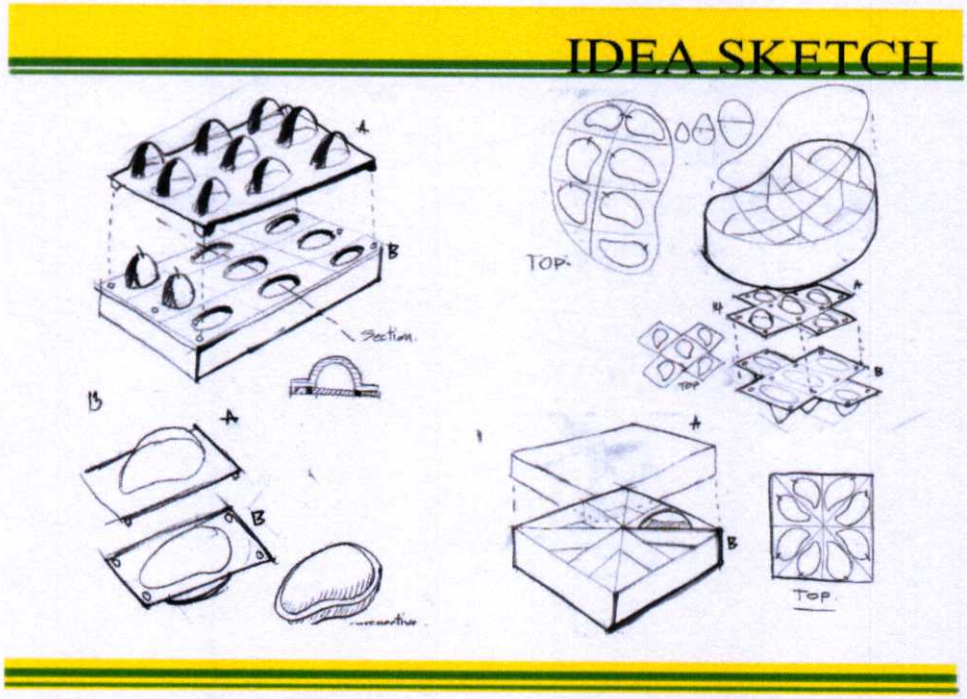
1. แนวคิดในการออกแบบ
2. แบบร่างในการออกแบบ
3. เขียนแบบเพื่อการผลิต
4. ผลิตภัณฑ์ต้นแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

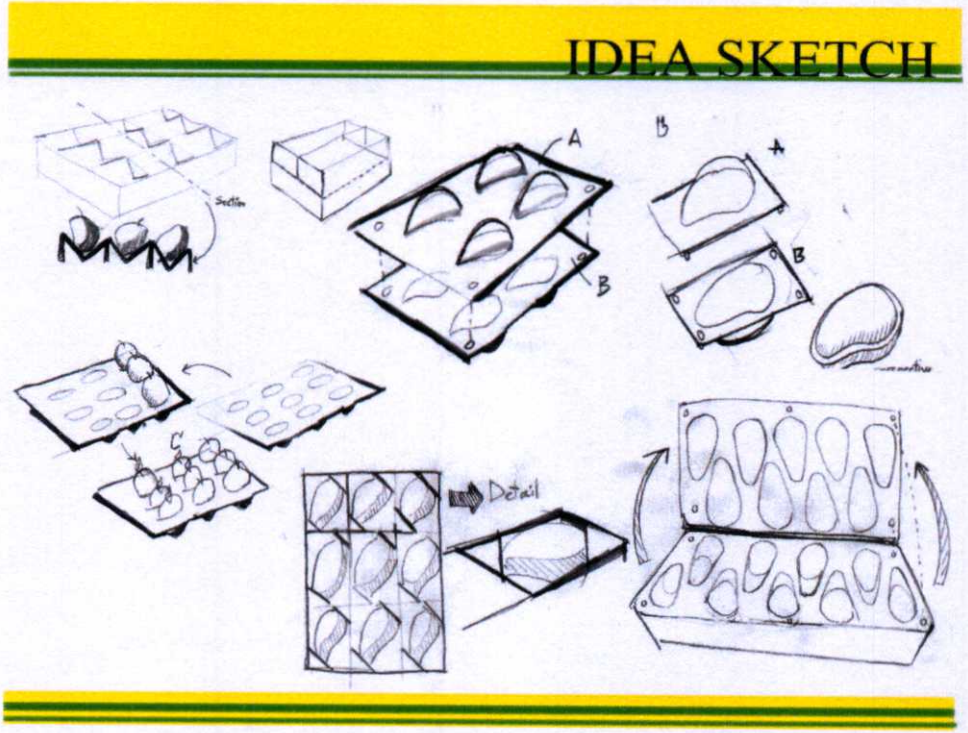
Concept Designในการออกแบบ บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

ภาพการร่างไอเดียการออกแบบ บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้



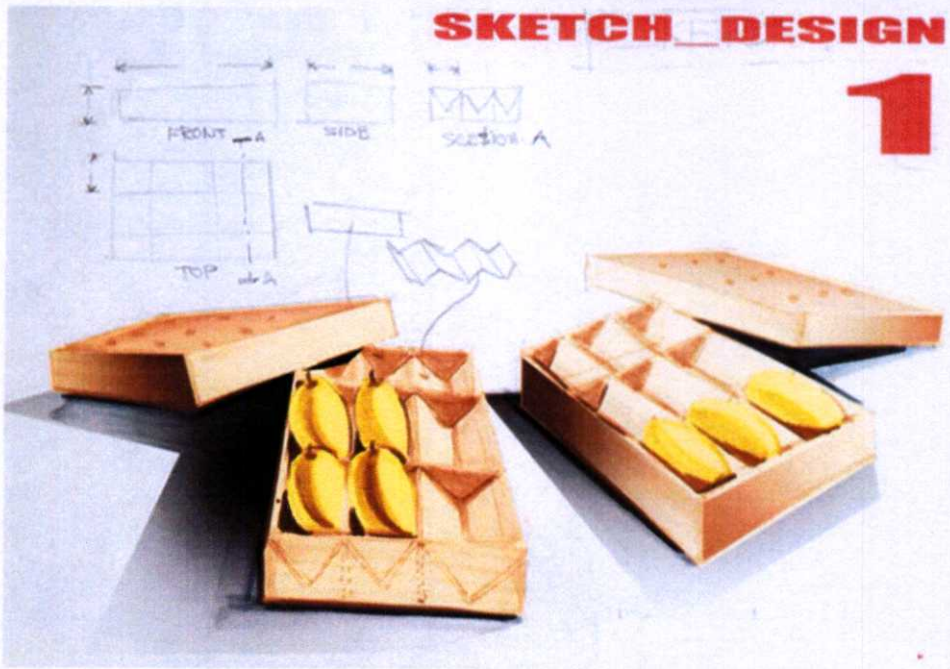
ภาพการร่างไอเดียการออกแบบ บรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับผลมะม่วงน้ำดอกไม้

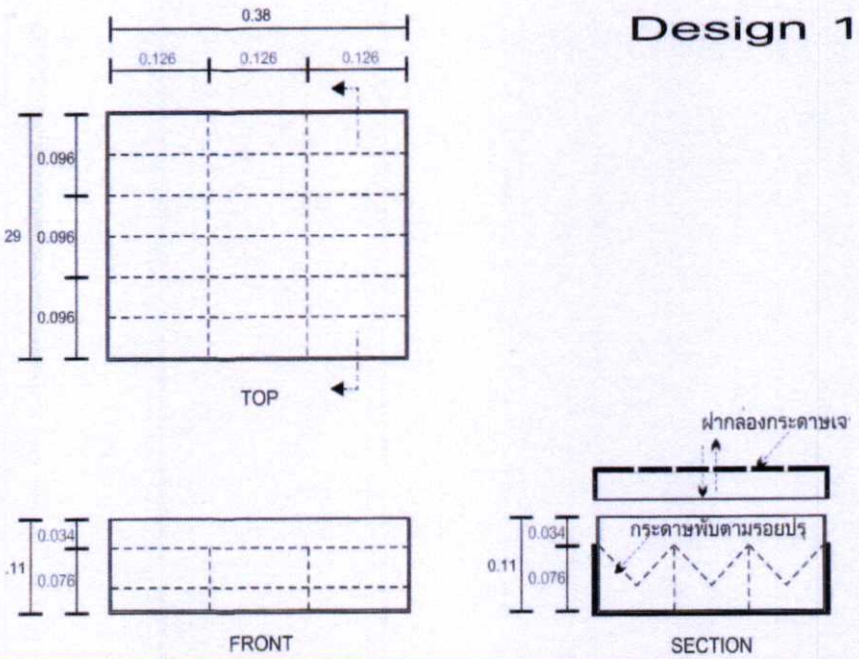




การออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้

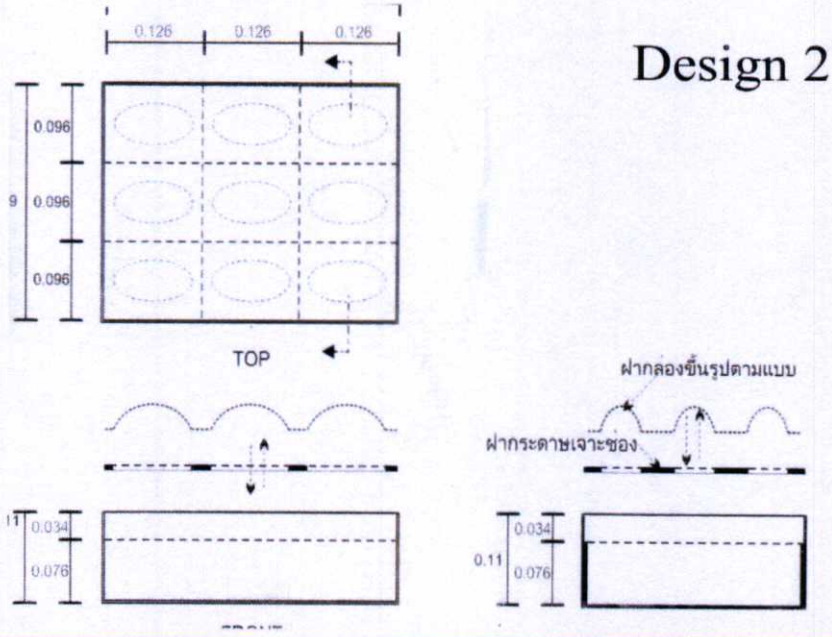
SKETCH DESIGN





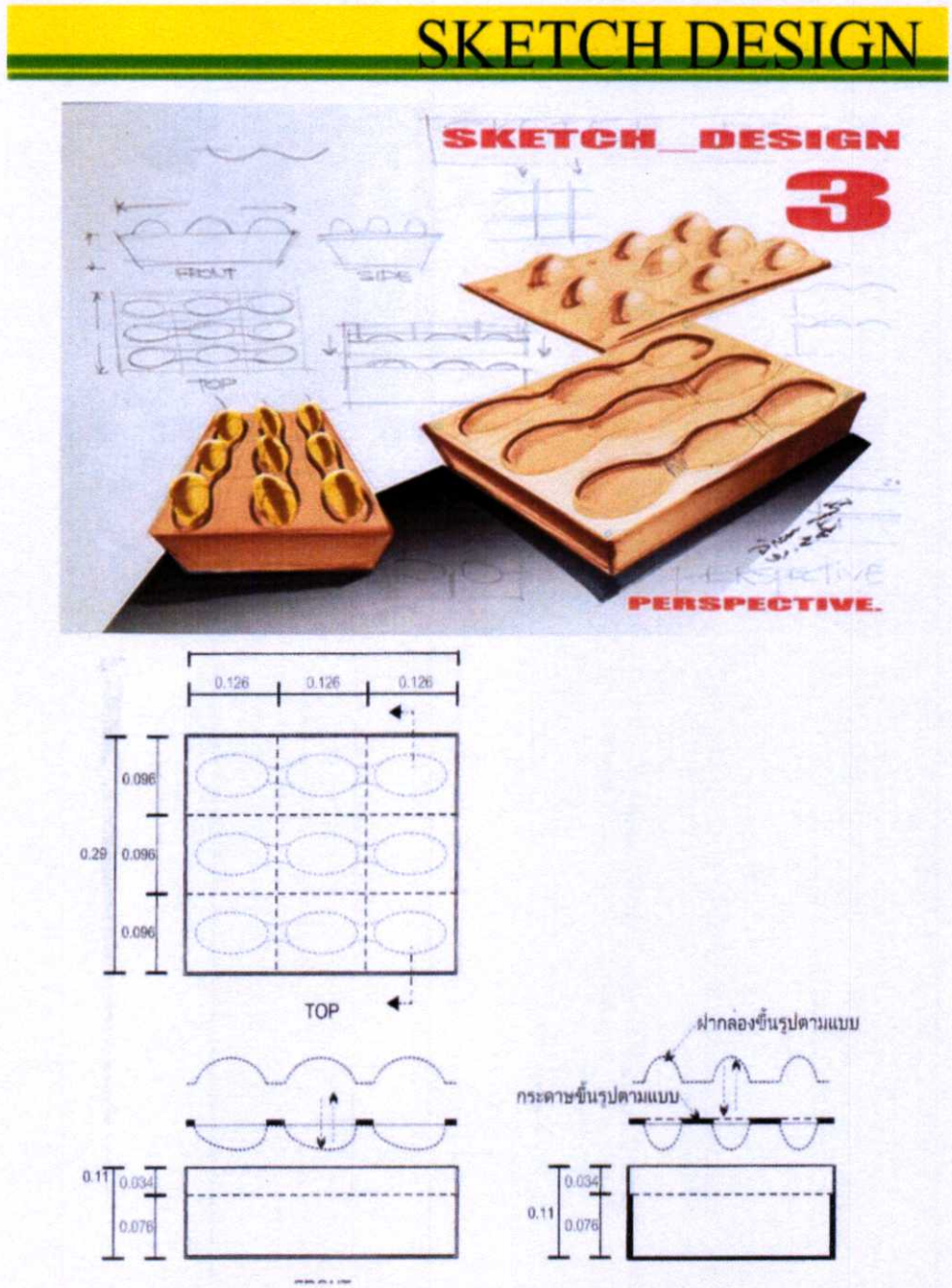
การออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้

SKETCH DESIGN



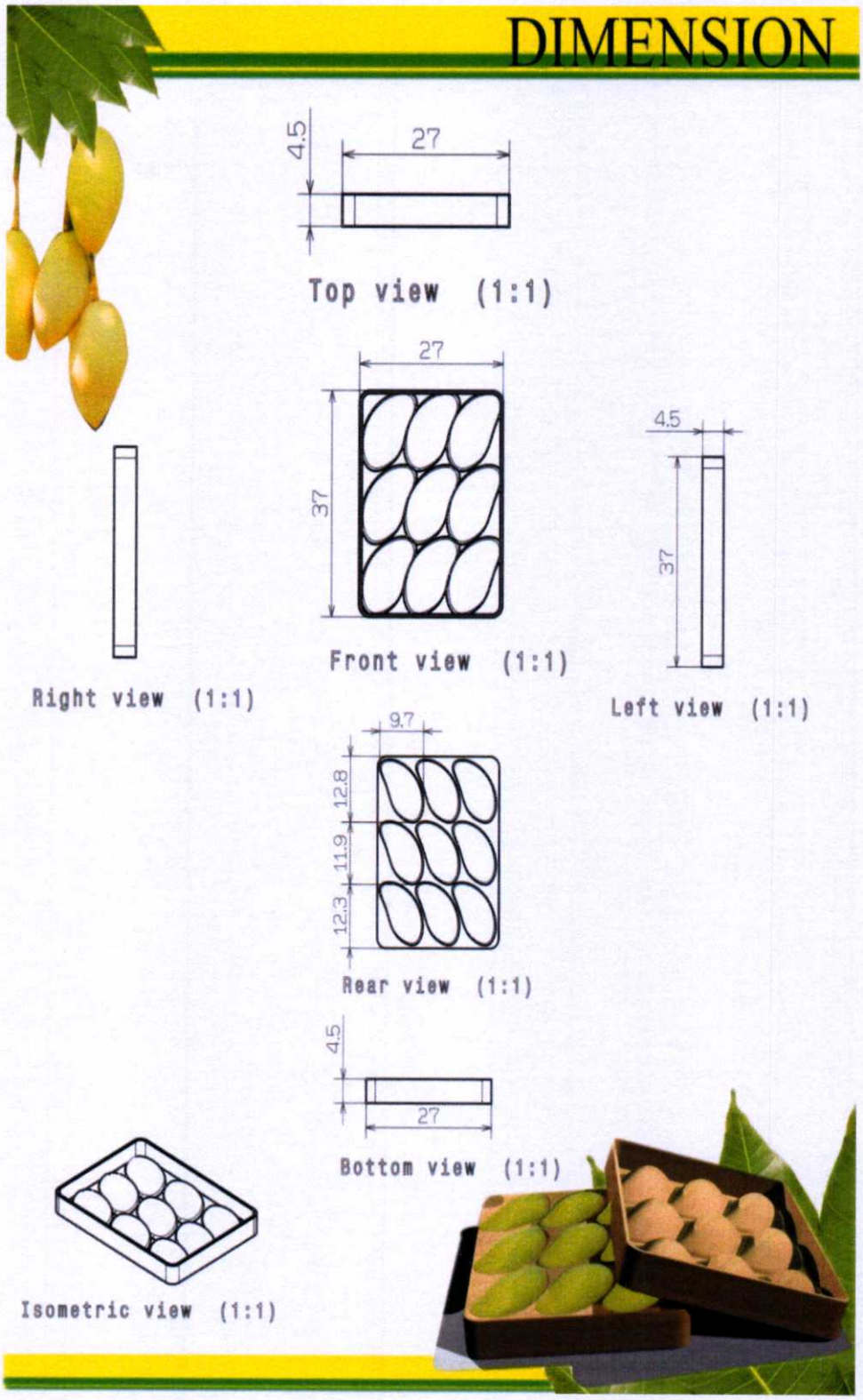
Design 2

การออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้



การออกแบบบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้

เขียนแบบเผื่อการผลิต ของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้
ที่มาออกแบบโดย นางสาวสุมารินทร์ ศิรกุลไพบูลย์



ภาพสามมิติของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้
ที่มาออกแบบโดย นางสาวสุมารินทร์ ศิรกุลไพบูลย์

ภาพสามมิติของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้
ที่มาออกแบบโดย นางสาวสุมารินทร์ ศิรกุลไพบูลย์

ภาพสามมิติของบรรจุภัณฑ์กันกระแทกสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้
ที่มาออกแบบโดย นางสาวสุมารินทร์ ศิรกุลไพบูลย์

ภาคผนวก จ
รายงานผลการทดสอบประสิทธิภาพ

NSC-TISI-TIS 17025
TESTING NO.0333
Thai Packaging Centre

คำขอบริการที่ **0619/571211** ที่ **ศบท. 0619/58**

แผ่นที่ **1/2**

รายงานผลการทดสอบและวิเคราะห์

ให้แก่

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถ.ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

การทดสอบ/วิเคราะห์:- กล่องกระดาษลูกฟูกบรรจุสินค้า รหัส วัสดุกันกระแทกในกล่องใส่มะม่วงน้ำดอกไม้

วิธีทดสอบ/วิเคราะห์:- International Safe Transit Association ; Resource Book 2011:Test Procedure -1A

วันที่ทดสอบ:- 26 ธันวาคม 2558

ผลการทดสอบ/วิเคราะห์:-

ความต้านการสั่นสะเทือน	:	กล่องกระดาษลูกฟูกและเยื่อกระดาษขึ้นรูปไม่ปรากฏความเสียหาย
ความต้านการตกกระแทก	:	กล่องกระดาษลูกฟูกและเยื่อกระดาษขึ้นรูปไม่ปรากฏความเสียหาย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สำนักงานใหญ่
หมู่ ๓ เทคโนธานี ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี ๑๒๑๒๐
โทร. ๐ ๒๕๗๙ ๙๐๐๐ โทรสาร ๐ ๒๕๗๙ ๙๐๐๙
E-mail: tistr@tistr.or.th Website : www.tistr.or.th

ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย
๑๙๖ พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ ๑๐๙๐๐
โทร. ๐ ๒๕๗๙ ๑๑๒๑-๓๐,๕๗๙ ๕๕๑๕ โทรสาร ๐ ๒๕๗๙ ๗๕๗
E-mail: tpc-tistr@tistr.or.th Website : www.tistr.or.th/tpc

วว.

NSC-TISI-TIS 17025
TESTING NO.0333
Thai Packaging Centre

คำขอบริการที่ **0619/571211**

ที่ ศบท. **0619/58**
แผ่นที่ **2/2**

หมายเหตุ : 1) การทดสอบความด้านการสั่นสะเทือน:

– ความถี่	:	240	รอบต่อนาที
– ระยะการสั่น	:	25	มิลลิเมตร
– ระยะเวลาทดสอบ	:	1	ชั่วโมง
– จำนวนชิ้นทดสอบ	:	1	กล่อง

2) การทดสอบความด้านการตกกระแทก:

– ความสูงในการตกกระแทก	:	760	มิลลิเมตร
– จำนวนครั้งของการตกกระแทกต่อกล่อง	:	10	
– ตำแหน่งในการตกกระแทก	:	1 มุม 3 ขอบ และ 6 ด้าน	
– จำนวนชิ้นทดสอบ	:	2	กล่อง
3) มิติภายนอก	:	385 x 294 x 122 มิลลิเมตร	
4) น้ำหนักรวม	:	3.5	กิโลกรัม

5) สภาวะการทดสอบ : อุณหภูมิ $26 \pm 2^{\circ}$ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ $58 \pm 5\%$

ผู้ทดสอบ/วิเคราะห์ .....

ผู้ตรวจสอบ .....

(นายไพศักดิ์ อนันต์นุกูล)

นักวิจัยอาวุโส

ผู้รับรอง .....

(นายไพศักดิ์ อนันต์นุกูล)

นักวิจัยอาวุโส

รักษาการในตำแหน่งผู้อำนวยการ

ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย

วันที่ 29 ธันวาคม 2557

ผลการทดสอบ/วิเคราะห์นี้ รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่ได้ทำการทดสอบ/วิเคราะห์เท่านั้น
ห้ามไปโฆษณาหรือคัดถ่ายใบรายงานผลแต่เพียงบางส่วนโดยไม่ได้รับอนุญาตจาก วว.เป็นลายลักษณ์อักษร

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สำนักงานใหญ่
หมู่ ๓ เทคโนธานี ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี ๑๒๑๒๐

ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย
๑๙๖ พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ ๑๐๙๐๐

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวสุมารินทร์ ศิริกุลไพบูลย์
วัน-เดือน-ปีเกิด	31 พฤษภาคม 2531
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเพทมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน	107 หมู3 ตำบลบางใบไม้ อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2550 สำเร็จการศึกษา ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ของโรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปีการศึกษา2555 สำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ประวัติการทำงาน	ปี 2556 ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ฝ่ายขายและการตลาด บริษัทเอโอ ดีไซน์ ปี 2557 ตำแหน่งเจ้าหน้าที่ออกแบบผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร บริษัทบอดี้ฟิต ไทยแลนด์ ปี 2557 จนถึงปัจจุบัน เจ้าหน้าที่ฝ่ายขายและการตลาด บริษัทโตโยอิ๊งค์ ประเทศไทย