การพัฒนาผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมเพื่องานประดิษฐ์

DEVELOPMENT OF NATURAL MOSAIC FROM MORINGA PODS FOR CRAFT PRODUCTS

วรรณเพ็ญ ปิ่นประดับ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมเพื่องานประดิษฐ์

วรรณเพ็ญ ปิ่นประดับ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นงานวิจัยที่เกิดจากการค้นคว้าและวิจัย ขณะที่ข้าพเจ้าศึกษาอยู่ใน คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังนั้นงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ถือเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และข้อความต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอรับรองว่าไม่มีการคัดลอกหรือนำงานวิจัยของผู้อื่นมานำเสนอในชื่อของข้าพเจ้า

This thesis consists of research materials conducted at Faculty of Home Economics, Rajamangala University of Technology Thanyaburi and hence the copyright owner. I hereby certify that the thesis does not contain any forms of plagiarism.

.....

(นางวรรณเพ็ญ ปิ่นประดับ)

COPYRIGHT © 2022
FACULTY OF HOME ECONOMICS TECHNOLOGY
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI

ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2565
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมเพื่องานประดิษฐ์ Development of Natural Mosaic from Moringa Pods for Craft Products
ชื่อ - นามสกุล	นางวรรณเพ็ญ ปิ่นประดับ
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D.
ปีการศึกษา	2565

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาคร ชลสาคร, Ph.D.)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนพรรณ บุณยรัตกลิน, DFA.)

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

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาคร ชลสาคร, Ph.D.)
วันที่ 1 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2565

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมเพื่องานประดิษฐ์
ชื่อ - นามสกุล นางวรรณเพ็ญ ปิ่นประดับ
สาขาวิชา เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D.
ปีการศึกษา 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพเปลือกฝักมะรุมให้เป็นโมเสกธรรมชาติ 2) ประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ 3) สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ

วิธีดำเนินการวิจัย โดยการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับนุ่มเปลือกฝักมะรุม ปัจจัยที่ทำการศึกษามี 2 ปัจจัย คือ ชนิดของสารแช่ปรับนุ่มฝักมะรุม แปรเป็น 2 ชนิด คือ สารนุ่มประจุบวก และกลีเซอรีน ระยะเวลาในการแช่ โดยแปรเป็น 3 ระดับ คือ 1, 3 และ 5 วัน ทำการวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD ทดสอบสมบัติทางกายภาพ 5 ด้าน คือ ความต้านแรงดึง ความชื้น การวัดค่าสี การทดสอบความมันวาว และการทดสอบความหนา จากนั้นวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test จากนั้นประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติจำนวน 100 คน

ผลการวิจัย พบว่า สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการปรับนุ่มเปลือกฝักมะรุมคือ การใช้สารนุ่มประจุบวก และระยะเวลาในการแช่ 1 วัน ทำให้เปลือกฝักมะรุม มีค่าความต้านแรงดึง 4.15 N ค่าความชื้นน้อยที่สุด 3.21% ค่าความสว่าง (L*) สูงที่สุด 79.29% ค่าสีแดงและสีเขียว (a*) ปรากฏสีแดงน้อยที่สุด 4.01 ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (b*) ปรากฏสีเหลือง 31.62 ค่าความต่างสี (Delta E) สูงสุด 9.84 ค่าความหนาน้อยที่สุด 1.89 mm/inch ค่าความมันวาวสูงที่สุด 2.43 เปลือกฝักมะรุมนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์รูปแบบกล่องไม้สำหรับใส่กระดาษทิชชู แผ่นรองแก้ว และแจกันผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 มีความพึงพอใจในด้านผลิตภัณฑ์นี้สามารถจัดจำหน่ายได้ ด้านวัสดุที่ใช้ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม และผลิตภัณฑ์นำไปใช้งานได้จริง โดยมีค่าเฉลี่ย 4.36 4.35 และ 4.29 ตามลำดับ

คำสำคัญ: โมเสกธรรมชาติ เปลือกฝักมะรุม งานประดิษฐ์

Thesis Title Development of Natural Mosaic from Moringa Pods for Craft Products
Name - Surname Mrs. Wanpen Pinpradab
Program Home Economics Technology
Thesis Advisor Mrs. Supa Chulacupt, Ph.D.
Academic Year 2022

ABSTRACT

The objectives of this research were to: 1) study the optimum conditions to soften Moringa pods into natural mosaics, 2) create craft products from natural mosaics, and 3) survey consumer's satisfaction towards craft products made from natural mosaics of Moringa pods.

The research method was designed to study the optimum conditions to soften Moringa pods. Two primary factors were types of conditioners, namely, cationic softener and glycerin and 3 levels of soaking duration which were 1, 3 and 5 days. The factorial in CRD method was applied to the experiments of natural mosaics' physical properties under 5 categories i.e., tensile strength, moisture, color measurement, gloss and thickness. The Duncan's New Multiple Range Test was later conducted upon analyzing the variance (ANOVA) and mean differences. When the experiment was accomplished, natural mosaics were recreated into artisan products and the assessment of customer satisfaction on the products was collected from 100 respondents.

The results revealed that the optimum condition to soften Moringa pods was to soak it in cationic softener for 1 day and that made the tensile strength of Moringa pods reach 4.15 N. The lowest value of moisture was 3.21% and the highest value of brightness (L*) was 79.29%. From the value of the red and green (a*) illuminant, red had the lowest value at 4.01. Apparently, the value of yellow in the yellow and blue (b*) appeared at 31.62. Furthermore, the highest value of color contrast (Delta E) was 9.84 and the lowest value of thickness was 1.89 mm/inch. The highest value of gloss depicts was 2.43. The Natural mosaic prototypes produced from Moringa pods were wooden boxes for tissue paper, coasters and vases. The overall satisfactory score of natural mosaic craft products from Moringa pods was at high level with a mean value of 4.27. The products were impressive and highly suitable for commercial distribution because they were made from non-toxic and environmentally friendly materials while being practically used with reported mean value of 4.36, 4.35 and 4.29, respectively.

Keywords: natural mosaic, Moringa pods, craft products

กิตติกรรมประกาศ

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

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร ชลสาคร ประธานกรรมการ ในการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนพรรณ บุณยรัตกลิน ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้ให้ความกรุณาชี้แนะแนวทาง ให้คำแนะนำ ตลอดจนชี้แนะจุดต่างๆ รวมถึงข้อสังเกต ทำให้เกิดการพัฒนาแนวความคิด และได้ตรึกตรองปัญหา อย่างรอบคอบ จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาอย่างครบถ้วน

ขอขอบคุณ กลุ่มชุมชนสมุนไพรในจังหวัดปทุมธานี ในความอนุเคราะห์เก็บเกี่ยวฝักมะรุม และให้คำปรึกษาแนะนำ สนับสนุน

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ และคณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเขียนงานวิจัย และสถานที่สำหรับทำการทดสอบ รวมทั้งคณะผู้ร่วมชั้นเรียน เจ้าหน้าที่ที่ได้ให้ความช่วยเหลืออีกทั้งอำนวยความสะดวก ระหว่างการศึกษาและดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณ และมอบความดีทั้งหมดนี้ให้แก่ บิดา มารดา สามีและลูก เพื่อนที่แสนดีที่แนะนำแนวทางที่ดีในการดำเนินชีวิต ส่งเสริมการศึกษา และให้กำลังใจเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานค้นคว้าฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจหากการค้นคว้าวิทยานิพนธ์ ในครั้งนี้ขาดตกบกพร่อง หรือไม่สมบูรณ์ประการใด ผู้วิจัยขอกราบขออภัยมา ณ โอกาสนี้

วรรณเพ็ญ ปิ่นประดับ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... (4)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... (5)

กิตติกรรมประกาศ ..... (6)

สารบัญ ..... (7)

สารบัญตาราง ..... (9)

สารบัญรูป ..... (10)

บทที่ 1 บทนำ 11

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 11

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 12

1.3 สมมติฐานของการวิจัย 12

1.4 คำนิยามศัพท์ 13

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 13

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 13

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะรุม 15

2.2 โมเสก 20

2.3 สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 25

2.4 กลีเซอรีน 26

2.5 สารนุ่มประจุบวก 27

2.6 การทดสอบสมบัติทางกายภาพ 31

2.7 การออกแบบผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ 34

2.8 วัสดุประสาน 39

2.9 สารเคลือบ 43

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 46

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 48

3.1 วัตถุดิบ 48

3.2 วัสดุและอุปกรณ์ 48

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 วิธีการทดลอง 49
3.4 ระยะเวลาในการทดลอง 54
3.5 สถานที่ทำการทดลอง 55
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิจารณ์ 56
4.1 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพฝักมะรุมให้เป็นโมธรรมชาติ. 56
4.2 ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ 63
4.3 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ .. 65
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 68
5.1 สรุปผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพเปลือกฝักมะรุมให้เป็นโมเสกธรรมชาติ 68
5.2 สรุปผลการประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ 69
5.3 สรุปผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ 69
5.4 ข้อเสนอแนะ 69
บรรณานุกรม 71
ภาคผนวก 76
ภาคผนวก ก แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ 77
ภาคผนวก ข เครื่องมือทดสอบ 81
ภาคผนวก ค การเผยแพร่งานวิจัย 85
ประวัติผู้เขียน 88

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 การจัดสิ่งทดลองในการศึกษาชนิดของสารแช่ปรับนุ่มเปลือกฝักมะรุม 50

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงดึงขาด ของเปลือกฝักมะรุมที่ผ่านการแช่สารในระยะเวลาต่างกัน 57

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยความชื้น ของเปลือกฝักมะรุมที่ได้จากกระบวนการปรับนุ่ม 58

ตารางที่ 4.3 ค่าสี ของเปลือกฝักมะรุมที่ได้จากกระบวนการปรับนุ่ม 59

ตารางที่ 4.4 ค่าความหนาของเปลือกฝักมะรุมที่ได้จากกระบวนการปรับนุ่ม 61

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยความมันวาว ของเปลือกฝักมะรุมที่ได้จากกระบวนการปรับนุ่ม 62

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม..... 65

ตารางที่ 4.7 ผลความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุม 67

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ต้นมะรุมและฝักมะรุม 16
รูปที่ 2.2 งานโมเสก 20
รูปที่ 2.3 ลวดลายของงานโมเสก 23
รูปที่ 2.4 ลวดลายโมเสกกะลามะพร้าว 24
รูปที่ 2.5 ลวดลายโมเสกกระเบื้องสี 24
รูปที่ 2.6 โครงสร้างของสารลดแรงตึงผิวและการกำจัดไขมันหรือสิ่งสกปรก 27
รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบสารลดแรงตึงผิว 29
รูปที่ 2.8 ภาพส่วนประกอบสารลดแรงตึงผิวกับการทำความสะอาดผิวหนัง 30
รูปที่ 2.9 โครงสร้างเคมีของ Sodium Lauryl Sulfate และ Sodium Laureth Sulphate 30
รูปที่ 2.10 เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง 33
รูปที่ 4.1 โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุม 63
รูปที่ 4.2 ผลิตภัณฑ์รูปแบบกล่องไม้สำหรับใส่กระดาษทิชชูจากเปลือกฝักมะรุม 64
รูปที่ 4.3 ผลิตภัณฑ์รูปแบบแผ่นรองแก้วจากเปลือกฝักมะรุม 64
รูปที่ 4.4 ผลิตภัณฑ์รูปแบบแจกันจากเปลือกฝักมะรุม 65
รูปที่ ข.1 เครื่องทดสอบความต้านแรงดึง ยี่ห้อ INSTRON รุ่น 3343 82
รูปที่ ข.2 เครื่องทดสอบความชื้น ยี่ห้อ MEMMERT รุ่น UF 110 82
รูปที่ ข.3 เครื่องวัดค่าสี EXACT รุ่น X-RITE PANTONE 83
รูปที่ ข.4 เครื่องทดสอบความมันวาว ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น MULIT GLOSS 268 PLUS 83
รูปที่ ข.5 เครื่องทดสอบความหนา ยี่ห้อ INSIZE รุ่น Digital Outside Micrometer 3109.. 84

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วของประเทศไทย ประสบปัญหาสิ่งแวดล้อม มีสาเหตุจากการเพิ่มขึ้นของประชากรจำนวนมาก และมีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้แทน โดยก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมามากขึ้น เกี่ยวกับอากาศ การลดลงของประชากรสัตว์ป่า การทำลายป่า การชะล้างพังทลายของดิน การขาดแคลนน้ำและปัญหาขยะมูลฝอย ตามข้อมูลบ่งชี้ในปี พ.ศ. 2547 ด้านมลพิษทางอากาศและน้ำของประเทศ เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 1.6 – 2.6 จีดีพีต่อปี ที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม สารพิษตกค้างในอาหาร และสิ่งแวดล้อมทางการเกษตรที่เหลือทิ้งในโลกปัจจุบันมีความสนใจต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก เช่น การใช้ถุงผ้าทดแทนถุงพลาสติก การใช้กล่องบรรจุอาหารจากวัสดุธรรมชาติ ทดแทนการใช้กล่องโฟม หรือสามารถนำมาใช้ได้ใหม่โดยผ่านกระบวนการต่างๆ การนำเปลือกฝักมะรุมที่เหลือทิ้งจากการแยกเมล็ดเพื่อนำไปผลิตน้ำมันมะรุม ซึ่งเป็นการลดปริมาณการใช้ทรัพยากรและการทำลายสิ่งแวดล้อมจากวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร [1]

มะรุม เป็นผักและสมุนไพรพื้นบ้านของไทย มีถิ่นกำเนิดในแถบใต้เชิงเทือกเขาหิมาลัย ประเทศอินเดียและศรีลังกา มีประโยชน์ทั้งทางด้านอาหาร ยา และอุตสาหกรรม เป็นไม้ยืนต้นที่ขนาดกลางโตเร็ว ทนแล้งปลูกง่ายในเขตร้อนอาจจะเติบโตมีความสูงถึง 4 เมตร และออกดอกภายในปีแรกที่ปลูก สามารถบริโภคได้ทุกส่วน ใบ ดอก เมล็ด ยอดอ่อน ดอกอ่อน ฝักอ่อน และราก ออกในช่วงต้นหนาวถึงกลางหนาว [2] คนไทยทุกภาคนิยมรับประทานมะรุมเป็นผัก ฝักอ่อนแกงส้ม ดอกมะรุมลวกให้สุกหรือดองรับประทานกับน้ำพริก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นำยอดอ่อน ใบอ่อน ช่ออ่อน ลาบ ก้อย หรือปรุงเป็นแกงอ่อม ฝักอ่อนแกล้มส้มตำแทนถั่วฝักยาว [3] ใบมะรุมมีวิตามินเอสูงกว่าแครอท มีแคลเซียมสูงกว่านม มีเหล็กสูงกว่าผักขม มีวิตามินซีสูงกว่าส้ม และมีโปแตสเซียมสูงกว่ากล้วย [4] ฝักมะรุมสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิด เช่น ยำฝักมะรุมอ่อน สลัดใบมะรุมสดผสมผักรวม ทอดมันปลากับฝักมะรุมอ่อน แกงเผ็ดฝักมะรุมอ่อน ไข่ยัดไส้ใบมะรุมหมูสับ ดอกมะรุมชุบไข่ทอด และไก่อบฝักมะรุม เป็นต้น [5] ในต่างประเทศ เช่น อินเดียมีการบด ใบมะรุมผงใช้เป็นอาหาร น้ำใบมะรุมอัดกระป๋อง ปัจจุบันมีการนำมะรุมมาใช้เป็นส่วนประกอบในขนมและเครื่องดื่ม เช่น คุกกี้มะรุม วุ้นมะรุม กาแฟมะรุม หรือชามะรุม [6] สรรพคุณทางยาของมะรุม งานวิจัยพบว่า ใบมะรุมและส่วนต่างๆ ของมะรุมมีฤทธิ์ทางชีวภาพหลากหลาย เช่น ลดคอเลสเตอรอล ลดระดับน้ำตาล ต้านเชื้อแบคทีเรียและรา ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ ความดันโลหิตสูง มะเร็ง เบาหวาน [7] ความมหัศจรรย์ของมะรุม มีสรรพคุณทางยาเกือบทุกส่วนสามารถนำมารักษาโรคภายใน และภายนอกตามตำรายาไทย พอกรักษา

บาดแผล รักษาโรคภูมิแพ้ โรคทางเดินหายใจ หอบหืด [8] จากข้อมูลประโยชน์ของมะรุมดังกล่าว พบปัญหาของเปลือกฝักมะรุมที่เหลือทิ้งส่วนใหญ่ใช้ทำปุ๋ยหมัก ผู้วิจัย มีความสนใจนำเปลือกฝักมะรุมเหลือทิ้งมาใช้ในงานประดิษฐ์ โดยใช้เทคนิคโมเสกจากธรรมชาติ

โมเสก เรียกเครื่องเคลือบดินเผาแผ่นเล็กๆ มีสีต่างๆ สำหรับปูพื้น หรือบุผนังเป็นศิลปะการตกแต่งด้วยชิ้นแก้ว, หิน หรือกระเบื้องชิ้นเล็กๆ ซึ่งใช้ตกแต่งภายในเช่น การตกแต่งลวดลายในวิหาร หรือภาพทำจากชิ้นกระเบื้อง หรือเศษจากเครื่องปั้นดินเผาที่เรียกว่า “Tesserae” หรือ กระจกสี หรือแก้วใสเคลือบด้วยโลหะสำหรับปูพื้นหลัง [9] ไม้โมเสก คือไม้ชิ้นเล็กๆ ที่ผ่านกระบวนการอบ ไส ซอย นำมาจัดเรียงทากาว อัดเป็นแผ่น ขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร หรือนำมาจัดเรียงแล้วใช้กระดาษ หรือผ้าทากาวยึดไม้ให้เป็นแผ่น มีขนาดความกว้าง ความหนา ความยาว ตามขนาดที่กล่าวข้างต้นเป็นมาตรฐานสากลทั่วไป ไม้ดังกล่าวได้ผ่านกรรมวิธีมามากพอสมควร จนไม่สามารถจะนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ หรือหากจะนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นทำได้ แต่ไม่คุ้มค่า ให้ถือว่าไม้ที่นำมาประกอบเป็นแผ่นโมเสกเป็นสิ่งประดิษฐ์ [10]

จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัย มีแนวคิดในการนำเปลือกฝักมะรุมที่เหลือทิ้งมาพัฒนาผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมเพราะส่วนต่างๆ ของมะรุมเอาไปทำประโยชน์ ยกเว้น เปลือกที่เหลือทิ้งเป็นขยะไม่ได้ใช้ประโยชน์ด้วยลวดลายที่มีความสวยงามของเปลือก ส่งเสริมการใช้วัสดุทดแทนโมเสกมาจากแก้ว โลหะ และประยุกต์ใช้พลาสติกสี เพื่อลดน้ำหนัก โดยการนำเข้าจากต่างประเทศทำให้มีต้นทุนในการผลิตโมเสก มีราคาสูง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมเพื่องานประดิษฐ์ ที่มีลวดลายธรรมชาติของเปลือกฝักมะรุม เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ในการนำวัสดุธรรมชาติเหลือใช้ในชุมชนมาแปรรูป เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ และสร้างรายได้ให้กับชุมชนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพเปลือกฝักมะรุมให้เป็นโมเสกธรรมชาติ

1.2.2 เพื่อประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ

1.2.3 เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ปริมาณกลีเซอรีนและสารนุ่มประจุบวกที่ต่างกันจะมีผลต่อคุณภาพโมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมที่ต่างกัน

1.4 คำนิยามศัพท์

โมเสกธรรมชาติ หมายถึง ศิลปะการประดิษฐ์รูป หรือลวดลาย ที่เกิดจากเปลือกฝักมะรุม ซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพ นำมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ตามขนาดที่ต้องการ นำมาเรียงต่อกันเป็นภาพ ลวดลาย ด้วยวัสดุประสาน ติดบนชิ้นงานผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ต่างๆ

เปลือกฝักมะรุม หมายถึง ส่วนเปลือกด้านนอกของฝักมะรุม โดยใช้เปลือกฝักมะรุมที่แก่จัดมีสีน้ำตาลอายุ 3 - 6 เดือน พันธ์ข้าวเหนียวซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่นิยมใช้ในการบริโภคมีทุกภาค ลักษณะฝักใหญ่ ขนาด 20 - 50 เซนติเมตร เหมาะสมการวิจัยทดลองผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมเพื่องานประดิษฐ์ โดยมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1.5.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพเปลือกฝักมะรุมให้เป็นโมเสกธรรมชาติ

1.5.1.1 เตรียมวัตถุดิบเปลือกฝักมะรุมสำหรับพัฒนาเป็นโมเสก

1.5.1.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพเปลือกฝักมะรุม

1.5.1.3 ทดสอบสมบัติความต้านทานแรงดัดและความต้านทานแรงดึง ของเปลือกฝักมะรุมที่จะนำมาพัฒนาเป็นโมเสกธรรมชาติ

1.5.2 ประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากโมเสกธรรมชาติเปลือกฝักมะรุม

1.5.2.1 กล่องกระดาษทิชชู

1.5.2.2 แผ่นรองแก้ว

1.5.2.3 แจกัน

1.5.3 สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุม

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้กระบวนการที่เหมาะสมในการแช่สารและปรับสภาพเปลือกฝักมะรุมให้เป็นโมเสกธรรมชาติ

1.6.2 ได้ต้นแบบโมเสกธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ต้นแบบ

1.6.3 กลุ่มเป้าหมายได้รับความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติเปลือกฝักมะรุม

1.6.4 เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์เปลือกฝักมะรุม

1.6.5 เป็นทางเลือกใหม่ในการนำเปลือกฝักมะรุมวัสดุธรรมชาติที่เหลือใช้ในชุมชนมาเพิ่ม

มูลค่าและสร้างรายได้ให้กับชุมชน

1.6.6 ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติส่งผลให้นักเรียน นักศึกษานำไปใช้ประโยชน์ได้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุม เพื่องานประดิษฐ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการที่เหมาะสมในการปรับสภาพเปลือกฝักมะรุมให้เป็นโมเสกธรรมชาติ ประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า ทฤษฎี เอกสารตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่จะนำมาใช้อ้างอิงเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิจัย ดังต่อไปนี้

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะรุม

2.2 โมเสก

2.3 โซเดียมไฮดรอกไซด์

2.4 กลีเซอรีน

2.5 สารนุ่มประจุบวก

2.6 การทดสอบสมบัติทางกายภาพ

2.7 การออกแบบผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

2.8 วัสดุประสาน

2.9 สารเคลือบ

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะรุม

ต้นมะรุมมีปลูกอยู่ทั่วโลก มนุษย์รู้จักพืชสมุนไพรชนิดนี้มากว่า 4,000 ปี ในต่างประเทศมีการวิจัยและสกัดเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อบำรุงร่างกายมาหลายปี ได้รับความนิยมอย่างสูงทั้งในยุโรป และอเมริกา มีคุณสมบัติช่วยบำบัดโรคกว่า 300 ชนิด เช่น มะเร็ง โรคขาดสารอาหาร และเอดส์ เป็นต้น โดยมีสายพันธุ์ ทั้งหมด 13 สายพันธุ์ มะรุมสายพันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทย คือ มะรุมพันธุ์ข้าวเหนียว มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Moringa oleifera Lam. วงศ์ Moringaceae ชื่อสามัญ Horseradish tree, Drumstick tree, Ben oil tree* มีถิ่นกำเนิดในแถบใต้เชิงเทือกเขาหิมาลัย เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง เป็นไม้ที่มีกิ่งเปราะ ออกดอกเป็นช่อสีเหลืองนวลบริเวณปลายยอดในช่วงต้นฤดูหนาว และกลายเป็นฝักยาวกลม ผิวสีเขียวเข้มเป็นลอนๆ [11] ต้นมะรุมมีความสูง 3 ถึง 4 เมตร ทรงต้นโปร่ง ใบเป็นแบบขนนก หรือคล้ายกับใบมะขามออกเรียงแบบสลับกัน ผิวใบสีเขียว ด้านล่างสีจะอ่อนกว่าด้านบน ดอกออกเป็นช่อสีขาว กลีบดอกมี 5 กลีบ ผลหรือฝักมีความยาว 20 ถึง 50 เซนติเมตร ลักษณะเหมือนไม้

ตีกลอง เปลือกผล หรือฝักเป็นสีเขียว ฝักแก่ผิวเปลือกเป็นสีน้ำตาล เมล็ดมีเยื่อหุ้มกลมเป็นสีน้ำตาล มีขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร เจริญได้ดีในดินทุกชนิด สำหรับประเทศไทยนิยมปลูกไว้ในบริเวณบ้าน มาแต่โบราณในทุกภาค มีหลากหลายชื่อในแต่ละภูมิภาค ภาคกลางจะเรียกว่า มะรุม ภาคเหนือเรียก ผักอีฮุม, มะค้อนก้อม ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือภาคอีสานเรียก ผักอีฮุม ผักอีฮึม ส่วนชาวกะเหรี่ยงแถบกาญจนบุรี เรียก กาแน้งเดิง ชาวฉาน แถบจังหวัดแม่ฮ่องสอนเรียก ผักเนื้อไก่ นอกจากนี้มะรุมยังเป็นพืชที่ปลูกง่าย เจริญเติบโตได้ดีในดินทุกชนิด ต้องการน้ำและความชื้นปานกลาง ขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ด หรือการปักชำ หรือรากที่แตกหน่อ การดูแลรักษาไม่ยุ่งยากซับซ้อน ชาวบ้านจึงนิยมปลูกมะรุมไว้ริมรั้วบ้าน หรือหลังบ้านเพื่อให้เป็นผักสวนครัวไม่ต้องซื้อหา [12] ดังแสดงในรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 ต้นมะรุมและฝักมะรุม
ที่มา : [13]

2.1.1 คุณค่าทางโภชนาการของมะรุม

มะรุมมีคุณค่าทางโภชนาการสูง สามารถบริโภคได้ทุกส่วน ใบดอก เมล็ด ยอดอ่อน ดอกอ่อน ฝักอ่อน และราก ออกในช่วงต้นหนาว ถึงกลางหนาว [2] สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิด สำหรับภาคกลาง นิยมเอาฝักอ่อนแกงส้ม ดอกมะรุมลวกให้สุก หรือดองรับประทานกับน้ำพริก ยอดอ่อน ใบอ่อน ช่ออ่อน ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นำไปลวกให้สุกหรือต้มเป็นผักรับประทานร่วมกับป่นแจ่ว ลาบ ก้อย หรือปรุงเป็นแกงอ่อม ฝักอ่อนและฝักที่ไม่แก่เต็มที่นำมาปอกเปลือกหั่นเป็นท่อนปรุงแกงส้ม หรือแกงลาว ภาคเหนือ นำฝักมะรุมอ่อนและดอกอ่อนแกงใส่ปลา ฝักอ่อนแกล้มส้มตำแทนถั่วฝักยาว [3] ยำฝักมะรุมอ่อน สลัดใบมะรุมสดผสมผักรวม ทอดมันปลากับฝัก

มะรุมอ่อน แกงเผ็ดฝักมะรุมอ่อน ไข่ยัดไส้ใบมะรุมหมูสับ ดอกมะรุมชุบไข่ทอด ผัดขิงฝักมะรุมอ่อน ฝักมะรุมอ่อนผัดขี้เมา ไก่อบฝักมะรุม และฝักมะรุมอ่อนชุบแป้งทอดเป็นต้น [5] ในต่างประเทศ เช่น อินเดียมีการบด ใบมะรุมผงใช้เป็นอาหาร น้ำใบมะรุมอัดกระป๋อง ปัจจุบันมีการนำมะรุมมาใช้เป็นส่วนประกอบในขนมและเครื่องดื่ม เช่น คุกกี้มะรุม วุ้นมะรุม กาแฟมะรุม หรือชามะรุม [6] คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อฝักและใบมะรุมในส่วนที่รับประทาน 100 กรัมและค่า (ปริมาณร้อยละของสารอาหารที่ได้รับต่อความต้องการในหนึ่งวัน) ให้พลังงานต่อร่างกาย 32 กิโลแคลอรี ประกอบด้วย

เส้นใย	1.20	กรัม
วิตามินซี	262.00	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	26.00	มิลลิกรัม
แคลเซียม	9.00	มิลลิกรัม
เหล็ก	1.50	มิลลิกรัม
ไนอาซิน	0.60	มิลลิกรัม
วิตามินบีหนึ่ง	0.05	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	532.00	ไมโครกรัม อาร์ อี (mcg RE)

ปัจจุบันชาวญี่ปุ่น ผลิตชาจากใบมะรุมจำหน่าย ในผลิตภัณฑ์ระบุ แก้ไขปัญหาโรคปากนกกระจอก หอบหืด อาการปวดหู และปวดศีรษะ ช่วยบำรุงสายตา และระบบทางเดินอาหาร และช่วยระบายกาก

ประเทศอินเดีย หญิงที่ตั้งครรภ์มักจะรับประทานใบมะรุม เพื่อเสริมธาตุเหล็กประเทศฟิลิปปินส์และบอสวานา หญิงที่เลี้ยงลูกด้วยนมแม่จะรับประทานแกงจืดใบมะรุม (ภาษาฟิลิปปินส์ เรียก มาลังเก) เพื่อผสมน้ำนมและเพิ่มแคลเซียมให้กับนมแม่เหมือนกับคนไทย [14]

วิตามินเอ	6780	ไมโครกรัม (3 เท่าของแครอท)
แคลเซียม	440	มิลลิกรัม (เกิน 3 เท่าของนม)
โพแทสเซียม	259	มิลลิกรัม (3 เท่าของกล้วย)
วิตามินซี	220	มิลลิกรัม (7 เท่าของส้ม)
แคโรทีน	110	ไมโครกรัม
ใบมะรุม	100	กรัม (คุณค่าทางโภชนาการของอาหารอินเดีย พ.ศ.2537)
โปรตีน	6.7	กรัม (2 เท่าของนม)
ใยอาหาร	4.8	กรัม
พลังงาน	26	แคลอรี
แมกนีเซียม	28	มิลลิกรัม

คาร์โบไฮเดรต 3.7 กรัม

ไขมัน 0.1 กรัม

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการใบมะรุม กระบวนการทำให้ใบมะรุมแห้งโดยวิธีการเป่าด้วยพัดลมในที่ร่มเพื่อป้องกันไม่ให้สารอาหารสำคัญต่างๆ สูญสลายไป พบว่าได้ผลคุณค่าทางอาหารของใบมะรุมแห้ง 100 กรัม จะให้พลังงาน 356.93 กิโลแคลลอรี พลังงานจากไขมัน 60.93 กิโลแคลลอรี มีโปรตีน 23.88 กรัม ไขมันทั้งหมด 6.77 กรัม คาร์โบไฮเดรต 50.12 กรัม ใยอาหาร 34.44 กรัม น้ำตาลและน้ำมันอิ่มตัวเล็กน้อย 2.24 กรัม และ 2.95 กรัม ตามลำดับแต่ไม่พบคอเลสเตอรอล [6]

2.1.2 สรรพคุณทางยาของมะรุม [15]

องค์การสหประชาชาติ ให้การสนับสนุนในการค้นคว้า และวิจัยมะรุมอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะทางด้านการรักษาโรคขาดสารอาหาร (Malnutrition Disease) และอาการตาบอดกลางคืน (Night Blindnss) ซึ่งเกิดขึ้นในเด็กแรกเกิดจนถึงวัยเจริญเติบโตในประเทศด้อยพัฒนา เช่น ประเทศในแอฟริกาตอนใต้และประเทศอินเดีย ทำการทดลองเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากมะรุมอย่างจริงจังรวมทั้งประเทศไทยมีกลุ่มนักศึกษาแพทย์จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ทำการทดลองวิจัยเพื่อนำมะรุมมารักษาผู้ป่วยโรคงูสวัด ในกลุ่มประเทศอังกฤษ เยอรมัน รัสเซีย ญี่ปุ่นและจีน ให้ความสนใจและทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับคุณสมบัติของมะรุมอย่างเร่งด่วน เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยโรคมะเร็ง เบาหวาน โรคเอดส์ และโรคอื่นๆ อีกมากมาย มีสรรพคุณตามตำราการแพทย์แผนไทย คือ

2.1.2.1 รากมะรุม มีรสเผ็ด หวาน ขม สรรพคุณใช้แก้อาการบวม บำรุงไฟธาตุ แก้พิษฝี แก้ปวดแก้อักเสบ ทำให้เกิดความระคายเคือง แก้ลมเข้าข้อ แก้ฟกช้ำ ปวดบวม ขับปัสสาวะ ล้างแผล แก้ไอ บำบัดโรคท้องมาน ปวดเมื่อยตามข้อ และบำรุงหัวใจ

2.1.2.2 เปลือกมะรุม เปลือกของต้นมะรุม รสร้อน ขับลมลำไส้ ทำให้ผายลม หรือเรอ คุมธาตุอ่อนๆ แก้ลม รักษาโรคภูมิแพ้ โรคทางเดินหายใจอักเสบ หอบหืด บำรุงกระดูกสำหรับคนกระดูกเสื่อม และกระดูกหักให้หายเร็ว รักษาแผลเรื้อรังของผู้ป่วยอัมพฤกษ์ อัมพาต โรคคอหอยพอก และโรคตับอักเสบ

2.1.2.3 ใบมะรุม การนำใบมะรุมใช้รักษาโรคต่างๆ ช่วยห้ามเลือด ขับน้ำตา ขับน้ำนม ทำให้นอนหลับ เป็นยาระบาย แก้เลือดออกตามไรฟัน โรคเยื่อมืออักเสบ แก้แผลอักเสบ ขับปัสสาวะ แก้ไขบำบัดโรคท้องมาน ปวดเมื่อยตามข้อ และบำรุงหัวใจ

1) การใช้ใบมะรุม ในต่างประเทศ ผสมกับอาหารสัตว์ เพื่อเพิ่มน้ำหนักของวัว

และน้ำนมวัว พบว่าถ้าให้ใบมะรุมสดแก่วัววันละ 1.5-1.7 กิโลกรัม จะเพิ่มน้ำนมวัวได้ ร้อยละ 43 ถ้าให้วันละ 2 กิโลกรัม จะเพิ่มน้ำนมวัวได้ ร้อยละ 58 ถ้าให้เพิ่มวันละ 3 กิโลกรัม จะเพิ่มน้ำนมวัวได้ ร้อยละ 65 โดยสามารถเพิ่มน้ำหนักวัวได้ 32 เปอร์เซ็นต์ และสัตว์มีสุขภาพร่างกายแข็งแรงมีภูมิต้านทานโรคสูง

2) ใบมะรุมใช้บำรุงดิน และไล่แมลงโดยใช้น้ำคั้นจากใบมะรุมโดยใช้น้ำคั้นจากใบมะรุมสดผสมน้ำ 36 เท่า ฉีดพ่นกับพืชในอัตราส่วน 25 มิลลิลิตรต่อตัน เป็นการเร่งการเจริญเติบโตของต้นอ่อน พืชจะงอกราก ลำต้น ใบแข็งแรงทนต่อโรคและแมลงศัตรูพืช ที่สำคัญให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น [12]

2.1.2.4 ฝักมะรุม รสหวาน แก้อาการไข้ส่วนใหญ่นำฝักอ่อนมาปรุงอาหาร เช่น แกงส้ม แกงอ่อม โดยนำช่อดอกและยอดอ่อนมาปรุงร่วมด้วย ฝักอ่อนลวกรับประทานกับน้ำพริก ฝักอ่อนสดรับประทานกับส้มตำฝักอ่อนและเปลือกของฝักมะรุม สามารถนำไปบรรจุแคปซูล โดยการนำฝักอ่อนของฝักมะรุมตากหรืออบให้แห้ง นำมาบดเป็นผงใช้ผสมกับใบมะรุม นำบรรจุแคปซูลรับประทาน เพื่อสร้างแคลเซียมซึ่งจะช่วยบำรุงกระดูก

2.1.2.5 กระพี้มะรุม แก้ไข้สันนิบาต

2.1.2.6 ดอกมะรุม เป็นยาบำรุง ขับน้ำตา ขับปัสสาวะ และแก้ไข้ การรับประทานดอกมะรุมควรรับประทานสุก เช่น ลวกหรือชุบไข่ทอด ใช้จิ้มน้ำพริก หรือใส่ในแกงส้ม ไม่ควรรับประทานมากเพราะอาจทำให้ท้องเสีย หรือใช้ต้มน้ำดื่มแบบน้ำชา

2.1.2.7 เมล็ดมะรุมและน้ำมันจากเมล็ด เมล็ดแก่ของมะรุมมีคุณค่าทางอาหาร ยาและเครื่องสำอาง เมล็ดมะรุมมีคุณสมบัติเป็นยาปฏิชีวนะอ่อน ใช้ฆ่าเชื้อเคี้ยวเมล็ดมะรุมแก่จะช่วยป้องกันโรคท้องเดิน และยังมีรสชาติหวาน ชุ่มคอ แก้ไอ แก้ไขหวัด เมล็ดมะรุม เป็นยารักษาภายนอกพอกแผลอักเสบ โดยการบดเมล็ดมะรุมมาพอกแผลหายเร็ว ส่วนสำคัญที่มีในเมล็ดมะรุม คือ น้ำมันมะรุม มีปริมาณร้อยละ 40 น้ำมันมะรุมประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว ร้อยละ 70 มีคุณสมบัติคล้ายน้ำมันมะกอก มีคุณภาพดีสำหรับรับประทานอาหาร ช่วยลดคลอเรสเตอรอลในเส้นเลือดป้องกันโรคหัวใจ คุณสมบัติเด่นในการรักษาแผลเรื้อรังแผลกดทับในผู้ป่วยอัมพฤต อัมพาต น้ำมันมะรุมช่วยบำรุงผิวพรรณ [16] ช่วยลดรอยเหี่ยวย่นบนใบหน้า สำหรับการสกัดน้ำมันมะรุมให้แกะเปลือกบางๆบดให้ละเอียด นำไปต้มกับน้ำเคี่ยวจนได้น้ำมันหรือทิ้งไว้ให้น้ำมันแยกชั้น หรือนำเมล็ดมะรุมไปบีบอัด กับเครื่องไฮโดรริก หรือแบบเกลียวอัด ได้น้ำมันมะรุมบีบเย็นคุณภาพดี น้ำมันสีเหลืองทองหรือเหลืองอมแดง มีกลิ่นหอมเก็บไว้ใช้ได้นาน

2.1.3 เปลือกฝักมะรุมที่เหลือทิ้งจากการเกษตรกรรม

การศึกษาฝักมะรุม ยอดมะรุมอ่อน และใบสด นำมาตากแห้ง และใช้ผสมในอาหารสัตว์

ทั้งสุกร เป็ด ไก่ และโค กระบือ สำหรับกากจากเมล็ดมะรุม หรือ เมล็ดมะรุม ใช้ผสมในอาหารสัตว์เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนและพลังงาน [17] เปลือกฝักมะรุม ที่เหลือทิ้งส่วนใหญ่เกษตรกรทิ้งให้เป็นปุ๋ย แสดงให้เห็นว่ายังไม่มีการศึกษาวิจัยเปลือกฝักมะรุมในการนำมาใช้ประโยชน์นอกจากทำปุ๋ยหมัก ซึ่งเปลือกฝักมะรุมที่เหลือทิ้งเป็นวัสดุน่าสนใจ ลักษณะผิวฝักมะรุมแห้งมีลวดลายสวยงาม เหมาะในการนำมาใช้ผลิตภัณฑ์ในงานประดิษฐ์

2.2 โมเสก

งานโมเสก (Mosaic) หมายถึง เครื่องเคลือบดินเผาแผ่นเล็กๆ มีสีต่างๆ สำหรับปูพื้นหรือบุผนัง เป็นศิลปะการตกแต่งด้วยชิ้นแก้วหิน หรือกระเบื้องชิ้นเล็กๆ ใช้ตกแต่งภายใน เช่น มหาวิหาร การตกแต่งลวดลาย หรือภาพทำจากชิ้นกระเบื้อง หรือเศษ จากเครื่องปั้นดินเผา ที่เรียกว่า “Tesserae” หรือกระจกสี หรือแก้วใสเคลือบด้วยโลหะข้างหลังงานโมเสก เป็นงานศิลปะที่นิยมทำกันมากในสมัยโบราณ ภายในที่อยู่อาศัย งานโมเสก ที่เก่าที่สุดชิ้นหนึ่งเป็นงานจาก 400 ปีก่อนคริสต์ศตวรรษ พบที่วังมาซิโดเนีย ที่เมืองเอเจีย งานอื่นๆ ที่พบเป็นงานตกแต่งพื้นคฤหาสน์แบบกรีก และงานตกแต่งที่อยู่อาศัย หรูหราของชาวโรมัน ตั้งแต่อังกฤษไปจนทั่วยุโรป [9] ดังแสดงในรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 งานโมเสก
ที่มา : [18]

ในประเทศไทย งานสถาปัตยกรรมต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับโมเสก มีอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในสมัยรัชกาลที่ 3 อิทธิพลของงานที่ถูกประดับด้วยกระเบื้องเคลือบ ถ้วยชามที่มีเทคนิคแบบโมเสก ปรากฏชัดเจนตามวัดวาอารามต่างๆ สถาปัตยกรรมของไทย และมีงานโมเสก ประดับอยู่มากมายหลายที่ เช่น วัดอรุณวราราม ในฝีมือการสร้างและชั้นเชิงทางศิลปะที่ร่วมสมัยอย่างพิพิธภัณฑ์ช้าง 3 เศียร ของตระกูลวิริยะพันธุ์ อำเภอปากน้ำ จังหวัดสมุทรปราการ มีการระดมช่างฝีมือเมืองเพชรบุรี มาฝากผลงานการประดับประดาด้วยกระเบื้องชิ้นเล็กที่ตัดมาจากถ้วยชาม

ความนิยมงานโมเสก ระดับอุตสาหกรรมของไทยมีความนิยมอย่างมากในปี พ.ศ. 2546 มีการนำเข้าโมเสก มีมูลค่าถึง 26.5 ล้านเหรียญ ซึ่งงานโมเสก ดังกล่าว ต้องการเทคนิคการติดตั้งที่อิงกับงานก่อสร้างปัจจุบัน เรซิ่น โมเสก ถือว่าเป็นนวัตกรรมใหม่ เพื่อสร้างสรรค์ผลงานศิลปะและงานฝีมือนำมาใช้ในการก่อสร้าง ได้กำเนิดในเมืองไทยโดยบริษัทเอ็นดิวด์ จำกัด ซึ่งแผ่นโมเสกหลากขนาดและหลากสีทำจากเรซิ่น มีน้ำหนักเบา แข็งแรง คงทน ติดตั้งง่าย ได้เป็นทางเลือกใหม่ให้บรรดาผู้ที่มีไอเดียสร้างสรรค์ [19]

2.2.1 ประเภทของงานโมเสก

2.2.1.1 งานกระจกสี (Stained Glass) คำว่า งานกระจกสี หมายถึง งานที่ใช้กระจกสีตกแต่ง หรือการทำกระจกสี ไม่เฉพาะหน้าต่างเท่านั้น ยังรวมถึงศิลปะอื่นๆ ที่ใช้กระจกสีตกแต่งด้วย เช่น บานกระจก เพื่อการตกแต่งโดยเฉพาะ หรือโคมตะเกียง เป็นต้น ตลอดระยะพันปีการตกแต่งด้วยกระจกสี หมายถึง หน้าต่างประดับกระจกสีของวัด หรือ มหาวิหารทางคริสต์ศาสนา หรือสิ่งก่อสร้างอื่นๆ การตกแต่งด้วยกระจกสีสมัยเดิมจะแต่งบนแผงแบนสำหรับใช้ทำหน้าต่าง แต่วิธีการตกแต่งด้วยกระจกสีสมัยปัจจุบัน รวมไปถึงโครงสร้างกระจกสีแบบสามมิติ งานแกะสลักกระจกสี รวมไปถึงบานกระจกสี สำหรับที่อยู่อาศัยที่เรียกกันว่า “Leadlight” หรืองานศิลปะที่ทำจากกระจกสีและเชื่อมต่อกันด้วยตะกั่ว อย่างเช่น โคมกระจกสีที่มีชื่อเสียงทำโดย หลุยส์ คอมฟอร์ท ทิฟฟานี (Louis Comfort Tiffany)

2.2.1.2 งานกระเบื้องโมเสก คือ กระเบื้องที่มีขนาดเล็กๆ ประมาณ 1 - 4 นิ้ว ของกระเบื้องที่ผ่านการเผา นำมาติดบนตาข่ายให้เป็นแผ่นบนพื้นที่ประมาณแผ่นละ 1 ตารางฟุต นิยมใช้ในการปูห้องน้ำ และผนังบางส่วน ข้อดีของกระเบื้องโมเสก คือ อายุการใช้งานนานและสีไม่ซีด ดูแลรักษาง่าย ไม่ต้องทาสีใหม่ ลักษณะของกระเบื้องเหมือนกระเบื้องเซรามิคต่างกันตรงที่กระเบื้องโมเสกจะเป็นกระเบื้องชิ้นเล็กๆ หลายชิ้น นำมาประกอบกันเป็นชิ้นใหญ่ กระเบื้องโมเสก เป็นที่นิยมแพร่หลาย ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มีสีและลวดลายที่หลากหลาย ลักษณะพื้นผิวด้านและมัน [20]

2.2.1.3 งานไม้โมเสก คือ ไม้ ชิ้นเล็กๆ ผ่านกระบวนการอบ ไส ซอย นำมาจัดเรียงทากาว แล้วอัดเป็นแผ่น ขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร หรือนำมาจัดเรียงใช้กระดาษหรือผ้าทากาวยึดไม้ให้เป็นแผ่นมีขนาดความกว้าง ความหนา ความยาว ตามขนาดดังกล่าวข้างต้นเป็นมาตรฐานสากลทั่วไปของงานไม้ดังกล่าวได้ผ่านกรรมวิธี จนไม่สามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ หรือหากจะนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นแต่ไม่คุ้มค่า ถือว่าไม้ที่นำมาประกอบเป็นแผ่นโมเสกเป็นสิ่งประดิษฐ์ [10]

2.2.2 ลวดลายของโมเสก [19]

ลวดลายของงานโมเสก เป็นลวดลายเกิดจากการทำแผ่นเรซิ่นโมเสกขนาดต่างๆ มาวางเรียงต่อกัน ซึ่งลวดลายของงานโมเสก เป็นลวดลายอิสระตามความคิดสร้างสรรค์ของผู้สร้าง ผลงาน โดยรูปแบบของลวดลายของโมเสก ได้แบ่งลวดลายโมเสกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

2.2.2.1 ลวดลายจากรูปทรงเรขาคณิต จัดเป็นลวดลายสร้างได้ง่ายมากเพราะลวดลายเหล่านี้ได้มาจากรูปร่าง หรือรูปทรงเรขาคณิตที่คุ้นตากับสิ่งต่างๆ รอบตัว รูปเรขาคณิต ที่นิยมมาใช้ทำลวดลาย เช่น เส้นตรง เส้นโค้ง วงกลม วงรี สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม เป็นต้น โดยการนำเอารูปทรงเรขาคณิตอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือ หลายอย่างมาจัดวาง สามารถเกิดเป็นลวดลายได้ การจัดวาง อาจจะใช้เป็นลักษณะรูปซ้ำๆ กันเรียงต่อกัน หรือซ้ำกันโดยเกิดจากรูปทรงเรขาคณิตมากกว่า หนึ่งแบบ จัดเรียงเป็นกลุ่ม เอาทั้งกลุ่มมาเรียงซ้ำๆ จะเกิดเป็นลวดลายขึ้นมาได้เช่นกัน ลวดลายจากรูปเรขาคณิต มักจะเหมาะกับการเป็นส่วนเสริมความโดดเด่นของวัตถุ เช่น ทำเป็นลายรอบแก้ว ลายรอบแจกัน หรือเพิ่มลวดลายบนผิวเรียบที่มีบริเวณต่างๆ ภายในบ้าน เช่น การสร้างลายบนกระเบื้องประดับห้องน้ำ

2.2.2.2 ลวดลายจากรูปทรงธรรมชาติ มีลวดลายที่สวยงาม ปรากฏในหลายสิ่งรอบตัว สามารถดัดแปลงรูปทรงธรรมชาติมาสร้างเป็น ลายที่งดงามได้ไม่ยาก อย่างเช่น ลายไทย ที่มีแม่ลายเริ่มต้น คือ กนก 3 ตัว ศิลปินแต่โบราณ ดัดแปลงเอารูปทรงธรรมชาติเข้าไปผสม เช่น จากเปลวไฟกลายเป็นกนกเปลวที่มีความอ่อนช้อย งดงามดั่งเปลวไฟกำลังลุกไฟ หรือลายกนกผักกูด การเลียนแบบยอดผักกูดที่มีเส้นหงิกงอม้วน เป็นกระจุกอยู่ปลายยอด ลายกนกชนิดนี้ ปลายหงิกงอเช่นกัน ลายก้ามปูที่มักใช้ประดับตามขอบหน้าประตู มีที่มาจากก้ามปู แต่ศิลปินจะใส่จินตนาการของตัวเองเข้าไปเพื่อดัดแปลงให้อ่อนช้อยยิ่งขึ้น บางรูปทรงจากธรรมชาติ สามารถลอกมาใช้แบบไม่ต้องดัดแปลง เช่น ลายดอกไม้ที่มี 4 – 5 กลีบ มีก้าน มีใบ หรือลายที่ลอกมาจากใบไม้บางชนิดมีรอยหยักสวยงาม หรือจะให้สวยงามยิ่งขึ้น นำรูปทรงภายนอกของธรรมชาติมาเติมจินตนาการเข้าไป ดัดแปลงให้มีรูปทรงผิดแผกไปจากเดิม วิธีนี้จะทำให้ได้ลวดลายที่แปลกตา มีเสน่ห์ชวนมองมากกว่าเดิม การนำลวดลายแบบนี้ไปใช้ เหมาะกับการตกแต่งบนชิ้นงานที่เป็นผิวหน้าของวัตถุ เช่น เก้าอี้ โต๊ะ ลายบนแก้ว บนแจกัน

2.2.2.3 ลวดลายจากรูปทรงอิสระ คำว่า รูปทรงอิสระ เป็นรูปทรงที่ไม่เป็นรูปเรขาคณิต และไม่ได้เป็นรูปทรงที่ปรากฏอยู่ในธรรมชาติ โดยลวดลายแบบนี้ จะเป็นการขีดเส้นให้โค้งงอ หรือวาดเป็นรูป แบบลวดลายหลากหลาย แต่ในการวาดนั้น ต้องคำนึงถึงความสวยงามที่ลงตัวเหมาะสม ซึ่งแบบมีความยากกว่ารูปเรขาคณิต หรือรูปจากธรรมชาติ ดังนั้นจึงต้องอาศัยประสบการณ์ การฝึกหัดคิด ฝึกหัดขีดเขียนบ่อยๆ จะช่วยให้สร้างลวดลายจากรูปทรงอิสระได้ ลวดลายอิสระ เหมาะกับการสร้างสีสันบนพื้นที่กว้าง เช่น ผนัง บนโต๊ะขนาดใหญ่ หรือ แม้แต่การทำภาพแนวนามธรรม ประดับอาคาร

2.2.2.4 ลวดลายจากรูปภาพ วิธีนี้สำหรับผู้ฝึกหัดมือใหม่ โดยการนำรูปภาพลวดลายที่สร้างสรรค์ผลงาน เช่น การทำลวดลายบนถาด รูปบนผนัง หรือทำรูปภาพสำหรับใส่กรอบตกแต่งห้อง การคัดลอกเอาจากรูปภาพ สามารถเลือกได้จาก 3 ชนิด คือ ภาพการ์ตูน ภาพวาด และภาพถ่าย การสร้างลวดลายจากรูปภาพ เหมาะกับการนำไปสร้างงานรูปภาพประดับผนัง ที่อาจจะสร้างผนัง หรือภาพเล็กๆ ใส่กรอบ สำหรับตัวอย่างลวดลายของงานโมเสก ดังแสดงในรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 ลวดลายของงานโมเสก
ที่มา : [19, 21]

2.2.2.5 งานประดิษฐ์โมเสกจากธรรมชาติ โมเสกกะลามะพร้าว [22] เพื่อปะติดลงในวัสดุที่เหลือใช้ เช่น ขวดแก้ว โคมไฟ แจกัน เครื่องปั้นดินเผา พลาสติก อะคริลิก ผลงานที่พบในปัจจุบันนำชิ้นส่วนของกะลามะพร้าวเล็กๆ มาเรียงต่อกันคล้ายจิ๊กซอว์ และใช้กาวพิเศษติดลงไปในวัสดุที่ใช้เป็นโครงแบบ จึงได้ผลงานออกมาต่างๆ มากมาย การตกแต่งของใช้ภายในบ้าน เช่น แจกัน ขวด โคมไฟ กรอบรูป กระถางดอกไม้ หรือกาน้ำชา เป็นต้น ผลิตภัณฑ์จากกะลามะพร้าวอาจจะเรียกได้ว่าเป็นการนำวัสดุที่เหลือทิ้งสร้างไอเดียธุรกิจ และเพิ่มมูลค่าสินค้า ดังแสดงในรูปที่ 2.4 และ 2.5

รูปที่ 2.4 ลวดลายโมเสกกะลามะพร้าว
ที่มา : [22]

รูปที่ 2.5 ลวดลายโมเสกกระเบื้องสี
ที่มา : [19]

วิธีทำผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุม ลักษณะเป็นลวดลายโมเสก นำฝักมะรุมมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ หรือตามขนาดความยาวที่ต้องการ ติดปะเรียงต่อกันให้เกิดลวดลายบนวัสดุหรือต้นแบบงานประดิษฐ์ เช่น กล่องทิชชูไม้ แจกัน หรือแผ่นรองจาน โดยใช้กาวชนิดพิเศษ สำหรับงานบนพื้นผิวไม้เหมาะที่สุด คือ กาวอีพอกซี่ ยาแนวบนพื้น เป็นตัวประสานเคลือบให้เด่นชัดแข็งแรงมากขึ้น สำหรับงานประดิษฐ์

2.3 สารโซเดียมไฮดรอกไซด์

สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือโซดาไฟ หมายถึง สารชนิดหนึ่ง ของแข็งสีขาว ดูดความชื้นได้ดี ละลายน้ำได้ ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมทำสบู่ เส้นใยเรยอน [23]

2.3.1 คุณสมบัติสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide ร้อยละ 50) หรือโซดาไฟชนิดน้ำ ซึ่งมีสูตรทางเคมีว่า NaOH เป็นด่างตัวหนึ่งสามารถละลายน้ำได้ดี เพื่อปรับสภาพความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์ให้กลายเป็นกลาง มักใช้ผสมสบู่ เป็นสารที่มีฤทธิ์กัดกร่อนเนื่องจากคุณสมบัติเป็นเบสแก่ ประกอบด้วยโลหะโซเดียมและเบสโฮดรอกไซด์ ใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ สบู่ และผงซักฟอก นอกจากนั้นยังใช้ปรับสภาพน้ำทิ้งที่มีฤทธิ์เป็นกรด ให้เป็นกลางก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โซดาไฟ หรือคอสติกโซดา หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีฤทธิ์เป็นด่างยิ่งเข้มข้น ยิ่งมีฤทธิ์มาก สามารถกัดผิวหนังให้เปื่อยยุ่ยได้แค่เสี้ยววินาที คุณลักษณะสารเคมี การทำปฏิกิริยาทางเคมีดีพอนำไปใช้งานที่แก้ปัญหา เช่น เวลาที่ท่ออุดตันที่เกิดจากคราบไขมันคราบสบู่ คราบผงซักฟอก เคมีภัณฑ์ทำความสะอาด โรงกลั่นน้ำมันอุตสาหกรรมโลหะ อาหาร เส้นใยเรยอน สิ่งทอ ใช้ในการฟอกย้อม และล้างสีไหม

2.3.2 ประโยชน์ของโซดาไฟ สามารถใช้ได้ชนิดก้อนและโซดาไฟเหลว ด้านต่างๆ คือ

2.3.2.1 สารตั้งต้นในการผลิตโซดาไฟ

2.3.2.2 ใช้สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตสบู่การทำปฏิกิริยากับไขมันเปลี่ยนเป็นสบู่

2.3.2.3 ใช้สำหรับขจัดคราบสกปรก และสิ่งอุดตันในท่อระบายน้ำ ด้วยก้อนละลายน้ำเทราดบริเวณที่มีการอุดตันของท่อ

2.3.2.4 ใช้ปรับสภาพความเป็นกรดของน้ำให้เป็นด่างโดยเฉพาะการบำบัดน้ำเสียปรับความเป็นกรด-ด่างของน้ำ

2.3.2.5 ใช้ในการตกตะกอน ของแร่ธาตุ หรือโลหะหนัก ในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย

2.3.2.6 ใช้ฟื้นสภาพของเรซินของระบบปรับปรุงคุณภาพ

2.3.2.7 ใช้ในกระบวนการฟอกย้อมไหม โดยเฉพาะขั้นตอนการลอกกาวไหมที่ต้องต้มละลายกาวไหมด้วยโซดาไฟ สำหรับการฟอกไหมในระดับครัวเรือน เรียกโซดาไฟว่า ผงมัน [24]

2.4 กลีเซอรีน

กลีเซอรีน คือ ของเหลว ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีความหนืด และมีรสหวาน ทำมาจากน้ำมันของพืช สามารถละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ และน้ำ แต่ไม่ละลายในไขมัน กลีเซอรีน มีคุณสมบัติ ทางเคมีที่หลากหลาย จึงสามารถนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารเคมีอื่นๆ ได้ [25]

2.4.1 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของกลีเซอรีน/กลีเซอรอล

กลีเซอรีน (Glycerine) อาจจะเรียกได้หลายชื่อ เช่น Glycerol, Glycerin, หรือ 1,2,3-Propanetriol สามารถเขียนสูตรโมเลกุลทางเคมีได้เป็น $C_3H_8O_3$ เป็นสารไม่มีกลิ่น (Odorless) ไม่มีสี (Colorless) รสหวาน (Sweet-Tasting) เหมือนน้ำเชื่อม กลีเซอรีน (Glycerine) เป็น Trihydric Alcohol หลอมเหลวที่17.8 องศาเซลเซียส มีความเดือดและสลายตัว (Boil & Decomposition) ที่ 290 องศาเซลเซียส ละลายในน้ำและเอทานอล ดูดกลืนน้ำจากอากาศจึงนำไปทำเป็น Moistener ในเครื่องสำอาง กลีเซอรีน จะอยู่ในรูปแบบของ กลีเซอไรด์ในไขน้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์ กลีเซอรีนสามารถสังเคราะห์ได้จาก Propylene และจากการหมักน้ำตาลด้วย Sodium Bisulfite และยีสต์ (Yeast) และมีการผลิตเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล กลีเซอรีน ถูกใช้งานอย่างกว้างขวาง

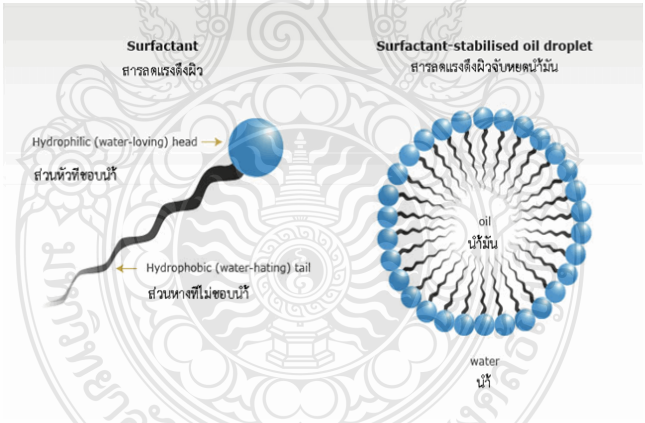
2.4.2 คุณสมบัติ สามารถละลายในแอลกอฮอล์ และน้ำ จึงนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง กลีเซอรีนบริสุทธิ์ สามารถประยุกต์ใช้ในหลายรูปแบบ เช่น ใช้เป็นส่วนผสมหรือ เป็นตัวช่วยในกระบวนการผลิตเครื่องสำอางค์ ผลิตภัณฑ์ในห้องน้ำ และสุขอนามัยส่วนบุคคล อาหาร ยาสีฟัน ยาสระผม และนิยมใช้ในอุตสาหกรรมสบู่ เพราะกลีเซอรีนเป็นส่วนช่วยหล่อลื่นเหมือน มอยซ์เจอร์ไรเซอร์ เพื่อปกป้องผิวไม่ให้แห้งและดูดซับความชื้น เมื่อสัมผัสกับอากาศซึ่งจะทำให้รู้สึกว่าผิวมีความชุ่มชื้น อ่อนโยนต่อผิว ขจัดความสกปรกที่ฝังแน่น ไม่ทำให้อุดตันรูขุมขน รวมทั้งปลอดภัย ต่อผิวหนัง กลีเซอรีนเป็นสารที่ไม่มีพิษในทุกๆ รูปแบบของการประยุกต์ใช้ ไม่ว่าจะใช้เป็นสารตั้งต้นหรือสารเติมแต่ง ทำให้ กลีเซอรีนเป็นสารเคมีที่ได้รับความสนใจ และนำไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ด้วยการทำยาเหน็บทวาร ใช้เป็นยาระบาย และสามารถใช้เป็นยาเฉพาะที่ สำหรับปัญหาทางผิวหนังหลายชนิด รวมถึงโรคผิวหนัง ผื่น แผลไฟลวก แผลกดทับ และบาดแผลจากของมีคม กลีเซอรีน เพื่อรักษาโรคเหงือกได้ เนื่องจากสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องได้

2.4.3 ประโยชน์ของกลีเซอรีน เพื่อรักษาปริมาณความชื้นในระดับหนึ่ง เพื่อป้องกัน Drying Out ทำให้ผลิตภัณฑ์แห้ง นำไปใช้เป็นสารละลาย (Solvent) สารเพิ่มความหวาน (Sweetener) เครื่องสำอาง (Cosmetics and Personal Care Products) สบู่เหลว (Iquid Soaps) ลูกอม (Candy) สุรา (Liqueurs) หมึก (Inks) และสารหล่อลื่น (Lubricants) เพื่อให้ยืดหยุ่น (Pliable) สารป้องกันการแข็งตัว (Antifreeze Mixtures) ส่วนผสมอาหาร (Food and Beverage Ingredients) การผลิต

อาหารสัตว์ (Animal Feed) สารปฏิชีวนะ (Antibiotics) ยา (Pharmaceuticals) สารให้ความชุ่มชื้น (Moisturizers) น้ำมันไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Fluids) และสารตั้งต้นทางปิโตรเคมีต่างๆ (Polyether Polyols, Propylene Glycol, Epichlorohydrin และอื่นๆ) [26], [27]

2.5 สารนุ่มประจุบวก

สารลดแรงตึงผิว (Surfactants) โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิว ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophilic Group) และส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic Group)ส่วนที่ไม่ชอบน้ำมักจะเป็นสายไฮโดรคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่ ลักษณะสำคัญของสารลดแรงตึงผิว คือ เมื่อใส่สารลดแรงตึงผิวลงในน้ำ สารลดแรงตึงผิวจะไปลดแรงตึงผิวของน้ำทำให้เกิดกระบวนการต่างๆ เช่น การเกิดฟอง การทำให้เปียก และกระบวนการทำความสะอาด เป็นต้น โดยส่วนหางของสารลดแรงตึงผิวที่ไม่ชอบน้ำจะเกาะกับไขมัน หรือสิ่งสกปรกที่ไม่ชอบน้ำที่อยู่บนผิวหนังหรือเส้นผม ส่วนหัวที่ชอบน้ำจะหันไปสัมผัสกับโมเลกุลของน้ำ ซึ่งสารลดแรงตึงผิวจะเกาะกันจำนวนมากเกิดเป็นอนุภาคขนาดเล็กที่ละลายตัวในน้ำได้ เรียกว่า ไมเซลล์ (Micelle) โดยไขมันหรือสิ่งสกปรกจะอยู่บริเวณแกนกลางของโครงสร้างไมเซลล์ ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของสารลดแรงตึงผิวและการกำจัดไขมันหรือสิ่งสกปรก
ที่มา : [28]

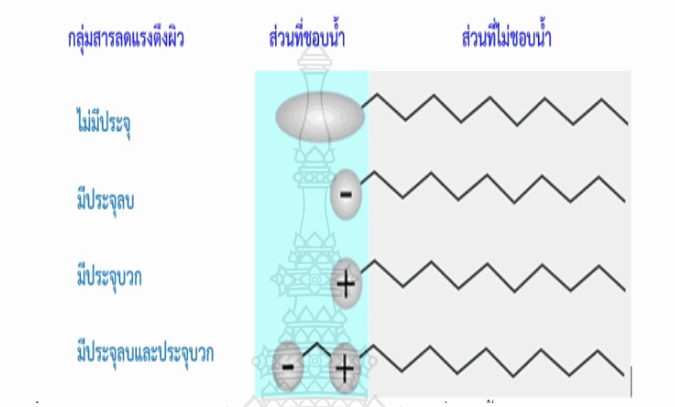
สารลดแรงตึงผิว แบ่งตามลักษณะหรือประจุของส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophilic Group) ได้ 4 ประเภท ดังนี้ [28]

2.5.1 สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบ (Anionic Surfactant) ได้แก่ สารในกลุ่ม Fatty Acid Soap หรือที่เรียกว่า สบู่ เกิดจากกรดไขมันทำปฏิกิริยากับด่าง เช่น Potassium Laurate และ Potassium Myristate เป็นต้น และยังมีสารในกลุ่ม Alkyl Sulphate เช่น Sodium Lauryl Sulfate (SLS) ซึ่งมีสูตรโมเลกุลคือ $CH_3(CH_2)_{11}$ SO4-Na^+ มีอำนาจในการชะล้างที่ดี การใช้ในความเข้มข้นสูงๆ อาจกำจัดไขมันในผิวหนังมากเกินไป ทำให้ผิวแห้ง และสารในกลุ่ม Alkyl Ether Sulfate เช่น Sodium Laureth Sulphate (SLES) มีสูตรโมเลกุล คือ $CH_3(CH_2)_{10}(OCH_2CH_2)_3$ $SO4^-Na^+$ ส่วนประกอบหลักของผลิตภัณฑ์อาบน้ำ และแชมพู สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบนิยมใช้ในการชำระล้าง ได้แก่ สารในกลุ่ม Alkyl Sulfosuccinate ได้แก่ Sodium Lauryl Monoethanolamide และ Disodium Laureth Sulfosuccinate และสารในกลุ่ม Isethionate ได้แก่ Sodium Cocoyl Isethionate และ Sodium Oleyl Methyl Aminoethyl Sulfonate เป็นต้น ซึ่งสารใน 2 กลุ่มหลังเป็นสารที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเน้นความอ่อนโยน (Mildness)

2.5.2 สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุบวก (Cationic Surfactant) ได้แก่ Cetyltrimethyl Ammonium Bromide มีสูตรโมเลกุล คือ $C_{16}H_{33}N(CH_3)_3^+Br^-$ สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุบวกมักพบในผลิตภัณฑ์ยาสีฟัน และครีมนวดผม นอกจากนี้สารลดแรงตึงผิวประจุบวกมีการนำไปใช้ทำความสะอาดแผลเปิด และแผลไฟไหม้ ได้แก่ Benzalkonium Chloride Solution เข้มข้นร้อยละ 0.1 - 1 และ Cetrimide Solution เข้มข้นร้อยละ 0.5 - 2 ใช้เป็นสารกันเสียในผลิตภัณฑ์ยา สารลดแรงตึงผิวกลุ่มนี้มักใช้เป็นสารต้านการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าใช้เป็นสารลดแรงตึงผิวในตำรับเครื่องสำอาง

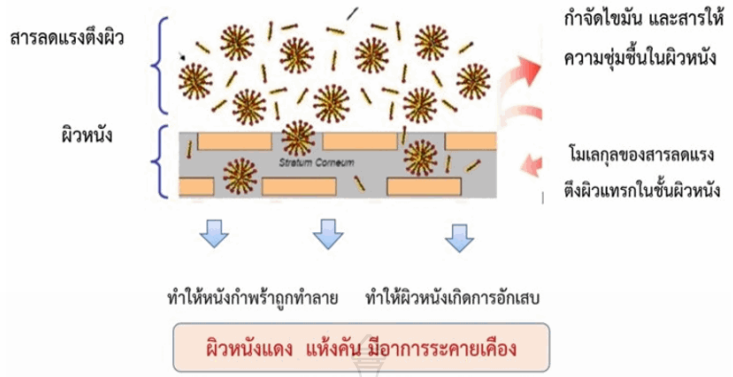
2.5.3 สารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ (Nonionic Surfactant) สารชำระล้างในกลุ่ม Polyoxyethylene Fatty Alcohol และ Polyoxyethylene Sorbitol Ester ได้แก่ Polysorbate 20, Polysorbate 80 เป็นต้น สารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุนี้มักจะนำไปผสมในสบู่เหลวล้างหน้า นอกจากนี้ยังมีสารในกลุ่ม Alkyl Glucoside ได้แก่ Decyl Glucoside, Lauryl Glucoside แม้ว่าเป็นสารลดแรงตึงผิวที่อ่อน ให้ฟองน้อยแต่ข้อดี คือ สารกลุ่มนี้มีความเป็นพิษต่ำ มีอำนาจในการชำระล้างสูง ให้ความอ่อนโยนต่อผิวหนังและเส้นผม ดังนั้น สารในกลุ่มนี้จึงนิยมใช้ร่วมกับสารชำระล้างอื่นๆ เพื่อช่วยเพิ่มอำนาจในการทำความสะอาด และสารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุยังนิยมใช้ในการเพิ่มการละลายของสารอื่นๆ ในตำรับ ได้แก่ น้ำหอม

2.5.4 สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุบวกและประจุลบ Amphoteric Surfactant ได้แก่ Sodium Lauroamphoacetate มีสูตรโมเลกุล คือ $C_{18}H_{35}N_2NaO_4$ นิยมใช้เป็นส่วนประกอบในสบู่และแชมพูสำหรับเด็กและเป็นสารที่มาของสโลแกน “No More Tear” นอกจากนี้ยังมีตัวอื่นๆ เช่น Cocamidopropyl Betaine, Sodium Cocoamphoacetate เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.7



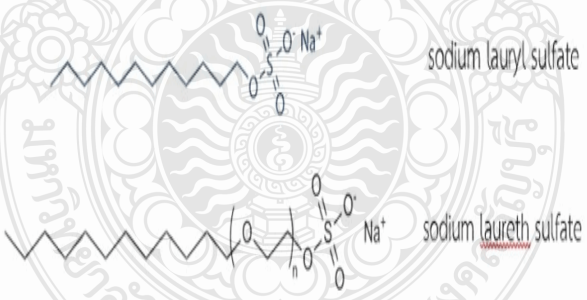
รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบสารลดแรงตึงผิว
ที่มา : [28]

สารลดแรงตึงผิว ในผลิตภัณฑ์ยังมีผลกำจัดสารให้ความชุ่มชื้น มีโปรทีนและไขมันที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของผิวหนัง ตลอดจนเปลี่ยนแปลงการจัดเรียงตัวของไขมัน และรบกวนการทำงานของเอนไซม์ที่มีในผิวหนัง ทำให้ผิวหนังแห้งและอาจทำให้เกิดการอักเสบได้อีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.8 ทั้งนี้ความแรงของสารลดแรงตึงผิวในการทำความสะอาดผิวหนังหรือเส้นผม ขึ้นอยู่ชนิดของสารลดแรงตึงผิวในตำรับ โดยทั่วไปความแรงในการกำจัดไขมันออกจากผิวเรียงจากมากไปน้อย คือ สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบมากกว่า สารลดแรงตึงผิวที่มีทั้งประจุบวกและประจุลบ มากกว่า สารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ



รูปที่ 2.8 ภาพส่วนประกอบสารลดแรงตึงผิวกับการทำความสะอาดผิวหนัง
ที่มา : [28]

สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุลบ ที่มีความแรงในการกำจัดไขมันและสิ่งสกปรกได้สูงสุดสารที่ใช้กันมา และมีบทบาทสำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ทำความสะอาดมากที่สุด มี 2 สาร คือ Sodium Lauryl Sulfate (SLS) และ Sodium Laureth Sulphate (Sodium Lauryl Ether Sulphate) (SLES) ดังโครงสร้างเคมี ดังแสดงในรูปที่ 2.9 โดยสารทั้ง 2 ตัว ยังทำให้เกิดฟองได้ดี และขจัดสิ่งสกปรกได้ดี ซึ่งสารเคมี 2 ตัวนี้กำลังเป็นที่กล่าวถึงมากในการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางทำความสะอาด



รูปที่ 2.9 โครงสร้างเคมีของ Sodium Lauryl Sulfate และ Sodium Laureth Sulphate
ที่มา : [28]

2.6 การทดสอบสมบัติทางกายภาพ

การทดสอบสมบัติทางกายภาพ (Physical Property) หมายถึง การทดสอบหาคุณสมบัติของวัสดุ สังเกตจากลักษณะภายนอก เช่น สถานะ สี กลิ่น รส การนำไฟฟ้า การละลายน้ำ จุดเดือด จุดหลอมเหลว เป็นต้น ลักษณะทางกายภาพของสารโดยการใช้ประสาทสัมผัส หรือใช้อุปกรณ์ประดิษฐ์ เช่น เครื่องวัดความหนาแน่น เครื่องวัดการนำไฟฟ้า เป็นต้น [29]

2.6.1 ทดสอบความต้านทานแรงดัด การทดสอบสอบแรงดัดเป็นการใส่แรงกระทำชิ้นทดสอบแล้วทำให้เกิดแรงเค้นอัดที่บริเวณด้านบนของหน้าตัดชิ้นงาน และเกิดแรงเค้นดึงที่บริเวณด้านล่างของหน้าตัดชิ้นงานแรงดัดอาจอาจกระทำด้วยแรงเค้นตรง แรงเฉือน หรือแรงเฉือนบิด การทดสอบแรงดัดเป็นการดัดชิ้นทดสอบภายใต้แรงกระทำ ความแข็งแรงวัสดุแสดงออกมาเป็นฟังชั่นของวัสดุที่ชิ้นทดสอบถูกเตรียมขึ้นรวมทั้งลักษณะของภาคตัดของชิ้นทดสอบ เช่น แท่งทดสอบขนาดเดียวกันที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมขนาด 1 x 4 นิ้ว จะมีความแข็งแรงต่อการดัดสูงกว่าแท่งสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 2 x 2 นิ้ว ดังนั้นหลักวิชาทางคณิตศาสตร์จะมีความเกี่ยวข้องกับค่าความแข็งแรงการดัดของวัสดุ สมบัติที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแรงดัดจะเป็นแบบเดียวกันกับการทดสอบแรงดึง ได้แก่ ความแข็งแรงสูงสุด (Ultimate Strength) จุดจำนน (Yield Point) โมดูลัสความยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity) และอื่นๆ ด้วยเหตุนี้การทดสอบแรงดัดจึงใช้เป็นการทดสอบพื้นฐานที่ดีที่สุดในการทดสอบชิ้นงานที่มีรูปทรงภาคตัดแบบต่างๆ [30 - 31]

2.6.1.1 เครื่องมือในการทดสอบ

เครื่องทดสอบอเนกประสงค์ ซึ่งวัดแรงกดได้ละเอียดถึง 5 นิวตัน หรือร้อยละ 5 ของแรงกดสูงสุดที่ชิ้นทดสอบรับได้แท่งกดต้องมีปลายที่กดเป็นรูปครึ่งวงกลม มีรัศมีประมาณ 10 มิลลิเมตร และมีความยาวของแท่งกดไม่น้อยมีกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบ แท่งรองรับต้องมีลักษณะหน้าตัดรูปวงกลม หรือรูปครึ่งวงกลม มีรัศมีประมาณ 10 มิลลิเมตร และความยาวของแท่งรองรับไม่น้อยกว่าความกว้างของชิ้นทดสอบเครื่องวัดการแอ่นตัว ซึ่งอ่านค่าได้ละเอียด 0.1 มิลลิเมตร

2.6.1.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

วัดขนาดของชิ้นทดสอบ โดยยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ร้อยละ 0.3 ของขนาดที่วัด และทำการชั่งหามวล โดยยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ร้อยละ 0.2 ของชิ้นทดสอบ กว้าง 50 มิลลิเมตร ยาง (24_t + 50) มิลลิเมตร (t = ความหนาแน่นของชิ้นทดสอบ) โดยให้ด้านยาวขนานกับแนวเสี้ยนไม้บางหน้า 1 ชิ้น และด้านยาวตั้งฉากกับแนว เสี้ยนไม้บางหน้า 1 ชิ้น

2.6.1.3 วิธีการทดสอบ

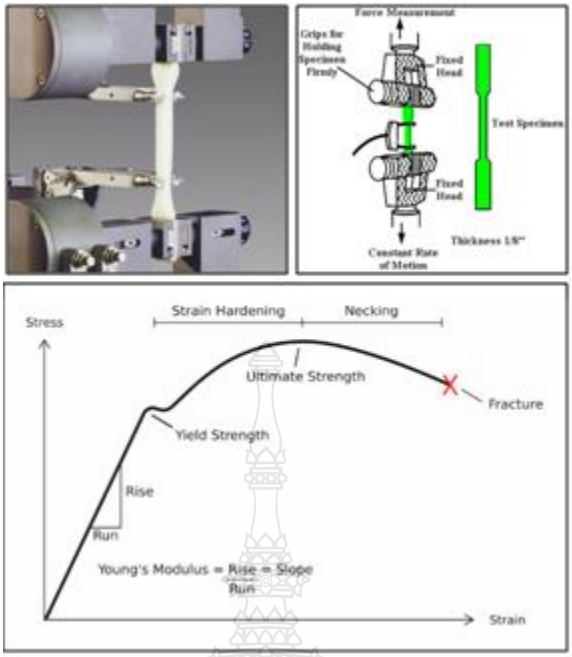
วางชิ้นทดสอบบนแท่นรองรับให้มีระยะห่างกัน 24 เท่า ของความหนาของชิ้นทดสอบ ให้ปลายชิ้นทดสอบยื่นออกไปจากจุดที่รองรับข้างละ 25 มิลลิเมตร ให้แรงกดลงที่จุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ โดยมีอัตราการเพิ่มแรงกดอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มกด จนกระทั่งชิ้นทดสอบหักต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที แต่ไม่มากกว่า 90 วินาที (ความเร็วในการกดประมาณ 10 มิลลิเมตรต่อนาที) ตามมาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1224 - 51 : มาตรฐานการทดสอบกำลังต้านทานแรงดัดของไม้ ซึ่งกำหนดที่ความหนา 0.3 – 0.6 มิลลิเมตร ต้องมีความต้านทานแรงไม่น้อยกว่า 15 เมกะปาสคาล [31]

2.6.2 ทดสอบความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength) การทดสอบความต้านทานต่อแรงดึงและความต้านทานการแตกของไม้ เป็นการทดสอบศักยภาพ ความทนทานต่อแรงดึงของวัสดุโดยวัสดุจะถูกแรงดึงอย่างช้าๆจนกระทั่งขาดออกจากกัน แล้ววัดค่าแรงดึงสูงสุดขณะที่ขาดและยืดตัวของวัสดุท้ายที่ขาดตามแบบทดสอบมาตรฐาน [31]

2.6.2.1 หลักการทำงาน ให้แรงดึงกับชิ้นทดสอบ ด้วยอัตราความเร็ว ในการดึงคงที่และบันทึกค่าแรงดึง (Tension Force) ที่เปลี่ยนไปตามระยะการยืดตัว (Deformation) ของวัสดุโดยขณะชิ้นทดสอบยืดออกจะมีแรงต้าน ซึ่งแรงต้านของชิ้นงานทดสอบนี้ มีผลทำให้ตัววัดแรงสามารถวัดแรงออกมาได้ แรงที่วัดออกมามีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg) หรือ นิวตัน (N) การทดสอบจะต้องดึงชิ้นทดสอบจนกระทั่งชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน ซึ่งแรงต้านสูงสุดของชิ้นทดสอบเป็นผลที่ได้จากการวัดแรง ดังนั้นชิ้นงานทดสอบสามารถทนแรงดึงสูงสุดเท่ากับแรงต้านของชิ้นงานที่ทนได้ก่อนขาดจากกัน

2.6.2.2 ลักษณะของผลที่ได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น (Stress) กับความเครียด (Strain) การประยุกต์ใช้งาน จากผลการวิเคราะห์สามารถนำมาทำการวิเคราะห์ค่าโมดุลัส (Modulus) คือ ค่าความเค้นที่ทำให้วัสดุยืดตัวตามที่กำหนด ความทนต่อแรงดึง (Tensile Strength) คือ ความเค้นดึงสูงสุดต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ของชิ้นงานที่ได้รับจนเกิดการขาด มีหน่วยเป็น MPa หรือ N/mm2 และการยืดตัว ณ จุดขาด (Elongation at Break) คือ ร้อยละการยืดตัวของชิ้นทดสอบ ที่จุดขาดเมื่อเปรียบเทียบกับความยาวเริ่มต้น

2.6.2.3 ลักษณะตัวอย่างที่ทำการทดสอบตัวอย่างที่จะทำการวิเคราะห์จะอยู่ในรูปแบบของแข็ง ตัดแต่งชิ้นทดสอบ (Specimen) ให้ได้ขนาดตามมาตรฐานที่ใช้อ้างอิง เช่น ASTM D882-02 (ชิ้นงานรูปทรงดรัมเบลล์ (Types I – V) แท่ง หรือท่อทรงกระบอก) เป็นต้น [32] ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง
ที่มา : [32]

2.6.2.4 วิธีการทดสอบ

การทดสอบแรงดึง ใช้ในการวัดค่าสมบัติการทนแรงดึงรวมไปถึงความแข็งแรงของวัสดุ โดยความแข็งแรงดึง หมายถึง ค่าแรงเค้นดึงสูงสุดที่เกิดขึ้นในวัสดุ ในการทดสอบแรงดึงต้องเตรียมชิ้นทดสอบให้ได้ขนาดและรูปทรงที่เหมาะสม และต้องทราบค่าพื้นที่หน้าตัดกับปริมาณการเสียรูปและระยะทดสอบเริ่มต้นสามารถใช้หาค่าความเค้นได้ เมื่อชิ้นทดสอบเริ่มจำนน ซึ่งเป็นช่วงที่วัสดุเกิดความเสียหายให้นำอุปกรณ์วัดระยะยืดออก จากนั้นให้แรงกับวัสดุต่อเนื่องด้วยความเร็วประมาณ 2.5 มิลลิเมตร ต่อนาที จนกระทั่งวัสดุเกิดการแตกหัก ความแข็งแรงสูงสุดและความแข็งแรงการแตกหักสามารถหาได้ในช่วงบริเวณเหนือแรงเค้น ตามมาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1225-51 : มาตรฐานการทดสอบกำลังต้านทานแรงดึงและความต้านทานการแตกหักของไม้

2.6.2.5 วิธีการคำนวณ

$$\text{ค่าความต้านแรงดึง} = \frac{F}{W \times L}$$

เมื่อ F คือ แรงดึงสูงสุด เป็นนิวตัน

W คือ ความกว้างของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

L คือ ความยาวของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

2.6.3 ปริมาณความชื้น

2.6.3.1 เครื่องมือในการทดสอบ

ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิ ให้คงที่ได้ที่อุณหภูมิ 103 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส โดยอากาศสามารถหมุนเวียนภายในตู้อบได้เพื่อให้มีอุณหภูมิมีความสม่ำเสมอและควรมีช่องระบายไอความร้อนชื้นออกได้ และเครื่องชั่งที่อ่านได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม และมีความถูกต้องในการชั่งมวลได้ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 0.1 ของมวลตัวอย่าง

2.6.3.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

เตรียมชิ้นทดสอบ ขนาดหน้าตัด 50 x 100 มิลลิเมตร มีความยาวตามแนวขนานเสี้ยน 25 มิลลิเมตร

2.6.3.3 วิธีการทดสอบ

นำชิ้นส่วนเข้าตู้อบโดยให้ความร้อนผ่านได้ทั่วถึงทุกชิ้นที่อุณหภูมิ 103 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ตรวจสอบมวลของชิ้นทดสอบ ทุกระยะเวลา 4 ชั่วโมง หรือจนกว่าชิ้นทดสอบจะแห้งสนิทปราศจากความชื้น และมีมวลคงที่ จากนั้นนำชิ้นทดสอบมาชั่งทันที โดยยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 0.1 ซึ่งมวลที่ชั่งได้จะเป็นมวลของชิ้นทดสอบหลังการอบแห้ง ตามมาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1223 – 51 : มาตรฐานการทดสอบหาค่าความชื้นของไม้

2.6.3.4 วิธีคำนวณ ดังแสดงในสมการที่ 1

ปริมาณความชื้น (ร้อยละ) เท่ากับ

$$\frac{\text{(มวลของชิ้นทดสอบก่อนอบ (A) – มวลของชิ้นทดสอบหลังอบ (B))}}{\text{มวลของชิ้นทดสอบก่อนการอบแห้ง (A)}} \times 100 \qquad (1)$$

2.7 การออกแบบผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

การออกแบบ คือ กิจกรรมการแก้ปัญหา เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมาย หรือจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ (Design is a Goal-Directed Problem-Solving) เป็นการกระทำของมนุษย์ ด้วยจุดประสงค์ต้องการแจ้งผลเป็นสิ่งใหม่ๆ มีทั้งที่ออกแบบ เพื่อสร้างขึ้นใหม่ให้แตกต่างจากของเดิม หรือปรับปรุงตกแต่งของเดิม ความสำคัญของออกแบบเป็นขั้นตอนเบื้องต้นทำให้กระบวนการในการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ประสบผลสำเร็จในตลาดและตรงตามเป้าหมาย

งานออกแบบ คือ สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยการเลือกนำองค์ประกอบการออกแบบมาจัดเรียงให้เกิดรูปทรงใหม่ สามารถสนองความต้องการตามจุดประสงค์ของผู้สร้าง และสามารถผลิตได้ด้วยวัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่มีอยู่ในขณะนั้น

2.7.1 รูปลักษณ์และคุณประโยชน์ของผลิตภัณฑ์

รูปลักษณ์ อธิบายถึง คุณสมบัติต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ หรือลักษณะเด่นที่มองเห็นได้จากภายนอก ส่วนคุณประโยชน์ คือ การรับรู้ทางอารมณ์ เป็นความรู้สึกต่างๆ ที่เกิดจากการใช้ผลิตภัณฑ์ เช่น เกิดความสบายใจ เกิดความเร้าใจ เกิดความเชื่อมั่น เกิดความปลอดภัย เป็นต้น ระหว่างรูปลักษณ์และคุณประโยชน์ ผู้บริโภคต้องการอะไรมากกว่ากันเป็นคำถามที่ไม่อาจได้คำตอบที่ชัดเจน ขึ้นอยู่กับประเภทของผลิตภัณฑ์จุดประสงค์ของการซื้อ ภูมิหลังของผู้บริโภคและเงื่อนไขอื่นๆ

2.7.2 รูปทรงที่มีอิทธิพลต่อรูปลักษณ์งานออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบผลิตภัณฑ์เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ทั้งสิ้นมีทั้งออกแบบสร้างขึ้นใหม่ แตกต่างจากของเดิม หรือปรับปรุงตกแต่งของเดิม โดยมนุษย์ได้รับอิทธิพลจากรูปทรง 2 แหล่ง คือ

2.7.2.1 รูปทรงจากธรรมชาติ (Natural Form) เนื่องจากธรรมชาติมีความสำคัญและอยู่รายล้อมมนุษย์ ทั้งรูปทรงที่เป็นสิ่งมีชีวิต เช่น พืช สัตว์ต่างๆ และรูปทรงที่ไม่มีชีวิต เช่น กรวด หิน ดิน ทราย หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น คลื่น ลม แสงแดด ฝนตก ฟ้าร้อง ฯลฯ โดยมนุษย์ได้รับแรงบันดาลใจจากสิ่งเหล่านี้ในแง่มุมที่แตกต่างกัน เช่น ความเป็นระเบียบและความสวยงาม (Beauty) ของดอกไม้ป่า ความลงตัวอย่างมีแบบแผน (Order) ในรูปหกเหลี่ยมของรังผึ้ง ความสุนทรีของลวดลาย (Pattern) ในดอกทานตะวัน เป็นต้น ถ่ายทอดความคิดออกมาในรูปของผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองคุณประโยชน์ทางการใช้สอยแก่มนุษย์ทั้งทางร่างกายและจิตใจ

2.7.2.2 รูปทรงที่มนุษย์สร้างขึ้น (Manmade Form) รูปทรงที่มนุษย์สร้างขึ้นมีอิทธิพลต่องานออกแบบผลิตภัณฑ์ที่จะก่อให้เกิดความแตกต่างกันของแต่ละกลุ่มชน เช่น อาคารบ้านเรือน สิ่งของเครื่องใช้ ฯลฯ มักเป็นรูปทรงเรขาคณิต ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นสากลและเป็นที่รู้จักกันทั่วไป รูปทรงดังกล่าว แบ่งตามวิธีการผลิตได้ 2 ประเภท คือ ประเภทที่สร้างขึ้นด้วยมือ หรือเครื่องมือพื้นฐาน (Hand Tools) มีลักษณะการใช้งานเฉพาะตามจุดประสงค์ของผู้ออกแบบผลิตได้จำนวนน้อย รูปทรงมีลักษณะเฉพาะตัวไม่ซ้ำกัน มีการตกแต่งประดับประดาที่แสดงให้เห็นถึงความชำนาญทางทักษะของช่างฝีมือ กับประเภทที่สร้างขึ้นด้วยเครื่องจักร (Machine tools) มีรูปทรงที่เหมือนๆ กันโดยผลิตออกมาเป็นจำนวนมากจากแม่พิมพ์เดียวกัน ใช้วัสดุอย่างเดียวกัน มีทั้งที่เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป สามารถใช้ประโยชน์โดยตรงและเป็นชิ้นส่วน

2.7.3 การออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design) เป็นการออกแบบเพื่อการผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆงานออกแบบสาขามีขอบเขต แบ่งออกได้มากที่สุด หลายลักษณะนักออกแบบรับผิดชอบเกี่ยวกับประโยชน์การใช้สอย และความสวยงามของงานผลิตภัณฑ์งานออกแบบประเภทนี้ ได้แก่

2.7.3.1 งานออกแบบเฟอร์นิเจอร์ หมายถึง การจัดระเบียบวิธีหรือการจัดองค์ประกอบการปรับปรุงและเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ของเฟอร์นิเจอร์ หรือเครื่องเรือน รวมถึงการรู้จักการวางแผน จัดขั้นตอนและรู้จักเลือกใช้วัสดุ เพื่อให้มีเกิดคุณค่าทางสุนทรียภาพความสัมพันธ์ทางสรีระ เกี่ยวกับมนุษย์ เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายในการใช้งาน ความแข็งแรงของโครงสร้าง และหน้าที่ในด้านความงามและประโยชน์ใช้สอยในการใช้งานอย่างเหมาะสมและลงตัวเฟอร์นิเจอร์มีหลากหลาก เช่น เครื่องเรือนเคหะภัณฑ์ ครุภัณฑ์ เครื่องใช้ภายในบ้านหรือเครื่องตกแต่งบ้าน ดังนั้น เฟอร์นิเจอร์เป็นเครื่องตกแต่งบ้านพักอาศัยหรืออาคารต่างๆ มีประโยชน์ใช้สอยสะดวกสบายในการใช้งาน เฟอร์นิเจอร์เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทอุปโภค ซึ่งได้แก่ โต๊ะอาหาร โต๊ะทำงาน ตู้ชนิดต่างๆ เก้าอี้ เตียงนอน ชั้นวางของ เป็นต้น เครื่องเรือนทุกชนิดจะสนองความต้องการของผู้ใช้อย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องผ่านการวิเคราะห์และการออกแบบอย่างมีระบบ

2.7.3.2 งานออกแบบครุภัณฑ์ คือ การออกแบบอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในสำนักงาน เพื่อใช้ในการดำเนินงานมีลักษณะคงทนและมีอายุการใช้งานเกินกว่า 1 ปี เช่น แฟ้มบันทึกข้อมูลหรือรายละเอียดต่างๆ ในสำนักงานหรือองค์กร

2.7.3.3 งานออกแบบเครื่องสุขภัณฑ์ หมายถึง การออกแบบภาชนะอุปกรณ์ เครื่องใช้ทำหน้าที่รองรับน้ำ รองรับของเหลว และจ่ายของเหลว น้ำเสีย หรือน้ำโสโครก ที่เกิดจากการชำระล้างขับถ่ายออกจากร่างกายมนุษย์ เพื่ออำนวยความสะดวกสบาย และสุขภาพอนามัยของผู้ใช้แล้วส่งถ่ายโดยตรงหรือโดยอ้อม เข้าสู่ระบบระบายน้ำหรือแหล่งขจัดที่เหมาะสมอื่น หรือท่อระบายน้ำสาธารณะที่อนุญาตให้ระบายสิ่งเหล่านี้ได้ ซึ่งความหมายของสุขภัณฑ์ครอบคลุมตั้งแต่ อ่างล้างหน้า อ่างอาบน้ำ โถปัสสาวะชาย โถปัสสาวะหญิง และอุปกรณ์ประกอบห้องน้ำอื่นๆ

2.7.3.4 งานออกแบบเครื่องใช้สอยต่างๆ คือ การออกแบบช่วยให้สิ่งของ เครื่องใช้สอย อุปกรณ์ต่างๆ ดูสวยงามทันสมัย มีความหมายคงทนถาวรเหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งได้พัฒนาโดยนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ การออกแบบจึงมีความสำคัญต่องานช่าง ดังนี้ ช่วยถ่ายทอดความคิดความรู้สึกของตนเองให้ผู้อื่นทราบและเข้าใจ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้ทราบถึงวัตถุประสงค์ วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือและขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจน เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมการทำงานตรวจสอบคุณภาพการทำงาน

2.7.3.5 งานออกแบบเครื่องประดับอัญมณี คือ การออกแบบอัญมณีและเครื่องประดับของไทย ยังไม่สามารถพัฒนารูปแบบให้เป็นที่ต้องการของตลาด โดยเฉพาะการออกแบบอัญมณีที่ผลิตเป็นแบบอุตสาหกรรม รูปแบบของเครื่องประดับที่ผลิตจากประเทศไทยไม่แปลกใหม่และน่าสนใจ เนื่องจากค่าตอบแทนของนักออกแบบต่ำ ไม่จูงใจให้เกิดการสร้างสรรค์รูปแบบใหม่ๆขึ้นมา ประกอบกับตลาดกลุ่มเป้าหมายของไทย เป็นตลาดระดับกลางถึงล่าง ซึ่งไม่ค่อยเน้นการออกแบบที่เป็นเอกลักษณ์ แต่จะสนใจเรื่องคุณภาพและความคุ้มค่า คุ้มราคาของอัญมณีมากกว่า ผู้ผลิตส่วนใหญ่จึงให้ความสำคัญ

กับการคิดค้นรูปแบบสินค้าใหม่ๆ ค่อนข้างน้อย อย่างไรก็ตาม หน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและสถาบันต่างๆ ได้พยายามสนับสนุนให้มีการพัฒนารูปแบบของเครื่องประดับที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้า และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเครื่องประดับไทย ในตลาดโลกการออกแบบรูปทรงเครื่องประดับ อาจแบ่งออกได้ 3 รูปทรง ดังนี้

1) รูปทรงกราฟิก แบ่งเป็น รูปทรงเรขาคณิต และรูปทรงอิสระ เครื่องประดับในแนวนี้ มักเรียบง่ายตัวเรือนทำด้วยโลหะจำพวกทองคำ เล่นพื้นผิว ให้มีความแตกต่างระหว่างพื้นผิวที่มีความหยาบกับพื้นผิวที่มันเงา มักประดับอัญมณีแต่เพียงเล็กน้อย

2) รูปทรงธรรมชาติ เช่น รูปสัตว์ แมลง ดอกไม้ ใบไม้ ใช้อัญมณีประเภทพลอยสี หรือไข่มุกเป็นส่วนประกอบมีการใช้เทคนิคการลงยา (Enamellings) ช่วยทำให้สีสันสดใสยิ่งขึ้น

3) รูปทรงวัฒนธรรม มักเป็นรูปแบบที่ได้ความนิยมในยุคสมัยหนึ่งแต่ถูกนำมาปรับปรุงใหม่ให้เหมาะสมกับยุคสมัยที่เปลี่ยนไป เป็นเครื่องประดับที่สวมใส่แล้วจะดูเก่าขลัง เช่น สร้อยตามสมัยโรมัน หรือเครื่องประดับสไตล์โมเสก สำหรับเทคโนโลยีการออกแบบ ปัจจุบันมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ช่วยออกแบบผลิตภัณฑ์อัญมณีและเครื่องประดับอยู่หลายโปรแกรม เช่น Jewal CAD ซึ่งอาจช่วยให้การออกแบบอัญมณีและเครื่องประดับทำได้ง่ายขึ้น อีกทั้งรัฐบาลโดยกรมส่งเสริมการส่งออก ร่วมกับมหาวิทยาลัยต่างๆ ได้รับการสนับสนุนการสร้างบุคลากรในการออกแบบอัญมณี และเครื่องประดับเพื่อพัฒนารูปแบบ และเทคโนโลยีการออกแบบอัญมณีเครื่องประดับไปพร้อมๆกัน เพื่อให้รูปแบบของเครื่องประดับที่ผลิตจากประเทศไทยสวยงามและเป็นที่ต้องการของตลาดโลก

2.7.3.6 งานออกแบบเครื่องแต่งกาย คือ การออกแบบแนวคิด และจินตนาการของผู้สวมใส่ และผู้ออกแบบเครื่องแต่งกาย ด้วยการนำองค์ประกอบทางศิลปะมาช่วยในการออกแบบให้สวยงาม เช่น สัดส่วน รูปร่าง รูปทรง และลวดลาย เป็นต้น และต้องให้เหมาะสมกับผู้สวมใส่หรือผู้ใช้งาน เช่น วัย เพศ บุคลิกภาพและอาชีพ เป็นต้น การออกแบบเครื่องแต่งกายต้องออกแบบให้มีความสวยงาม เหมาะแก่การสวมใส่ทั้งในเรื่อง วัย เพศ บุคลิกภาพ หน้าที่การงาน รูปร่างและโอกาสใช้สอย

1) วัยและเพศ นับเป็นสิ่งความสำคัญในลำดับแรกๆ เพราะในเด็กกับผู้ใหญ่นั้นใส่เครื่องแต่งกายแตกต่างกัน เครื่องแต่งกายสำหรับเด็กมักออกแบบให้สะดวก แก่การเคลื่อนไหวและไม่ขัดต่อพัฒนาการของเด็ก เหมาะสมกับการทำกิจกรรมต่างๆ และที่สำคัญต้องใส่แล้วปลอดภัยไม่คับและไม่หลวมจนเกินไป นอกจากนี้ เรื่องของเพศผู้ชาย และผู้หญิง ยังใส่เครื่องกายที่แตกต่างกันอีกด้วย

2) บุคลิกภาพ การออกแบบเครื่องแต่งกาย ส่งเสริมให้กับผู้สวมใส่มีบุคลิกภาพสุภาพเรียบร้อย ควรออกแบบชุดให้มีจีบ บุคลิกภาพกระฉับกระเฉงแบบนักกีฬา ควรออกแบบชุดให้เรียบเสมอกันไม่มีจีบ สีผ้าควรเป็นสีเข้ม บุคลิกภาพสุขุมแบบผู้ใหญ่ ควรออกแบบเครื่องแต่งกายที่เน้นความสง่างาม อาทิ การตีเกล็ด การปัก บุคลิกภาพเก๋ไก๋ ควรออกแบบให้เครื่องแต่งกายดูโดดเด่น สีสัน

สดใส บุคลิกภาพว่องไว ปราดเปรียว ควรออกแบบเครื่องแต่งกายให้ทะมัดทะแมง เคลื่อนไหวสะดวกใช้เนื้อผ้าสีเข้ม

3) รูปร่าง การออกแบบเครื่องแต่งกาย ให้ความสำคัญ กับรูปร่าง ของผู้สวมใส่ เพราะการออกแบบที่ดี ต้องอำพรางส่วนบกพร่อง และช่วยเสริมจุดเด่นให้กับผู้สวมใส่ รูปร่างผอมสูง ควรออกแบบโดยใช้เส้นตามขวาง ที่คอปกควรมีระบายผ้าตามขวาง เพื่อลดความสูง คนอกใหญ่ ควรออกแบบโดยใช้เส้นตั้งฉาก เสื้อคอแหลม เสื้อเอวต่ำบริเวณสะโพก กระโปรงบาน คนสะโพกใหญ่ ควรออกแบบโดยใช้การตกแต่งบริเวณอื่นที่ไม่ใช่สะโพก เพื่อเบี่ยงเบนความสนใจ

4) หน้าที่การงาน การออกแบบเครื่องแต่งกายที่ดี นั้นให้ความสำคัญกับโอกาสในการใช้งานด้วย ชุดลำลอง ควรออกแบบให้ใส่สบายและใส่ได้ทุกโอกาส ชุดข้าราชการ ควรออกแบบให้ดูเรียบและสีสันไม่ฉูดฉาด ชุดทำงานควรออกแบบให้ดูเป็นทางการ น่าเชื่อถือและสีสันสดใส

2.7.3.7 การออกแบบภาชนะบรรจุภัณฑ์ (Packaging Design) คือ การออกแบบบรรจุภัณฑ์สินค้า เช่น กล่อง หลอด ซอง กระปุก หรือตลับ ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นเพียงแค่ภาชนะบรรจุหรือห่อหุ้มสินค้า แต่จะเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญที่จะสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับสินค้า เป็นการจดจำในแบรนด์สินค้าสามารถสร้างให้มีอยู่ได้ในทุกที่ ดังนั้นออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยนำเสนอโดยนำเอกสาร สร้างบุคลิกของแบรนด์ มาเป็นแนวคิดหลักและพัฒนาออกมาให้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับอัตลักษณ์ของสินค้าให้มากที่สุด ความใส่ใจที่สร้างมูลค่าทางการตลาดให้กับสินค้า เช่น หลอดบรรจุเครื่องสำอางกระปุกบรรจุเครื่องสำอาง บรรจุภัณฑ์สำหรับใส่อาหาร บรรจุภัณฑ์สำหรับใส่อุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ เป็นต้น

2.7.3.8 งานออกแบบผลิตเครื่องมือต่างๆ คือ การออกแบบเครื่องมือเป็นวิธีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตชิ้นการผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ให้มีสมรรถภาพเพิ่มขึ้น อีกทั้ง ต้องประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิตชิ้นงาน ด้วยการออกแบบเครื่องมือซึ่งจะรวมถึง การวางแผน (Planning) การออกแบบ (Designing) และเขียนแบบ (Drawing) สำหรับสร้างเครื่องมือนั้นให้สำเร็จนำมาใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ การออกแบบเครื่องมือเป็นขบวนการของการออกแบบ และปรับปรุงเครื่องมือ วิธีการ และเทคนิคที่จำเป็นหลายๆอย่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม และเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นด้วยการออกแบบเครื่องมือที่เกี่ยวกับเครื่องจักรในอุตสาหกรรม และเครื่องมือพิเศษอื่นๆ ทำให้ทุกวันนี้มีการผลิตงานได้อย่างรวดเร็วและมีปริมาณสูง อีกทั้งยังทำให้สินค้ามีคุณภาพและประหยัดขึ้นด้วย ซึ่งจะทำให้เป็นที่แน่ใจว่าสินค้าที่ผลิตออกไปจะได้ผลสำเร็จเป็นอย่างดี [33]

2.7.4 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ

2.7.4.1 คณิต ดวงหัสดี [34] ได้สรุปแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือพอใจของบุคคลที่มีต่อการทำงานและองค์ประกอบหรือสิ่งจูงใจอื่นๆ ถ้างานที่ทำหรือองค์ประกอบนั้นตอบสนองความต้องการของบุคคลได้ บุคคลนั้นจะเกิดความพึงพอใจในงานขึ้นจะอุทิศเวลา แรงกาย แรงใจ รวมทั้งสติปัญญา ให้แก่งานของตนให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีคุณภาพ

2.7.4.2 พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน [35] ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจพฤติกรรมเกี่ยวกับความพึงพอใจของมนุษย์ คือ ความพยายามที่ขจัดความตึงเครียด หรื ความกระวนกระวายหรือภาวะไม่ได้ดุลยภาพในร่างกาย ซึ่งเมื่อมนุษย์สามารถขจัดสิ่งต่างๆ ดังกล่าว ได้แล้ว มนุษย์ย่อมได้รับความพึงพอใจในสิ่งที่ตนต้องการ

2.7.4.3 อุทัยพรรณ สุดใจ [36] ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึก หรือทัศนคติบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยอาจจะเป็นไปในเชิงประเมินค่า ว่าความรู้สึกหรือทัศนคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดนั้นเป็นไปในทางบวกหรือลบ

2.7.4.4 กาญจนา อรุณสุขรุจี [37] ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจของมนุษย์ แสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่าบุคคล มีความพึงพอใจหรือไม่นั้น สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน และต้องมีสิ่งเร้าที่ตรงต่อความต้องการของบุคคล จึงทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้น การมีสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลนั้นให้เกิดความพึงพอใจ

2.8 วัสดุประสาน

การติดประสาน (Adhesion) เป็นกรรมวิธีทำให้วัสดุที่เป็นของแข็งติดกันด้วยวัสดุเชื่อมติด (หรือกาว) ซึ่งมักจะเป็นแผ่นบางต่อเนื่อง การติดกาวส่วนใหญ่ต้องเตรียมพื้นผิวให้สะอาดและขรุขระหรือเรียบเสมอกัน ความแข็งแรงของกาวต้องใช้เวลา ความร้อน แรงกด หรือการแนบของวัสดุทั้งสองชิ้นเข้าด้วยกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของงานและชนิดของกาว การเชื่อมติดด้วยกาวมีทั้งแบบถาวรซึ่งจะใช้ได้ครั้งเดียว และจะเสียไปเมื่อถูกลอกหรือหักออก และแนบไม่ถาวรซึ่งใช้ซ้ำได้ วัสดุติดกาวหลุดออกจากกันได้สองลักษณะ คือ กาวหลุดจากวัสดุที่เชื่อมติด (Adhesives Failure) และเนื้อกาวแยกหลุดออกจากกัน (Cohesive Failure) [38]

2.8.1 กาว (วัสดุประสาน Adhesives) หมายถึง วัสดุประสานที่ใช้ซ่อมแซมหรือติดวัสดุเข้าด้วยกันประโยชน์ของการใช้วัสดุประสาน คือ การยึดประสานวัสดุต่างๆได้ เช่น เครื่องดนตรีจำพวกกีตาร์ ไวโอลิน สามารถทำการยึดประสานวัสดุที่มีขนาดเล็กมากๆได้ เช่น ชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์และวัสดุบางชนิด ไม่สามารถใช้ยึดประสานได้ด้วยวิธีอื่น เช่น วัสดุพวกพลาสติก แก้ว ยางวัสดุประสาน

มี 2 ประเภท คือ วัสดุประสานธรรมชาติ (Natural Adhesives) และวัสดุประสานสังเคราะห์ (Synthetic Resin Adhesives) วัสดุประสานธรรมชาติ (Natural Adhesives) หมายถึง การที่ผลิตมาจากวัสดุธรรมชาติ ได้จากพืช หรือสัตว์ เช่น กาวจากพืช (Vegetable Glue) เป็นกาวที่ผลิตจากแป้ง มีราคาถูก มีความแข็งแรงในการประสานไม่มาก โดยทั่วไปนำมาใช้ในงานติดประสานกระดาษ วัสดุประสานสังเคราะห์ (Synthetic Resin Adhesives) หมายถึง กาวได้จากสารเคมีสังเคราะห์ให้มีคุณสมบัติในการยึดประสารวัตถุต่างๆ ในปัจจุบันกาวสังเคราะห์ได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานอย่างมากเพราะมีความสะดวกในการรับความแข็งแรง ในการยึดประสานได้ดี ทนต่ออุณหภูมิ ทนต่อความชื้น และกาวจากสัตว์ เป็นกาวที่ผลิตจากกระดูกและหนังสัตว์

2.8.2 วัสดุประสานธรรมชาติ ผลิตมาจากหนังและกระดูกสัตว์ จากการเคี่ยวเอ็นและกระดูกสัตว์ผสมกับน้ำปล่อยให้ตกตะกอนจนสามารถลอกออกเป็นชิ้นๆ ได้กาวที่ทำจากชิ้นส่วนของปลา ปกติจะเป็นของเหลว และกาวที่ได้จากพืช ได้แก่ ยางเหนียวของต้นไม้ และแป้ง วัสดุประสานธรรมชาติทั้งหมดจะเสื่อมคุณภาพเมื่อผึ่งลมกับอากาศ เช่น แป้งเปียก วัสดุประสานเหล่านี้มีส่วนผสมของแป้งกับน้ำ สำหรับยางไม้ ยางสน หรือน้ำยางเหนียว ยางไม้ถูกใช้งานมาก เพราะยางไม้จะไม่หดตัว การที่มีฐานเป็นแป้งสามารถลอกออกโดยกสารขัดถู กาวจำนวนมากทำจากแป้งมันสำปะหลังและใช้เป็นตัวประสาน เช่น ปิดฉลาก และแสตมป์ รากของตันมันสำปะหลังที่เป็นแป้ง แป้งข้าวโพด และแป้งจากมันฝรั่งใช้เป็นตัวประสานไม้อัดเกรดต่ำ ยางธรรมชาติมีการยึดเกาะกันสูง และติดกันอย่างแข็งแรง และมีความเหนียวดี [39]

2.8.3 ประเภทของกาว

กาวแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ตามหลักการทำงานของกาว ดังนี้

2.8.3.1 กาวจำพวกที่มีสายโซ่ของโมเลกุลยาวๆ ละลาย หรือแขวนลอยตัวอยู่ในตัวทำละลาย เช่น กาวน้ำ (ใสๆ) กาวลาเท็กซ์ (สีขาวขุ่น) หรือกาวอย่าง (สีเหลืองขุ่น) กาวจำพวกนี้ต้องรอให้ตัวทำละลายแห้งเสียก่อนจึงจะแข็งและยึดติดสิ่งของ เพราะถ้าประกบทันทีจะใช้เวลานานกว่ากาวจะแห้ง จุดเด่นคือ ราคาถูก ใช้งานง่าย จุดอ่อนคือ ไม่แข็งแรง ไม่ทนความร้อน

2.8.3.2 กาวที่เริ่มจากโมเลกุลเล็กๆ อาจจะเป็นมอนอเมอร์ตัวเดียวหรือไม่กี่ตัวมาต่อกันเรียกว่า พรีพอลิเมอร์ (Prepolymer) กาวแบบนี้จะใช้ปฏิกิริยาทางเคมี เพื่อทำให้สายโซ่ยาว ตัวอย่างคือ ซูเปอร์กลู (แบบหลอดเดียว) ชื่อเคมีคือ ไซยาโนอะคริเลท (Cyanoacrylate) กาวอยู่ในหลอดจะเป็นของเหลวใส เพราะเป็นโมเลกุลเล็ก หากบีบออกกาวจะแข็งตัวเนื่องจากโดนความชื้น โดยความชื้นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้โมเลกุลเล็กๆ ต่อกันเป็นสายโซ่ยาวๆ ทำให้กาวตราช้างใช้ติดวัสดุได้หลายชนิด เพราะว่าผิวของวัตถุมีความชื้นเสมอ กาวชนิดนี้มีข้อดี คือ แข็งตัวเร็ว และยึดติดได้แน่น สำหรับกาวอีกแบบหนึ่ง คือ กาวอีพอกซี (Epoxy) จะมี 2 หลอด หลอดหนึ่งมีชื่อเรียกว่า เรซิน (Resin) ส่วนอีกหลอด

หนึ่งทำให้แข็ง (Hardener) กาวอีพอกซี ใช้แค่หลอดเดียวจะไม่เหนียว ต้องใช้ 2 หลอดผสมกันอย่างเหมาะสม เพราะว่าสารเคมีในหลอดแรก เรียกว่าเรซิน มีโครงสร้างโมเลกุลสายโซ่สั้น ซึ่งไม่เป็นกาวแข็ง ต้องเติมตัวทำให้แข็งจะไปยึดสายโซ่สั้นๆ เข้าด้วยกันทำให้ได้โมเลกุลใหญ่คล้ายร่างแห ส่งผลให้กาวอีพอกซีแข็งแรงมาก

2.8.3.3 กาวจำพวกที่อยู่ในรูปของแข็งเป็นแท่งพลาสติกยาวๆ ต้องใช้ปืนที่ให้ความร้อนทำให้หลอมละลาย กาวชนิดนี้เริ่มต้นเป็นสายโซ่ยาวๆ แต่เนื่องจากไม่มีตัวทำละลายจึงมีสภาพเป็นของแข็ง ต้องใช้ความร้อนทำให้กาวหลอมเหลว ปล่อยให้เย็นตัวแข็งใหม่อีกครั้ง กาวที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ เช่น กาวแท่งโพเอไมด์ (Polyamide) และกาวแท่งโพลิเอทิลีน (Polyethylene Vinyl Acetate) กาวนี้มีจุดเด่น คือ ไม่ค่อยหดตัว มีแต่จุดอ่อน คือ ไม่ทนความร้อน

2.8.4 ประเภทของกาวติดไม้ [40]

กาวสังเคราะห์ที่ใช้ในงานไม้แบ่งออกได้ดังนี้

2.8.4.1 กาวเรซินชนิดแข็งตัวเมื่อร้อน (Thermo-Setting Resins) เป็นกาวที่ได้รับความร้อนจะแปรสภาพเป็นแผ่นแข็งที่ไม่สามารถหลอมละลายได้อีก

2.8.4.2 กาวเรซินชนิดอ่อนตัวเมื่อร้อน (Thermo-Plastic Resins) หรือร้อนเหลว (Hot-Melts) ต้องให้ความร้อน จึงกลายเป็นสารยึดติดเมื่อเย็น

2.8.4.3 กาวอีกประเภทหนึ่ง ที่เรียกว่า Contact Adhesives กาวติดสัมผัส เป็นกาวที่ประกอบด้วยสารละลายของยางธรรมชาติหรือยางสังเคราะห์ ซึ่งจะแปรสภาพเกิดการยึดติด เมื่อระเหยสารทำละลาย (Solvent) เป็นกาวที่มีการใช้น้อยในงานไม้แต่ใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับงานตกแต่งหุ้มเบาะเครื่องเรือน

2.8.5 การติดกาวประสานไม้

ไม้ประสาน (Glued Laminated Wood) หมายถึง แผ่นไม้ที่ประกอบจากการนำเอาไม้แปรรูปขนาดเล็กมาเรียงต่อให้ขนานกันตามแนวเสี้ยนของกันและกัน แล้วยึดติดกันด้วยกาวให้มีขนาดความหนาหรือความกว้างหรือความยาวเพิ่มขึ้นเป็นแผ่นไม้เพียงแผ่นเดียว แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

2.8.5.1 ไม้ประสานเพื่องานโครงสร้าง (Structural Glued Laminated Timber, GLULAM) และไม้ประสานเพื่องานทั่วไป (Non-Loadbearing Glued Laminated Timber) ไม้ประสานเพื่องานโครงสร้าง สำหรับการใช้งานที่ต้องอาศัยความแข็งแรงของไม้ประสานเป็นประเด็นสำคัญ ได้แก่ การใช้งานในรูป เสา คาน พื้น สะพาน อาคาร และโครงหลังคา เป็นต้น

1) กาวสำหรับการผลิตไม้ประสาน เพื่องานโครงสร้าง ได้แก่ กาวเรซอซินอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ กาวเรซอซินอล-ฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ กาวฟีนอล-ฟอร์มัลดีไฮด์ กาวโพลียูเรเทน กาวอีพ๊อกซี และกาวเมลามีน-ฟอร์มัลดีไฮด์

2) กาวสำหรับการผลิตไม้ประสาน ที่ไม่ใช่งานโครงสร้าง ได้แก่ กาวโพลีไวนิลอาซีเตต กาวอีเลสโตเมอร์ หรือ กาวยาง กาวร้อนเหลว หรือ กาวฮอทเมลท์ กาวอิมัลชัน-โพลีเมอริค-ไอโซไซยาเนต กาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ กาวยูเรีย-เมลามีน-ฟอร์มัลดีไฮด์ และกาวแอลฟา-ไซยาโนอะซิเลต

2.8.5.2 ส่วนไม้ประสานเพื่องานทั่วไป สำหรับการผลิตเครื่องเรือนของตกแต่งและใช้ในครัวเรือนเป็นส่วนใหญ่ คำนึงถึงความสวยงามเป็นหลัก รองลงมาเป็นเรื่องของความทนทานของแผ่นไม้ [41]

2.8.5.3 ขั้นตอนสำคัญของกระบวนการผลิตที่ควรตระหนักมากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นการใช้กาวชนิดใดในอุตสาหกรรมไม้ ได้แก่

1) ความชื้นของไม้ที่จะนำมาประสาน
2) การเตรียมชิ้นไม้
3) ระยะเวลาระหว่างการเตรียมผิวหน้าไม้จนถึงการทากาว
4) การเก็บรักษาและการผสมกาวและสารเร่งแข็ง
5) การทากาว
6) ระยะเวลาการประกบไม้
7) แรงดันที่ใช้ในการอัด
8) อุณหภูมิในการอัด
9) ระยะเวลาในการอัด
10) การทำความสะอาด
11) การตรวจสอบการผลิตและผลิตภัณฑ์

2.8.6 การนำวัสดุประสานไปใช้งานกาวแต่ละประเภทมีคุณสมบัติและลักษณะใช้งานแตกต่างกันสำหรับงานประดิษฐ์จากไม้ [42] ใช้กาวที่ทนน้ำเย็นได้ดีพอสมควร ทนทานน้ำร้อนได้ในเวลาจำกัด เหมาะสำหรับใช้ในอาคารหรือในที่ซึ่งไม่ถูกละอองน้ำ กาวที่ใช้ได้แก่ กาวพวกยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ (UF, Urea Formaldehyde) ไม้ที่ใช้กาวพวกนี้เหมาะสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ภายใน ฝ้าเพดาน หรือประตูภายใน ทำเครื่องเรือนและของใช้อื่นๆ และกาวทนทานต่อลมฟ้าอากาศ น้ำเย็น น้ำเดือด ไอน้ำ และความร้อนแห้งในเวลาจำกัดเหมาะสมสำหรับใช้ภายในและภายนอกอาคาร หรือในที่ซึ่งถูกน้ำหรือละอองน้ำบางครั้งคราวคล้ายกับกาว UF ได้แก่ กาวเมลามีน – ฟอร์มัลดีไฮด์ (MF, Melamine Formaldehyde) กาวมีลักษณะใส มีคุณสมบัติในการต้านทานต่อความชื้นและสภาพการใช้งานที่

เปียกชื้น จึงนิยมใช้ในการผลิตแผ่นปาร์ติเกิ้ล (Particle Board) ที่มีคุณสมบัติพิเศษ โดยเฉพาะการต้านทานต่อความชื้นและสภาพฝนฟ้าอากาศร้อน

2.9 สารเคลือบ

สารเคลือบ หมายถึง สารที่เป็นชั้นบางๆ เคลือบผิวอยู่ภายนอกของผลิตภัณฑ์มีวัตถุประสงค์หลากหลายหลากหลาย เช่น ลดอัตราการคายน้ำ ควบคุมความชื้น ยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เป็นต้น [43]

แล็กเกอร์ หมายถึง น้ำมันชักเงา ประเภทหนึ่งที่ใช้ทา หรือ พ่นเคลือบผิววัตถุให้เป็นมีความเงามันและสวยงาม ประกอบด้วยตัวทำละลายที่ระเหยแห้งได้ง่าย เช่น เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl-Alcohol) บิวทิลแอซีเทต (Butyl Acetate) และตัวถูกละลาย เช่น ไนโตรเซลลูโลส (Nitrocellulose) ไวนิลเรซิน (Vinyl Resin) เมื่อนำไปทาหรือพ่นผิววัตถุ ตัวทำละลายจะระเหยแห้งไปอย่างรวดเร็ว ทิ้งตัวถูกละลายให้เป็นของแข็งเคลือบผิววัตถุเป็นเงามัน มีหลายชนิด เช่น ชนิดใช้กับพื้นไม้ ชนิดใช้กับพื้นโลหะ ชนิดใช้พ่นเคลือบเส้นผมให้ทรงรูป ชนิดใช้ทาเคลือบเล็บ [44]

2.9.1 แล็กเกอร์ (Lacquer) ถูกค้นพบครั้งแรกในประเทศจีน ในปัจจุบันการผลิตแล็กเกอร์ประกอบด้วย ไนโตรเซลลูโลส (Nitrocellulose) ซึ่งถูกค้นพบเป็นครั้งแรกในปี 1845 โดยเชินไบน์(Schonbein) ไนโตรเซลลูโลส เตรียมได้จากกรรมวิธีที่เรียกว่า ไนเตรชัน (Nitration) ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างเซลลูโลสกับกรดไนตริก โดยหมู่ไนเตรตจะเข้าไปแทนที่หมู่ไฮดรอกซิล ในโมเลกุลของเซลลูโลสโดยจะใช้กรดไนตริก (HNO_3) ผสมกับกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ในอัตราส่วนร้อยละ 25 : 50 และใช้น้ำร้อยละ 20 ผ่านเซลลูโลสเข้าไปที่อุณหภูมิ 30 - 40 องศาเซลเซียส ประมาณ 20 - 60 นาที และแยกผลิตภัณฑ์ออกด้วยวิธี Centifuge + HNO, +H,SO.+ H2O + HSO

วิธีไนเตรชัน ไม่ได้ทำให้โซ่เซลลูโลสเกิดการสลายตัว ค่าดีกรีของโพลิเมอไรเซชัน (D.P.) ของผลิตภัณฑ์ยังมีค่าใกล้เคียงกับของเดิม คือ ประมาณ 3,000 แต่หากเอาผลิตภัณฑ์นี้ไปทำปฏิกิริยากับน้ำต่อ ค่า D.P. จะลดเหลือประมาณ 50 - 500 โดยปริมาณไนโตรเจนของ ไนโตรเซลลูโลส (Nitrocellulose) ที่ใช้ทำแล็กเกอร์อยู่ระหว่างร้อยละ 10.50 - 12.20 แต่ที่นิยมใช้กันมากอยู่ในช่วงร้อยละ 11.80 – 12.20 ปกติจะทำละลายในแอลกอฮอล์แต่เมื่อปริมาณไนโตรเจนสูงขึ้นจะต้องทำกับตัวทำละลายที่แรงขึ้น เช่น คีโตนและเอสเตอร์

อัตราการแห้งตัว ของไนโตรเซลลูโลส แล็กเกอร์ (Nitrocellulose Lacquer) นับว่าอยู่ในขั้นดีแต่ฟิล์มที่ได้มักจะเปราะ และทนต่อแรงดึงกับยืดหน้าผิวไม่ดี ดังนั้น จึงต้องผสมไนโตรเซลลูโลส (Nitrocelluose) กับพลาสติไซเซอร์และเรซินอื่นๆ โดยพลาสติไซเซอรมีทั้งชนิดน้ำมัน ตัวทำละลายและเป็นโพลิเมอร์ (Polymeric Plasticizer เพื่อช่วยปรับปรุงสมบัติที่ยังด้อย โดยมีการปรับปรุงความ

ยืดหยุ่นและความต้านทานต่อตัวทำละลายกรดและด่าง ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามจำนวนและชนิดของเรซิน (Flexner B., 2012) โดยแบ่งได้ คือ ชนิดน้ำมัน ได้แก่ น้ำมันละหุ่งดิบ หรือที่ได้ผ่านกรรมวิธีแล้ว ชนิดตัวทำละลาย ได้แก่ ไดบิลทิล หรือไดออกทิลฟทาสติไซเซอร์ คือ ช่วยให้ผสมไดลูเอนต์ (Diluents) เป็นของเหลวที่ไม่สามารถละลายเรซิน หรือโพลิเมอร์ได้ แต่สามารถละลายเข้าเป็นเนื้อเดียวกับตัวทำละลาย เติมลงไปเพื่อลดความหนืด เช่น แนฟทาไซลีนโทลูอีน ลงไปได้มากชนิดโพลิเมอร์ ได้แก่ โพลิเอสเตอร์ที่มีโครงสร้างแบบกิ่ง (Branched Polymer) ซึ่งโดยเตรียมได้จากปฏิริยาระหว่างกรดอะลิฟาติก (Aliphatic Acids) และโพลิออล อาทิ Paraplex RG-2 (บริษัท Rohm & Hass) และ Flexol R&H (บริษัทยูเนียนคาร์ไบต์) เป็นต้น

2.9.2 วิธีการเคลือบแล็กเกอร์

2.9.2.1 ขัดผิวหน้าไม้ ด้วยกระดาษทรายที่มีความละเอียด ใช้กระดาษทรายขัดไม้เบอร์ 0 ที่ใช้งานแล้วขัดลูบไปมา ทดลองเอาฝ่ามือลูบที่ผิวเนื้อไม้ จะลื่นไม่มีความสาก ทำความสะอาดผิวหน้าโดยใช้ผ้าแห้งเช็ดถูบนผิวหน้าให้สะอาดปราศจากฝุ่น

2.9.2.2 แล็กเกอร์เงา ที่ผสมไว้นำแปรงทาแล็กเกอร์จุ่มลงในภาชนะให้เกือบมิดขน แปรงยกแปรง ทาแล็กกอร์ขึ้นมาในแนวดิ่ง ดูการไหลหยดของแล็กเกอร์เงา ถ้าไหลเป็นสายตลอดแสดงว่ายังมีความข้นอยู่ให้เติมทินเนอร์ลงไปอีกเล็กน้อยพร้อมคนให้เข้ากัน เพื่อให้แล็กเกอร์มีความใสทาได้สะดวก

2.9.2.3 เริ่มทาแล็กเกอร์ โดยยกแปรงทาแล็กเกอร์ขึ้นมาในแนวดิ่ง ทาแล็กเกอร์บริเวณริมซ้ายของแผ่นไม้ตรงตำแหน่งที่สุดแขน นอนขนแปรงราบไปกับพื้นผิว ในลักษณะหงายมือลากแปรงทาแล็กเกอร์ไปทางขวาพร้อมทั้งยกตามแปรงให้ตั้งฉากกับพื้นผิวของแผ่นไม้ ไปจนสุดแผ่นไม้ จากนั้นก็คว่ำมือทาแล็กเกอร์ทางริมขวาของแผ่นไม้ในแนวเดิม นอนขนแปรงราบไปกับพื้นผิว ลากแปรงทาแล็กเกอร์จากขวามาทางซ้าย ซึ่งการทาแล็กเกอร์เงาในแต่ละครั้งจะทาไปและทากลับในแนวเดียวกัน การยืนปฏิบัติงานให้ยืนหันหน้าหาแผ่นไม้ ให้ลายไม้ขนานกับลำตัว ทาแล็กเกอร์เงาต่อไปเรื่อยๆ ปล่อยทิ้งไว้ให้แล็กเกอร์เงาแห้งสนิทประมาณ 30 นาที

2.9.2.4 กระดาษทรายขัดไม้ เบอร์ 0 ที่ผ่านการใช้งานมาแล้วจนเหลือเม็ดทรายติดอยู่เพียงเล็กน้อย นำมาขัดลูบผิวหน้าที่ทาเอาไว้ให้เรียบและลื่น เริ่มทาชั้นที่ 2 และ 3 ตามวิธีข้างต้นการเคลือบแล็กเกอร์ให้ปฏิบัติตาม มอก. 285 เล่ม 4 จำนวน 2 ชั้นเคลือบ ให้ได้ความหนาฟิล์มขณะแห้ง 30 ไมโครเมตร ถึง 50 ไมโครเมตร ในการเคลือบแต่ละขั้นให้เว้นระยะเวลาห่างกัน 30 นาที และวิธีวัดความหนาของฟิล์มให้ปฏิบัติตาม มอก.285 เล่ม 5

2.9.3 ข้อดีของการทาแล็กเกอร์เงาเคลือบผิวไม้

2.9.3.1 ทาเพื่อเพิ่มความสวยงาม เงางาม ทำให้ชิ้นงานไม้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานผิว

ไม้มีความแข็งแรง ทนทานต่อการขีดข่วน ทำความสะอาดและเช็ดถูได้ง่าย ทำให้สิ่งของเครื่องใช้เป็นเฟอร์นิเจอร์ใช้ตกแต่งอาคารได้

2.9.3.2 การทาแล็กเกอร์แห้งเร็วมากกว่าเชลแล็ก ช่วยเพิ่มความเร็วในการผลิตและลดปัญหาเรื่องฝุ่น โดยสามารถหาแล็กกอร์ ซ้ำได้ 3 - 4 ครั้งภายใน 1 วัน

2.9.3.3 การทาแล็กเกอร์ เพื่อช่วยให้เกิดการสะท้อนของแสง ทำให้ภายในอาคารสว่างขึ้นและป้องกันการเข้าทำลายของแมลงตลอดจนสัตว์ต่างๆ

2.9.3.4 ค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างต่ำ ทนต่อความร้อน ตัวทำละลายเป็นกรดและด่างได้ดีกว่าเชลแลคมีความต้านทานรอยขีดข่วนสูง

2.9.4 ข้อเสียของการทาแล็กเกอร์เงาเคลือบผิวไม้

2.9.4.1 ชิ้นงานไม้ ที่ทาแล็กเกอร์เสร็จแล้ว แต่ภายในยังไม่แห้งสนิท ห้ามนำมาวางซ้อนกันจะติดกันแยกไม่ออกถ้าแยกออกได้ ผิวก็จะเสีย ถ้าทาแล็กเกอร์เงาในขณะที่ฝนตก มีความชื้นมาก แล็กเกอร์เงาที่ทาเคลือบผิวไม้จะไม่เงางามเท่าที่ควร

2.9.4.2 เนื่องจากร้อยละของทินเนอร์ เป็นตัวทำละลาย ทินเนอร์ต้องใช้ปริมาณมากนั้นก่อให้เกิดมลพิษในอากาศ ซึ่งทินเนอร์เป็นสารไวไฟและไม่ดีสำหรับสุขภาพ เนื่องจากส่วนประกอบหลักของทินเนอร์ ได้แก่ โทลูอิน (Toluene) โดยแบ่งอันตรายออกเป็น 2 ระดับ คือ เมื่อได้รับโทลูอีนในระยะสั้น ทำให้เกิดพิษเลียบพลัน พบว่า ผู้ที่ได้รับโทลูอีนในปริมาณมากอาจหมดสติในระยะเวลาไม่กี่นาที โดยไม่มีอาการเตือนล่วงหน้า สำหรับผลต่อระบบประสาท ในระยะแรกโทลูอีนจะกระตุ้นประสาท ต่อมาจะมีฤทธิ์กดประสาท ทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ รู้สึกอ่อนเพลีย ชัก กล้ามเนื้ออ่อนแรง มีผลต่อความจำ รู้สึกคลื่นไส้และเบื่ออาหาร นอกจากนั้นการได้รับโทลูอีนในปริมาณที่สูงยังอาจทำให้เสียชีวิตได้ โดยพบรายงานการเสียชีวิตจากการรับประทานโทลูอีนในปริมาณ 60 มิลลิลิตร การเสียชีวิตมักเกิดจากภาวะที่หัวใจห้องล่างซ้ายเต้นผิดปกติ (Ventricular Arrhythmia) หรือจากภาวการณ์ขาดออกซิเจน นอกจากนี้ยังพบการเกิดการทำลายตับและไต รวมทั้งการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ เช่น การเกิดปอดอักเสบ เป็นต้น การรับประทานโทลูอีน กำให้เกิดการระคายเคือง ปวดกระเพาะอาหาร อาเจียน หากโทลูอีนเข้าตาจะเกิดการระคายเคือง ปวดแสบปวดร้อน เยื่อบุตาอักเสบ และเกิดรอยที่ กระจกตา อาการพิษเฉียบพลันมักทายได้ภายใน 48 ชั่วโมง เมื่อได้รับโทลูอีน เป็นระยะเวลานาน เช่น จากการทำงาน ทำให้มีความเสี่ยงต่อโรคมะเร็งเพิ่มขึ้น เช่น โรคมะเร็งทางเดินอาหาร โรคมะเร็งกระดูก เป็นต้น โดยเฉพาะผู้เสพติดประเภทดมกาวซึ่งสูดดมโทลูอีนเป็นเวลาตั้งแต่ 3 ถึง 15 ปี พบว่า มีผลต่อสติปัญญาและอารมณ์ผิดปกติ ทำให้รู้สึกมีอารมณ์เคลิบเคลิ้ม มึนเมา คล้ายเมาเหล้า ฉุนเฉียวง่าย เซื่องซึม และยังส่งผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง เช่น เบื่ออาหาร และต่อระบบประสาทอัตโนมัติ ทำให้การควบคุมการทำงานของระบบกล้ามเนื้อเสียไป เช่น ไม่สามารถหยิบจับหรือไม่มีแรงกำสิ่งของ เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมี

รายงานความเป็นพิษต่อปอด เกิดภาวะถุงลมโป่งพอง (Emphysema) ลมหายใจมีกลิ่นเหม็นและความเป็นพิษต่อตับและไต อาทิ ตับโต ความผิดปกติที่หลอดไต (Renal Tubule) ความผิดปกติของสมดุลอิเลกโตรไลท์ เป็นต้น รวมถึงมีผลต่อระบบเลือด เช่น ปริมาณของเม็ดเลือดแดงลดลง ความดันโลหิตต่ำ เม็ดเลือดแดงแตกง่าย และฮีโมโกลบินลดลง รวมถึงการกดไขกระดูก เป็นต้น ในผู้เสพติดที่เป็นหญิง อาจพบความผิดปกติของการเกิดประจำเดือน รวมไปถึงความผิดปกติของรอบระยะเวลาการเกิดประจำเดือน โดยเวลาปฏิบัติงานควรหลีกเลี่ยงการใช้งานที่อยู่ใกล้แหล่งประกายไฟใด ๆ และควรป้องกันตัวเองจากการสูดดมทินเนอร์ โดยจัดสถานที่ปฏิบัติงานให้โปร่งมีอากาศหมุนเวียนได้ดี และสวมหน้ากากอนามัยทุกครั้ง

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.10.1 สุภา จุฬคุปต์ [45] ศึกษาการแช่ใบบัวด้วยสารกลีเซอรีน 3 วันและอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อน แบบ Tray dry การทดสอบความหนา Teclock (มิลลิเมตร) พบว่า ใบบัวอัดแห้งธรรมชาติ (ไม่ได้แช่สารมีความหนาเฉลี่ย 0.342 มิลลิเมตร ซึ่งมีความหนามากกว่าใบบัวอัดแห้งทุกชนิด แต่จะมีความกรอบ ขาดง่าย สีไม่สวย ใบบัวแช่ 1 วัน และตากแดด ความหนาเฉลี่ย 0.321 มิลลิเมตร และขนาดบางที่สุด คือ กระดาษใบบัวอัดแห้งที่แช่สารกลีเซอรีน 3 วัน และตากแสงอาทิตย์ วัดความหนาเฉลี่ย 0.133 มิลลิเมตร ดัชนีความต้านทานแรงดันทะลุ เท่ากับ 1.57 kg/cm^2 ส่วนค่าดัชนีความต้านทานแรงฉีกขาด เท่ากับ 36.80 mN. m^2/g ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อกระดาษใบบัว อยู่ในระดับมาก

2.10.2 พรชัย บุญญิกา [46] การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการต้มเยื่อจากเปลือกโสนหางไก่ พบว่า โซเดียมไฮดรอกไซด์ ปริมาณร้อยละ 10 15 และ 20 ใช้เวลาในการต้ม 2 และ 3 ชั่วโมง จากนั้นคัดเลือกสิ่งที่มีความเหมาะสมมากที่สุด เพื่อนำไปผลิตเป็นกระดาษจากโสนหางไก่สะท้อนน้ำ แล้วนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ น้ำหนักมาตรฐานความหนา ความต้านแรงดันทะลุ ความต้านแรงฉีกขาดและทดสอบความสะท้อนน้ำ ดำเนินการผลิตกระดาษ และนำไปสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภค

2.10.3 เหมวรรณ มีเชาว์ [47] ศึกษาการฟอกขาวของเถาย่านางด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 50 (NaOH) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) และโซเดียมซิลิเกต ($Na_2Si_2O_7$) พบว่าสูตรที่ดีที่สุด คือ ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 50 (NaOH 50) ที่ 50 กรัม/ลิตร ไฮโรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่ 70 กรัม/ลิตร และโซเดียมซิลิเกต ($Na_2Si_2O_7$) ที่ 4 กรัม/ลิตร ทำการแช่ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ซึ่งสูตรดังกล่าวจะให้ผลความขาดของเส้นใยมากที่สุด

2.10.4 ทศพร โพธิ์เนียม [41] ศึกษาการผลิตชิ้นไม้อัดธูปฤาษีและการประยุกต์ใช้ สำหรับงานประดิษฐ์ พบว่า แผ่นชิ้นไม้อัดในอัตราส่วน ต้นธูปฤาษี: กาวยูเรียฟอร์มัลดิไฮด์: พาราฟินอิมัลชัน 50:75:10 มีความต้านทานแรงดัด 15 เมกะปาสคาล ความต้านทานแรงดึง 5.75 เมกะปาสคาล และค่า

ความชื้นร้อยละ 4.97 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นชิ้นไม้อัดราบ เหมาะสมที่จะนำมาประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ และผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับมาก

2.10.5 สุภิญญา ธาราดล [48] ศึกษาการพัฒนาซังข้าวโพดอัดขึ้นรูปเพื่องานประดิษฐ์ การนำซังข้าวโพดบดละเอียดผสมกับกาวลาเท็กซ์และกาวยูเรียฟอร์มัลดิไฮด์ ตามอัตราส่วน พบว่า แผ่นอัดซังข้าวโพดในอัตราส่วน ซังข้าวโพด: กาวลาเท็กซ์: กาวยูเรียฟอร์มัลดิไฮด์ 20 : 4 : 3 มีความต้านทานแรงดัด 9.23 เมกะปาสคาล ความต้านทานแรงดึง 2.92 เมกะปาสคาล และค่าความชื้นร้อยละ 11.07 จึงทำให้มีคุณสมบัติที่ดีต่อการอัดขึ้นรูปเพื่องานประดิษฐ์ และผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับมาก

2.10.6 ศศิธร คนทน [49] ศึกษาการพัฒนาเนื้อดินสีสำหรับโมเสกเซรามิกโทนสีซีเปีย การนำดินสีหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียสและเปรียบเทียบโทนสีซีเปีย ระหว่างเนื้อดินสีมาตรฐาน พบว่า เนื้อดินมีการหดตัวหลังการเผาร้อยละ 11.0 - 21.0 ค่าดูดซึมน้ำ ร้อยละ1.1 - 26.1 และมีสีของเนื้อดินเผาจากสีน้ำตาลเข้ม จนถึงสีขาวและเมื่อนำดินสีมาเปรียบเทียบกับสีมาตรฐาน พบว่า เนื้อดินสีสามารถเทียบเคียงกับสีมาตรฐานจำนวน 12 สี จาก 13 เมื่อนำเนื้อดินสีมาเรียงภาพเป็นโมเสกเซรามิก พบว่า เนื้อดินสีสามารถสร้างภาพโมเสกเซรามิก โดยภาพมีสีใกล้เคียงสีภาพอ้างอิง

2.10.7 ศิริขวัญ ถาชื่น [50] ศึกษาการสร้างชุดกิจกรรม เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตเน้นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับงานโมเสก พบว่า การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมในการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง แบบกลุ่มเล็ก และภาคสนาม มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.66 / 80.89 , 84.03 / 82.74 และ 86.72 / 84.17 ตามลำดับซึ่งเป็นไป ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้นักเรียนมีความสุข สนุกสนาน และเห็นประโยชน์ ของกิจกรรมที่เกี่ยวกับการนำไปใช้ในชีวิตจริง โดยเป็นการเชื่อมโยงการเรียนรู้ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตกับงานโมเสก อีกทั้งนักเรียนยังมีความรู้สึกตื่นเต้นและกระตือรือร้นกับกิจกรรมการเรียนการสอนที่ประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ และมีความภาคภูมิใจในผลงานของนักเรียน

ดังนั้น ผู้วิจัยได้นำผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาการใช้ปริมาณกลีเซอรีนและสารนุ่มประจุบวกในการปรับสภาพนุ่มเปลือกฝักมะรุม [45] ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ในขั้นตอนการแช่ล้างสิ่งสกปรกเปลือกฝักมะรุม [46 - 47] ศึกษาการใช้กาวยูเรียฟอร์มัลดิไฮด์และกาวลาเท็กซ์ เป็นวัสดุประสานชิ้นงานประดิษฐ์ [41, 48] และศึกษาเกี่ยวกับ ลวดลาย รูปแบบ การจัดเรียงภาพ เน้นการเชื่อมโยงกับงานโมเสก [49 - 50] ในการออกแบบเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบโมเสกธรรมชาติเปลือกฝักมะรุม

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุม เพื่องานประดิษฐ์มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษากระบวนการที่เหมาะสมในการปรับสภาพเปลือกฝักมะรุมให้เป็นโมเสกธรรมชาติ ประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ มีขั้นตอนและวิธีการวิจัย ดังต่อไปนี้

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 เปลือกฝักมะรุมสีน้ำตาล อายุ 3 - 6 เดือน พันธุ์ข้าวเหนียว จากกลุ่มชุมชนสมุนไพรในจังหวัดปทุมธานี

3.1.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ชนิดน้ำ (Sodium Hydroxide 50%) ยี่ห้อ Hyperz

3.1.3 กลีเซอรีน (Glycerin) จากบริษัท ฮงฮวด จำกัด

3.1.4 สารนุ่มประจุบวก Hisofter จากบริษัท เคมีภัณฑ์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด

3.1.5 กาวลาเท็กซ์ ยี่ห้อ ทีโอเอ LA-35A

3.1.6 สเปรย์แลกเกอร์เคลือบเงา ยี่ห้อ ทีโอเอ

3.2 วัสดุและอุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์สำหรับผลิตเปลือกฝักมะรุม

3.2.1.1 อ่างพลาสติก

3.2.1.2 กระบอกตวงของเหลว

3.2.1.3 มีด

3.2.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

3.2.2.1 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

1) เครื่องทดสอบความต้านแรงดึง ยี่ห้อ INSTRON รุ่น 3343

2) เครื่องทดสอบความชื้น ยี่ห้อ MEMMERT รุ่น UF 110

3) เครื่องทดสอบสี ยี่ห้อ EXACT รุ่น X-RITE PANTONE

4) เครื่องทดสอบมันวาว ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น MULIT GLOSS 268 PLUS

5) เครื่องทดสอบความหนา ยี่ห้อ INSIZE รุ่น Digital Outside Micrometer 3109

3.2.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

1) ผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากโมเสกธรรมชาติเปลือกฝักมะรุม

2) แบบทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค

3.2.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.2.3.1 โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.2.3.2 คอมพิวเตอร์แบบพกพา

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพเปลือกฝักมะรุมให้เป็นโมเสกธรรมชาติ

3.3.1.1 การเตรียมวัตถุดิบ

ทำการคัดเลือกฝักมะรุมสีน้ำตาล อายุประมาณ 3 - 6 เดือน ที่มีความยาวประมาณ 20 - 50 เซนติเมตร ลักษณะฝักมะรุมที่สมบูรณ์ สม่ำเสมอไม่มีรอยกัดแทะของแมลง หลังจากนั้นนำไปปรับสภาพตามกระบวนการ ดังแสดงในรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 กระบวนการล้างเปลือกฝักมะรุม

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก [46]

3.3.1.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมการปรับสภาพเปลือกฝักมะรุมให้เป็นโมเสกธรรมชาติ

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับนุ่มเปลือกฝักมะรุม ปัจจัยที่ทำการศึกษามี 2 ปัจจัย คือ ชนิดของสารแช่ปรับนุ่มฝักมะรุม แปรเป็น 2 ชนิด คือ สารนุ่มประจุบวก (ความเข้มข้นในอัตราส่วนน้ำ : สารนุ่มประจุบวก = 3 : 1) และกลีเซอรีน (ความเข้มข้นในอัตราส่วนน้ำ : กลีเซอรีน = 3 : 1) และระยะเวลาในการแช่ โดยแปรเป็น 3 ระดับ คือ 1 3 และ 5 วัน ทำการวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (Completely Randomized Design) จะได้ทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ชนิดของสารแช่ปรับนุ่มเปลือกฝักมะรุม

สิ่งทดลอง	ชนิดของสารแช่ (อัตราส่วน 1 : 3)	ระยะเวลา (วัน)
ควบคุม	น้ำ	1
ควบคุม	น้ำ	3
ควบคุม	น้ำ	5
1	สารนุ่มประจุบวก	1
2	สารนุ่มประจุบวก	3
3	สารนุ่มประจุบวก	5
4	กลีเซอรีน	1
5	กลีเซอรีน	3
6	กลีเซอรีน	5

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก [45]

3.3.1.3 การทดสอบสมบัติทางกายภาพ

นำเปลือกมะรุมจากข้อ 3.3.1.1 มาแช่สารปรับนุ่มตามชนิด และเวลาที่กำหนดในตารางที่ 3.1 เมื่อครบกำหนดนำเปลือกมะรุมที่ผ่านการปรับนุ่มมาอบแห้งในอุณหภูมิจนเหลือความชื้นระหว่างร้อยละ 10 - 12 นำเปลือกมะรุมทั้ง 6 สิ่งทดลอง ที่ปรับนุ่มไปทำการทดสอบความต้านแรงดึง ความชื้น ค่าสี ทำทั้งหมด 3 ซ้ำ มีรายการทดสอบดังนี้

1) การทดสอบความต้านแรงดึง ยี่ห้อ INSTRON รุ่น 3343

2) การทดสอบความชื้น ยี่ห้อ MEMMERT รุ่น UF 110

3) การวัดค่าสี การใช้เครื่องวัดสี EXACT รุ่น X - RITE PANTONE ใช้ระบบสี

CIELAB วัดค่า L* a* b* และ ΔE เวลาในการวัด <1 วินาที โดยกำหนดให้ L* มีค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 100

a* ที่เป็น + สีจะเป็นไปในทิศทางสีแดง

a* ที่เป็น - สีจะเป็นไปในทิศทางสีเขียว

b* ที่เป็น + สีจะเป็นไปในทิศทางสีเหลือง

b* ที่เป็น - สีจะเป็นไปในทิศทางสีน้ำเงิน

โดย Δ E คือ ค่าความแตกต่างของสี

4) การทดสอบมันวาว ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น MULIT GLOSS 268 PLUS

5) การทดสอบความหนา ยี่ห้อ INSIZE รุ่น Digital Outside Micrometer 3109

ผู้วิจัยทำการคัดเลือกสภาวะเปลือกฝักมะรุมปรับนุ่มที่เหมาะสมจำนวน 1 สูตร โดยพิจารณาจากความต้านแรงดึงสูงสุด ให้เป็นโมเสกธรรมชาติเพื่องานประดิษฐ์

3.3.2 ประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ

นำเปลือกฝักมะรุมผ่านการปรับนุ่ม จากตารางที่ 3.1 ผ่านการทดสอบสมบัติทางกายภาพ ที่เหมาะสมดีที่สุด หลังจากนั้นนำมาประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ จำนวน 3 แบบ ได้แก่ กล่องกระดาษทิชชู แผ่นรองแก้ว และแจกัน โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุม โดยมีขั้นตอนในการประดิษฐ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.2, 3.3 และ 3.4

3.3.2.1 กล่องกระดาษทิชชู

1) กล่องไม้สำเร็จตามขนาด 8 x 22 x 10 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.2

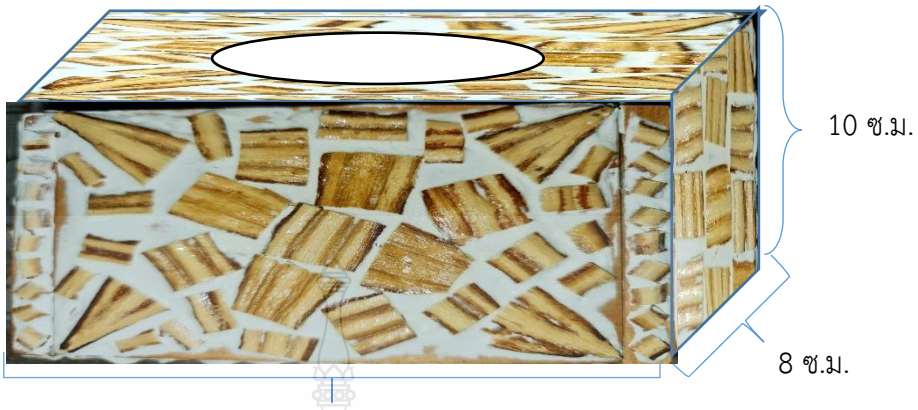
2) ทากาวบนกล่องไม้ให้ทั่ว นำโมเสกธรรมชาติที่ปรับสภาพตัดเป็นชิ้นเล็กๆ วางต่อกัน วางตามรูปแบบหรือลวดลายที่ร่างไว้ ทิ้งให้กาวแห้ง ประมาณ 30 นาที

3) ทาด้วยกาวยาแนวตามร่องโมเสกธรรมชาติ ทิ้งให้แห้งประมาณ 1 ชั่วโมง

4) ทำความสะอาดโมเสกด้วยฟองน้ำพักไว้ให้แห้งอีก 30 นาที ใช้ผ้าแห้งเช็ดฝุ่นให้สะอาด ทิ้งให้ชิ้นงานแห้งอีกประมาณ 24 ชั่วโมงก่อนนำไปใช้

5) เคลือบด้วยแล็กเกอร์ เพื่อเพิ่มความสวยงาม

แบบที่ 1



รูปที่ 3.2 กล่องใส่กระดาษทิชชูโมเสกธรรมชาติ

3.3.2.2 แผ่นรองแก้ว

1) แผ่นไม้สำเร็จตามที่ต้องการขนาด 10 x 10 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.3

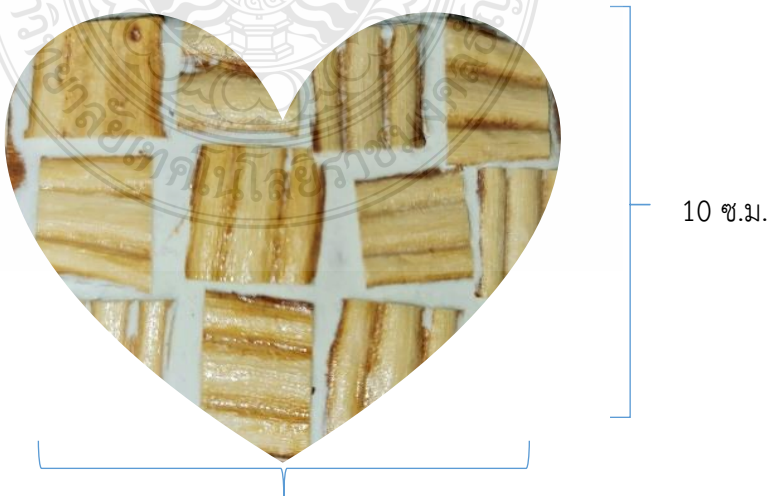
2) ทากาวบนแผ่นรองแก้วให้ทั่วนำโมเสกธรรมชาติตัดเป็นชิ้นเล็กๆวางต่อกันวางตามรูปแบบหรือลวดลายที่ร่างไว้ ทิ้งให้กาวแห้ง ประมาณ 30 นาที

3) ทาด้วยกาวยาแนวตามร่องโมเสกธรรมชาติ ทิ้งให้แห้งประมาณ 1 ชั่วโมง

4) ทำความสะอาดโมเสกด้วยฟองน้ำพักไว้ให้แห้งอีก 30 นาที ใช้ผ้าแห้งเช็ดฝุ่นให้สะอาด ทิ้งให้ชิ้นงานแห้งอีกประมาณ 24 ชั่วโมงก่อนนำไปใช้

5) เคลือบด้วยแล็กเกอร์ เพื่อเพิ่มความสวยงาม

แบบที่ 2



รูปที่ 3.3 แผ่นรองแก้วโมเสกธรรมชาติ

3.3.2.3 แจกัน

1) แจกันสำเร็จที่ต้องการขนาด 5 x 7.5 x 8 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.4

2) ทากาวบนแจกันให้ทั่ว นำโมเสกธรรมชาติปรับสภาพตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ต่อกันวางตามรูปแบบหรือลวดลายที่ร่างไว้ ทิ้งให้กาวแห้ง ประมาณ 30 นาที

3) ทาด้วยกาวยาแนวตามร่องโมเสกธรรมชาติ ทิ้งให้แห้งประมาณ 1 ชั่วโมง

4) ทำความสะอาดโมเสก ด้วยฟองน้ำพักไว้ให้แห้งอีก 30 นาที ใช้ผ้าแห้งเช็ดฝุ่นให้สะอาด ทิ้งให้ชิ้นงานแห้งอีกประมาณ 24 ชั่วโมงก่อนนำไปใช้

5) เคลือบด้วยแล็กเกอร์ เพื่อเพิ่มความสวยงาม

รูปที่ 3.4 แจกันโมเสกธรรมชาติ

3.3.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์โมเสกธรรมชาติเปลือกฝักมะรุม

สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์โมเสกธรรมชาติเปลือกฝักมะรุม ที่มีรูปแบบแตกต่างกัน ซึ่งการเก็บข้อมูลความพึงพอใจจากกลุ่มผู้บริโภค ผู้ประกอบการ จำนวน 100 คน ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ของผู้ตอบแบบสอบถาม คือ เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ และรายได้ โดยเฉลี่ยต่อเดือน ใช้สถิติค่าร้อยละและค่าเฉลี่ย

ส่วนที่ 2 ข้อมูลคะแนนความพึงพอใจ ของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ มีลักษณะการตอบแบบตรวจสอบรายการ (Check List) และระดับความพึงพอใจ แบบ (Rating Scale) โดยแปรเป็น 5 ระดับดังนี้

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ เป็นการตอบแบบสอบถามปลายเปิด โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามให้ข้อเสนอแนะที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ คือ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการประเมินความพึงพอใจ ใช้มาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 4.51 – 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 3.51 – 4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 2.51 – 3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 1.51 – 2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 1.00 – 1.50 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

3.4 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2564 – ตุลาคม พ.ศ. 2565

3.5 สถานที่ทำการทดลอง

3.5.1 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.5.2 คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิจารณ์

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุม เพื่องานประดิษฐ์มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษากระบวนการที่เหมาะสมในการปรับสภาพเปลือกฝักมะรุมให้เป็นโมเสกธรรมชาติ ประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ โดยมีผลการศึกษาและวิจารณ์ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพเปลือกฝักมะรุมให้เป็นโมเสกธรรมชาติ

ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพเปลือกฝักมะรุมให้เป็นโมเสกธรรมชาติ สภาวะที่เหมาะสมในการปรับนุ่มเปลือกฝักมะรุม ปัจจัยที่ทำการศึกษามี 2 ปัจจัย คือ ชนิดของสารแช่ปรับนุ่มฝักมะรุม แปรเป็น 2 ชนิด คือ สารนุ่มประจุบวก (ความเข้มข้นในอัตราส่วนน้ำ : สารนุ่มประจุบวก = 3 : 1) และกลีเซอรีน (ความเข้มข้นในอัตราส่วนน้ำ : กลีเซอรีน = 3 : 1) และระยะเวลาในการแช่ โดยแปรเป็น 3 ระดับ คือ 1, 3 และ 5 วัน ทำการวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (Completely Randomized Design) จะได้ทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง แล้วทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

4.1.1 ผลการทดสอบความต้านแรงดึงขาด ของเปลือกฝักมะรุมที่ได้จากกระบวนการปรับนุ่มทั้ง 6 สิ่งทดลอง ด้วยเครื่องทดสอบความต้านแรงดึง ยี่ห้อ INSTRON รุ่น 3343 ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยความต้านแรงดึงขาด ของเปลือกฝักมะรุมที่ผ่านการแช่สารในระยะเวลาต่างกัน

สิ่งทดลองที่	ชนิดของสารแช่ (อัตราส่วน 1 : 3)	ระยะเวลา (วัน)	ค่าความต้านแรงดึง (นิวตัน) $\bar{x}$ ± S.D.
ควบคุม 1	น้ำ	1	10.83^{a} ± 1.27
ควบคุม 2	น้ำ	3	8.12^{ab} ± 1.99
ควบคุม 3	น้ำ	5	10.73^{b} ± 0.60
1	สารนุ่มประจุบวก	1	4.15^{c} ± 0.87
2	สารนุ่มประจุบวก	3	4.83^{c} ± 2.19
3	สารนุ่มประจุบวก	5	5.92^{bc} ± 2.06
4	กลีเซอรีน	1	6.59^{bc} ± 1.75
5	กลีเซอรีน	3	5.30^{bc} ± 1.08
6	กลีเซอรีน	5	6.77^{bc} ± 0.88

หมายเหตุ ^{abc} ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบความต้านแรงดึงขาด ซึ่งใช้สารแช่ พบว่า มีค่าความต้านแรงดึงขาดสูงที่สุด คือ 6.77 นิวตัน รองลงมาคือ มีค่าความต้านแรงดึงขาด คือ 6.59 นิวตัน และมีค่าความต้านแรงดึงขาดน้อยที่สุด คือ 4.15 นิวตัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าเปลือกฝักมะรุมที่ได้จากกระบวนการปรับนุ่ม ทั้ง 6 สิ่งทดลอง มีค่าความต้านแรงดึงขาดน้อยกว่าเปลือกฝักมะรุมที่ไม่ใช้สารปรับนุ่ม ซึ่งจะเห็นได้ว่า การใช้สารนุ่มประจุบวกและกลีเซอรีนส่งผลทำให้เปลือกฝักมะรุมมีสมบัติในด้านความอ่อนนุ่มเพิ่มขึ้น เนื่องจาก กลีเซอรีน เป็นสารจำพวก Hydrocopic มีคุณสมบัติดูดซับความชื้นในบรรยากาศได้ดี ทำให้เปลือกฝักมะรุมมีความอ่อนนุ่ม และความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการใช้สารประจุบวก ซึ่งเป็นโมเลกุลที่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophillic Group) และส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic Group) ทำหน้าที่ช่วยทำให้เปลือกฝักมะรุมเปียก เกิดการเกาะกับไขมัน จึงส่งผลให้เปลือกฝักมะรุมมีความนุ่มมากขึ้น จึงทำให้เปลือกฝักมะรุมสามารถนำมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ง่าย ซึ่งถือว่าเป็นประโยชน์ในการนำมาผลิตเป็นโมเสกธรรมชาติ สอดคล้องกับแนวคิดของ สุวัฒน์ สิงห์เทพ [33] ที่กล่าวเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์รูปทรงธรรมชาติ (Natural Form) ซึ่งเป็นรูปทรงของพืช กรวด หิน หรือสัตว์ ทำให้มนุษย์ได้รับแรงบันดาลใจในแง่มุมที่แตกต่างกัน เช่น ความเป็นระเบียบ ความลงตัวอย่างมีแบบแผน (Order) เป็นต้น ล้วนถ่ายทอดความคิดออกในรูปของผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองคุณประโยชน์ทางการใช้สอยแก่มนุษย์ทั้งทางร่างกายและจิตใจ

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นของเปลือกฝักมะรุมที่ได้จากกระบวนการปรับนุ่ม ทั้ง 6 สิ่งทดลอง ด้วยเครื่องทดสอบความชื้น ยี่ห้อ MEMMERT รุ่น UF 110 ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยความชื้น ของเปลือกฝักมะรุมที่ได้จากกระบวนการปรับนุ่ม

สิ่งทดลองที่	ชนิดของสารแช่ (อัตราส่วน 1 : 3)	ระยะเวลา (วัน)	ค่าความชื้น (ร้อยละ) $\bar{x}$ ± S.D.
ควบคุม 1	น้ำ	1	5.07^{cd} ± 0.33
ควบคุม 2	น้ำ	3	5.79^{c} ± 0.54
ควบคุม 3	น้ำ	5	6.06^{c} ± 0.27
1	สารนุ่มประจุบวก	1	3.21^{d} ± 1.96
2	สารนุ่มประจุบวก	3	3.34^{d} ± 0.30
3	สารนุ่มประจุบวก	5	4.26^{cd} ± 0.12
4	กลีเซอรีน	1	9.75^{b} ± 0.47
5	กลีเซอรีน	3	11.91^{a} ± 0.40
6	กลีเซอรีน	5	11.11^{ab} ± 0.91

หมายเหตุ ^{abc} ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความชื้น พบว่า สิ่งทดลองที่ 5 มีค่าเฉลี่ยของความชื้นมากที่สุด คือ ร้อยละ 11.91 รองลงมา คือ สิ่งทดลองที่ 6 มีค่าเฉลี่ยความชื้นเท่ากับร้อยละ 11.11 และสิ่งทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความชื้นน้อยที่สุด เท่ากับ 3.21 สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไม้ควรมีความชื้นที่น้อย เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อรา สอดคล้องกับ ศิวารักษ์ สหัสรังสี [28] กล่าวไว้ว่า สารลดแรงตึงผิวหรือสารนุ่มที่มีประจุบวกเป็นสารต้านการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เมื่อใส่สารลดแรงตึงผิวลงในน้ำ สารลดแรงตึงผิวจะไปลดแรงตึงผิวของน้ำทำให้เกิดกระบวนการเกิดฟอง การทำให้เปียก และกระบวนการทำความสะอาด เป็นต้น โดยส่วนหางของสารลดแรงตึงผิวที่ไม่ชอบน้ำจะเกาะกับไขมันหรือสิ่งสกปรกที่ไม่ชอบน้ำที่อยู่บนพื้นผิววัตถุ ส่วนหัวที่ชอบน้ำจะหันไปสัมผัสกับโมเลกุลของน้ำ ซึ่งสารลดแรงตึงผิวจะเกาะกันจำนวนมากเกิดเป็นอนุภาคขนาดเล็กที่ละลายตัวในน้ำได้ เรียกว่า ไมเซลล์ (Micelle) โดยไขมันหรือสิ่งสกปรกจะอยู่บริเวณแกนกลางของโครงสร้างไมเซลล์ และสอดคล้องกับมาตรฐาน มยผ. 1223 [31] การทดสอบค่าความชื้นของไม้ ควรมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 10 - 14 เพื่อเป็นการป้องกันการหยุดการเติบโตของเชื้อราและจุลินทรีย์ ซึ่งอาจส่งผลกระทบทำให้ผลิตภัณฑ์จากไม้เกิดความเสียหาย

4.1.3 การทดสอบค่าสีของเปลือกฝักมะรุมที่ได้จากกระบวนการปรับนุ่ม ทั้ง 6 สิ่งทดลอง ด้วยเครื่องวัดสี EXACT รุ่น X-RITE PANTONE ใช้ระบบสี CIELAB วัดค่า L* a* b* และ ΔE เวลาในการวัด <1 วินาที โดยกำหนดให้ L* มีค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 100 ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าสี ของเปลือกฝักมะรุมที่ได้จากกระบวนการปรับนุ่ม

สิ่งทดลองที่	ชนิดของสารแช่	ระยะเวลา	ค่าสี			
			L*	a*	b*	TCD (Delta E)
	(อัตราส่วน 1 :3)	(วัน)	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$ ± S.D.	$\bar{x}$
ควบคุม 1	น้ำ	1	69.81^{c} ± 3.25	6.51^{b} ± 0.33	32.50^{ab} ± 0.88	-
ควบคุม 2	น้ำ	3	71.94^{cd} ± 2.16	8.79^{a} ± 0.77	33.90^{a} ± 0.77	-
ควบคุม 3	น้ำ	5	77.57^{ab} ± 1.91	6.11^{bc} ± 0.39	30.21^{bc} ± 1.38	-
1	สารนุ่มประจุบวก	1	79.29^{a} ± 0.40	4.01^{e} ± 0.50	31.62^{ab} ± 2.72	9.84^{a}
2	สารนุ่มประจุบวก	3	77.99^{a} ± 2.38	5.46^{bcd} ± 1.23	32.67^{ab} ± 1.36	7.02^{e}
3	สารนุ่มประจุบวก	5	75.43^{abc} ± 2.93	4.81^{de} ± 0.59	29.69^{bc} ± 2.90	2.55^{f}
4	กลีเซอรีน	1	75.92^{abc} ± 2.51	4.52^{de} ± 0.31	27.05^{cd} ± 2.35	8.42^{c}
5	กลีเซอรีน	3	73.49^{bcd} ± 2.38	5.14^{cde} ± 0.31	27.73^{cd} ± 1.63	7.34^{d}
6	กลีเซอรีน	5	70.08^{c} ± 2.33	5.37^{cd} ± 0.43	25.89^{d} ± 0.21	8.68^{b}

หมายเหตุ ^{abc} ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่าสี ทั้ง 6 สิ่งทดลอง สามารถอธิบายได้ดังนี้

ค่าความสว่าง (Lightness : L*) พบว่า สิ่งทดลองที่ 1 มีค่าความสว่างสูงที่สุด คือ 79.29 รองลงมา คือ สิ่งทดลองที่ 2 มีค่าความสว่าง คือ 77.99 และสิ่งทดลองที่ 6 มีค่าความสว่างน้อยที่สุด คือ 70.08

ค่าสีแดงและสีเขียว (a*) โดยถ้าค่า a* เป็นบวก (+a*) จะปรากฏสีแดง และถ้าค่า a เป็นลบ (-a*) จะปรากฏสีเขียว พบว่า ค่า a* จากการทดลองเป็นบวก จึงปรากฏเป็นสีแดง ดังนี้ สิ่งทดลองที่มีค่าสีแดงสูงที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 2 มีค่าสีแดง คือ 5.46 รองลงมา คือ สิ่งทดลองที่ 6 มีค่าสีแดง คือ 5.37 และสิ่งทดลองที่ 1 มีค่าสีแดงน้อยที่สุด คือ 4.01

ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (b*) โดยถ้าค่า b* เป็นบวก (+b*) จะปรากฏสีเหลือง และถ้าค่า b* เป็นลบ (-b*) จะปรากฏค่าสีน้ำเงิน พบว่า ค่า b* จากการทดลองเป็นบวก จึงปรากฏเป็นสีเหลือง ดังนี้ สิ่งทดลองที่มีค่าสีเหลืองสูงที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 2 มีค่าสีเหลือง คือ 32.67 รองลงมาคือ สิ่งทดลองที่ 1 มีค่าสีเหลือง คือ 31.62 และสิ่งทดลองที่ 6 มีค่าสีเหลืองน้อยที่สุด คือ 25.89

และค่ามาตรฐานค่าความต่างสีหรือผิดเพี้ยนของสี (Delta E) พบว่า สิ่งทดลองที่ 1 มีค่าความต่างสีสูงที่สุด คือ 9.84 รองลงมา คือ สิ่งทดลองที่ 6 มีค่าความต่างสี คือ 8.68 และสิ่งทดลองที่ 3 มีค่าความต่างสีน้อยที่สุดคือ 2.55

จากผลการทดลอง ทำให้ทราบว่า การใช้สารนุ่มประจุบวกและกลีเซอรีนส่งผลต่อค่าความสว่าง (L*) ของเปลือกฝักมะรุม ซึ่งมีแนวโน้มที่สว่างขึ้น ค่าสีแดงและสีเขียว (a*) ปรากฏเป็นสีแดง แต่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมทั้ง 3 สิ่งทดลอง และค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (b*) ปรากฏเป็นสีเหลือง จึงสามารถสรุปได้ว่า สารนุ่มประจุบวกและกลีเซอรีนในปริมาณที่แตกต่างกันและระยะเวลาในการแช่ที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อสีของเปลือกฝักมะรุม ซึ่งทำให้สว่างขึ้น สีแดงลดลงและมีสีเหลือง และพบว่าสภาวะที่เหมาะสม คือ สิ่งทดลองที่ 1 ใช้สารนุ่มประจุบวก ระยะเวลาในการแช่ 1 วัน เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากมีค่าความสว่าง ค่าสีแดงน้อยที่สุด มีค่าสีเหลืองรองเป็นอันดับที่ 2 และมีค่าความต่างสีสูงที่สุด ซึ่งเหมาะสำหรับการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป

4.1.4 การทดสอบค่าความหนาของเปลือกฝักมะรุมที่ได้จากกระบวนการปรับนุ่ม ทั้ง 6 สิ่งทดลอง ด้วยเครื่องทดสอบความหนา ยี่ห้อ INSIZE รุ่น Digital Outside Micrometer 3109 ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าความหนา ของเปลือกฝักมะรุมที่ได้จากกระบวนการปรับนุ่ม

สิ่งทดลองที่	ชนิดของสารแช่ (อัตราส่วน 1 :3)	ระยะเวลา (วัน)	ค่าความหนา (มิลลิเมตร/นิ้ว) $\bar{x}$ ± S.D.
ควบคุม 1	น้ำ	1	2.20^{ab} ± 0.22
ควบคุม 2	น้ำ	3	2.19^{ab} ± 0.15
ควบคุม 3	น้ำ	5	1.90^{b} ± 0.16
1	สารนุ่มประจุบวก	1	1.89^{b} ± 0.11
2	สารนุ่มประจุบวก	3	2.39^{a} ± 0.16
3	สารนุ่มประจุบวก	5	2.33^{ab} ± 0.02
4	กลีเซอรีน	1	2.38^{a} ± 0.02
5	กลีเซอรีน	3	2.26^{ab} ± 0.08
6	กลีเซอรีน	5	2.30^{ab} ± 0.17

หมายเหตุ ^{abc} ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่าความหนา พบว่า สิ่งทดลองที่ 2 มีค่าความหนาสูงที่สุด คือ 2.39 มิลลิเมตร/นิ้ว รองลงมา คือ สิ่งทดลองที่ 4 มีค่าความหนา คือ 2.38 มิลลิเมตร/ นิ้ว และสิ่งทดลองที่ 1 มีค่าความหนาน้อยที่สุด คือ 1.89 มิลลิเมตร/นิ้ว จะเห็นได้ว่าสมบัติด้านความหนาของเปลือกฝักมะรุมมีขนาดที่ใกล้เคียงกันทั้ง 6 สิ่งทดลอง คือ มีความหนาเฉลี่ย 1.89 - 2.39 มิลลิเมตร/ นิ้ว เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมทั้ง 3 สิ่งทดลอง ซึ่งมีความหนาเฉลี่ย คือ 1.90 - 2.20 มิลลิเมตร/ นิ้ว จึงทำให้ทราบว่าสารนุ่มประจุบวกและกลีเซอรีนไม่ได้ทำให้ความหนาของเปลือกฝักมะรุม มีสมบัติที่แตกต่างกันมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุม สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุกฤต มากศรทรง [51] กล่าวว่าเปลือกมะรุมมีองค์ประกอบทางเคมี ประกอบด้วย ความชื้น ร้อยละ 7.22 เถ้า ร้อยละ 7.00 โปรตีน ร้อยละ 14.92 ไขมัน ร้อยละ 1.58 เส้นใย ร้อยละ 22.28 และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 46.95 ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวส่งผลให้เปลือกฝักมะรุมมีความหนา ดังตารางที่ 4.4 เพื่อเป็นแนวทางนำไปสู่การพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งประดิษฐ์ต่อไป

4.1.5 การทดสอบความมันวาว ของเปลือกฝักมะรุมที่ได้จากกระบวนการปรับนุ่ม ทั้ง 6 สิ่งทดลอง ด้วยเครื่องทดสอบความมันวาว ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น MULIT GLOSS 268 PLUS ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยความมันวาว ของเปลือกฝักมะรุมที่ได้จากกระบวนการปรับนุ่ม

สิ่งทดลองที่	ชนิดของสารแช่ (อัตราส่วน 1 :3)	ระยะเวลา (วัน)	ค่าความมันวาว (GU) $\bar{x}$ ± S.D.
ควบคุม 1	น้ำ	1	2.17^{ab} ± 0.06
ควบคุม 2	น้ำ	3	2.13^{b} ± 0.06
ควบคุม 3	น้ำ	5	2.50^{a} ± 0.35
1	สารนุ่มประจุบวก	1	2.43^{ab} ± 0.23
2	สารนุ่มประจุบวก	3	2.30^{ab} ± 0.00
3	สารนุ่มประจุบวก	5	2.27^{ab} ± 0.21
4	กลีเซอรีน	1	2.40^{ab} ± 0.17
5	กลีเซอรีน	3	2.10^{b} ± 0.10
6	กลีเซอรีน	5	2.37^{ab} ± 0.12

หมายเหตุ ^{abc} ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบความมันวาว พบว่า สิ่งทดลองที่ 1 มีค่าความมันวาวสูงที่สุด คือ 2.43 รองลงมา คือ สิ่งทดลองที่ 4 มีค่าความมันวาว คือ 2.40 และสิ่งทดลองที่ 5 มีค่าความมันวาวที่น้อยที่สุด คือ 2.10 ทำให้เห็นได้ว่าค่าความมันวาวของเปลือกฝักมะรุมที่แช่ด้วยสารนุ่มประจุบวกและกลีเซอรีน มีค่าเฉลี่ย 2.10 - 2.43 ซึ่งมีค่าที่ใกล้เคียงกับเปลือกฝักมะรุมที่เป็นตัวควบคุม ซึ่งไม่ได้ใช้สารนุ่มประจุบวกและกลีเซอรีน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.13 - 2.50 จึงสรุปได้ว่า สารนุ่มประจุบวกและกลีเซอรีนไม่ได้ส่งผลมากนักกับสมบัติด้านความมันวาวของเปลือกฝักมะรุม แสดงให้เห็นว่าเปลือกฝักมะรุมมีสมบัติความมันวาวตามธรรมชาติ เมื่อนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์แล้ว จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเฉพาะตัว สอดคล้องกับงานวิจัยของ วริศชนม์ นิลนนท์ และคณะ [52] ได้ทำการศึกษาเรื่อง ภาชนะจากเส้นใยเปลือกทุเรียน กล่าวไว้ว่า ภาชนะจากเส้นใยเปลือกทุเรียนมีลักษณะของความมันวาวที่ดี และมีความสามารถในการต้านทานต่อการซึมผ่านของน้ำและน้ำมันได้ดี มีความสามารถในการขึ้นรูปได้ง่ายและน้ำหนักเบา

ดังนั้น สภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพเปลือกฝักมะรุมให้เป็นโมเสกธรรมชาติ จึงเลือกสิ่งทดลองที่ 1 คือ การใช้สารนุ่มประจุบวกเป็นสารแช่ และระยะเวลาในการแช่ 1 วัน ทำให้เปลือกฝักมะรุม มีค่าความต้านแรงดึงน้อยที่สุด คือ 4.15 นิวตัน ค่าความชื้นน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 3.21 ค่าความสว่าง (L*) สูงที่สุด คือ 79.29 ค่าสีแดงและสีเขียว (a*) ปรากฏสีแดงน้อยที่สุด คือ 4.01 ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (b*) ปรากฏสีเหลืองรองเป็นอันดับที่ 2 คือ 31.62 ค่าความต่างสี (Delta E) สูงสุด คือ 9.84 ค่าความหนา น้อยที่สุด คือ 1.89 มิลลิเมตร/นิ้ว ค่าความมันวาวสูงที่สุด คือ 2.43

โดยการพิจารณาเลือกจากสมบัติด้านค่าต้านแรงดึงน้อยที่สุดเป็นสมบัติหลัก เพราะส่งผลต่อสมบัติด้านความอ่อนตัวของเปลือกฝักมะรุม ทำให้สามารถนำมาผลิตเป็นโมเสกธรรมชาติได้ง่าย และพิจารณาจากสมบัติรอง คือ สมบัติด้านความชื้นที่น้อยที่สุด เพราะความชื้นสูงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไม้มีโอกาสเกิดเชื้อราสูงด้วย หลังจากนั้นจึงนำเปลือกฝักมะรุมที่ได้จากการทดลองไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าปริมาณกลีเซอรีนและสารนุ่มประจุบวกที่ต่างกันจะมีผลต่อคุณภาพโมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมที่ต่างกัน

4.2 ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ

4.2.1 โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุม

การผลิตโมเสกธรรมชาติเปลือกฝักมะรุม ที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพ นำมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ตามขนาดที่ต้องการ นำมาเรียงต่อกันเป็นภาพ ลวดลาย ด้วยวัสดุประสาน ติดบนชิ้นงานผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุม

4.2.2 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากเปลือกฝักมะรุม สามารถประดิษฐ์เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบได้จำนวน 3 ประเภท คือ ผลิตภัณฑ์รูปแบบกล่องไม้สำหรับใส่กระดาษทิชชูจากเปลือกฝักมะรุม ผลิตภัณฑ์รูปแบบแผ่นรองแก้วจากเปลือกฝักมะรุม ผลิตภัณฑ์รูปแบบแจกันจากเปลือกฝักมะรุม

4.2.2.1 ผลิตภัณฑ์รูปแบบกล่องไม้สำหรับใส่กระดาษทิชชูจากเปลือกฝักมะรุม ขนาด 8 x 22 x 10 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 ผลิตภัณฑ์รูปแบบกล่องไม้สำหรับใส่กระดาษทิชชูจากเปลือกฝักมะรุม

4.2.2.2 ผลิตภัณฑ์รูปแบบแผ่นรองแก้วจากเปลือกฝักมะรุม ดังแสดงในรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 ผลิตภัณฑ์รูปแบบแผ่นรองแก้วจากเปลือกฝักมะรุม

4.2.2.3 ผลิตภัณฑ์รูปแบบแจกันจากเปลือกฝักมะรุม ขนาด 5 x 7.5 x 8 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 ผลิตภัณฑ์รูปแบบแจกันจากเปลือกฝักมะรุม

4.3 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ

ผลการสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนาโมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ การเก็บข้อมูลความพึงพอใจจากกลุ่มผู้บริโภค ผู้ประกอบการ จำนวน 100 คน ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) ข้อมูลเบื้องต้น ของผู้ตอบแบบสอบถาม 2) ข้อมูลคะแนนความพึงพอใจ ของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ และ 3) ข้อเสนอแนะ ได้ผลการสำรวจ ดังแสดงในตารางที่ 4.6 - 4.7

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม n=100

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	21	21.00
หญิง	79	79.00
รวม	100	100.00
ช่วงอายุ		
อายุ 10-19 ปี	5	5.00
อายุ 20-29 ปี	15	15.00

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
อายุ 30-39 ปี	43	43.00
อายุ 40-49 ปี	27	27.00
อายุ 50-59 ปี	8	8.00
อายุ 60 ปีขึ้นไป	2	2.00
รวม	100	100.00
ระดับการศึกษา		
ระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.	5	5.00
ระดับ ปวส. / อนุปริญญา	30	30.00
ระดับ ปริญญาตรี	55	55.00
ระดับ ปริญญาโท	10	10.00
ระดับ ปริญญาเอก	0	0.00
อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	10	10.00
รับราชการ พนักงาน ลูกจ้างของรัฐ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	55	55.00
พนักงาน/ลูกจ้างเอกชน	15	15.00
ธุรกิจส่วนตัว/ประกอบอาชีพอิสระ	20	20.00
รวม	100	100.00
รายได้		
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท	15	15.00
10,001 – 15,000 บาท	25	25.00
15,001 – 20,000 บาท	18	18.00
20,001 – 25,000 บาท	20	20.00
25,001 – 30,000 บาท	15	15.00
รายได้สูงกว่า 30,000 บาท	7	7.00
รวม	100	100.00

จากตารางที่ 4.6 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า จากจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 100 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 79 คน คิดเป็นร้อยละ 79 มีช่วงอายุ 30-39 ปี คิดเป็นร้อยละ 39 มีการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 55 คิดเป็นร้อยละ 55 มีอาชีพ รับราชการ พนักงาน ลูกจ้างของรัฐ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ จำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 55 และมีรายได้ 10,001 - 15,000 บาท จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 25

ตารางที่ 4.7 ผลความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุม

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ	
	$\bar{X}$ ± S.D.	แปรผล
1. ความสวยงามของผลิตภัณฑ์	4.29 ± 0.52	มาก
2. ผิวสัมผัสของผลิตภัณฑ์	4.22 ± 0.50	มาก
3. ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง	4.18 ± 0.54	มาก
4. ผลิตภัณฑ์นำไปใช้งานได้จริง	4.29 ± 0.48	มาก
5. ความเหมาะสมในการนำเปลือกฝักมะรุมมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์	4.20 ± 0.51	มาก
6. ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ด้วยโมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุม มีความแปลกใหม่น่าสนใจ	4.27 ± 0.45	มาก
7. วัสดุที่ใช้ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม	4.35 ± 0.48	มาก
8. ผลิตภัณฑ์นี้สามารถจัดจำหน่ายได้	4.36 ± 0.48	มาก
9. ความพึงพอใจโดยรวม	4.27 ± 0.49	มาก
รวม	4.27 ± 0.49	มาก

จากตารางที่ 4.7 ผลความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 100 คน มีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 โดยมีความพึงพอใจในด้าน ผลิตภัณฑ์นี้สามารถจัดจำหน่ายได้สูงสุด รองลงมาคือ ด้านวัสดุที่ใช้ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม และผลิตภัณฑ์นำไปใช้งานได้จริง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 4.35 และ 4.29 ตามลำดับ

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุม เพื่องานประดิษฐ์มีวัตถุประสงค์ ศึกษากระบวนการที่เหมาะสมในการปรับสภาพเปลือกฝักมะรุมให้เป็นโมเสกธรรมชาติประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ ได้ทำการสรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพเปลือกฝักมะรุมให้เป็นโมเสกธรรมชาติ

ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพเปลือกฝักมะรุมให้เป็นโมเสกธรรมชาติ สภาวะที่เหมาะสมในการปรับนุ่มเปลือกฝักมะรุม ปัจจัยที่ทำการศึกษามี 2 ปัจจัย คือ ชนิดของสารแช่ปรับนุ่มฝักมะรุม แปรเป็น 2 ชนิด คือ สารนุ่มประจุบวก (ความเข้มข้นในอัตราส่วนน้ำ : สารนุ่มประจุบวก = 3 : 1) และกลีเซอรีน (ความเข้มข้นในอัตราส่วนน้ำ : กลีเซอรีน = 3 : 1) และระยะเวลาในการแช่ โดยแปรเป็น 3 ระดับ คือ 1, 3 และ 5 วัน ทำการวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (Completely Randomized Design) จะได้ทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง แล้วทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพ พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการปรับสภาพเปลือกฝักมะรุมให้เป็นโมเสกธรรมชาติ จึงเลือกสิ่งทดลองที่ 1 คือ การใช้สารประจุบวกเป็นสารแช่ และระยะเวลาในการแช่ 1 วัน ทำให้เปลือกฝักมะรุม มีค่าความต้านแรงดึง คือ 4.15 นิวตัน ค่าความชื้นน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 3.21 ค่าความสว่าง (L*) สูงที่สุด คือ 79.29 ค่าสีแดงและสีเขียว (a*) ปรากฏสีแดงน้อยที่สุด คือ 4.01 ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (b*) ปรากฏสีเหลืองรองเป็นอันดับที่ 2 คือ 31.62 ค่าความต่างสี (Delta E) สูงสุด คือ 9.84 ค่าความหนาน้อยที่สุด คือ 1.89 มิลลิเมตร/นิ้ว ค่าความมันวาวสูงที่สุด คือ 2.43 โดยการพิจารณาเลือกจากสมบัติด้านค่าต้านแรงดึงน้อยที่สุดเป็นสมบัติหลัก เพราะส่งผลต่อสมบัติด้านความอ่อนตัวของเปลือกฝักมะรุม ทำให้สามารถนำมาผลิตเป็นโมเสกธรรมชาติได้ง่าย และพิจารณาจากสมบัติรอง คือ สมบัติด้านความชื้นที่น้อยที่สุด เพราะความชื้นสูงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไม้มีโอกาสเกิดเชื้อราสูงด้วย หลังจากนั้นจึงนำเปลือกฝักมะรุมที่ได้จากการทดลองไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป

5.2 สรุปผลการประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ

ผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากเปลือกฝักมะรุม สามารถประดิษฐ์เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบได้จำนวน 3 ประเภท คือ ผลิตภัณฑ์รูปแบบกล่องไม้สำหรับใส่กระดาษทิชชูจากเปลือกฝักมะรุม ผลิตภัณฑ์รูปแบบแผ่นรองแก้วจากเปลือกฝักมะรุม ผลิตภัณฑ์รูปแบบแจกันจากเปลือกฝักมะรุม

5.3 สรุปผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ

ผลการสำรวจความพึงพอใจที่มีต่อการพัฒนาโมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ การเก็บข้อมูลความพึงพอใจจากกลุ่มผู้บริโภค ผู้ประกอบการ จำนวน 100 คน ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) ข้อมูลทั่วไป ของผู้ตอบแบบสอบถาม 2) ข้อมูลคะแนนความพึงพอใจ ของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ และ 3) ข้อเสนอแนะ มีผลการสำรวจ คือ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า จากจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 100 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 79 คน คิดเป็นร้อยละ 79 มีช่วงอายุ 30 - 39 ปี คิดเป็นร้อยละ 39 มีการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 55 คิดเป็นร้อยละ 55 มีอาชีพ รับราชการ พนักงาน ลูกจ้างของรัฐ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ จำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 55 และมีรายได้ 10,001 - 15,000 บาท จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 25 และผลความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 100 คน มีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 โดยมีความพึงพอใจในด้าน ผลิตภัณฑ์นี้สามารถจัดจำหน่ายได้สูงสุด รองลงมาคือ ด้านวัสดุที่ใช้ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม และผลิตภัณฑ์นำไปใช้งานได้จริง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 4.35 และ 4.29 ตามลำดับ

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งนี้

5.4.1.1 ควรมีการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายมากขึ้น เพื่อตอบโจทย์การใช้สอยของผู้บริโภค

5.4.1.2 ควรใส่อุปกรณ์ป้องกันมือในการขูดเยื่อเปลือกฝักมะรุมในกระบวนการลอกเยื่อ

5.4.1.3 ควรใช้เครื่องช่วยขูดเยื่อเพื่อให้มีความสม่ำเสมอของเปลือกฝักมะรุม

5.4.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.4.2.1 ควรศึกษาสารแช่ปรับนุ่มโดยใช้สารธรรมชาติ สารสกัดจากสมุนไพร สารสกัดจากพืช และสารสกัดจากผลไม้

5.4.2.2 ควรใช้เครื่องช่วยขูดเยื่อให้มีความสม่ำเสมอส่งผลต่อความหนาของเปลือกฝักมะรุมเพื่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

5.4.2.3 ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการวิเคราะห์องค์ประกอบของสารช่วยติดเพื่อช่วยยืดอายุการใช้งาน

5.4.2.4 ควรศึกษาเรื่องการย้อมสีเปลือกฝักมะรุมเพื่องานประดิษฐ์

5.4.2.5 ควรศึกษาเกี่ยวกับการนำเปลือกฝักมะรุมมาประดิษฐ์เครื่องจักสาน

บรรณานุกรม

[1] สารานุกรมเสรี, *(ออนไลน์),* 2564, สืบค้นได้จาก: https://th.wikipedia.org/wiki/ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย, (22 พฤษภาคม 2564).

[2] *ความหมาย (ออนไลน์)*, 2560, สืบค้นได้จาก:https://medthai.com/มะรุม, (13 มกราคม 2563).

[3] อดุลย์ศักดิ์ ไชยราช, "ประโยชน์ผักพื้นบ้าน," *ภูมิปัญญาไทย*, 2560, (ออนไลน์) สืบค้นได้จาก: https://www.technologychaoban.com/มะรุมผักพื้นบ้าน, (13 มกราคม 2563).

[4] ปฐม โสมวงศ์, คุณค่าทางอาหารและทางยาของสมุนไพรมะรุม, ภาควิชาเภสัชเวทและเภสัชพฤกษศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

[5] ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์, "มะรุมพืชมหัศจรรย์," *วารสารอาหาร*, ปีที่ 41, ฉ. 2 เมษายน-มิถุนายน 2554.

[6] วรรณพร อินทร์ก้อนวงค์, "การใช้เนื้อฝักมะรุมและใบมะรุมผงในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กเพื่อสุขภาพ," วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2555.

[7] นวพร ลาภส่งผล, "ผลของตัวทำละลายในการสกัดมะรุมต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการต้านออกซิเดชัน," ในรายงานการประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน, คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ครั้งที่ 6, 2561, นน. 522.

[8] สารานุกรมเสรี, *คุณค่าทางโภชนาการ (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., สืบค้นได้จาก: https://th.wikipedia.org/wiki/มะรุม, (13 มกราคม 2563).

[9] สารานุกรมเสรี, *งานโมเสก (ออนไลน์)*, ม.ป.ป., สืบค้นได้จาก: https://th.wikipedia.org/wiki/โมเสก, (17 กรกฎาคม 2563).

[10] กรมการค้าต่างประเทศ, *สิ่งประดิษฐ์ทำด้วยไม้* (ออนไลน์), 2558, สืบค้นได้จาก: http://www.dft.go.th/สิ่งประดิษฐ์ที่ทำด้วยไม้ ตามแนวชายแดนจังหวัดตากและจังหวัดกาญจนบุรี, (17 พฤษภาคม 2563).

[11] *มะรุมต้นไม้มหัศจรรย์.* ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตรจังหวัดระยอง (พืชสวน) *(ออนไลน์),* สืบค้นได้จาก: http://www.aopdh02.doae.go.th/subindex4.html (31 พฤษภาคม 2564).

บรรณานุกรม (ต่อ)

[12] รัฐศักดิ์ พลสิงห์, “มะรุมพืชสมุนไพรมหัศจรรย์,” *กสิกร*, ปีที่ 82, ฉ. 2 มีนาคม-เมษายน 2552.

[13] Anwar, F., Latif, S., Ashra. f, M.& Giliani, A.H., “Moringa oleifera: A food plant with multiple medicinal uses,” *Phytotherapy research*, Vol. 21, pp. 17-25, 2007.

[14] วิไลวรรณ อนุสารสุนทร, *“สรรพคุณของมะรุม,”* มะรุมต้นไม้เพื่อชีวิต, นาฬิกาชีวิต ต. 2, กรุงเทพฯ : ฟ้าอภัย, 2552.

[15] วนิดา คุ้มอนุวงศ์, *“มะรุมต้านมะเร็ง,”* พิมพ์ลักษณ์, กรุงเทพฯ : อมรินทร์บุ๊คเซ็นเตอร์, 2553.

[16] กีรติยา ลิปิวัฒนาการ, “การพัฒนาตำรับครีมสำหรับผิวหน้าที่มีน้ำมันมะรุมเป็นองค์ประกอบ,” วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, 2554.

[17] *ผลแก่ฝักมะรุม, (ออนไลน์),* สืบค้นได้จาก: https://puechkaset.com. (1 มิถุนายน 2564).

[18] สารานุกรมเสรี, *งานกระจกสี (ออนไลน์)*, 2556, สืบค้นได้จาก: https://th.wikipedia.org/wiki/งานกระจกสี, (30 พฤษภาคม 2563).

[19] ไพรพรรณ วิเศษจินดา, “*โมเสค แอนด์ ไอเดียส์,*” ม.ป.ป., พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : บริษัทสมาร์ท ทู เวิร์ค, 2548.

[20] ศรัณยู วงษ์สุดแท้ และคณะ, “การพัฒนาต้นแบบโปรแกรมตรวจวัสดุผิวพื้นสำหรับบ้านพักอาศัย,” ในรายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, ครั้งที่ 3, “การบูรณาการความรู้เพื่อสังคมที่ยั่งยืน,” 2561, นน. 34.

[21] *ภาพผนังวัดผาซ่อนแก้ว, (ออนไลน์),* 2563, สืบค้นได้จาก: https://www.google.com/ (1 มิถุนายน 2564).

[22] ประจิน ดวงรัศมี, *โมเสกกะลามะพร้าว (ออนไลน์),* 2563, สืบค้นได้จาก: https://mgronline.com/smes/detail/9570000126533 (1 มิถุนายน 2564).

[23] สารานุกรมเสรี, โซดาไฟ, *(ออนไลน์),* 2560, สืบค้นได้จาก: https://shorturl.asia/5QP2g (3 มิถุนายน 2564).

[24] *sodium-Hydroxide-Solution-50-โซดาไฟน้ำ (ออนไลน์),* 2560, สืบค้นได้จาก: https://กรุงเทพเคมี.com/Sodium-Hydroxide-Solution-50, (23 พฤษภาคม 2563).

[25] *กลีเซอรีน/กลีเซอรอล (ออนไลน์)*, 2560, สืบค้นได้จาก: https://www.paulaschoice.co.th/, (23 พฤษภาคม 2563).

บรรณานุกรม (ต่อ)

[26] สุธารักษ์ บุญโชติ, “การทำกลีเซอรีนที่ได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอริทรานส์ฟิเคชันของน้ำหนักพืชให้บริสุทธิ์กระบวนการผลิต,” ภาควิชาวิศวกรรมเคมี, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 2547.

[27] วิภา สุโรจนะเมธากุล, “คุณสมบัติและประโยชน์ของกลีเซอรีน,” *วารสารอาหาร*, ปีที่ 2, หน้า 87-89, เดือนเมษายน-มิถุนายน 2546.

[28] ศิวารักษ์ สหัสรังสี, *สารลดแรงตึงผิว (ออนไลน์)*, 2553, สืบค้นได้จาก: http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2620/7/274419_ch1.pdf, (6 กรกฎาคม 2563).

[29] *สมบัติทางกายภาพ, (ออนไลน์),* 2562, สืบค้นได้จาก: http://www.trueplookpanya.com/asktrueplookpanya/, (3 มิถุนายน 2564).

[30] อรรถพล ตะเระ, “คุณสมบัติและการทดสอบวัสดุ,” ภาควิชาเทคโนโลยีวัสดุ, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2551.

[31] กรมโยธาธิการและผังเมือง, “*มาตรฐานการทดสอบไม้, มยผ. 1221-51 ถึง มยผ.1227-51*,” สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร, กระทรวงมหาดไทย, 2551.

[32] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, *การทดสอบแรงดึง (ออนไลน์)*, 2555, สืบค้นได้จาก: http://mic.eng.ku.ac.th/facilities-detail.php?id_sub=26&id=32, (11 กรกฎาคม 2563).

[33] สุวัฒน์ สิงห์เทพ, “การพัฒนาเชือกผักบุ้งสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์,” วิทยานิพนธ์ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2557.

[34] คณิต ดวงหัสดี, “สุขภาพจิตกับความพึงพอใจในงานของข้าราชการตำรวจชั้นประทวนในเขตเมือง และเขตชนบทของจังหวัดขอนแก่น,” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2537.

[35] พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน, “*ความพึงพอใจ*,” ในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2546 กรุงเทพมหานครฯ, สำนักพิมพ์นานมีบุ๊คส์, 2542.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[36] อุทัยพรรณ สุดใจ, “ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อการให้บริการขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยจังหวัดชลบุรี,” ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาสังคมวิทยาประยุกต์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2544.

[37] กาญจนา อรุณสุขรุจี, “ความพึงพอใจของสมาชิกสหกรณ์ของการดำเนินงานสหกรณ์การเกษตรไชยปราการ จำกัด อำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่,” วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2546.

[38] สิริธร แก้วกล่ำ, *กาว. (ออนไลน์),* ม.ป.ป., สืบค้นได้จาก: https://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2289/7/271661_ch2.pdf. (31 พฤษภาคม 2564).

[39] ฌนกร หยกสหชาติ, “การใช้ประโยชน์ของซังข้าวโพดเทียนเหลือทิ้งจากวัตถุดิบทางการเกษตรสำหรับการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม,” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา. 2555.

[40] *โครงการพัฒนากาวติดไม้*, งานอุตสาหกรรมวัสดุทดแทนไม้และกาวติดไม้, กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้, สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, กรมป่าไม้. 2554

[41] ทศพร โพธิ์เนียม, “การผลิตแผ่นไม้อัดธูปฤษีและการประยุกต์ใช้สำหรับงานประดิษฐ์.” วิทยานิพนธ์ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2559.

[42] *กาวสำหรับงานไม้, ออนไลน์*, 2553, สืบค้นได้จาก: http://rubber.oie.go.th › box › ELib_Document, (6 มิถุนายน 2564).

[43] สารเคลือบผิว, *(ออนไลน์),* 2563, สืบค้นได้จาก: https://www.sahasith.co.th/2020/05/29 (3 มิถุนายน 2564).

[44] พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน, *แล็กเกอร์, (ออนไลน์)*, 2555, สืบค้นได้จาก: https://dictionary.orst.go.th/. (3 มิถุนายน 2564)

[45] สุภา จุฬคุปต์, “การพัฒนาใบบัวอัดแห้งสำหรับใช้ในงานประดิษฐ์,” รายงานการวิจัย. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี, 2553.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[46] พรชัย บุญญิกา, “การตกแต่งสำเร็จสะท้อนน้ำกระดาษจากเปลือกโสนหางไก่สำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์,” วิทยานิพนธ์ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2559.

[47] เหมวรรณ มีเชาว์, “การพัฒนาเครื่องประดับจากเถาย่านาง,” วิทยานิพนธ์ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2556.

[48] สุภิญญา ธาราดล, “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซังข้าวโพดอัดขึ้นรูปเพื่องานประดิษฐ์,” วิทยานิพนธ์ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2559.

[49] ศศิธร คนทน, “การพัฒนาเนื้อดินสีสำหรับโมเสกเซรามิกโทนสีซีเปีย,” *วารสารวิชาการ*, คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 มกราคม 2558 – มิถุนายน 2558.

[50] ศิริขวัญ ถาชื่น, การสร้างชุดกิจกรรม เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ที่เน้นการเชื่อมโยง “คณิตศาสตร์กับงานโมเสกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสารภีพิทยาคม จังหวัดเชียงใหม่,” ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์ศึกษา), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[51] อุกฤต มากศรทรง, “คุณสมบัติของสารสกัด และโปรตีนไฮโดรไลเซทจากมะรุมต่อความสามารถในการต้านออกซิเดชัน,” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2562.

[52] วริศชนม์ นิลนนท์, กุลพร พุทธมี, จิรพร สวัสดิการ, คมสัน มุ่ยสี และประมวล ศรีกาหลง, “การพัฒนาบรรจุภัณฑ์จากเส้นใยเปลือกทุเรียนแบบฟอกขาวและไม่ฟอกขาว,” วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, ปีที่ 40, นน. 422-429, พฤศจิกายน-ธันวาคม 2564.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ

เรื่อง การพัฒนาโมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

ด้วยข้าพเจ้านางวรรณเพ็ญ ปิ่นประดับ นักศึกษาหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (กลุ่มวิชางานประดิษฐ์) คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้จัดทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อ การพัฒนาผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมเพื่องานประดิษฐ์ซึ่งมีความประสงค์ขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามให้มีความสมบูรณ์ โดยข้อมูลที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง นำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาโมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ ทั้งนี้ผู้วิจัยจะนำข้อมูลมาแปรผลในภาพรวม โดยทุกคำตอบของท่านจะได้รับการเก็บรักษาความลับ จะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อตัวท่านหรือหน่วยงานของท่านเพราะข้อมูลจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์เท่านั้น

คำชี้แจง

แบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อประกอบการตัดสินใจและการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการพัฒนาโมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ โดยแบบสอบถามฉบับนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลคะแนนความพึงพอใจ ของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ

นางวรรณเพ็ญ ปิ่นประดับ
นักศึกษาหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ดำเนินการวิจัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง : กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่าง และใส่เครื่องหมาย √ ในช่อง ☐ ที่กำหนดไว้

1.1 เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

1.2 ช่วงอายุ ☐ 10 – 19 ปี ☐ 20 – 29 ปี
☐ 30 – 39 ปี ☐ 40 – 49 ปี
☐ 50 – 59 ปี ☐ 60 ปีขึ้นไป

1.3 ระดับการศึกษา ☐ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. ☐ ระดับปวส./อนุปริญญา
☐ ระดับปริญญาตรี ☐ ระดับปริญญาโท
☐ ระดับปริญญาเอก

1.4 อาชีพ ☐ นักเรียน / นักศึกษา
☐ รับราชการ พนักงาน ลูกจ้างของรัฐ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ
☐ พนักงาน / ลูกจ้างเอกชน
☐ ธุรกิจส่วนตัว / ประกอบอาชีพอิสระ

1.5 รายได้ ☐ รายได้ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท
☐ รายได้ 10,001 – 15,000 บาท
☐ รายได้ 15,001 – 20,000 บาท
☐ รายได้ 20,001 – 25,000 บาท
☐ รายได้ 25,001 – 30,000 บาท
☐ รายได้ สูงกว่า 30,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลคะแนนความพึงพอใจ ของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์จากโมเสกธรรมชาติ

คำชี้แจง : โปรดพิจารณาผลิตภัณฑ์โมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุมสำหรับผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ แล้วกรอกข้อมูลลงในช่องว่างและใส่เครื่องหมาย √ ในช่อง □ ที่กำหนดไว้ เกณฑ์การให้คะแนน แบบ Rating scale แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

5 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด
4 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจมาก
3 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจปานกลาง
2 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจน้อย
1 คะแนน หมายถึง ความพอใจน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับคะแนนความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ความสวยงามของผลิตภัณฑ์					
2. ผิวสัมผัสของผลิตภัณฑ์					
3. ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง					
4. ผลิตภัณฑ์นำไปใช้งานได้จริง					
5. ความเหมาะสมในการนำเปลือกฝักมะรุมมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์					
6. ผลิตภัณฑ์งานประดิษฐ์ด้วยโมเสกธรรมชาติจากเปลือกฝักมะรุม มีความแปลกใหม่น่าสนใจ					
7.วัสดุที่ใช้ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม					
8. ผลิตภัณฑ์นี้สามารถจัดจำหน่ายได้					
9. ความพึงพอใจโดยรวม					

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข
เครื่องมือทดสอบ

รูปที่ ข.1 เครื่องทดสอบความต้านแรงดึง ยี่ห้อ INSTRON รุ่น 3343

รูปที่ ข.2 เครื่องทดสอบความชื้น ยี่ห้อ MEMMERT รุ่น UF 110

รูปที่ ข.3 เครื่องวัดค่าสี EXACT รุ่น X - RITE PANTONE

รูปที่ ข.4 เครื่องทดสอบความมันวาว ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น MULIT GLOSS 268 PLUS

รูปที่ ข.5 เครื่องทดสอบความหนา ยี่ห้อ INSIZE รุ่น Digital Outside Micrometer 3109

ภาคผนวก ค
การเผยแพร่งานวิจัย

ที่ มนก. 36 /ว.144

4 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ตอบรับเข้าร่วมนำเสนอบทความในการประชุมวิชาการระดับชาติ

เรียน คุณ วรรณเพ็ญ ปิ่นประดับ

ตามที่ท่านได้ส่งบทความ เรื่อง "**การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับนุ่มเปลือกฝักมะรุมสำหรับงานโมเสกธรรมชาติ**" (รหัสบทความ T0026) เพื่อพิจารณานำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติการวิจัยประยุกต์ครั้งที่ 4 ประจำปี 2565 นั้น

ในการนี้ ขอเรียนให้ท่านทราบว่าผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจารณาบทความของท่านแล้วเห็นสมควรให้เข้าร่วมนำเสนอบทความในการประชุมวิชาการระดับชาติการวิจัยประยุกต์ ครั้งที่ 4 ประจำปี 2565 (NCAR NBU) "นวัตกรรมเปลี่ยนโลก" ในวันศุกร์ที่ 25 มีนาคม 2565 ณ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา รูปสุวรรณกุล)
รองอธิการบดีอาวุโส
มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

สำนักวิจัย มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
ผู้ประสานงาน : อ.ยุวดี ชูจิตต์ /อ.นิษรา พรสุริวงษ์
โทรศัพท์ : 0-2972-7200 ต่อ 333
E-mail : nbu.conference2022@northbkk.ac.th

เกียรติบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

ผลงานทางวิชาการเรื่อง

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการปรับนุ่มเปลือกฝักมะรุมสำหรับงานโมเสกธรรมชาติ

โดย วรรณเพ็ญ ปิ่นประดับ, สุภา จุฬคุปต์, ธนพรรณ บุณยรัตกลิน

ได้เข้าร่วมนำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติการวิจัยประยุกต์ (NCAR NBU) ครั้งที่ 4 ประจำปี 2565

ณ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ วันที่ 25 มีนาคม 2565

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิพร ประวัติรุ่งเรือง)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

ประวัติผู้เขียน

ประวัติผู้เขียน	นางวรรณเพ็ญ ปิ่นประดับ
วัน เดือน ปีเกิด	4 ตุลาคม 2516
ที่อยู่	102/1188 หมู่ 3 ตำบลกระแชง อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี 12160
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชา คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง พ.ศ.2541
ประวัติการทำงาน	ปฏิบัติหน้าที่ ครูผู้สอน ศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2544 - 2560 ปัจจุบันบรรจุรับราชการ ตำแหน่งครู ศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดปทุมธานี พ.ศ.2561- ปัจจุบัน
เบอร์โทรศัพท์	081-484-2020
อีเมล์	Wanpen.P@rmutt.ac.th