วัสดุที่เหมาะสมในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในหีบห่อสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน

โดย

นายบูรณ์พิภพ ระเวงจิตร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาอนุรักษ์ศิลปกรรม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

วัสดุที่เหมาะสมในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในหีบห่อสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน

โดย
นายบูรณ์พิภพ ระเวงจิตร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอนุรักษ์ศิลปกรรม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

APPROPRIATE PACKAGING MATERIALS FOR TEMPERATURE AND HUMIDITY CONTROL IN OIL PAINTING TRANSPORTING PACKAGES

By

MR. Boonpipob RAWENGJIT

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Arts (CONSERVATION OF FINE ART)

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2020

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	วัสดุที่เหมาะสมในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในหีบห่อสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน
โดย	บูรณ์พิภพ ระเวงจิตร์
สาขาวิชา	อนุรักษ์ศิลปกรรม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร นวลลักษณ์ วัสสันตชาติ .

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร(จุไรรัตน์ นันทานิช.

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุรพล นาถะพินธุ(

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร(นวลลักษณ์ วัสสันตชาติ.

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์จิราภรณ์ อรัณยะนาค(

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(นางสมลักษณ์ เจริญพจน์ (

61904307 : อนุรักษ์ศิลปกรรม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : การควบคุมสภาพแวดล้อมภายใน, บรรจุภัณฑ์, อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์

นาย บูรณ์พิภพ ระเวงจิตร์: วัสดุที่เหมาะสมในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในหีบห่อสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร. นวลลักษณ์ วัสสันตชาติ

ภาพเขียนสีน้ำมันอาจเกิดการชำรุดเสื่อมสภาพระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่ง เนื่องจากจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงและผันผวนตลอดเวลา การใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสม มีบทบาทสำคัญในการลดและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รอบ ๆ ภาพเขียนสีน้ำมันภายในหีบห่อ /บรรจุภัณฑ์รอบ ๆ ภาพเขียนสีน้ำมันให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมและคงที่

ผู้วิจัยได้คัดเลือกวัสดุที่ใช้ทำหีบหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ 10 ชนิด ที่หาซื้อได้ง่ายในท้องตลาดมาทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัสดุแต่ละชนิด ในการลดและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ โดยเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้ภายในและภายนอกหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ในช่วงเวลาเดียวกัน 24 ชั่วโมง โดยใช้ อุปกรณ์จดบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบต่อเนื่อง (Datalogger) จำนวน 2 เครื่อง โดยทำการบันทึกในฤดูร้อนและฤดูฝน

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัสดุที่ใช้ทำหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ในการลดและควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ระดับคงที่และเหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมันพบว่าวัสดุที่เหมาะสมในการทำหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์สำหรับการขนส่งภาพเขียนสีน้ำมันในฤดูร้อน คือ 1. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับกระดาษลูกฟูก2.กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่ 3. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีสไตรีน

และวัสดุที่มีความเหมาะสมในการนำมาเป็นหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ขนส่งในฤดูฝนมากที่สุด คือ 1. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่ 2. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีสไตรีน 3.กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับกระดาษลูกฟูก วัสดุที่มีความเหมาะสมในการนำมาเป็นหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ขนส่งได้ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน คือ 1. กระดาษไร้กรดร่วมกับ 2. กระดาษไร้กรดร่วมกับพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่ 3.กระดาษไร้ชั้นร่วมกับโฟมพอลีสไตรีน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

61904307 : Major (CONSERVATION OF FINE ART)
Keyword : MICROCLIMATE CONTROL, PACKAGE, TEMPORATURE, RELATIVE HUMIDITY

MR. BOONPIPOB RAWENGJIT : APPROPRIATE PACKAGING MATERIALS FOR TEMPERATURE AND HUMIDITY CONTROL IN OIL PAINTING TRANSPORTING PACKAGES THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR NUANLAK WATSANTACHAD, Ph.D.

Oil painting may be damaged during transportation due to high levels and fluctuation of temperature and humidity. Appropriate packaging materialsplay important role in controlling the temperature and humidity around the oil paintings inside the package.

The author selected ten packaging materialsavailable in the market to compare the efficiency of the materials in decreasing and stabilizing the temperature and humidity in the packages.Two dataloggers were used to record the temperature and humidity inside and outside the package at the same period (24 hours). The experiments were carried out in summer and rainy season.

Results of comparative analysis revealed that appropriate materials for transportation of oil paintings in summer are 1. acid-free paper with bubble pack (Big size) 2. acid-free paper with polystyrene foam 3. acid-free paper with corrugated board, while are effective in rainy season. Appropriate packaging materials for both summer and rainy season are 1. acid-free paper with corrugated board 2. acid-free paper with bubble Pack (Big size) 3. acid-free paper with polystyrene foam

กิตติกรรมประกาศ

กิตติกรรมประกาศการจัดทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นวลลักษณ์ วัสสันตชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และอาจารย์จิราภรณ์ อรัณยะนาค อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่เสียสละเวลาให้ความรู้ ให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ คอยดูแลเอาใจใส่ และชี้แนะแนวทางการทำรูปเล่มเป็นอย่างดี เพื่อให้เล่มวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงและสมบูรณ์ที่สุด รวมทั้งขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์สุรพล นาถะพินธุ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และคุณสมลักษณ์ เจริญพจน์ ผู้อำนวยการศูนย์ภูมิภาคว่าด้วยโบราณคดีและวิจิตรศิลป์ ภายใต้องค์การรัฐมนตรีศึกษาธิการแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEMEO-SPAFA) ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำแนะนำ

สุดท้ายนี้ กราบขอบพระคุณครอบครัวที่ให้ความรัก ความห่วงใย และคอยเป็นแรงบันดาลใจ ผลักดันจนสำเร็จลุล่วงการศึกษา

บูรณ์พิภพ ระเวงจิตร์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย 23

3. วิธีการศึกษาวิจัย 24

4. นิยามศัพท์เฉพาะ 24

5. ขอบเขตของการศึกษา 24

6. ประโยชน์ที่คาดว่าได้รับ 24

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และผลงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง 26

2.1 การออกแบบกล่อง และหีบห่อของภาพเขียนสีน้ำมันสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่ง 26

2.2 วัสดุที่ใช้ในการห่อภาพเขียนสีน้ำมันสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่ง 27

2.3 การห่อภาพเขียนสีน้ำมันสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่ง 43

2.4 การบรรจุหีบห่อภาพเขียนสีน้ำมันสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่ง 54

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 70

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 70

3.2 ขอบเขตการศึกษา 70

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 70
3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา 71
3.5 เกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกวัสดุ และวัสดุที่ใช้ในการศึกษา 72
3.6 วิธีการศึกษา 73
บทที่ 4 ผลการทดลอง 74
บทที่ 5 การวิเคราะห์ ผลการทดสอบ สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ 140
รายการอ้างอิง 165
ประวัติผู้เขียน 171

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ค่าอุณหภูมิ เก็บข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศ Weather Undergroundกรุงเทพมหานครใน พ.ศ.2562 10

ตารางที่ 2 ค่าความชื้นสัมพัทธ์ เก็บข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศ Weather Underground กรุงเทพมหานครใน พ.ศ.2562 11

ตารางที่ 3 ค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย เก็บข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศ Weather Underground กรุงเทพมหานครใน พ.ศ.2562 12

ตารางที่ 4 140

ตารางที่ 5 สรุปคุณสมบัติและประสิทธิภาพของวัสดุที่ใช้ทำหีบห่อบรรจุภัณฑ์และทดสอบวัสดุแต่ละชนิดและจัดอันดับประสิทธิภาพของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายใน)ในฤดูฝน(.....144

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 โครงสร้างภาพเขียนสีน้ำมัน 2

ภาพที่ 2 จำนวนชั่วโมงที่มีแสงแดดในกรุงเทพมหานครโดยเฉลี่ยใน พ.ศ. 2562 5

ภาพที่ 3 ปริมาณน้ำฝนในกรุงเทพมหานครโดยเฉลี่ยใน พ.ศ.2562 6

ภาพที่ 4 อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในกรุงเทพมหานครโดยเฉลี่ยใน พ.ศ.2562 7

ภาพที่ 5 อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในกรุงเทพมหานครโดยเฉลี่ยใน พ.ศ.2562 7

ภาพที่ 6 ภาพที่ 6 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดและต่ำสุดเดือนธันวาคม ในกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2561 8

ภาพที่ 7 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในกรุงเทพมหานครใน พ.ศ.2562 12

ภาพที่ 8 : ภาพตัวอย่าง เชื้อราบนภาพเขียนสีน้ำมัน 16

ภาพที่ 9 : ภาพตัวอย่าง เชื้อราบนภาพเขียนสีน้ำมัน 16

ภาพที่ 10 : ภาพตัวอย่าง เชื้อราบนภาพเขียนสีน้ำมัน 17

ภาพที่ 11 ภาพตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลงของภาพเขียนสีน้ำมันบนผืนผ้าใบ 20

ภาพที่ 12 ภาพตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นทำให้ชั้นสีในภาพเขียนสีน้ำมันบนผ้าใบสูญเสียการยึดเกาะทำให้ชั้นสีแตกรานและหลุดล่อน 21

ภาพที่ 13 ภาพตัวอย่าง ความร้อนส่งผ่านฉนวนกันความร้อน 30

ภาพที่ 14 ภาพตัวอย่าง ภาพขยายลักษณะโครงสร้างของฉนวนใยแก้ว ประกอบด้วยเส้นใย และช่องว่างอากาศทำหน้าที่ป้องกันลดการโอนถ่ายความร้อน 34

ภาพที่ 15 ภาพตัวอย่าง ภาพขยายลักษณะโครงสร้างของฉนวนใยแก้ว ประกอบด้วย 35

ภาพที่ 16 ภาพตัวอย่าง ฉนวนกันความร้อนที่ทำมาจากใยแร่ แบบมีฟอยล์ 36

ภาพที่ 17 ภาพตัวอย่าง ลักษณะฉนวนกันความร้อนที่ทำมาจากใยแร่ แบบไม่มีฟอยล์ 36

ภาพที่ 18 ภาพตัวอย่าง ภาพขยายลักษณะโฟมพอลีสไตรีน)Polystyrene foam(.....37

ภาพที่ 19 ภาพตัวอย่าง โฟมพอลีสไตรีน)Polystyrene foam(.....38

ภาพที่ 20 ภาพตัวอย่าง โฟมพอลีเอทธีลีน)Polyethylene foam(.....39
ภาพที่ 21 ภาพตัวอย่าง พลาสติกกันกระแทก)Bubble pack(.....40
ภาพที่ 22 ภาพตัวอย่าง ไทเวค)Tyvek(.....41
ภาพที่ 23 ภาพตัวอย่าง แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์)Aluminium foil(.....42
ภาพที่ 24 ภาพการห่อหุ้ม เตรียมการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน 43
ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่าง กระดาษไร้กรด)Acid-free paper(.....45
ภาพที่ 26 ภาพตัวอย่าง กระดาษลูกฟูก)Corrugated board(.....46
ภาพที่ 27 ภาพตัวอย่าง กระดาษแก้ว)Glassine(.....47
ภาพที่ 28 ภาพตัวอย่าง กระดาษสา)Mulberry paper(.....47
ภาพที่ 29 ภาพตัวอย่าง กระดาษเมาท์รูป)Photo board(.....48
ภาพที่ 30 ภาพตัวอย่าง กระดาษแข็ง)Cardboard(.....48
ภาพที่ 31 ภาพตัวอย่าง การห่อภาพเขียนสีน้ำมันด้วยโฟมที่ทำจาก 49
ภาพที่ 32 ภาพตัวอย่าง ภาพตัวอย่าง การปกป้องผิวหน้าของภาพเขียนสีน้ำมัน.....50
ภาพที่ 33 ภาพตัวอย่าง ภาพตัวอย่าง การปกป้องผิวหน้าของภาพเขียนสีน้ำมัน.....51
ภาพที่ 34 ภาพตัวอย่าง การปกป้องผิวหน้าของภาพเขียนสีน้ำมัน 52
ภาพที่ 35 ภาพตัวอย่าง การทำมุมกรอบภาพเขียนสีน้ำมันด้วย กระดาษแข็ง 53
ภาพที่ 36 ภาพตัวอย่าง ภาพตัวอย่าง การปกป้องผิวหน้าของภาพเขียนสีน้ำมัน.....54
ภาพที่ 37 ภาพตัวอย่าง หีบห่อสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน.....55
ภาพที่ 38 ภาพตัวอย่าง หีบห่อสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน.....55
ภาพที่ 39 ทางเดินทั่วไปภายในห้องคลังที่หอจดหมายเหตุแห่งชาติ ประเทศอังกฤษ 59
ภาพที่ 40 ตำแหน่งของเครื่องวัดความชื้น อุปกรณ์บันทึกข้อมูล)Dataloggers(.....59
ภาพที่ 41 กล่องทดสอบตรวจสอบค่าความชื้น 60
ภาพที่ 42 กราฟค่าความชื้นในการทดลองที่หอจดหมายเหตุแห่งชาติ ประเทศอังกฤษ 61
ภาพที่ 43 สภาพการจัดเก็บภายในกล่อง ก่อนการอนุรักษ์ 63

ภาพที่ 44 การจัดเรียงวัตถุ ระหว่างทำการอนุรักษ์ 64
ภาพที่ 45 การจัดเรียงวัตถุ ระหว่างทำการอนุรักษ์ 65
ภาพที่ 46 กล่องพลาสติกและมีแถบความชื้นด้านใน 65
ภาพที่ 47 ลิ้นชักการจัดเก็บโบราณวัตถุ โดยมีติดตั้งฉนวนโฟมรองรับการกระทบกระแทก 67
ภาพที่ 48 กล่องพลาสติกที่เก็บโบราณวัตถุ ภายในมีโฟมพอลีเอทธีลีน)Polyethylene foam(.....68
ภาพที่ 49 กล่องพลาสติกที่เก็บโบราณวัตถุ ภายในมีโฟมพอลีเอทธีลีน)Polyethylene foam(.....69
ภาพที่ 50 อุปกรณ์บันทึกอุณหภูมิและความชื้นแบบต่อเนื่อง)Dataloggers(.....71
ภาพที่ 51 ภาพเขียนสีน้ำมันที่ทำการทดลอง.....76
ภาพที่ 52 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ ห่อหุ้มด้วยกระดาษ..78
ภาพที่ 53 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ 81
ภาพที่ 54 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ.....83
ภาพที่ 55 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ.....86
ภาพที่ 56 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ ที่ห่อหุ้มด้วย.....88
ภาพที่ 57 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ ที่ห่อหุ้มด้วย.....91
ภาพที่ 58 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ.....94
ภาพที่ 59 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อที่ห่อหุ้มด้วย.....96
ภาพที่ 60 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ.....98
ภาพที่ 61 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ.....100
ภาพที่ 62 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ.....102
ภาพที่ 63 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ 104
ภาพที่ 64 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ ที่ห่อหุ้มด้วย.....106
ภาพที่ 65 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ.....108
ภาพที่ 66 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ.....110
ภาพที่ 67 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ.....112

ภาพที่ 68 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ 114
ภาพที่ 69 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ 116
ภาพที่ 70 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ 118
ภาพที่ 71 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ 120
ภาพที่ 72 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ 122
ภาพที่ 73 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ 124
ภาพที่ 74 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ 126
ภาพที่ 75 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ 128
ภาพที่ 76 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ 130
ภาพที่ 77 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ 132
ภาพที่ 78 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ 134
ภาพที่ 79 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ 136
ภาพที่ 80 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ 138
ภาพที่ 81 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ ที่ทำด้วยกระดาษไร้กรด 4 ชั้น 163

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การอนุรักษ์ (Conservation) หมายถึง การกระทำใด ๆ ที่มุ่งเน้นการชะลอการชำรุดเสื่อมสภาพของมรดกทางศิลปวัฒนธรรม โดยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น รวมทั้งซ่อมแซม หรือเสริมสร้างความมั่นคงแข็งแรงให้วัตถุนั้น ๆ คงสภาพอยู่ได้ และดำเนินการป้องกันการเสื่อมสภาพ การกระทำทุกขั้นตอนต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ด้านการอนุรักษ์มรดกทางศิลปวัฒนธรรม วัตถุพิพิธภัณฑ์ส่วนใหญ่อยู่ในสภาพชำรุด หรือการเสื่อมสภาพลงไปทุกขณะ เนื่องจากสาเหตุภายในตัวเอง วัสดุบางชนิดเริ่มต้นเสื่อมสภาพตั้งแต่แรกเริ่มผลิต และมีแนวโน้มที่จะเสื่อมสภาพชำรุดมากขึ้นเรื่อย ๆ ก่อนนำเข้ามาเก็บรักษาภายในพิพิธภัณฑ์ หรืออาจเกิดจากการขาดการดูแลรักษาที่ถูกต้องมาเป็นเวลานาน บางส่วนชำรุดจากการเคลื่อนย้าย และจากสภาพแวดล้อมในการจัดแสดงและจัดเก็บ สภาพชำรุดจึงทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ส่วนที่ยังมีสภาพดีอยู่ขณะนี้ก็มีแนวโน้มที่จะชำรุดเสื่อมสภาพก่อนเวลาอันควร[1]

การอนุรักษ์ที่ดี มุ่งเน้นการดูแลรักษาอย่างระมัดระวัง และละเอียดอ่อน ควรคำนึงถึงปฏิกิริยาของวัสดุ ความเปราะบางของโครงสร้าง และผลกระทบของสิ่งแวดล้อมตลอดระยะเวลาที่ปฏิบัติงานดูแลงานศิลปะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาพเขียนสีน้ำมันซึ่งมีแนวโน้มที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงง่าย นักอนุรักษ์ต้องศึกษา และตัดสินใจด้วยความมั่นใจ รอบคอบ และระมัดระวังตลอดระยะเวลา จะต้องลดความเสี่ยง หาวิธีป้องกันการเกิดความเสียหายของงานศิลปะตลอดเวลาและในทุกสถานที่ ภาพเขียนสีน้ำมันที่มีความเปราะบาง หรือมีอายุเก่าแก่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีมายาวนาน ควรได้รับการดูแลระมัดระวังเป็นพิเศษ โดยควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง ฝุ่นละออง และมลพิษ[2]

ภาพเขียนสีน้ำมันเกิดการเสื่อมสภาพได้ง่าย สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากวัสดุหลายชนิดที่ใช้ในการสร้างสรรค์ภาพเขียนสีน้ำมันเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และทางเคมีแตกต่างกัน วัสดุ

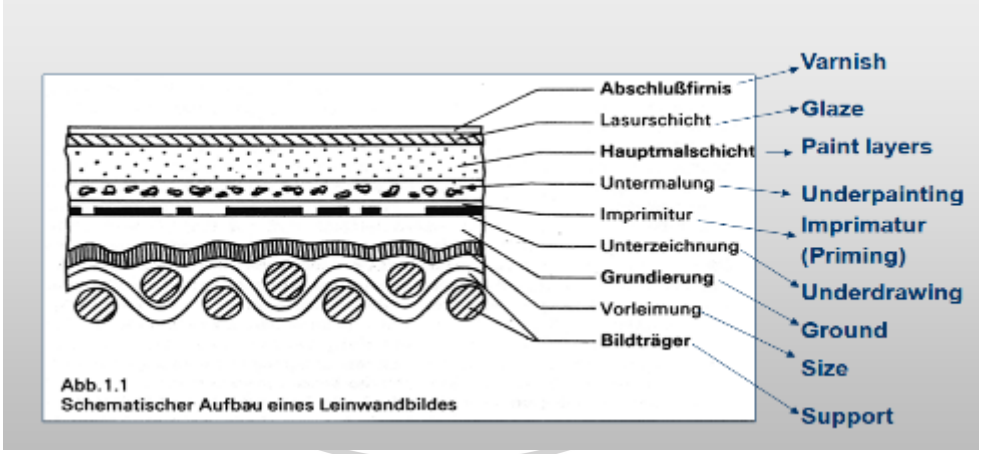
---

[1] จิราภรณ์ อรัณยะนาค, **การดูแลรักษาวัตถุพิพิธภัณฑ์,** (ปทุมธานี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อินสตูดิโอ, 2557), 5.

[2] Nathan Stolow, **Conservation standards for works of art in transit and on exhibition,** (Switzerland: Imprimeries Populaires Arts, 1979), 15.

อันตรายที่เกิดทางกายภาพ และอันตรายที่เกิดขึ้นจากสารเคมี และยังช่วยทำให้ผิวด้านหน้าของภาพเขียนมีความเรียบสม่ำเสมอกัน ทำให้สีสันโดดเด่น และมีความคมชัดมากขึ้น[3]

ภาพเขียนสีน้ำมันมีโครงสร้างหลายชั้น แต่ละชั้นมีคุณสมบัติแตกต่างกัน เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายและรวดเร็ว เมื่ออุณหภูมิและความชื้นไม่คงที่ตลอดเวลา เมื่อความชื้นในอากาศสูง โครงไม้และผ้าใบ จะดูดความชื้นแล้วขยายตัว เมื่อความชื้นในอากาศต่ำลง ไม้และผ้าใบจะคายความชื้นออกมาแล้วหดตัวทำให้เกิดการขยายตัวและหดตัวสลับกันอยู่ตลอดเวลา ส่งผลให้ภาพเขียนสีน้ำมันเกิดการบิดงอ แอ่นตัว โค้ง กรอบ เปราะ เป็นคลื่น เปลี่ยนสี ยับย่น เปลี่ยนรูปทรง เมื่อผ้าใบยืดหดตัวสลับกันไปมาจะส่งผลกระทบต่อชั้นรองพื้นและชั้นสี รวมทั้งชั้นสารเคลือบผิว การเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดเจนคือ รอยแตก รอยร้าว บนภาพเขียนสีน้ำมัน การเปลี่ยนแปลงบางอย่างของภาพเขียนสีน้ำมันสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่ถ้ามีการตรวจสอบอย่างละเอียดโดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ตรวจสอบจะพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระดับโมเลกุล จนเกิดเป็นความเสียหายที่สามารถมองเห็นได้และไม่สามารถมองเห็นได้[4]



ภาพที่ **1** โครงสร้างภาพเขียนสีน้ำมัน

ที่มา: **The anatomy of an oil painting** accessed January 19, 2019, available from http://www.urbis-libnet.org/vufind/Record/Bibliotheca%20Hertziana.BV038400072

---

[3] จิราภรณ์ อรัณยะนาค. (2563). อาจารย์พิเศษหลักสูตรอนุรักษ์ศิลปกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร. สัมภาษณ์, 2 เมษายน.

[4] Nathan Stolow, **Conservation standards for works of art in transit and on exhibition,** (Switzerland: Imprimeries Populaires Arts, 1979), 17.

ปัจจัยที่มีผลกระทบอย่างมากต่อการเสื่อมสภาพของภาพเขียนสีน้ำมัน คือ สภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง ก๊าซในอากาศ จุลินทรีย์ แมลง และมลพิษต่าง ๆ เป็นต้น

การอนุรักษ์ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นในการซ่อมแซมความเสียหายจากปัญหาการชำรุดที่เกิดขึ้น แต่ปัจจัยสำคัญที่มักจะถูกมองข้ามอยู่เสมอ คือ การป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจากมนุษย์ และการควบคุมสภาพแวดล้อมในระหว่างการจัดแสดง การจัดเก็บในคลังวัตถุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งมักถูกมองข้ามมาโดยตลอด ดังนั้นควรมีการวางแผนตั้งแต่ การออกแบบ และเลือกวัสดุในการทำกล่องและหีบห่อ การจัดวางในรูปแบบลักษณะต่าง ๆ ที่จะช่วยลดความเสียหายการระหว่างเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน การเลือกใช้พาหนะที่เหมาะสมในการเคลื่อนย้ายขนส่งจะสามารถลดความเสียหายของภาพเขียนสีน้ำมันได้ ดังนั้นควรจะมีมาตรการป้องกันที่เป็นระบบถูกต้อง จะช่วยลดความเสี่ยงระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน

ภาพเขียนสีน้ำมันไม่ควรอยู่ภายใต้แรงกดดันในระหว่างการบรรจุหีบห่อและการเคลื่อนย้ายขนส่งทุกขั้นตอน ควรป้องกันการกระทบกระแทกให้ปลอดภัยที่สุด บางครั้งการเคลื่อนย้ายขนส่งงานภาพเขียนสีน้ำมันที่มีมูลค่าสูง เสี่ยงต่อการโจรกรรม จะต้องมีมาตรการรักษาความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด เช่น ปกปิดข้อมูลเป็นความลับ มีเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยควบคุมตลอดระยะเวลาระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งเพื่อความปลอดภัยต่องานภาพเขียนสีน้ำมัน[5]

1.2 ลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทย

จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชียระหว่างละติจูด 5˚37' เหนือ กับ 20˚27' เหนือ และระหว่างลองจิจูด 97˚22' ตะวันออกกับ 105˚37' ตะวันออก ใกล้เส้นศูนย์สูตรจึงมีอากาศร้อนและชื้นจัดเกือบตลอดระยะเวลา ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยประมาณ 73 – 75 % ทั้งปี ความชื้นสัมพัทธ์จะลดลงในฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยเฉพาะในฤดูร้อนความชื้นสัมพัทธ์ลดลงต่ำสุดในรอบปีเฉลี่ยประมาณ 64 - 69 % ประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 24 - 26 °C อุณหภูมิจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ เช่น ที่ราบ ที่ลุ่ม หรือในฤดูกาลที่แตกต่างกันออกไป[6]

---

[5] Marjorie Shelley, **The Care and Handling of Art Objects: Practices in The Metropolitan Museum of Art,** American Association for State and Local History, 68

[6] กรมอุตุนิยมวิทยา, **ภูมิอากาศประเทศไทย,** เข้าถึงเมื่อ 15 ตุลาคม 2563, เข้าถึงได้จาก https://www.tmd.go.th/info/climate_of_thailand-2524-2553.pdf

ในภาคกลางระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม (ฤดูร้อน) อุณหภูมิเฉลี่ยสูงถึง 40 °C หรือมากกว่า ในฤดูหนาวมีอากาศหนาวเย็นในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคกลาง และภาคตะวันออก อุณหภูมิลดต่ำลงเล็กน้อยเป็นระยะสั้น ๆ

ประเทศไทยอยู่ใต้อิทธิพลของลมมรสุมฤดูร้อนที่พัดไอน้ำเข้าสู่ภาคพื้นทวีป และลมมรสุมฤดูหนาวพัดมาจากภาคพื้นทวีปลงสู่ทะเล จึงมีฝนตกติดต่อกันประมาณ 6 เดือน การเริ่มต้นและสิ้นสุดมรสุมทั้งสองชนิดอาจผันแปรไปจากปกติได้ในแต่ละปี แต่จากอิทธิพลจากสภาวะโลกร้อนในปัจจุบันทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไป การแบ่งลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทยในทางอุตุนิยมวิทยา แบ่งเป็นภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกภาคใต้ โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้[7]

1.2.1 ฤดูร้อน (ระหว่างกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม) ในกรุงเทพมหานคร

ลักษณะอากาศในฤดูร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 24.6 - 35.5 °C และค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยระหว่าง 62 - 69 % ในช่วงระยะเวลาที่เปลี่ยนจากมรสุมจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้ และเป็นเวลาที่ขั้วโลกเหนือกำลังหันเข้าสู่ดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะในเดือนเมษายน อากาศในประเทศไทยมีอากาศร้อนถึงร้อนจัด อากาศอบอ้าว และแห้งแล้ง เช่น อุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน พ.ศ.2562 บันทึกที่กรุงเทพ มีอุณหภูมิต่ำสุด 26 °C อุณหภูมิสูงสุด 35 °C ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด 47 % และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 94 % ในบางปีมีมวลอากาศเย็นแผ่มาจากประเทศจีนถึงประเทศไทยตอนบน เกิดการปะทะกันระหว่างมวลอากาศเย็นกับมวลอากาศร้อนที่ปกคลุมอยู่เหนือประเทศไทยตอนบน ส่งผลให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง และบางครั้งมีลมกระโชกแรงในบางจังหวัดมีลูกเห็บตก พายุฝนฟ้าคะนองเรียกว่าพายุฤดูร้อน[9]

ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย (0.0 กม.) (กรมอุตุนิยมวิทยา 2562) แสดงถึงจำนวนชั่วโมงที่มีแสงแดด ในแต่ละเดือน ซึ่งส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เดือนที่มีชั่วโมงแสงแดดเฉลี่ยสูงสุด คือ 250 – 270 ชั่วโมง ในเดือนมกราคม เดือนที่มีชั่วโมงแสงแดดเฉลี่ยต่ำสุด คือ 140 – 160 ชั่วโมง ในเดือนกันยายน

[7] กรมอุตุนิยมวิทยา, **ภูมิอากาศประเทศไทย,** เข้าถึงเมื่อ 15 ตุลาคม 2563, เข้าถึงได้จาก https://www.tmd.go.th/info/climate_of_thailand-2524-2553.pdf

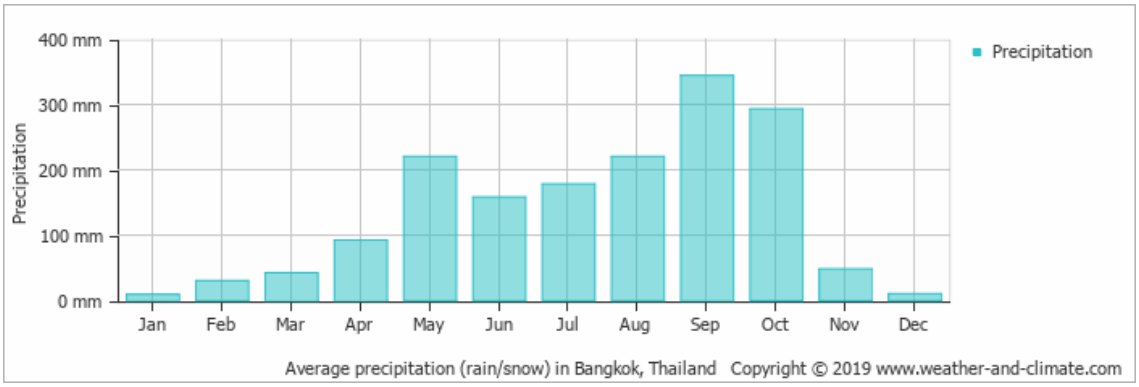
ภาพที่ 2 จำนวนชั่วโมงที่มีแสงแดดในกรุงเทพมหานครโดยเฉลี่ยใน พ.ศ. 2562

ที่มา: Average monthly hours Of sunshine In Bangkok เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://weather-and-climate.com/average-monthly-hours-Sunshine,Bangkok,Thailand

1.2.2 ฤดูฝน (ระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม) ในกรุงเทพมหานคร ลักษณะอากาศในฤดูฝนมีอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 24.8 - 32.8 °C และค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยระหว่าง 72 - 74 % ปริมาณฝนในระยะเวลา 24 ชั่วโมงของแต่ละวันตั้งแต่เวลา 07.00 น. ของวันหนึ่งถึงเวลา 07.00 น. ของวันรุ่งขึ้นตามลักษณะของฝนที่ตก แบ่งเป็น ฝนวัดจำนวนไม่ได้ (ปริมาณฝนน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร) ฝนเล็กน้อย (ปริมาณฝนระหว่าง 0.1 - 10.0 มิลลิเมตร) ฝนปานกลาง (ปริมาณฝนระหว่าง 10.1 - 35.0 มิลลิเมตร) ฝนหนักปริมาณฝนระหว่าง 35.1 - 90.0 มิลลิเมตร และฝนหนักมากปริมาณฝนตั้งแต่ 90.1 มิลลิเมตรขึ้นไป[8]

ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย พ.ศ 2562 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุด คือ 300 – 350 มิลลิเมตร ในเดือนกันยายน เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 10 – 50 มิลลิเมตร ในเดือนมกราคมและเดือนธันวาคม

[8] กรมอุตุนิยมวิทยา, **ภูมิอากาศประเทศไทย,** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงได้จาก https://www.tmd.go.th/info/climate_of_thailand-2524-2553.pdf



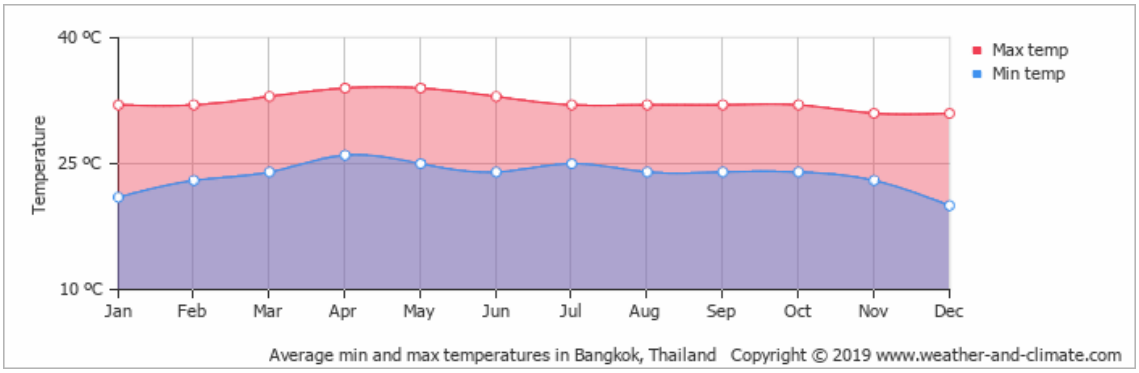
ภาพที่ 3 ปริมาณน้ำฝนในกรุงเทพมหานครโดยเฉลี่ยใน พ.ศ.2562

ที่มา: Monthly precipitation เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://weather-and-climate.com/average-monthly-Rainfall-Temperature-Sunshine-fahrenheit,Bangkok,Thailand

1.2.3 ฤดูหนาว (ระหว่างกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์) ในกรุงเทพมหานคร ลักษณะอากาศในฤดูหนาวมีอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 21.1 - 31.7 °C และค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยระหว่าง 72 – 74 % เมื่อเข้าสู่เดือนตุลาคมจะมีลมมรสุมจากตะวันออกเฉียงเหนือพัดเข้ามาปกคลุมประเทศไทยตอนบน ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะเริ่มมีอากาศเย็นค่อยๆ แผ่ลงไปถึงภาคกลางตอนล่างจนถึงภาคตะวันออก[9]

ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย พ.ศ 2562 แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละเดือน เดือนที่มีอุณหภูมิสูงเฉลี่ยสูงสุด คือ 35.4 – 26.9 °C ในเดือนเมษายน เดือนที่มีอุณหภูมิต่ำเฉลี่ยต่ำสุด คือ 31.7 – 22 °C ในเดือนธันวาคม

[9] กรมอุตุนิยมวิทยา, **ภูมิอากาศประเทศไทย,** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงได้จาก https://www.tmd.go.th/info/climate_of_thailand-2524-2553.pdf



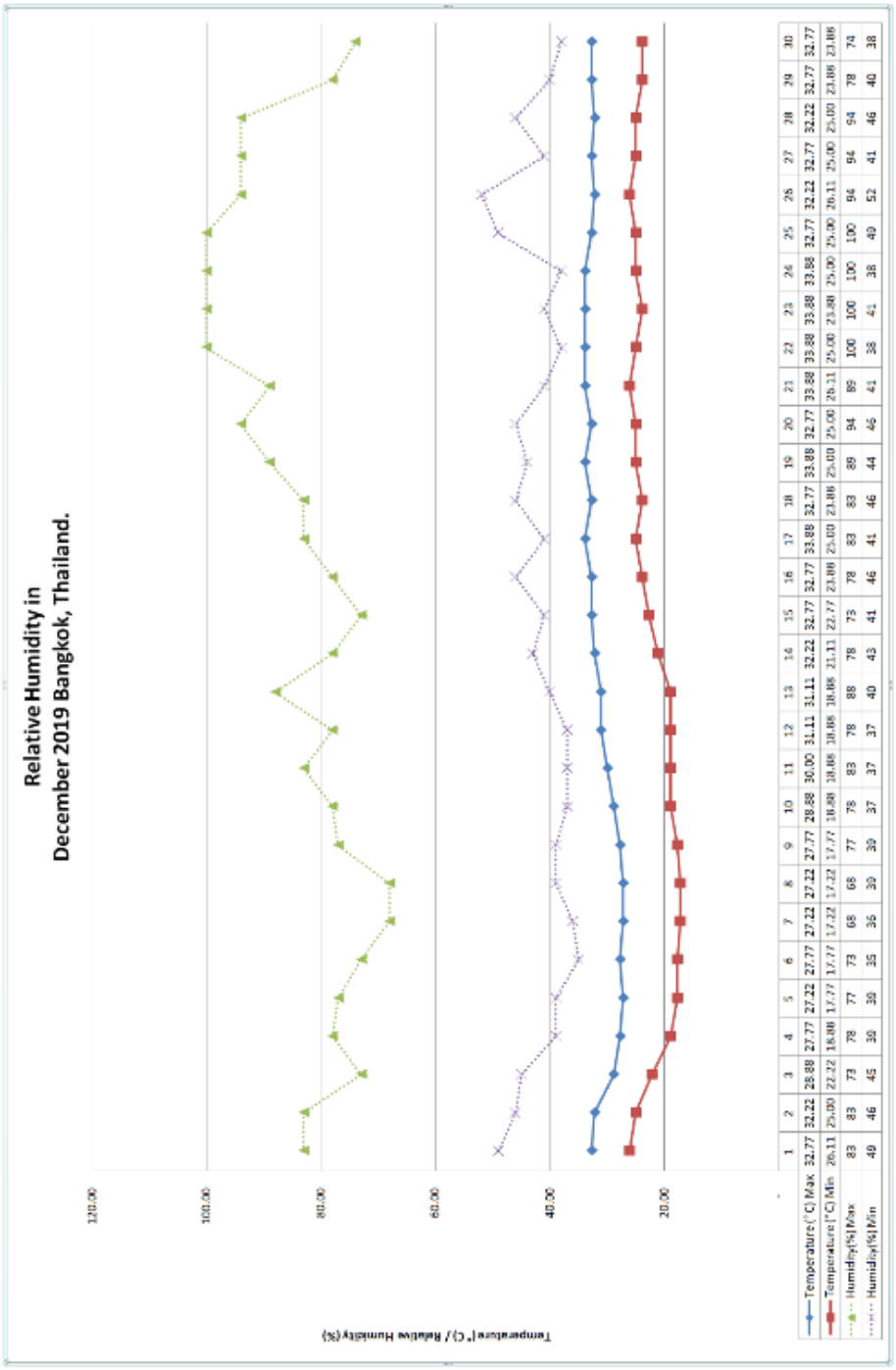
ภาพที่ 4 อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในกรุงเทพมหานครโดยเฉลี่ยใน พ.ศ.2562

ที่มา: Average day and night temperature เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://weather-and-climate.com/average-monthly-min-max-Temperature,Bangkok,Thailand

ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย พ.ศ 2562 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในกรุงเทพมหานคร มีค่าสูงและผันผวนอย่างมากตลอดปี เดือนที่อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด คือ 35.4 °C ในเดือนเมษายน เดือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด คือ 22 °C ในเดือนธันวาคม

ภาพที่ 5 อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในกรุงเทพมหานครโดยเฉลี่ยใน พ.ศ.2562

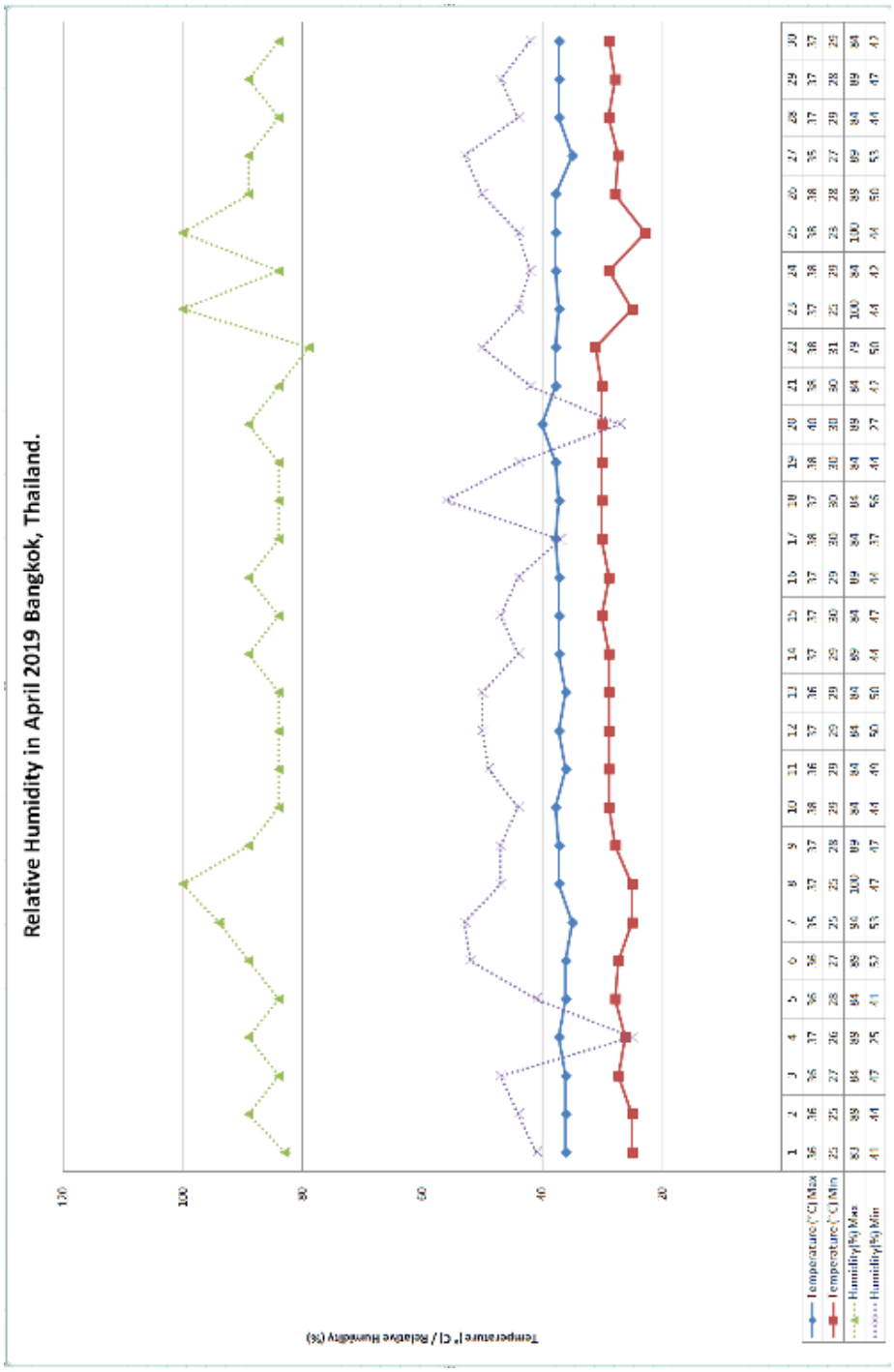
ที่มา: Average temperature Bangkok, Thailand เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://www.weather-th.com/en/thailand/bangkok-climate#temperature



ภาพที่ 6 ภาพที่ 6 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดและต่ำสุดเดือนธันวาคม ในกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2561

ที่มา: **Bangkok, Thailand weather history** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก

https://www.wunderground.com/history/monthly/th/bangkok/VTBD/date/2019-12



ภาพที่ 7 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดและต่ำสุดเดือนเมษายน ในกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2562

ที่มา: **Bangkok, Thailand weather history** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก

https://www.wunderground.com/history/monthly/th/bangkok/VTBD/date/2019-12

ตารางที่ 1 ค่าอุณหภูมิ เก็บข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศ Weather Undergroundกรุงเทพมหานครใน พ.ศ.2562

	เดือน	ค่าอุณหภูมิต่ำสุด	ค่าอุณหภูมิสูงสุด	ค่าอุณหภูมิกลางวัน	ค่าอุณหภูมิกลางคืน
1	มกราคม	21 °C	32 °C	27.4 °C	26.1 °C
2	กุมภาพันธ์	23 °C	33 °C	28.9 °C	27.9 °C
3	มีนาคม	25 °C	34 °C	30.9 °C	29.4 °C
4	เมษายน	26 °C	35 °C	31.6 °C	30.2 °C
5	พฤษภาคม	26 °C	34 °C	31.7 °C	30 °C
6	มิถุนายน	26 °C	33 °C	30.7 °C	28.9 °C
7	กรกฎาคม	26 °C	33 °C	30.4 °C	28.5 °C
8	สิงหาคม	26 °C	33 °C	30 °C	28.4 °C
9	กันยายน	25 °C	32 °C	29.4 °C	28.2 °C
10	ตุลาคม	25 °C	32 °C	29.6 °C	28.3 °C
11	พฤศจิกายน	24 °C	31 °C	29.6 °C	28.2 °C
12	ธันวาคม	21 °C	31 °C	27.9 °C	26.7 °C

ในเดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนที่สุดของปี อุณหภูมิสูงสุดตลอดทั้งเดือน โดยมีอุณหภูมิในตอนกลางวันและกลางคืน แตกต่างกันเล็กน้อย มีค่าอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 26 °C โดยมีค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35 °C ค่าอุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย 31.6 °C และค่าอุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย 30.2 °C

เดือนธันวาคมเป็นเดือนที่มีอากาศเย็น มีค่าอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 21 °C ค่าอุณหภูมิกลางวันเฉลี่ย 27.9 °C และค่าอุณหภูมิกลางคืนเฉลี่ย 26.7 °C [10]

[10] Weather Underground, **Weather May Bangkok 2019,** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงได้จาก https://www.wunderground.com/history/monthly/th/bangkok/VTBD/date/2019-12

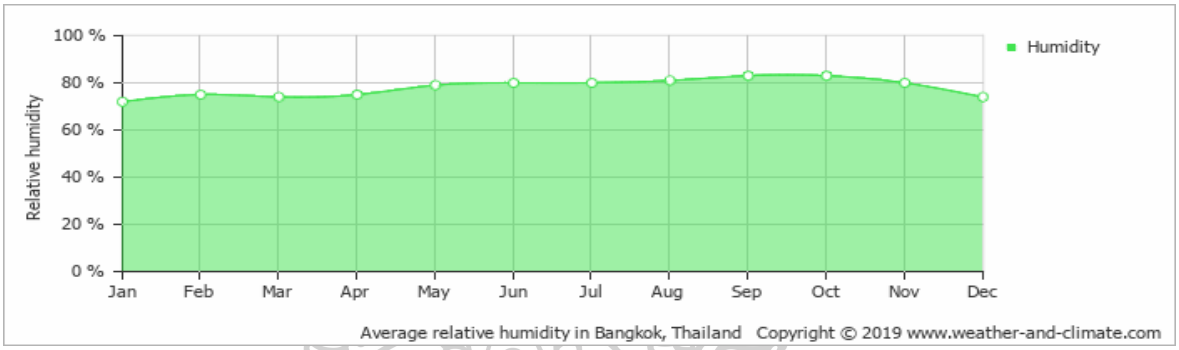
ตารางที่ 2 ค่าความชื้นสัมพัทธ์ เก็บข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศ Weather Underground กรุงเทพมหานครใน พ.ศ.2562

	เดือน	ค่าความชื้นต่ำสุด	ค่าความชื้นสูงสุด	ค่าความชื้นกลางวัน	ค่าความชื้นกลางคืน
1	มกราคม	51 %	73 %	58 %	73 %
2	กุมภาพันธ์	41 %	94 %	55 %	79 %
3	มีนาคม	46 %	94 %	56 %	84 %
4	เมษายน	47 %	94 %	56 %	84 %
5	พฤษภาคม	42 %	74 %	53 %	66 %
6	มิถุนายน	47 %	84 %	56 %	79 %
7	กรกฎาคม	62 %	100 %	62 %	89 %
8	สิงหาคม	55 %	74 %	66 %	74 %
9	กันยายน	62 %	100 %	70 %	94 %
10	ตุลาคม	59 %	100 %	66 %	89 %
11	พฤศจิกายน	58 %	89 %	70 %	58 %
12	ธันวาคม	49 %	79 %	52 %	66%

จากตารางบทที่ 2 ในเดือนกุมภาพันธ์เป็นเดือนที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำที่สุดของปี โดยมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ย 41 % ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 94 % ค่าความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย 55 % และค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางคืน 79 %

ในเดือนกรกฎาคม กันยายน และตุลาคมเป็นเดือนที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงที่สุดของปี โดยมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 100 % ค่าความชื้นสัมพัทธ์กลางวันเฉลี่ย 70 % และค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกลางคืน 94 %

ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย พ.ศ 2562 แสดงให้เห็นว่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในกรุงเทพมหานครมีค่าสูงตลอดปี แม้ว่าในบางเดือนมีปริมาณน้ำฝนน้อย เดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุด คือ 62 – 100 % ในเดือนกันยายน เดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุด คือ 41 - 94 % ในเดือนกุมภาพันธ์



ภาพที่ 7 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในกรุงเทพมหานครใน พ.ศ.2562

ที่มา: Average humidity เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://weather-and-climate.com/average-monthly-Rainfall-Temperature-Sunshine,Bangkok,Thailand

ตารางที่ 3 ค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย เก็บข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศ Weather Underground กรุงเทพมหานครใน พ.ศ.2562

	เดือน	อุณหภูมิต่ำสุด	อุณหภูมิสูงสุด	อุณหภูมิเฉลี่ย	ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด	ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย
1	เมษายน	26 °C	35 °C	32°C	47 %	94 %	69%
2	กรกฎาคม	26 °C	33 °C	29°C	62 %	100 %	74%
3	กันยายน	25 °C	32 °C	29°C	62 %	100 %	81%
4	ธันวาคม	21 °C	31 °C	28°C	49 %	79 %	65%

ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ได้จากรายงานสภาพอากาศเป็นค่าเฉลี่ยที่แตกต่างจากค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เป็นวัดได้รอบ ๆ วัตถุ ซึ่งนักอนุรักษ์ให้ความสำคัญมากกว่าค่าเฉลี่ย จึงต้องทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตลอดเวลา หรือทุก ๆ 5 – 10 นาที โดยใช้ Thermohygrograph หรือ Datalogger ซึ่งแสดงผลเป็นกราฟ จะช่วยให้ผู้ดูแลมีข้อมูลเกี่ยวกับระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รอบ ๆ วัตถุตลอดเวลาที่ถูกต้องตามความเป็นจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแสดงให้เห็นความผันผวนของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รอบ ๆ วัตถุซึ่งจะส่งผลกระทบต่อวัสดุต่าง ๆ

ตามทฤษฎี อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน ควรควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้ใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมที่เก็บรักษาที่ต้นทางและปลายทาง ซึ่งโดยทั่วไปควรควบคุมอุณหภูมิประมาณ 20 – 25 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 55 – 60 % และควบคุมให้คงที่ตลอดเวลา[11]

จากค่าอุณหภูมิและความชื้น ที่ได้ข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิและความชื้นในกรุงเทพมหานคร มีค่าผันผวนอย่างมาก ไม่เหมาะสมต่อการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน โดยไม่มียานพาหนะ และหีบห่อที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นรอบ ๆ ภาพเขียนสีน้ำมันตลอดเวลา

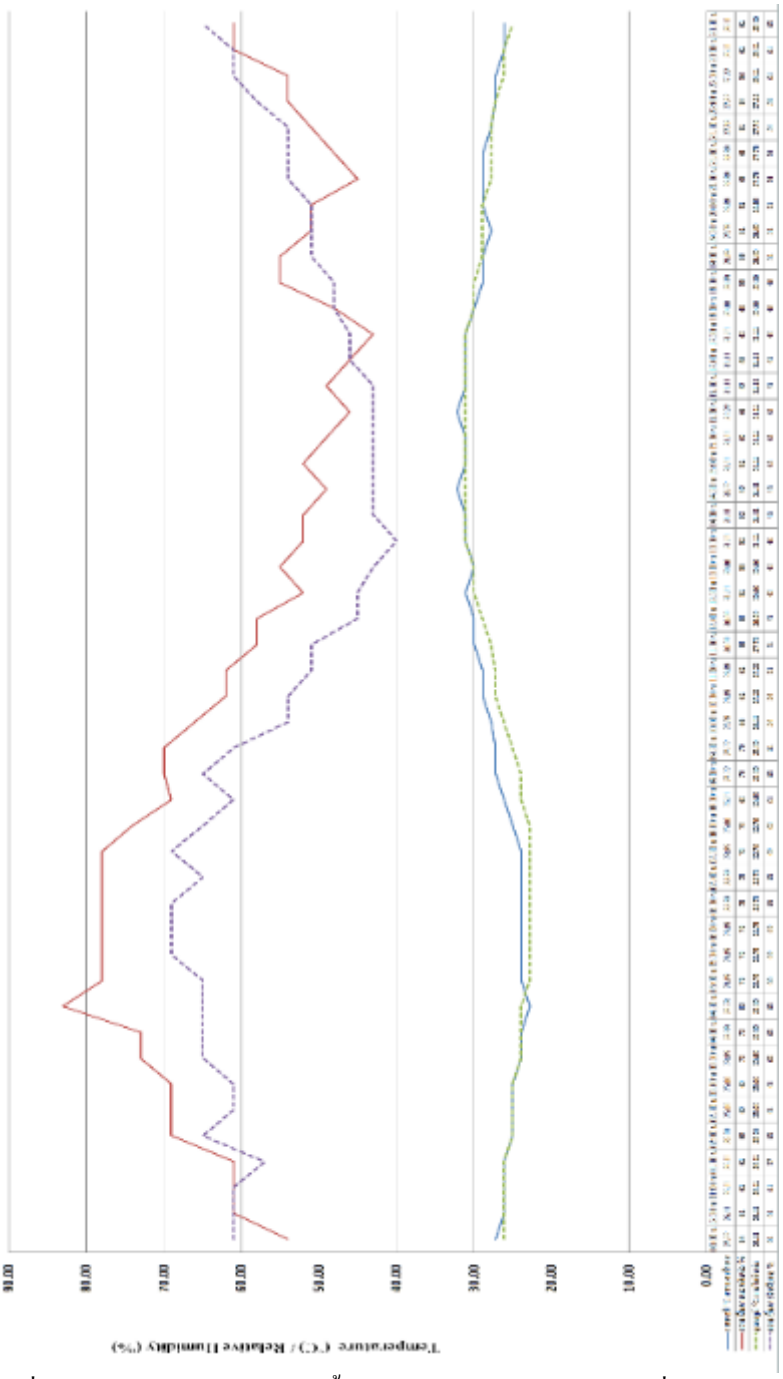
ผู้วิจัยได้ทดลองวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา (ภายนอกหีบห่อ) เมื่อวันที่ 31 มกราคม พ.ศ.2563 โดยวางเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ไว้ข้าง ๆ ภาพเขียนสีน้ำมันที่ห่อด้วยพลาสติกกันกระแทก ได้ผลดังแสดงในกราฟ (ภาพที่ 9) พบว่าอุณหภูมิสูงสุด 47.5 °C อุณหภูมิต่ำสุด 26.5 °C อุณหภูมิเฉลี่ย 38.5 °C และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 58.5 % ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด 28.4 % ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 43.0 % และพบว่าค่าอุณหภูมิและความชื้นมีความผันผวนมาก

ในขณะเดียวกันทดลองบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา (ภายในหีบห่อ) โดยวางเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ไว้ ด้านหลังภาพเขียนสีน้ำมันซึ่งห่อด้วยพลาสติกกันกระแทก พบว่า อุณหภูมิสูงสุด 32.22 °C อุณหภูมิต่ำสุด 22.78 °C อุณหภูมิเฉลี่ย 31.7 °C และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 78 % ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด 43 %
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 61.0 %

---

[11] จิราภรณ์ อรัณยะนาค. (2563). อาจารย์พิเศษหลักสูตรอนุรักษ์ศิลปกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร. สัมภาษณ์, 2 เมษายน.

แสดงว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ รอบ ๆ ภาพเขียนสีน้ำมันที่ห่อด้วยพลาสติกกันกระแทกมีค่าแตกต่างจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห่อเล็กน้อย แต่ค่อนข้างคงที่กว่าภายนอก เพราะฉะนั้นจึงวางแผนในการเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนและกันความชื้น เพื่อช่วยควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 9 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา
(ภายในและภายนอกหีบห่อที่ห่อหุ้มด้วยพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็ก)
บันทึกข้อมูล เมื่อวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2563 เวลา 00.00 – 23.30 น.

1.3 การเสื่อมสภาพของภาพเขียนสีน้ำมันระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่ง

สาเหตุหลักที่ทำให้ภาพเขียนสีน้ำมันเกิดความเสียหายระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งมากที่สุด คือ เมื่ออุณหภูมิและความชื้นแปรเปลี่ยน ไม่คงที่ ขึ้นและลงอยู่ตลอดเวลา

1.3.1. ความชื้นก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายรูปแบบ ทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีววิทยา ความชื้นอาจจะเข้าทำปฏิกิริยาโดยตรงกับวัสดุที่ใช้ในการสร้างสรรค์ภาพเขียนสีน้ำมัน หรือทำให้ปฏิกิริยาระหว่างวัสดุกับสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นได้ดี เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศรอบ ๆ ภาพเขียนสีน้ำมันลดต่ำลง ไม้และผ้าที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของภาพเขียนสีน้ำมันจะคายความชื้นออกมา เพื่อปรับตัวเองเข้าสู่สภาวะสมดุลกับสิ่งแวดล้อม ทำให้ภาพเขียนสีน้ำมันเกิดการเปลี่ยนแปลง วัสดุบางอย่างหดตัว เมื่อความชื้นรอบๆ ภาพเขียนสีน้ำมันสูงขึ้น วัสดุบางอย่างดูดซับความชื้นแล้วเกิดการขยายตัว จากการดูดซับความชื้นในบรรยากาศรอบ ๆ หากมีการเปลี่ยนแปลงระดับความชื้นอย่างรวดเร็ว กรอบไม้ ผ้าใบ ชั้นรองพื้น และชั้นสีอาจเกิดการแตกร้าว หลุดลอกเป็นแผ่น ๆ หรือเป็นสะเก็ดเล็ก ๆ บางครั้งผ้าใบฉีกขาด หย่อนยาน เนื่องจากกรอบไม้ที่ขึงผ้าใบขยายตัวและหดตัวสลับกันไปมา จนสูญเสียความยืดหยุ่น หากการขยายตัวเป็นไปอย่างอิสระ อาจไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย แต่ถ้าการมีการยึดด้วย ตะปู หรือกาว จะเกิดแรงดึง และแรงดันภายในเนื้อวัสดุทำให้เกิดความเสียหายได้ ความรุนแรงจะมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่ออุณหภูมิและความชื้นแปรเปลี่ยน ไม่คงที่ตลอดเวลา[12]

ภาพเขียนสีน้ำมันที่อยู่ในสภาวะแวดล้อมที่อับชื้น มักพบเชื้อราหลายชนิด เชื้อราบางชนิดเจริญได้ในที่ที่ความชื้นไม่สูงมาก พื้นผิววัตถุอาจไม่ชื้นแฉะ เพราะเชื้อราบางกลุ่มชอบความแห้ง (Xerophilic fungi) มักพบเป็นจุด หรือหย่อมสีขาวบนวัตถุที่อยู่ในสภาพอับ อากาศไม่ไหลเวียนถ่ายเท เช่น ในตู้ ในห่อ หรือถุงพลาสติก กล่อง ลังไม้ หรือในห้องที่ปิดมิดชิด หรืออยู่ในบริเวณที่อากาศไม่ไหลเวียนถ่ายเท โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝน จะพบเชื้อรามากกว่าในฤดูแล้ง หากภาพเขียนสีน้ำมันเปียกชื้นจากน้ำฝน หรือน้ำรั่ว หรือน้ำท่วม จะมีเชื้อราที่ชอบความชื้นชนิดอื่น ๆ เจริญได้อีกมากมายหลายชนิด[13]

---

[12] จิราภรณ์ อรัณยะนาค, **การดูแลรักษาวัตถุพิพิธภัณฑ์,** (ปทุมธานี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อินสตูดิโอ, 2557), 143-150.

[13] จิราภรณ์ อรัณยะนาค. (2563). อาจารย์พิเศษหลักสูตรอนุรักษ์ศิลปกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร. สัมภาษณ์, 2 เมษายน.

ภาพที่ 8 : ภาพตัวอย่าง เชื้อราบนภาพเขียนสีน้ำมัน

ที่มา: **เชื้อราบนภาพเขียนสีน้ำมัน** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://www.facebook.com/facc.inthailand/photos/a.109831019701815/1520817854767378/?type=3&theater

ภาพที่ 9 : ภาพตัวอย่าง เชื้อราบนภาพเขียนสีน้ำมัน

ที่มา: เชื้อราบนภาพเขียนสีน้ำมัน

ถ่ายโดย จิราภรณ์ อรัณยะนาค. อาจารย์พิเศษหลักสูตรอนุรักษ์ศิลปกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาพที่ 10 : ภาพตัวอย่าง เชื้อราบนภาพเขียนสีน้ำมัน
ที่มา: เชื้อราบนภาพเขียนสีน้ำมัน
ถ่ายโดย จิราภรณ์ อรัณยะนาค. อาจารย์พิเศษหลักสูตรอนุรักษ์ศิลปกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

1.3.2. อุณหภูมิ เมื่อหีบห่ออยู่ในที่ที่มีความร้อนสูง ความร้อนจะมีการถ่ายโอนจากข้างนอกเข้าสู่หีบห่อ ความร้อนสามารถถ่ายโอน หรือส่งผ่านจากวัตถุหนึ่งที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังวัตถุหนึ่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าได้ ภาพเขียนสีน้ำมันประกอบไปด้วยวัสดุหลายชนิดซ้อนกันเป็นชั้น ๆ คือ ชั้นรองรับภาพ ผ้าใบ ชั้นรองพื้น ชั้นสี และชั้นสารเคลือบผิว วัสดุเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพแตกต่างกัน ทำให้ภาพเขียนสีน้ำมันแตกร้าว ฉีกขาด ผุเปื่อย รูปทรงบิดเบี้ยว แยกชั้น หลุดลอก บวม พอง หดตัว ขยายตัว ชั้นสีเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น จาง หมอง คล้ำ เป็นฝ้า จนกระทั่งหลุดล่อน และกลายเป็นผง ภาพเขียนสีน้ำมันที่วางอยู่กลางแจ้ง จัดแสดงอยู่กลางแดด หรือตามระเบียงบันได ทางเดิน รวมทั้งภาพเขียนสีน้ำมันที่ขนส่งโดยรถบรรทุก หรือรถกระบะในเวลากลางวันจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพ และทางเคมี ความร้อนจะทำให้คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของภาพเขียนสีน้ำมันเปลี่ยนแปลงไป การที่อุณหภูมิไม่คงที่ [14]

[14] จิราภรณ์ อรัณยะนาค, **การดูแลรักษาวัตถุพิพิธภัณฑ์,** (ปทุมธานี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อินสตูดิโอ, 2557), 168-171.

เพิ่มขึ้น และลดลงอยู่ตลอดเวลา สลับกันไปมา จะทำให้ชั้นสีแตกร้าว โก่งงอ และถ้าหากมีการยึดเหนี่ยวด้วยการทากาว หรือตอกตะปู เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงขึ้น ๆ ลง ๆ สลับไปมา จะส่งผลให้ภาพเขียนสีน้ำมันเสียหายได้อย่างรวดเร็ว ภาพเขียนสีน้ำมันที่อยู่กลางแจ้งจะแตกร้าวหลุดล่อนหรือเยิ้มเหนียว ความร้อนเป็นอีกสาเหตุที่ทำให้น้ำ ตัวทำละลาย และองค์ประกอบบางอย่างระเหยออกไปจากภาพเขียนสีน้ำมัน ส่งผลให้ภาพเขียนสีน้ำมันแห้งกรอบ เปราะ ขาดความยืดหยุ่น และขาดความแข็งแรง นักวิทยาศาสตร์พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 10 °C จะทำให้ปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า อาจทำให้วัสดุจับตัวเป็นก้อน และแข็งเปราะแตกหักเร็วมากขึ้น หรือทำให้วัสดุอ่อนตัวลง เพราะฉะนั้นควรเก็บภาพเขียนสีน้ำมันไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำและคงที่ เพื่อเป็นการลดอัตราการเปลี่ยนแปลง ความร้อนจากอากาศภายนอกเคลื่อนที่เข้าสู่ภาพเขียนสีน้ำมันได้โดย การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่ความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน[15]

1.3.2.1 การนำความร้อน (Conduction) คือ การถ่ายเทความร้อนระหว่างโมเลกุลที่อยู่ติดกัน แม้ว่าโมเลกุลจะอยู่ในสสารเดียวกัน หรือสสารสองชนิดที่สามารถสัมผัสกันได้โดยตรง การนำความร้อนสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อวัตถุของแข็งเป็นตัวกลาง จะเกิดการสั่นของอนุภาคที่เรียงกันที่เป็นของแข็ง พร้อมทั้งส่งพลังงานออกไปตลอดเวลาต่อกันไปเรื่อย ๆ โดยไม่มีการเคลื่อนที่ของโมเลกุล มีเพียงแต่พลังงานความร้อนที่ถูกส่งออกไปเท่านั้น จากอุณหภูมิที่สูงไปยังอุณหภูมิที่ต่ำกว่า สารแต่ละชนิดนำความร้อนแตกต่างกัน สารที่นำความร้อนได้ดี (Conductor) ได้แก่ โลหะเงิน เหล็ก และทองแดง เป็นต้น16

1.3.2.2 การพาความร้อน (Convection) คือ การถ่ายเทความร้อนเคลื่อนที่ในสสารสองรูปแบบ คือ ก๊าซและของเหลว ของเหลวมีคุณสมบัติในการพาความร้อนมาให้ หรือสามารถพาความร้อนออกจากผิวที่เป็นของแข็ง การเคลื่อนที่ของก๊าซและของเหลวจะสามารถเคลื่อนที่จากข้างล่างและลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศเท่านั้น เพราะเมื่อสสารได้รับความร้อนจะมีการขยายตัว ทำให้ความหนาแน่นต่ำลงและสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า (ความหนาแน่นจะสูงกว่า) ก็จะลงมาแทนที่จะเคลื่อนที่แบบนี้ไปตลอดเวลา จนกระทั่งได้รับความร้อนทั่วถึงกัน

1.3.2.3 การแผ่รังสีความร้อน (Thermal radiation) คือ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยบางครั้งไม่จำเป็นจะต้องอาศัยตัวกลาง การแผ่รังสีความร้อนออกไปในทุกทิศทางโดยรอบจุดกำเนิด หรือวัตถุขึ้นอยู่กับลักษณะ คุณสมบัติและอุณหภูมิของวัตถุ ส่วนความสามารถในการดูดซับความร้อนขึ้นอยู่กับลักษณะ เช่น วัตถุเป็นสี

---

[15] เรื่องเดียวกัน, 168-171

[16] อนุสรณ์ สุขเกษม, “การศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อนโดยการพาของครีบแท่งทรงกระบอก” (ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2550) 8-9

เข้มจะสามารถแผ่ และดูดซับความร้อนได้ดีกว่าวัตถุที่สีอ่อน และมันวาว หรือถ้าหากวัตถุชนิดเดียวกัน แต่มีความหนาไม่เท่ากัน วัตถุที่บางจะสามารถแผ่ความร้อนได้เร็วกว่าวัตถุที่หนา หรือผิวของวัตถุที่แตกต่างกัน วัตถุที่ขรุขระมีความสามารถดูดกลืนความร้อนได้ดีกว่าวัตถุมีผิวเรียบ เป็นต้น[17]

โดยทั่วไปการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน ผู้ดูแลงานศิลปะ หรือจิตรกร มักนิยมใช้กระดาษหรือพลาสติกทั่วไปที่สามารถหาได้ตามท้องตลาด เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษสีน้ำตาล พลาสติกกันกระแทก ในการห่อหุ้มเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน กระดาษทั่วไปไม่มีคุณสมบัติในการควบคุมอุณหภูมิภายในหีบห่อ การควบคุมอุณหภูมิภายในหีบห่อหรือบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมันจำเป็นต้องใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนที่ดี เพื่อลดการถ่ายโอนความร้อนจากภายนอกสู่ภายในหีบห่อ ฉนวนกันความร้อน มีหลากหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกัน ตามคุณลักษณะ หรือความเหมาะสม ก่อนนำฉนวนกันความร้อนเข้ามาใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ และหีบห่อในการเคลื่อนย้ายขนส่ง จึงควรศึกษาประสิทธิภาพของฉนวนกันความร้อน[18]

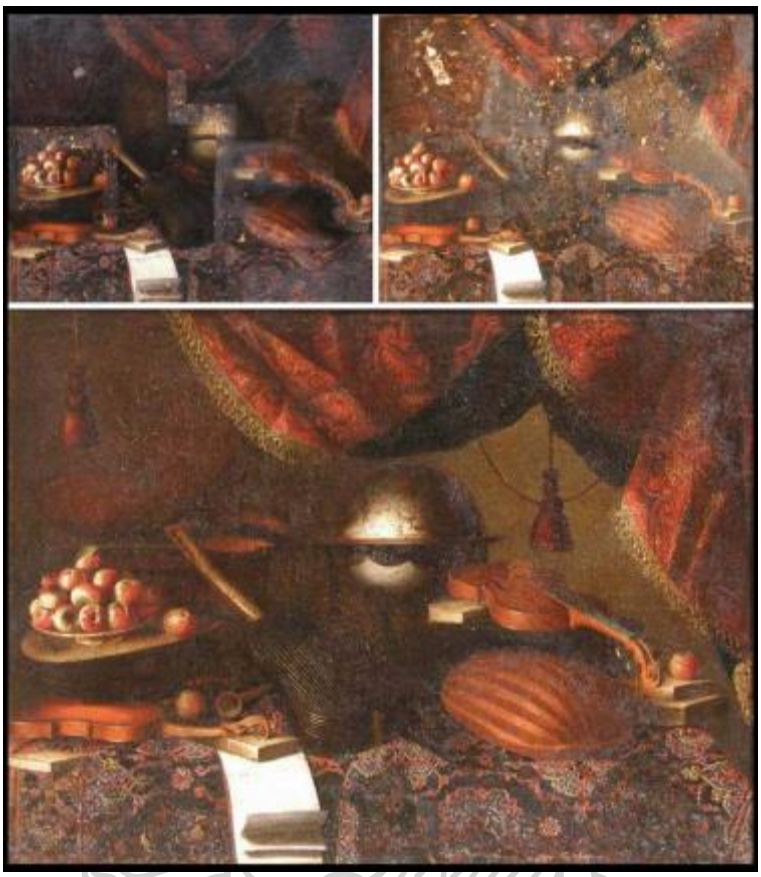
1.3.3 แสงสว่าง เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ภาพเขียนสีน้ำมันเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น ซีดหมอง สีจางลง การป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นจากแสง จึงไม่ควรให้ภาพเขียนสีน้ำมันได้รับแสงสว่างโดยตรง แสงสว่างที่มีความร้อนสูงทำให้ความร้อนสะสม ส่งผลให้ภาพเขียนสีน้ำมันเสียหาย ควรหลีกเลี่ยงการวางภาพเขียนสีน้ำมันในที่โล่ง ไม่มีหลังคา ไม่ควรห่อหุ้มภาพเขียนสีน้ำมันด้วยวัสดุที่โปร่งใส หรือโปร่งแสง หรือวางในบริเวณที่แสงแดดสาดส่องได้ หรือเคลื่อนย้ายขนส่งโดยใช้พาหนะที่ไม่มีหลังคา[19]

---

[17] เรื่องเดียวกัน, 8-9

[18] จิราภรณ์ อรัณยะนาค, **การดูแลรักษาวัตถุพิพิธภัณฑ์,** (ปทุมธานี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อินสตูดิโอ, 2557), 168-171.

[19] เรื่องเดียวกัน, 29



ภาพที่ 11 ภาพตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลงของภาพเขียนสีน้ำมันบนผืนผ้าใบ
ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิและความชื้นไม่คงที่

ที่มา: **Art Conservation & Restoration Painting** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก http://paintingconservationrestoration.blogspot.com/2014/06/painting-oil-on-canvas-bartolomeo.html

ภาพที่ 12 ภาพตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นทำให้ชั้นสีในภาพเขียนสีน้ำมันบนผ้าใบสูญเสียการยึดเกาะทำให้ชั้นสีแตกรานและหลุดล่อน
ที่มา: **การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้น** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/preventive-conservation/guidelines-collections/paintings.html

ในระยะยาวมักพบว่าการเสื่อมสภาพของภาพเขียนสีน้ำมันเกิดจากการที่อุณหภูมิและความชื้นไม่คงที่ ทำให้ชั้นสียืดออกและหดตัวสลับกัน ชั้นสีเปราะบาง ชั้นสีแตกร้าว และเกิดการเปลี่ยนแปลงของสารเคลือบผิว ผู้ดูแลไม่ควรปล่อยปละละเลยให้ภาพเขียนสีน้ำมันเสียหายแล้วค่อยซ่อมแซม ควรมุ่งเน้นการป้องกันการเสื่อมสภาพของภาพเขียนสีน้ำมัน โดยการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้คงที่อยู่ตลอดเวลาที่ทำการขนส่งและจัดแสดง รวมทั้งระยะเวลาที่เตรียมการ การบรรจุหีบห่อ การเคลื่อนย้ายขนส่ง การนำวัตถุออกจากหีบห่อ และตลอดระยะเวลาที่จัดแสดง ทั้งที่อยู่ในกล่อง อยู่ในตู้ อยู่ในพื้นที่กว้างโล่ง ควรติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้น เพื่อตรวจสอบค่าอุณหภูมิและความชื้นอยู่ตลอดเวลา[20]

[20] จิราภรณ์ อรัณยะนาค. (2563). อาจารย์พิเศษหลักสูตรอนุรักษ์ศิลปกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร. สัมภาษณ์, 2 เมษายน.

เพื่อป้องกันความเสียหายของภาพเขียนสีน้ำมันที่จะเกิดจากอุณหภูมิและความชื้นไม่คงที่ และป้องกันปัญหาด้านเทคนิคต่าง ๆ เช่น รถยนต์จะต้องสภาพสมบูรณ์แบบพร้อมใช้งาน ส่วนที่ใช้บรรทุกควรปูหรือบุด้วยฉนวนกันความร้อน เพื่อช่วยลดอุณหภูมิภายในยานพาหนะ

ปัจจัยที่เป็นผลกระทบสำคัญ และมักถูกมองข้าม คือ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รอบ ๆ ภาพเขียนในขณะ เคลื่อนย้ายขนส่ง เพราะบางครั้งการเคลื่อนย้ายขนส่งด้วย รถยนต์ เรือ หรือ เครื่องบิน อาจจะใช้ระยะเวลาหลายวัน หรือหลายสัปดาห์ หรือหลายเดือน เช่น ออกจากประเทศที่มีอากาศหนาว ปลายทางมีอากาศร้อนถึงร้อนจัด แห้งแล้ง เพราะฉะนั้นเป็นหน้าที่ของนักอนุรักษ์ในการป้องกันการชำรุดเสียหายในระหว่างการเดินทางและการจัดแสดง เน้นการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในพื้นที่เล็ก ๆ (Microclimate) โดยออกแบบ และเลือกใช้วัสดุในการทำกล่องและหีบห่อให้สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในได้ระหว่างการบรรจุกล่องและหีบห่อ ระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมันจะต้องปรับอุณหภูมิและความชื้นให้แปรเปลี่ยนช้า ๆ ค่อยเป็นค่อยไป การสร้างภูมิอากาศเฉพาะที่มีประโยชน์ คือ ไม่ต้องคำนึงถึงฤดูกาล หรือเวลาที่เหมาะสม สามารถปรับเปลี่ยน หรือสร้างได้เองให้มีระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อวัสดุแต่ละชนิดได้โดยใช้งบประมาณน้อย

การเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน ควรควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้คงที่อยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะขนส่ง ทางบก ทางเรือ ทางอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขนส่งทางอากาศ เมื่อเครื่องบินขึ้นระดับที่สูงอุณหภูมิจะลดต่ำกว่า 0 องศา และเมื่อเครื่องบินลงจอดบนพื้นที่ที่มีภูมิอากาศร้อนและชื้น หรือแห้ง (แล้วแต่ลักษณะอากาศตามสถานที่นั้น ๆ) อุณหภูมิจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ถ้าเครื่องบินจะต้องบินขึ้นและลงจอดหลายครั้ง กว่าจะถึงจุดหมายอุณหภูมิและความชื้นรอบภาพเขียนสีน้ำมันก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย ควรเลือกเส้นทางที่มีการลงจอดน้อยที่สุด และลดความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงด้วยการเลือกใช้วัสดุกันกระแทกและวัสดุที่ใช้ทำหีบห่อที่มีคุณสมบัติในการช่วยควบคุมอุณหภูมิและความชื้น เมื่อไปถึงจุดหมายไม่ควรรีบเปิดกล่องหรือห่อหีบทันที ควรวางทิ้งไว้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อให้วัสดุต่าง ๆ ปรับตัวเข้าสู่สภาวะสมดุลเสียก่อน เพื่อป้องกันความเสียหายของภาพเขียนสีน้ำมันที่จะเกิดจากอุณหภูมิและความชื้นเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว[21]

[21] จิราภรณ์ อรัณยะนาค. (2563). อาจารย์พิเศษหลักสูตรอนุรักษ์ศิลปกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร. สัมภาษณ์, 2 เมษายน.

วัสดุที่ใช้ในการทำกล่อง และหีบห่อ ในการเคลื่อนย้ายขนส่งควรเป็นวัสดุที่มีความเสถียร (Stable) วัสดุจะต้องทำหน้าที่ช่วยพยุง หรือรองรับน้ำหนักต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ช่วยป้องกันภาพเขียนสีน้ำมันไม่ให้เคลื่อนไหวหรือเกิดการกระทบกระแทก หรือรับแรงกด หรือแรงสั่นสะเทือน และป้องกันแสงสว่าง ควบคุมความชื้น และอุณหภูมิ ที่จะส่งผลทำให้ภาพเขียนสีน้ำมันเกิดความเสียหาย วัสดุที่เลือกใช้ต้องไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี หรือเกิดการชำรุดเสื่อมสภาพได้ในระยะเวลาสั้น เช่น ไม่ควรนำกาวที่ไม่เหมาะสมมาใช้ในการห่อหุ้มหรือทำบรรจุภัณฑ์ เพราะจะส่งผลทำให้มีคราบกาวเยิ้มเหนียวติดที่ภาพเขียนสีน้ำมัน หรือปลดปล่อยไอระเหยออกมา หรือพลาสติกบางประเภท เมื่อนำมาห่อหุ้มบนภาพเขียนสีน้ำมันโดยตรงอาจจะติดแน่นบนผิวของภาพเขียนสีน้ำมัน และเกิดการหดตัวและขยายตัว วัสดุที่มีผิวขรุขระจะครูดถู ขัดสีผิวหน้าของภาพเขียนสีน้ำมัน ทำให้ภาพเขียนสีน้ำมันเกิดความเสียหายได้ นอกจากนี้วัสดุที่ใช้ในการทำกล่องหรือหีบห่อควรสามารถป้องกันความชื้นจากภายนอก เพื่อช่วยควบคุมระดับความชื้นสัมพัทธ์รอบ ๆ ภาพเขียนสีน้ำมันให้คงที่ตลอดเวลา[22]

ผู้วิจัยสนใจที่จะลดความรุนแรงของปัญหาเหล่านี้ จึงวางแผนศึกษาวัสดุชนิดต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน ช่วยลดการส่งผ่านความร้อนและป้องกันความชื้น ในการห่อหรือทำบรรจุภัณฑ์สำหรับใช้ในการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัสดุเหล่านั้นในการช่วยควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในบรรจุภัณฑ์ วัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษเหล่านี้จะมีบทบาทในการควบคุมลักษณะอากาศภายในพื้นที่เล็ก ๆ (Microclimate) โดยเลือกใช้วัสดุที่หาได้ง่ายภายในประเทศ และราคาไม่แพงเพื่อเผยแพร่ให้ศิลปิน และผู้ดูแลรักษาภาพเขียนสีน้ำมันนำไปปฏิบัติได้โดยไม่ต้องใช้งบประมาณสูง

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการทำบรรจุภัณฑ์ เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน

2.2 เพื่อศึกษาลักษณะภูมิอากาศภายในพื้นที่เล็ก ๆ ภายในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

2.3 เปรียบเทียบค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในแต่ละบรรจุภัณฑ์กับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกบรรจุภัณฑ์

2.4 เพื่อคัดเลือกและเสนอวัสดุที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในบรรจุภัณฑ์ได้เหมาะที่สุด

---

[22] จิราภรณ์ อรัณยะนาค, **การดูแลรักษาวัตถุพิพิธภัณฑ์,** (ปทุมธานี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อินสตูดิโอ, 2557), 168-171.

3. วิธีการศึกษาวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ สำหรับใช้ในการขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน

3.2 ศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์

3.3 บันทึกสภาพของภาพเขียนสีน้ำมันที่ใช้ในการทดลอง

3.4 เลือกวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมต่อสภาพของภาพเขียนสีน้ำมัน โดยใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนและความชื้น

3.5 บันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในและภายนอกหีบห่อตลอด 24 ชั่วโมงระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งโดยทางพาหนะรถยนต์กระบะ ภายในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล

3.6 รวบรวมข้อมูล เปรียบเทียบผลวิเคราะห์

3.7 สรุปอภิปรายผล ข้อเสนอแนะ นำเสนอผลงานงานวิจัยเป็นรูปเล่มวิทยานิพนธ์ และนำเสนอผลงานในการประชุมทางวิชาการ

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 สภาพแวดล้อมภายในหีบห่อ (Microclimate) หมายถึง สภาพอากาศภายในพื้นจำกัดเล็ก ๆ รอบ ๆ วัตถุ

4.2 หีบห่อ (Packaging) หมายถึง ลังไม้ กล่องกระดาษ กล่องพลาสติก ซอง แฟ้ม

4.3 ฉนวนกันความร้อน (Insulator) หมายถึง วัสดุที่สามารถป้องกันการถ่ายโอนความร้อนจากด้านใดด้านหนึ่งไปยังอีกด้านได้

4.4 วัสดุกันความชื้น (Moisture Barrier) หมายถึง วัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันไม่ให้ความชื้น หรือไอน้ำสามารถผ่านเข้ากล่อง หรือหีบห่อ

5. ขอบเขตของการศึกษา

ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตลอดเวลา หรือทุก ๆ 30 นาทีบันทึก 24 ชั่วโมง ภายในและภายนอกหีบห่อระหว่างการขนย้าย ด้วยพาหนะรถยนต์ พื้นที่ทำการทดลอง คือ เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลระหว่างในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤษจิกายนพ.ศ. 2563

6. ประโยชน์ที่คาดว่าได้รับ

6.1 ทำให้ทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความชำรุดเสียหายของภาพเขียนสีน้ำมันที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายขนส่งที่ผิดวิธี

6.2 ทำให้ทราบถึงวัสดุที่เหมาะสมในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมันตลอดจนคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการทำกล่อง และหีบห่อ

6.3 ทำให้ทราบถึงความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและภายในกล่อง หรือหีบห่อ ในระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน

6.4 สามารถประยุกต์ใช้กับการควบคุมสภาพแวดล้อมในการเคลื่อนย้ายขนส่งวัตถุประเภทอื่น ๆ รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการควบคุมสภาพแวดล้อมรอบ ๆ วัตถุภายในคลังวัตถุและห้องจัดแสดงเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ และเครื่องดูดความชื้น

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และผลงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การเลือกใช้วัสดุในการควบคุมความชื้น และอุณหภูมิ ภายในหีบห่อสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากหนังสือ เอกสาร และงานที่วิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมาเป็นกรอบในการวิจัย เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ในการอภิปรายผลการศึกษาต่อไป

2.1 การออกแบบกล่อง และหีบห่อของภาพเขียนสีน้ำมันสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่ง

การป้องกันความเสียหายจากการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน ควรเริ่มจากการเลือกใช้วัสดุและการออกแบบกล่อง และหีบห่อสำหรับใส่ภาพเขียนสีน้ำมัน ให้มีขนาดและลักษณะที่เหมาะสมกับภาพเขียนสีน้ำมันแต่ละชิ้น กล่องและหีบห่อสำหรับใส่ภาพเขียนสีน้ำมันที่ถูกออกแบบมาอย่างระมัดระวังและถูกต้อง จะมีประโยชน์ในการป้องกันความเสียหายทางกายภาพจากการเคลื่อนย้ายขนส่ง เช่น ป้องกันการกระทบกระแทกและลดการสั่นสะเทือนซึ่งอาจทำให้ สีแตกร้าว หลุดล่อน ขูดขีด แตกหัก ฉีกขาด ได้ทุกขณะ และคำนึงถึงการป้องกันแสงสว่าง ก๊าซ มลพิษ ฝุ่นละออง ไอระเหย เชื้อรา และแมลง ในระหว่างเคลื่อนย้ายขนส่งให้ปลอดภัยมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาที่เกิดเมื่ออุณหภูมิ และความชื้นแปรเปลี่ยน ไม่คงที่ ขึ้นและลงอยู่ตลอดเวลาระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน ซึ่งภาพเขียนอาจอยู่ในกล่อง หรือหีบห่อหลายวัน หรือหลายสัปดาห์ หรือหลายเดือน การขนส่งด้วยพาหนะต่าง ๆ ทำให้อุณหภูมิ และความชื้นแปรเปลี่ยน ไม่คงที่ ขึ้นและลงอยู่ตลอดเวลา ส่งผลกระทบต่อภาพเขียนสีน้ำมันได้ เช่น การแตกร้าวของวาร์นิชในชั้นเคลือบ การแตกร้าวของชั้นสี ชั้นรองพื้นแยกตัวออกจากชั้นรองรับภาพ (ผ้าใบ) ชั้นสีแยกตัวออกจากชั้นรองพื้น การบิดเบี้ยวของผ้าใบตามมุมต่าง ๆ ฯลฯ เพราะฉะนั้น การออกแบบกล่อง และหีบห่อสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมันจะต้องป้องกันการกระทบกระแทก ลดการสั่นสะเทือน และจะต้องควบคุมความชื้น และอุณหภูมิให้คงที่ตลอดเวลา รวมทั้งการป้องกันแสงสว่าง แมลง รา ฝุ่น ก๊าซและไอระเหยต่าง ๆ[23]

การป้องกันการกระทบกระแทกทำได้โดยเลือกใช้วัสดุกันกระแทกที่เหมาะสม วัสดุกันกระแทก คือ วัสดุที่ถูกนำมาใช้เพื่อการป้องกันการกระแทกอย่างรุนแรง และการสั่นสะเทือน

---

[23] จิราภรณ์ อรัณยะนาค, **การดูแลรักษาวัตถุพิพิธภัณฑ์,** (ปทุมธานี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อินสตูดิโอ, 2557), 53-58.

ระหว่างกระบวนการเคลื่อนย้ายขนส่ง ขนถ่าย หลักการพื้นฐานที่สำคัญ 2 ประการของวัสดุกันกระแทกในการป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับภาพเขียนสีน้ำมัน คือ เพื่อดูดซับแรงกระแทก และป้องกันการส่งผ่านแรงกระแทกมายังวัตถุที่อยู่ภายในหีบห่อ และลดการเคลื่อนไหว และการเคลื่อนที่จากการสั่นสะเทือนภายในหีบห่อ[24]

ในปัจจุบันในท้องตลาดมีวัสดุหลายชนิด ทำหน้าที่เป็นวัสดุกันกระแทกในการขนส่งศิลปวัตถุต่าง ๆ การเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม และราคาไม่แพง จะช่วยป้องกันการชำรุด และประหยัดงบประมาณในการขนส่งศิลปวัตถุได้

ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาเลือกวัสดุกันกระแทก ได้แก่ รูปทรง ขนาด และน้ำหนักของศิลปวัตถุ ความเปราะบางของศิลปวัตถุ ความแตกต่างของการส่งแต่ละแบบ ว่าเกิดการกระแทกและการสั่นสะเทือนแบบใด ขนาดของแรงประมาณเท่าใด คุณสมบัติ ราคา และการใช้ประโยชน์ของวัสดุกันกันกระแทก

วัสดุกันกระแทกที่เหมาะสมในการขนส่งศิลปวัตถุ ได้แก่ กระดาษไร้กรด (Acid-free paper) แผ่นกระดาษลูกฟูก (Corrugated board) แผ่นพลาสติกกันกระแทก (Bubble Pack) โฟมพอลีสไตรีน (Polystyrene foam) โฟมพอลีเอทธีลีน (Polyethylene foam) แผ่นพอลีเอทธีลีน (Polyethylene sheet) อย่างหนาสีดำ ไทเวค (Tyvek) ถุงซิปล็อคสุญญากาศ พลาสติกลูกฟูก เป็นต้น

2.2 วัสดุที่ใช้ในการห่อภาพเขียนสีน้ำมันสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่ง

วัสดุที่ใช้ในการห่อศิลปวัตถุ แต่ละประเภทมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป ควรเลือกใช้เป็นชั้นแรก วัสดุที่เหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมัน วัสดุที่ใช้ในการห่อ ทำหน้าที่ป้องกันการขูดขีด ครูดถู และลดการสัมผัสกับวัสดุอื่น ๆ ที่อยู่ภายในหีบห่อ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันฝุ่นละออง ป้องกันแสงสว่าง ป้องกันแมลง และรา วัสดุที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการห่อหุ้มภาพเขียนสีน้ำมันและทำกล่องในการเคลื่อนย้ายขนส่ง ได้แก่ กระดาษ ไม้ พลาสติก ผ้า เป็นต้น[25]

การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นในกรุงเทพมหานคร พบว่าอุณหภูมิและความชื้นมีค่าสูงตลอดทั้งปี และมีความผันผวนตลอดเวลา วัสดุที่ใช้ในการทำหีบห่อ บรรจุภัณฑ์[26] ควรมีคุณสมบัติที่เป็นฉนวนกันความร้อน และป้องกันความชื้นได้ดี เพื่อช่วยควบคุมอุณหภูมิและ

---

[24] เรื่องเดียวกัน, 53-58

[25] สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง, **รอบรู้เรื่องบรรจุภัณฑ์,** (กรุงเทพ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์สุรวัฒน์, 2544), 21-22.

[26] จิราภรณ์ อรัณยะนาค. (2563). อาจารย์พิเศษหลักสูตรอนุรักษ์ศิลปกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร. สัมภาษณ์, 2 เมษายน.

ความชื้นภายในหีบห่อหรือบรรจุภัณฑ์คงที่ และอยู่ในระดับที่ปลอดภัย ตลอดระยะเวลาในการเดินทาง

ฉนวนกันความร้อน (Insulator) คือวัสดุที่ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้พลังงานความร้อนส่งผ่านจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้ หรือต้านทานให้พลังงานความร้อนเหลือน้อยที่สุด การใช้ฉนวนกันความร้อนมีความต้านทานแตกต่างกันออกไป ตามลักษณะการใช้งาน โดยพลังงานจากแสงอาทิตย์จะส่งความร้อนมาที่โลกโดยตรง แต่ละช่วงเวลาจะมีอุณหภูมิสูงสุดแตกต่างกันออกไป การติดตั้งฉนวนกันความร้อนเป็นสิ่งสำคัญทำให้อุณหภูมิภายในกล่อง หรือหีบห่อ ลดลง หรือคงที่[27] ปัจจุบันอุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศโลกที่ระดับพื้นผิวโลกสูงขึ้นเป็นลำดับ ภาวะโลกร้อน (Global warming) ตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 20 ถึงปัจจุบัน และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นสูงขึ้นเรื่อย ๆ อีกในอนาคต ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับภาวะโลกร้อน คือ การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิของบรรยากาศโลกที่ระดับพื้นผิวโลก เพิ่มสูงขึ้นอยู่ตลอดมา[28]

การเลือกใช้ฉนวนกันความร้อนสามารถควบคุมอุณหภูมิให้ลดลงและอยู่ในระดับคงที่หรือเหมาะสม ลักษณะของฉนวนกันความร้อนมีหลากหลายรูปแบบ เช่น เป็นฝอย เป็นม้วน เป็นแผ่น รวมทั้งวัสดุที่ทำมาจากฟองอากาศเล็ก ๆ ฟองอากาศจะมีคุณลักษณะพิเศษสามารถต้านทานความร้อนโดยการกักเก็บพลังงานความร้อนที่ไหลผ่าน ทำให้ไม่เกิดการส่งผ่านพลังงานความร้อน ส่งผลให้กล่องหรือหีบห่อภายในไม่เกิดการส่งผ่านพลังงานความร้อน ทำให้อุณหภูมิภายในกล่องหรือหีบห่อลดลงหรือคงที่ การทำงานของเครื่องปรับอากาศจะลดลง นอกจากนี้เป็นการช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อีกทาง ฉนวนกันความร้อนส่วนใหญ่ถูกนำไปติดตั้งที่ ผนัง กำแพง เพดาน หรืออุปกรณ์ระบายความร้อน หรือในบางกรณีนำไปใช้เพื่อรักษาความร้อนในการก่อสร้างในฤดูหนาว โดยทั่วไปอาจใช้เป็นจำนวนมากในห้องที่มีอากาศเย็น หรือกล่อง หรือหีบห่อที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิแบบเฉพาะให้คงที่[29]

---

[27] ศ.ดร. สุนทร บุญญาธิการ, **การใช้ฉนวน,** (กรุงเทพ: โรงพิมพ์สุรวัฒน์, 2546), 7.

[28] ชัยวัฒน์ คุประตกุล, **วิกฤตโลกร้อนเรื่องจริงหรือตื่นตูม,** (กรุงเทพ: สำนักพิมพ์มูลนิธิกลุ่มทีมรวมใจ, 2551), 1.

[29] **Suryakanta Padhi, What Are The Basic Properties Of heat Insulating Material**?, Accessed October 15, 2020, available from https://civilblog.org/2016/09/26/basic-properties-heat-insulating-materials/

อยู่ตลอดเวลา (Microclimates) โดยการไหลเวียนของความร้อนจะส่งผ่านจากอุณหภูมิสูงไปยังอุณหภูมิต่ำอยู่เสมอ

การลดปริมาณความร้อนเข้าสู่ภายในกล่อง หรือหีบห่อที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ การเลือกฉนวนใช้วัสดุที่เป็นกันความร้อน ป้องกันการโอนถ่ายความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายใน การเลือกใช้วัสดุที่เป็นฉนวนกันความร้อนมีข้อพิจารณา ดังต่อไปนี้

1.ฉนวนกันความร้อนที่ดี จะต้องมีความตานท้านความร้อนสูง (R-value) เพราะวัสดุที่ทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนมีหน้าที่ หน่วงความร้อน (Thermal timelag) ยิ่งค่า R สูง ประสิทธิภาพของฉนวนจะยิ่งสูงมากขึ้น

1.2 ค่าความต้านทานความร้อน หมายถึง ฉนวนชนิดนั้น ๆ มีความสามารถในการหยุดหรือยับยั้งการถ่ายโอนส่งผ่านความร้อน การต้านทานความร้อนจะตรงกันข้ามกับการคำนวณการนำความร้อน โดยการต้านทานความร้อนจะขึ้นอยู่กับความหนาของวัสดุ เพราะฉะนั้นการเลือกใช้วัสดุเป็นฉนวนกันความร้อน ควรจะเลือกเปรียบเทียบในวัสดุที่หนา เท่า ๆ กัน

2. ฉนวนกันความร้อนที่ดี ต้องมีค่าการนำความร้อน (K-Value) ต่ำ

2.1 ค่าการนำความร้อน หมายถึง ฉนวนชนิดนั้นๆ ยอมให้ความร้อนผ่านตัววัสดุได้มากน้อยเพียงใด

2.2 วัสดุที่มีคุณสมบัติฉนวนกันความร้อนที่ดี เมื่อค่าการนำความร้อน (K-Value) ต่ำ จะทำให้ฉนวนกันความร้อนบางลงได้ ค่าการนำความร้อนขึ้นอยู่กับวัสดุนั้น ๆ ไม่ขึ้นอยู่กับความหนาบาง[30]

มหาวิทยาลัยศิลปากร

[30] **Suryakanta Padhi, What Are The Basic Properties Of heat Insulating Material**?, Accessed October 15, 2020, available from https://civilblog.org/2016/09/26/basic-properties-heat-insulating-materials/

ภาพที่ 13 ภาพตัวอย่าง ความร้อนส่งผ่านฉนวนกันความร้อน

ที่มา: **Thermal Conductivity K value** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://wtg.co.th/th/news/wall-tech-knowledge/491-k-r-u-3-value-must-know-before-buying-sandwich-panel-insulation

การใช้ฉนวนกันความร้อนในบางครั้ง พบว่าอุณหภูมิยังมีค่าสูงอยู่ เนื่องจากอิทธิพลของความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายใน การแก้ปัญหา คือ การติดตั้งฉนวนกันความร้อนให้มากขึ้นจนอุณหภูมิอยู่ในระดับเหมาะสม และคงที่ แต่การใช้ฉนวนกันความร้อนมากเกินไป ก่อให้เกิดความไม่จำเป็น และมีค่าใช้จ่ายสูง เพราะฉะนั้นการแก้ปัญหาอีกทาง คือ การใช้ฉนวนกันความร้อน และมวลสาร (Thermal mass) ร่วมกัน โดยออกแบบให้มีการผสมผสานระหว่างฉนวนกันความร้อนและมวลสาร ทำให้มีประสิทธิภาพในควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระดับที่เหมาะสม และคงที่[31]

การเลือกใช้ฉนวนควรคำนึงถึงรูปแบบทางกายภาพ (Physical forms) ของฉนวนซึ่งมีหลายรูปแบบในการใช้งาน เช่น ฉนวนแบบห่มหุ้ม ฉนวนแบบแผ่น ฉนวนแบบพ่น ฉนวนแบบฉีด การเลือกฉนวนจะต้องพิจารณาจากกล่อง หรือหีบห่อที่ต้องการนำไปห่อหุ้มว่าแบบไหนเหมาะสม และปัจจัยเรื่องค่าใช้จ่าย ความคงทน แรงกดต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การติดตั้งฉนวนกันความร้อนภายในกล่อง หรือบรรจุภัณฑ์ในการเคลื่อนย้ายขนส่งควรใช้ฉนวนกันความร้อนแบบห่อหุ้ม เพราะมีราคาไม่แพง สามารถออกแบบและติดตั้งได้ง่าย พร้อมทั้งยังสามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้[32]

นอกจากนี้ควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ด้วย เช่น ความหนาแน่น (Bulk density) และความจุความร้อน (Heat capacity) เป็นคุณสมบัติอยู่ในกระบวนการผลิตของฉนวนแต่ละชนิด แต่โดยรวมแล้วฉนวน

---

[31] ศ.ดร. สุนทร บุญญาธิการ, **การใช้ฉนวน,** (กรุงเทพ: โรงพิมพ์สุรวัฒน์, 2546), 31.

[32] ชนะภัย ชินะประยูร (2544) **การศึกษาความจากใต้ดิน** (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 4-6.

กันความร้อนที่มีคุณภาพจะมีค่าความหนาแน่นสูง และความจุความร้อนที่เหมาะสมอยู่ที่ค่าเดียวเท่านั้นจะไม่มีค่าความหนาแน่นและความจุความร้อนที่เหมาะสมหลายค่า รายละเอียดฉนวนแต่ละประเภทแตกต่างกันออกไป สามารถตรวจสอบข้อมูลได้จากผู้ผลิต

อุณหภูมิในการใช้งานที่เหมาะสมเป็นข้อพิจารณาที่สำคัญในการเลือกใช้ฉนวนกันความร้อน เพราะจะส่งผลให้ฉนวนกันความร้อนทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ถ้าใช้งานไม่เหมาะสม ผิดประเภทจะส่งผลให้ฉนวนกันความร้อนเสื่อมสภาพ หรือได้รับความเสียหาย การแบ่งระดับของอุณหภูมิในการใช้งานฉนวนกันความร้อนมีดังนี้

ฉนวนสำหรับช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ -270 ถึง 100 °C ได้แก่ เซลลูโลสโฟม (Cellulose foam) กลาสโฟม (Glass foam) เป็นต้น

ฉนวนสำหรับช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 100 ถึง 500 °C เช่น กลาสโฟม ใยแร่ฟอยล์ เป็นต้น

ฉนวนบางชนิดขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน คือ การใช้งานฉนวนกันความร้อนอาจทำให้ประสิทธิภาพลดลงได้ เมื่อใช้งานผิดประเภท ควรหมั่นตรวจสอบวันที่ผลิต และวันหมดอายุ และเลือกฉนวนกันความร้อนที่เหมาะสมกับการใช้งาน อาจจะพิจารณาได้จากอุณหภูมิ เพื่อให้เกิดอายุการใช้งานที่คงทนยาวนาน[33]

ความต้านทานต่อความร้อน (Thermal resistivity) คือ ความสามารถในการต้านความร้อนหรือยั้บยั้งความร้อน สามารถศึกษาจากผู้ผลิตซึ่งจะเรียกค่านี้ว่า ค่า R (Thermal resistance หรือ r-value) ฉนวนที่มีค่าต้านทานของความร้อนสูงจะมีคุณสมบัติในการกันความร้อนได้ดี วัตถุประสงค์หลักของการใช้ฉนวนกันความร้อน คือ การป้องกันไม่ให้ความร้อนเข้าภายในกล่องหรือหีบห่อ จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลง หรือคงที่

ประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงเกือบตลอดทั้งปี การใช้เครื่องปรับอากาศ และเครื่องดูดความชื้น เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้มีค่าที่เหมาะสมหรือคงที่ จะต้องใช้พลังงานสูง และยังมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นการใช้ฉนวนกันความร้อนเพื่อลดอุณหภูมิและวัสดุควบคุมความชื้นเป็นสิ่งสำคัญ แต่ฉนวนกันความร้อนบางชนิด ไม่สามารถกันความชื้นได้และอาจเสื่อมสภาพคุณภาพเมื่อได้รับความชื้นสูง ควรป้องกันความชื้นให้กับฉนวนกันความร้อนโดยการใช้วัสดุกันความชื้น เช่น แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ แผ่นพอลีเอทธีลีน แผ่นพอลีเอสเทอร์ ฯลฯ วัสดุต่าง ๆ มีผลต่อความชื้นแตกต่างกันออกไป แต่สามารถใช้ร่วมกันได้ ดังนั้นควรเลือกใช้วัสดุที่มีความต้านทานต่อความชื้น

---

[33] ศ.ดร. สุนทร บุญญาธิการ, **การใช้ฉนวน,** (กรุงเทพ: โรงพิมพ์สุรวัฒน์, 2546), 32-33.

เพื่อความปลอดภัยจากการกระทบกระแทกระหว่างการเคลื่อนย้าย ควรพิจารณา ความแข็งแรงทางกล (Mechanical strength) ของวัสดุชนิดต่าง ๆ ซึ่งหมายถึง ความสามารถของฉนวนที่สามารถรับน้ำหนัก ทนต่อแรงอัด ต้านทานต่อแรงดึง ต้านทานต่อการกระแทกและสั่นสะเทือน คุณสมบัติทางกลขึ้นอยู่กับ ความหนาแน่น ขนาดของเซลล์ เส้นใย วัสดุแต่ละประเภทมีความคงทนต่ออุณหภูมิ และสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน

ความปลอดภัยต่อสุขภาพเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้ฉนวน เนื่องจากสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยมีความร้อนและความชื้นสูง ทำให้ฉนวนกันความร้อนเสื่อมสภาพได้ง่าย และรวดเร็ว ความชื้นสูงทำให้ฉนวนเสื่อมประสิทธิภาพ และอาจเกิดเชื้อรา ฉนวนที่ทำจากสารอินทรีย์ เช่น เส้นใยเซลลูโลสเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและเป็นอาหารของแมลง ดังนั้นการใช้ฉนวนกันความร้อนและความชื้นในพื้นทีที่มีความเสี่ยงสูง ควรพิจารณาเลือกใช้ฉนวนที่มีความต้านทานต่อแมลงและเชื้อรา เช่น ใช้ฉนวนที่ทำจากสารอนินทรีย์ เช่น แคลเซียมซิลิเกต โฟม ใยแร่ เป็นต้น

เพราะฉะนั้น การเลือกใช้ฉนวนกันความร้อนและความชื้น ควรพิจารณาคุณสมบัติหลายอย่างเพื่อให้ได้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ เช่น เลือกใช้วัสดุที่เป็นใยแก้ว หรือใยแร่ เมื่อต้องการกันความร้อน และเสียง เลือกใช้วัสดุที่ทำจากแคลเซียมซิลิเกต หรือเวอร์มิคูไลท์ เมื่อต้องการป้องกันความร้อน และไฟ เลือกใช้วัสดุประเภทโฟม เมื่อต้องการป้องกันความร้อนและความชื้น[34]

ผู้ผลิตได้ทดสอบการใช้ฉนวนกันความร้อน ในระดับอุณหภูมิที่กำหนด เพื่อทดสอบประสิทธิภาพความคงทนของฉนวนกันความร้อนก่อนออกมาจำหน่าย แต่การติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผิดวิธี จะส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้งานลดลง ควรเลือกช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการใช้งาน ที่ฉนวนสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ไม่เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ ควรติดตั้งแผ่นฉนวนไม่ให้เกิดช่องว่างระหว่างกัน โดยการติดตั้งให้อยู่แนบชิดกับกล่องหรือหีบห่ออยู่ตลอดเวลา เพื่อไม่ให้อากาศไหลผ่านได้ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของฉนวน

วัสดุบางชนิด อาจมีแนวโน้มที่จะเกิดความเสียหายจากการใช้งาน เช่น ฉนวนกันความร้อนอาจโดนกดทับจากน้ำหนักของสิ่งของภายในกล่อง หรือเกิดการกระทบกระแทกซ้ำไปซ้ำมาจนกระทั่งฉนวนกันความร้อนเสียหาย เสียการทรงตัว และไม่สามารถคืนรูปได้ ควรตรวจสอบน้ำหนักภายในกล่อง หรือหีบห่อ ความสามารถในการรองรับน้ำหนักของกล่อง หรือหีบห่อ และตรวจสอบประสิทธิภาพของฉนวนกันความร้อนด้วยเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้น[35]

---

[34] จิราภรณ์ อรัณยะนาค. (2563). อาจารย์พิเศษหลักสูตรอนุรักษ์ศิลปกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร. สัมภาษณ์, 2 เมษายน.

[35] ศ.ดร. สุนทร บุญญาธิการ, **การใช้ฉนวน,** (กรุงเทพ: โรงพิมพ์สุรวัฒน์, 2546), 33-35.

ฉนวนกันความร้อนที่ดีควร มีค่าการนำความร้อนต่ำ ความร้อนไหลผ่านฉนวนได้ยาก มีความคงทนต่อแรงอัด และแรงดึงได้เป็นอย่างดี มีอัตราการดูดซับความชื้นต่ำ มีความสามารถต้านทานการกัดกร่อนได้ดี เปลี่ยนรูปได้ยาก และมีความคงตัวสูง มีความทนต่อการติดไฟได้ดี (ไม่ติดไฟ) สามารถใช้ได้กับอุณหภูมิที่กว้าง หรือทุกระดับได้ ติดตั้งง่าย และสะดวก[36]

- ฉนวนกันความร้อน ที่ใช้กันในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ฉนวนกันความร้อนแบบมีมวลสาร และฉนวนสะท้อนความร้อน[37]

- ฉนวนกันความร้อนแบบมีมวล หมายถึง วัสดุที่ใช้ป้องกันการโอนถ่ายความร้อน ป้องกันการต้านทานความร้อน วัสดุที่ใช้ทำฉนวนกันความร้อนแบบกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็น เส้นใยที่มีโพรงหรือช่องกลาง อาทิ ใยแก้ว (Fiber glass) ใยหิน (Rock fiber) โฟมพอลีสไตรีน (Polystyrene foam) โฟมพอลีเอทธีลีน (Polyethylene foam)

- ฉนวนแบบสะท้อนความร้อน คือ วัสดุที่ใช้เพื่อป้องกันการโอนถ่ายความร้อนเข้ามาในกล่อง ทำหน้าที่การสะท้อนความร้อนจากรังสีความร้อนของวัตถุเพื่อลดค่าพลังงานไม่ให้ดูดซับและสะท้อนความร้อนออกไปฉนวนแบบสะท้อนความร้อนส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ เช่น อลูมิเนียมฟอยล์ห่ออาหาร (Aluminium foil) [38]

วัสดุที่ใช้ทำฉนวนมีหลายประเภท เช่น

- วัสดุประเภทใยแร่ (Mineral fibous material) เช่น ใยหิน (Rock wool) ขี้โลหะที่ได้จากการถลุงโลหะ (Slag) ใยแก้ว (Glass fiber หรือ Glass wool) วัสดุประเภทเส้นใยธรรมชาติ (Organic fibrous material) เช่นชานอ้อย (Bagasse) ฝ้าย ขนสัตว์ เส้นใยเซลลูโลส และเส้นใยไนลอน (Polyamide)

- วัสดุมีโครงสร้างเป็นเซลล์ เช่น โฟมพอลีสไตรีน (Polystyrene foam)โฟมยาง (Form rubber) ไม้ก๊อก (Cork)

- วัสดุอนินทรีย์ที่มีโครงสร้างเป็นเซลล์ (Mineral cellular material) เช่น โฟมคอนกรีต (Foamed concrete) เพอร์ไลท์ (Perlite) ใยแก้ว (Glass fiber) เป็นฉนวนที่เป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย ฉนวนใยแก้ว ผลิตจากการนำก้อนแก้วมาหลอม และปั่นจนเส้นใยละเอียด หลังจากนั้น

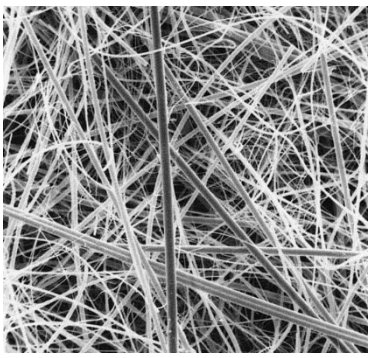
---

[36] วัชระ มั่งวิทิตกุล. (2547). “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับฉนวน.” **ประสิทธิภาพพลังงาน** 14, 63 (มกราคม-มีนาคม): 16-17.

[37] มนัสพันธน์ หงษ์วิเศษ, “การเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงานที่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้” (สารนิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553) 7-8.

[38] ศ.ดร. สุนทร บุญญาธิการ, **การใช้ฉนวน,** (กรุงเทพ: โรงพิมพ์สุรวัฒน์, 2546), 11.

นำมาขึ้นรูปเป็นฉนวนกันความร้อนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ฉนวนใยแก้ว ฉนวนแบบคลุมห่ม (Blanket) และฉนวนหุ้มท่อ (Pipe cover) ฉนวนประเภทนี้เป็นฉนวนเส้นใยแบบเซลล์เปิด (Open cell) มีโครงสร้างภายในเป็นเส้นใย และช่องอากาศ (Air gap) จัดเป็นที่วัสดุประเภทไม่ลามไฟ (Non-Combustible material) มีทั้งชนิดมีวัสดุปิดผิว และไม่มีวัสดุปิดผิว วัสดุปิดผิวส่วนใหญ่เป็นแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อใช้ป้องกันไอน้ำ และความชื้น (Vapor barrier) โดยฉนวนประเภทนี้จะสามารถกันความร้อนได้ หากใช้ผสมผสานกับวัสดุอื่น ๆ อย่างถูกต้องจะมีส่วนช่วยป้องกันเสียงด้วย ฉนวนใยแก้วไม่สามารถกันไฟได้ มีอุณหภูมิการใช้งานประมาณ 700 องศาเซลเซียส แต่ไม่ทนกับความเปียกชื้น และการควบแน่นเป็นหยดน้ำ (Condensation) โดยจะสูญเสียคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนเมื่อฉนวนเปียกชื้น หรือโดนน้ำ[39]



ภาพที่ 14 ภาพตัวอย่าง ภาพขยายลักษณะโครงสร้างของฉนวนใยแก้ว ประกอบด้วยเส้นใย และช่องว่างอากาศทำหน้าที่ป้องกันลดการโอนถ่ายความร้อน

ที่มา: Glass fiber เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจากhttps://www.fishersci.ca/shop/products/emd-millipore-glass-fiber-filters-46/p-108537

ฉนวนอีกชนิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสูง คือ ใยแร่ (Mineral fiber) หรือ หินแร่ (Minerak rock) หรือฝอยขี้โลหะ(Slag wool) หรือใยหิน (Rock wool) มีกระบวนการผลิตคล้ายกับฉนวนใยแก้ว โดยการนำวัสดุประเภทแร่ เช่น ขี้โลหะ จากการผลิตเหล็กกล้า ทองแดง หรือตะกั่ว นำมาเป็นวัตถุดิบ ฉนวนใยแร่มีรูปแบบ และข้อจำกัดในการใช้งานทั่วไปเหมือนฉนวนใยแก้ว เช่น การติดไฟของวัตถุประสานหรือสารยึด (Binder) ฉนวนประเภทนี้ไม่มีสารประกอบที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ มีคุณสมบัติการกันความร้อนฉนวนใยแก้ว มีคุณลักษณะพิเศษที่สามารถ

[39] เรื่องเดียวกัน, 13

นำมาใช้เป็นฉนวนกันไฟ มีความสามารถในดูดเสียง ฉนวนใยแร่ จะมีความหนาแน่นสูง แต่มีข้อเสีย คือ ไม่ทนทานความเปียกชื้น[40]

ภาพที่ 15 ภาพตัวอย่าง ภาพขยายลักษณะโครงสร้างของฉนวนใยแก้ว ประกอบด้วยเส้นใย และช่องว่างอากาศทำหน้าที่ป้องกันลดการโอนถ่ายความร้อน
ที่มา: Mineral fibrer เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://www.tradewheel.com/p/sepiolite-fiber-sepiolite-mineral-3066/

[40] เรื่องเดียวกัน, 17

ภาพที่ 16 ภาพตัวอย่าง ฉนวนกันความร้อนที่ทำมาจากใยแร่ แบบมีฟอยล์

ที่มา: Mineral Wool Blanket with Aluminum Foil เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://ikinggroup.en.made-in-china.com/product/ovqQEmCJgBUK/China-Mineral-Wool-Blanket-with-Aluminum-Foil-96kg-M3.html

ภาพที่ 17 ภาพตัวอย่าง ลักษณะฉนวนกันความร้อนที่ทำมาจากใยแร่ แบบไม่มีฟอยล์

ที่มา: **Rockwool** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://www.topinsulation.com/csr_350.htm

ฉนวนที่มีราคาประหยัด และนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือโฟม (Foam) เป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับฉนวนชนิดอื่น ๆ โฟมจะไม่ดูดซับความชื้น แต่เนื่องจากโฟมมีจุดหลอมเหลวต่ำ เมื่อความร้อนสูงต่อเนื่อง และสูงเพิ่มขึ้นมากเรื่อย ๆ จะมีการเปลี่ยนรูป เช่น บิดงอ บุบสลาย ย่น หรือยืด โฟมที่นิยมนำมาใช้เป็นฉนวนได้แก่ โฟมพอลีสไตรีน โฟมพอลีเอทธีลีน โฟมบางชนิดจะปลดปล่อยสารเคมีออกมา

โฟมพอลีสไตรีน (Polystyrene foam) มีลักษณะเป็นแผ่นสามารถป้องกันการถ่ายโอนได้ทั้งความร้อน และความเย็น ในท้องตลาดมีจำหน่ายในแบบแยกแผ่น และเป็นฉนวนโฟมที่ติดคู่กับแผ่นยิปซัม เป็นวัสดุน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายง่าย จึงทำให้การติดตั้งสะดวก และรวดเร็ว มี 2 รูปแบบ คือ แบบรีด (Extrude) และแบบหล่อ (Mold) โฟมพอลีสไตรีนเป็นวัสดุประเภทเซลล์สังเคราะห์ สามารถก่อให้เกิดการลุกไหม้ได้ เพราะฉะนั้นการนำมาติดตั้งใช้งานจึงจะต้องมีเปลือกด้านนอกที่สามารถต้านทานความร้อน เช่น ยิปซัมบอร์ด นอกจากนี้ยังต้องป้องกันไม่ให้โฟมพอลีสไตรีนกระทบกับแสงแดดโดนตรง เพราะรังสีอัตตราไวโอเลตจะทำลายโฟมจนเปลี่ยนไปเป็นสีเหลืองและเสื่อมสภาพได้ โฟมพอลีสไตรีนเกิดจากนำเม็ดโฟมขนาดเล็กมาบีบเข้าอยู่ด้วยกัน (Interconnecting cell insulation) ส่งผลให้มีช่องว่างในการอัดอากาศเข้าด้วยกัน เพราะฉะนั้นไม่สามารถกันความชื้นได้[41]

ภาพที่ 18 ภาพตัวอย่าง ภาพขยายลักษณะโฟมพอลีสไตรีน)Polystyrene foam(

ที่มา: **Polystyrene foam** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก

http://oknation.nationtv.tv/blog/home/user_data/file_data/201601/14/71787912a.jpg

[41] สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง, **รอบรู้เรื่องบรรจุภัณฑ์,** (กรุงเทพ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์สุรวัฒน์, 2544), 25.

ภาพที่ 19 ภาพตัวอย่าง โฟมพอลีสไตรีน)Polystyrene foam(

ที่มา: **Polystyrene foam** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก http://oknation.nationtv.tv/blog/home/user_data/file_data/201601/14/71787912a.jpg

โฟมพอลีเอทธีลีน (Polyethylene foam) ลักษณะของโฟมเป็นแผ่นเหนียวนุ่มมีความหนา ผลิตจากพลาสติกสังเคราะห์พอลีเอทธีลีน (Polyethylene) สามารถต้านทานความร้อน มีน้ำหนักเบา เหนียว ทนต่อแรงกระแทกได้ดี มีอายุการใช้งานนาน คุณลักษณะ คือ มีฟองอากาศขนาดเล็ก ๆ จำนวนมากเกาะต่อกันแน่นหนา และฟองอากาศจะทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้การโอนถ่ายความร้อนได้อย่างสมบูรณ์ ใช้สำหรับกันกระแทกสำหรับใส่ในกล่อง ลิ้นชัก ตู้ และหีบต่าง ๆ เป็นพลาสติกที่เสถียร สามารถดูดซับน้ำได้อย่างอย่างดี ป้องกันไฟฟ้าสถิตได้ดี ไม่สามารถละลายในสารเคมี มีข้อเสีย คือ ไม่ทนต่อแสงภายนอก ไม่ยอมให้อากาศผ่านเข้าออก[42]

[42] จิราภรณ์ อรัณยะนาค, **การดูแลรักษาวัตถุพิพิธภัณฑ์,** (ปทุมธานี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อินสตูดิโอ, 2557), 134.

ภาพที่ 20 ภาพตัวอย่าง โฟมพอลีเอทธีลีน)Polyethylene foam(

ที่มา: **Polyethylene foam** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก ที่มา : https://www.universalonline.store/packaging/Foam-Packaging/Cell-Aire-Polyethylene-Foam_2.html

พอลีเอทธีลีน สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด คือ ชนิดความหนาแน่นต่ำ โฟมพอลีเอทธีลีน ชนิดความแน่นต่ำ LDPE (Low density polyethylene) ใช้ทำ ถุงพลาสติก ถังน้ำ ถังขยะ ภาชนะต่าง ๆ พลาสติกกันกระแทก (Bubble pack) ทำจากแผ่นพอลีเอทธีลีน ภายในบรรจุฟองอากาศเป็นเม็ดลักษณะกลม สำหรับใช้งานกันการกระทบกระแทก มักนิยมนำมาใช้ รอง ปู ในการจัดเก็บวัตถุในพิพิธภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในสหรัฐอเมริกามีชื่อทางการค้าว่า Ethafoam และ Volara foam[43]

[43] เรื่องเดียวกัน, 135

พลาสติกกันกระแทก (Bubble pack) หรือพลาสติกอัดอากาศ ทำจากแผ่นฟิล์มพอลีเอทธีลีน 2 แผ่นประกบกันโดยทำให้เกิดฟองอากาศเล็ก ๆ เกิดขึ้นระหว่างแผ่นสามารถกักอากาศอุณหภูมิ และความชื้นได้นาน และมีขนาดความหนาตามความต้องการ อาจจะใช้พลาสติกกันกระแทกหลายชั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันการกระทบกระแทก และลดการสั่นสะเทือนในระยะเวลาการเคลื่อนย้ายขนส่ง แผ่นพลาสติกอัดอากาศมีความเหนียว สะอาด และไม่ทำให้เกิดการผุกร่อน ไม่ดูดซับความชื้น ทนต่อแรงกระแทก แต่ไม่เหมาะกับวัตถุที่มีความอ่อนไหวต่อการสั่นสะเทือน[44]

ภาพที่ 21 ภาพตัวอย่าง พลาสติกกันกระแทก)Bubble pack(

ที่มา: **Bubble pack** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก

ที่มา : https://plastilon.co.za/product/bubble-wrap-d120-1-25x40m/

[44] สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง, **รอบรู้เรื่องบรรจุภัณฑ์,** (กรุงเทพ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์สุรวัฒน์, 2544), 25.

พอลีเอทธีลีน ชนิดความหนาแน่นสูง HDPE (High density polyethylene) เป็นโฟมแข็ง รองรับน้ำหนักได้สูง ส่วนมากนำไปใช้ทำแท่นฐาน หรือส่วนที่ต้องรองรับน้ำหนัก ที่มีขนาดใหญ่ และนำไปใช้เป็นวัสดุป้องกันการกระแทกภายในกล่องด้วย

โฟมที่ทำจากพอลีเอทธีลีนอีกชนิด คือ Expanded Polyethelene foam ทำจาก (High density polyethylene) อยู่ชั้นนอก และ (Low density polyethylene) อยู่ชั้นใน ที่พบได้ทั่วไป คือ ตาข่าย สำหรับห่อหุ้มผลไม้

นอกจากนี้ยังมีโคพอลิเมอร์ (Copolymer) ของพอลีเอทธีลีน เพื่อผลิตสิ่งของที่ต้องการความแข็งแรงสูง เช่น พลาสติกลูกฟูก หรือที่เรียกกันว่า Feature board ผลิตมาจากโคพอลิเมอร์ของพอลีเอทธีลีนกับพอลีโพรพีลีน ชนิดความหนาแน่นสูง

ไทเวค (Tyvek) เป็นผลิตภัณฑ์พลาสติกที่กำลังนิยมใช้แทนกระดาษ ในการจัดเก็บวัตถุในพิพิธภัณฑ์ สามารถป้องกันไฟฟ้าสถิตได้ ไทเวคทำจากเส้นใยพอลีเอทธีลีนโอลิฟินที่มีความหนาแน่นสูง ลักษณะเป็นเส้นยาว ๆ เส้นเดียว หลังจากนั้นนำมาทำเป็นแผ่น ลักษณะเหมือนกระดาษ หรือผ้า ที่แข็งแรง ทนทาน น้ำหนักเบา ทนน้ำทนความชื้น ทนสารเคมี ทนแมลงและราได้ดี ไม่เปลี่ยนสี ไม่มีคุณสมบัติที่เป็นกรด น้ำไม่เข้าด้านที่ผิวเรียบ อากาศเข้าและออกได้ทั้งสองด้าน สามารถนำมาใช้ในงานอนุรักษ์ เช่น ทำแผ่นปู รอง คั่น หุ้มห่อ ทำซอง ทำแฟ้ม ใช้ปิดข้างหลังภาพเขียน ใช้ทำหมอน เบาะในกล่อง หรือหีบห่อได้ สามารถนำไปปิดทับภาพเขียนสีน้ำมันได้โดยไม่ยับ หรือยุ่ย[45]

ภาพที่ 22 ภาพตัวอย่าง ไทเวค)Tyvek(

ที่มา: **Tyvek** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก http://www.sterilizationproducts.com/wp-content/uploads/2017/02/TST-TyvekTubing2.jpg

[45] จิราภรณ์ อรัณยะนาค, **การดูแลรักษาวัตถุพิพิธภัณฑ์,** (ปทุมธานี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อินสตูดิโอ, 2557), 138.

แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminium foil) เป็นวัสดุที่ช่วยสะท้อนความร้อน เป็นมันวาว ทนความชื้น ไม่ติดไฟ ไม่ขาดง่าย แผ่นอลูมิเนียมฟอย์ลจะเคลือบอลูมิเนียมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกัน และความขุ่นของฟอยล์จะป้องกันรังสีรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) ไอน้ำซึมผ่านเข้าไปได้น้อย ในปัจจุบันพบว่าอลูมิเนียมฟอยล์มีความเหนียวทนทาน และทำให้หนาขึ้น เพื่อให้คงทนไม่ขาดง่าย สามารถลดอุณหภูมิได้มากกว่า 80 – 90 %[46]

ภาพที่ 23 ภาพตัวอย่าง แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์)Aluminium foil(

ที่มา: **Aluminium foil** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://israel.desertcart.com/products/160302442-supreme-bazaar-aluminium-foil-paper-roll-aluminium-foil-shrinkwrap-shrinkwrap-9-m

[46] กาญจนา ทุมมานนท์, **การใช้ฉนวน,** (กรุงเทพ: โรงพิมพ์สุรวัฒน์, 2546), 27.

ภาพที่ 24 ภาพการห่อหุ้ม เตรียมการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน
ของสถาบัน Agora Gallery ในประเทศอังกฤษ
ที่มา: Shipping De-Mystified: How To Roll Artworks For Shipping เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://www.agora-gallery.com/advice/blog/2016/10/06/how-to-roll-artworks-for-shipping/

2.3 การห่อภาพเขียนสีน้ำมันสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่ง

2.3.1 ขั้นตอนปฏิบัติก่อนการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน มีความสำคัญมาก เพราะจะช่วยป้องกันไม่ให้ภาพเขียนสีน้ำมันในกล่องหรือหีบห่อเกิดความเสียหาย จะต้องป้องกันการกระทบกระแทก และลดการสั่นสะเทือนรวมทั้งควบคุมให้อุณหภูมิ และความชื้นรอบภาพเขียนสีน้ำมันคงที่ในระดับที่เหมาะสม ตลอดระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายขนส่ง

2.3.2 วัสดุที่นำมาใช้ในการห่อหุ้มควรเป็นวัสดุไร้กรด ไม่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีใด ๆ เช่น กระดาษไร้กรด ไทเวค แผ่นพอลีเอทธีลีน โฟมที่ทำจากพอลีเอทธีลีน และพลาสติกกันกระแทก เป็นต้น วัสดุเหล่านี้ทำหน้าที่ปกป้องผิวหน้าของภาพเขียนสีน้ำมัน ก่อนที่จะห่อภาพเขียนสีน้ำมันตรวจสอบว่ามีอุปกรณ์ยึดติดใด ๆ ที่เป็นโลหะ พลาสติก หรือวัสดุใด ๆ ที่ส่งผลต่อการขูดขีด ครูดถูภาพเขียนสีน้ำมัน หากพบจะต้องนำออก และห่อแยกออกจากกัน[47]

[47] จิราภรณ์ อรัณยะนาค, **การดูแลรักษาวัตถุพิพิธภัณฑ์,** (ปทุมธานี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อินสตูดิโอ, 2557), 123.

กระดาษเป็นวัสดุที่มีความสำคัญ ในการเก็บรักษา จัดแสดง การขนส่งเคลื่อนย้าย กระดาษสามารถใช้ในการห่อหุ้ม คลุม คั่น บุ และกระดาษสามารถรองรับน้ำหนัก ทำกล่อง ซอง และแฟ้ม

กระดาษที่มีราคาถูก เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษห่อของ กระดาษสีน้ำตาล เป็นต้น เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีต้นทุนต่ำ ผลิตมาจากเศษไม้ ที่นำมาตัดสับและบดเป็นเยื่อกระดาษ หรือกระดาษที่นำกลับหมุนเวียนผลิตใช้ใหม่ โดยไม่ผ่านกระบวนการแยกองค์ประกอบที่เป็นอันตรายต่อกระดาษ เช่น ลิกนิน (Lignin) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ฯลฯ กระดาษหนังสือพิมพ์สามารถสลายตัวให้กรดอินทรีย์ เช่น กรดฟอร์มิก กรดแลคติก กรดซัคซินิก กระดาษที่ราคาถูกมักจะมีฤทธิ์เป็นกรด และมักเปลี่ยนสี จึงไม่ควรให้กระดาษเหล่านี้สัมผัสกับภาพเขียนสีน้ำมันโดยตรง

ในปัจจุบัน กระดาษที่มีคุณภาพสูงสามารถหาซื้อได้ภายในประเทศ อาจจะเป็นกระดาษที่ไม่มีกรด เพราะใช้วัตถุดิบที่ไม่เป็นกรด และขั้นตอนในการผลิตที่ไม่มีกรด ควรตรวจสอบกระดาษก่อนนำมาใช้งานทุกครั้ง กระดาษที่สามารถหาซื้อได้ง่ายทั่วไป และราคาไม่แพง ได้แก่ กระดาษทิชชู่ (สีขาว) กระดาษสา กระดาษแข็งที่ใช้วาดภาพสีน้ำ กระดาษเมาท์รูป (Photoboard) โดยกระดาษที่เหมาะสมใช้ทำกล่อง ทำแฟ้ม ได้แก่ กระดาษไร้กรด กระดาษลูกฟูก กระดาษสา กระดาษแก้ว กระดาษแข็ง กระดาษเมาท์รูป เป็นต้น

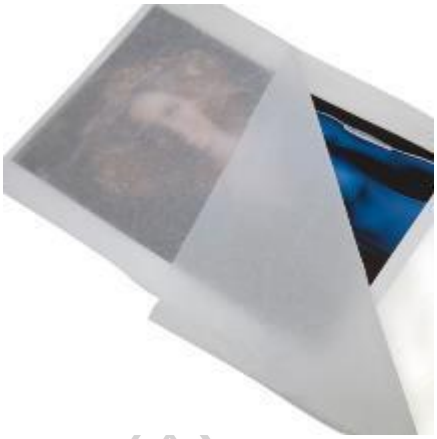
กระดาษไร้กรด มีคุณสมบัติเหมาะสม ใช้สำหรับงานศิลปะ และเอกสารกระดาษไร้กรดผ่านกระบวนการผลิต หลายขั้นตอน ทำให้เหลือแต่เส้นใยเซลลูโลสที่บริสุทธิ์ ไม่มีสารเคมีหรือกรดเจือปน ทนต่อสภาพแวดล้อมสูง ใช้ในเก็บรักษาในระยะยาว ไม่ส่งผลเสียหายต่อเอกสารกระดาษและภาพเขียนสีน้ำมัน[48] กระดาษไร้กรดเกิดจากกระบวนกระผลิตหลายขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การเลือกวัตถุดิบในการผลิต ทำให้กระดาษบริสุทธิ์ ขจัดสิ่งแปลกปลอมออกไป ให้คงเหลือแต่เส้นใยเซลลูโลสที่บริสุทธิ์มากขึ้น แล้วใส่สารเติมแต่งเพื่อปรับปรุงคุณภาพกระดาษให้เหมาะสมสำหรับการใช้งาน กระดาษหลายชนิดผ่านกระบวนการผลิตที่มีคุณภาพ ไม่ใช้สารเคมี หรือสารที่ก่อให้เกิดกรด จึงเหมาะสมสำหรับการจัดเก็บและการจัดแสดง ศิลปวัตถุและโบราณวัตถุ กระดาษบางชนิดยังเพิ่มสารเคมีลงไปในเนื้อกระดาษ[49]

เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต แมกนีเซียมคาร์บอเนต เพื่อให้กระดาษมีฤทธิ์เป็นด่างเล็กน้อย เรียกว่า Buffered paper ทำหน้าที่สะเทินกรดที่มาจากสภาพแวดล้อม หรือวัสดุเอง

---

[48] สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง, **รอบรู้เรื่องบรรจุภัณฑ์,** (กรุงเทพ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์สุรวัฒน์, 2544), 23.

[49] จิราภรณ์ อรัณยะนาค, **การดูแลรักษาวัตถุพิพิธภัณฑ์,** (ปทุมธานี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อินสตูดิโอ, 2557), 123.



ภาพที่ 25 ภาพตัวอย่าง กระดาษไร้กรด)Acid-free paper(

ที่มา: **Acid-free paper** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://www.cardboardboxesni.com/product/acid-free-tissue-paper/

กระดาษลูกฟูก (Corrugated board) เป็นวัสดุกันกระแทกที่มีการใช้งานอยู่อย่างแพร่หลาย เพราะสามารถหาซื้อได้ง่าย และราคาไม่สูง

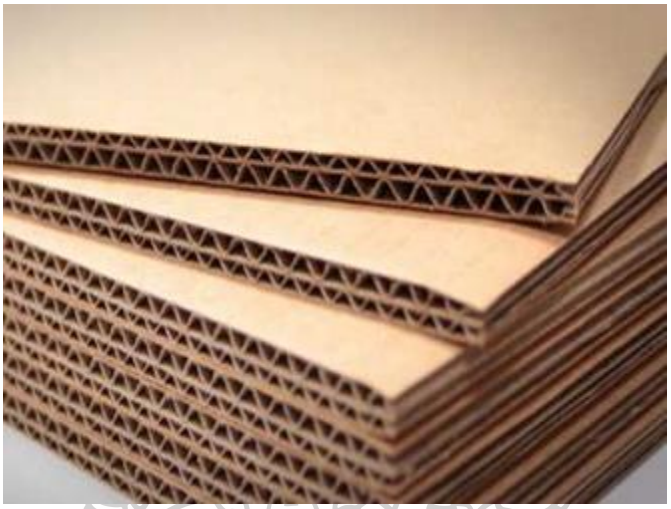
กระดาษลูกฟูกที่ใช้งานกันทั่วไปประกอบด้วย แผ่นปะหน้า 2 แผ่น และแผ่นลอนกระดาษลูกฟูกอยู่ตรงกลาง กระดาษลูกฟูกแบบนี้มีชื่อสามัญเรียกกันทั่วไปว่า แผ่นลูกฟูก 3 ชั้น หรือ Single Wall นอกจากนี้กระดาษลูกฟูกที่แข็งแรงเพิ่มขึ้น คือ แผ่นกระดาษลูกฟูก 5 ชั้น หรือ Double Wall ซึ่งเพิ่มชั้นลอนกระดาษ ลูกฟูกอีกชั้นหนึ่ง และแผ่นปะหน้าอีกแผ่นหนึ่ง

กระดาษลูกฟูกใช้ทำหน้าที่แผ่นรอง กั้นภายในบรรจุภัณฑ์ หรือทำหน้าที่เป็นห่อหุ้ม แผ่นกระดาษลูกฟูกมีข้อจำกัดในการดูดซับแรงกระแทกอย่างรุนแรงและไม่คืนรูปกลับเป็นอย่างเดิม หลังถูกแรงกระทำ สามารถดูดซึมความชื้น และอ่อนตัวลงในสภาวะอากาศที่มีความชื้นสูง แต่เนื่องจากสามารถนำกลับมาเข้ากระบวนการหมุนเวียนกลับมาใช้ได้ใหม่ จึงไม่ก่อให้เกิดปัญหาจากวัสดุเหลือหลังจากการใช้งาน[50]

กระดาษลูกฟูกมาใช้งาน ได้แก่ การใช้แผ่นชนิด 5 ชั้นในการกั้นช่องของกล่องบรรจุ เพื่อป้องกันการกระทบกระแทกซึ่งกันและกัน หรือกระดาษลูกฟูกใช้ทำหน้าที่ลดการเคลื่อนที่ภายใน

[50] สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง, **รอบรู้เรื่องบรรจุภัณฑ์,** (กรุงเทพ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์สุรวัฒน์, 2544), 23.

กล่องที่มีรูปทรงแปลก ๆ กระดาษลูกฟูก 2 ชั้นไม่สามารถรองรับน้ำหนัก และแรงกระทบกระแทกได้[51]



ภาพที่ 26 ภาพตัวอย่าง กระดาษลูกฟูก)Corrugated board(

(ถ่ายโดยผู้ศึกษา เมื่อวันที่ 14 ตุลาคม 2563)

กระดาษแก้ว (Glassine) มีคุณสมบัติปกป้องภาพเขียนสีน้ำมันจากการขัดสีครูดถู ที่ใช้ในการปกป้องด้านหน้าของภาพเขียนสีน้ำมัน ลักษณะโปร่งแสง เนื้อแน่นแต่บาง อากาศสามารถผ่านเข้าออกได้น้อย เหมาะสำหรับการใช้ห่อหุ้ม ทำซอง โดยทำหน้าที่ปกป้อง ป้องกันฝุ่นละออง สิ่งสกปรก และการสัมผัส รอยนิ้วมือ[52]

[51] จิราภรณ์ อรัณยะนาค, **การดูแลรักษาวัตถุพิพิธภัณฑ์,** (ปทุมธานี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อินสตูดิโอ, 2557), 125.

[52] เรื่องเดียวกัน, 125.

ภาพที่ 27 ภาพตัวอย่าง กระดาษแก้ว)Glassine(

ที่มา: **Glassine** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563,

เข้าถึงจาก https://en.canson.com/digital-fine-art-and-photo/infinity-glassine

กระดาษสา (Mulberry paper) กระดาษที่ผลิตด้วยมือ ผลิตจากต้นปอสา ปราศจากกรด ไม่มีชันสน ประกอบด้วยเส้นใยเซลลูโลสบริสุทธ์ ใช้สำหรับการห่อ และจัดเก็บภาพเขียนสีน้ำมัน แต่ควรเลือกกระดาษที่มีผิวหน้าเรียบ ไม่ควรใช้กระดาษสาที่ใช้ห่อของทั่วไป ที่มีผิวหน้าขรุขระ[53]

ภาพที่ 28 ภาพตัวอย่าง กระดาษสา)Mulberry paper (

ที่มา: Mulberry paper เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563,

เข้าถึงจาก https://www.acuitypapers.com/Mulberry-p/113-0330.htm

[53] เรื่องเดียวกัน, 123-124.

กระดาษเมาท์รูป (Photo board) หรือมิวเซียมบอร์ด (Museum board) ผลิตจากเส้นใยฝ้าย 100 % อาจทำให้เป็นกลางหรือเป็นด่างเล็กน้อย สีที่ใช้ในการผลิตผ่านการทดลองแล้วว่าสีจะไม่เคลื่อนตัวออกมากสู่วัตถุที่สัมผัส[54]

ภาพที่ 29 ภาพตัวอย่าง กระดาษเมาท์รูป)Photo board(

ที่มา: กระดาษเมาท์รูป (Photo board) เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563,
เข้าถึงจาก https://www.pinterest.ca/pin/402157441707361773

กระดาษแข็ง (Cardboard , Cardstock) เป็นกระดาษเนื้อหนา ทนทาน ใช้ทำปกหนังสือ นามบัตร การ์ด แผงจัดนิทรรศการ ทำโปสเตอร์ ทำกล่อง ทำประติมากรรม และงานศิลปะต่าง ๆ บางชนิดใช้กระดาษสีขาวติดกาวประกบทั้งด้านหน้า และด้านหลัง โดยมีแกนกลางมีสีเทา ส่วนใหญ่ทำจากเยื่อกระดาษรีไซเคิล ควรทำสอบความเป็นกรดเป็นด่างก่อน[55]

ภาพที่ 30 ภาพตัวอย่าง กระดาษแข็ง)Cardboard(

ที่มา: **กระดาษแข็ง (Cardboard)** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563,
เข้าถึงจาก https://www.ajtupholsterysupplies.co.uk/product/cardboard-sheets/

[54] เรื่องเดียวกัน, 124.

[55] เรื่องเดียวกัน, 124.

การห่อเพื่อการเคลื่อนย้ายขนส่ง แตกต่างจากการห่อเพื่อเก็บรักษาในคลัง หรือห้องจัดเก็บ เพราะในงานเคลื่อนย้ายจะต้องห่อให้แน่นหนา แล้วปิดให้มิดชิด เพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้นผ่านเข้าออก การห่อด้วยวัสดุที่เหมาะสมจะช่วยรักษาอุณหภูมิ และความชื้นภายในให้คงที่[56]

ภาพที่ 31 ภาพตัวอย่าง การห่อภาพเขียนสีน้ำมันด้วยโฟมที่ทำจาก
พอลีเอทธีลีน (Polyethylene foam)
ที่มา: **Polyethylene foam** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก
https://www.packbgr.com/pe-foam-rolls/1-8-20x550ft-120542.asp

[56] เรื่องเดียวกัน, 59-60.

ก่อนการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมันควรป้องกันผิวหน้าของภาพเขียนสีน้ำมันจากการขูดขีด หรือสัมผัสกับวัสดุที่ใช้ในการทำกล่อง และหีบห่อ โดยการออกแบบกล่องแบบง่าย ๆ ที่สามารถทำได้เอง ให้มีขนาดและรูปทรงเหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมันแต่ละชิ้น

ภาพที่ 32 ภาพตัวอย่าง ภาพตัวอย่าง การปกป้องผิวหน้าของภาพเขียนสีน้ำมัน

ที่มา: **Boxing the Wet Painting เข้าถึง**เมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://mikkisenkarik.wordpress.com/2011/12/30/boxing-the-wet-painting/

ภาพที่ 33 ภาพตัวอย่าง ภาพตัวอย่าง การปกป้องผิวหน้าของภาพเขียนสีน้ำมัน

ที่มา: **Boxing the Wet Painting** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://mikkisenkarik.wordpress.com/2014/05/01/packing-the-wet-painting/

ภาพเขียนสีน้ำมันที่อยู่ในกรอบที่เปราะ บอบบางมาก กำลังเสื่อมสภาพ หรือชำรุด จะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ โดยปกป้องส่วนมุมของกรอบ ด้วยโฟมนุ่ม หรือกระดาษไร้กรดซ้อนกันหลาย ๆ ชั้น ให้มีลักษณะคล้ายเบาะ พับเป็นรูปสามเหลี่ยม สวมบนมุมของภาพเขียนสีน้ำมัน เพื่อป้องกันการกระทบกระแทก ลดการสั่นสะเทือน ในระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่ง และเสริมความแข็งแรงของภาพเขียนสีน้ำมัน โดยใช้กระดาษแข็ง หรือกระดาษลูกฟูก ตัดเป็นแถบยาว ๆ มีความกว้างมากพอที่จะปกป้องผิวหน้าของภาพเขียนสีน้ำมันไม่ให้สัมผัสกับวัสดุที่ใช้ในการห่อหุ้ม[57]

[57] จิราภรณ์ อรัณยะนาค. (2563). อาจารย์พิเศษหลักสูตรอนุรักษ์ศิลปกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร. สัมภาษณ์, 2 เมษายน.

หรือทำกล่อง แล้วนำมาล้อมรอบกรอบเดิม และมีแผ่นรองรับด้านหลังของภาพ

ภาพเขียนทั่วไป ควรห่อด้วยกระดาษไร้กรด กระดาษแก้วหรือโฟมพอลีเอทธีลีน หรือไทเวค ก่อนห่อด้วยพลาสติก เช่น พลาสติกกันกระแทก โฟมพอลีเอทธีลีน ไม่ควรห่อภาพเขียนสีน้ำมันด้วยผ้า หรือผ้าห่มโดยตรง เพราะเส้นใยของผ้าอาจเข้าไปฝั่งในชั้นสี หรือวาร์นิช ถ้ามุมกรอบมีความเปราะบางมากควรเพิ่มวัสดุที่อ่อนนุ่มที่มุมกรอบ สามารถใช้กระดาษแข็ง หรือกระดาษลูกฟูกได้

ส่วนภาพเขียนสีน้ำมันที่ไม่อยู่ในกรอบ ควรเลือกใช้วัสดุในการห่อที่มีผิวเรียบเนียน และไม่ติดกับผิวหน้าของภาพ โดยทำกรอบเสริมด้วยกระดาษแข็ง หรือกระดาษลูกฟูกตัดเป็นแถบยาว ๆ ความกว้างประมาณ 3 – 4 นิ้ว ล้อมรอบภาพเขียนสีน้ำมันอีกชั้นหนึ่งในลักษณะดังภาพ ความกว้างของกรอบเสริมจะช่วยป้องกันไม่ให้วัสดุที่ใช้ห่อหุ้มสัมผัสกับหน้าของภาพเขียนสีน้ำมัน

ภาพที่ 34 ภาพตัวอย่าง การปกป้องผิวหน้าของภาพเขียนสีน้ำมัน

(ถ่ายโดยผู้ศึกษา เมื่อวันที่ 14 ตุลาคม 2563)

ภาพที่ 35 ภาพตัวอย่าง การทำมุมกรอบภาพเขียนสีน้ำมันด้วย กระดาษแข็ง
(ถ่ายโดยผู้ศึกษา เมื่อวันที่ 14 ตุลาคม 2563)

การเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมันที่ดำเนินการกันทั่วไป ยังไม่คำนึงความปลอดภัยของวัสดุเท่าที่ควร ส่วนใหญ่มักห่อภาพเขียนสีน้ำมันด้วยพลาสติกกันกระแทกเพียงชั้นเดียว บางคนห่อด้วยกระดาษห่อของที่มีราคาถูก เช่น กระดาษสีน้ำตาล ในการขนส่งทางไกล การทำกล่องและหีบห่อส่วนใหญ่ใช้ไม้อัด ใช้สกรูยึดด้วยน็อต แต่หลังจากมีการใช้สกรูยึดด้วยน็อตพบว่า น็อตยึดลึกลงไปที่เนื้อไม้จนเกิดความเสี่ยงที่ทำให้ภาพเขียนสีน้ำมันเกิดความเสียหายได้ ดังนั้น พิพิธภัณฑ์ต่าง ๆ จึงไม่เห็นด้วยกับการใช้สกรูน็อตยึดลังไม้ ให้ปรับเปลี่ยนตัวล็อกมาเป็นแบบกุญแจสลัก และยังติดตั้งหูหิ้วไว้สำหรับการจับ และการเคลื่อนขนส่ง พร้อมทั้งมีการติดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในรูปแบบสากลมาติดไว้ที่กล่องด้วย[58]

[58] Nathan Stolow, **Conservation standards for works of art in transit and on exhibition,** (Switzerland: Imprimeries Populaires Arts, 1979), 48.

ภาพที่ 36 ภาพตัวอย่าง ภาพตัวอย่าง การปกป้องผิวหน้าของภาพเขียนสีน้ำมัน
ที่มา: Transport เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก
http://www.artservices.fr/services-eng/

2.4 การบรรจุหีบห่อภาพเขียนสีน้ำมันสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่ง

การเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมันจากสถานที่หนึ่ง ไปยังอีกสถานที่หนึ่ง จะต้องห่อภาพเขียนสีน้ำมัน แล้วใส่กล่อง หรือหีบห่อให้มิดชิดปลอดภัยอยู่เสมอ โดยป้องกันการกระทบกระแทก ลดการสั่นสะเทือน ควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นรอบ ๆ ภาพเขียนสีน้ำมันให้มีระดับเหมาะสมและคงที่ตลอดเวลา เพราะฉะนั้นควรเตรียมการโดยเลือกวัสดุที่ใช้ในการห่อหุ้ม ทำกล่อง และหีบห่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่ภาพเขียนสีน้ำมันจะต้องเผชิญ โดยมีฉนวนป้องกันความร้อน และวัสดุที่ช่วบควบคุมความชื้น รวมทั้งป้องกัน แสงแดด น้ำ ของเหลว ไอระเหย และฝุ่นละออง การขนส่งทางไกลควรทำกล่องสองชั้น และออกแบบให้กล่องชั้นนอก และชั้นในห่างกันประมาณ 3 นิ้ว ใส่วัสดุกันกระแทกเข้าไปในช่องว่าง เช่น โฟม พลาสติกกันกระแทก ระวังการใช้โฟมเม็ดซึ่งทำจากพอลีสไตรีนซึ่งอาจจะยุบตัวได้ เพราะการเคลื่อนย้ายขนส่งทางไกล น้ำหนักจากภาพเขียนสีน้ำมันอาจจะทำให้โฟมแบบพอลีสไตรีน เกิดการยุบตัว แบนลง ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างภาพเขียนสีน้ำมันกับกล่อง ส่งผลให้ภาพเขียนสีน้ำมันสั่นสะเทือนได้ อาจจะเกิดความเสียหายตามมา[59] หลังจากนั้นปิดกล่องให้แน่นหนา ถ้าวางภาพเขียนสีน้ำมันไว้แนวตั้ง หรือแนวนอนควรทำเครื่องหมายติดไว้ด้านนอกเพื่อแจ้งว่าภาพเขียนสีน้ำมันอยู่แนวไหน ก่อนที่จะนำ

[59] จิราภรณ์ อรัณยะนาค, **การดูแลรักษาวัตถุพิพิธภัณฑ์,** (ปทุมธานี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อินสตูดิโอ, 2557), 63-65.

ภาพเขียนสีน้ำมันลงกล่อง หรือหีบห่อ ควรทำการตรวจสภาพบันทึกข้อมูล (Condition Report) พร้อมทั้งถ่ายภาพอย่างละเอียด เน้นจุดอ่อน ความเสียหายที่ควรระมัดระวัง วาดภาพร่างความเสียหายของภาพเขียนสีน้ำมันและส่งไปพร้อมกับภาพเขียนสีน้ำมัน เพื่อตรวจสอบปลายทางว่าสภาพความเสียหายของภาพเขียนสีน้ำมันเพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด[60]

ภาพที่ 37 ภาพตัวอย่าง หีบห่อสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน

ที่มา: **Transport** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://www.cadogantate.com/en/art-services/art-packing-case-fabrication

ภาพที่ 38 ภาพตัวอย่าง หีบห่อสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน

ที่มา: Transport เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://www.cadogantate.com/en/art-services/art-packing-case-fabrication

[60] เรื่องเดียวกัน, 64-65.

ผลงานวิชาการที่เกี่ยวข้อง

ผู้ศึกษาได้ค้นคว้าผลงานวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการเลือกใช้วัสดุในการควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ ภายในหีบห่อสำหรับการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมันเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยดังนี้

Dale Peters นักวิจัยจาก Campbell Collections of the University of Natal ได้เขียนบทความเรื่อง Climates and Microclimates: A New Attitude to the Storage of Archival Materials[61] กล่าวว่า การควบคุมสภาพแวดล้อมเป็นสิ่งสำคัญในการอนุรักษ์เชิงป้องกัน การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ดีมีความจำเป็นอย่างสูง ในการจัดการดูแลรักษาเอกสาร หลายสถาบันเน้นการควบคุมสภาพภูมิอากาศให้สม่ำเสมอ และคงที่ ตลอดระยะเวลาที่จัดเก็บเอกสารวัตถุ เพื่อยืดอายุของกระดาษ

นักอนุรักษ์ในต่างประเทศแนะนำควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 20 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 50 % มีการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นที่อ่านค่าเป็นกราฟ (Thermohygrograph)

ในคริสต์ศักราช 1996 พบว่า สภาพแวดล้อมที่สม่ำเสมอและคงที่ความสำคัญอย่างมาก ควรเริ่มตั้งแต่การออกแบบอาคารอย่างระมัดระวัง ห้องจัดเก็บ ห้องจัดแสดง มีความเสี่ยงสูงจากสภาพแวดล้อมที่ไม่สม่ำเสมอและไม่คงที่ ส่งผลเสียให้กับวัสดุหลายประเภท เช่น กระดาษ ภาพเขียน เป็นต้น

ในเขตอากาศหนาว คือ ยุโรป และอเมริกาเหนือ มีการวิจัยเพื่อกำหนดค่าอุณหภูมิและความชื้น ลดความเสียหายต่อวัตถุทางวัฒนธรรมในยุคอาณานิคม เช่น เอกสาร และภาพเขียนโบราณ พบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีความผันผวน การที่จะควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ขึ้นอยู่อุณหภูมิและความชื้นภายในอาคาร การลดอุณหภูมิจะเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ และในทางกลับกันอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะลดความชื้นสัมพัทธ์ตามเส้นทางธรรมชาติของความสัมพันธ์ไซโครเมตตริก (Psychometric)

การศึกษาเกี่ยวกับความชื้นสัมพัทธ์ที่ผันผวนพบว่า กระดาษส่วนใหญ่หอสมุดแห่งชาติในทวีปแอฟริกา ได้รับความเสียหายมาจากการจัดเก็บที่ไม่ถูกต้อง กระดาษมีความอ่อนแอ และเป็นกรด หนังสือและกระดาษส่วนใหญ่ถูกวางบนชั้น เอกสารโบราณที่สำคัญถูกจัดเก็บไว้ในกล่องพลาสติก ซึ่งได้รับความเสียหายจากกรด กระดาษเริ่มเปลี่ยนสีจากการสังเกตอาจเป็นไปได้ว่าฉนวนที่ฝาปิดกล่องพลาสติกเสื่อมสภาพ หรืออาจจะเป็นมลพิษทางอากาศ หรือสภาพแวดล้อมที่ผันผวน

---

[61] Dale Peters, **Climates and Microclimates:A New Attitude to the Storage of Archival Materials** accessed January 19, 2019, available from https://cool.culturalheritage.org/byauth/peters/peters1.html

การทดสอบหาค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้วยระบบไซโครเมตริก (Psychometric) ในห้องคลังของหอจดหมายเหตุอัมสเตอร์ดัม (Amsterdam City Archives) พบว่า ค่าอุณหภูมิและความชื้นมีความผันผวน กระดาษเกิดการเสื่อมสภาพ และเปลี่ยนสี การตรวจสอบความผันผนวนของความชื้นสัมพัทธ์ตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นและลดลง ส่งผลให้ปริมาณของจุดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นตามความถี่ของความผันผวนของความชื้น ข้อสรุปเหล่านี้มีความสำคัญต่อการจัดเก็บโบราณวัตถุ เพราะจะต้องปรับตั้งค่าอุณหภูมิในคลังเพื่อจะควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ บางวันอุณหภูมิรายวันมีค่าผันผวนสูง ในภูมิภาคนอร์ทเธิร์นเคป (Northern Cape) พบว่า เกิดการเปลี่ยนสีของภาพเขียนสีน้ำมันภาพพิมพ์บนกระดาษที่มีลักษณะเป็นรูพรุน ตอบสนองต่อความผันผวนของความชื้นได้ง่ายกว่ากระดาษปกติ จึงได้รับความเสียหายมาจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ด้วยเหตุนี้จึงเกิดการพิจารณาแนวคิดของการจัดเก็บโบราณวัตถุภายใต้เงื่อนไขที่ถูกต้อง โดย การจัดเก็บภายในกล่อง นักอนุรักษ์เริ่มตระหนักถึงปัญหาเรื่องความเสียหายที่มาจากความชื้นที่จะตามมา กระดาษและภาพเขียนสีน้ำมันมีความเสี่ยงสูง โดยทั่วไปกระดาษมีความเป็นกรดสูง สามารถส่งกลิ่นและไอระเหยออกมาตลอดเวลา ดังนั้น ควรใช้กระดาษที่มีค่า pH เป็นกลาง ไม่ควรใช้กระดาษทั่วไป หรือกระดาษหนังสือพิมพ์ ควรลดกรดก่อนนำมาใส่ในบรรจุภัณฑ์ที่ทำด้วยพอลีเอสเทอร์ (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Mylar) ซึ่งเป็นวัสดุที่มีประสิทธิภาพสำหรับการป้องกันสารระเหยและกรดจากภายนอกไม่ให้ผ่านเข้าไปทำลายวัตถุ แต่จะกักเก็บกรดเอาไว้ภายใน

ผู้วิจัยสรุปว่าความผันผวนของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เกิดจากสภาพแวดล้อม หรือจากการเปลี่ยนของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมภายในพื้นที่เล็ก ๆ (Microclimate) ดังนั้นจะต้องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้คงที่เป็นหลัก ส่วนอุณหภูมิขึ้นอยู่กับการพิจารณาของนักอนุรักษ์มากกว่า การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมภายในพื้นที่เล็ก ๆ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด และจะต้องเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมอย่างรอบคอบ สามารถเก็บรักษาได้ในระยะยาว[62]

Henry W. Levison นักวิจัยจาก Gamblin Artists Colors ได้เขียนบทความเรื่อง Storing Oil Paintings (1976)[63] แนะนำว่า การเก็บภาพเขียนสีน้ำมันที่มีอายุหลายร้อยปีต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่างคงที่ตลอดเวลา ควรจัดเก็บภาพเขียนสีน้ำมันไว้ในที่มืด เพราะ

---

[62] Ibid, 3-4

[63] Henry W. Levison , **Storing Oil Paintings** accessed January 19, 2019, available from https://gamblincolors.com/storing-oil-paintings/

แสงสว่างจะส่งผลกระทบต่อสารยึด หรือน้ำมันชักแห้งซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิการเปลี่ยนแปลงของภาพเขียนสีน้ำมันในระยะแรกไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

ผลการศึกษาของ Henry W. Levinson สอดคล้องกับความรู้ ที่ส่งต่อมาหลายศตวรรษในเรื่องการดูแลภาพเขียนสีน้ำมันที่ว่า ภาพเขียนสีน้ำมันมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะอุณหภูมิ ความชื้น และแสงที่แตกต่างกันส่งผลกระทบต่อภาพเขียนสีน้ำมันทั้งสิ้น ส่วนใหญ่ศิลปินมีความเข้าใจผิดในเรื่องการดูแลรักษาและจัดเก็บ คิดว่าภาพที่วาดเสร็จแล้วเป็นวัตถุที่ไม่มีความเคลื่อนไหว ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากสภาพแวดล้อม ทั้งที่ความจริง เป็นเรื่องละเอียดอ่อนในการดูแลรักษามาก

Henry W. Levison ให้คำแนะนำในการจัดเก็บงานศิลปะทุกประเภทควรควบคุมให้ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 45 – 55 % ในช่วงอุณหภูมิ 65 – 70 °F (18.33-21.11 °C) และเก็บในความมืด

Hannah Clare, Rachel Farmer and Kostas Ntanos นักวิจัยจาก The National Archives, UK ได้เขียนบทความเรื่อง The Study of Microclimates Within Storage Boxes of Archival Records (2014) กล่าวถึง หอจดหมายเหตุแห่งชาติซึ่งเป็นหน่วยงานรัฐบาล และหน่วยงานบริหารของกระทรวงยุติธรรม หน่วยงานที่เก็บข้อมูลของรัฐบาลอังกฤษ มีการเก็บบันทึกข้อมูลต่าง ๆ มากกว่า 1,000 ปี เพื่อให้ประชาชนค้นหาข้อมูลหอจดหมายเหตุแห่งชาติสำรวจ พบเชื้อรา และพบปัญหาจากอุณหภูมิและความชื้น ส่วนใหญ่เอกสารถูกเก็บไว้ในกล่องซึ่งป้องกันความเสียหายจากสภาพแวดล้อม แต่เนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นมีความผันผวนตามธรรมชาติ ในแต่ละวันและตามฤดูกาล จึงมีการตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นภายในกล่องต่าง ๆ ที่จัดเก็บ[64]

เมื่อทำการตรวจสอบภายในห้องจัดเก็บเอกสารที่มีการควบคุมสภาพอากาศในพื้นที่เฉพาะ (Microclimate) โดยตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ การทดลองก่อนหน้านี้ระบุว่า การเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นสัมพัทธ์ ใช้ระยะเวลาหลายวันกว่าจะถึงจุดคงที่ การตรวจสอบเริ่มจากส่วนกลางของเอกสารที่เก็บถาวร อุปกรณ์บันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Dataloggers) เครื่องแรกวางไว้ขอบบนกล่อง เครื่องที่สองวางไว้ด้านข้างกล่องเก็บเอกสาร เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของกล่อง และความชื้นภายในกล่อง

กล่องทำจากกระดาษแข็งความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร ขนาด 35x25x10 เซนติเมตร บรรจุเอกสารโบราณที่เก่าแก่ ประกอบไปด้วยกระดาษหลายประเภทผสมกัน และมีซองกระดาษ

---

[64] Hannah Clare, Rachel Farmer, Kostas Ntanos, "**The Study of Microclimates within Storage Boxes of Archival Records"**accessed January 19, 2019, available from https://www.culturalheritage.org/docs/default-source/annualmeeting/2014am_poster58_investigation_into_microclimates.pdf?sfvrsn=2

แข็งอยู่ด้วยจนเต็มกล่อง เพื่อการทดลองจึงใช้กระดาษหลายประเภทอยู่ในกล่องเดียวกัน เพื่อตรวจสอบค่าความชื้น ในระหว่างการควบคุมสภาพอากาศในพื้นที่เฉพาะ ภายในกล่อง และสภาพแวดล้อมที่เก็บเอกสารจดหมายเหตุแห่งชาติ ประเทศอังกฤษ[65]

ภาพที่ 39 ทางเดินทั่วไปภายในห้องคลังที่หอจดหมายเหตุแห่งชาติ ประเทศอังกฤษ

ที่มา: A typical corridor within one of the repositories at The National Archives เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://www.culturalheritage.org/docs/default-source/annualmeeting/2014am_poster58_investigation_into_microclimates.pdf?sfvrsn=2

ภาพที่ 40 ตำแหน่งของเครื่องวัดความชื้น อุปกรณ์บันทึกข้อมูล)Dataloggers(ภายในกล่องที่ตรวจสอบ

ที่มา: **Dataloggers** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://www.culturalheritage.org/docs/default-source/annualmeeting/2014am_poster58_investigation_into_microclimates.pdf?sfvrsn=2

[65] Ibid, 1-2

ภาพที่ 41 กล่องทดสอบตรวจสอบค่าความชื้น

ที่มา: Dataloggers เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://www.culturalheritage.org/docs/default-source/annualmeeting/2014am_poster58_investigation_into_microclimates.pdf?sfvrsn=2

ตัวอย่างที่ 1 พบว่า ค่าความชื้นสัมพัทธ์ แปรเปลี่ยน ไม่คงที่ ขึ้นและลงระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์สองค่าอยู่ตลอด

ตัวอย่างที่ 2 พบว่า ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ค่อย ๆ เพิ่มขึ้น และลดลง มีความผันผวนตามจุดต่าง ๆ

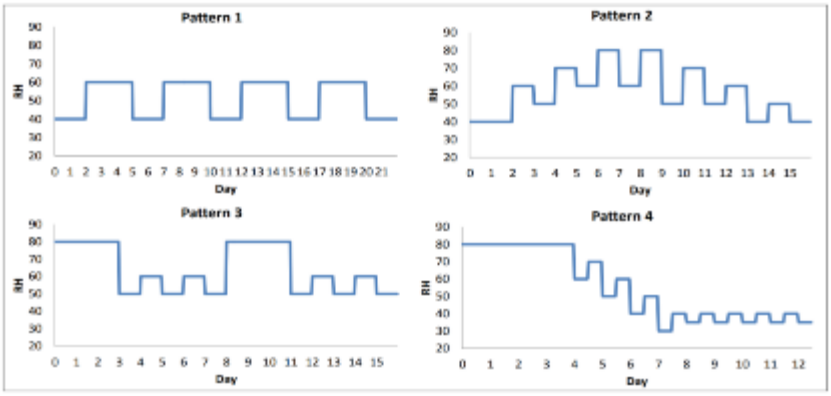
ตัวอย่างที่ 3 พบว่า ค่าความชื้นสัมพัทธ์ สูงในช่วงแรก ตามด้วยความชื้นลดลง แต่ผันผวน

ตัวอย่างที่ 4 ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูง หลังจากเริ่มคงที่ และจากนั้นค่าความชื้นต่ำลดลงแต่ผันผวน

การทดลองตัวอย่างที่ 1-2 ทำให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นสัมพัทธ์ ภายในหอจดหมายเหตุแห่งชาติ ประเทศอังกฤษ

การทดลองตัวอย่าง 3-4 จำลองถึงปัญหาของระบบปรับอากาศหอจดหมายเหตุแห่งชาติ ประเทศอังกฤษ[66]

[66] Ibid, 1-2



ภาพที่ 42 กราฟค่าความชื้นในการทดลองที่หอจดหมายเหตุแห่งชาติ ประเทศอังกฤษ

ที่มา: **Graphs of the four humidity patterns used in the experiments**

เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://www.culturalheritage.org/docs/default-source/annualmeeting/2014am_poster58_investigation_into_microclimates.pdf?sfvrsn=2

ตัวอย่างที่ 4 แสดงให้เห็นถึงการลดลงของค่าความชื้น ส่งผลให้ความชื้นภายในกล่องที่ควบคุมสภาพอากาศ ดีกว่าสภาพแวดล้อมในการเก็บเอกสารภายในหอจดหมายเหตุแห่งชาติประเทศอังกฤษ

ตัวอย่างที่ 1 หมายความว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์แปรเปลี่ยนระหว่างตำแหน่ง (ขอบของกล่อง และส่วนกลางของกล่อง) ความชื้นในพื้นที่เฉพาะ หรือภายในกล่องคงที่ภายใน 48 ชั่วโมง

ผู้วิจัยสรุปว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีความสำคัญกับวัสดุภายในกล่อง การควบคุมความชื้นเป็นสิ่งสำคัญ ในการดูแลรักษาวัสดุ และเอกสารโบราณ การควบคุมความชื้นจะทำให้วัสดุภายในกล่องปลอดภัยจากเชื้อรา การบรรจุวัตถุลงไปในกล่องสามารถทำได้ง่าย และรวดเร็ว ในกรณีที่อากาศด้านนอกมีความแปรปรวน ควรรีบบรรจุกล่อง เพื่อควบคุมความชื้นรอบ ๆ วัตถุ ปัจจุบันหอจดหมายเหตุแห่งชาติ ประเทศอังกฤษ กำลังเร่งตรวจสอบวัสดุในห้องคลัง รวมทั้งตรวจสอบปัจจัยที่มีผลต่อวิธีการจัดเก็บ เนื่องจากมีเอกสารโบราณเป็นจำนวนมาก จำเป็นจะต้องตรวจสอบทั้งหมดเพื่อหาค่าความแปรปรวน และอัตราการเสี่ยงที่จะเกิดเชื้อราได้[67]

สภาวะสมดุลของความชื้นสัมพัทธ์ ภายในกล่องหรือบรรจุภัณฑ์ เป็นปัจจัยที่สำคัญ วัสดุต่าง ๆ ต้องใช้เวลาในการปรับตัว เข้าสู่สภาวะสมดุล อาจจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุ ความสามารถในการดูดและคายความชื้น การคงรูปร่าง พื้นผิวที่สัมผัสกับอากาศ สภาพแวดล้อม

[67] Ibid, 1-2

ภายนอก นักวิจัยของสถาบัน Image Permanence Institute[68] พบว่ากล่อง หรือบรรจุภัณฑ์มีส่วนช่วยอย่างมากในการทำให้วัสดุและความชื้นสัมพัทธ์เข้าสู่สภาวะสมดุล กล่องหรือบรรจุภัณฑ์บางชนิดที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อนและความชื้นได้ดี ช่วยลดการแพร่กระจายของอุณหภูมิและความชื้น จากด้านนอกเข้ามาภายในกล่องหรือบรรจุภัณฑ์ ทำให้อุณหภูมิและความชื้นภายในกล่องแตกต่างจากความชื้นภายนอกกล่อง เพราะฉะนั้นภายในกล่องจึงมีอุณหภูมิและความชื้นเฉพาะภายในพื้นที่เล็ก ๆ เรียกว่า Microclimate อุณหภูมิและความชื้นภายในกล่องจะแตกต่างจากภายนอกมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการทำกล่องและวัสดุอื่นๆ ที่บรรจุลงในกล่องเพื่อป้องกันการกระทบกระแทก ป้องกันการสั่นสะเทือน ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการออกแบบกล่องและเลือกใช้วัสดุ คือ ความหนาของวัสดุ ความสามารถในการดูดและคายความชื้นและความร้อนของวัสดุ ช่องทางที่ความร้อนและความชื้นจะแทรกซึมเล็ดลอดเข้ามาในกล่อง ฯลฯ ผลการทดลองวัดอุณหภูมิและความชื้นในกล่องพบว่า ความชื้นภายในกล่องที่ทำจากกระดาษแข็งเข้าสู่สภาวะสมดุลเร็วกว่ากล่องที่ทำจากโลหะและพลาสติก ระบบใหม่ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้พยุงและรองรับน้ำหนักวัตถุ และการจัดระเบียบที่ดีขึ้นสำหรับการรวบรวม และป้องกันความชื้นสัมพัทธ์ที่ผันผวนในขณะที่ปกป้องวัตถุที่ละเอียดอ่อนจากการปนเปื้อน การใช้วัสดุที่หาได้ง่าย และง่ายต่อการบรรจุ ใช้กล่องพลาสติกธรรมดาที่พอดีกับพื้นที่จัดเก็บที่กำหนด และมีขนาดเพียงพอที่จะรองรับปริมาณวัตถุที่ต้องการได้ ถาดที่สามารถวางซ้อนกันและมีที่ยึด ใช้สำหรับจัดวางสิ่งของรูปร่างขนาดเล็ก ๆ วัตถุแต่ละชิ้นถูกจัดวางในช่องของตัวเอง เพื่อให้สามารถมองเห็นได้อย่างง่ายสามารถนำถาด และวัตถุแต่ละชิ้นออกมาจากกล่องได้ง่ายดาย เพราะแต่ละกล่องมีภาพถ่ายและรายละเอียดง่ายต่อการค้นหา สภาพแวดล้อมภายในกล่องถูกควบคุมโดยการใช้ซิลิกาเจล และแถบแสดงความชื้นเพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบ

Gretchen Elaine Anderson นักวิจัยจาก Carnegie Museum of Natural History ได้เขียนบทความเรื่อง Micro-climate and High Density Storage: Boxes for Archaeological Metals and

---

[68] Gretchen Elaine Anderson, "Micro-climate and High Density Storage: Boxes for Archaeological Metals and Other Environmentally Sensitive Objects accessed January 19, 2019, available from http://stashc.com/the-publication/containers-2/boxes/micro-climate-and-high-density-storage-boxes-for-archaeological-metals-and-other-environmentally-sensitive-objects/

Other Environmentally Sensitive Objects (2015)[69] กล่าวถึง การควบคุมสภาพแวดล้อมเป็นเรื่องที่ยาก และมีค่าใช้จ่ายสูง การควบคุมสภาพแวดล้อมที่มีคุณลักษณะพิเศษ เช่น วัตถุที่ต้องการความชื้นต่ำ จำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้มีค่าต่ำและคงที่ตลอดเวลา เช่น วัตถุทางโบราณคดี วัตถุแต่ละประเภทต้องจัดเก็บในสภาพแวดล้อมที่ต้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเฉพาะ

การจัดเก็บโบราณวัตถุในอดีตพบว่า วัตถุถูกนำไปวางบนชั้นวาง โต๊ะ ตู้ส่วนโลหะที่เปราะบาง บางส่วนถูกหุ้มด้วยพลาสติก โบราณวัตถุขนาดเล็กถูกเก็บไว้ในกล่องพลาสติก และมีโฟมพอลีเอทธีลีน (Polyethylene foam) ทำหน้าที่รองรับน้ำหนักภายใน และมีซองซิลิกาเจลที่ไม่ได้รับการปรับสภาพมาเป็นระยะเวลากว่า 30 ปี

ภาพที่ 43 สภาพการจัดเก็บภายในกล่อง ก่อนการอนุรักษ์

ที่มา: **Original Storage conditions** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://stashc.com/wp-content/uploads/2017/01/Harding_Fig1_OriginalStorage.jpg

Carnegie Museum of Natural History ใช้งบประมาณเพื่อปรับปรุงการจัดเก็บโลหะวัตถุทางโบราณคดีขนาดเล็กด้วยระบบใหม่ที่ออกแบบมาเพื่อให้รองรับน้ำหนักและรูปร่าง และการจัดระเบียบที่ดีขึ้นสำหรับการเก็บรวบรวมและป้องกันความชื้นสัมพัทธ์ที่ผันผวน และปกป้องโบราณวัตถุที่ละเอียดอ่อนจากสารเคมี และการปนเปื้อน วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บประกอบด้วย กล่องพลาสติกพร้อมฝาปิด โฟมโพลิเอทธีลีน กระดาษไร้กรด ถุงซิปล็อค พลาสติกเทปผ้าฝ้าย ซิลิกาเจล แถบแสดงความชื้น ปืนกาว เริ่มด้วยการเลือกกล่องพลาสติกที่มีขนาดตามความต้องการ แล้วทำความสะอาดกล่องพลาสติกและเช็ดให้แห้ง วัดขนาดและตัดกระดาษให้พอดีกับพื้นที่ในกล่องพลาสติก โดยเว้นที่ว่างสำหรับการวางสารดูดความชื้นซิลิกาเจล สามารถเพิ่ม

[69] Ibid, 2

กระดาษแข็งให้หนาสองชั้น เพิ่มเพิ่มความแข็งแรง และใช้กาวร้อนเพื่อใช้ยึด จากนั้นตัดโฟม ให้พอดีกับกระดาษ จัดเรียงวัตถุบนโฟม โดยให้แต่ละช่องมีช่องว่างห่างกัน ติดตั้งป้ายชื่อแต่ละช่องด้วยหมายเลขของวัตถุ เพื่อให้สามารถอ่านได้เมื่อวัตถุอยู่ภายในกล่องพลาสติก ติดพื้นผิวกระดาษของด้านล่างของโฟมด้วยกาว ติดห่วงที่ยกที่ทำจากเทปผ้าฝ้าย โดยติดกาวให้เข้ากับมุมทแยงของกระดาษด้วยกาว ติดบล็อกโฟม ที่ด้านบนของถาดด้านล่าง บล็อกรองรับ และทำให้ถาดด้านบนมั่นคง ซิลิกาเจลสามารถทำให้แห้งในเตาอบที่ตั้งอุณหภูมิต่ำ (50˚C / 120˚F) ก่อนใช้งานวางแถบวัดความชื้นสัมพัทธ์ ลงในภาชนะเพื่อให้สามารถตรวจสอบได้สะดวก ปิดฝากล่อง และปิดผนึกด้วยเทปใสที่มีคุณภาพและไร้กรด[70]

ภาพที่ 44 การจัดเรียงวัตถุ ระหว่างทำการอนุรักษ์

ที่มา: Arranging the objects เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://stashc.com/wp-content/uploads/2017/01/Harding-Fig2_Arranging-objects.jpg

[70] Ibid, 3

ภาพที่ 45 การจัดเรียงวัตถุ ระหว่างทำการอนุรักษ์

ที่มา: Arranging the objects เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก

https://stashc.com/wp-content/uploads/2017/01/Harding-Fig2_Arranging-objects.jpg

ภาพที่ 46 กล่องพลาสติกและมีแถบความชื้นด้านใน

ที่มา: Arranging the objects เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก

https://stashc.com/wp-content/uploads/2017/01/Harding-Fig2_Arranging-objects.jpg

สรุปผลทดลองได้ว่า ควรเลือกวัสดุที่ไม่มีกรด มีความแข็งแรง สามารถรองรับน้ำหนัก หรือความต้องการเฉพาะของวัตถุได้ ไม่ควรเขียนลงบนโฟมด้วยปากกา เพราะหมึกต่างๆ มีการปนเปื้อนจากตัวทำละลาย ควรติดฉลากจากข้างนอก เลือกซิลิกาเจลที่เหมาะสมกับความต้องการ ควรปรับสภาพความชื้นของซิลิกาเจล ก่อน เพื่อขับความชื้นออกก่อนการใช้งาน[72] ในกรณีที่ต้องการให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องมีค่าต่ำเพื่อเก็บรักษาวัตถุที่เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เมื่อความชื้นสูง เช่น โลหะ เครื่องแก้ว ส่วนกระดาษ งาช้าง ควรปรับสภาพความชื้นของซิลิกาเจลให้อยู่ในระดับกลาง ๆ ประมาณ 50 – 60 % ก่อนใช้งาน เพื่อให้ช่วยควบคุมความชื้นภายในกล่องให้คงที่[71]

Gretchen Anderson นักวิจัยจาก The American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works ได้เขียนบทความเรื่อง Microclimate storage for metals (and other humidity-sensitive collections)[72] กล่าวว่า การจัดเก็บ หรือจัดแสดงส่วนใหญ่ สภาพแวดล้อมของโบราณวัตถุไม่เหมาะสม และในบางครั้งมีความแปรปรวนสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายเมื่ออุณหภูมิและความชื้นไม่เหมาะสม เช่น ภาพเขียนสีน้ำมัน เอกสารโบราณ การจัดเก็บโบราณวัตถุตามสภาพแวดล้อมที่ค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ถูกต้องทำได้ยาก เพราะมีค่าใช้จ่ายสูง หรือในบางครั้งพบว่ามีข้อจำกัดด้านอาคารหรือสถานที่เก็บ ควรจะสร้างความสมดุลของค่าอุณหภูมิและความชื้นในการจัดเก็บและการจัดแสดงให้เหมาะสม รวมถึงโบราณวัตถุที่มีความละเอียดอ่อนให้ อยู่ภายในงบประมาณที่กำหนด บทความนี้เป็นการสำรวจพัฒนาตู้คอนเทนเนอร์ขนาดเล็กสำหรับวัตถุที่ไวต่อความชื้น

ในช่วงปลายทศวรรษ 1980 สถาบันอนุรักษ์แห่งแคนาดา (CCI) ได้พัฒนาการอนุรักษ์เพื่อช่วยนักอนุรักษ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านพิพิธภัณฑ์ในการพัฒนากลยุทธ์ที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหาเรื่องสภาพแวดล้อมของการจัดเก็บโบราณวัตถุ การจัดเก็บรักษาถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่นักอนุรักษ์และผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความสำคัญ ดังนั้น พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งมินนิโซตา(The Science Museum of Minnesota (SMM) ได้ก่อตั้งแผนกอนุรักษ์ และจ้างนักอนุรักษ์ที่ ในการพัฒนาโครงการพิพิธภัณฑ์ ในหัวข้อ การแก้ปัญหาสภาพแวดล้อมของการจัดเก็บโบราณวัตถุในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งมินนิโซตา

---

[71] Ibid, 4

[72] Gretchen Elaine Anderson, **Microclimate storage for metals (and other humidity-sensitive collections)** accessed January 19, 2019, available from http://resources.culturalheritage.org/wp-content/uploads/sites/8/2015/02/osg016-01.pdf

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งมินนิโซตามีโบราณวัตถุประมาณ 1.75 ล้านชิ้น ซึ่งมีโลหะจากแหล่งโบราณคดีประมาณ 150 ชิ้น ทำจากทองแดงของชนพื้นเมืองอเมริกัน และสำริดของ Etuscan bronzes ในคริสต์ศักราช 1989 วัตถุทั้งหมดถูกจัดเก็บในคลังชั้นใต้ดินขนาดใหญ่ มีระบบความรักษาปลอดภัยแน่นหนา ตู้จัดเก็บทันสมัยที่สุด แต่ภายหลังพบว่า มีปัญหาน้ำท่วม มีความชื้นสูง เกิดสนิมบนตู้ ผนัง กำแพง และบันไดเหล็ก ภายในห้องคลังวัตถุ ภายหลังจากพบปัญหา นักอนุรักษ์ได้ทดลองทำการติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้น ติดตั้งไว้ทั่วพิพิธภัณฑ์ วางภายในตู้จัดเก็บ และภายนอกตู้จัดเก็บ พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ผันผวนตามฤดูกาลจากค่าความชื้นสัมพัทธ์ 10 % ในช่วงฤดูหนาวถึง 80 % ในฤดูร้อน ภายหลังได้มีการปรับปรุงระบบเครื่องปรับอากาศ (HVAC) เข้ามาช่วย ข้อมูลจากเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ พบว่าค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ต่ำกว่าภายนอก ความชื้นภายในตู้มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลจาก 35 % ถึง 65 % ทำให้เกิดความผันผวนระยะสั้น อยู่ในค่าที่เหมาะสม แต่การจัดเก็บที่เหมาะสม ในระยะยาวจำเป็นจะต้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสม และคงที่ จึงจำเป็นต้องควบคุมลักษณะอากาศภายในพื้นที่เล็ก ๆ (Microclimate) เพื่อจัดเก็บโบราณวัตถุ อดีตพบว่า วัตถุโบราณถูกวางไว้บนโต๊ะ กระจัดกระจาย ในตู้ ลิ้นชัก ไม่มีฉนวน หรือวัสดุรองรับ นักอนุรักษ์จึงแนะนำให้หาวัสดุมารองรับ เช่น โฟมพอลีเอทธีลีน ผ้าฝ้าย หรือกระดาษที่ไม่เป็นกรด เป็นต้น[73]

ภาพที่ 47 ลิ้นชักการจัดเก็บโบราณวัตถุ โดยมีติดตั้งฉนวนโฟมรองรับการกระทบกระแทก
และแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminium foil)
ที่มา: **ลิ้นชักจัดเก็บโบราณวัตถุ** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก
https://www.culturalheritage.org/docs/default-source/annualmeeting/2014am_poster58_investigation_into_microclimates.pdf?sfvrsn=2

[73] Ibid, 3

หลังจากนั้นทำการติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้น พบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสม่ำเสมอ และคงที่ตลอดทั้งปี (ประมาณ 20 %) ไอระเหยที่ออกจากไม้ลดลงอย่างมาก และวัตถุปลอดภัยจากการโจรกรรมหลังถูกติดตั้งแผ่นอะคริลิค ซิลิกาเจลควรได้รับการปรับสภาพความชื้นทุก ๆ สองปี ข้อเสียที่สำคัญในการติดตั้งกระจกพบว่า อุปสรรคของนักอนุรักษ์ คือการนำโบราณวัตถุแต่ละชิ้นออกมาจากพื้นที่การจัดเก็บเพื่อทำการทดสอบ หรือวิจัย หรือนำซิลิกาเจลออกมาเพื่อปรับสภาพความชื้น จะต้องทำการถอดสกรูเป็นจำนวนมาก เพราะเหตุนี้ทำให้วิธีนี้ไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับการจัดเก็บวัสดุ เนื่องจากข้อเสียในความยุ่งยาก ในการหยิบจับโบราณวัตถุ ออกจากลิ้นชัก จึงควรจะต้องใช้กล่องพลาสติก ในกล่องบรรจุด้วยซิลิกาเจล เพื่อความคุมความชื้นตลอดเวลา ภายในกล่องพลาสติกมีโฟมพอลีเอทธีลีน ตัดตามขนาดให้พอดีกับกล่อง ใส่แถบวัดความชื้นวางไว้ในภายในกล่องพลาสติกเพื่อตรวจสอบค่าความชื้น กล่องพลาสติก และฝาปิดที่มีแน่นหนา ส่วนใหญ่ไม่เพียงพอที่จะรักษาความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องการ ควรใช้ซิลิโคนยึดด้วยกาวอะคริลิกเพื่อใช้ปรับปรุงฝาปิดเพื่อให้แน่นหนา และติดด้วยเทปสำหรับบรรจุภัณฑ์แบบใส เทปกาวที่ทำจากพลาสติกส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองภายใน 10 ปี[74]

ภาพที่ 48 กล่องพลาสติกที่เก็บโบราณวัตถุ ภายในมีโฟมพอลีเอทธีลีน)Polyethylene foam(

ที่มา: **กล่องพลาสติกที่เก็บวัตถุโบราณ** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://www.culturalheritage.org/docs/default-source/annualmeeting/2014am_poster58_investigation_into_microclimates.pdf?sfvrsn=2

[74] Ibid, 4-5

ภาพที่ 49 กล่องพลาสติกที่เก็บโบราณวัตถุ ภายในมีโฟมพอลีเอทธีลีน)Polyethylene foam(

ที่มา: **กล่องพลาสติกที่เก็บวัตถุโบราณ** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://www.culturalheritage.org/docs/default-source/annualmeeting/2014am_poster58_investigation_into_microclimates.pdf?sfvrsn=2

สรุปผลการทดลองพบว่า การจัดเก็บโบราณวัตถุด้วยการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสม และคงที่มีความจำเป็น การควบคุมลักษณะอากาศภายในพื้นที่เล็ก ๆ เหมาะสมต่อโบราณวัตถุ เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายไม่สูงมาก และสามารถควบคุมอุณหภูมิความชื้นภายในได้ประมาณ 10 ปี การใส่กล่องแบบทึบจะมองไม่เห็นโบราณวัตถุภายใน ในปัจจุบันนักอนุรักษ์เปลี่ยนเป็นกล่องพลาสติกเป็นแบบใส ซึ่งจะสามารถช่วยแก้ปัญหานี้[75]

[75] Ibid, 9

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การเลือกวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นระหว่างการขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน มีวัตถุประสงค์ เพื่อเลือกวัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน โดยเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อนและความชื้น มุ่งเน้นไปการในปฏิบัติ ทดลองจริง รวบรวมข้อมูล กำหนดกลุ่มตัวอย่าง และวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยมีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้ศึกษาได้เลือกตัวอย่างในการทดลอง ภาพเขียนสีน้ำมันขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร และยาว 30 เซนติเมตร เป็นโครงไม้ทำจากผ้าใบ ใช้สีน้ำมัน และมีการใช้วาร์นิชเคลือบบนภาพเขียนสีน้ำมัน จำนวน 3 ตัวอย่าง จากหลักสูตรพหุสาขา สาขาวิชาอนุรักษ์ศิลปกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร เพื่อศึกษาทดลอง

3.2 ขอบเขตการศึกษา

ผู้ศึกษาได้กำหนดขอบเขตของการศึกษา คือ ศึกษาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องหรือหีบห่อที่ออกแบบ เพื่อใช้ในการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมันเปรียบเทียบกับอุณหภูมิและความชื้นภายนอก พื้นที่ทำการทดลอง คือ กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ช่วงเวลา 20.00 น.- 19.30 น. ฤดูร้อนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมและฤดูฝนตั้งแต่เดือนตุลาคม - เดือนพฤศจิกายน เนื่องจากในฤดูร้อนและฤดูฝน ช่วงเวลาดังกล่างมีความผันผวนของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ค่อนข้างสูง

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบของกล่อง และบรรจุภัณฑ์ วัสดุในการทำกล่อง และหีบห่อ จากแหล่งค้นคว้าที่สำคัญ คือ ห้องสมุดมหาวิทยาลัยศิลปากร ตำราด้านอนุรักษ์ บทความที่ตีพิมพ์ในวารสาร และเอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการ เว็บไซต์ในด้านอนุรักษ์ เอกสารวิจัย ตำรา หนังสือ เอกสารประกอบการเรียน สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญนักอนุรักษ์ และสืบค้นจากแหล่งข้อมูลออนไลน์

3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

ผู้ศึกษาเลือกใช้อุปกรณ์จดบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นแบบต่อเนื่อง (Dataloggers) ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ยี่ห้อ UNI-T รุ่น UT330 USB ความถูกต้องของการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ± 2 – 3 °C และความถูกต้องของการบันทึกข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ± 3 – 5 %[76] จำนวน 2 เครื่อง โดยตั้งความถี่ในการบันทึกข้อมูลทุก 30 นาที เพื่อบันทึกค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ในพื้นที่เล็ก ๆ ได้เนื่องอุปกรณ์ดังกล่าวมีขนาดเล็กความยาว 122 มิลลิเมตร ความกว้าง 30 มิลลิเมตร และความสูง 22 มิลลิเมตร สามารถโอนถ่ายข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ด้วย USB แสดงผลด้วยโปรแกรม “UT330B” โปรแกรมจะแสดงผลในรูปแบบกราฟ ซึ่งแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นอย่างละเอียด และถูกต้อง

ภาพที่ 50 อุปกรณ์บันทึกอุณหภูมิและความชื้นแบบต่อเนื่อง)Dataloggers(

(ถ่ายโดยผู้ศึกษา เมื่อวันที่ 20 มกราคม 2563)

[76] UT330A USB Datalogger, **UT330A USB Datalogger,** เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงได้จาก https://www.uni-trend.com/html/product/Environmental/Environmental_Tester/UT330-USB/UT330A.html

3.5 เกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกวัสดุ และวัสดุที่ใช้ในการศึกษา

3.5.1 เป็นวัสดุที่คนนิยมใช้ในการทำหีบห่อ หรือบรรจุภัณฑ์ขนส่งเคลื่อนย้ายภาพเขียนสีน้ำมัน

3.5.2 มีคุณลักษณะในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

3.5.3 เป็นวัสดุที่หาง่ายภายในประเทศไทย

วัสดุที่ใช้ในการศึกษาได้แก่วัสดุที่ใช้ห่อ หรือทำกล่อง ดินสอ ปากกา ไม้บรรทัด ยางลบ คัตเตอร์ ลวดเย็บกระดาษ เทปกาว กล้องถ่ายรูป และยานพาหนะ

บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลอง แบ่งเป็น

3.5.2 กลุ่มบรรจุภัณฑ์ประเภทกระดาษ ได้แก่

3.5.2.1 กระดาษไร้กรด (Acid-free paper) ขนาด 20 gsm.

3.5.2.2 แผ่นกระดาษลูกฟูก (Corrugated board) ขนาด 2 ชั้น 150 gsm.

3.5.3 ประเภทพลาสติก ได้แก่

3.5.3.1 แผ่นพลาสติกกันกระแทก (Bubble Pack) ซึ่งแบ่งเป็น แผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็กเม็ดฟองอากาศเม็ดฟองอากาศขนาดหนา 10 มิลลิเมตร ความหนาของพลาสติก 40 gsm. แผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่เม็ดฟองอากาศขนาดหนา15 มิลลิเมตร ความหนาของพลาสติก 45 gsm.

3.5.3.2 โฟมพอลีสไตรีน (Polystyrene foam) ขนาดความหนา 25 มิลลิเมตร

3.5.3.3 พอลีเอทธีลีน (Polyethylene sheet)

3.5.3.3.1 แผ่นพอลีเอทธีลีน (Polyethylene sheet) อย่างหนาสีดำ ความหนาแน่นขนาด 0.98 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และความหนา 40 ไมโครเมตร

3.5.3.3.2 โฟมพอลีเอทธีลีน (Polyethylene foam) อย่างหนา มีความหนาแน่น 1.7 ปอนด์ และความหนา 2 มิลลิเมตร

3.5.3.3.3 ไทเวค (Tyvek) ผลิตจากเส้นใยพอลีเอทธีลีนที่มีความหนาประมาน 210 ไมโครเมตร ความหนาแน่นประมาณ 75 $g.m^2$

3.5.3.3.4 ถุงซิปล็อคสุญญากาศ ความหนา 200 ไมโครเมตร

3.5.4 พลาสติกลูกฟูก (Feature board) ทำจากแผ่นพลาสติกแข็งสร้างจากพอลีโพรพีลีน มีลักษณะคล้ายกับกระดาษลูกฟูก ซึ่งเป็นลักษณะแผ่นพลาสติกประกบกันสองข้าง ความหนาแน่น 0.55 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

3.5.5 ประเภทฟอยล์

3.5.5.1 อลูมิเนียมฟอยล์ห่ออาหาร (Aluminium foil) ความหนา 11 ไมครอน

3.5.5.2 แผ่นพอลีเอทธีลีนฟอยล์ (Polyethylene sheet and foil) ความหนา 10 มิลลิเมตร

3.5.6 กลุ่มประเภทผ้า

3.5.6.1 ผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์สามชั้น ทำจากพอลีเอสเทอร์ 65% ขนสัตว์ 35%

3.5.6.2 ผ้าพอลีเอสเทอร์อย่างหนาสองชั้น (Polyester) ทำจากพอลีเอสเทอร์ 100%

3.5.6.3 ผ้าฝ้ายอย่างหนาสามชั้น (Cotton) 150 กรัมต่อตารางเมตร

3.6 วิธีการศึกษา

3.6.1 ศึกษาข้อมูลในเอกสารเกี่ยวข้องกับประเด็นการศึกษา การออกแบบกล่องและหีบห่อ วัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อนและความชื้น โดยศึกษาแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ และศึกษางานทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง

3.6.2 ตรวจสภาพ จดบันทึกสภาพ (Condition report) ของภาพเขียนสีน้ำมันที่ใช้ในการทดลอง

3.6.3 ออกแบบกล่อง หรือหีบห่อให้เหมาะสมตามสภาพของภาพเขียนสีน้ำมัน และเลือกใช้วัสดุต่าง เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นภายในกล่อง

3.6.4 การทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุในการควบคุมความชื้นและอุณหภูมิภายในกล่องหรือหีบห่อที่ออกแบบไว้

3.6.5 เก็บบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ และค่าความชื้นพัทธ์ภายในและภายนอกกล่องหรือหีบห่อที่บันทึกไว้ในห้วงเวลาเดียวกัน

3.6.6 รวบรวมข้อมูล เปรียบเทียบผล และวิเคราะห์ นำข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์จดบันทึกอุณหภูมิและความชื้น เรียบเรียงข้อมูล สรุปเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิสัมพัทธ์และค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกกล่องหรือหีบห่อเพื่อการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน

3.6.7 สรุปผลการศึกษา สรุปข้อมูลการวิเคราะห์ผล เพื่อเสนอแนวทางในการเลือกใช้วัสดุการควบคุมอุณหภูมิความชื้นภายในกล่องหรือหีบห่อเพื่อการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล การบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษา เพื่อคัดเลือกบรรจุภัณฑ์ที่ช่วยให้ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อหรือบรรจุภัณฑ์ที่คงที่มากที่สุด

4.1 การเตรียมการ เนื่องจากภาพเขียนสีน้ำมันที่ทำมาทดลองไม่ได้อยู่ในกรอบ จึงต้องปกป้องพื้นผิวของภาพเขียนสีน้ำมัน ไม่ให้สัมผัสกับวัสดุที่นำมาใช้ในการทดลองโดยจัดทำกรอบเสริมรอบ ๆ ภาพเขียนสีน้ำมันให้มีความสูงเหนือผิวหน้าของภาพประมาณ 3 นิ้ว จากนั้นห่อภาพเขียนสีน้ำมันทุกชิ้นด้วยกระดาษไร้กรดชั้นหนึ่งก่อนที่จะห่อด้วยวัสดุอื่น ๆ ที่คัดเลือกมาทำการทดลอง

4.2 ผู้ศึกษาแบ่งการวิเคราะห์ผลการศึกษาสภาพแวดล้อมภายในบรรจุภัณฑ์เปรียบเทียบกับสภาพแวดล้อมภายนอกบรรจุภัณฑ์ในรถกระบะที่อยู่กลางแจ้ง จากเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเวลาเดียวกันเป็นเวลา 24 ชั่วโมงอย่างต่อเนื่อง

ภาพเขียนสีน้ำมันที่ทำการทดลอง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาพที่ 51 ภาพเขียนสีน้ำมันที่ทำการทดลอง

(ถ่ายโดยผู้ศึกษา เมื่อวันที่ 20 มกราคม 2563)

4.2.1 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดสองชั้น ทำการทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูร้อน ตั้งแต่เวลา 20.30 น. วันที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึง 20.00 น. วันที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 30 °C ต่ำสุด 25 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 86 % ต่ำสุด 79 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 35 °C ต่ำสุด 30 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 89 % ต่ำสุด 59 %

กราฟในภาพ ที่ 54 แสดงให้เห็นว่าเมื่อห่อภาพเขียนสีน้ำมันด้วยกระดาษไร้กรดสองชั้น ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกเล็กน้อย และมีค่าค่อนข้างคงที่ แต่ขึ้นลงตามค่าอุณหภูมิภายนอกบ้าง ส่วนค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ สูงกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ แต่คงที่กว่าความชื้นภายนอกมาก

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาพที่ 52 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ ห่อหุ้มด้วยกระดาษ
ไร้กรดสองชั้น ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูร้อน

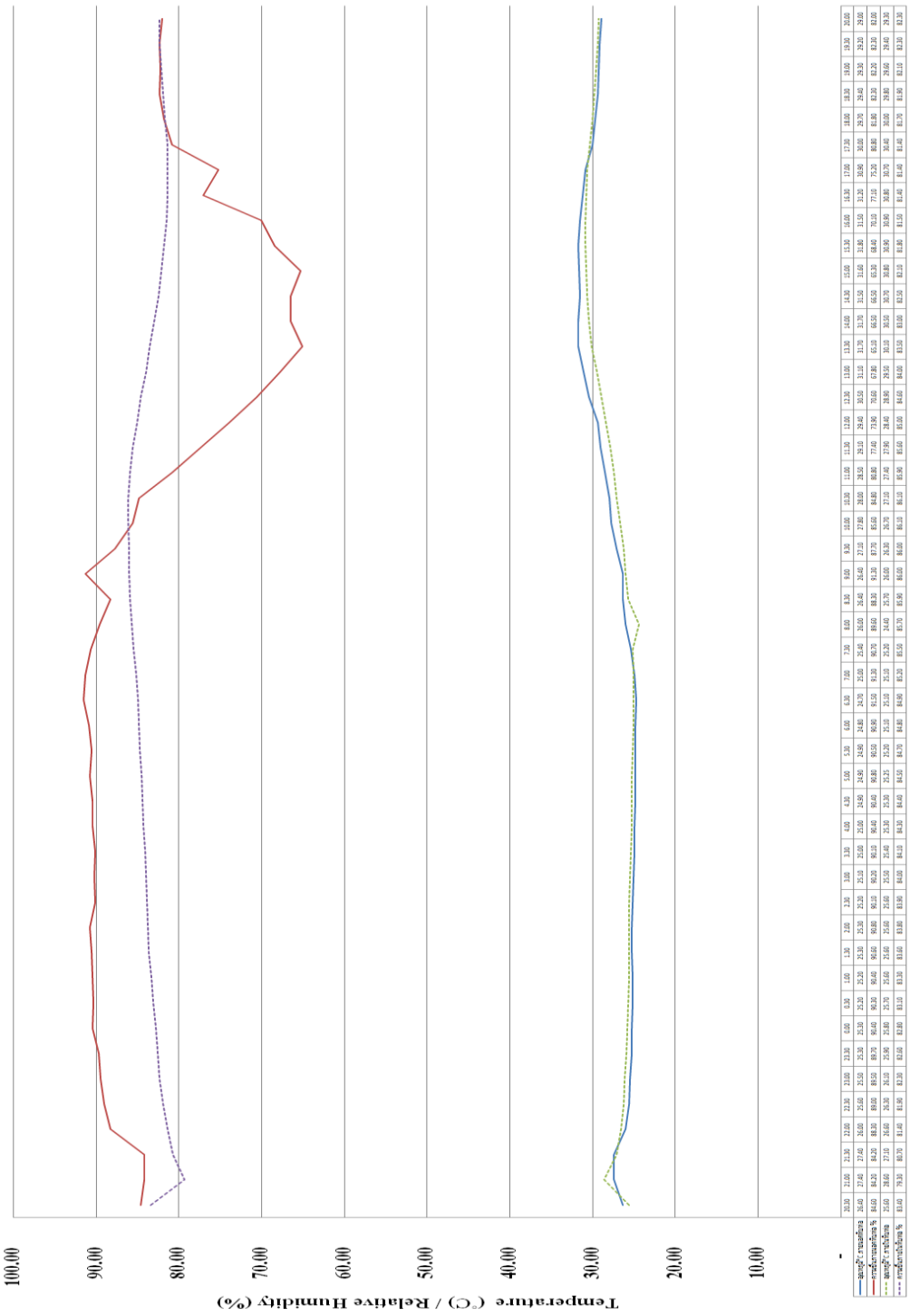
4.2.2 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดสองชั้น ทำการทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูฝน ตั้งแต่เวลา 20.30 น. วันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง 20.00 น. วันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 30 °C ต่ำสุด 25 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 85 % ต่ำสุด 79 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 35 °C ต่ำสุด 30 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 89 % ต่ำสุด 59 %

กราฟในภาพที่ 55 แสดงให้เห็นว่าค่าอุณหภูมิภายในและภายนอกหีบห่อมีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าคงที่กว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ ไม่ผันผวนไปตามค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก แต่มีค่าค่อนข้างสูง คือ ประมาณ 80 % เพราะฉะนั้นการห่อด้วยกระดาษไร้กรดสองชั้น ไม่สามารถช่วยควบคุมอุณหภูมิภายในหีบห่อให้ลดลงและคงที่ได้ และไม่สามารถลดความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมันได้ แม้ว่าจะช่วยให้ความชื้นสัมพัทธ์มีระดับคงที่ (แต่ค่อนข้างสูง)

มหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 53 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

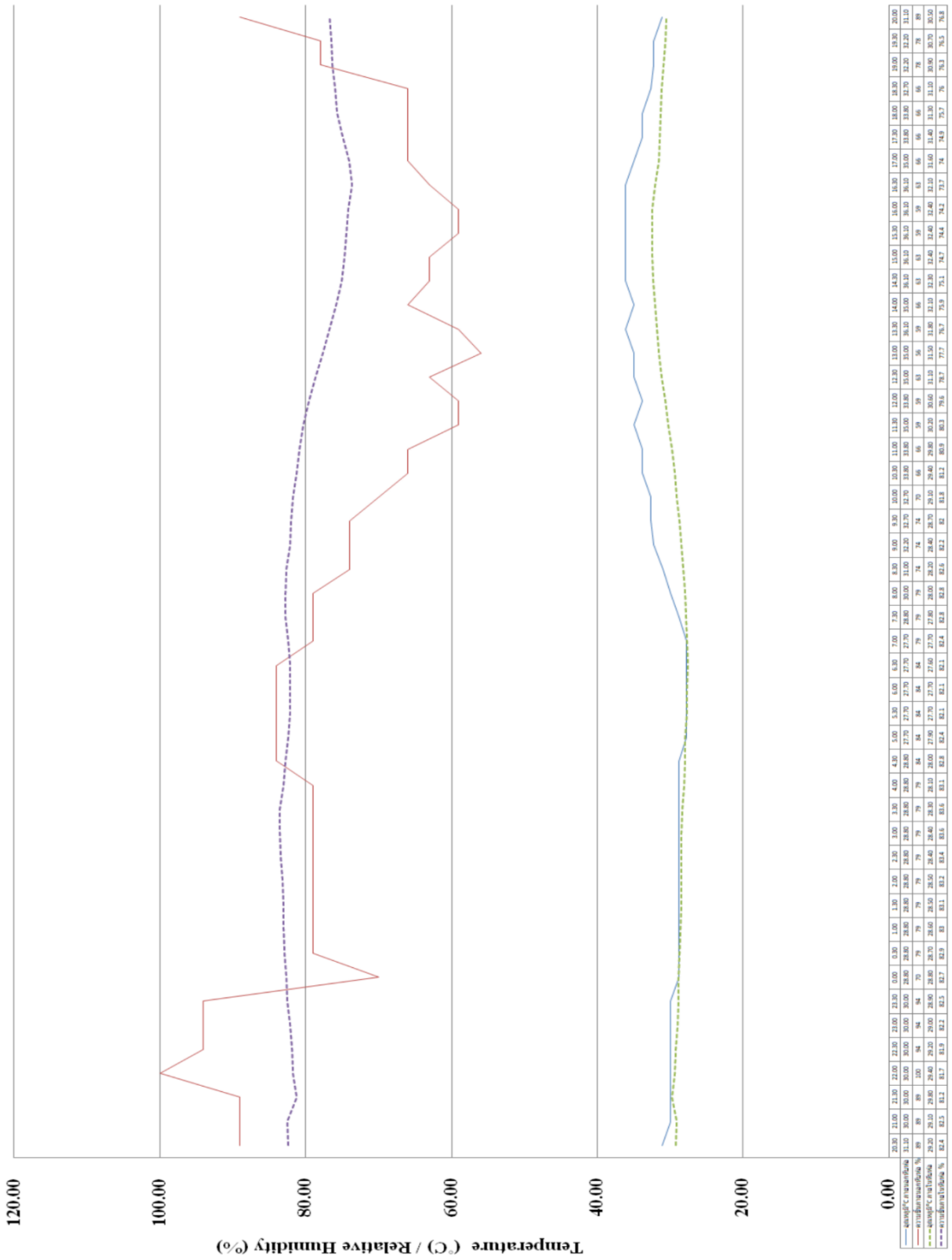
ที่ใช้กระดาษไร้กรดสองชั้น ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูฝน

4.2.3 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับกระดาษลูกฟูกสองชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูร้อน ตั้งแต่เวลา 20.30 น. วันที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึง 20.00 น. วันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 27 °C ต่ำสุด 32 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 83 % ต่ำสุด 74 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 32 °C ต่ำสุด 27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 83 % ต่ำสุด 74 %

กราฟในภาพที่ 56 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อที่ทำด้วยกระดาษไร้กรดและกระดาษลูกฟูก มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ บางช่วงต่ำกว่าเล็กน้อย ส่วนค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อค่อนข้างคงที่กว่า ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ แต่มีค่าค่อนข้างสูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่54 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

ที่ห่อหุ้มด้วย กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับกระดาษลูกฟูกสองชั้น

ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูร้อน

4.2.4 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับกระดาษลูกฟูกสองชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูฝน ตั้งแต่เวลา 20.30 น. วันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง 20.00 น. วันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 32 °C ต่ำสุด 28 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 74 % ต่ำสุด 83 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 31 °C ต่ำสุด 27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 84 % ต่ำสุด 64 %

กราฟในภาพที่ 57 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในและภายนอกหีบห่อมีค่าใกล้เคียงกันมาก ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าคงที่มากกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ แต่มีค่าสูงกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยศิลปากร

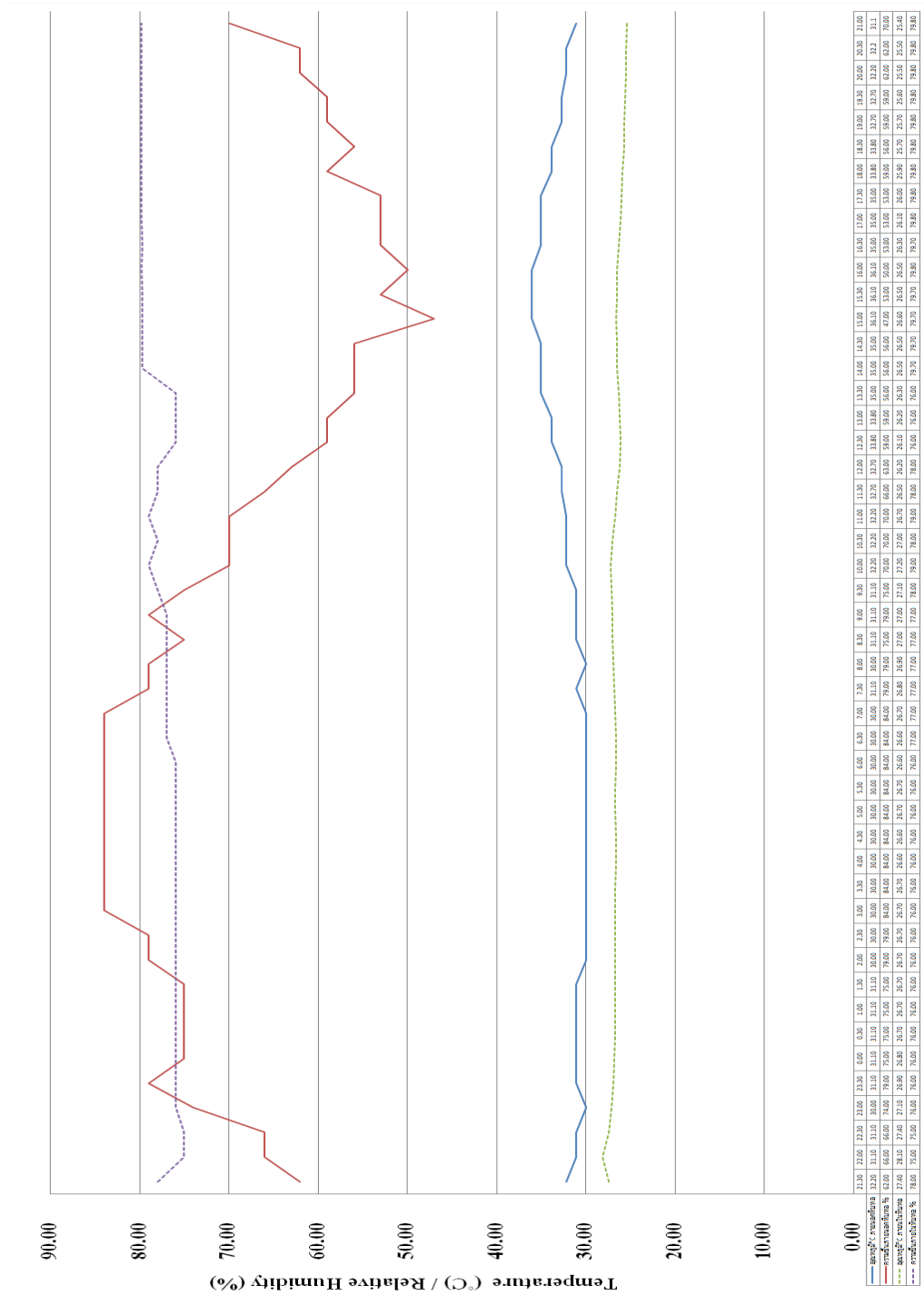
ภาพที่55 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับกระดาษลูกฟูกสองชั้น ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูฝน

4.2.5 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็กหนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาที ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูร้อน ตั้งแต่เวลา 21.30 น. วันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึง 21.00 น. วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 28 °C ต่ำสุด 25 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 79 % ต่ำสุด 75 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 36 °C ต่ำสุด 30 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 84 % ต่ำสุด 47 %

กราฟในภาพที่ 58 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อที่ทำด้วยกระดาษไร้กรดและพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็ก มีค่าต่ำกว่าและคงที่กว่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ ส่วนค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อคงที่กว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ แต่มีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน



ภาพที่56 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ ที่ห่อหุ้มด้วย

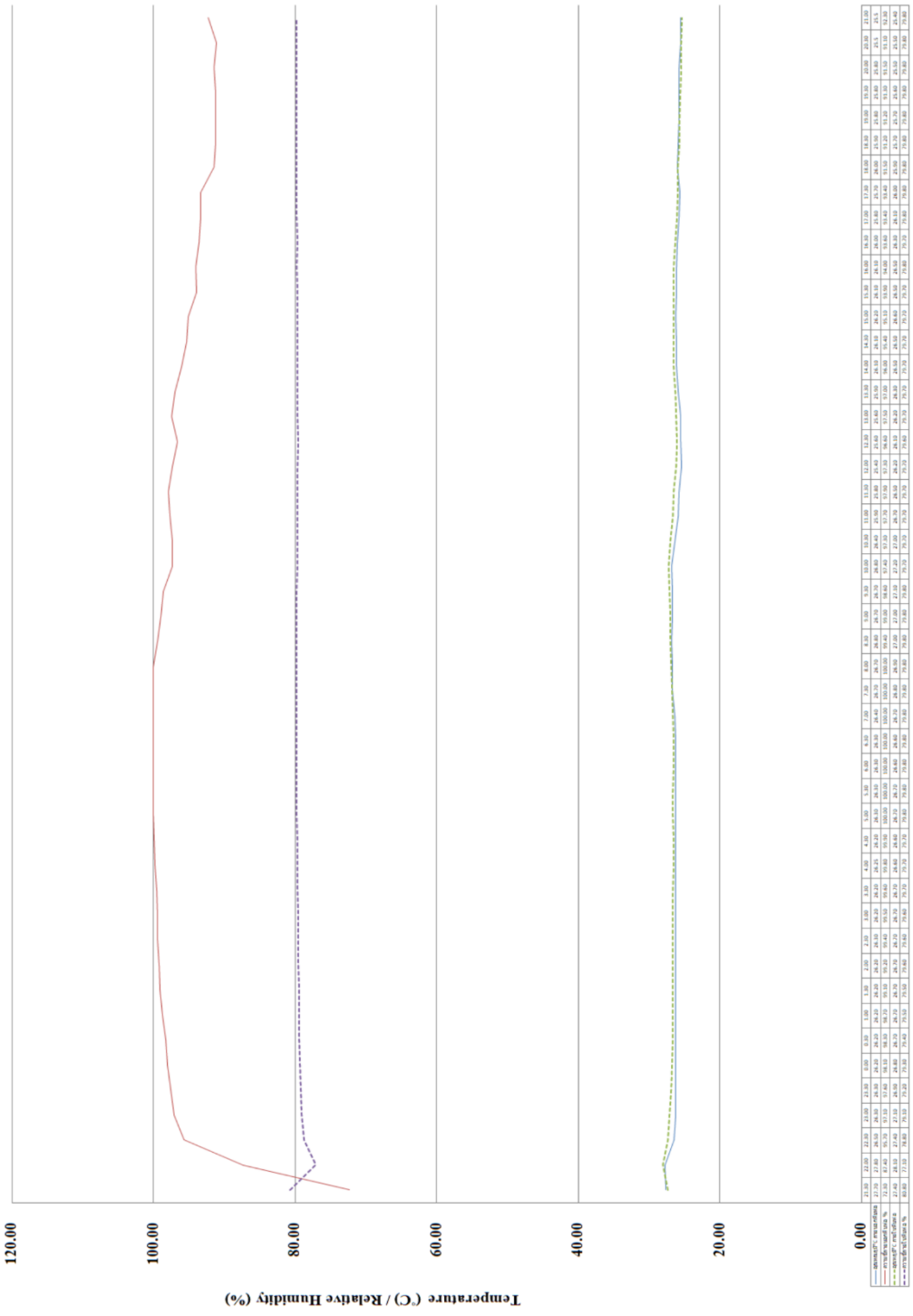
กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็กหนึ่งชั้น ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูร้อน

4.2.6 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็กหนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาที ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูฝน ตั้งแต่เวลา 21.30 น. วันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง 21.00 น. วันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 28 °C ต่ำสุด 25 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 80 % ต่ำสุด 79 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 27 °C ต่ำสุด 25 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 100 % ต่ำสุด 72 %

กราฟในภาพที่ 59 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อที่ทำด้วยกระดาษไร้กรดและพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็ก มีค่าใกล้เคียงกันอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ ส่วนค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อคงที่กว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ แต่มีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่57 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ ที่ห่อหุ้มด้วย

กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็กหนึ่งชั้น

ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะ ในฤดูฝน

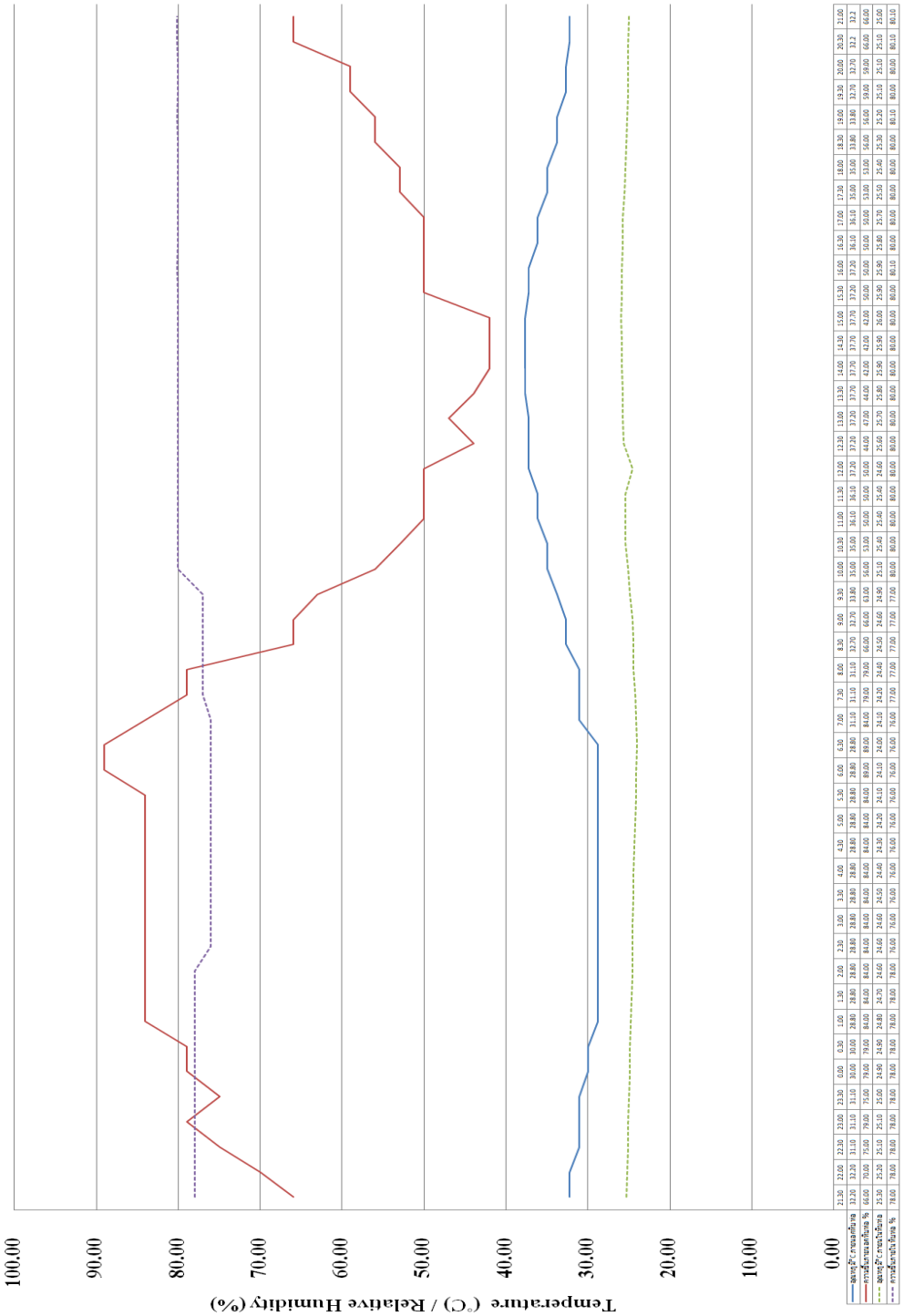
4.2.7 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่หนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาที ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูร้อน ตั้งแต่เวลา 21.30 น. วันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึง 21.00 น. วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 25 °C ต่ำสุด 24 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 80 % ต่ำสุด 76 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 37 °C ต่ำสุด 21 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 84 % ต่ำสุด 50 %

กราฟในภาพที่ 60 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่ออย่างเห็นได้ชัด ส่วนค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อค่อนข้างคงที่ แต่มีค่าสูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 58 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่หนึ่งชั้น ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูร้อน

4.2.8 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่ ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูฝน ตั้งแต่เวลา 21.30 น. วันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง 21.00 น. วันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 26 °C ต่ำสุด 24 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 80 % ต่ำสุด 79 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 25 °C ต่ำสุด 24 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 98 % ต่ำสุด 94 %

กราฟในภาพที่ 61 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าไม่แตกต่างจากอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าคงที่และต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่ออย่างเห็นได้ชัด

ภาพที่ 59 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อที่ห่อหุ้มด้วย

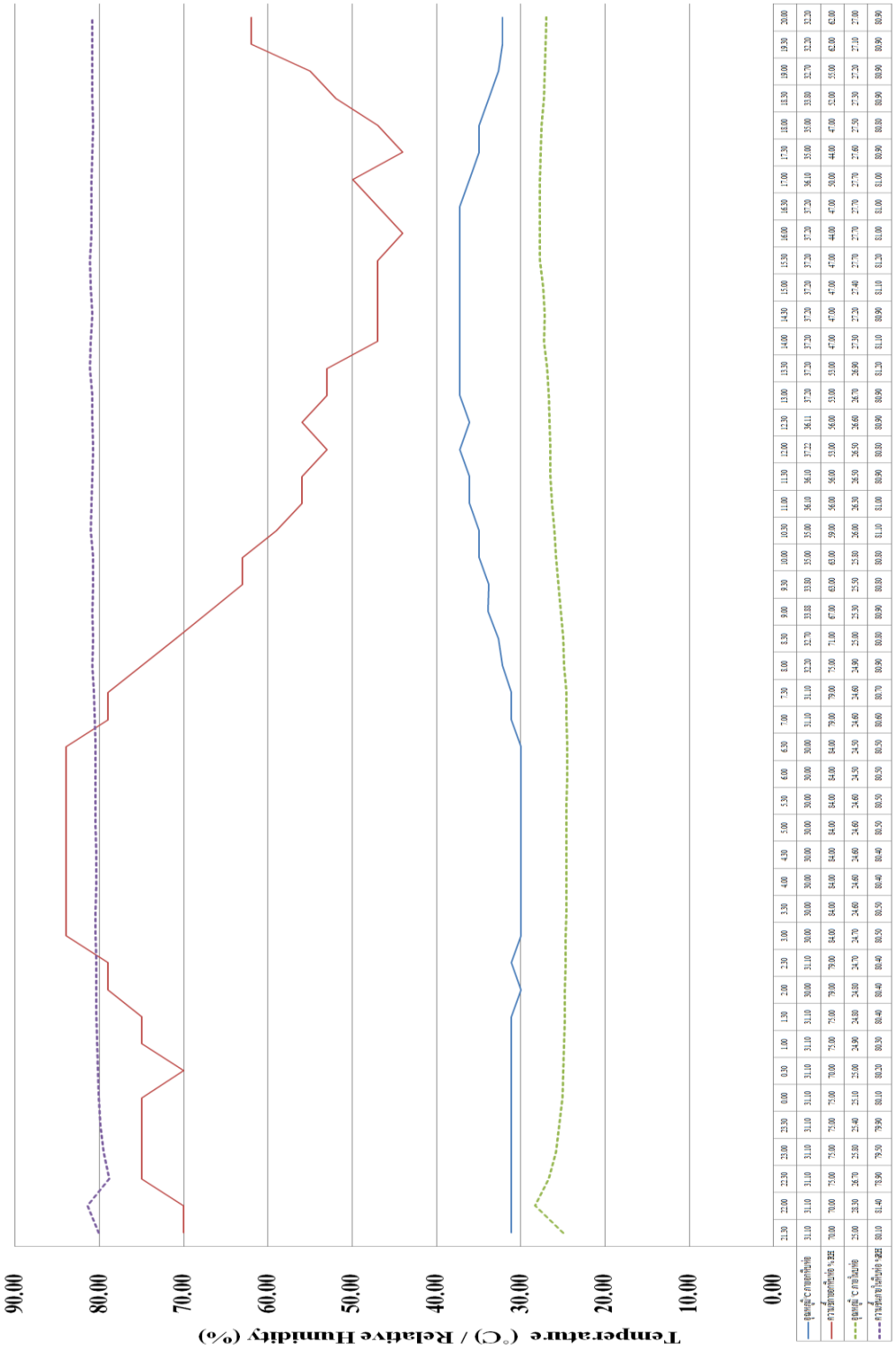
กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่ ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูฝน

4.2.9 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีสไตรีนหนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูร้อน ตั้งแต่เวลา 21.30 น. วันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึง 20.00 น. วันที่ 8 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 28 °C ต่ำสุด 24 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 80 % ต่ำสุด 79 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 37 °C ต่ำสุด 30 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 84 % ต่ำสุด 47 %

กราฟในภาพที่ 62 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าต่ำกว่าและค่อนข้างคงที่กว่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าคงที่กว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ แต่มีค่าสูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 60 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

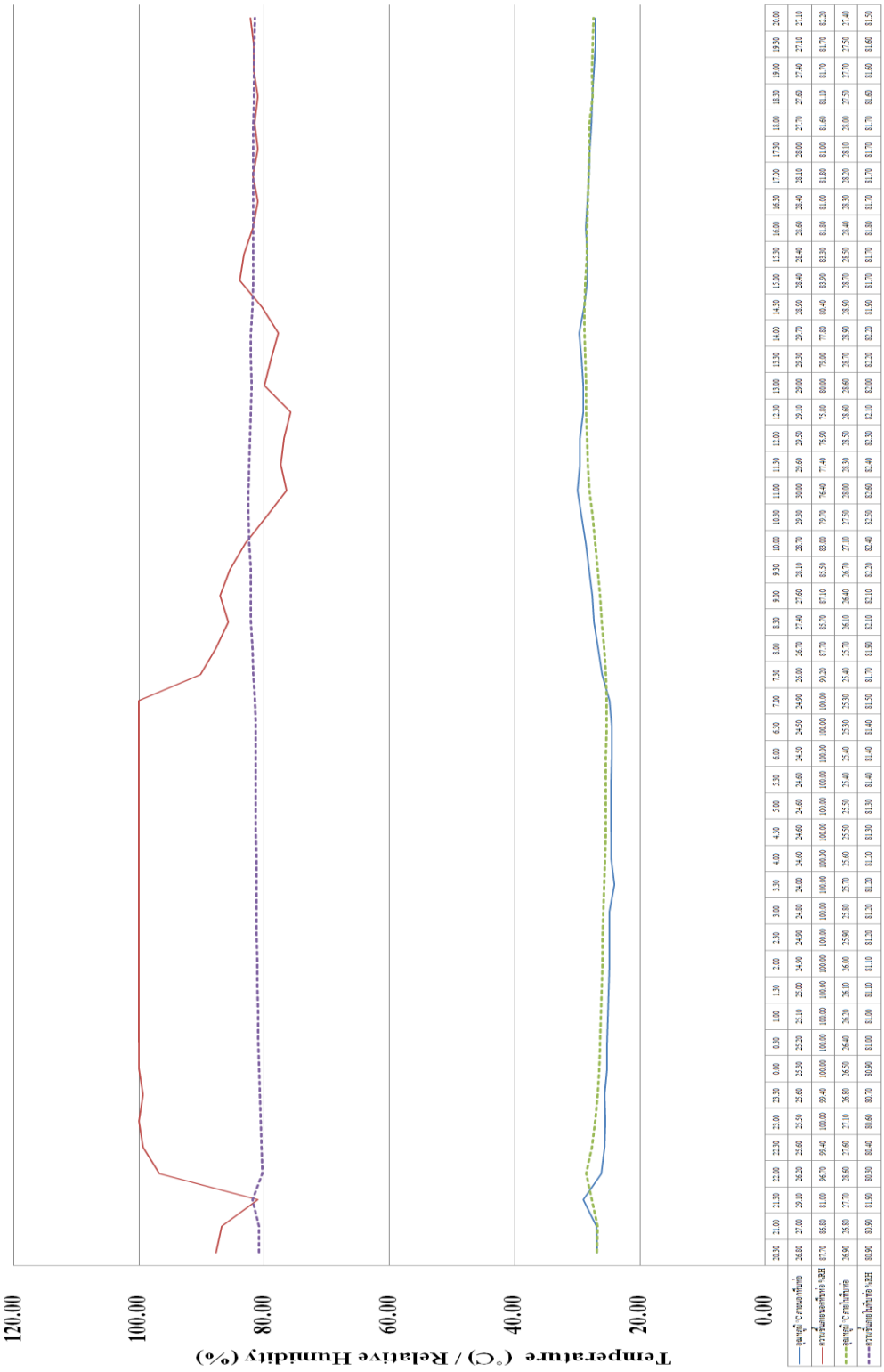
ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีสไตรีนหนึ่งชั้น
ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูร้อน

4.2.10 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีสไตรีนหนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูฝน ตั้งแต่เวลา 20.30 น. วันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง 20.00 น. วันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 28 °C ต่ำสุด 25 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 82 % ต่ำสุด 80 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 30 °C ต่ำสุด 24 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 100 % ต่ำสุด 81 %

กราฟในภาพที่ 63 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าสูงกว่ากับอุณหภูมิภายนอกหีบห่อปานกลาง ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าคงที่กว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ แต่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าค่าที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 61 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีสไตรีนหนึ่งชั้น

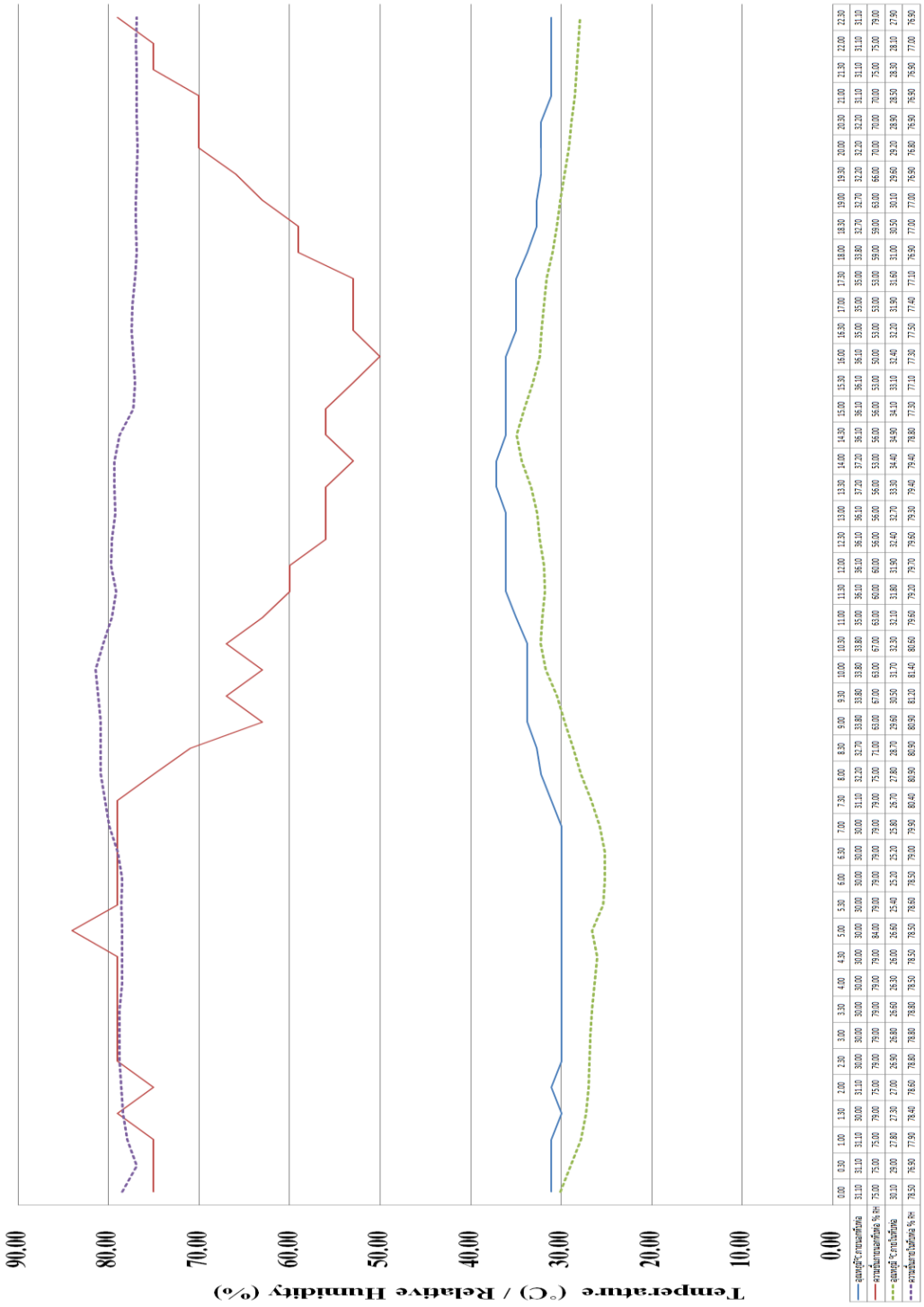
ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูฝน

4.2.11 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพอลีเอทธีลีนสีดำหนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูร้อน ตั้งแต่เวลา 00.00 น. วันที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึง 22.30 น. วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 27 °C ต่ำสุด 24 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 81 % ต่ำสุด 79 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 37 °C ต่ำสุด 30 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 84 % ต่ำสุด 47 %

กราฟในภาพที่ 64 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกแต่ไม่คงที่ มีการผันผวนไปตามอุณหภูมิภายนอก ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าคงที่ตลอดเวลา ในขณะที่ภายนอกหีบห่อความชื้นสัมพัทธ์ผันผวนมาก แต่ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงกว่าค่าที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 62 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพอลีเอทธีลีนสีดำหนึ่งชั้น
ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูร้อน

4.2.12 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพอลีเอทธีลีนสีดำหนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูฝนตั้งแต่เวลา 00.30 น. วันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง 22.30 น. วันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 34 °C ต่ำสุด 25 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 80 % ต่ำสุด 77 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 35 °C ต่ำสุด 24 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 89 % ต่ำสุด 52 %

กราฟในภาพที่ 65 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิกับภายนอกหีบห่อและแปรผันไปตามอุณหภูมิภายนอก ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าคงที่กว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ แต่มีค่าค่อนข้างสูง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

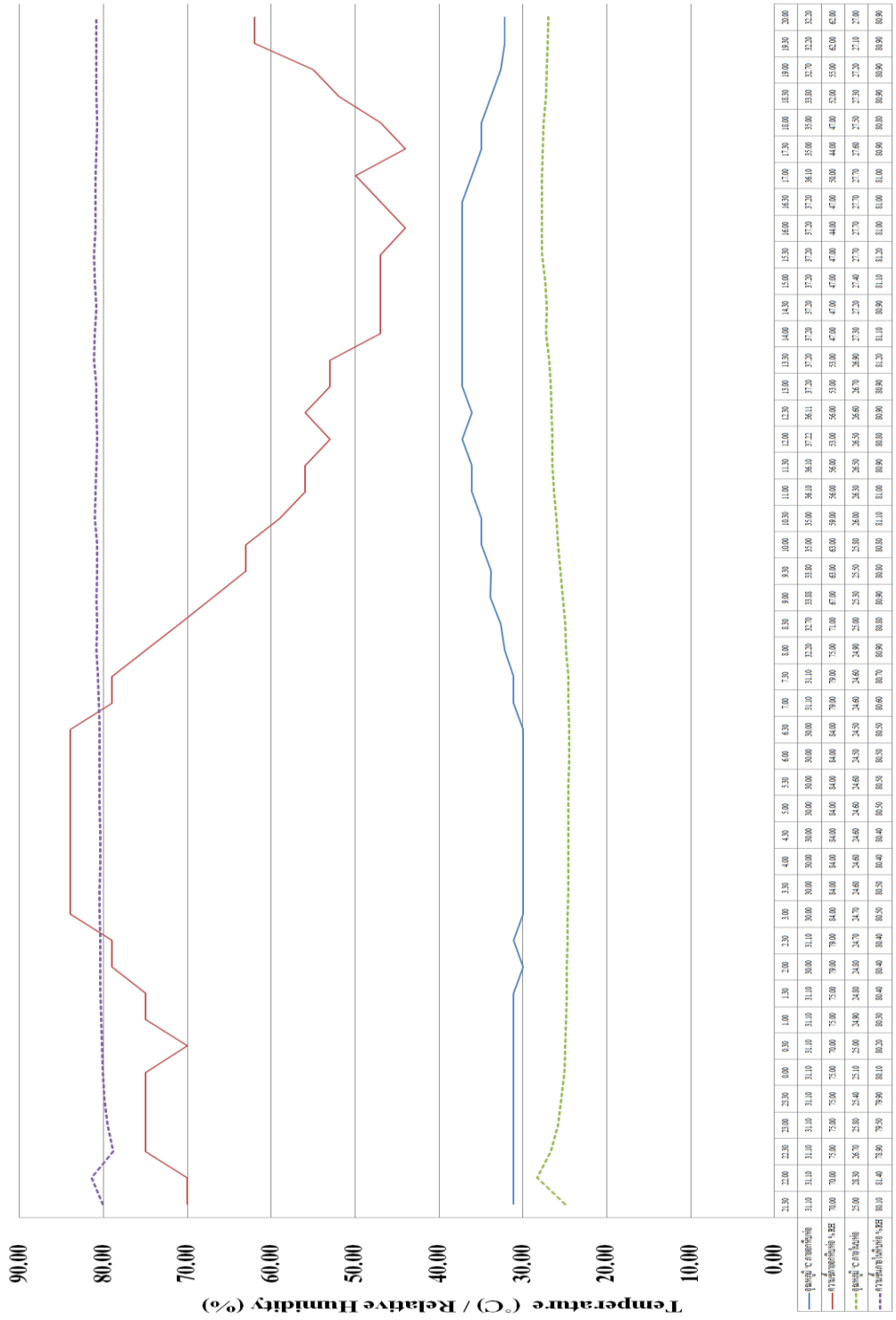
ภาพที่ 63 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ
ที่ห่อหุ้มด้วยห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพอลีเอทธีลีนสีดำหนึ่งชั้น
ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูฝน

4.2.13 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีเอทธีลีนหนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูร้อน ตั้งแต่เวลา 21.30 น. วันที่ 8 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึง 20.00 น. วันที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 พบว่าค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 28 °C ต่ำสุด 24 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 81 % ต่ำสุด 79 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 37 °C ต่ำสุด 30 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 84 % ต่ำสุด 47 %

กราฟในภาพที่ 66 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าต่ำกว่าและคงที่กว่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ เนื่องจากมีฟองอากาศขนาดเล็ก ๆ จำนวนมากเกาะต่อกันแน่นหนา และฟองอากาศจะทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้การโอนถ่ายความร้อนได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าคงที่กว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ แต่มีค่าสูงกว่าค่าที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 64 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ ที่ห่อหุ้มด้วย

กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลิเอทธีลีนหนึ่งชั้น

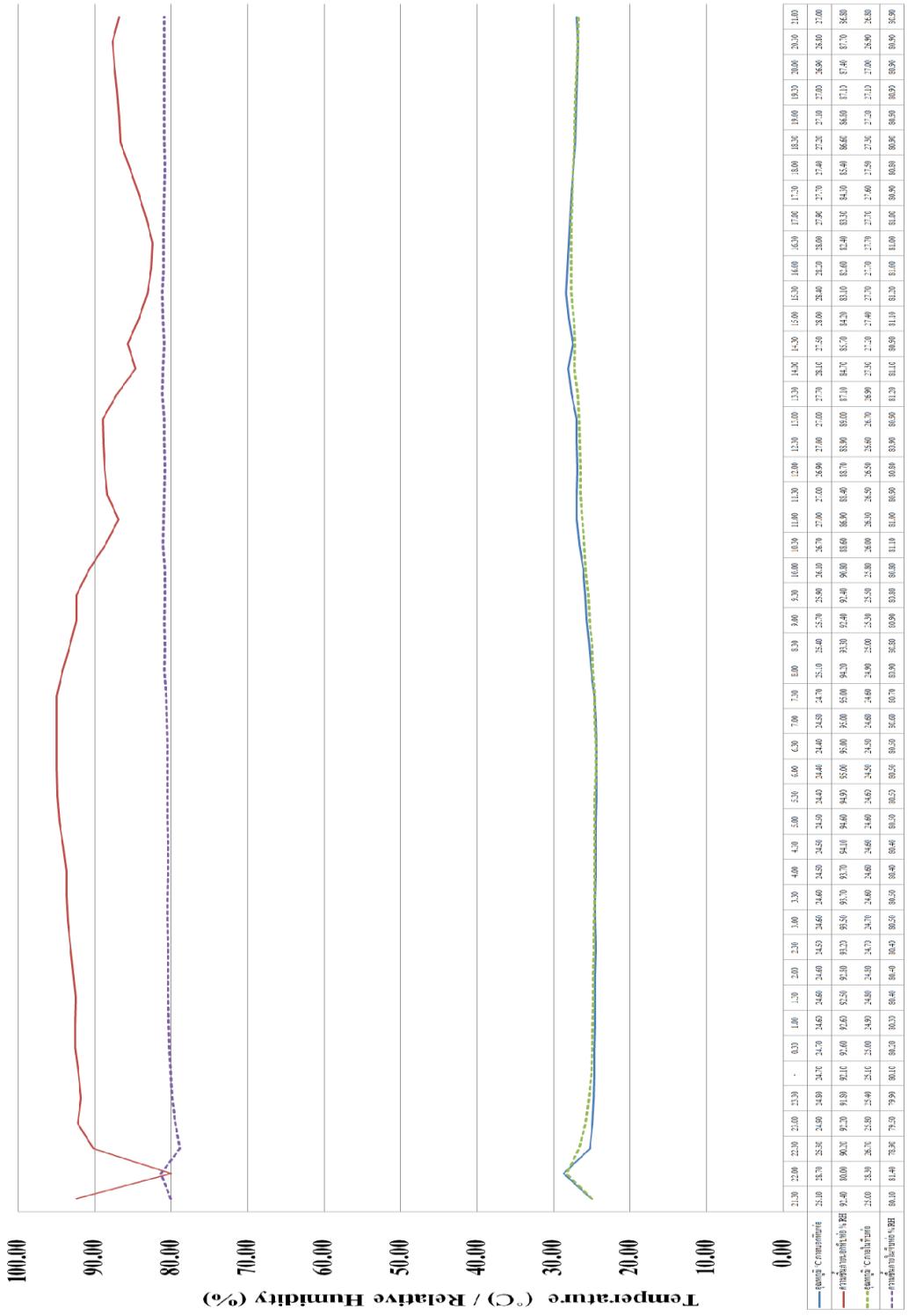
ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูร้อน

4.2.14 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีเอทธีลีนหนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูฝน ตั้งแต่เวลา 21.30 น. วันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง 21.00 น. วันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 27 °C ต่ำสุด 24 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 81 % ต่ำสุด 79 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 27 °C ต่ำสุด 24 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 95 % ต่ำสุด 88 %

กราฟในภาพที่ 67 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อไม่แตกต่างจากอุณหภูมิภายนอกหีบห่อภายนอกหีบห่อ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์มีค่าคงที่มากกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก แต่ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าคงที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 65 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

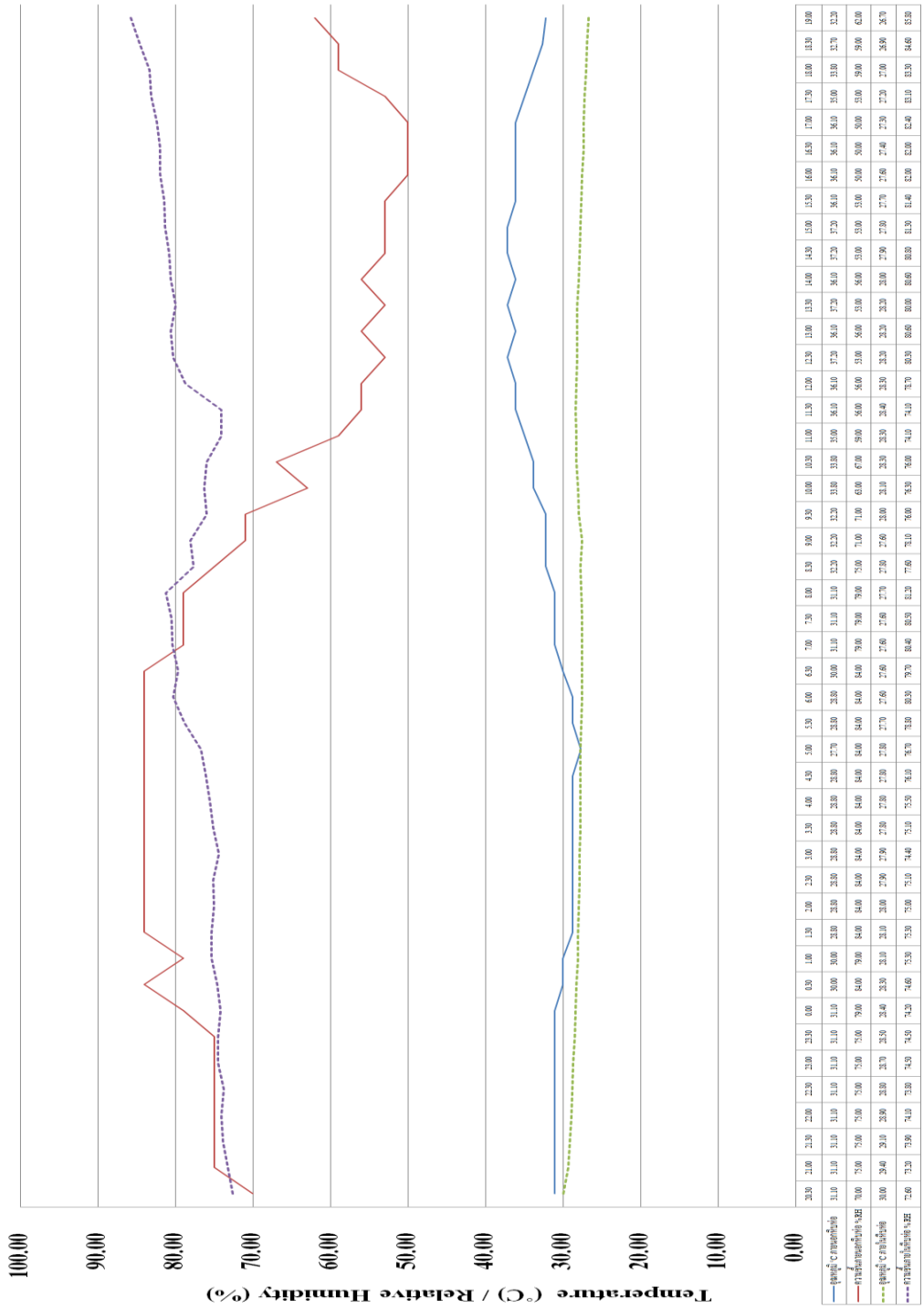
ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลิเอทธีลีน
ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูฝน

4.2.15 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับไทเวคหนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูร้อน ตั้งแต่เวลา 20.30 น. วันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึง 20.00 น. วันที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 30 °C ต่ำสุด 26 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 87 % ต่ำสุด 72 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 37 °C ต่ำสุด 28 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 84 % ต่ำสุด 53 %

กราฟในภาพที่ 68 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าต่ำกว่าและคงที่อุณหภูมิภายนอกเล็กน้อย ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อไม่คงที่ แต่ผันผวนน้อยกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 66 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับไทเวคหนึ่งชั้น
ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูร้อน

4.2.16 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับไทเวคหนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูฝน ตั้งแต่เวลา 20.30 น. วันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง 20.00 น. วันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 30 °C ต่ำสุด 26 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 80 % ต่ำสุด 72 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 30 °C ต่ำสุด 26 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 87 % ต่ำสุด 72 %

กราฟในภาพที่ 69 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกเช่นเดียวกับค่าความชื้นสัมพัทธ์

ภาพที่ 67 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

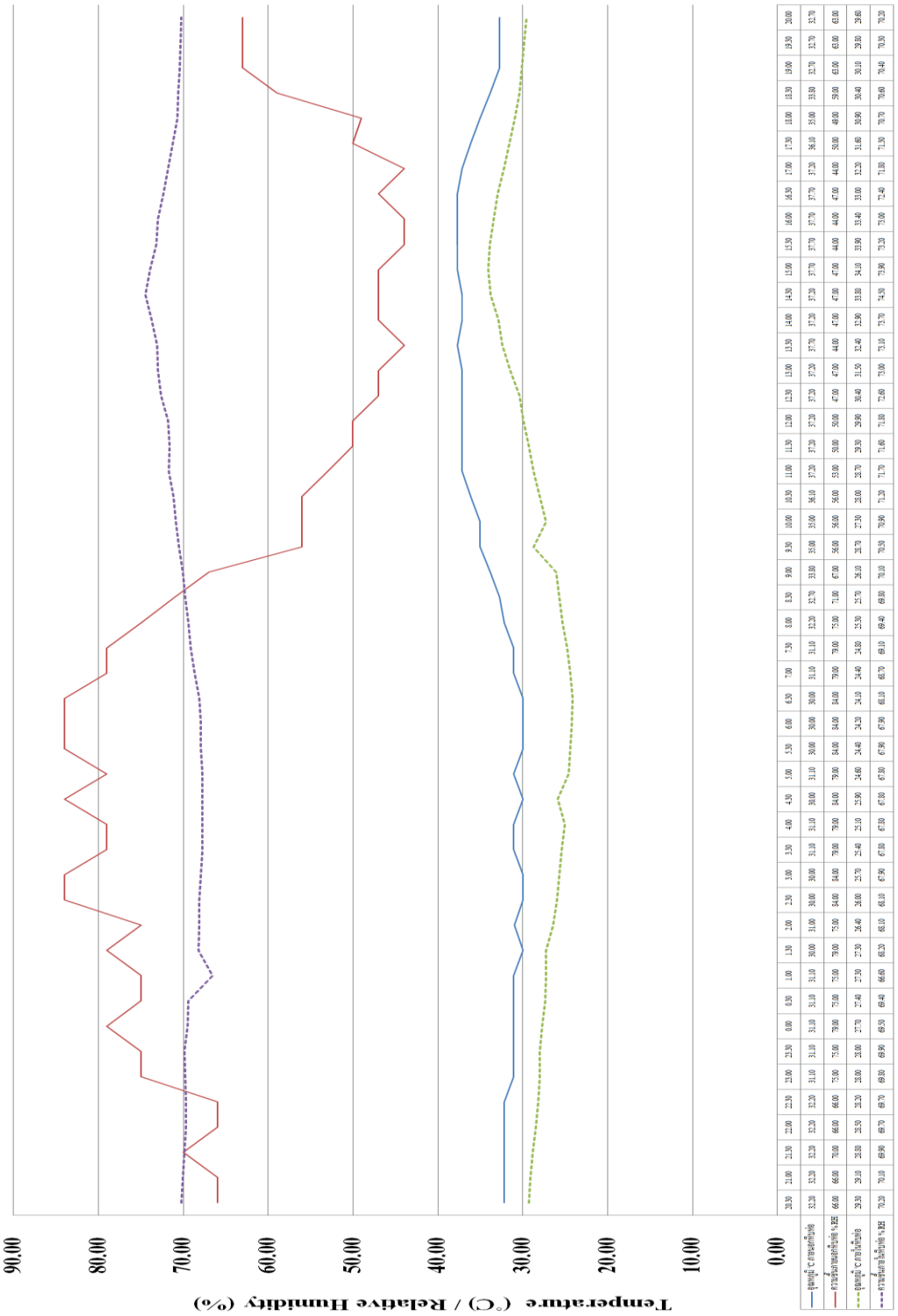
ที่ทำด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับไทเวคหนึ่งชั้น
ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูฝน

4.2.17 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมด้วยถุงซิปล็อคสุญญากาศหนึ่งชั้น ที่ทำจากพอลีเอทธีลีนข้างนอก ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมงในฤดูร้อน ตั้งแต่เวลา 20.30 น. วันที่ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึง 20.00 น. วันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 33 °C ต่ำสุด 24 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 73 % ต่ำสุด 69 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 37 °C ต่ำสุด 31 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 84 % ต่ำสุด 47 %

กราฟในภาพที่ 70 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก และไม่คงที่แปรผันไปตามอุณหภูมิภายนอก ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าค่อนข้างคงที่ ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อผันผวนอย่างมาก และค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่ออยู่ในระดับที่สูงกว่าค่าที่แนะนำสำหรับการจัดเก็บภาพเขียนสีน้ำมันเล็กน้อย

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 68 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

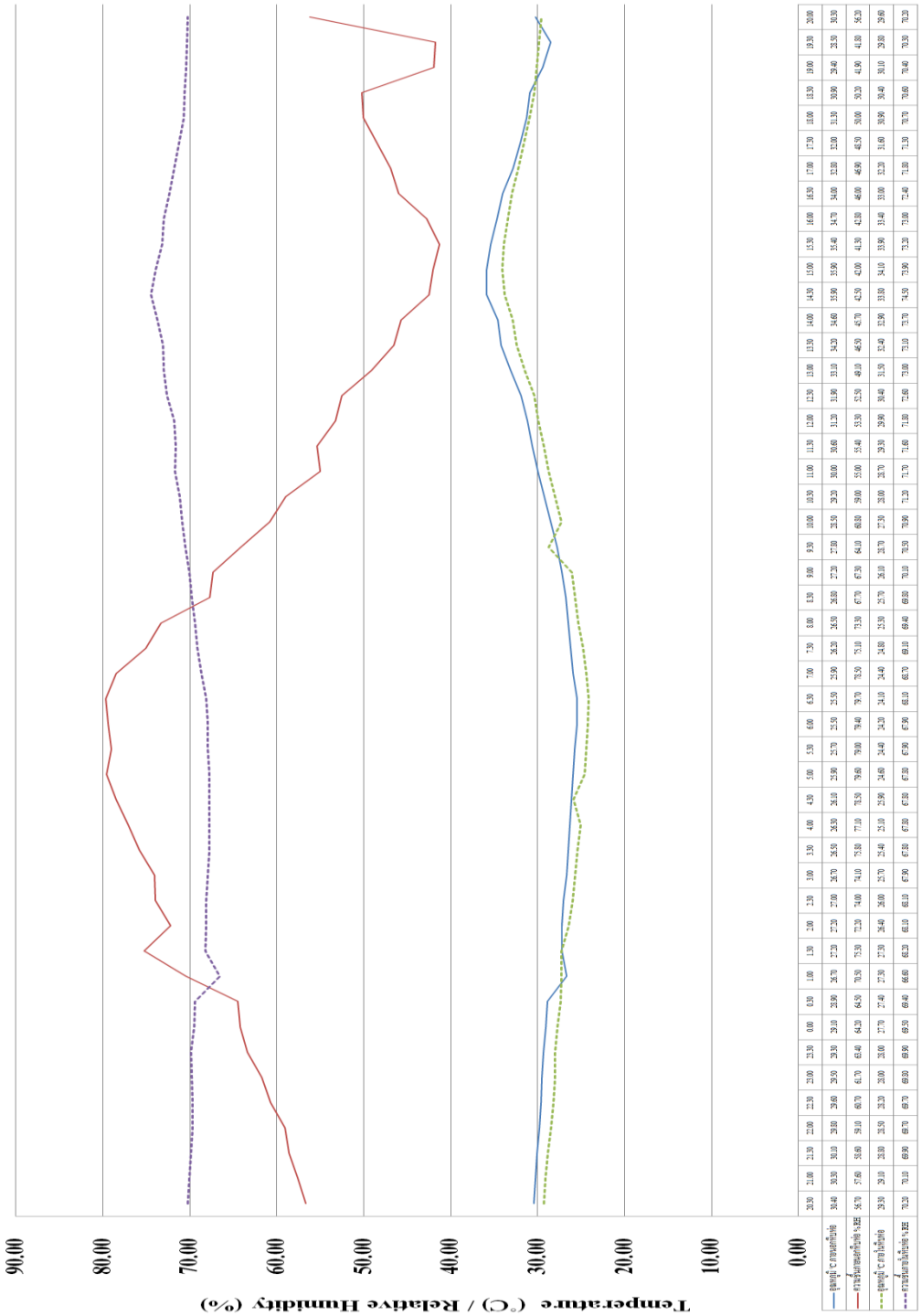
ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมด้วยถุงซิปล็อคสุญญากาศ
ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูร้อน

4.2.18 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับถุงซิปล็อคสุญญากาศที่ทำจากพอลีเอทธีลีนข้างนอก ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาที ตลอดเวลา 24 ชั่วโมงในฤดูฝน ตั้งแต่เวลา 20.30 น. วันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง 20.00 น. ถึงวันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 34 °C ต่ำสุด 24 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 73 % ต่ำสุด 67 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 35 °C ต่ำสุด 26 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 79 % ต่ำสุด 41 %

กราฟในภาพที่ 71 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อเพียงเล็กน้อย และแปรผันไปตามอุณหภูมิภายนอก ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าคงที่ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อผันผวนอย่างมาก และค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าสูงกว่าค่าที่แนะนำสำหรับภาพเขียนสีน้ำมันเพียงเล็กน้อย

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 69 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

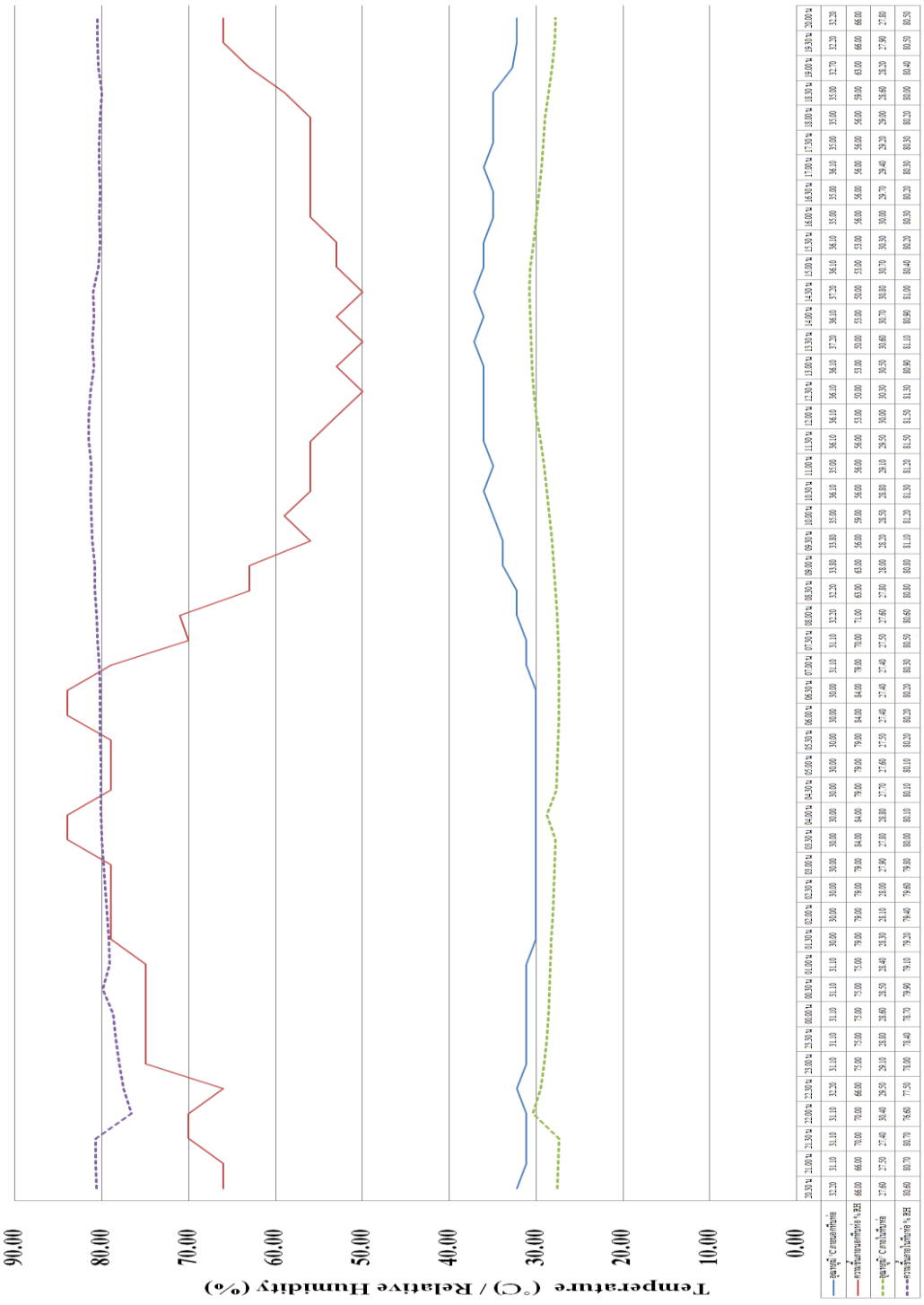
ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับถุงซิปล็อคสุญญากาศ
ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูฝน

4.2.19 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดร่วมหนึ่งชั้นกับพลาสติกลูกฟูกหนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูร้อน ตั้งแต่เวลา 20.30 น. วันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึง 20.00 น. วันที่ 16 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 30 °C ต่ำสุด 27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 81 % ต่ำสุด 76 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 37 °C ต่ำสุด 30 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 84 % ต่ำสุด 50 %

กราฟในภาพที่ 72 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าต่ำกว่าและคงที่กว่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ และผันผวนตามอุณหภูมิภายนอกเพียงเล็กน้อย ส่วนค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าคงที่ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อมีความผันผวนอย่างมาก แต่ระดับความชื้นสัมพัทธ์มีค่าภายในหีบห่อสูงกว่าค่าที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 70 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

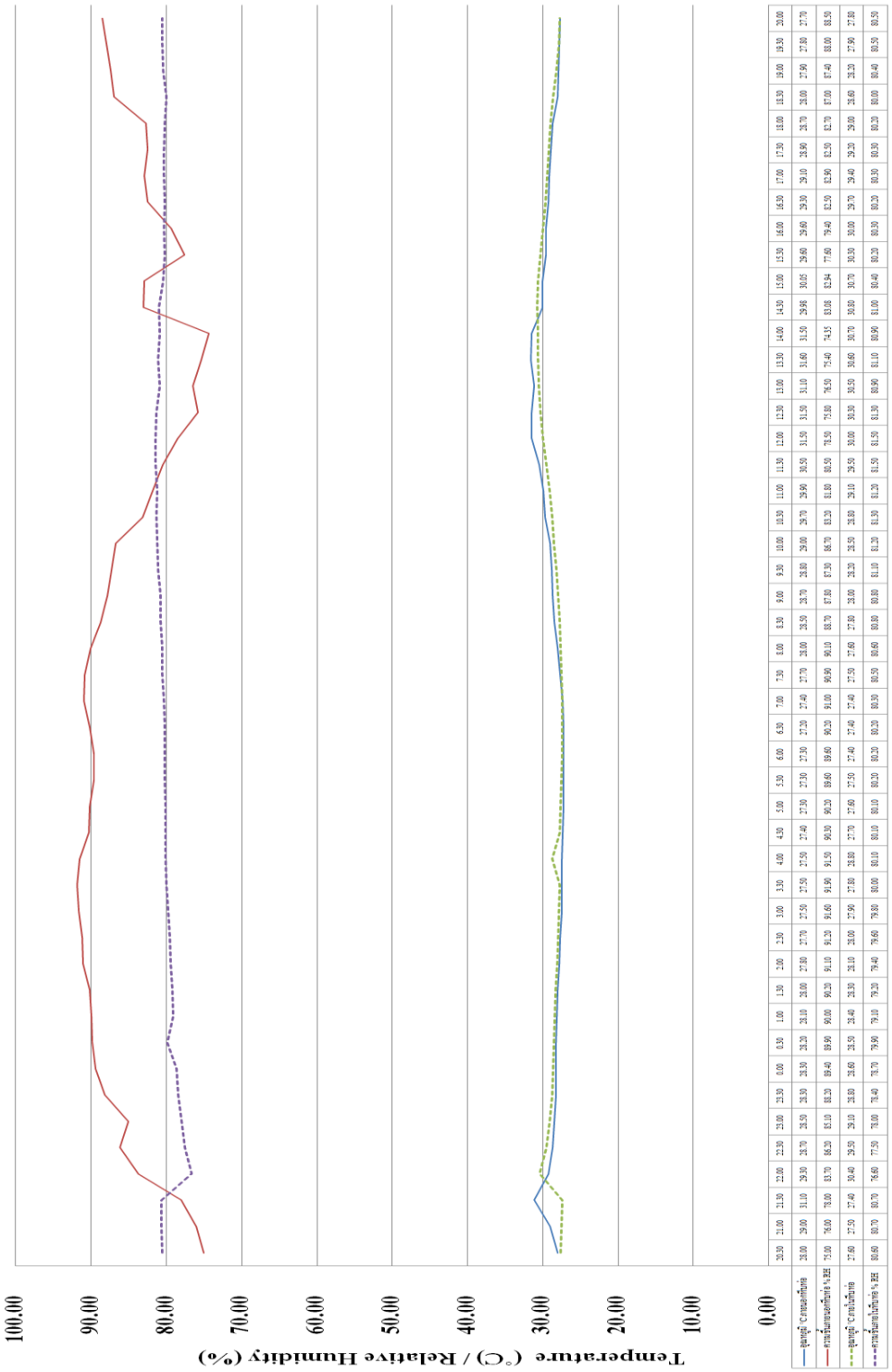
ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกลูกฟูกหนึ่งชั้น
ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูร้อน

4.2.20 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกลูกฟูกหนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูฝน ตั้งแต่เวลา 20.30 น.วันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง 20.00 น. วันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 30 °C ต่ำสุด 27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 81 % ต่ำสุด 77 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 31 °C ต่ำสุด 27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 91 % ต่ำสุด 74 %

กราฟในภาพที่ 73 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในและภายนอกหีบห่อมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าคงที่และต่ำกว่าความชื้นภายนอกหีบห่อ แต่มีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่าที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 71 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ
ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกลูกฟูกหนึ่งชั้น
ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูฝน

4.2.21 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับอลูมิเนียมฟอยล์ห่ออาหารหนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูร้อน 22.30 น. วันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึง 22.00 น. วันที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 31 °C ต่ำสุด 24 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 82 % ต่ำสุด 79 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 32 °C ต่ำสุด 26 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 89 % ต่ำสุด 66 %

กราฟในภาพที่ 74 อุณหภูมิภายในหีบห่อช่วงกลางคืนมีค่าสูงกว่าอุณภูมิภายนอกหีบห่อ เนื่องจากอลูมิเนียมฟอยล์กักเก็บความร้อนไว้ภายใน แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าค่อนข้างคงที่ บางช่วงเวลามีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก และบางช่วงเวลามีค่าสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าคงที่ในขณะที่ความชื้นภายนอกหีบห่อมีความผันผวนตลอดเวลา แต่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าสูงกว่าค่าที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมันเพียงเล็กน้อย

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาพที่ 72 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับอลูมิเนียมฟอยล์ห่ออาหารหนึ่งชั้น ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูร้อน

4.2.22 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับอลูมิเนียมฟอยล์ห่ออาหารหนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูฝน ตั้งแต่เวลา 22.30 น.วันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง 22.00 น. วันที่ 21 ตุลาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 31 °C ต่ำสุด 24 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ(กราฟสีม่วง) สูงสุด 83 % ต่ำสุด 79 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 32 °C ต่ำสุด 26 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 89 % ต่ำสุด 66 %

กราฟในภาพที่ 75 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าค่อนข้างคงที่ ไม่ค่อยแปรผันไปตามอุณหภูมิภายนอก ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าค่อนข้างคงที่ ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกผันผวนเป็นส่วนใหญ่ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าเกือบเหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมันยังสูงกว่าค่าที่เหมาะสมอยู่อีกเล็กน้อย หากเพิ่มวัสดุที่มีคุณสมบัติ ดูดความชื้นไว้ภายในหีบห่อ และช่วยลดความชื้นลงได้

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาพที่ 73 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับอลูมิเนียมฟอยล์ห่ออาหารหนึ่งชั้น
ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูฝน

4.2.23 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีเอทธีลีนหนึ่งชั้น และอลูมิเนียมฟอยล์หนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาที ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูร้อน ตั้งแต่เวลา 22.30 น. วันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึง 22.00 น. วันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 31 °C ต่ำสุด 27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 69 % ต่ำสุด 65 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 32 °C ต่ำสุด 25 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 89 % ต่ำสุด 66 %

กราฟในภาพที่ 76 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าเกือบคงที่ บางช่วงมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก และบางช่วงมีค่าสูงกว่า แสดงว่าโฟมพอลีเอทธีลีนกักเก็บความร้อนไว้ภายในหีบห่อ ส่วนค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและเกือบคงที่ตลอดเวลาที่ทำการวัด ค่าความชื้นสัมพัทธ์นี้ เกือบเหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาพที่ 74 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีเอทธีลีนหนึ่งชั้น
และอลูมิเนียมฟอยล์หนึ่งชั้น ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูร้อน

4.2.24 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีเอทธีลีนหนึ่งชั้น และอลูมิเนียมฟอยล์หนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาที ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูฝน ตั้งแต่เวลา 22.30 น.วันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง 22.00 น. วันที่ 21 ตุลาคม พ.ศ. 2563 พบว่า

ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 30 °C ต่ำสุด 26 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 69 % ต่ำสุด 65 %

กราฟในภาพที่ 77 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิในหีบห่อมีค่าค่อนข้างคงที่กว่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อเล็กน้อย ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาที่ทำการวัด ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกมีค่าผันผวน ระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อเกือบเหมาะสมต่อการเก็บรักษาภาพเขียนสีน้ำมัน แสดงว่ากระดาษและโฟมพอลีเอทธีลีนและอลูมิเนียมฟอยล์ช่วยควบคุมความชื้นภายในหีบห่อได้ดี กระดาษไร้กรด ตามด้วยโฟมพอลีเอทธีลีน ทำหน้าที่ช่วยดูดซับความชื้น ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์รอบ ๆ ภาพเขียนสีน้ำมันมีค่าลดลงและคงที่ หากเพิ่มปริมาณกระดาษในหีบห่อจะช่วยควบคุม ความชื้นรอบ ๆ ภาพเขียนสีน้ำมันได้ดีขึ้น

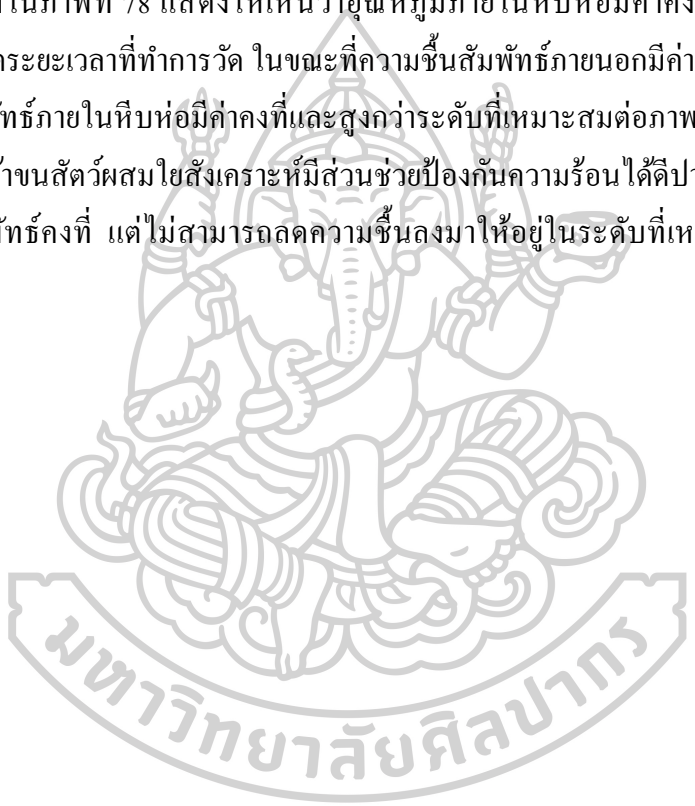
มหาวิทยาลัยศิลปากร

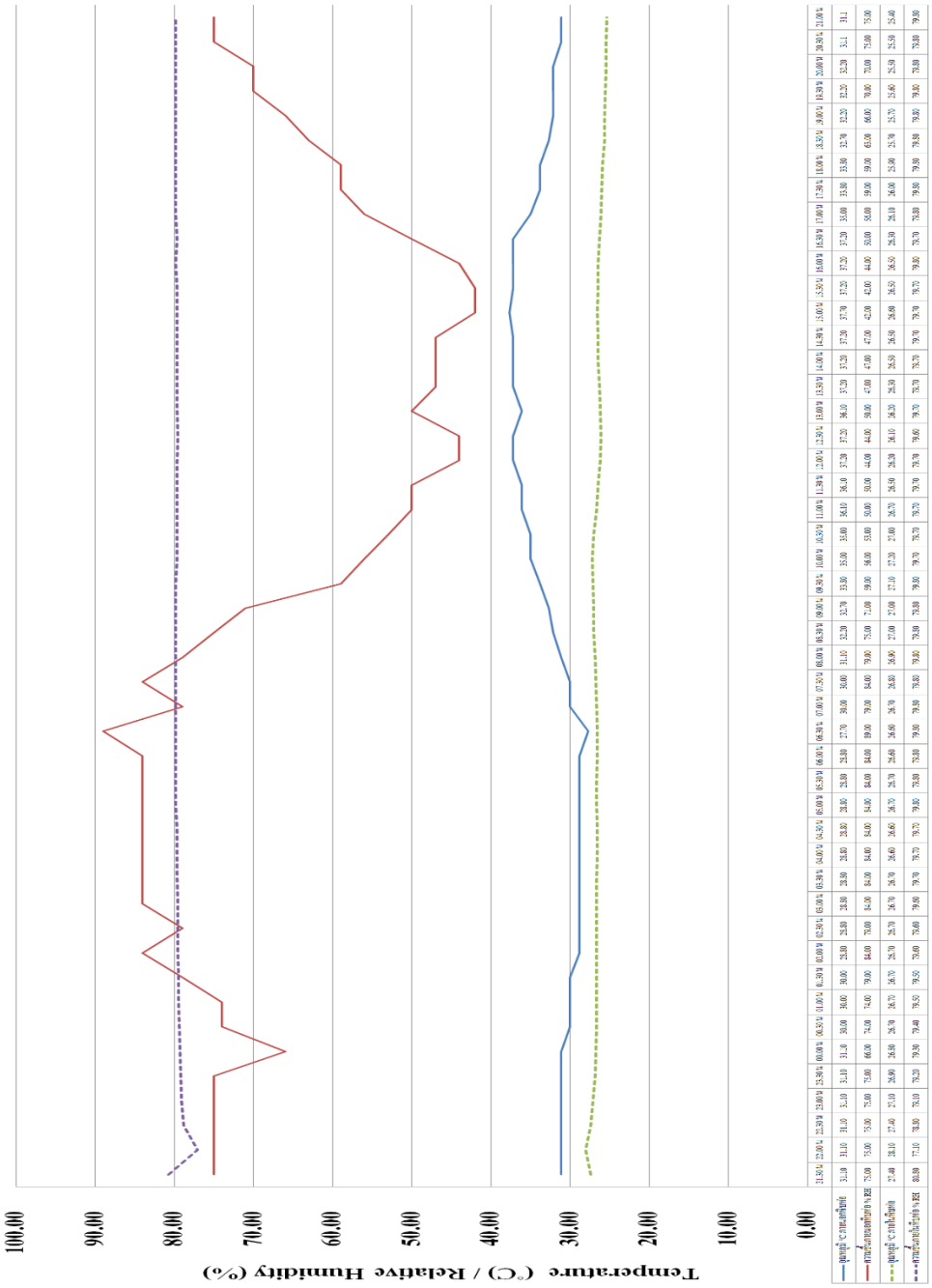
ภาพที่ 75 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

ที่กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีเอทธีลีนหนึ่งชั้น
และอลูมิเนียมฟอยล์หนึ่งชั้น ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูฝน

4.2.25 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์สามชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูร้อน ตั้งแต่เวลา 21.30 น. วันที่ 21พฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึง 21.00 น. วันที่ 22 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 27 °C ต่ำสุด 25 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 89 % ต่ำสุด 42 % ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 37 °C ต่ำสุด 28 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 80 % ต่ำสุด 77 %

กราฟในภาพที่ 78 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าคงที่และต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกตลอดระยะเวลาที่ทำการวัด ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกมีค่าผันผวนตลอดเวลา แต่ความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าคงที่และสูงกว่าระดับที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน แสดงว่ากระดาษและผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์มีส่วนช่วยป้องกันความร้อนได้ดีปานกลาง และช่วยทำให้ความชื้นสัมพัทธ์คงที่ แต่ไม่สามารถลดความชื้นลงมาให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมันได้





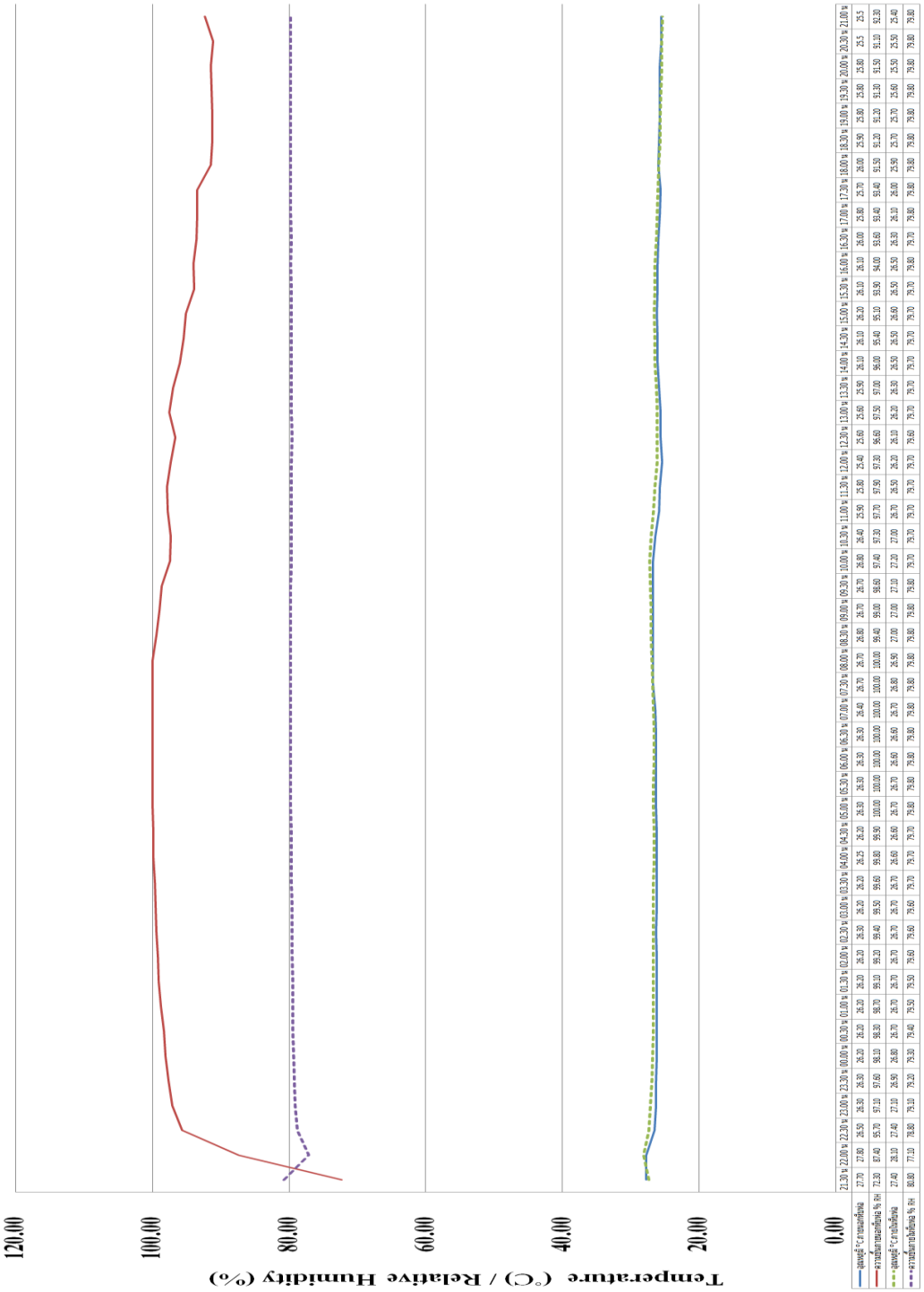
ภาพที่ 76 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์สามชั้น ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูร้อน

4.2.26 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์สามชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูฝน ตั้งแต่เวลา 21.30 น. วันที่ 22 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง 21.00 น. วันที่ 23 ตุลาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 27 °C ต่ำสุด 25 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 80 % ต่ำสุด 77 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 27 °C ต่ำสุด 25 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 100 % ต่ำสุด 72 %

กราฟในภาพที่ 79 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าไม่แตกต่างจากอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าคงที่และต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อตลอดระยะเวลาที่ทำการวัด แต่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างสูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมัน แสดงว่ากระดาษและผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์ไม่ช่วยลดอุณหภูมิภายในหีบเนื่องจากผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์ช่วยกักเก็บความร้อนภายในหีบห่อ แต่ช่วยให้ความชื้นสัมพัทธ์คงที่และมีค่าลดลง ผ้าขนสัตว์ใยสังเคราะห์ผสมสามารถกันกระแทกได้ดี



ภาพที่ 77 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

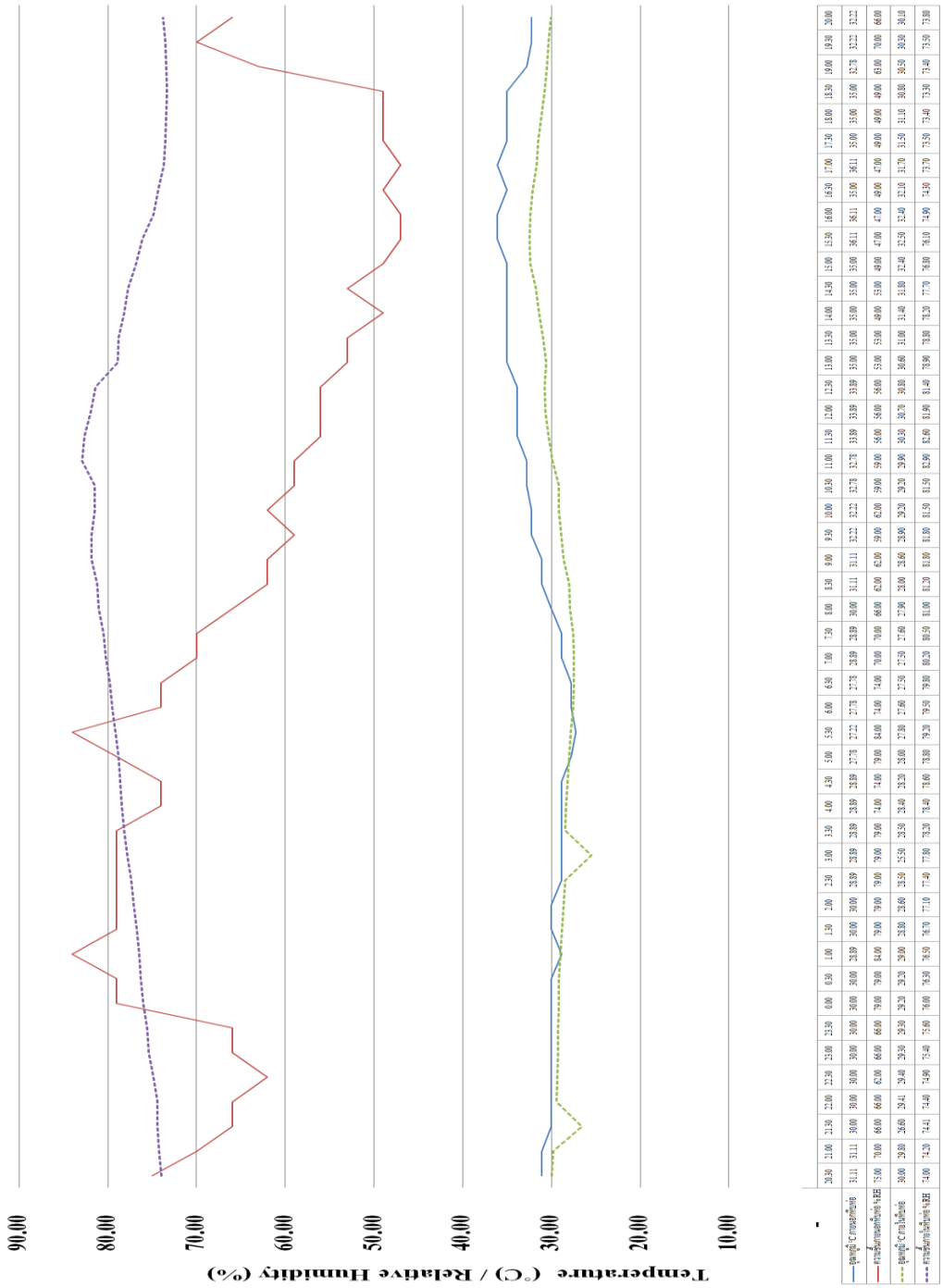
ที่ทำด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์สามชั้น
ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูฝน

4.2.27 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าพอลีเอสเทอร์หรือผ้าสำลีสังเคราะห์เนื้อหนาสองชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาที ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูร้อน ตั้งแต่เวลา 20.30 น.วันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึง 20.00 น. วันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 31 °C ต่ำสุด 27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 82 % ต่ำสุด 73 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 35 °C ต่ำสุด 27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 80 % ต่ำสุด 47 %

กราฟในภาพที่ 80 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าต่ำกว่าและคงที่กว่าอุณหภูมิภายนอกเล็กน้อย ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าไม่คงที่และสูงกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกที่ผันผวนตลอดเวลา ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าสูงกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน ผ้าพอลีเอสเทอร์ช่วยลดอุณหภูมิได้เล็กน้อย ไม่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้คงที่ และมีค่าลดลง ผ้าพอลีเอสเทอร์สามารถกันกระแทกได้ดี

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 78 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

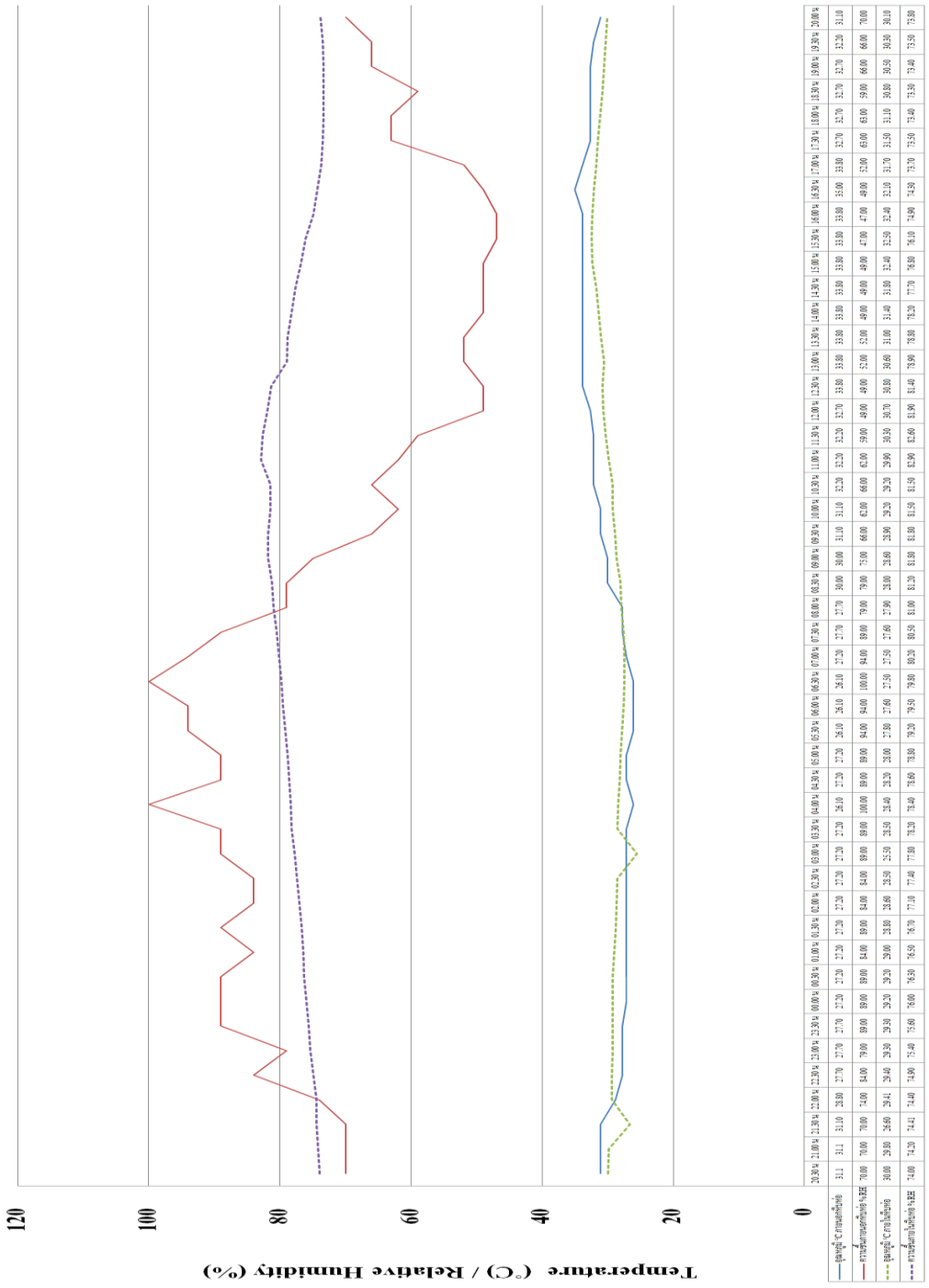
ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าพอลิเอสเทอร์
หรือผ้าสำลีสังเคราะห์เนื้อหนาสองชั้น ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูร้อน

4.2.28 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าพอลีเอสเทอร์หรือผ้าสำลีสังเคราะห์เนื้อหนาสองชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาที ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูฝน ตั้งแต่เวลา 20.30 น.วันที่ 30 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง 20.00 น. วันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 31 °C ต่ำสุด 27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ(กราฟสีม่วง) สูงสุด 84 % ต่ำสุด 82 %

ภายนอกหีบห่อค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 31 °C ต่ำสุด 26 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 100 % ต่ำสุด 47 %

กราฟในภาพที่ 81 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าค่อนข้างคงที่กว่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าค่อนข้างคงที่กว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกที่ผันผวนตลอดเวลา แต่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าสูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมันเล็กน้อย ผ้าพอลีเอสเทอร์สามารถกันกระแทกได้ดี

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 79 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

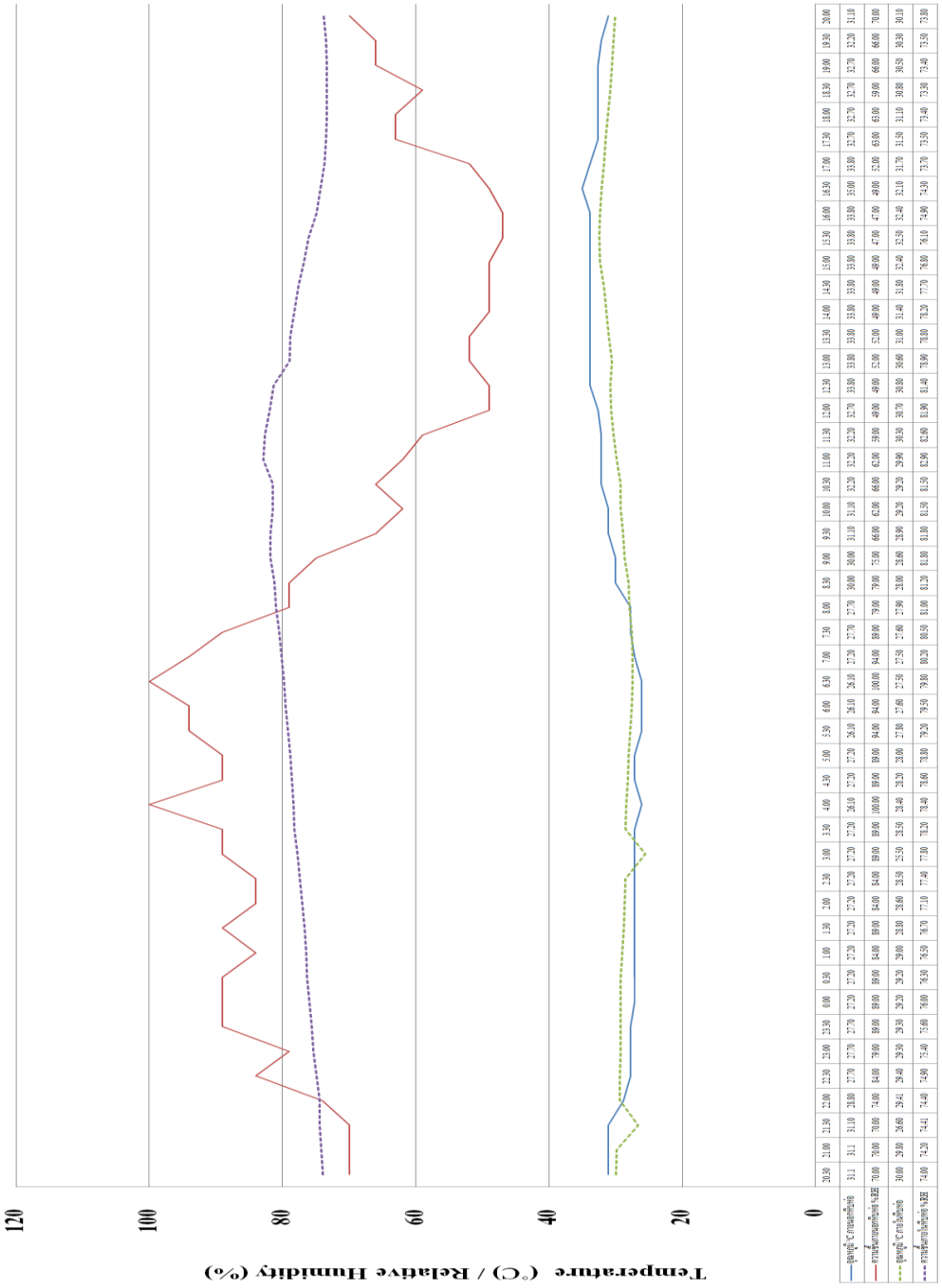
ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าพอลิเอสเทอร์
หรือผ้าสำลีสังเคราะห์เนื้อหนาสองชั้น ข้างนอก
ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูฝน

4.2.29 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าฝ้ายเนื้อหนาสามชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูร้อน ตั้งแต่เวลา 20.30 น.วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึง 20.00 น. วันที่ 26 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 31 °C ต่ำสุด 27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 69 % ต่ำสุด 67 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 33 °C ต่ำสุด 27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 100 % ต่ำสุด 47 %

กราฟในภาพที่ 82 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าค่อนข้างคงที่ บางช่วงมีอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอก บางช่วงมีอุณหภูมิสูงกว่า อุณหภูมิภายนอกเพียงเล็กน้อยและแปรผันไปตามอุณหภูมิภายนอก ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าลดลงและค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาที่ทำการวัด ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อผันผวนอย่างมากตลอดเวลา

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่80 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ

ที่ห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าฝ้ายเนื้อหนาสาม
ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูร้อน

4.2.30 ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าฝ้ายเนื้อหนาหนึ่งชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาทีตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในฤดูฝน ตั้งแต่เวลา 20.30 น.วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึง 20.00 น. วันที่ 2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 31 °C ต่ำสุด 27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 69 % ต่ำสุด 67 %

ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 26 °C ต่ำสุด 25 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 100 % ต่ำสุด 91 %

กราฟในภาพที่ 83 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเล็กน้อย ค่อนข้างคงที่และแปรผันตามค่าอุณหภูมิภายนอก ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าคงที่และต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อตลอดระยะเวลาที่ทำการวัด ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน แสดงว่ากระดาษและผ้าฝ้ายเนื้อหนามีส่วนช่วยในการรักษาความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อให้คงที่

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 5
การวิเคราะห์ ผลการทดสอบ สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ผลการทดลองบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้วย Dataloggers ภายในและภายนอกหีบห่อบรรจุภัณฑ์ ที่ผู้วิจัยคัดเลือกและออกแบบขณะวางไว้ท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ตัวอย่างละ 24 ชั่วโมง ในฤดูร้อน (เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2563) ในฤดูฝน (เดือนตุลาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2563) จำนวน 15 ตัวอย่าง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4 และ ตารางที่ 5

5.1. การวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติและประสิทธิภาพของวัสดุที่ใช้เป็นหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์

จากผลการทดสอบในบทที่ 4 สามารถนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติและประสิทธิภาพของวัสดุที่ใช้เป็นหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ที่ได้ทดสอบ โดยได้แสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตารางที่ 4 และ 5 ด้านล่างนี้

ตารางที่ 4

ตารางที่ 4

สรุปคุณสมบัติและประสิทธิภาพของวัสดุที่ใช้ทำหีบห่อบรรจุภัณฑ์และทดสอบวัสดุแต่ละชนิดและจัดอันดับประสิทธิภาพของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายใน (ในฤดูร้อน)

ตารางที่ 4: ตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติและประสิทธิภาพของวัสดุที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ทดสอบ (ในฤดูร้อน)			
ลำดับที่	วัสดุ	คุณสมบัติ	
		ความสามารถในการลดอุณหภูมิและ/หรือความชื้นภายใน	คุณสมบัติของวัสดุในการควบคุมอุณหภูมิและ/หรือความชื้นภายในให้คงที่

		อุณหภูมิภายในต่ำสุด (°C)	การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอก - ภายใน (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ภายในต่ำสุด (%)	การเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก – ภายใน (%)	การผันผวนของอุณหภูมิ (°C)	การผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายใน (%)
1.	กระดาษไร้กรด 2 ชั้น	25	-7.6	79	-5.4	3.0	-4.1

ลำดับที่	วัสดุ	คุณสมบัติ					
		ความสามารถในการลดอุณหภูมิและ/หรือความชื้นภายใน				คุณสมบัติของวัสดุในการควบคุมอุณหภูมิและ/หรือความชื้นภายในให้คงที่	
		อุณหภูมิภายในต่ำสุด (°C)	การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอก - ภายใน (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ภายในต่ำสุด (%)	การเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก – ภายใน (%)	การผันผวนของอุณหภูมิ (°C)	การผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายใน (%)
2.	แผ่นกระดาษลูกฟูก	28	-4.8	74	-18.3	0.7	-1.3
3.	แผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็ก	25	-9.6	75	-8.0	0.7	3.7

4.	แผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่	34	-12.6	76	-13.0	1.0	3.0
5.	โฟมพอลีสไตรีน	25	-8.8	80	-2.8	-1.2	-1.6
6.	แผ่นพอลิเอทธีลีนอย่างหนาสีดำ	25	-4.8	77	-5.5	-1.2	-1.6
7.	โฟมพอลิเอทธีลีน	25	-10.7	79	-3.6	3.3	-2.5
8.	ไทเวค	26	-9.4	73	-9.6	-0.6	4.6
9.	ถุงซิบล็อคสุญญากาศ	25	-9.4	67	-16.2	-1.0	-2.8
10.	พลาสติกลูกฟูก	28	-4.8	74	-18.3	0.7	-1.3

ลำดับที่	วัสดุ	คุณสมบัติ	
		ความสามารถในการลดอุณหภูมิและ/หรือความชื้นภายใน	คุณสมบัติของวัสดุในการควบคุมอุณหภูมิและ/หรือความชื้นภายในให้คงที่

		อุณหภูมิภายในต่ำสุด (°C)	การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอก - ภายใน (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ภายในต่ำสุด (%)	การเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก – ภายใน (%)	การผันผวนของอุณหภูมิ (°C)	การผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายใน (%)
11.	อลูมิเนียมฟอยล์ห่ออาหาร	27	-7.3	77	-4.0	3.0	-4.1
12.	โฟมพอลีเอทธีลีน และอลูมิเนียมฟอยล์	27	-4.9	65	-23.1	-4.2	-1.6
13.	ผ้าขนสัตว์	25	-11.1	77	-9.2	-0.7	-3.7
14.	ผ้าโพลีเอสเทอร์เนื้อหนา	26	-4.4	73	-6.2	-3.2	-2.5
15.	ผ้าฝ้ายเนื้อหนา	27	-5.3	68	-32.2	2.8	1.9

อันดับที่ 1 อันดับที่ 2 อันดับที่ 3 อันดับที่ 4 อันดับที่ 5

อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมันระหว่าง 20-25

ความชื้นที่เกือบเหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมันระหว่าง 60-65 °C

ตารางที่ 5 สรุปคุณสมบัติและประสิทธิภาพของวัสดุที่ใช้ทำหีบห่อบรรจุภัณฑ์และทดสอบวัสดุแต่ละชนิดและจัดอันดับประสิทธิภาพของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายใน (ในฤดูฝน)

ตารางที่ 5: ตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติและประสิทธิภาพของวัสดุที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ทดสอบ (ในฤดูฝน)							
ลำดับที่	วัสดุ	คุณสมบัติ					
		ความสามารถในการลดอุณหภูมิและ/หรือความชื้นภายใน				คุณสมบัติของวัสดุในการควบคุมอุณหภูมิและ/หรือความชื้นภายในให้คงที่	
		อุณหภูมิภายในต่ำสุด (°C)	การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอก - ภายใน (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ภายในต่ำสุด (%)	การเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก – ภายใน (%)	การผันผวนของอุณหภูมิ (°C)	การผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายใน (%)
1.	กระดาษไร้กรด 2 ชั้น	24	-1.6	79	-7.6	3.0	-4.1
2.	แผ่นกระดาษลูกฟูก	28	-1.4	73	-1.2	0.7	-1.3
3.	แผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็ก	26	-0.3	73	-20.2	2.9	3.7
4.	แผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่	24	0.8	79	-15.1	1.0	0.2

5.	โฟมพอลีสไตรีน	25	-2.0	76	-19.4	-1.0	-4.8

ลำดับที่	วัสดุ	คุณสมบัติ					
		ความสามารถในการลดอุณหภูมิและ/หรือความชื้นภายใน				คุณสมบัติของวัสดุในการควบคุมอุณหภูมิและ/หรือความชื้นภายในให้คงที่	
		อุณหภูมิภายในต่ำสุด (°C)	การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอก - ภายใน (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ภายในต่ำสุด (%)	การเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก – ภายใน (%)	การผันผวนของอุณหภูมิ (°C)	การผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายใน (%)
6.	แผ่นพอลิเอทธีลีนอย่างหนาสีดำ	25	-3.3	76	-11.5	1.2	-1.6
7.	โฟมพอลิเอทธีลีน	25	-0.8	78	-14.5	3.3	-2.5
8.	ไทเวค	26	-0.5	72	-0.9	-0.6	4.6
9.	ถุงซิบล็อคสุญญากาศ	24	-2.1	66	-11.8	2.6	-2.8

10.	พลาสติกลูกฟูก	27	-3.7	76	-11.9	3.0	-4.1
11.	อลูมิเนียมฟอยล์ห่ออาหาร	27	-7.2	65	-11.1	-4.2	-1.6
12.	โฟมพอลีเอทธีลีน และอลูมิเนียมฟอยล์	24	-7.6	79.3	-12.5	-2.8	-2.1
13.	ผ้าขนสัตว์	25	-11.1	77.1	-9.2	0.7	-3.7
14.	ผ้าโพลีเอสเทอร์เนื้อหนา	26	-4.5	73.3	-21.6	-3.2	-2.5
15.	ผ้าฝ้ายเนื้อหนา	27	0.8	67.0	-32.3	2.8	1.9

อันดับที่ 1 อันดับที่ 2 อันดับที่ 3 อันดับที่ 4 อันดับที่ 5

อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมันระหว่าง 20-25

ความชื้นที่เกือบเหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมันระหว่าง 60-65 °C

5.2. การสรุปประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในของวัสดุที่ใช้เป็นหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์แต่ละชนิด

จากตารางที่ 4 และ 5 ในหัวข้อ 5.1. ด้านบน แสดงให้เห็นประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในของวัสดุที่นำมาใช้เป็นหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์แต่ละชนิด ดังนี้

5.2.1. กระดาษไร้กรดสองชั้น ช่วยลดอุณหภูมิจากภายนอกเข้าสู่ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมันได้สูงสุดที่ 7.6 °C ในฤดูร้อน และ 1.6 °C ในฤดูฝน

ซึ่งทำให้อุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ มีค่าที่เหมาะสมที่นักอนุรักษ์แนะนำสำหรับการเก็บรักษาหรือระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมันได้ในบางขณะ[77] และช่วยลดความชื้นภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ จากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกได้สูงสุด 5.4 % ในฤดูร้อน และ 7.6 % ในฤดูฝน แต่ก็ยังไม่สามารถทำให้ความชื้นภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ มีค่าที่เหมาะสมตามที่นักอนุรักษ์แนะนำได้ เพราะกระดาษไร้กรดทำให้ความชื้นภายในมีค่าต่ำสุด 79 % ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน ในขณะที่ความชื้นภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์สำหรับภาพสีน้ำมันที่นักอนุรักษ์แนะนำควรมีค่าที่ 55-60%

กระดาษไร้กรดสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ไม่ดีนัก ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน เนื่องจากยังมีค่าอุณหภูมิที่ผันผวนสูงสุดที่ 3 ˚C ซึ่งมากกว่าการผันผวนของอุณหภูมิภายในที่นักอนุรักษ์ยอมรับได้ที่ ±2 ˚C [78] แต่ในขณะเดียวกันกระดาษไร้กรดสามารถควบคุมความชื้นภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ได้ดี เพราะเกิดความผันผวนของความชื้นภายในสูงสุดเพียง 4.1 % ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน ในขณะที่นักอนุรักษ์ยอมให้เกิดความผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในได้สูงสุดถึง 5%[79]

5.2.2. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นกระดาษลูกฟูกสองชั้น ช่วยลดอุณหภูมิจากภายนอกเข้าสู่ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมันได้สูงสุดที่ 4.8 ˚C ในฤดูร้อน และ 1.4 ˚C ในฤดูฝน ซึ่งทำให้อุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ มีค่าอุณหภูมิเกือบเหมาะสมระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน และช่วยลดความชื้นภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ จากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกได้สูงสุด 18.3 % ในฤดูร้อน และ 1.2 % ในฤดูฝน แต่ก็ยังไม่สามารถทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ มีค่าที่เหมาะสม เพราะความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าต่ำสุดที่ 74 % ในฤดูร้อน และ 73 % ในฤดูฝน กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นกระดาษลูกฟูกสองชั้นสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ดีมาก ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน เนื่องจากยังมีค่าอุณหภูมิที่ผันผวนสูงสุดเพียงแค่ 0.7 ˚C และในขณะเดียวกันกระดาษไร้กรด

---

[77] ค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมันต้องไม่เกิน 20 - 25 ˚C

จิราภรณ์ อรัณยะนาค, **การดูแลรักษาวัตถุพิพิธภัณฑ์,** (ปทุมธานี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อินสตูดิโอ, 2557), 155

[78] ค่าอุณหภูมิผันผวนของภาพเขียนน้ำมันต้องไม่เกิน 2 ˚C

จิราภรณ์ อรัณยะนาค, **การดูแลรักษาวัตถุพิพิธภัณฑ์,** (ปทุมธานี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อินสตูดิโอ, 2557), 155

สามารถควบคุมความชื้นภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ได้ดี เพราะเกิดความผันผวนของความชื้นภายในสูงสุดเพียง 1.3 % ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน

กระดาษไร้กรดร่วมกับแผ่นกระดาษลูกฟูกสองชั้นสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ดีมากทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน เนื่องจากมีค่าอุณหภูมิที่ผันผวนสูงสุดเพียง 0.7 ˚C ซึ่งอยู่ในเกณฑ์การผันผวนของอุณหภูมิภายในที่นักอนุรักษ์ยอมรับได้ และในขณะเดียวกันสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ได้ดี เพราะเกิดความผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงสุดเพียง 1.3 % ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน ซึ่งเป็นการผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ที่อยู่ในเกณฑ์ที่นักอนุรักษ์ยอมรับได้

5.2.3. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็กหนึ่งชั้น ช่วยลดอุณหภูมิจากภายนอกเข้าสู่ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน ได้สูงสุดที่ 9.6 ˚C ในฤดูร้อน และได้สูงสุดที่ 0.3 ˚C ในฤดูฝน ซึ่งทำให้อุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ มีค่าอุณหภูมิสูงกว่าค่าที่เหมาะสมระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน และช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ จากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกได้สูงสุด 8.0 % ในฤดูร้อน และ 20.2 % ในฤดูฝน แต่ก็ยังไม่สามารถทำให้ความชื้นภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ มีค่าที่เหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมัน เพราะความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าต่ำสุด 75 % ในฤดูร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ภายในต่ำสุดประมาณ 73 % ในฤดูฝน

กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็กหนึ่งชั้นสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ดีมาก ในฤดูร้อน เนื่องจากยังมีค่าอุณหภูมิที่ผันผวนสูงสุดที่ 0.7 ˚C แต่ในฤดูฝนไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ เนื่องจากยังมีค่าอุณหภูมิที่ผันผวนสูงสุดที่ 2.9 ˚C แต่ในขณะเดียวกันสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ได้ปานกลาง ในฤดูร้อน เพราะเกิดความผันผวนของความชื้นภายใน 3.7 % ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน

5.2.4. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นและแผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่ ช่วยลดอุณหภูมิจากภายนอกเข้าสู่ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน ได้สูงสุดที่ 12.6 ˚C ในฤดูร้อน และ 0.8 ˚C ในฤดูฝน ซึ่งทำให้อุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ในฤดูร้อนมีค่าไม่เหมาะสม แต่ในฤดูฝนมีค่าเหมาะสมระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน และช่วยลดความชื้นภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ จากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกได้สูงสุด 13.0 % ในฤดูร้อน และ 15.1 % ในฤดูฝน แต่ก็ยังไม่สามารถทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ มีค่าที่เหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมัน เพราะความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าต่ำสุด 76 % ในฤดูร้อนและประมาณ 80 % ในฤดูฝน

กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่หนึ่งชั้น สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ดี ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝนมีค่าอุณหภูมิที่ผันผวนสูงสุด 1.0 ˚C แต่ในขณะเดียวกัน สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ได้ปานกลาง เพราะเกิดความผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงสุด 3.0 % ในฤดูร้อน และมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 0.2 % ซึ่งดีมากในฤดูฝน

5.2.5. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีสไตรีนหนึ่งชั้น ช่วยลดอุณหภูมิจากภายนอกเข้าสู่ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน ได้สูงสุดที่ 8.8 ˚C ในฤดูร้อน และ2.0 ˚C ในฤดูฝน ซึ่งทำให้อุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ในฤดูร้อนและในฤดูฝนมีค่าเหมาะสมระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน และช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ จากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกได้สูงสุด 2.8 % ในฤดูร้อน และ มีค่าสูงสุด 19.4 % ในฤดูฝน แต่ก็ยังไม่สามารถทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ มีค่าที่เหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมัน เพราะความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าต่ำสุด 80 % ในฤดูร้อน และความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าต่ำสุด 76 % ในฤดูฝน ซึ่งเกินกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในที่นักอนุรักษ์ยอมรับได้

กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีสไตรีนหนึ่งชั้นสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ดีมาก มีค่าอุณหภูมิที่ผันผวนสูงสุด 1.2 ˚C ในฤดูร้อน และ 1.0 ˚C ในฤดูฝน แต่ในขณะเดียวกันสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ได้ดี เพราะเกิดความผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงสุด 1.6 % ในฤดูร้อน และ 4.8 % ในฤดูฝน

5.2.6. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพอลิเอทธีลีนอย่างหนาสีดำหนึ่งชั้น ช่วยลดอุณหภูมิจากภายนอกเข้าสู่ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน ได้สูงสุดที่ 4.8 ˚C ในฤดูร้อน และ 3.3 ˚C ในฤดูฝน ซึ่งทำให้อุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ในฤดูร้อนและในฤดูฝนมีค่าเหมาะสมระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน และช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ จากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกได้สูงสุด 5.5 % ในฤดูร้อน และ 11.5 % ในฤดูฝน แต่ก็ยังไม่สามารถทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ มีค่าที่เหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมัน เพราะความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าต่ำสุดถึง 77 % ในฤดูร้อน และ 76 % ในฤดูฝน

กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพอลิเอทธีลีนอย่างหนาสีดำหนึ่งชั้น สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ดี มีค่าอุณหภูมิที่ผันผวนสูงสุด 1.2 ˚C ทั้งในฤดูร้อนและทั้งในฤดูฝน และสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ได้ดีมาก เพราะเกิดความผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงสุดเพียง 1.6 % ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน

5.2.7. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลิเอทธีลีนหนึ่งชั้น ช่วยลดอุณหภูมิจากภายนอกเข้าสู่ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน ได้สูงสุดที่ 10.7 ˚C ในฤดูร้อน และ0.8 ˚C ในฤดูฝน ซึ่งทำให้อุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ในฤดูร้อนและในฤดูฝนมีค่าเหมาะสมระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน และช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ จากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกได้สูงสุด 3.6 % ในฤดูร้อน และ 14.5 % ในฤดูฝน แต่ก็ยังไม่สามารถทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ มีค่าที่เหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมัน และความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าต่ำสุด 79 % ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน

กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลิเอทธีลีนหนึ่งชั้น สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ไม่ดี มีค่าอุณหภูมิที่ผันผวนสูงสุด 3.3 ˚C ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน แต่ในขณะเดียวกัน สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ได้ปานกลาง เพราะเกิดความผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงสุด 2.5 % ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน

5.2.8. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับไทเวคหนึ่งชั้น ช่วยลดอุณหภูมิจากภายนอกเข้าสู่ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน ได้สูงสุดที่ 9.4 ˚C ในฤดูร้อน และ0.5 ˚C ในฤดูฝน ซึ่งทำให้อุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ในฤดูร้อนและในฤดูฝนมีค่าเกือบจะเหมาะสมระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน และช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ได้สูงสุด 9.6 % ในฤดูร้อน และ 0.9 % ในฤดูฝน แต่ก็ยังไม่สามารถทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ มีค่าที่เหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมัน และความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าต่ำสุดประมาณ 73 % ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน

กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับไทเวคหนึ่งชั้น สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ดีมาก มีค่าอุณหภูมิที่ผันผวนสูงสุดเพียง 0.6 ˚C ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน แต่ในขณะเดียวกัน สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ค่อนข้างน้อย เพราะเกิดความผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงสุด 4.6 % ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน

5.2.9. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับถุงซิปล็อคสุญญากาศหนึ่งชั้น ช่วยลดอุณหภูมิจากภายนอกเข้าสู่ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน ได้สูงสุดที่ 9.4 ˚C ในฤดูร้อน และ 2.1 ˚C ในฤดูฝน ซึ่งทำให้อุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ในฤดูร้อนและในฤดูฝนมีค่าเหมาะสมระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน และช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ได้สูงสุด 11.8 % ในฤดูร้อน และ 16.2 % ในฤดูฝน จึงสามารถทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์มีค่าเกือบเหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมัน เพราะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าต่ำสุด 67 % ในฤดูร้อน และ 66% ในฤดูฝน (ใกลเคียงกับค่าที่นักอนุรักษ์แนะนำคือ 55-60%)

กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับถุงซิปล็อคสุญญากาศหนึ่งชั้น ในฤดูร้อนสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ดี มีค่าอุณหภูมิที่ผันผวนสูงสุด 1.0 ˚C แต่ในฤดูฝนไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ เพราะมีค่าความผันผวนที่ 2.6 ˚C แต่ในขณะเดียวกัน สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ปานกลาง เพราะเกิดความผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงสุด 2.8 % ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน

5.2.10. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกลูกฟูกสองชั้น ช่วยลดอุณหภูมิจากภายนอกเข้าสู่ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมันได้สูงสุดที่ 4.8 ˚C ในฤดูร้อน และ 3.7 ˚C ในฤดูฝน ซึ่งทำให้อุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ในฤดูร้อนและในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิเหมาะสมระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน และช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ในฤดูร้อนจากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกได้สูงสุด 18.3 % และค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกได้สูงสุด 11.9 % ในฤดูฝน แต่ก็ยังไม่สามารถทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ มีค่าเหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมัน และความชื้นสัมพัทธ์ภายในเพราะ มีค่าต่ำสุด 74 % ในฤดูร้อน และความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าต่ำสุด 76 %

กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกลูกฟูกสองชั้น สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ดีมาก มีค่าอุณหภูมิที่ผันผวนสูงสุด 0.7 ˚C แต่ในฤดูฝนไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ เพราะมีค่าความผันผวนที่ 3.0 ˚C แต่ในขณะเดียวกัน สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ดีมาก เพราะเกิดความผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงสุดเพียง 1.3 % ในฤดูร้อน แต่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ค่อนข้างน้อยในฤดูฝน เพราะมีค่าผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงสุด 4.1 % ซึ่งเกือบจะเกินค่าความผันผวนของความชื้นที่นักอนุรักษ์ยอมรับได้

5.2.11. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับอลูมิเนียมฟอยล์ห่ออาหารหนึ่งชั้น ช่วยลดอุณหภูมิจากภายนอกเข้าสู่ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมันได้สูงสุดที่ 7.3 ˚C ในฤดูร้อน และ 7.2 ˚C ในฤดูฝน ซึ่งทำให้อุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝนมีค่าสูงกว่าค่าที่เหมาะสมระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน และช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ได้สูงสุด 4.0 % ในฤดูร้อน แต่ก็ยังไม่สามารถทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ มีค่าที่เหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมัน เพราะ

ความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าต่ำสุด 77 % แต่ช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ได้สูงสุด 11 % ในฤดูฝน ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ มีค่าที่เหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมัน เพราะความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าต่ำสุด 66 %

กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับอลูมิเนียมฟอยล์ห่ออาหารหนึ่งชั้น สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ไม่ดี มีค่าอุณหภูมิที่ผันผวนสูงสุด 3.0 ˚C ในฤดูร้อน และมีค่า 4.2˚C ในฤดูฝน แต่ก็ยังไม่สามารถทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ มีค่าที่เหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมัน เพราะเกิดความผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงสุด 4.1 % ในฤดูร้อน และ 1.6 % ในฤดูฝน

5.2.12. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีเอทธีลีน และอลูมิเนียมฟอยล์หนึ่งชั้น ช่วยลดอุณหภูมิจากภายนอกเข้าสู่ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน ได้สูงสุดที่ 7.3 ˚C ในฤดูร้อน และ 7.2 ˚C ในฤดูฝน แต่ก็ยังทำให้อุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ในฤดูร้อนและในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน และช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ได้สูงสุด 23% ในฤดูร้อน และ 12.5 % ในฤดูฝน จนสามารถทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์มีค่าเกือบเหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมัน เพราะความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าต่ำสุด 65 % ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน

กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีเอทธีลีน และอลูมิเนียมฟอยล์ สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ไม่ดี เพราะมีค่าอุณหภูมิที่ผันผวนสูงสุด 4.2 ˚C ในฤดูร้อน และ 2.8˚C ในฤดูฝน แต่ในขณะเดียวกัน ในฤดูร้อนสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ได้ดี เพราะเกิดความผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงสุดเพียง 1.6 % ส่วนในฤดูฝนสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ปานกลาง เพราะเกิดความผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงสุด 2.1 %

5.2.13. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์ชั้นหนึ่ง ช่วยลดอุณหภูมิจากภายนอกเข้าสู่ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน ได้สูงสุดที่ 11.1 ˚C ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน ซึ่งทำให้อุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ในฤดูร้อนและในฤดูฝนมีค่าเหมาะสมระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน และช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ได้สูงสุด 9.2 % ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน แต่ก็ยังไม่สามารถทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ มีค่าที่เหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมันได้ เพราะยังทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าต่ำสุดถึง 77 % ทั้งในฤดูร้อน และฤดูฝน

กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์หนึ่งชั้น สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ดีทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน เพราะมีค่าอุณหภูมิที่ผันผวนสูงสุดเพียง 0.7 ˚C แต่ในขณะเดียวกัน ในฤดูร้อนและฤดูฝนสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ปานกลาง เพราะเกิดความผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงสุด 3.7%

5.2.14. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าโพลีเอสเทอร์เนื้อหนาหนึ่งชั้น ช่วยลดอุณหภูมิจากภายนอกเข้าสู่ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน ได้สูงสุดที่ 4.5 ˚C ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน ทำให้อุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ในฤดูร้อนและในฤดูฝนมีค่าเกือบเหมาะสมระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน และช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ โดยในฤดูร้อน สามารถลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในได้สูงสุด 6.2 % และสามารถลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในได้สูงสุด 21.6 % ในฤดูฝน แต่ก็ยังไม่สามารถทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ มีค่าที่เหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมันได้ เพราะความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าต่ำสุดยังมีค่าถึง 73 % ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน

กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าโพลีเอสเทอร์เนื้อหนาหนึ่งชั้นไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน เพราะมีอุณหภูมิภายในที่ผันผวนสูงสุดถึง 3.2 ˚C ซึ่งเกินกว่าค่าที่นักอนุรักษ์ยอมรับได้ แต่ในขณะเดียวกัน สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ปานกลางทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน เพราะเกิดความผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงสุด 2.5 %

5.2.15. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าฝ้ายเนื้อหนาหนึ่งชั้น ช่วยลดอุณหภูมิจากภายนอกเข้าสู่ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ ระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน ได้สูงสุดที่ 5.3 ˚C ในฤดูร้อน และ 0.8 ˚C ในฤดูฝน ซึ่งทำให้อุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ยังมีค่าไม่เหมาะสมระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่งภาพเขียนสีน้ำมัน และช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ได้สูงสุด 32.2 % ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์เกือบจะเหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมัน เพราะความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าต่ำสุด 66 %

กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นและผ้าฝ้ายเนื้อหนา ทั้งในฤดูร้อนและในฤดูฝนไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ เพราะมีค่าอุณหภูมิที่ผันผวนสูงสุด 2.8 ˚C แต่ก็ยังสามารถทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์มีค่าที่เหมาะสมสำหรับภาพเขียนสีน้ำมัน เพราะเกิดความผันผวนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในสูงสุดเพียง 1.9 % ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน

5.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิภายในของวัสดุที่ใช้เป็นหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์

จากตารางที่ 4 และ 5 ในหัวข้อ 5.1. ทำให้สามารถจัดลำดับวัสดุที่มีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ เพื่อใช้ขนส่งภาพสีน้ำมันในฤดูร้อน ได้ดังนี้

1. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่หนึ่งชั้น

2. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์สามชั้น

3. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีเอทธีลีนหนึ่งชั้น

4. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็กหนึ่งชั้น

5. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับไทเวค และกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับถุงซิปล็อคสุญญากาศหนึ่งชั้น

และสามารถจัดลำดับวัสดุที่มีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ขนส่งภาพสีน้ำมันในฤดูฝน ได้ดังนี้

1. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์สามชั้น

2. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีเอทธีลีนและอลูมิเนียมฟอยล์หนึ่งชั้น

3. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับอลูมิเนียมฟอยล์ห่ออาหารหนึ่งชั้น

4. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าโพลีเอสเทอร์เนื้อหนาสองชั้น

5. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกลูกฟูกสองชั้น

จากการวิเคราะห์ข้างต้น แสดงให้เห็นว่ามีวัสดุบางชนิดที่มีความเหมาะสมในการช่วยลดอุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ขนส่งภาพสีน้ำมันทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน คือ ผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์สามชั้น

5.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดความชื้นภายในของวัสดุที่ใช้เป็นหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์

จากตารางที่ 4 และ 5 ในหัวข้อ 5.1. ทำให้สามารถจัดลำดับวัสดุที่มีประสิทธิภาพในการลดความชื้นภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ขนส่งภาพสีน้ำมันในฤดูร้อน ได้ดังนี้

1. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าฝ้ายเนื้อหนาสามชั้น

2. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีเอทธีลีนและอลูมิเนียมฟอยล์หนึ่งชั้น

3. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับกระดาษลูกฟูกสองชั้น และกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกลูกฟูกหนึ่งชั้น

4. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับถุงซิปล็อคสุญญากาศหนึ่งชั้น

5. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่หนึ่งชั้น

และสามารถจัดลำดับวัสดุที่มีประสิทธิภาพในการลดความชื้นภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ขนส่งภาพสีน้ำมันในฤดูฝน ได้ดังนี้

1. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าฝ้ายเนื้อหนาสามชั้น

2. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าโพลีเอสเทอร์เนื้อหนาสองชั้น

3. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็กหนึ่งชั้น

4. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีสไตรีนหนึ่งชั้น

5. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่หนึ่งชั้น

จากการวิเคราะห์ข้างต้น แสดงให้เห็นว่ามีวัสดุบางชนิดที่มีความเหมาะสมในการช่วยลดความชื้นภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ขนส่งภาพสีน้ำมันทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน คือ กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าฝ้ายเนื้อหนาสามชั้น และกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่หนึ่งชั้น

5.5 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่

จากตารางที่ 4 และ 5 ในหัวข้อ 5.1. ทำให้สามารถจัดลำดับวัสดุที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ระหว่างการขนส่งภาพสีน้ำมันในฤดูร้อน ได้ดังนี้

1. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับไทเวคหนึ่งชั้น

2. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นกระดาษลูกฟูกสองชั้น กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็กหนึ่งชั้น กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกลูกฟูกหนึ่งชั้น และกระดาษไร้กรดร่วมกับผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์สามชั้น

3. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่หนึ่งชั้น และกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับถุงซิปล็อคสุญญากาศหนึ่งชั้น

4. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีสไตรีนหนึ่งชั้น และกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพอลีเอทธีลีนอย่างหนาสีดำหนึ่งชั้น

5. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าฝ้ายเนื้อหนาสามชั้น

และสามารถจัดลำดับวัสดุที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ระหว่างการขนส่งภาพสีน้ำมันในฤดูฝน ได้ดังนี้

1. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับไทเวคหนึ่งชั้น

2. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นกระดาษลูกฟูกสองชั้น กระดาษไร้กรดร่วมกับผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์สามชั้นชั้น

3. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่หนึ่งชั้น และกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีสไตรีนหนึ่งชั้น

4. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพอลีเอทธีลีนอย่างหนาสีดำหนึ่งชั้น

5. กระดาษไร้กรดร่วมหนึ่งชั้นกับถุงซิปล็อคสุญญากาศหนึ่งชั้น

จากการวิเคราะห์ข้างต้น แสดงให้เห็นว่ามีวัสดุบางชนิดที่มีคุณสมบัติในการช่วยควบคุมอุณหภูมิภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ระหว่างการขนส่งภาพสีน้ำมันทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน คือ กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับไทเวคหนึ่งชั้น กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นกระดาษลูกฟูกสองชั้น กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์สองชั้น กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่หนึ่งชั้น กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับถุงซิปล็อคสุญญากาศหนึ่งชั้น กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีสไตรีนหนึ่งชั้น และกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพอลิเอทธีลีนอย่างหนาสีดำหนึ่งชั้น

5.6 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการควบคุมความชื้นภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่

จากตารางที่ 4 และ 5 ในหัวข้อ 5.1. ทำให้สามารถจัดลำดับวัสดุที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมความชื้นภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ระหว่างการขนส่งภาพสีน้ำมันในฤดูร้อน ได้ดังนี้

1. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นกระดาษลูกฟูกสองชั้น และกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกกระดาษลูกฟูกสองชั้น

2. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีสไตรีนหนึ่งชั้น กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพอลิเอทธีลีนอย่างหนาสีดำหนึ่งชั้น และกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีเอทธีลีนและอลูมิเนียมฟอยล์หนึ่งชั้น

3. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าฝ้ายเนื้อหนาสามชั้น

4. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลิเอทธีลีนหนึ่งชั้น และกระดาษไร้กรดและผ้าโพลีเอสเตอร์เนื้อหนาสองชั้น

5. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับถุงซิปล็อคสุญญากาศหนึ่งชั้น

และสามารถจัดลำดับวัสดุที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมความชื้นภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ระหว่างการขนส่งภาพสีน้ำมันในฤดูฝน ได้ดังนี้

1. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่หนึ่งชั้น

2. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นกระดาษลูกฟูกสองชั้น

3. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพอลอเทอธีลีนอย่างหนาสีดำหนึ่งชั้น และกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับอลูมิเนียมฟอยล์ห่ออาหารหนึ่งชั้น

4. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าฝ้ายเนื้อหนาสามชั้น

5. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีเอทธีลีน และอลูมิเนียมฟอยล์หนึ่งชั้น

จากการวิเคราะห์ข้างต้น แสดงให้เห็นว่ามีวัสดุบางชนิดที่มีคุณสมบัติในการช่วยควบคุมความชื้นภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ให้คงที่ระหว่างการขนส่งภาพสีน้ำมันทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน คือ กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพอลีเอทธีลีนอย่างหนาสีดำหนึ่งชั้น
กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีเอทธีลีนและอลูมิเนียมฟอยล์หนึ่งชั้น กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นกระดาษลูกฟูกสองชั้น และกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์สามชั้น

5.7 สรุปจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์

ระหว่างการขนส่งภาพสีน้ำมันของวัสดุแต่ละชนิด สามารถนำมาสู่ข้อสรุปและจัดลำดับประสิทธิภาพของวัสดุที่นำมาทดสอบทั้งหมด หรือมากกว่าวัสดุชนิดอื่นๆ ที่นำมาทดสอบในวิทยานิพนธ์นี้

ผลจากการวิเคราะห์สามารถจัดลำดับวัสดุที่มีความเหมาะสมในการนำมาเป็นหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ขนส่งในฤดูร้อนมากที่สุด 3 ลำดับแรก มีดังนี้

1. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับถุงซิปล็อคหนึ่งชั้น

2. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นกระดาษลูกฟูกสองชั้น กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่หนึ่งชั้น กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกลูกฟูกสองชั้น และกระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับผ้าฝ้ายเนื้อหนาสามชั้น

3. กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็กหนึ่งชั้น กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลีสไตรีนหนึ่งชั้น กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับแผ่นพอลีเอทธีลีนอย่างหนาสีดำหนึ่งชั้น กระดาษไร้กรดหนึ่งชั้นร่วมกับโฟมพอลิเอทธีลีนหนึ่งชั้น และผ้าสัตว์ใยสังเคราะห์หนึ่งชั้น

และวัสดุที่มีความเหมาะสมในการนำมาเป็นหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ขนส่งในฤดูฝนมากที่สุด 3 ลำดับแรก คือ

1. กระดาษไร้กรดร่วมกับแผ่นพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่หนึ่งชั้น

2. กระดาษไร้กรดร่วมกับโฟมพอลีสไตรีนหนึ่งชั้น และกระดาษไร้กรดร่วมกับแผ่นพอลิเอทธีลีนอย่างหนาสีดำหนึ่งชั้น และกระดาษไร้กรดร่วมกับผ้าขนสัตว์หนึ่งชั้น

3. กระดาษไร้กรดร่วมกับกระดาษลูกฟูกสองชั้น กระดาษไร้กรดร่วมกับกระดาษลูกฟูกสองชั้น กระดาษไร้กรดร่วมกับอลูมิเนียมฟอยล์ กระดาษไร้กรด

หากพิจารณาจากผลสรุปข้างต้น ทำให้เห็นว่าวัสดุที่มีความเหมาะสมในการนำมาเป็นหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ขนส่งได้ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน คือ กระดาษไร้กรดร่วมกับแผ่นกระดาษลูกฟูกสองชั้น กระดาษไร้กรดร่วมกับแผ่นพลาสติกที่มีฟองอากาศขนาดใหญ่หนึ่งชั้น กระดาษไร้กรดร่วมกับผ้าฝ้ายเนื้อหนาสองชั้น กระดาษไร้กรดร่วมกับโฟมพอลีสไตรีนหนึ่งชั้น และกระดาษไร้กรดร่วมกับแผ่นพอลิเอทธีลีนอย่างหนาสีดำหนึ่งชั้น

5.8 ข้อเสนอแนะ

ผลของการศึกษาช่วยให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติและประสิทธิภาพของวัสดุหลายชนิดที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อหรือบรรจุภัณฑ์สำหรับใช้ในการจัดเก็บและเคลื่อนย้ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนใช้งานได้ง่ายและสามารถนำกลับมาใหม่ โดยเน้นการทดลองกับวัสดุที่หาซื้อได้ง่ายภายในประเทศและประหยัด

วัสดุที่นำมาทดลองบางชนิด เช่น พลาสติกกันกระแทก โฟมพอลิเอทธีลีน ทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนได้ดีพอสมควร ช่วยลดอุณหภูมิและรักษาอุณหภูมิภายในหีบห่อให้คงที่ วัสดุหลายชนิด เช่น พลาสติกกันกระแทก พลาสติกลูกฟูก โฟมพอลีสไตรีน โฟมพอลีเอทธีลีน อลูมิเนียมฟอยล์ ผ้าขนสัตว์ผสมใยสังเคราะห์ ผ้าฝ้ายเนื้อหนา ช่วยควบคุมระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อให้คงที่ แต่ยังมีปัญหาในการลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน คือประมาณ 55 – 60 % เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อมีค่าสูงมาก ในฤดูฝน วัสดุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของภาพเขียนสีน้ำมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้ ผ้าใบ ดูดซับความชื้นจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในตัววัสดุเองเป็นระยะเวลายาวนาน เมื่อนำมาห่อหรือบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุที่ไม่ยอมให้ความชื้นผ่านเข้าออก เช่น พลาสติก ความชื้นที่มีอยู่ในเนื้อวัสดุจะระเหยออกมา เพื่อเข้าสู่สภาวะสมดุลกับสิ่งแวดล้อม ทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้ค่อนข้างสูงกว่าระดับความชื้นที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน และมีค่าสูงอย่างคงที่ ซึ่งอาจทำให้เกิดเชื้อราได้หากภาพเขียนสีน้ำมันอยู่ในหีบห่อนานกว่า 2 วัน ในกรณีเช่นนี้ ควรแก้ปัญหาโดยการเพิ่มปริมาณวัสดุที่ดูดซับความชื้นได้ดี เช่น กระดาษ ผ้าฝ้าย หรือใช้สารดูดความชื้น เช่น ซิลิกาเจลที่มีปริมาณพอเหมาะที่จะช่วยดูดซับความชื้นบางส่วนเอาไว้ ทำให้อากาศรอบ ๆ ภาพเขียนสีน้ำมันมีระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อภาพเขียนสีน้ำมัน แต่การใช้ซิลิกาเจลยังมีปัญหาอยู่บ้าง หากใช้ซิลิกาเจลปริมาณมากเกินไป จะดูดซับความชื้นจากอากาศมากเกินไป ทำให้อากาศรอบ ๆ

ภาพเขียนสีน้ำมันมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำเกินไป ส่งผลให้วัสดุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของภาพเขียนสีน้ำมันคายความชื้นออกมา วัสดุจะแห้งเกินไป หรือหากใช้ซิลิกาเจลในปริมาณน้อยเกินไปอาจไม่มีประสิทธิภาพในการควบคุมความชื้น ในอนาคตจึงควรมีการศึกษาทดลองอย่างละเอียดเพื่อหาชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของสารดูดความชื้นชนิดต่างๆ ที่จะใช้กับศิลปวัตถุในบรรจุภัณฑ์ เพื่อให้ทำหน้าที่ลดและปรับระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในบรรจุภัณฑ์ ให้คงที่และมีค่าเหมาะสำหรับศิลปวัตถุแต่ละชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝน ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงมากอย่างต่อเนื่อง หรือขึ้น ๆ ลง ๆ อย่างรวดเร็ว ปริมาณของสารดูดความชื้นที่เลือกใช้ จะแปรผันตามความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศของแต่ละพื้นที่ และแปรผันตามชนิดของวัสดุที่ใช้ในการทำหีบห่อหรือบรรจุภัณฑ์

เมื่อขนส่งภาพเขียนสีน้ำมันถึงจุดหมายปลายทาง เมื่อนำภาพเขียนออกจากหีบห่อ หรือบรรจุภัณฑ์ วัสดุต่าง ๆ ในภาพเขียนสีน้ำมันจะปรับตัวเข้าสู่สภาวะสมดุลกับสิ่งแวดล้อม หากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ที่จุดหมายปลายทางมีค่าสูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในบรรจุภัณฑ์ วัสดุเหล่านั้นจะดูดซับความชื้นเข้ามาหลังขยายตัว หรือหากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่ปลายทางมีค่าต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในบรรจุภัณฑ์ วัสดุต่าง ๆ ในภาพเขียนสีน้ำมันจะคายความชื้นออกมาแล้วหดตัว ภาพเขียนสีน้ำมันที่มีจุดอ่อน อาจจะชำรุดเสื่อมสภาพได้ เพราะฉะนั้นการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้มีค่าเหมาะสมและคงที่ ภายในพื้นที่เล็ก ๆ รอบ ๆ ภาพเขียนสีน้ำมันตลอดเวลา (ไม่เฉพาะระหว่างการเคลื่อนย้าย) จะช่วยยืดอายุของภาพเขียนสีน้ำมันได้อย่างมาก

นอกจากนี้ จากการศึกษาเปรียบเทียบกราฟที่แสดงระดับอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในเวลากลางวันและกลางคืน พบว่าอุณหภูมิในช่วงไม่มีแสงแดดมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิในช่วงกลางวัน เพราะฉะนั้นการขนส่งภาพเขียนสีน้ำมันในเวลาเย็นหรือกลางคืนจะหลีกเลี่ยงการสะสมความร้อนภายในบรรจุภัณฑ์ได้ดีกว่า

วัสดุที่ใช้ได้ผลดีในการช่วยควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในบรรจุภัณฑ์ สามารถนำไปปรับใช้ในการขนส่งศิลปวัตถุ และในโบราณวัตถุประเภทอื่นๆ ได้เป็นอย่างดี รวมทั้งใช้ในการจัดเก็บศิลปวัตถุ และโบราณวัตถุในคลัง หรือในห้องจัดแสดง ซึ่งจำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ฝุ่นละออง มลพิษ แสงสว่าง แมลงและรา ฯลฯ เช่นเดียวกัน การเลือกใช้วัสดุในการทำบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม จะช่วยควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รอบ ๆ วัตถุได้ดีกว่าการใช้เครื่องปรับอากาศ หรือเครื่องดูดความชื้น ที่ไม่สามารถเปิดเครื่องได้ตลอดเวลาได้

ทั้งนี้ จากข้อสรุปผลการศึกษาในบทนี้จะพบว่าเรายังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อได้มากขึ้น โดยการใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการ

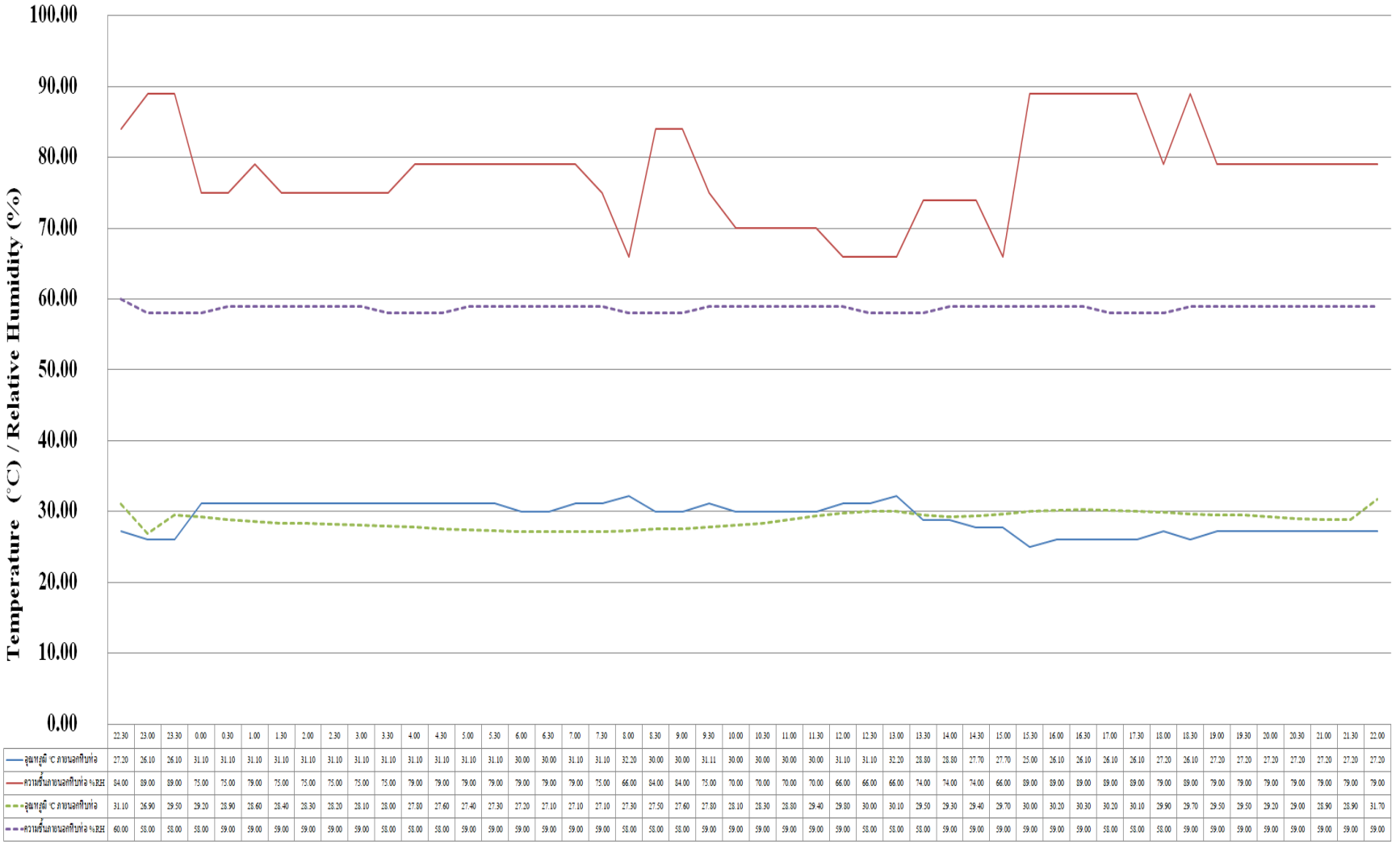
ช่วยลดอุณหภูมิภายใน ในการช่วยลดความชื้นภายใน ในการควบคุมอุณหภูมิภายในให้คงที่ และ/หรือในการควบคุมความชื้นภายในให้คงที่หลายชนิดร่วมกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบการทดสอบโดยการนำผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัสดุแต่ละชนิดในบทที่ 5 นี้ มาคัดเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้นในลำดับต้น มาผสมผสานและอาจเพิ่มจำนวนชั้นของวัสดุ และดำเนินการทดสอบด้วยวิธีเดียวกันกับการทดสอบที่ได้ดำเนินการไปแล้วในบทที่ 4

วัสดุที่นำมาใช้ร่วมกันและดำเนินการทดสอบ คือ กรณีศึกษาที่ 1 ใช้กระดาษไร้กรด 4 ชั้น ร่วมกับผ้าฝ้าย 3 ชั้น ใช้พลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็ก 1 ชั้น และอลูมิเนียมฟอยล์ 1 ชั้น และกรณีศึกษาที่ 2 ใช้กระดาษไร้กรด 4 ชั้น และพลาติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็ก 4 ชั้น ซึ่งผลการสอบของกรณีศึกษาที่ 1 ได้แสดงไว้ในภาพที่ 84 และกรณีศึกษาที่ 2 ได้แสดงไว้ในภาพที่ 85

ในการทดสอบ ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาที ตลอดเวลา 24 ชั่วโมงในฤดูฝน ตั้งแต่เวลา 22.30 น. วันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง 22.00 น. วันที่ 26 ตุลาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 32 °C ต่ำสุด 27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 60 % ต่ำสุด 58 % ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 31 °C ต่ำสุด 26 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 84 % ต่ำสุด 66 %

กราฟในภาพ ที่ 84 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ในเวลากลางวันและสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกภายในเวลากลางคืนและมีค่าค่อนข้างคงที่ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าเฉลี่ยคงที่ ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อผันผวนอย่างมาก

ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ ลดลงเหลือต่ำกว่า 60 % ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการจัดเก็บภาพเขียนสีน้ำมัน นอกจากนี้บรรจุภัณฑ์ที่ทำการทดลองสามารถกันกระแทกได้ดี ทึบแสง และสามารถป้องกันแมลง ก๊าซและฝุ่นละอองได้ดี



	22.30	23.00	23.30	0.00	0.30	1.00	1.30	2.00	2.30	3.00	3.30	4.00	4.30	5.00	5.30	6.00	6.30	7.00	7.30	8.00	8.30	9.00	9.30	10.00	10.30	11.00	11.30	12.00	12.30	13.00	13.30	14.00	14.30	15.00	15.30	16.00	16.30	17.00	17.30	18.00	18.30	19.00	19.30	20.00	20.30	21.00	21.30	22.00
อุณหภูมิ °C ภายนอกหีบห่อ	27.20	26.10	26.10	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10	31.10	30.00	30.00	31.10	31.10	32.20	30.00	30.00	31.11	30.00	30.00	30.00	30.00	31.10	31.10	32.20	28.80	28.80	27.70	27.70	25.00	26.10	26.10	26.10	26.10	27.20	26.10	27.20	27.20	27.20	27.20	27.20	27.20
ความชื้นภายนอกหีบห่อ %RH	84.00	89.00	89.00	75.00	75.00	79.00	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00	79.00	79.00	79.00	79.00	79.00	79.00	79.00	75.00	66.00	84.00	84.00	75.00	70.00	70.00	70.00	70.00	66.00	66.00	66.00	74.00	74.00	74.00	66.00	89.00	89.00	89.00	89.00	89.00	79.00	89.00	79.00	79.00	79.00	79.00	79.00	79.00
อุณหภูมิ °C ภายนอกหีบห่อ	31.10	26.90	29.50	29.20	28.90	28.60	28.40	28.30	28.20	28.10	28.00	27.80	27.60	27.40	27.30	27.20	27.10	27.10	27.10	27.30	27.50	27.60	27.80	28.10	28.30	28.80	29.40	29.80	30.00	30.10	29.50	29.30	29.40	29.70	30.00	30.20	30.30	30.20	30.10	29.90	29.70	29.50	29.50	29.20	29.00	28.90	28.90	31.70
ความชื้นภายนอกหีบห่อ %RH	60.00	58.00	58.00	58.00	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00	58.00	58.00	58.00	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00	58.00	58.00	58.00	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00	58.00	58.00	58.00	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00	58.00	58.00	58.00	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00	59.00

ภาพที่ 84 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ ที่ทำด้วยกระดาษไร้กรด 4 ชั้น ถัดมาห่อหุ้มด้วยผ้าฝ้าย 3 ชั้น ถัดมาห่อหุ่มด้วยพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็ก 1 ชั้น และอลูมิเนียมฟอยล์ 1 ชั้น ทวางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูฝน

ภาพเขียนสีน้ำมันห่อหุ้มด้วยกระดาษไร้กรด 4 ชั้น โฟมพอลีไตรีน 1 ชั้น และพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็ก 4 ชั้น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 30 นาที ตลอดเวลา 24 ชั่วโมงในฤดูฝน ตั้งแต่เวลา 22.30 น. วันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง 22.00 น. วันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2563 พบว่า ค่าอุณหภูมิภายในหีบห่อ (กราฟสีเขียว) สูงสุด 25 °C ต่ำสุด 24 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ (กราฟสีม่วง) สูงสุด 55 % ต่ำสุด 53 % ค่าอุณหภูมิภายนอกหีบห่อ (กราฟสีน้ำเงิน) สูงสุด 36 °C ต่ำสุด 28 °C และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อ (กราฟสีแดง) สูงสุด 77 % ต่ำสุด 63 %

กราฟในภาพ ที่ 85 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกอย่างเห็นได้ชัดความแตกต่างของอุณหภูมิภายในและอุณหภูมิภายนอกมีค่า 2 – 10 °C ทำให้อุณหภูมิภายในหีบห่อมีค่า 24 – 25 °C และค่อนข้างคงที่ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อมีค่าค่อนข้างคงที่ ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกหีบห่อผันผวนอย่างมาก ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในหีบห่อ มีค่าไม่เกิน 55 % และผันผวนเล็กน้อย ประมาณ 1 – 2 % เหมาะสม สำหรับการจัดเก็บภาพเขียนสีน้ำมัน สามารถกันกระแทกได้ดี ทึบแสง และสามารถป้องกันฝุ่นละอองได้

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาพที่ 81 แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกหีบห่อ ที่ทำด้วยกระดาษไร้กรด 4 ชั้น ถัดมาห่อหุ้มด้วยโฟมพอลิไตรีน 1 ชั้น และพลาสติกกันกระแทกที่มีฟองอากาศขนาดเล็ก 4 ชั้น ที่วางไว้บริเวณท้ายรถกระบะที่ไม่มีหลังคา ในฤดูฝน

ทั้งนี้ การทดสอบของทั้งสองกรณีศึกษาเป็นเพียงการทดสอบนำร่อง เพื่อทดลองว่าการใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในหีบห่อ ซึ่งแต่ละวัสดุอาจมีคุณสมบัติในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในที่ไม่ครบถ้วน แต่เมื่อนำมาใช้ร่วมกันแล้ว สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ได้มากขึ้นหรือไม่ แต่ข้อมูลที่ได้อาจต้องได้รับการทดสอบและศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เชื่อถือได้และสามารถให้นักอนุรักษ์สามารถนำข้อสรุปไปใช้ในการเลือกวัสดุมาเป็นหีบห่อ/บรรจุภัณฑ์ในการขนส่งภาพสีน้ำมันหรืองานศิลปกรรมอื่นๆ ต่อไป

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังว่าผลการวิจัยนี้จะถูกนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง และมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นต่อไป

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รายการอ้างอิง

Acid-free paper. (2020). accessed October 14 2020, available from https://www.cardboardboxesni.com/product/acid-free-tissue-paper/.

Aluminium foil. (2020). accessed October 14 2020, available from https://israel.desertcart.com/products/160302442-supreme-bazaar-aluminium-foil-paper-roll-aluminium-foil-shrinkwrap-shrinkwrap-9-m

Arranging the objects. (2020). accessed January 19 2020, available from https://stashc.com/wpcontent/uploads/2017/01/Harding-Fig2_Arranging-objects.jpg.

Art Conservation & Restoration Painting. (2014). accessed October 14 2020, available from http://paintingconservationrestoration.blogspot.com/2014/06/painting-oil-on-canvas-bartolomeo.html.

Average day and night temperature. (2019). accessed October 14 2020, available from https://weather-and-climate.com/average-monthly-min-max-Temperature,Bangkok,Thailand.

Average monthly hours of sunshine In Bangkok. (2019). accessed October 15 2020, available from https://weather-and-climate.com/average-monthly-hours-Sunshine,Bangkok,Thailand.

Average temperature Bangkok. (2019). accessed October 14 2020, available from https://www.weather-th.com/en/thailand/bangkok-climate#temperature.

Bangkok, T. w. h. (2019). accessed October 14 2020, available from https://www.wunderground.com/history/monthly/th/bangkok/VTBD/date/2019-12.

Banik Gerhard Verfasser. The anatomy of an oil painting. (1980). accessed January 19 2019, Available from http://www.urbislibnet.org/vufind/Record/Bibliotheca%20Hertziana.BV038400072.

Bubble pack. (2020). accessed October 14 2020, available from https://shopee.co.th/1-roll-x-Air-Bubble-Wrap-10mm-x-305mm(12-inch)-x-12meter-(Packaging-Product)-i.78563531.1688203925.

Dale Peters. Climates and Microclimates:A New Attitude to the Storage of Archival, & Materials. (2019). accessed January 19 2019, available from https://cool.culturalheritage.org/byauth/peters/peters1.html.

fibrer., M. (2020). accessed October 14 2020, available from https://www.tradewheel.com/p/sepiolite-fiber-sepiolite-mineral-3066/.

Glass fiber. MilliporeSigma™ Glass Fiber Filters. (2020). accessed October 14 2020, available from https://www.fishersci.ca/shop/products/emd-millipore-glass-fiber-filters-46/p-108537.

Glassine. (2020). accessed January 19 2020, available from https://en.canson.com/digital-fine-art-and-photo/infinity-glassine.

Gretchen Elaine Anderson. Micro-climate and High Density Storage: Boxes for Archaeological Metals and Other Environmentally Sensitive Objects. (2015). accessed January 19, 2019, available from http://stashc.com/the-publication/containers-2/boxes/micro-climate-and-high-density-storage-boxes-for-archaeological-metals-and-other-environmentally-sensitive-objects/.

Hannah Clare. Rachel Farmer. Kostas Ntanos. The Study of Microclimates within Storage Boxes of Archival Records. (2014). accessed January 19 2019, available from https://www.culturalheritage.org/docs/default-source/annualmeeting/2014am_poster58_investigation_into_microclimates.pdf?sfvrsn=2.

Henry W. Levison. Storing Oil Paintings. (2019). accessed January 19 2019, available from https://gamblincolors.com/storing-oil-paintings/.

humidity., A. (2019). accessed October 14 2020, available from https://weather-and-climate.com/average-monthly-min-max-Temperature,Bangkok,Thailand.

Marjorie Shelley. The Care and Handling of Art Objects: Practices in The Metropolitan Museum of Art. American Association for State and Local History. (1987). accessed January 19 2019, available from https://www.metmuseum.org/art/metpublications/The_Care_and_Handling_of_Art_Objects_Practices_in_The_Metropolitan_Museum_of_Art.

Mineral Wool Blanket with Aluminum Foil. (2020). accessed October 14 2020, available from https://ikinggroup.en.made-in-china.com/product/ovqQEmCJgBUK/China-Mineral-Wool-Blanket-with-Aluminum-Foil-96kg-M3.html.

Monthly precipitation. (2019). accessed October 15 2020, available from https://weather-and-climate.com/average-monthly-Rainfall-Temperature-Sunshine-fahrenheit,Bangkok,Thailand.

Mulberry paper. (2020). accessed October 15 2020, available from https://www.acuitypapers.com/Mulberry-p/113-0330.htm.

Original Storage conditions. (2020). accessed January 19 2020, available from https://stashc.com/wp-content/uploads/2017/01/Harding_Fig1_OriginalStorage.jpg.

Painting., B. t. W. (2011). accessed October 14 2020, available from https://mikkisenkarik.wordpress.com/2011/12/30/boxing-the-wet-painting/.

Polyethylene foam. (2020). accessed January 19 2020, available from https://www.packbgr.com/pe-foam-rolls/1-8-20x550ft-120542.asp.

Polystyrene foam. (2020). accessed January 19 2020, available from http://oknation.nationtv.tv/blog/home/user_data/file_data/201601/14/71787912a.jpg.

Rockwool. (2020). accessed January 19 2020, available from https://www.topinsulation.com/csr_350.htm.

Suryakanta Padhi. What Are The Basic Properties Of heat Insulating Material? (2016). accessed October 15, 2020 available from https://civilblog.org/2016/09/26/basic-properties-heat-insulating-materials/.

Taitanium White. (n.d.). accessed October 15 2020, available from http://www.shipboxbros.com/our-services-are-shipping-packing-crating-and-much-more/art-shipping-2/.

Taitanium White Change in lightness. (n.d.). accessed October 15 2020, available from http://www.shipboxbros.com/our-services-are-shipping-packing-crating-and-much-more/art-shipping-2/.

Transport. (1979). accessed October 15 2020, available from http://www.artservices.fr/services-eng/.

Transport. (2020). accessed October 15 2020, available from https://www.cadogantate.com/en/art-services/art-packing-case-fabrication.

Tyvek. (2020). accessed October 15 2020, available from http://www.sterilizationproducts.com/wp-content/uploads/2017/02/TST-TyvekTubing2.jpg.

Weather Underground, W. M. B. (2019). accessed October 14 2020 available from https://www.wunderground.com/history/monthly/th/bangkok/VTBD/date/2019-12.

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2563). ภูมิอากาศประเทศไทย เข้าถึงเมื่อ 15 ตุลาคม 2563, เข้าถึงได้จาก

https://www.tmd.go.th/info/climate_of_thailand-2524-2553.pdf.

กระดาษแข็ง (Cardboard). (2557). เข้าถึงเมื่อ 15 ตุลาคม 2563. เข้าถึงได้จาก https://www.ajtupholsterysupplies.co.uk/product/cardboard-sheets/.

กระดาษเมาท์รูป (Photo board). (2557). เข้าถึงเมื่อ 15 ตุลาคม 2563. เข้าถึงได้จาก https://www.pinterest.ca/pin/402157441707361773.

กล่องพลาสติกที่เก็บวัตถุโบราณ. (2557). เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก https://www.culturalheritage.org/docs/default-source/annualmeeting/2014am_poster58_investigation_into_microclimates.pdf?sfvrsn=2.

กาญจนา ทุมมานนท์. (2550). การใช้ฉนวน. กรุงเทพ: โรงพิมพ์สุรวัฒน์.

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้น. (2563). เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563. เข้าถึงจาก https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/preventive-conservation/guidelines-collections/paintings.html.

จิราภรณ์ อรัณยะนาค. (2563). อาจารย์พิเศษหลักสูตรอนุรักษ์ศิลปกรรม . สัมภาษณ์, 2 เมษายน 2563.

จิราภรณ์ อรัณยะนาค. (2557a). การดูแลรักษาวัตถุพิพิธภัณฑ์ ปทุมธานี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อิน สตูดิโอ.

จิราภรณ์ อรัณยะนาค. (2557b). เชื้อราบนภาพเขียนสีน้ำมัน เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563. เข้าถึงจาก https://www.facebook.com/facc.inthailand/photos/a.109831019701815/152081785476738/?type=3&theater.

ฉนวนกันความร้อนตราช้างสำหรับงานหลังคา รุ่น Super Cool หุ้มรอบด้านด้วยอลูมิเนียมฟลอย์. (ม.ป.ท.). เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563, เข้าถึงจาก http://xn--12cajs4fabb5ect4bce6gscu2xib9in.blogspot.com/2015/10/fsocrbsuper-cool-elephant-insulation.html#.

ชนะภัย ชินะประยูร. (2544). การศึกษาความจากใต้ดิน (รายงานการวิจัย). กรุงเทพ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 4-6.

ชัยวัฒน์ คุประตกุล. (2551). วิกฤตโลกร้อนเรื่องจริงหรือตื่นตูม. กรุงเทพ: สำนักพิมพ์มูลนิธิกลุ่มทีมรวมใจ.

มนัสพันธน์ หงษ์วิเศษ. (2553). การเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงานที่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้. กรุงเทพ: สารนิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ลักษณะฉนวนกันความร้อนที่ทำมาจากใยแก้ว. (2563). เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563. เข้าถึงจาก https://thai.alibaba.com/product-detail/non-flammable-glass-wool-insulation60567144584.html.

วัชระ มั่งวิทิตกุล. (2547). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับฉนวน ประสิทธิภาพพลังงาน เข้าถึงเมื่อ 15 ตุลาคม 2563 เข้าถึงได้จาก http://library.dip.go.th/multim1/edoc/13286.pdf.

ศาตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาธิการ. (2546). การใช้ฉนวน. กรุงเทพ: โรงพิมพ์สุรวัฒน์.

สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง. (2544). รอบรู้เรื่องบรรจุภัณฑ์. กรุงเทพ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์สุรวัฒน์.

อนุสรณ์ สุขเกษม. (2550). การศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อนโดยการพาของครีบแท่งทรงกระบอก. กรุงเทพ: ปริญญานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อิทธิพลต่อการเลือกใช้ สารนิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ลิ้นชักจัดเก็บโบราณวัตถุ. (2557). เข้าถึงเมื่อ 14 ตุลาคม 2563. เข้าถึงจาก https://www.culturalheritage.org/docs/defaultsource/annualmeeting/2014am_poster58_investigation_into_microclimates.pdf?sfvrsn=2.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อสกุล-	นายบูรณ์พิภพ ระเวงจิตร์
วัน เดือน ปี เกิด	04 เมษายน 2533
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 2 ปีการศึกษา 2550 สำเร็จปริญญาตรีเทคโนโลยีบัณฑิต (สาขาวิชาเทคโนโลยีการถ่ายภาพและภาพยนตร์) จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปีการศึกษา 2554 สำเร็จหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต เทคโนโลยีสื่อสารมวลชน จากมหาวิทยาลัยรามคำแหง ปี 2562
ที่อยู่ปัจจุบัน	44/296 ถนนนวมินทร์ คลองกุ่ม บึงกุ่ม กรุงเทพ 10230

มหาวิทยาลัยศิลปากร