# นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต

โดย
นายขจรศักต์ นาคปาน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการออกแบบ แบบ 1.2 ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

# นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต

โดย
นายขจรศักต์ นาคปาน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการออกแบบ แบบ 1.2 ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

# INNOVATIVE SYNTHESIZED MELANIN FROM SOIL AS TEXTILE SUBSTITUTE TO CREATE GARMENTS FOR THE FUTURE

By

MR. Khajornsak NAKPAN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Doctor of Philosophy DESIGN

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2020

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

| | |
|---|---|
| หัวข้อ | นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทน เพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต |
| โดย | ขจรศักต์ นาคปาน |
| สาขาวิชา | การออกแบบ แบบ 1.2 ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต |
| อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก | รองศาสตราจารย์ ดร. สุภาวี ศิรินคราภรณ์ |

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

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

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.พัดชา อุทิศวรรณกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาวี ศิรินคราภรณ์)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัฒนพันธุ์ ครุฑะเสน)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยอดขวัญ สวัสดี)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ ชาตินิยม)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(รองศาสตราจารย์ ดร.รัฐไท พรเจริญ)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อติเทพ แจ้ดนาลาว)

61158908 : การออกแบบ แบบ 1.2 ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
คำสำคัญ : นวัตกรรม, ดิน, เมลานิน, เส้นใยชีวภาพ, วัสดุสิ่งทอทดแทน, เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต

นาย ขจรศักต์ นาคปาน: นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร. สุภาวี ศิรินคราภรณ์

ท่ามกลางสถานการณ์ภัยธรรมชาติและโรคระบาดร้ายแรงของโลกอย่างไม่เคยประสบ เกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดำรงชีวิตของผู้คนในสังคม มนุษย์ต่างค้นหาวิถีการบริโภคให้สอดรับกับวิกฤตต่าง ๆ พร้อมผลักดันกระแสการเสริมสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจ หนึ่งในแนวทางการสร้างความอยู่รอดของมนุษย์อย่างยั่งยืน ได้แก่ การพัฒนาและเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เริ่มต้นจากการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติเพราะเป็นต้นทุนที่สำคัญที่สุด เพื่อตอบสนองความต้องการด้านการบริโภคของมนุษย์ เราจำเป็นจักต้องผลิตสินค้าที่ตั้งอยู่บนฐานความคิดของการรักษาสมดุลอันเอื้ออารีต่อระบบนิเวศและการออกแบบวงจรผลิตภัณฑ์หมุนเวียนที่เน้นเป้าหมายการนำกลับมาใช้ใหม่หรือสูญสลายคืนสู่ธรรมชาติ มีกระบวนการผลิตที่ไม่ทิ้งทรัพยากรหลงเหลือโดยเปล่าประโยชน์ ด้วยเหตุนี้ โครงการวิจัยนวัตกรรมการใช้ดินเพื่อสร้างสรรค์วัสดุสิ่งทอทดแทนจึงมุ่งสู่กระบวนการทดลองและสังเคราะห์เส้นใยชีวภาพจากแบคทีเรียชั้นดีในดินที่มีอยู่อย่างมหาศาล พร้อมการปรากฏคุณลักษณะของเม็ดสีน้ำตาลซึ่งเป็นเมลานินทำหน้าที่เสมือนเซลล์กำหนดความเข้มของสีผิวพรรณมนุษย์ สามารถนำมาผลิตเครื่องนุ่งห่มที่แสดงสัมพันธภาพระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ อีกทั้งยังถือเป็นการพัฒนาศักยภาพการแข่งขันเชิงพานิชย์และสนับสนุนการเติบโตของเศรษฐกิจสร้างสรรค์ สร้างความมั่นคงด้านรายได้แก่วิสาหกิจชุมชนระดับกลางหรือล่างและความมั่งคั่งแก่คุณภาพชีวิตของประชากรในอนาคต

61158908 : Major DESIGN
Keyword : INNOVATION, SOIL, MELANIN, BIO-FIBER, TEXTILE SUBSTITUTE, GARMENTS FOR THE FUTURE

MR. KHAJORNSAK NAKPAN : INNOVATIVE SYNTHESIZED MELANIN FROM SOIL AS TEXTILE SUBSTITUTE TO CREATE GARMENTS FOR THE FUTURE THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR SUPAVEE SIRINKRAPORN, Ph.D.

In the unprecedented time of natural disasters and global pandemic, people are changing their behaviors. We find a way to live through the crises while building economic strength. One of the ways to our survival is an environment-friendly development and growth, starting from restoring natural resources. To respond to human needs, we need to produce products which are ecological aware. In designing a product, the aim is to ensure that it is reusable, recyclable, and biodegradable. The whole production process leaves no waste behind. For these reasons, the research project on using soil to create a textile substitute material aims to study and synthesize bio-fiber from good bacteria which is abundant in nature. It has brown pigments which are similar to melanin which determines human skin colors. The pigments can be used in producing garments. This demonstrates relationship between human and nature. It also has a potential to be developed for commercial purpose and support creative business growth, and economic stability for small and medium businesses in the future.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องมาจากการได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ ดร. สุภาวี ศิรินคราภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริง และความทุ่มเทของอาจารย์ และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ธนาทร เจียรกุล คณบดีคณะมัณฑนศิลป์ ที่ให้ความเมตตา กรุณาชี้แนะแนวทางการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ประจำหลักสูตรทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ที่กรุณา ให้คำชี้แนะและให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัย อีกทั้งได้ให้ความอนุเคราะห์ มอบทุนเพื่อสนับสนุนการศึกษา ตลอดจนบริษัท ไทยวาโก้ จำกัด (มหาชน) และคณะกรรมการ ที่กรุณาอนุเคราะห์ค่าบำรุงการศึกษาตลอดระยะเวลา 3 ปี รวมทั้งสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนทุนพัฒนาบัณฑิตศึกษา ประจำปี 2563

อนึ่ง ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย จึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ ให้แก่เหล่าคณาจารย์ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาจนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง และ ขอมอบความกตัญญูกตเวทิตาคุณ แด่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่าน ที่ได้เข้ามาศึกษาเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

ขจรศักต์ นาคปาน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

# สารบัญ

**หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญแผนภูมิแท่ง ..... ฎ
สารบัญแผนภูมิวงกลม ..... ฏ
สารบัญภาพ ..... ฐ
บทที่ 1 บทนำ ..... 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย ..... 5
สมมุติฐานของการวิจัย ..... 6
ขอบเขตการวิจัย ..... 7
นิยามศัพท์เฉพาะ ..... 9
วิธีการดำเนินการวิจัย ..... 10
ประโยชน์ที่ได้รับ ..... 15
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ..... 18
ศึกษาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับสีและจิตวิทยาของสี ..... 18
ศึกษาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับสีผิวพรรณของกลุ่มประชากรราชอาณาจักรไทย ..... 21
เครื่องมือชนิดที่ 1 แบบสอบถาม ..... 25
เครื่องมือชนิดที่ 2 การเก็บข้อมูลการวัดค่าระดับสีผิวพรรณ ..... 30

แนวคิดทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย .....50
ประโยชน์ที่ได้รับจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง .....51
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย .....62
ประโยชน์จากการศึกษาและทบทวนของวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง .....63
วิธีการวิจัยเพื่อทดลองสร้างสรรค์นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน .....67
ผลการทดลองด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ .....67
ผลการทดลองด้านการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของฐานทรัพยากรธรรมชาติ .....71
ผลการทดลองด้านสุนทรียศาสตร์เพื่อการออกแบบ .....97
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ..... 113
นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทน เพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ..... 115
การสร้างสรรค์นวัตกรรมความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ..... 115
การเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของฐานทรัพยากรธรรมชาติ ..... 142
สุนทรียศาสตร์แห่งการออกแบบ ..... 150
รูปแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One’s) ..... 157
แบบร่างความคิดเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One’s) สองมิติ ..... 157
แบบร่างความคิดเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One’s) สามมิติ ..... 161
ต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One’s) ..... 165
ต้นแบบเครื่องแต่งตัวแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One’s) ..... 168
ต้นแบบเครื่องประดับแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One’s) ..... 170
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ..... 172
เป้าหมายของผลผลิต (Output) พร้อมตัวชี้วัด ..... 173
รายงานการวิจัยวิทยานิพนธ์ ..... 173

การเผยแพร่ผลงานวิชาการลักษณะต่าง ๆ ..... 173
ต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ..... 173
เป้าหมายของผลลัพธ์ (Outcome) พร้อมตัวชี้วัด ..... 173
ผลลัพธ์เชิงคุณภาพ ..... 173
ผลลัพธ์เชิงภาพลักษณ์ ..... 173
เป้าหมายของผลกระทบ (Impact) พร้อมตัวชี้วัด ..... 174
ผลกระทบเชิงบวก ..... 174
ผลกระทบเชิงลบ ..... 174
พินิจบทสรุปควบคู่กับการอภิปรายเพื่อผลลัพธ์ขององค์ความรู้ : ขบถต่ออดีต ปรับปัจจุบัน และสร้างคุณค่าใหม่ ..... 176
ขบถต่ออดีต : การขบถแนวความคิดด้วย “ความกลมกลืน” (The Rebel of Conceptual Harmony) ..... 176
ปรับปัจจุบัน : “Melanin CMYK” สูตรการปรับเพื่อขยับความแม่นยำและคมชัด ..... 180
สร้างคุณค่าใหม่ : จาก “เล่ม สู่ โลก” การนำเสนอผลงานสู่สาธารณชน ..... 187
ข้อเสนอแนะที่มีต่อองค์ความรู้ ..... 192
อุตสาหกรรมแฟชั่นชีวภาพ หมุนเวียน และสีเขียว (BCG : Biology, Circular & Green) ..... 192
กำหนดกระแสนิยมเรื่อง “สีแห่งผิวพรรณมนุษย์” : ต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่มแฟชั่นชีวภาพ หมุนเวียน และสีเขียว ..... 193
รายการอ้างอิง ..... 202
ภาคผนวก ..... 210
ประวัติผู้เขียน ..... 226

# สารบัญตาราง


| | | | หน้า |
|---|---|---|---|
| ตารางที่ | 1 | ประสิทธิผลในการก่อร่างเป็นรูปทรงของการทดลองส่วนผสมของทั้ง 4 กลุ่ม..... | 75 |
| ตารางที่ | 2 | การประเมินค่าระดับสีของแผ่นทดลองวัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพ ..... | 77 |
| ตารางที่ | 3 | การประเมินค่าระดับสีของแผ่นทดลองวัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพกลุ่มที่ 1..... | 96 |
| ตารางที่ | 4 | การประเมินค่าระดับสีของแผ่นทดลองวัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพกลุ่มที่ 2..... | 96 |
| ตารางที่ | 5 | การจำแนกวงจรของ “ฝ้าย” วัสดุสิ่งทอที่นิยมเพื่อเปรียบเทียบกับนวัตกรรมวัสดุทดแทน ..... | 108 |
| ตารางที่ | 6 | สรุปผลประเมินจากวิธีการทดสอบความแข็งแรงและความคงทน ..... | 130 |
| ตารางที่ | 7 | สรุปผลประเมินจากวิธีการทดสอบความคงทนของสี..... | 130 |
| ตารางที่ | 8 | สรุปผลประเมินจากวิธีการทดสอบความปลอดภัยจากสีและสารเคมีอันตราย .... | 131 |
| ตารางที่ | 9 | สรุปผลประเมินจากวิธีการทดสอบความแข็งแรงและความคงทน ..... | 140 |
| ตารางที่ | 10 | สรุปผลประเมินจากวิธีการทดสอบความคงทนของสี..... | 141 |
| ตารางที่ | 11 | สรุปผลประเมินจากวิธีการทดสอบความปลอดภัยจากสีและสารเคมีอันตราย .... | 141 |


มหาวิทยาลัยศิลปากร

# สารบัญแผนภูมิแท่ง

**หน้า**


แผนภูมิแท่งที่ 1 แสดงผลการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับรสนิยมเรื่องสีสันการแต่งตัว ของอาสาสมัครแต่ละภูมิภาค ..... 36

แผนภูมิแท่งที่ 2 แสดงผลการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับรสนิยมเรื่องสีบรัชออนสำหรับทาแก้ม ของอาสาสมัคร..... 37

แผนภูมิแท่งที่ 3 แสดงผลการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับรสนิยมเรื่องสีลิปสติกสำหรับทาริมฝีปาก ของอาสาสมัครแต่ละภูมิภาค ..... 38

แผนภูมิแท่งที่ 4 แสดงผลการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับรสนิยมเรื่องพฤติกรรมการทำกิจวัตร ที่ต้องเจอกับแสงแดดในแต่ละวันของอาสาสมัคร..... 39

แผนภูมิแท่งที่ 5 แสดงผลการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้เครื่องสำอาง ตามวาระโอกาสต่าง ๆ ภายในหนึ่งสัปดาห์ ..... 40

แผนภูมิแท่งที่ 6 แสดงผลข้อมูลรสนิยมการเลือกกลุ่มสีพื้นฐานของสีผิวพรรณมนุษย์ ..... 41

แผนภูมิแท่งที่ 7 แสดงผลข้อมูลระดับค่าสีผิวพรรณของอาสาสมัครในแต่ละภูมิภาค ..... 42


มหาวิทยาลัยศิลปากร

# สารบัญแผนภูมิวงกลม

**หน้า**


แผนภูมิวงกลมที่ 1 การวางเป้าหมายเพื่อให้ได้องค์ความรู้พัฒนาอนาคต ..... 16

แผนภูมิวงกลมที่ 2 การวางเป้าหมายเพื่อให้ได้ผลผลิตเสริมสร้างความสมดุลต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมด้วยปรัชญาแห่งการเคารพตนเอง ..... 16

แผนภูมิวงกลมที่ 3 การวางเป้าหมายเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่บริบูรณ์ของ ผลงานการออกแบบ “เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” ..... 17

แผนภูมิวงกลมที่ 4 เปรียบเทียบสีสัดส่วนของข้อมูลแต่ละภูมิภาค ..... 36

แผนภูมิวงกลมที่ 5 เปรียบเทียบสีสัดส่วนของข้อมูลแต่ละภูมิภาค ..... 37

แผนภูมิวงกลมที่ 6 เปรียบเทียบสีสัดส่วนของข้อมูลแต่ละภูมิภาค ..... 38

แผนภูมิวงกลมที่ 7 เปรียบเทียบสีสัดส่วนของข้อมูลแต่ละภูมิภาค ..... 39

แผนภูมิวงกลมที่ 8 เปรียบเทียบสีสัดส่วนของข้อมูลแต่ละภูมิภาค ..... 40

แผนภูมิวงกลมที่ 9 เปรียบเทียบสีสัดส่วนของข้อมูลแต่ละภูมิภาค ..... 41

แผนภูมิวงกลมที่ 10 เปรียบเทียบสีสัดส่วนของข้อมูลแต่ละภูมิภาค ..... 42

แผนภูมิวงกลมที่ 11 “สมดุลแห่งความจริง” ..... 200


มหาวิทยาลัยศิลปากร

# สารบัญภาพ

หน้า


ภาพที่ 1 แสดงแนวความคิดที่สะท้อนถึงความงามที่ความแตกต่างกันของมนุษย์ชนชาติต่าง ๆ ..... 3

ภาพที่ 2 แสดงการขยายโครงสร้างผิวหนังและเซลล์ภายใน ..... 4

ภาพที่ 3 ผิวหนังและเม็ดสีเมลานิน ..... 4

ภาพที่ 4 แสดงวิกฤตขยะแฟชั่นอันเกิดจากสถานการณ์แฟชั่นที่มาไวไปไว (Fast fashion) ..... 5

ภาพที่ 5 ภาพแสดงขอบเขตการวิจัย ..... 8

ภาพที่ 6 Color physics แสดงที่มาของแสง แสดงแหล่งกำเนิดแสงส่องผ่านแท่งปริซึมเกิดการกระจายแตกออกของสีต่าง ๆ ..... 19

ภาพที่ 7 ดวงตามนุษย์ ..... 19

ภาพที่ 8 วงล้อสี (Color wheel) ..... 20

ภาพที่ 9 ระบบการบรรยายระดับค่าสีผิวพรรณมนุษย์แบบสามมิติ ..... 22

ภาพที่ 10 เครื่องวัดสีผิวพรรณมนุษย์ ..... 23

ภาพที่ 11 แสดงภาพรวมของผู้คน ..... 24

ภาพที่ 12 แสดงแบบชุดคำถามของเครื่องมือชนิดที่ 1 แบบสอบถาม ..... 26

ภาพที่ 13 แสดงคำถามของเครื่องมือชนิดที่ 1 ..... 27

ภาพที่ 14 แสดงคำถามของเครื่องมือชนิดที่ 1 แบบสอบถาม ..... 28

ภาพที่ 15 แสดงคำถามของเครื่องมือชนิดที่ 1 แบบสอบถาม ..... 29

ภาพที่ 16 แสดงภาพการเก็บข้อมูลสีผิวพรรณของอาสาสมัครที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในภูมิภาคต่าง ๆ ..... 30

ภาพที่ 17 แสดงภาพการเก็บข้อมูลสีผิวพรรณของอาสาสมัครที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในภาคเหนือ ..... 31

ภาพที่ 18 แสดงภาพการเก็บข้อมูลสีผิวพรรณของอาสาสมัครที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ..... 33
ภาพที่ 19 แสดงภาพการเก็บข้อมูลสีผิวพรรณของอาสาสมัครที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในภาคกลาง ..... 34
ภาพที่ 20 แสดงภาพการเก็บข้อมูลสีผิวพรรณของอาสาสมัครที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในภาคใต้ ..... 35
ภาพที่ 21 แสดงค่าน้ำหนักของสีขาว เทา และดำ ..... 44
ภาพที่ 22 แสดงโครงสร้างของผิวหนังมนุษย์ ..... 46
ภาพที่ 23 แสดงเซลล์ทำหน้าที่สร้างเม็ดสีเมลานิน ..... 47
ภาพที่ 24 แสดงกลุ่มสีผิวพรรณที่อยู่ในขอบข่ายของมนุษย์แต่ละกลุ่ม ..... 48
ภาพที่ 25 แสดงการจำแนกระดับค่าสีผิวพรรณของมนุษย์ ..... 50
ภาพที่ 26 แสดงกลุ่มสีข้างเคียงกับค่าความเข้มของสีผิวพรรณมนุษย์ในแต่ละระดับ ..... 50
ภาพที่ 27 แสดงผลงานวิจัย โดย ทีนา กอร์จันช์ ..... 54
ภาพที่ 28 แสดงผลงานวิจัย โดย ซูซาน ลี ..... 55
ภาพที่ 29 แสดงประติมากรรมลอยตัวของยุคอาร์เคอิค เรียกว่า คูว์รอส ..... 57
ภาพที่ 30 แสดงประติมากรรมเทพเจนัส ..... 58
ภาพที่ 31 แสดงศิลปินมาร์แซล ดูชองป์ ..... 59
ภาพที่ 32 แสดงผลงานสื่อผสมของศิลปิน บิล วิโอล่า ศิลปะแสดงออกด้วยร่างกาย สี และอารมณ์ของนักแสดง ..... 60
ภาพที่ 33 ผลงานกำกับศิลป์สื่อโฆษณาของ โอลิเวียโร ทอสคานี ..... 60
ภาพที่ 34 ภาพพระฉายาลักษณ์พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช .. 66
ภาพที่ 35 สเตรปโตมัยซิส ..... 68
ภาพที่ 36 เส้นใยเซลลูโลสจากดิน ..... 69
ภาพที่ 37 เซลล์เม็ดสีเมลานินภายในดิน ..... 71
ภาพที่ 38 การทดลองประดิษฐ์เซลลูโลสแผ่น ..... 72

ภาพที่ 39 การทดลองกลุ่มที่ 1 ..... 73
ภาพที่ 40 การทดลองกลุ่มที่ 2 ..... 73
ภาพที่ 41 การทดลองกลุ่มที่ 3 ..... 74
ภาพที่ 42 การทดลองกลุ่มที่ 4 ..... 74
ภาพที่ 43 การทดลองประดิษฐ์วัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพเพื่อแสดงระดับค่าเซลล์เม็ดสีเมลานิน ..... 76
ภาพที่ 44 ปฏิบัติการทดลองครั้งที่ 2 ..... 79
ภาพที่ 45 ระยะที่ 1 ประมาณ 1-7 วัน ..... 81
ภาพที่ 46 ระยะที่ 2 ประมาณ 8-14 วัน ..... 82
ภาพที่ 47 ระยะที่ 3 ประมาณ 15-21 วัน ..... 83
ภาพที่ 48 ระยะที่ 4 ประมาณ 22-28 วัน ..... 84
ภาพที่ 49 ระยะที่ 5 ประมาณ 29-35 วัน ..... 85
ภาพที่ 50 ระยะที่ 6 ประมาณ 36-40 วัน ..... 86
ภาพที่ 51 ลักษณะทางกายภาพเมื่อนำขึ้นจากน้ำ ..... 87
ภาพที่ 52 ลักษณะทางกายภาพเมื่อแห้งสนิท ..... 88
ภาพที่ 53 ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2 ..... 90
ภาพที่ 54 ระยะเวลาเริ่มต้นการควบแน่น ระยะเวลาประมาณ 1-7 วัน ..... 91
ภาพที่ 55 ระยะที่ 2 ใช้เวลาประมาณ 8-14 วัน ..... 91
ภาพที่ 56 ระยะที่ 3 ใช้เวลาประมาณ 15-21 วัน ..... 92
ภาพที่ 57 ระยะที่ 4 ใช้เวลาประมาณ 22-28 วัน ..... 92
ภาพที่ 58 ระยะที่ 5 ใช้เวลาประมาณ 29-35 วัน ..... 93
ภาพที่ 59 ระยะที่ 6 ใช้เวลาประมาณ 36-40 วัน ..... 93
ภาพที่ 60 เซลลูโลสแผ่นที่ควบแน่นสมบูรณ์ ..... 94
ภาพที่ 61 เซลลูโลสแผ่นที่ควบแน่นสมบูรณ์รอการระเหย ..... 95

ภาพที่ 62 เซลลูโลสแผ่นที่ระเหยและแห้งสมบูรณ์ ..... 95
ภาพที่ 63 ภาพแสดงข้อมูลผู้บริโภคยุคใหม่ ..... 103
ภาพที่ 64 การจำแนกวงจรของฝ้ายเปรียบเทียบกับนวัตกรรมวัสดุทดแทน ..... 108
ภาพที่ 65 ขั้นตอนการตระเตรียม ..... 114
ภาพที่ 66 การวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ 5 ขั้นตอน ..... 114
ภาพที่ 67 นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน ..... 117
ภาพที่ 68 วิธีการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึงขาด ..... 121
ภาพที่ 69 วิธีการทดสอบความแข็งแรงต่อการฉีกขาด ..... 122
ภาพที่ 70 วิธีการตรวจสอบความคงทนของสีต่อการซัก ..... 123
ภาพที่ 71 วิธีการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู ..... 124
ภาพที่ 72 วิธีการตรวจสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อ ..... 125
ภาพที่ 73 วิธีการตรวจสอบความคงทนของสีต่อน้ำคลอรีน ..... 126
ภาพที่ 74 วิธีการตรวจสอบความคงทนของสีต่อแสง ..... 127
ภาพที่ 75 วิธีการตรวจสอบค่าความเป็นกรดด่าง (pH Value) ..... 128
ภาพที่ 76 วิธีการตรวจสอบค่าความเป็นกรดด่าง (pH Value) ..... 129
ภาพที่ 77 ปฏิบัติการทดลองสูตรพัฒนา ..... 134
ภาพที่ 78 ปฏิบัติการทดลองสูตรพัฒนา ขั้นตอนการควบแน่น ระยะที่ 2 ..... 135
ภาพที่ 79 ปฏิบัติการทดลองสูตรพัฒนา ขั้นตอนการควบแน่น ระยะที่ 3 ..... 137
ภาพที่ 80 ปฏิบัติการทดลองสูตรพัฒนา ขั้นตอนการทำความสะอาด ..... 137
ภาพที่ 81 ขั้นตอนการลดรูป ..... 139
ภาพที่ 82 การเทียบเคียงค่าความเป็นสีและความสว่างของสีวัสดุด้วยทฤษฎีวงจรสีมันเซล
และเทียบเคียงกับระดับความเข้มของสีผิวพรรณมนุษย์ระดับสากล
ในทางการแพทย์ของทฤษฎีฟิทซ์แพททริคที่มีอยู่ 6 ระดับสี ..... 144

ภาพที่ 83 การแสดงระดับมาตรฐานความเป็นสี (Pantone) แบ่งออกเป็นระบบมาตรฐานสีของวัตถุ (CMYK) และสีของแสง (RGB) เพื่อเทียบเคียงกับค่าระดับสีผิวพรรณมนุษย์ 6 ระดับของทฤษฎีฟิทซ์แพททริค ..... 147

ภาพที่ 84 การแสดงระดับมาตรฐานความเป็นสี (Pantone) แบ่งออกเป็นระบบมาตรฐานสีของวัตถุ (CMYK) และสีของแสง (RGB) ของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่ได้จากปฏิบัติการทดลองการประดิษฐ์นวัตกรรมสิ่งทอทดแทน ครั้งที่ 1 จำนวน 6 ชิ้น ..... 148

ภาพที่ 85 การแสดงระดับมาตรฐานความเป็นสี (Pantone) แบ่งออกเป็นระบบมาตรฐานสีของวัตถุ (CMYK) และสีของแสง (RGB) ของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่ได้จากปฏิบัติการทดลองการประดิษฐ์นวัตกรรมสิ่งทอทดแทนสูตรพัฒนา ครั้งที่ 2 จำนวน 1 ชิ้น (คัดเลือกจากชิ้นทดลองจำนวน 3 ชิ้น) ..... 149

ภาพที่ 86 วิธีการคำนวณแอมพลิทูเฮดรอน ..... 153

ภาพที่ 87 ภาพแสดงสัญลักษณ์ แอมพลิทูเฮดรอน ..... 155

ภาพที่ 88 แบบร่างภาพเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ..... 157

ภาพที่ 89 แบบร่างภาพเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ..... 158

ภาพที่ 90 แบบร่างภาพเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ..... 159

ภาพที่ 91 แบบร่างภาพสำเร็จเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ..... 160

ภาพที่ 92 การคัดเลือกวัสดุเพื่อการนำไปตัดเย็บเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ..... 161

ภาพที่ 93 แบบร่างผ้าดิบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ..... 161

ภาพที่ 94 แบบร่างผ้าดิบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ..... 162

ภาพที่ 95 แบบร่างประกอบแผ่นวัสดุเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ..... 162

ภาพที่ 96 แบบร่างภาพเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ..... 163

ภาพที่ 97 แบบร่างภาพ (สามมิติ) เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ..... 164

ภาพที่ 98 ต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's) ..... 165

ภาพที่ 99 ต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's) ..... 166

ภาพที่ 100 ต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's) ..... 167

ภาพที่ 101 ต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's) ..... 168
ภาพที่ 102 ต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's) ..... 169
ภาพที่ 103 การผลิตเครื่องประดับแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's).... 170
ภาพที่ 104 ต้นแบบเครื่องประดับแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's)..... 171
ภาพที่ 105 หลักการสร้างความกลมกลืนของนวัตกรรมสิ่งทอทดแทน ..... 179
ภาพที่ 106 ค่าสีในระบบวัตถุธาตุ..... 182
ภาพที่ 107 สูตรที่หนึ่ง ; การหาค่าน้ำหนัก..... 183
ภาพที่ 108 สูตรที่สอง ; การหาค่าน้ำหนัก..... 183
ภาพที่ 109 แสดงค่าน้ำหนักของสีในระบบสีวัตถุธาตุ..... 184
ภาพที่ 110 สูตรที่สาม ; ค่าสีข้างเคียงในวงล้อสี..... 186
ภาพที่ 111 ค่าระยะห่างระบุเป็นตัวเลขระหว่างสีแท้กับสีแท้ในลำดับถัดไป..... 186
ภาพที่ 112 แสดงค่าระบุเป็นตัวเลขของสีข้างเคียงในวงล้อสี ..... 187
ภาพที่ 113 รายนามชื่อสำหรับเรียกขานชื่อสีของนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน
ให้สอดคล้องไปกับกลุ่มสีผิวพรรณมนุษย์ทั้งหกระดับ..... 195
ภาพที่ 114 หลักการระบุค่าน้ำหนักของสีจากทฤษฎีสีพหุรงค์ ..... 197
ภาพที่ 115 การแสดงค่าระดับน้ำหนักของสีพหุรงค์เป็นค่าน้ำหนักอ่อนแก่ ..... 197
ภาพที่ 116 การแสดงค่าระดับน้ำหนักอ่อนแก่ของกลุ่มสีผิวพรรณมนุษย์ทั้งหกกลุ่ม ..... 197
ภาพที่ 117 การนำเสนอภาพกลุ่มสีผิวพรรณมนุษย์มาจัดวางร่วมกับกลุ่มสีพหุรงค์
ที่กำลังเป็นที่นิยมสามารถตอบสนองรสนิยมรักษ์ธรรมชาติหรือวิถีชีวิต
แห่งสังคมคุณภาพ BCG ..... 198

# บทที่ 1
# บทนำ : นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทน เพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต

วิกฤตการณ์โลกที่อุบัติขึ้นทวีความรุนแรงและต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติ มลพิษทางอากาศ และการเกิดโรคระบาดร้ายแรง ส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตปกติของมนุษยชาติเป็นอันมาก วิกฤตทั้งหลายเป็นเหตุให้มนุษย์ต้องสร้างความร่วมมือกันอย่างไร้พรมแดนและปราศจากเชื้อชาติ เพื่อเปลี่ยนแปลงทัศนคติในการดำรงชีวิต อีกทั้งสร้างความตระหนักต่อปัญหาสภาพแวดล้อมด้วยการเร่งฟื้นฟูเพื่อรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ราชอาณาจักรไทยก็เช่นกัน ได้มีการจัดทำแผนและทิศทางการเตรียมความพร้อมในการวางรากฐานและบริหารความเสี่ยงอย่างเหมาะสม เพื่อพัฒนาประเทศให้ไปสู่ความสมดุล กำหนดทิศทางเพื่อยกระดับคุณภาพของประชากรให้มีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน ดังจะเห็นได้จาก กรอบวิสัยทัศน์และเป้าหมายของอนาคตของชาติสามารถผลักดันให้เกิดผลสัมฤทธิ์ได้ด้วยการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ชาติด้านต่าง ๆ โดยประสานสาระสำคัญพร้อมแผนปฏิบัติที่สามารถติดตามอย่างเป็นรูปธรรม รวมถึงการประเมินผลการพัฒนาทั้งจากภายในและภายนอก ล้วนถือเป็นการชี้วัดจุดแข็งและอ่อนของประเทศ ด้วยเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำนโยบายตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (National Science and Technology Development Agency, 2019) มาเป็นแม่บทในการสร้างสรรค์โครงการ “นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” โดยกำหนดแนวทางการวิจัยและขยายผลออกเป็น 3 แนวทาง ได้แก่ แนวทางการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากความรู้เชิงวิทยาศาสตร์และสุนทรียศาสตร์ แนวทางการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของฐานทรัพยากรธรรมชาติ รวมถึงแนวทางการสนับสนุนการเติบโตของเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ทั้งสามแนวทางต่างสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ ได้แก่ ยุทธศาสตร์ที่ 8 การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม ยุทธศาสตร์ที่ 4 การพัฒนาและเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และยุทธศาสตร์ที่ 5 การสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจและแข่งขันได้อย่างยั่งยืน (Office of the National Economics and Social Development Council, 2020) ตามลำดับความสำคัญ

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันพฤติกรรมและวิถีชีวิตของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม มนุษย์ให้ความสำคัญต่อการบริโภคที่หลากหลาย มุ่งเน้นสัดส่วนการผลิตจำนวนมาก เกิดเป็นความหลงใหลในกระแสวัตถุนิยมที่ครอบงำมนุษย์เพียงเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์อย่างมากล้นจนเกินคำว่าพอดี เฉพาะอย่างยิ่ง ความเห็นแก่ตัว คุกคาม และทำลายธรรมชาติอย่างไร้ขีดจำกัด ดังนั้น ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของยุทธศาสตร์ที่ 8 การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม เนื่องด้วยความรู้ดังกล่าวจักส่งเสริมให้การพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมเกิดผลสัมฤทธิ์ กรณีศึกษาผลงานนวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต โดยขยายผลจากการศึกษาวงจรความสมบูรณ์และการแปรเปลี่ยนคุณสมบัติของ ‘ดิน’ ในสถานะแร่ธาตุที่มีอยู่ดาษดื่นทั่วไปผ่านกระบวนการทดลองสังเคราะห์เส้นใยธรรมชาติและเมลานินจากแบคทีเรียชั้นดีให้กลายเป็นเป็นวัสดุสิ่งทอทดแทนหรือเซลลูโลสชีวภาพที่มีคุณค่า เป็นเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไม่ก่อให้เกิดสารพิษตกค้างหรือมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ผลลัพธ์คือวัสดุสิ่งทอทดแทนมีความเป็นมิตรกับร่างกายสามารถย่อยสลายและกลับคืนสู่ธรรมชาติ นอกเหนือจากยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศที่ 8 โครงการยังมีความสอดคล้องต่อแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ แผนที่ 4 ด้วยผู้วิจัยต้องการออกแบบสร้างสรรค์ต้นแบบผลิตภัณฑ์ วงจรการออกแบบแฟชั่นหมุนเวียน และมีความเชื่อมั่นว่าการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดีมิใช่มีหน้าที่เพียงเพื่อตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานหรืออำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตของมนุษย์เท่านั้น หากผลิตภัณฑ์จักต้องได้รับการพิจารณา วิเคราะห์และออกแบบอย่างเข้าใจถึงองค์ประกอบต่าง ๆ อาทิ นักออกแบบ ผู้ผลิต ผู้ประกอบการ หรือผู้บริโภค เพื่อสร้างระบบการหมุนเวียนให้เป็นไปตามเป้าหมายเดียวกัน คือ เป้าหมายของการนำกลับมาใช้ใหม่ ไม่มีกระบวนการใดทิ้งทรัพยากรให้หลงเหลือจนเกิดเป็นขยะ และสูญสลายกลับคืนสู่ธรรมชาติ นับตั้งแต่กระบวนการต่าง ๆ เช่น การออกแบบ ผลิต ขนส่ง หรือจัดจำหน่าย อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ จักเห็นได้ว่า การประยุกต์กระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมเพื่อค้นพบวัสดุชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติโดดเด่นของโครงการนี้ มีส่วนในการฟื้นฟูรากฐานการเจริญเติบโตของประเทศ เสริมสร้างความมั่นคงของฐานทรัพยากรธรรมชาติ เป็นการอนุรักษ์โดยคำนึงถึงการใช้สอยอย่างมีขีดจำกัดและจัดการต้นทุนทางธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ต่อไปในอนาคตอย่างเป็นธรรม นับเป็นการสร้างความสมดุลต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรงอันเป็นที่มาของการส่งเสริมคุณภาพชีวิตของทรัพยากรมนุษย์ที่ดี อนึ่ง ผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากโครงการ ฯ ยังแสดงศักยภาพและสนับสนุนต่อยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการเสริมสร้างความมั่นคงแห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศสู่ความมั่งคั่งและยั่งยืน ยกระดับการแข่งขันภาคการผลิตด้วยการนำนวัตกรรมงานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ เพื่อพัฒนาสู่ฐานเศรษฐกิจใหม่ สำคัญอย่างยิ่ง คือ สามารถนำมาใช้เป็นต้นแบบสินค้าแฟชั่นหมุนเวียน

เพื่อสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจและแข่งขันของประเทศได้อย่างยั่งยืน ด้วยเหตุผลที่ว่าวัสดุทดแทนสิ่งทอชนิดนี้เป็นนวัตกรรมใหม่ที่ขับเคลื่อนการลงทุนในภาคอุตสาหกรรมของการบริโภคผลิตภัณฑ์แฟชั่นที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเริ่มต้นจากกระบวนการการออกแบบจนถึงการผลิตสินค้า ให้ได้มาตรฐานการลดมลพิษด้วยเทคโนโลยีที่สะอาด การใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ตลอดจน ส่งเสริมให้ภาคธุรกิจลดการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศ ดังนั้น เครื่องนุ่งห่มของมนุษย์แห่งอนาคตแสดงศักยภาพในการบูรณาการความรู้ระหว่างปรัชญาสุนทรียศาสตร์กับนวัตกรรมก่อเกิดประสิทธิผลของการออกแบบวัสดุสิ่งทอทดแทน เฉพาะอย่างยิ่ง การเลือกใช้สีสำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่มที่คำนึงถึงสีผิว (Skin tone) ด้วยจุดประสงค์ในการสร้างความสอดคล้องกลมกลืนกับสีผิวพรรณของตนเองจักเป็นกลยุทธ์ที่ขับเน้นความงดงามแก่รูปลักษณ์ภายนอกได้อย่างดียิ่ง สามารถสะท้อนถึงความเป็นชนชาติ รวมถึงการมีส่วนสำคัญต่อการเสริมสร้างความตระหนักถึงการอาศัยอยู่ร่วมกันอย่างเกื้อกูลกับผู้อื่นรวมถึงธรรมชาติ นำพามนุษย์ไปสู่วิถีการดำรงชีวิตที่ปลอดภัยและการแสวงหาหรือปรารถนาในวิถีทางแห่งการตอบสนองความต้องการอันไปสู่คำนิยามที่เรียกว่า “การเคารพตนเอง” การเพิ่มพูนสัมพันธภาพระหว่างมนุษย์กับวัสดุสิ่งทอทดแทนดังกล่าวส่งเสริมให้มนุษย์เคารพในวัฏฏะอันเป็นนิเวศวิทยา (Ecology) อย่างแท้จริง ซึ่งมนุษยชาติสามารถนำเนื้อหาสาระดังกล่าวมาใช้เป็นแก่นแท้แห่งการมีชีวิต

(ก) (ข)

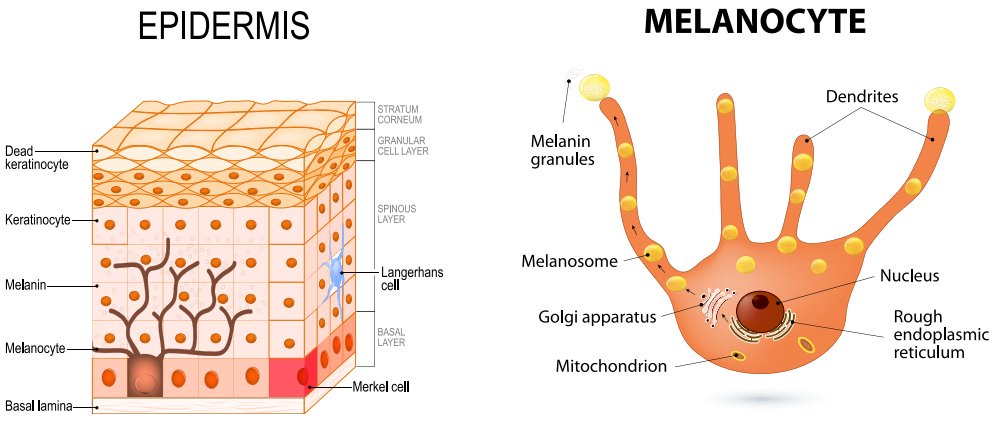
ภาพที่ 1 แสดงแนวความคิดที่สะท้อนถึงความงามที่ความแตกต่างกันของมนุษย์ชนชาติต่าง ๆ

(ก) มนุษย์เป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติ

(Thailand Creative Design Center, 2016)

(ข) มนุษย์มีสีผิวพรรณที่แตกต่าง

(Pek, 2016)




(ก) (ข)

ภาพที่ 2 แสดงการขยายโครงสร้างผิวหนังและเซลล์ภายใน

(ก) ผิวชั้นหนังกำพร้า

(ข) เซลล์เม็ดสีหรือเมลานินในร่างกายมนุษย์

Developed by Nakpan (2018)

(ก) (ข)

ภาพที่ 3 ผิวหนังและเม็ดสีเมลานิน

(ก) การขยายผิวหนังชั้นนอก ส่วนที่ย้อมสีแสดงให้เห็นว่ามีเม็ดสีเมลานินจำนวนมาก

(ข) ระดับความเข้มของสีผิวพรรณสอดคล้องกับปริมาณเม็ดสีเมลานิน

(Nakpan, 2018)

ภาพที่ 4 แสดงวิกฤตขยะแฟชั่นอันเกิดจากสถานการณ์แฟชั่นที่มาไวไปไว (Fast fashion) (Nakpan, 2019)

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาและวิจัย “นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” โดยมุ่งเน้นการสอดรับกับเป้าหมายของการพัฒนาประเทศ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 แนวทาง ได้แก่ แนวทางการสร้างสรรค์นวัตกรรมความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ แนวทางการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของฐานทรัพยากรธรรมชาติ รวมถึงสุนทรียศาสตร์แห่งการออกแบบ

2. พัฒนาประสิทธิผลของวัสดุสิ่งทอทดแทน ออกแบบ และทดลองผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสนับสนุนการเติบโตของเศรษฐกิจสร้างสรรค์ประเภทแฟชั่นหมุนเวียนเพื่อความยั่งยืน

## สมมุติฐานของการวิจัย

สมมุติฐานของการวิจัย แบ่งส่วนของความรู้ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

**กลุ่มที่ 1 การวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม**

แนวทางของผลงานวิจัยและนวัตกรรมด้านการออกแบบสร้างสรรค์ที่นักออกแบบทั่วโลกปัจจุบันให้การตระหนัก จักให้ความสำคัญกับการสร้างองค์ความรู้ใหม่ เฉพาะอย่างยิ่ง การค้นคว้าเกี่ยวกับวัสดุเชิงก้าวหน้าที่สามารถนำมาใช้ทดแทนวัสดุเดิม โดยมุ่งเน้นถึงประสิทธิผลเพื่อลดกำลังการผลิตและหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หนึ่งในสมมุติฐานเกี่ยวกับการผลิตวัสดุเส้นใยและสิ่งทอเพื่อการออกแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต คือการพัฒนาให้สอดคล้องกับนโยบายเรื่องสิ่งแวดล้อมอันเป็นประเด็นที่ต้องการดูแลอย่างเร่งด่วน นวัตกรรมการผลิตเส้นใยและสิ่งทอในปัจจุบันจึงคำนึงถึงคุณสมบัติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยส่วนใหญ่มาจากการแปรรูปวัตถุดิบจากธรรมชาติ รวมถึงเส้นใยและสีธรรมชาติ จักเห็นได้ว่า ผลงานวิจัยทั้งหมดจากกลุ่มวิจัยที่ 1 มีตัวแปรสำคัญชนิดเดียวกัน คือ แบคทีเรีย หมายถึง สิ่งมีชีวิตประเภทใหญ่ประเภทหนึ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติ ส่วนมากเป็นเซลล์เดียว มีขนาดเล็ก ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน สามารถนำมาสังเคราะห์เป็นเส้นใยชีวภาพและสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มเพื่อสิ่งแวดล้อมต่อไปในอนาคต

**กลุ่มที่ 2 การวิจัยด้านสุนทรียศาสตร์ ศิลปะ และการออกแบบ**

นอกเหนือจากการทบทวนวรรณกรรมด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมจักมีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตมนุษย์และสิ่งแวดล้อมแล้ว ความเป็นชาติพันธุ์ของตนเองและความเคารพต่อธรรมชาติของบุคคล คือ ‘การเห็นคุณค่าในตัวเอง’ (Self-esteem) นับเป็นคุณสมบัติที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ยุคร่วมสมัยหรือสังคมในศตวรรษที่ 21 เป็นอันมาก เนื่องจากการเห็นคุณค่าในตัวเองนี้ หมายรวมถึง ความคิดเห็นที่มีต่อตัวเอง ซึ่งส่งผลต่อทัศนคติในการดำเนินชีวิตเชิงบวก รวมถึงการรับมือกับสภาวะทางอารมณ์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอีกด้วย หลังจากนี้ มนุษย์จักต้องพยายามปรับปรุงวิธีคิดหรือปลูกฝังค่านิยมในการดำรงชีวิตด้วยความระมัดระวังมากยิ่งขึ้น การเห็นคุณค่าในตนเองเป็นสิ่งที่สามารถเรียนรู้ได้ สามารถเปลี่ยนแปลงและพัฒนาให้เกิดขึ้นจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคลที่ได้รับ นักจิตวิทยานำเสนอวิธีการหลากหลายเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเห็นคุณค่าในตนเอง โดยผลงานศิลปะหรือการออกแบบถือเป็นเครื่องมือส่งเสริมเจตคติที่ดีเยี่ยมชนิดหนึ่ง

## ขอบเขตการวิจัย

รายละเอียดปัจจัยในการทำวิจัยภายใต้ขอบเขตการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 แนวทาง ดังนี้

**1. การสร้างสรรค์นวัตกรรมความรู้เชิงวิทยาศาสตร์**

1.1 วัสดุสิ่งทอทดแทน

1.1.1 เส้นใยชีวภาพ

1.1.2 ผลเทียบเคียงเม็ดสีเมลานินจากดิน

1.2 วิธีการตรวจสอบและประเมินผลนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน

1.3 สมมุติฐานและปฏิบัติการพัฒนาคุณสมบัติทางกายภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพการประดิษฐ์นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน

**2. การเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของฐานทรัพยากรธรรมชาติ**

2.1 การแสดงผลการวิเคราะห์สีเมลานินในวัสดุสิ่งทอทดแทนชีวภาพ

2.2 กระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและการย่อยสลายทางชีวภาพสัมพันธ์กับระบบนิเวศ

**3. สุนทรียศาสตร์แห่งการออกแบบ**

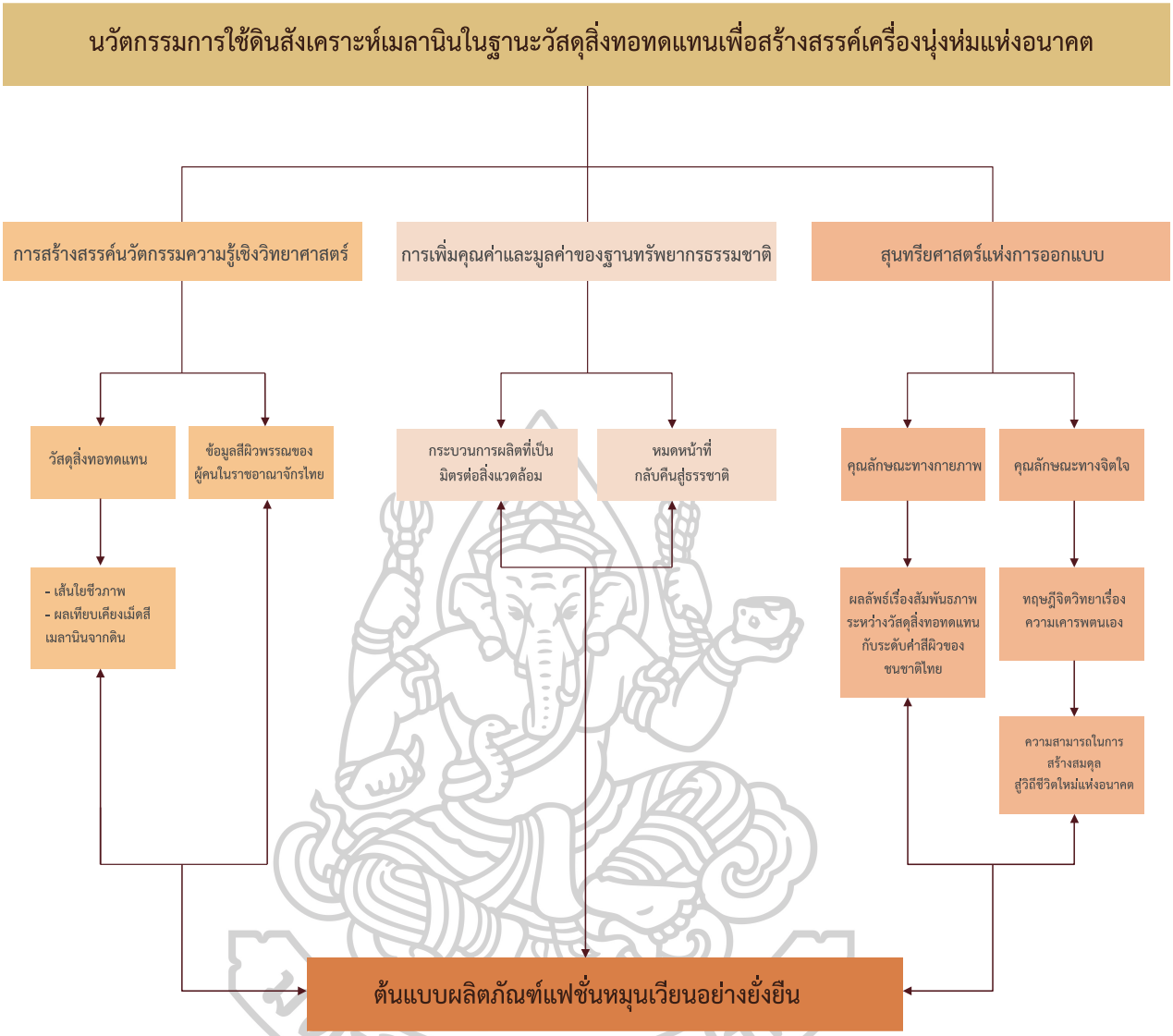
3.1 ต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต

3.2 การพิจารณาเนื้อหาเพื่อการออกแบบ

3.2.1 เนื้อหาที่เป็นรูปธรรม

3.2.2 เนื้อหาที่เป็นนามธรรม

3.3 การพิจารณารูปและนามเพื่อการออกแบบ




ภาพที่ 5 ภาพแสดงขอบเขตการวิจัย (Nakpan, 2019)

## นิยามศัพท์เฉพาะ

**นวัตกรรม** (Innovation)

หมายถึง สิ่งที่ประดิษฐ์คิดค้นขึ้นใหม่ มีความเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งในวิจัยครั้งนี้ถือเป็นเทคโนโลยีประยุกต์ระหว่างความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสุนทรียศาสตร์ เพื่อสังเคราะห์วัสดุสิ่งทอทดแทนและนำไปออกแบบสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต

**ดิน** (Soil)

หมายถึง วัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการสลายตัวทางกายภาพและทางเคมีของหินและแร่ รวมกับสารอินทรีย์ที่เกิดจากการสลายตัวของซากพืชซากสัตว์เป็นผิวชั้นบนที่ห่อหุ้มโลก ซึ่งดินจะมีลักษณะและคุณสมบัติต่างกันไปในที่ต่าง ๆ ตามสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ วัตถุต้นกำเนิด สิ่งมีชีวิต และระยะเวลาการสร้างตัวของดิน

**เมลานิน** (Melanin)

หมายถึง เม็ดสีสร้างจากเซลล์ผิวหนังที่เรียกว่าเมลาโนไซต์ (Melanocyte) เป็นเซลล์ที่เจริญมาจากเซลล์ระบบประสาทซึ่งแทรกตัวอยู่ในชั้นหนังกำพร้าส่วนล่างสุด นอกจากเมลานินจะเป็นเซลล์เม็ดสีที่มีอยู่ในตัวมนุษย์แล้ว ยังมีอยู่ในพืชอีกด้วย ผลงานวิจัยครั้งนี้ มุ่งเน้น การสังเคราะห์เมลานินที่มีอยู่ในแร่ธาตุดิน

**วัสดุสิ่งทอทดแทน** (Textile substitute)

หมายถึง วัสดุที่คิดค้น สร้างสรรค์ และผลิตขึ้นใหม่ เพื่อใช้ทดแทนเส้นใย, เส้นด้าย, ผ้า รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเส้นใย, เส้นด้าย, หรือผ้า

**เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต** (Garment for the future)

หมายถึง สิ่งที่มนุษย์วิจัย คิดค้น และประดิษฐ์วัสดุหรือผลิตภัณฑ์เพื่อประโยชน์ใช้สอยทางกาย โดยออกแบบแนวทางการสร้างความสมดุล มีความเหมาะสมกับสภาวะการณ์ของโลกปัจจุบัน มีความรับผิดชอบต่อสังคม สิ่งแวดล้อม และตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

**การออกแบบแฟชั่นหมุนเวียน** (Fashion circular design)

หมายถึง แนวคิดในการจัดการปัญหาขยะแฟชั่นที่เกิดขึ้นทำให้เกิดธุรกิจใหม่ ๆ มีแนวทาง 3 ลักษณะ ได้แก่

1. ที่มาของวัตถุดิบและทรัพยากรการผลิตและการเลือกใช้เทคโนโลยีที่มีส่วนสำคัญในการนำทรัพยากรกลับเข้ามาในระบบ (Take-back system) และสามารถคงมูลค่าของวัตถุดิบหรือทรัพยากรในระบบไว้ให้นานที่สุด

2. โมเดลธุรกิจ จากเดิมผู้บริโภคจะเป็นผู้ซื้อเพียงอย่างเดียวแต่ในระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนผู้บริโภคจะเป็นผู้ถือครองทรัพยากรที่สามารถนำไปผลิตของได้ใหม่

3. วิสัยทัศน์ด้านความยั่งยืน

**นิเวศวิทยา** (Ecology)

หมายถึง การวิเคราะห์และการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่มีต่อกันและกัน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่มีกับสิ่งแวดล้อมแบบ ‘อชีวนะ’ (Abiotic) ของสิ่งมีชีวิตนั้น หัวข้อนักนิเวศวิทยามักสนใจจะรวมถึงความหลากหลายทางนิเวศวิทยา การกระจาย ปริมาณ (ชีวมวล) จำนวน (ประชากร) ของสิ่งมีชีวิต

## วิธีการดำเนินการวิจัย

**วิจัยข้อมูลความรู้เกี่ยวกับสีและจิตวิทยาของสี**

**1. ศึกษาข้อมูลการรับรู้เรื่องสีของมนุษย์**

ที่มาของแสง แหล่งกำเนิดแสงหรือต้นกำเนิดแสง และการส่องแสงมายังวัตถุทึบแสง โปร่งแสง หรือโปร่งใส ซึ่งจะมีผลทำให้เรามองเห็นสีจากการผ่านกระบวนการรับรู้และมองเห็น

1.1 ศาสตร์ของฟิสิกส์

1.2 ทฤษฎีสีพื้นฐานเชิงศิลปะ

**2. ความหมายของสี**

การส่งผ่านข้อมูลกระบวนการการรับรู้และมองเห็นทำให้มนุษย์เกิดการแปรความหมายด้วยกระบวนการวิเคราะห์โดยประสบการณ์ ความรู้และการประเมินอย่างเข้าใจของมนุษย์

**3. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสีผิวของมนุษย์**

3.1 โครงสร้างสีผิวพรรณ

3.1.1 กลุ่มผิวสี (Undertone)

3.1.2 กลุ่มผิวสีพื้นฐาน (Base color)

3.2 ลักษณะสีผิวพรรณเฉพาะของมนุษย์ ดำเนินการจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

3.2.1 กลุ่มสีผิวพรรณที่มีสีพื้นฐานเป็นสีเหลือง (Yellow undertone)

3.2.2 กลุ่มสีผิวพรรณที่มีสีพื้นฐานเป็นสีฟ้า (Blue undertone)

**วิจัยความรู้ข้อมูลเกี่ยวกับผิวพรรณของกลุ่มประชากรราชอาณาจักรไทย**

**1. ศึกษาและวิเคราะห์การแบ่งกลุ่มของสีผิวของกลุ่มประชากรไทย**

ศึกษาและวิเคราะห์การแบ่งกลุ่มของสีผิวของกลุ่มประชากรไทย ดำเนินการวิจัยด้วยเครื่องมือ 2 ชนิด ได้แก่ การทำแบบสอบถามเกี่ยวกับความเชื่อเรื่องสี การใช้เครื่องสำอาง รวมทั้งพฤติกรรมการแต่งตัวและการใช้เครื่องมือตรวจวัดค่าระดับสีผิวเมกซ์สมิทเทอร์ (Mexameter) เพื่อจุดประสงค์ในการวิเคราะห์ปริมาณเซลล์เม็ดสีเมลานิน ฮีโมโกลบิน และสภาพของผิวหนัง

1.1 กลุ่มช่วงอายุที่คาดการณ์ว่าสำคัญต่อการเข้าถึงนวัตกรรมการออกแบบสร้างสรรค์

1.1.1 กลุ่มตัวอย่างในช่วงอายุระหว่าง 20-25 ปี

1.1.2 จำนวนไม่ต่ำกว่า 400 ราย

1.2 กลุ่มคนในแต่ละภูมิภาคและความหลากหลายในระดับสีผิวของกลุ่มประชากรไทย

1.2.1 กลุ่มประชากรภาคเหนือ

1.2.2 กลุ่มประชากรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.2.3 กลุ่มประชากรภาคกลาง

1.2.4 กลุ่มประชากรภาคใต้

1.3 ความเชื่อเรื่องสีผิวพรรณของกลุ่มประชากรราชอาณาจักรไทย

**2. สรุปองค์ความรู้ข้อมูลเรื่องสีผิวพรรณของคนไทย**

2.1 ระดับความเข้มของสีผิวพรรณมนุษย์

2.1.1 ระดับที่ 1 ผิวขาวมาก

2.1.2 ระดับที่ 2 ผิวขาว

2.1.3 ระดับที่ 3 ผิวขาวเหลือง

2.1.4 ระดับที่ 4 ผิวสองสี

2.1.5 ระดับที่ 5 ผิวสีน้ำตาล

2.1.6 ระดับที่ 6 ผิวเข้มมาก

**ทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับเทคโนโลยีวัสดุชีวภาพเพื่อสร้างแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์**

**1. ข้อมูลและรายละเอียดทั่วไปของสารชีวภาพเซลลูโลส**

**2. การศึกษาและค้นหาวิธีการสร้างสรรค์วัสดุ**

มุ่งเน้นการได้ผลลัพธ์ คือ “วัสดุที่ใช้ทดแทน” และกำหนดใช้นวัตกรรมการนำแบคทีเรียมาใช้ผลิตวัสดุประเภทเส้นใยหรือสิ่งทอเพื่อแสดงรูปลักษณ์ออกมาในรูปของวัสดุชีวภาพ

2.1 ผลงานวิจัย ‘Melanin-Like Pigment Synthesis by Soil Bacillus weihenstephanensis Isolates from Northeastern Poland’

2.2 ผลงานวิจัย ‘Photoprotective Properties of Alpaca Fibre Melanin Reinforced by Rutile TiO2 Nanoparticles: A study on Wool Fabric’

2.3 ผลงานวิจัย ‘Designing and Transgenic Expression of Melanin Gene in Tobacco Trichome and Cotton Fibre’

2.4 ผลงานวิจัย ‘Recent advances and progress on melanin-like materials and their biomedical applications’

2.5 ผลงานวิจัย ‘Separation Identification and Analysis of Pigment (Melanin) Production in Streptomyces 180 Streptomyces Isolates’

2.6 ผลงานวิจัย ‘The Study on the Extraction of Natural Bacteria Producing Substance of which the Properties are Similar to Melanin in Humans’

2.7 ผลงานวิจัย ‘Selection of Pigment (Melanin) Production in Streptomyces and Their Application in Printing and Dyeing of Wool Fabrics’

2.8 ผลงานวิจัย ‘Research on Material Culture by Biological Principles, Concepts Created by Living Organisms: Bacteria from Tea’

2.9 ผลงานวิจัย ‘โครงการเพิ่มศักยภาพฐานข้อมูลอุตสาหกรรมฐานชีวภาพ หัวข้อเรื่องรายละเอียดข้อมูลสารเคมีชีวภาพประเภท เซลลูโลส’

2.10 ผลงานวิจัย ‘Structural Coloration of Textiles with High Colour Contrast Based on Melanin-like Nanospheres’

2.11 ผลงานวิจัย ‘A Melanin-Related Phenolic Polymer with Potent Photoprotective and Antioxidant Activities for Dermo-Cosmetic Applications’

2.12 ผลงานวิจัย ‘Molecular Identification and Antimicrobial Potential of Streptomyces Species from Nepalese Soil’

**3. การทดลองประดิษฐ์ด้วยสารตั้งต้นของการผลิตวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่ม**

**ทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับปรัชญาหรือสุนทรียศาสตร์ที่มีเนื้อหาเสริมสร้างให้เกิดความเคารพต่อธรรมชาติของบุคคลและความเป็นชาติพันธุ์ของตนเอง**

1. **ทฤษฎีจิตวิทยาการเห็นคุณค่าในตัวเอง** (Self-esteem)

   1.1 บทความ ‘The True Self: A Psychological Concept Distinct from the Self’

   1.2 พุทธปรัชญา ‘The Light of Asia’

   1.3 The Fitzpatrick Skin Prototype

2. **ศึกษารูปแบบและเนื้อหาของศิลปกรรม**

   ศิลปกรรมประเภทต่าง ๆ ที่แสดงออกถึงการเห็นคุณค่าในตัวเอง

   2.1 บทความ ‘Environment and the Arts: Perspectives on Environmental Aesthetics’

   2.2 บทความ ‘Green Aesthetics in Clothing’

   2.3 ทฤษฎีสี ‘Munsell Color System’

3. **สรุปความรู้และวิเคราะห์คุณค่าของศิลปกรรม**

   คุณค่าของศิลปกรรมประเภทต่าง ๆ ที่ส่งเสริมทัศนคติเกี่ยวกับความเคารพเรื่องรูปลักษณ์ที่มีมาตั้งแต่กำเนิดและการเป็นเครื่องมือเพื่อเสริมสร้างความมั่นใจในความงามส่วนบุคคล

**นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทน**

1. **ผลการทดลองด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากความรู้เชิงวิทยาศาสตร์**

   การสังเกตและพิจารณาสมบัติทางกายภาพและศักยภาพของเส้นใยชีวภาพและเมลานิน

   1.1 กระบวนการตระเตรียม

   1.2 กระบวนการการกำเนิดรูป

   1.3 กระบวนการการควบแน่น

   1.4 กระบวนการทำความสะอาดหรือชำระล้าง

   1.5 กระบวนการการลดรูป

2. **ผลการทดลองด้านการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของฐานทรัพยากรธรรมชาติ**

   การพัฒนาคุณสมบัติทางกายภาพและเพิ่มศักยภาพของนวัตกรรม

   2.1 กระบวนการตระเตรียม

   2.2 กระบวนการการกำเนิดรูป

   2.3 กระบวนการการควบแน่น

      2.3.1 ระยะที่ 1

      2.3.2 ระยะที่ 2

      2.3.3 ระยะที่ 3

2.4 กระบวนการทำความสะอาดหรือชำระล้าง

2.5 กระบวนการการลดรูป

**3. ผลการทดลองด้านสุนทรียศาสตร์เพื่อการออกแบบ**

3.1 เปรียบเทียบผลลัพธ์ด้านต่าง ๆ ของการทดลองครั้งที่ 1 และ 2

3.2 สังเกตวิกฤตปัญหาจากความงาม

3.3 การสร้างโอกาสด้วยความงาม

**4. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติและวิธีการการตรวจสอบคุณภาพนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน**

4.1 วิธีการตรวจสอบและประเมินผลนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนขั้นพื้นฐาน

4.1.1 วัสดุสิ่งทอทดแทน หมายเลข 1

4.1.2 วัสดุสิ่งทอทดแทน หมายเลข 2

4.1.3 วัสดุสิ่งทอทดแทน หมายเลข 3

4.1.4 วัสดุสิ่งทอทดแทน หมายเลข 4

4.2 วิธีการตรวจสอบและประเมินผลการประดิษฐ์นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนขั้นสูง

4.2.1 โครงสร้างของวัสดุสิ่งทอทดแทน

4.2.2 สมบัติของวัสดุสิ่งทอทดแทน

4.2.3 การตรวจสอบตามมาตรฐานสากล

**ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การออกแบบ**

**1. การสร้างสรรค์นวัตกรรมความรู้เชิงวิทยาศาสตร์**

1.1 สมมุติฐานการพัฒนาคุณสมบัติทางกายภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพการประดิษฐ์นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน

1.2 ปฏิบัติการทดลองคุณสมบัติทางกายภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพการประดิษฐ์นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน สูตรพัฒนา

1.3 การตรวจสอบและประเมินคุณสมบัติของนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน สำหรับสูตรพัฒนา

**2. การเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของฐานทรัพยากรธรรมชาติ**

2.1 การแสดงผลการวิเคราะห์สีเมลานินในวัสดุสิ่งทอทดแทน

2.1.1 ทฤษฎีวงจรสีมันเซล

2.1.2 ระบบสีเชิงพานิชย์แพนโทน

**3. สุนทรียศาสตร์แห่งการออกแบบ**

3.1 เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคตกับสาระสำคัญของเนื้อหาและการแสดงออก

3.2 การออกแบบวงจรการผลิตแฟชั่นหมุนเวียน

3.3 สัมพันธภาพระหว่างเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคตกับมนุษย์

**สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะนวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต**

**1. สรุปผลการวิจัย**

1.1 ขบถต่ออดีต : การสร้างสรรค์นวัตกรรมความรู้เชิงวิทยาศาสตร์

1.2 ปรับปัจจุบัน : การเพิ่มคุณค่าและมูลฐานทรัพยากรธรรมชาติ

1.3 สร้างคุณค่าใหม่ : สุนทรียศาสตร์แห่งการออกแบบ

**2. อภิปรายผลการวิจัย**

2.1 การเผยแพร่องค์ความรู้ด้านวิชาการ

2.1.1 วิเคราะห์ผลตอบรับ

2.2 การเผยแพร่องค์ความรู้ด้านการสร้างสรรค์

2.2.2 วิเคราะห์ผลตอบรับ

**3. ข้อเสนอแนะการวิจัย**

3.1 การขับเคลื่อนผลงานวิจัยร่วมกับนโยบายและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

3.2 การประยุกต์องค์ความรู้ด้านการวิจัยนวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต

## ประโยชน์ที่ได้รับ

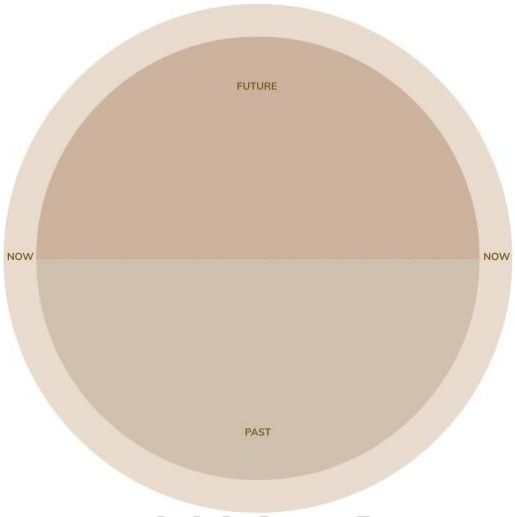
**1. องค์ความรู้วิทยานิพนธ์เพื่อรายงานการวิจัย** จำนวน 1 เล่ม

วิทยานิพนธ์ เรื่อง “นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” โดยมุ่งเน้นการสอดรับกับเป้าหมายของการพัฒนาประเทศแผนปัจจุบันสู่อนาคต ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 แนวทาง ได้แก่

1.1 แนวทางการสร้างสรรค์นวัตกรรมความรู้เชิงวิทยาศาสตร์

1.2 แนวทางการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของฐานทรัพยากรธรรมชาติ

1.3 สุนทรียศาสตร์แห่งการออกแบบ

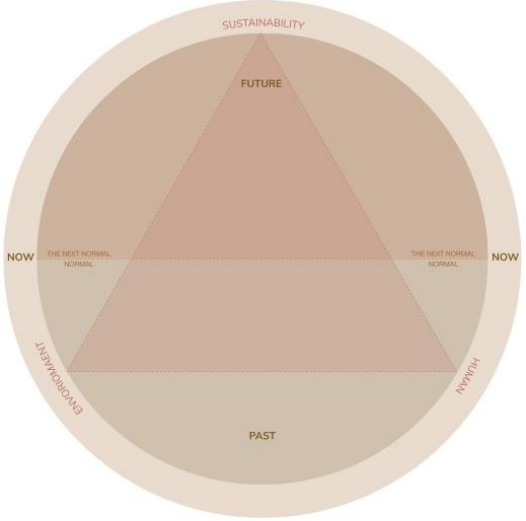



แผนภูมิวงกลมที่ 1 การวางเป้าหมายเพื่อให้ได้องค์ความรู้พัฒนาอนาคต (Nakpan, 2019)

**2. ผลผลิตนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน** จำนวนไม่ต่ำกว่า 50 ผืน

2.1 ตัวอย่าง “วัสดุสิ่งทอทดแทน” ประเภทเส้นใยชีวภาพ สร้างสรรค์จากการวิจัยและนวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานิน แสดงวงจรการออกแบบและกระบวนการผลิตแบบหมุนเวียน

2.2 ต้นแบบ “วัสดุสิ่งทอทดแทน” ประเภทเส้นใยชีวภาพ ความสำเร็จในการเสริมสร้างความสมดุลต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมด้วยปรัชญาแห่งการเคารพตนเอง ซึ่งการเห็นคุณค่าในความกลมกลืนกับธรรมชาติของสีผิวพรรณย่อมหมายถึงความเคารพในความเป็นชนชาติ

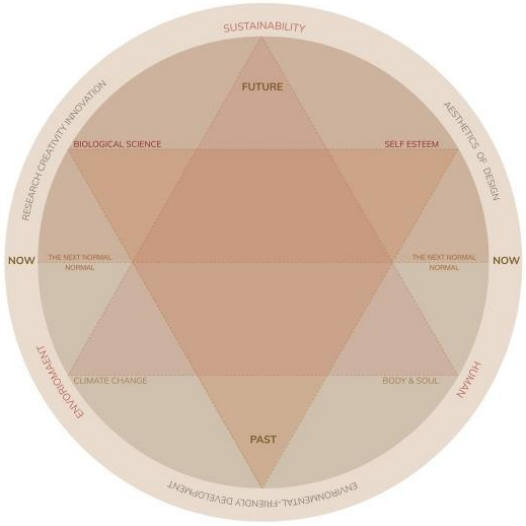



แผนภูมิวงกลมที่ 2 การวางเป้าหมายเพื่อให้ได้ผลผลิตเสริมสร้างความสมดุลต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมด้วยปรัชญาแห่งการเคารพตนเอง (Nakpan, 2019)

**3. ผลลัพธ์การออกแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต** จำนวนไม่ต่ำกว่า 15 ผลงาน

3.1 คอลเลคชั่นผลงานการออกแบบ “เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” รวมถึงประสิทธิผลของวัสดุสิ่งทอทดแทน

3.2 ศักยภาพของต้นแบบผลิตภัณฑ์สนับสนุนการเติบโตของเศรษฐกิจสร้างสรรค์ประเภทแฟชั่นหมุนเวียนเพื่อความยั่งยืน




แผนภูมิวงกลมที่ 3 การวางเป้าหมายเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่บริบูรณ์ของ ผลงานการออกแบบ “เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” (Nakpan, 2019)

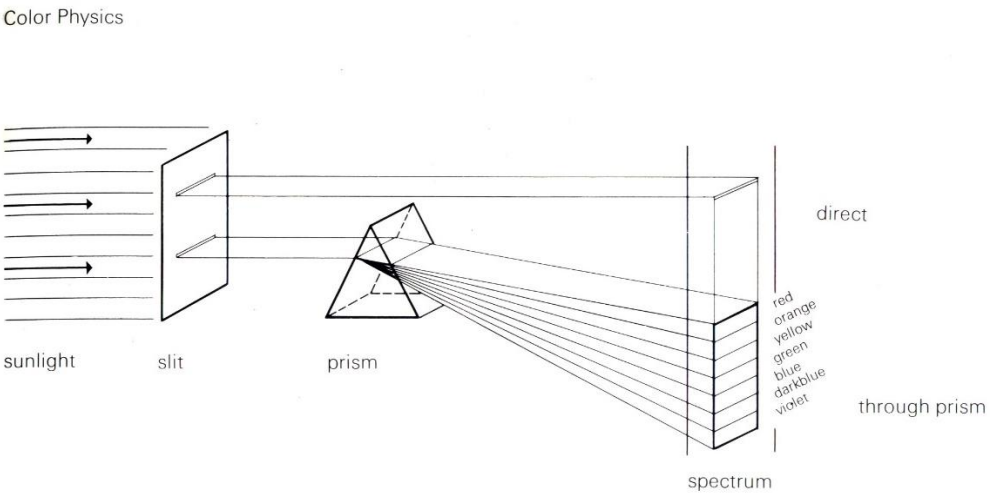
มหาวิทยาลัยศิลปากร

# บทที่ 2
# วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

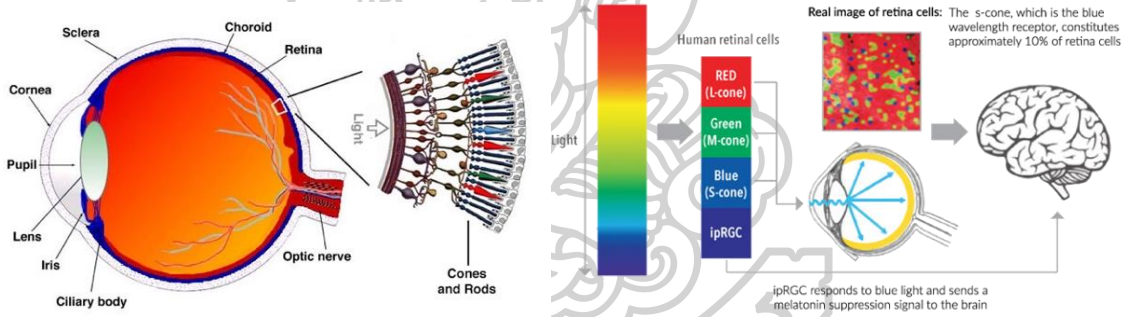
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งเน้นเรื่องการศึกษา วิจัย และทดลอง เพื่อค้นพบนวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ลำดับของการเข้าถึงข้อมูลที่สำคัญที่สุดในส่วนแรกของวิทยานิพนธ์คือวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เฉพาะอย่างยิ่งการสร้างสรรค์นวัตกรรมความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งส่วนการศึกษาข้อมูลและความรู้ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ศึกษาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับสีและจิตวิทยาของสี ศึกษาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับสีผิวพรรณของกลุ่มประชากรราชอาณาจักรไทย และแนวคิดทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย เนื่องด้วยข้อมูลการศึกษาวิจัยทั้งสามส่วนมีผลต่อการสร้างสรรค์วัสดุสิ่งทอทดแทนและการออกแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต

## ศึกษาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับสีและจิตวิทยาของสี

มนุษย์รับรู้สีได้จากการมองเห็นซึ่งมาจากแหล่งกำเนิดแสงและส่องมายังวัตถุ แสงจะถูกดูดกลืนไว้และสะท้อนมาสู่นัยน์ตามนุษย์โดยเดินทางผ่านไปยังเส้นประสาทและส่งข้อมูลไปสู่สมอง ทำให้มนุษย์สามารถรับรู้ความเป็นสี นัยน์ตาของมนุษย์มีความยืดหยุ่นสูง สามารถปรับการทำงานให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี ตัวอย่าง เมื่อมนุษย์มองต้นกำเนิดแสงจากโคมไฟ ตอนแรกมนุษย์จะรู้สึกว่ามีสีฟ้าอ่อน ๆ หรือสีเหลืองเจือปนอยู่ แต่ผ่านไปสักครู่หนึ่ง จะมองเห็นแสงเป็นสีขาวนวลตามปกติ หลักการพื้นฐานเรื่องการรับรู้นี้เป็นกระบวนการทำงานของสมองที่ประมวลผลให้เข้าใจถึงจิตวิทยาและความหมายของสีอีกด้วย ปรากฏการณ์ทางจิตวิทยานี้ (Coloring psychology) เป็นกระบวนการที่ทำให้มนุษย์รับรู้และเข้าใจสีจากการมองเห็น โดยสามารถจำแนกออกเป็น 2 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการมองเห็นสี (Color visualization) ถือเป็นกระบวนการที่มนุษย์สามารถแยกแยะและรับรู้สีต่าง ๆ ด้วยวิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างของสีแต่ละสี และกระบวนการรับรู้สีผ่านประสาทสัมผัส (Color perception) ซึ่งจักแปรเปลี่ยนจากการรับรู้เป็นกระบวนการแปลความหมายของสีอันส่งผลต่ออารมณ์และความรู้สึกด้านจิตใจ




ภาพที่ 6 Color physics แสดงที่มาของแสง แสดงแหล่งกำเนิดแสงส่องผ่านแท่งปริซึมเกิดการกระจายแตกออกของสีต่าง ๆ (Itten, 1973)



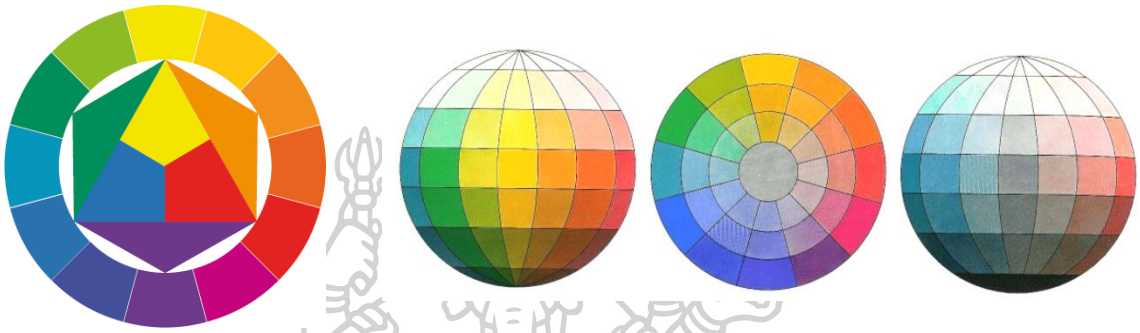

(ก) (ข)

ภาพที่ 7 ดวงตามนุษย์

(ก) ส่วนประกอบสำคัญของเซลล์แต่ละประเภทในดวงตามนุษย์ (BCM Families Foundation, 2019)

(ข) ความสัมพันธ์ระหว่างแสงกับกระบวนการมองเห็นของมนุษย์ (Ledrabrands, 2019)

ข้อมูลความรู้ที่สำคัญที่สุดของการรับรู้สีคือทฤษฎีสีพื้นฐาน (Basic color theory) ทฤษฎีสีพื้นฐาน หมายถึง สัมพันธภาพระหว่างการมองเห็นสีกับการรับรู้ของมนุษย์ เริ่มต้นจากการค้นพบการหักเหของแสงส่องผ่านแท่งปริซึมเกิดการกระจายแตกออกของสีต่าง ๆ อันได้แก่ สีแดง ส้ม เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม และม่วง จากการมองเห็นสีที่ได้จากแสงจะพบการผสมสี (Color mixing) ระหว่างแม่สี (Primary color) ความเป็นสีใกล้เคียงกันแปรเปลี่ยนเชื่อมโยงกันเป็นวงกลมหรือวงล้อสี (The color wheel)



(ก) (ข)

ภาพที่ 8 วงล้อสี (Color wheel)

(ก) แสดงวงล้อของการผสมสี (Itten, 1973)

(ข) แสดงความสัมพันธ์ของสี (Stanchev et al., 2003)

สีที่เรามองเห็นสามารถสื่อสารแทนภาษา ตลอดจนการรับรู้อารมณ์ความรู้สึกต่าง ๆ ให้มนุษย์เข้าใจ และอธิบายความหมาย เช่น ความสนุก ความเศร้า ความตื่นเต้น และความเหงา เป็นต้น ซึ่งนักออกแบบใช้สีในการถ่ายทอดแนวความคิดด้วยเทคนิคกระบวนการต่าง ๆ เพื่อสร้างการสื่อสารให้มนุษย์ได้รับรู้และเข้าใจ อาทิ การออกแบบโดยการใช้เทคนิคสีที่แตกต่างกันเพื่อขับเน้นหรือสร้างจุดสนใจให้มีความโดดเด่นแก่พื้นที่ที่นักออกแบบต้องการชี้นำ หรือจัดวางเพื่อกำหนดเป้าหมายในสิ่งที่สอดคล้องกับแนวความคิด

ส่วนใหญ่ผลงานออกแบบประเภทต่าง ๆ มักใช้สีขาว เทา หรือดำในการออกแบบ ซึ่งผลลัพธ์จะได้เพียงรูปลักษณ์พื้นฐานอันแสดงได้เพียงค่าระดับของความสว่างสีสูงและความสว่างสีต่ำเท่านั้น เนื่องจากเหตุผลของการได้มาของสีแต่ละสีนั้นค่อนข้างยาก อันเนื่องจากความสามารถสังเคราะห์ให้ได้สีมีความยากทำให้มีราคาสูง แต่ในปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อผลิตสีสันต่าง ๆ สีจึงถูก

นำมาใช้เป็นเครื่องมือเพื่ออธิบายความหมาย การแทนค่า หรือเปรียบเทียบค่าน้ำหนักอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และพัฒนาเป็นการสื่อความหมายเชิงจิตวิทยาที่ทุกคนสามารถรับรู้และเข้าใจตรงกัน ดังนั้น ปัจจุบันสีจึงกลายเป็นหัวใจสำคัญของมนุษย์ที่ใช้ในการสื่อสารและถ่ายทอดผลงานศิลปะและการออกแบบ นอกเหนือจากสิ่งที่กล่าวไป สียังมีความหมายที่แตกต่างกันในแต่ละวัฒนธรรมสังคม และภูมิประเทศ ตลอดจนมนุษย์ได้ถูกจำแนกออกเป็นระดับค่าความเป็นสีผิวพรรณในแต่ละเชื้อชาติอีกด้วย เฉพาะอย่างยิ่ง ในวงการแฟชั่นเครื่องนุ่งห่ม สีเป็นหัวใจสำคัญต่อการออกแบบแต่งกายของมนุษย์ ซึ่งสีสันต่าง ๆ จักมีความสอดคล้องกับฤดูกาลของอากาศ และมีสัมพันธภาพร่วมกับหลักคิดคาดคะเนจากพฤติกรรมและความต้องการขั้นพื้นฐานที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์ในสังคมมหภาค ซึ่งความนิยมมวลรวมของสีจักได้รับการวิเคราะห์และประกาศใช้จากผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ เพื่อกำหนดกระแสความนิยมสี (Color trend) และเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

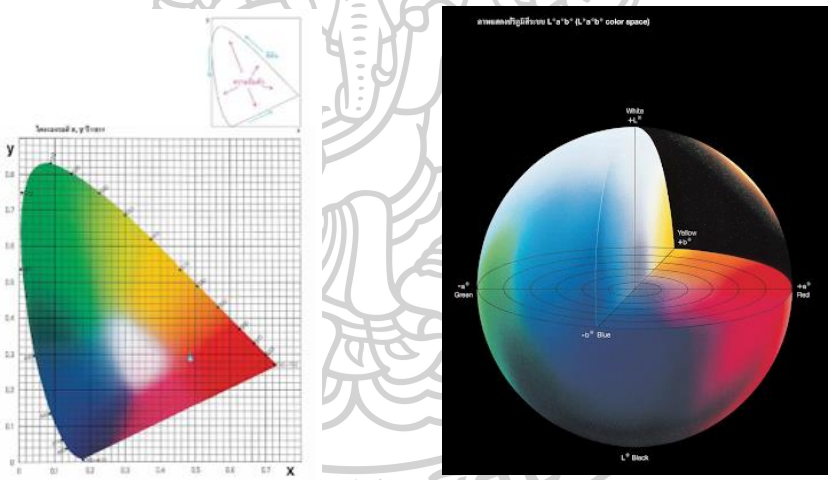
**ศึกษาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับสีผิวพรรณของกลุ่มประชากรราชอาณาจักรไทย**

การวิจัยความรู้ที่เป็นข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการวัดระดับค่าสีผิวพรรณของมนุษย์โดยปกติทั่วไปนั้น นักวิทยาศาสตร์อาศัยเครื่องมือวัดปริมาณเซลล์เม็ดสีเมลานินและเซลล์เม็ดเลือดฮีโมโกลบิน เรียกว่า เมกซ์สมิทเทอร์ (Mexameter) ยี่ห้อซีเค อิเล็คทรอนิกส์ (CK Electronic) รุ่นเมกซ์เอ็มเอ็กซ์ 18 (MX18) ซึ่งเครื่องมือดังกล่าว เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันมากในสาขาวิทยาศาสตร์เคมีและเภสัชกรรม เครื่องวัดสีผิวนี้มีคุณสมบัติตรวจวัดปริมาณเซลล์เม็ดสีเมลานิน ฮีโมโกลบิน และสภาพของผิวหนัง ลักษณะการทำงานของเครื่องมือจะมีส่วนปฏิบัติการตรวจวัดความเข้มของสีผิวหนังโดยจะแสดงระดับค่าสีผิวเป็นตัวเลขเพื่อบ่งบอกจำนวนปริมาณเซลล์เม็ดสีเมลานินและปริมาณเซลล์เม็ดเลือดฮีโมโกลบิน

ปัจจุบันมีเครื่องมือตรวจวัดปริมาณเซลล์เม็ดสีเมลานิน ฮีโมโกลบิน และสภาพของผิวหนัง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องวัดค่าสีผิวพรรณ สามารถประมวลผลจากการกำหนดค่าสีผิวโดยใช้หลักการวัดค่าไตรสติมูลัส (Tristumulus) เครื่องมือวัดสีโครมามิเตอร์ (Chroma Meter) จากผู้ผลิตโคนิก้า มินอลต้า (Konica Minolta) โดยใช้ระบบสีซีไออี แอล*เอ*บี (CIE L* a* b*) และเครื่องวัดการสะท้อนกลับของแสงแบบวงแคบ เครื่องมือวัดสีเดอร์มาสเปคโทรมิเตอร์ (DermaSpectrometer) จากผู้ผลิตคอร์เทกซ์ (Cortex) และเครื่องมือวัดสีเมกซ์สมิทเทอร์ (Mexameter) จากผู้ผลิตคัวราจ-คาซากะ (Courage-Khazaka) ใช้ดัชนี Erythema / Melanin โดยการวัดค่าไตรสติมูลัส ใช้หลักการพื้นฐานบนทฤษฎีการมองเห็นของตามนุษย์ที่มีความไวแสงต่อสี ได้แก่ แดง เขียว และน้ำเงิน ซึ่งจะมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับสมบัติของกลุ่มเซลล์รูปทรงกรวยที่ตำแหน่งจอตาหรือเรตินา (Retina) การทำรูปแบบความเข้าใจสีที่มองเห็นด้วยสายตา (Color-matching function) เป็นการสร้างปริภูมิสี (Color space) และคำนวณหา ค่าสัมประสิทธิ์สี (Chromaticity

coefficients) CIE ได้พัฒนาระบบปริภูมิสีในปี ค.ศ. 1931 เป็นรูปกราฟสองมิติ เรียกว่า ปริภูมิสี Yxy (Yxy Color space) ทั้งนี้ค่า Y หมายถึงความสว่าง (Lightness) และ xy เป็นค่าไดอะแกรม (Diagram) แบบสองมิติ (ภาพที่ 9ก)

ระบบสี L*a*b* เป็นระบบการบรรยายสีแบบสามมิติ และเป็นอีกระบบหนึ่งที่นิยมกันมากในการนำมาใช้วัดค่าสีและใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดในหลายๆ วงการ โดยปริภูมิสีเป็นประเภทที่มีสเกลสม่ำเสมอ ในระบบสี L*a*b* นี้ ค่า L* จะหมายถึงความสว่าง ส่วน a* และ b* จะเป็นค่าสัมประสิทธิ์สี ดังแสดงในรูปด้านบน ไดอะแกรมดังกล่าว ค่า a* และ b* จะบอกทิศทางของสี เช่น +a* หมายถึง อยู่ในทิศของสีแดง -a* หมายถึงอยู่ในทิศของสีเขียว, +b* หมายถึงอยู่ในทิศของสีเหลือง และ –b* หมายถึงอยู่ในทิศของสีน้ำเงิน เมื่อค่า a* และ b* เพิ่มขึ้นและจุดดังกล่าวเคลื่อนที่ออกจากศูนย์กลางความอิ่มตัวของสีก็จะเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 9ข) ซึ่งแสดงให้เห็นค่าสีต่าง ๆ ของปริภูมิสี L*a*b* อย่างชัดเจน (Animatio and technology, 2019)




(ก) (ข)

ภาพที่ 9 ระบบการบรรยายระดับค่าสีผิวพรรณมนุษย์แบบสามมิติ

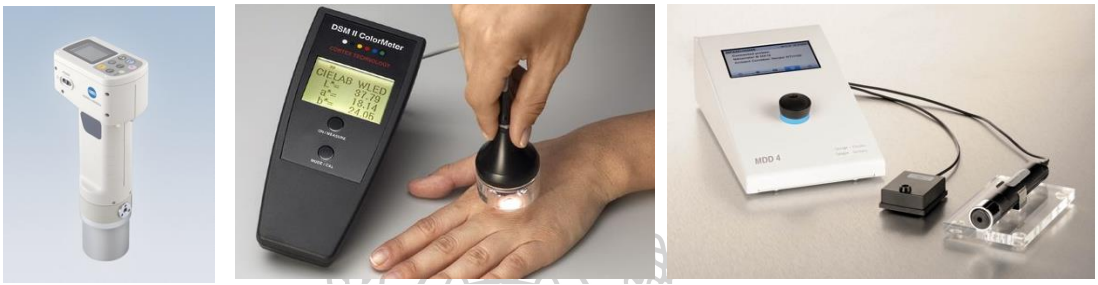
(ก) ไดอะแกรมแสดงปริภูมิสีของค่าไตรสติมูลัส

(ข) ระบบสีแอล*เอ*บี (L*a*b*)

(Nirvana, 2013)

การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการวัดระดับค่าสีผิวพรรณของมนุษย์ที่มีมาตรฐานในระดับสากล รวมทั้งราชอาณาจักรไทยอาศัยความสามารถของเครื่องมือทั้งสาม โดยการใช้วิธีการวัดสีแบบเปรียบเทียบได้ดำเนินการครั้งแรกในหลอดทดลองบนแผนภูมิสีที่ได้มาตรฐานและต่อมาในร่างกายบนพื้นที่ผิวที่แตกต่างกันในอาสาสมัครของมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงสีผิวที่เกิดจากการทำเคมีกายภาพและ

เคมีก็ถูกประเมินด้วยเครื่องมือทั้งสาม ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าความสามารถในการทำซ้ำทั้งในหลอดทดลองและในร่างกายรวมถึงความไวของเครื่องมือทั้งสามนั้นค่อนข้างดี อาทิ การเกิดผื่นแดงและผิวหนังที่ถูกน้ำร้อนลวกสามารถวัดปริมาณได้อย่างง่ายดายโดยการเพิ่มขึ้นของพารามิเตอร์ *และดัชนีผื่นแดงของเครื่องวัดการสะท้อนกลับอย่างง่ายด้วยระบสีของ L*a*b* และดัชนีเมลานิน (Clarys et.al, 2019)




(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 10 เครื่องวัดสีผิวพรรณมนุษย์

(ก) เครื่องมือวัดสีโครมามิเตอร์ (CR-410 Chroma Meter) (Konica Minolta Sensing Americas, 2019)

(ข) เครื่องวัดสีผิว (DermaSpectrometer) (Virtual Expo Group, 2019)

(ค) เครื่องวัดสีผิว (Mexameter®MX18) (Courage+Khazaka electronic GmbH, 2019)

ในประเทศไทย มีเครื่องวัดสีผิวพรรณอยู่ 2 ชนิด คือ เครื่องมือวัดสีโครมามิเตอร์ (Chroma Meter) (ภาพที่ 10ก) และเครื่องเมกซ์สมิทเทอร์ (Mexameter) (ภาพที่ 10ค) มีจุดประสงค์เพื่อการทดลองและวิเคราะห์ปริมาณเซลล์เม็ดสีเมลานิน ฮีโมโกลบิน และสภาพของผิวหนัง เป็นเครื่องมือที่มุ่งเน้นการค้นคว้าหาผลลัพธ์เพื่อสนับสนุนการผลิตของผลิตภัณฑ์เวชสำอาง หรือพัฒนาคุณภาพของครีมบำรุงผิวและเครื่องสำอางที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค นอกจากนี้ ยังมีผลงานวิจัยยืนยันว่า มนุษย์ในช่วงอายุระหว่าง 20-25 ปี เป็นช่วงอายุที่มนุษย์มีเซลล์เม็ดสีของมนุษย์มีความเจริญเติบโตและสมบูรณ์เต็มที่ที่สุด ดังนั้น ลำดับของการศึกษาเพื่อค้นพบค่าสีผิวพรรณของกลุ่มประชากรในราชอาณาจักรไทย จึงเริ่มต้นจากการศึกษาและวิเคราะห์กลุ่มประชากรทั่วประเทศ

การศึกษาและวิเคราะห์การแบ่งกลุ่มสีผิวพรรณของกลุ่มประชากรไทยเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ช่วงอายุของกลุ่มอาสาสมัครที่อยู่ในขอบข่ายของกลุ่มเจเนอเรชั่น วาย (Generation Y) (ภาพที่ 11ข) และเจเนอเรชั่น ซี (Generation Z) เนื่องจากกลุ่มเจเนอเรชั่นวายคือบุคคลที่เกิดระหว่างปีพุทธศักราช 2524–2543 และกลุ่มเจเนอเรชั่นซีนับเริ่มต้นจากบุคคลที่เกิดภายหลังปีพุทธศักราช 2540 เป็นต้นไป ทั้งสองกลุ่มมีคุณลักษณะเด่นที่ใกล้เคียงกัน เมื่อศึกษาลงไปในรายละเอียดของทัศนคติ บุคลิกภาพด้านต่าง ๆ และค่านิยม อันส่งผลต่อวิถีชีวิตในแต่ละเจเจอเรชั่นแล้ว จักเห็นได้ว่า กลุ่มเจเนอเรชั่นซีมีคุณลักษณะสำคัญเหมาะสมกับการเป็นกลุ่มประชากรศึกษาในครั้งนี้มากที่สุด ส่วนกลุ่มเจเนอเรชั่นซีเจริญเติบโตมาพร้อมกับสิ่งอำนวยความสะดวกมากมายและแวดล้อมด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ ซึ่งความพรั่งพร้อมทั้งหมดมีผลต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านสารสนเทศที่รวดเร็วกอปรกับอุปนิสัยรักความท้าทาย มีทัศนคติเปิดกว้างต่อสิ่งใหม่ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ดี อุปนิสัยดังกล่าวจึงเอื้อให้บุคคลเหล่านี้มีความตื่นตัวต่อแนวคิดนอกกรอบและการให้ความสำคัญต่อนวัตกรรมใหม่ ๆ ในด้านต่าง ๆ อันเสริมสร้างให้การดำรงชีวิตของพวกเขามีความทันสมัย เฉพาะอย่างยิ่ง กลุ่มเจเนเรชั่นซีจักให้ความสนใจในเรื่องของนวัตกรรม การตั้งคำถามต่อสิ่งรอบตัวเพื่อจักก้าวไปข้างหน้าอย่างมั่นคงบนเส้นทางของพวกเขาด้วยการค้นพบด้วยตนเองและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่ไม่เคยมีอยู่มาก่อน จึงเห็นได้ว่า กลุ่มประชากรเจเนอเรชั่นซี มีความเหมาะสมในการเป็นกลุ่มประชากรศึกษาด้านข้อมูลทางด้านผิวพรรณ ข้อมูลพื้นฐานด้านพฤติกรรมการใช้ชีวิต ความคิดอ่าน รสนิยม และความต้องการสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

(ก)

(ข)

ภาพที่ 11 แสดงภาพรวมของผู้คน

(ก) ผู้คนในเจเนอเรชั่นต่าง ๆ (Mueangthum, 2018)

(ข) วิถีการใช้ชีวิตของผู้คนเจเนอเรชั่นวาย (Thailand Creative Center, 2019)

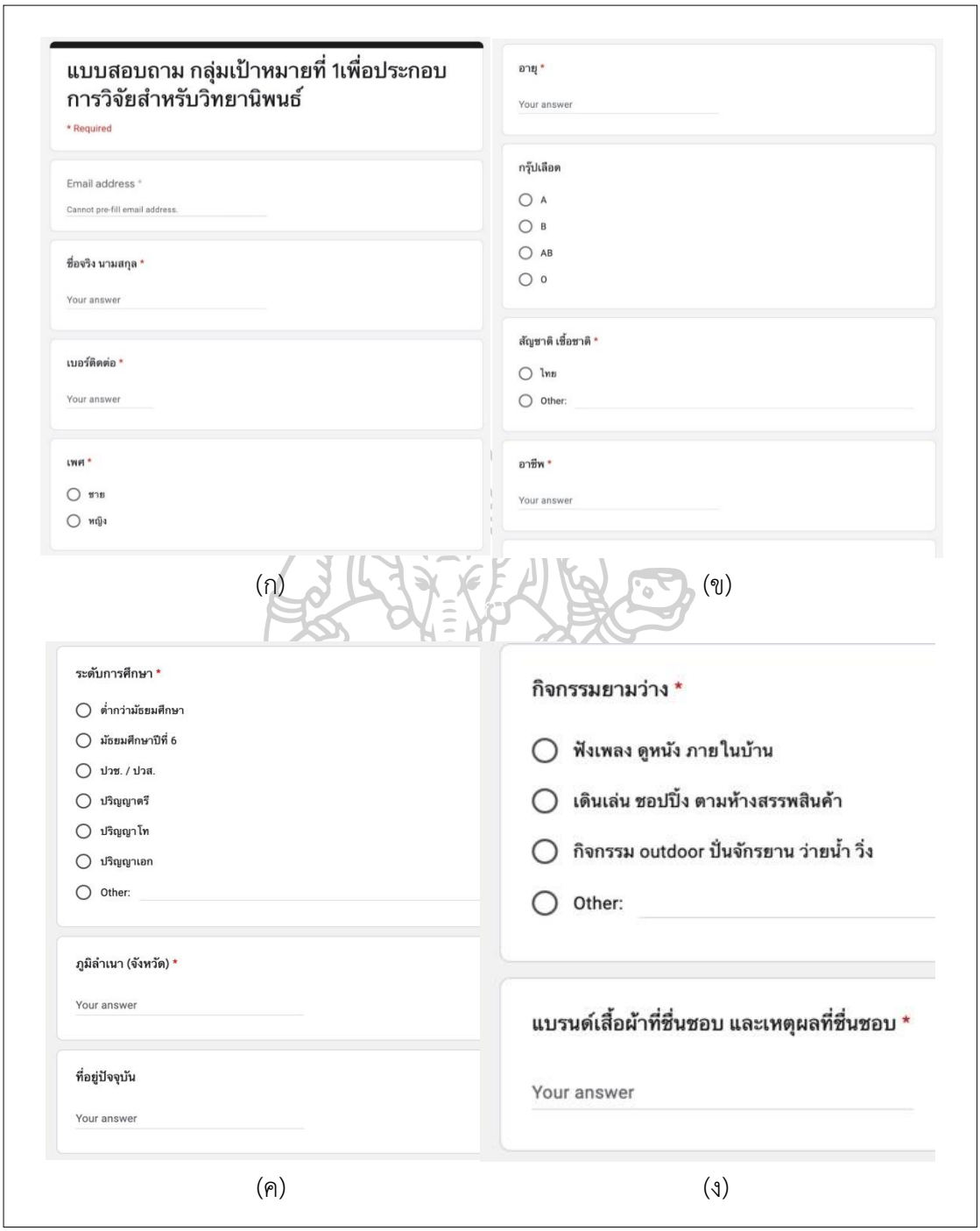
ส่วนการศึกษาและวิเคราะห์การแบ่งกลุ่มสีผิวของกลุ่มประชากรไทยดำเนินการวิจัยด้วยเครื่องมือ 2 ชนิด ได้แก่ แบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมและรสนิยม นอกจากนี้ คือ การใช้เครื่องมือตรวจวัดค่าระดับสีผิวเมกซ์สมิทเทอร์ (Mexameter) หรือเครื่องมือตรวจวัดค่าระดับสีผิวมนุษย์แบบพกพา (CapSure) เพื่อจุดประสงค์ในการวิเคราะห์ปริมาณเซลล์เม็ดสีเมลานิน ฮีโมโกลบิน และสภาพของผิวหนัง

**เครื่องมือชนิดที่ 1 แบบสอบถาม**

ประกอบด้วยประเด็นสำคัญ จำนวน 3 ประเด็น ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล (ร้อยละ 20) รสนิยมเรื่องสีสันกับการแต่งตัวและการใช้เครื่องสำอาง (ร้อยละ 40) รวมถึงพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวัน (ร้อยละ 40)

ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยศิลปากร



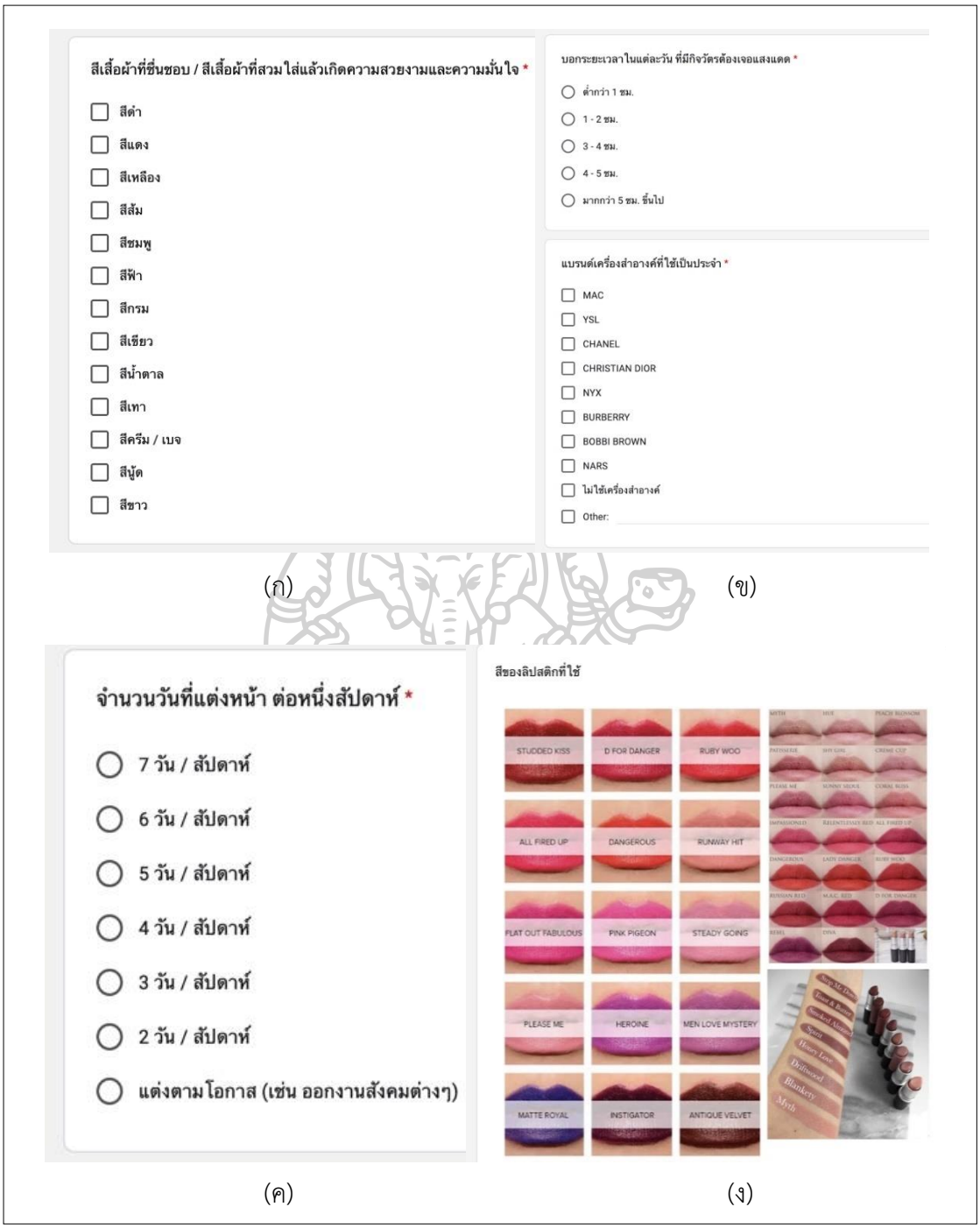

ภาพที่ 12 แสดงแบบชุดคำถามของเครื่องมือชนิดที่ 1 แบบสอบถาม

(ก) ข้อมูลส่วนตัว ; ชื่อนามสกุล เบอร์โทรศัพท์ และเพศ

(ข) ข้อมูลส่วนตัว ; อายุ กรุ๊ปเลือด สัญชาติ และอาชีพ

(ค) ข้อมูลส่วนตัว ; ระบุระดับการศึกษา ภูมิลำเนา และที่อยู่ปัจจุบัน

(ง) คุณลักษณะหรือตัวแปรชี้วัด ; กิจกรรมยามว่าง แบรนด์เสื้อผ้า และเหตุผลที่ชื่นชอบ (Nakpan, 2019)




ภาพที่ 13 แสดงคำถามของเครื่องมือชนิดที่ 1

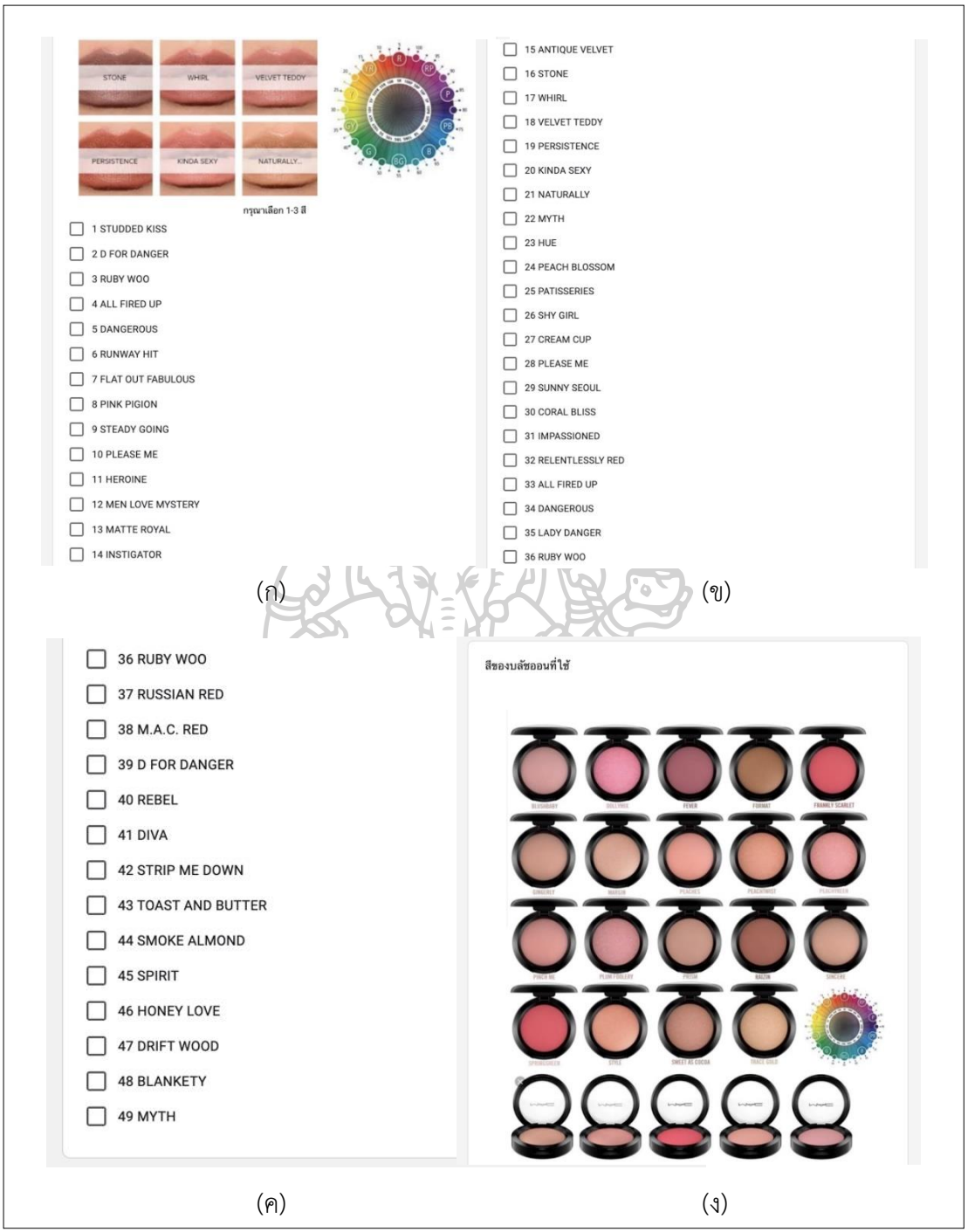
(ก) ปลายปิด ; สีเสื้อผ้าที่ชื่นชอบ และสีสวมใส่เกิดความมั่นใจ

(ข) ปลายปิด ; ระยะเวลาที่ร่างกายเจอแสงแดด แบรนด์เครื่องสำอางที่ใช้เป็นประจำ

(ค) ปลายปิด ; จำนวนวันที่แต่งหน้าต่อหนึ่งสัปดาห์

(ง) ปลายปิด ; สีลิปสติกที่ชอบ หรือใช้ ส่วนที่ 1 จากทั้งหมด 4 ส่วน

(Nakpan, 2019)




ภาพที่ 14 แสดงคำถามของเครื่องมือชนิดที่ 1 แบบสอบถาม

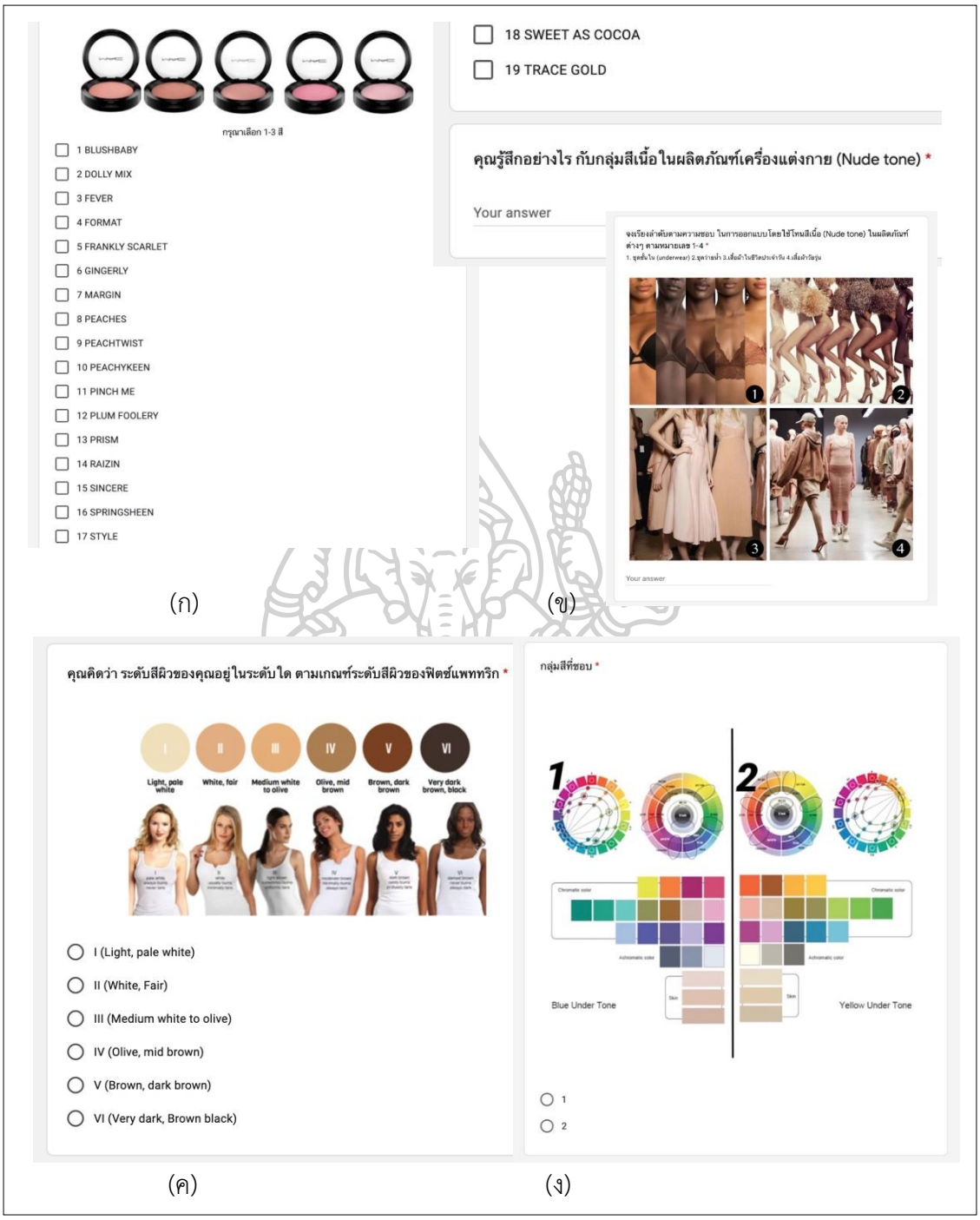
(ก) ปลายปิด ; สีลิปสติกที่ชอบ หรือใช้ ส่วนที่ 2 จากทั้งหมด 4 ส่วน

(ข) ปลายปิด ; สีลิปสติกที่ชอบ หรือใช้ ส่วนที่ 3 จากทั้งหมด 4 ส่วน

(ค) ปลายปิด ; สีลิปสติกที่ชอบ หรือใช้ ส่วนที่ 4 จากทั้งหมด 4 ส่วน

(ง) ปลายปิด ; สีบลัชออนที่ใช้ ส่วนที่ 1 จากทั้งหมด 3 ส่วน

(Nakpan, 2019)




ภาพที่ 15 แสดงคำถามของเครื่องมือชนิดที่ 1 แบบสอบถาม

(ก) ปลายปิด ; สีบรัชออนที่ใช้ ส่วนที่ 2 จากทั้งหมด 3 ส่วน

(ข) ปลายปิด ; สีบรัชออนที่ใช้ จากทั้งหมด 3 ส่วน และความรู้สึกต่อเสื้อผ้าสีนู้ด

(ค) ปลายปิด ; ระดับสีผิวของตนเองตามเกณฑ์ของสีผิวพรรณทฤษฎีฟิทซ์แพททริค

(ง) ปลายปิด ; เลือกกลุ่มสีผิวพรรณพื้นฐานระหว่างสีน้ำเงินและกลุ่มสีเหลือง

(Nakpan, 2019)

**เครื่องมือชนิดที่ 2 การเก็บข้อมูลการวัดค่าระดับสีผิวพรรณ**

การศึกษาและวิเคราะห์กลุ่มสีผิวของกลุ่มประชากรไทย แบ่งออกเป็น 4 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ โดยแต่ละภูมิภาคคัดเลือกประชากรกลุ่มตัวอย่างในช่วงอายุระหว่าง 20-25 ปี จำนวน 100 ราย รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 400 ราย

(ก) (ข) (ค) (ง)

ภาพที่ 16 แสดงภาพการเก็บข้อมูลสีผิวพรรณของอาสาสมัครที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในภูมิภาคต่าง ๆ
(ก) ภาคเหนือ (ข) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
(ค) ภาคกลาง (ง) ภาคใต้
(Nakpan, 2019)

มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**1. กลุ่มคนในแต่ละภูมิภาคและความหลากหลายในระดับสีผิวของกลุ่มประชากรไทย**

1.1 กลุ่มประชากรภาคเหนือ

กลุ่มประชากรภาคเหนือ มีช่วงอายุระหว่าง 20-25 ปี จำนวนทั้งสิ้น 100 ราย แบ่งออกเป็นเพศชาย จำนวน 28 ราย เพศหญิง จำนวน 72 ราย กลุ่มประชากรภาคเหนือมีค่าระดับสีผิวตามทฤษฎีฟิทซ์แพททริค อยู่ในกลุ่มระดับ 3 (Medium white to olive) สามารถระบุกรุ๊ปเลือดดังนี้ กรุ๊ปเลือดเอ จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 14 คน เอบี จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 8 คน บี จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 33 คน และโอ จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 45 คน กลุ่มประชากรส่วนใหญ่อยู่ในวัยกำลังศึกษาระดับอุดมศึกษา โดยส่วนมากมีกิจกรรม คือ ฟังเพลงและชมภาพยนตร์ที่บ้าน จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 83 คน กลุ่มประชากรดังกล่าวทำกิจวัตรในแต่ละวันที่ต้องเจอกับแสงแดดสามารถแบ่งระยะเวลาออกเป็นจำนวนต่ำกว่า 1 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นร้อยละ 8 คน ระยะเวลาประมาณ 1 ถึง 2 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นร้อยละ 33 คน ระยะเวลาประมาณ 3 ถึง 4 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 37 คนระยะเวลาประมาณ 5 ถึง 6 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นร้อยละ 13 คน และระยะเวลาที่มากกว่า 6 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นร้อยละ 9 คน

กลุ่มประชากรที่มีการใช้เครื่องสำอางและแต่งหน้าตามวาระโอกาส มีจำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 56 คน กลุ่มประชากรที่มีการใช้เครื่องสำอางและแต่งหน้าระยะเวลา 5 วัน ในหนึ่งสัปดาห์มีจำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 17 คน และกลุ่มประชากรที่มีการใช้เครื่องสำอางและแต่งหน้าระยะเวลา 7 วัน มีจำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 14 คน ส่วนแบรนด์เครื่องสำอางที่ได้รับความนิยม มีรายนามดังต่อไปนี้ ได้แก่ นิกซ์ (NYX), บ็อบบี้ บราวน์ (Bobbi Brown) และแม็ค (MAC) ซึ่งสามารถระบุสีลิปสติก ได้แก่ รูบี วู (Ruby Woo), แดนเจอรัส (Dangerous) และสตัดด์ คีส (Studded Kiss) และสีบรัชออนสำหรับทาแก้ม ได้แก่ พีชเชส (Peaches), แฟรงค์กีล์ สกาเล็ท (Frankly Scarlet) และสปริงชีน (Springsheen) โดยลำดับ

กลุ่มประชากรจำนวนดังกล่าวมีแนวทางในการแต่งตัวตามลักษณะความพึงพอใจ ซึ่งสีที่ระบุ ได้แก่ สีดำ (Black color) คิดเป็นร้อยละ 36 สีขาว (White color) คิดเป็นร้อยละ 24 สีกรมท่า (Navy color) คิดเป็นร้อยละ 17 สีเบจ (Beige color) คิดเป็นร้อยละ 15 และสีนู้ด (Nude color) คิดเป็นร้อยละ 8 นอกเหนือจากนี้ กลุ่มประชากรดังกล่าวยังมีความชื่นชอบต่อกลุ่มสีน้ำตาลพื้นฐานของสีผิวพรรณมนุษย์ ทำให้เกิดแนวโน้มของทัศนคติที่ดีที่มีต่อแนวทางการออกแบบเครื่องแต่งกายในกลุ่มสีเนื้อ

(ก) (ข) (ค) (ง)

ภาพที่ 17 แสดงภาพการเก็บข้อมูลสีผิวพรรณของอาสาสมัครที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในภาคเหนือ
(ก) ผู้วิจัยกำลังชี้แจงรายละเอียดของการใช้เครื่องมือ
(ข) บรรยากาศภายในสถานที่เก็บข้อมูล
(ค) กลุ่มเป้าหมายกำลังตอบแบบสอบถามผ่านอุปกรณ์มือถือ
(ง) กลุ่มเป้าหมายกำลังตอบแบบสอบถามผ่านอุปกรณ์มือถือ
(Nakpan, 2019)

1.2 กลุ่มประชากรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กลุ่มประชากรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีช่วงอายุระหว่าง 20-25 ปี จำนวนทั้งสิ้น 100 คน แบ่งออกเป็นเพศชาย จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 69 คน เพศหญิง จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 31 คน กลุ่มประชากรภาคเหนือ มีค่าระดับของสีผิวตามทฤษฎีฟิทซ์แพททริคอยู่ในระดับ 3 และ 4 (Olive, Mid Brown) สามารถระบุกรุ๊ปเลือด ดังนี้ กรุ๊ปเลือดเอ จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 25 คน เอบี จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 29 คน บี จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 34 คน และโอ จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 37 คน กลุ่มประชากรส่วนใหญ่อยู่ในวัยกำลังศึกษาระดับอุดมศึกษา โดยส่วนมากมีกิจกรรม คือ ฟังเพลงและชมภาพยนตร์ที่บ้าน จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 74 คน กลุ่มประชากรดังกล่าวทำกิจวัตรในแต่ละวันที่ต้องเจอกับแสงแดดสามารถแบ่งระยะเวลาออกเป็นจำนวนต่ำกว่า 1 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นร้อยละ 22 คน ระยะเวลาประมาณ 1 ถึง 2 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นร้อยละ 45 คน ระยะเวลาประมาณ 3 ถึง 4 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นร้อยละ 17 คน ระยะเวลาประมาณ 5 ถึง 6 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นร้อยละ 10 คน และระยะเวลาที่มากกว่า 6 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรร้อยละ 6 คน กลุ่มประชากรที่มีการใช้เครื่องสำอางและแต่งหน้าตามวาระโอกาสมีจำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 42 คน กลุ่มประชากรที่มีการใช้เครื่องสำอางและแต่งหน้าระยะเวลา 5 วันในหนึ่งสัปดาห์มีจำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 20 คน และกลุ่มประชากรที่มีการใช้เครื่องสำอางและแต่งหน้าระยะเวลา 7 วัน มีจำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 19 คน ส่วนแบรนด์เครื่องสำอางที่ได้รับความนิยม มีรายนามดังต่อไปนี้ ได้แก่ นิกซ์ (NYX), แม็ค (MAC) และดิออร์ (Dior) ซึ่งสามารถระบุสีลิปสติก ได้แก่ เพอร์สิสแท็นซ์ (Persistence), สตัดด์ คีส (Studded Kiss) และรูบี วู (Ruby Woo) และสีบรัชออนสำหรับทาแก้ม ได้แก่ พีชเชส (Peaches), สปริงชีน (Springsheen) และสไตล์ (Style) โดยลำดับกลุ่มประชากรจำนวนดังกล่าวมีแนวทางในการแต่งตัวตามลักษณะความพึงพอใจ ซึ่งสีที่ระบุ ได้แก่ สีดำ คิดเป็นร้อยละ 40 สีขาว คิดเป็นร้อยละ 27 และสีกรมท่า คิดเป็นร้อยละ 19 สีเบจ คิดเป็นร้อยละ 11 และสีนู้ดคิดเป็นร้อยละ 3 นอกเหนือจากนี้ กลุ่มประชากรดังกล่าวยังมีความชื่นชอบต่อกลุ่มสีน้ำตาลพื้นฐานของสีผิวพรรณมนุษย์ ทำให้เกิดแนวโน้มของทัศนคติที่ดีที่มีต่อแนวทางการออกแบบเครื่องแต่งกายในกลุ่มสีเนื้อ

(ก) (ข) (ค) (ง)

ภาพที่ 18 แสดงภาพการเก็บข้อมูลสีผิวพรรณของอาสาสมัครที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

(ก) ผู้วิจัยกำลังใช้เครื่องมือวัดสีผิวพรรณกลุ่มเป้าหมาย

(ข) บรรยากาศภายในสถานที่เก็บข้อมูล

(ค) บรรยากาศภายในสถานที่เก็บข้อมูล

(ง) ผู้วิจัยกำลังใช้เครื่องมือวัดสีผิวกลุ่มเป้าหมาย

(Nakpan, 2019)

1.3 กลุ่มประชากรภาคกลาง

กลุ่มประชากรภาคกลาง มีช่วงอายุระหว่าง 20-25 ปี จำนวนทั้งสิ้น 100 คน แบ่งออกเป็นเพศชาย จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 11 คน เพศหญิง จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 89 คน กลุ่มประชากรภาคเหนือ มีค่าระดับสีผิวตามทฤษฎีฟิทซ์แพททริคอยู่ในกลุ่มระดับ 3 สามารถระบุกรุ๊ปเลือด ดังนี้ กรุ๊ปเลือดเอ จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 19 คน เอบี จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 6 คน บี จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 35 คน และโอ จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 40 คนกลุ่มประชากรส่วนใหญ่อยู่ในวัยกำลังศึกษาระดับอุดมศึกษา โดยส่วนมากมีกิจกรรม คือ ฟังเพลงและชมภาพยนตร์ที่บ้าน จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 56 คน กลุ่มประชากรดังกล่าวทำกิจวัตรในแต่ละวันที่ต้องเจอกับแสงแดด สามารถแบ่งระยะเวลาออกเป็นจำนวนต่ำกว่า 1 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นร้อยละ 19 คน ระยะเวลาประมาณ 1 ถึง 2 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นร้อยละ 44 คน ระยะเวลาประมาณ 3 ถึง 4 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นร้อยละ 26 คน ระยะเวลาประมาณ 5 ถึง 6 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นร้อยละ 7 คน และระยะเวลาที่มากกว่า 6 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นร้อยละ 4 คน กลุ่มประชากรที่มีการใช้เครื่องสำอางและแต่งหน้าตามวาระโอกาส มีจำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 25 คน กลุ่มประชากรที่มีการใช้เครื่องสำอางและแต่งหน้าระยะเวลา 5 วัน ในหนึ่งสัปดาห์ มีจำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 27 คน และกลุ่มประชากรที่มีการใช้เครื่องสำอางและแต่งหน้าระยะเวลา 7 วัน มีจำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 18 คน ส่วนแบรนด์เครื่องสำอางที่ได้รับความนิยม มีรายนามดังต่อไปนี้ ได้แก่

นิกซ์ (NYX), แม็ค (MAC) และนาร์ส (NARS) ซึ่งสามารถระบุสีลิปสติก ได้แก่ เพอร์สิสแท็นซ์ (Persistence), สตัดด์ คีส (Studded Kiss) และ วีลเวอร์ เทดดี (Velver Teddy) และสีบรัชออนสำหรับทาแก้ม ได้แก่ พีชเชส (Peaches), แฟรงค์กีล์ สกาเล็ท (Frankly Scarlet) และสปริงชีน (Springsheen) โดยลำดับ กลุ่มประชากรจำนวนดังกล่าวมีแนวทางในการแต่งตัวตามลักษณะความพึงพอใจ ซึ่งสีที่ระบุ ได้แก่ สีดำ คิดเป็นร้อยละ 38 สีขาว คิดเป็นร้อยละ 21 สีกรมท่า คิดเป็นร้อยละ 14 สีเบจ คิดเป็นร้อยละ 17 และสีนู้ด คิดเป็นร้อยละ 10 นอกเหนือจากนี้ กลุ่มประชากรดังกล่าวยังมีความชื่นชอบต่อกลุ่มสีน้ำตาลพื้นฐานของสีผิวพรรณมนุษย์ ทำให้เกิดแนวโน้มของทัศนคติที่ดีที่มีต่อแนวทางการออกแบบเครื่องแต่งกายในกลุ่มสีเนื้อ

(ก) (ข) (ค) (ง)

ภาพที่ 19 แสดงภาพการเก็บข้อมูลสีผิวพรรณของอาสาสมัครที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในภาคกลาง
(ก) ผู้วิจัยกำลังใช้เครื่องมือวัดสีผิวพรรณกลุ่มเป้าหมาย
(ข) บรรยากาศภายในสถานที่เก็บข้อมูล
(ค) ผู้วิจัยกำลังใช้เครื่องมือวัดสีผิวพรรณกลุ่มเป้าหมาย
(ง) ผู้วิจัยกำลังใช้เครื่องมือวัดสีผิวพรรณกลุ่มเป้าหมาย
(Nakpan, 2019)

1.4 กลุ่มประชากรภาคใต้

กลุ่มประชากรภาคใต้ มีช่วงอายุระหว่าง 20-25 ปี จำนวนทั้งสิ้น 100 คน แบ่งออกเป็นเพศชาย จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 42 คน เพศหญิง จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 58 คน กลุ่มประชากรภาคเหนือ มีค่าระดับสีผิวตามทฤษฎีฟิทซ์แพททริคอยู่ในกลุ่มระดับ 4 สามารถระบุกรุ๊ปเลือดดังนี้ กรุ๊ปเลือดเอ จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 28 คน เอบี จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 15 คน บี จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 27 คน และโอ จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 40 คน กลุ่มประชากรส่วนใหญ่อยู่ในวัยกำลังศึกษาระดับอุดมศึกษา โดยส่วนมากมีกิจกรรม คือ ฟังเพลงและชมภาพยนตร์ที่บ้าน จำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 74 คน กลุ่มประชากรดังกล่าวทำกิจวัตรในแต่ละวันที่ต้องเจอกับแสงแดด สามารถแบ่งระยะเวลา

ออกเป็นจำนวนต่ำกว่า 1 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นร้อยละ 15 คน ระยะเวลาประมาณ 1 ถึง 2 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นร้อยละ 29 คน ระยะเวลาประมาณ 3 ถึง 4 ชั่วโมง มีจำนวนประชากร ทั้งสิ้นร้อยละ 31 คน ระยะเวลาประมาณ 5 ถึง 6 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นร้อยละ 15 คน และระยะเวลาที่มากกว่า 6 ชั่วโมง มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นร้อยละ 10 คน กลุ่มประชากรที่มีการใช้เครื่องสำอางและแต่งหน้าตามวาระโอกาส มีจำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 42 คน กลุ่มประชากรที่มีการใช้เครื่องสำอางและแต่งหน้าระยะเวลา 5 วัน ในหนึ่งสัปดาห์ มีจำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 20 คน และกลุ่มประชากรที่มีการใช้เครื่องสำอางและแต่งหน้าระยะเวลา 7 วัน มีจำนวนทั้งสิ้นร้อยละ 19 คน ส่วนแบรนด์เครื่องสำอางที่ได้รับความนิยม มีรายนามดังต่อไปนี้ ได้แก่ ชาแนล (Chanel), นิกซ์ (NYX) และแม็ค (MAC) ซึ่งสามารถระบุสีลิปสติก ได้แก่ รูบี วู (Ruby Woo), แดนเจอรัส (Dangerous) และสตัดด์ คีส (Studded Kiss) และสีบรัชออนสำหรับทาแก้ม ได้แก่ แฟรงค์กีล์ สกาเล็ท (Frankly Scarlet), ดอลลี มิกซ์ (Dolly Mix) และพีชเซส (Peaches) โดยลำดับ กลุ่มประชากรจำนวนดังกล่าวมีแนวทางในการแต่งตัวตามลักษณะความพึงพอใจ ซึ่งสีที่ระบุ ได้แก่ สีดำ คิดเป็นร้อยละ 52 สีขาว คิดเป็นร้อยละ 22 สีกรมท่า คิดเป็นร้อยละ 15 สีเบจ คิดเป็นร้อยละ 7 และสีนู้ด คิดเป็นร้อยละ 4 นอกเหนือจากนี้ กลุ่มประชากรดังกล่าวยังมีความชื่นชอบต่อกลุ่มสีน้ำตาลพื้นฐานของสีผิวพรรณมนุษย์ ทำให้เกิดแนวโน้มของทัศนคติที่ดีที่มีต่อแนวทางการออกแบบเครื่องแต่งกายในกลุ่มสีเนื้อ

(ก) (ข) (ค) (ง)

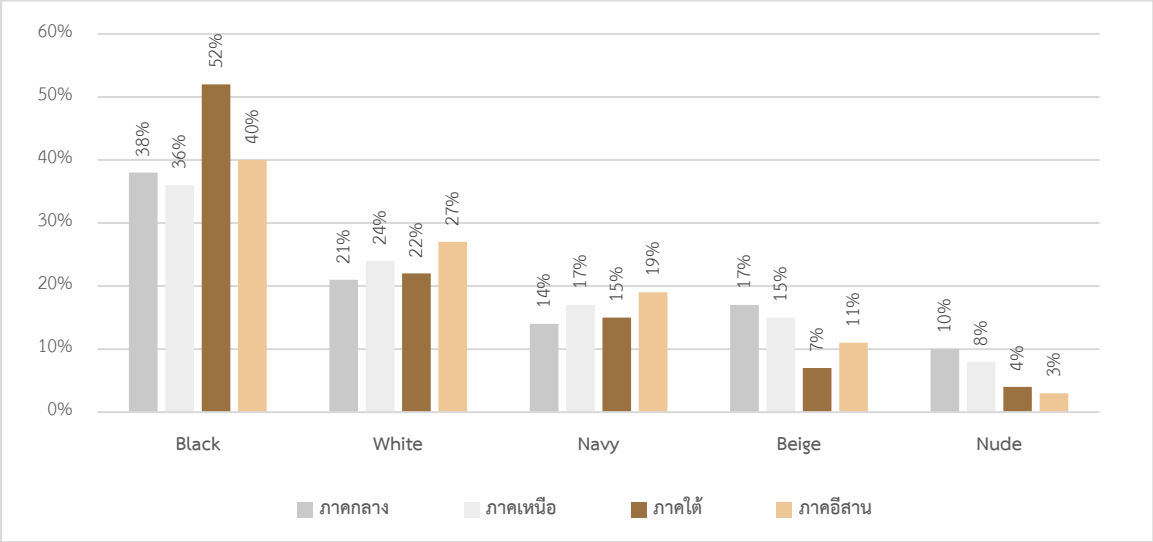
ภาพที่ 20 แสดงภาพการเก็บข้อมูลสีผิวพรรณของอาสาสมัครที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในภาคใต้
(ก) ผู้วิจัยกำลังชี้แจงรายละเอียดของการใช้เครื่องมือ
(ข) ผู้วิจัยกำลังใช้เครื่องมือวัดสีผิวพรรณกลุ่มเป้าหมาย
(ค) บรรยากาศภายในสถานที่เก็บข้อมูล
(ง) ผู้วิจัยกำลังใช้เครื่องมือวัดสีผิวพรรณกลุ่มเป้าหมาย
(Nakpan, 2019)

**ผลวิเคราะห์และสรุปการเก็บข้อมูลด้านต่าง ๆ ของอาสาสมัครในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย**

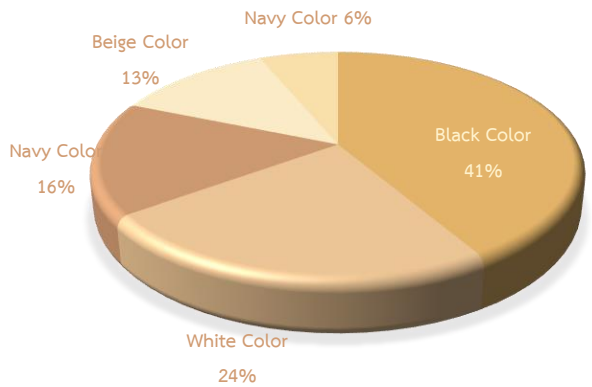
ผลสรุปการเก็บข้อมูลสีผิวพรรณของอาสาสมัครจำนวน 400 คน โดยแบ่งเป็นภูมิภาค ๆ ละ 100 คน รวมทั้งสิ้น 4 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ ดังจะแสดงรายละเอียดตามแผนผังต่อไปนี้

**1. ข้อมูลรสนิยมเรื่องสีสันกับการแต่งตัวของอาสาสมัครเปรียบเทียบจำนวนรวม 4 ภูมิภาค**

แผนภูมิที่ 1 แสดงข้อมูลกลุ่มประชากรตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 4 ภูมิภาค มีรสนิยมเรื่องสีสันกับการแต่งตัว ระบุสีเริ่มต้นได้แก่ สีดำ คิดเป็นร้อยละ 41 สีขาว คิดเป็นร้อยละ 24 สีกรมท่า คิดเป็นร้อยละ 16 สีเบจ คิดเป็นร้อยละ 13 และสีนู้ด คิดเป็นร้อยละ 6




แผนภูมิแท่งที่ 1 แสดงผลการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับรสนิยมเรื่องสีสันการแต่งตัวของอาสาสมัครแต่ละภูมิภาค

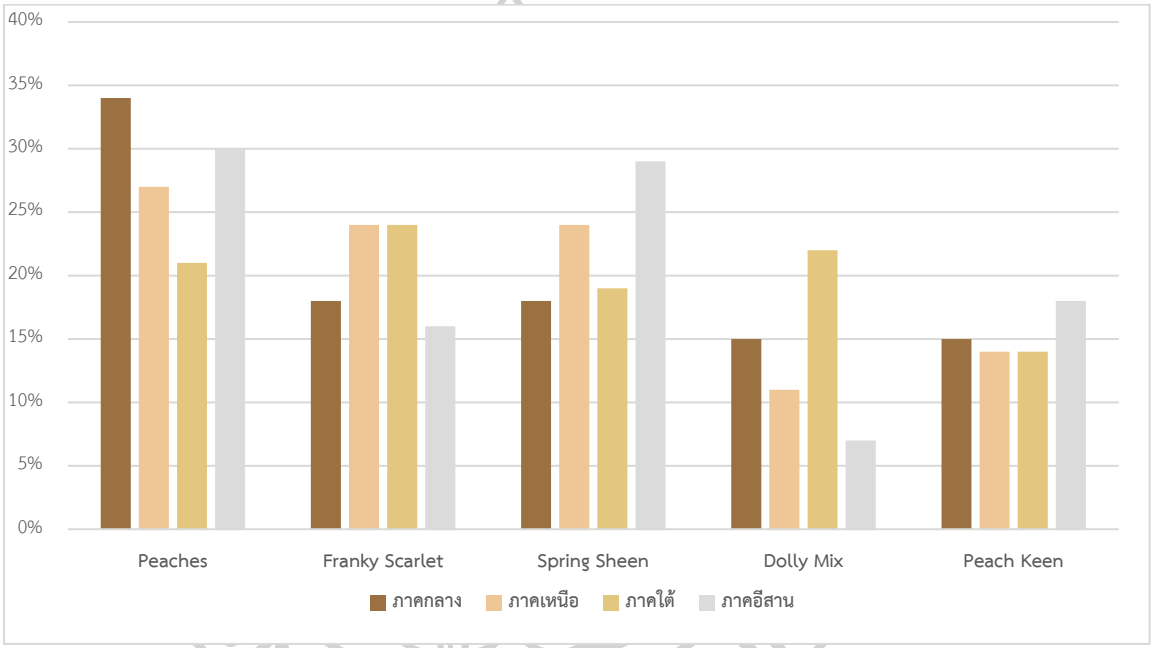



แผนภูมิวงกลมที่ 4 เปรียบเทียบสีสัดส่วนของข้อมูลแต่ละภูมิภาค

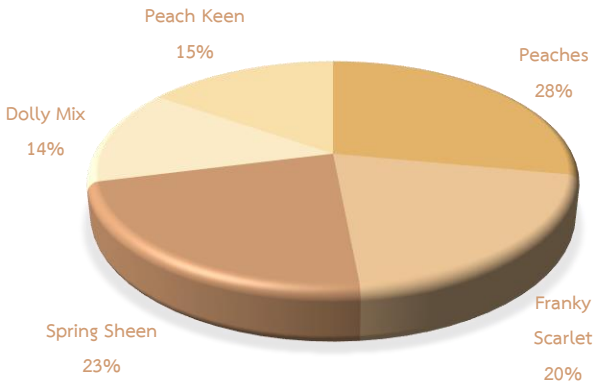
**2. ข้อมูลแสดงรสนิยมเรื่องสีสันเครื่องสำอางของอาสาสมัครเปรียบเทียบจำนวนรวม 4 ภูมิภาค**

2.1 ข้อมูลสีบรัชออนสำหรับทาแก้ม

แผนภูมิที่ 2 แสดงข้อมูลกลุ่มประชากรตัวอย่างทั้ง 4 ภูมิภาค มีรสนิยมเรื่องสีสันเครื่องสำอาง ระบุสีบรัชออนสำหรับทาแก้มเริ่มต้นด้วยสีพีชเชส (Peaches) คิดเป็นร้อยละ 28, สีสปริงชีน (Springsheen) คิดเป็นร้อยละ 23, สีแฟรงค์กีล์ สกาเล็ท (Frankly Scarlet) คิดเป็นร้อยละ 20, สีพีช คีน (Peach Keen) คิดเป็นร้อยละ 15 และสีดอลลี มิกซ์ (Dolly Mix) คิดเป็นร้อยละ 14

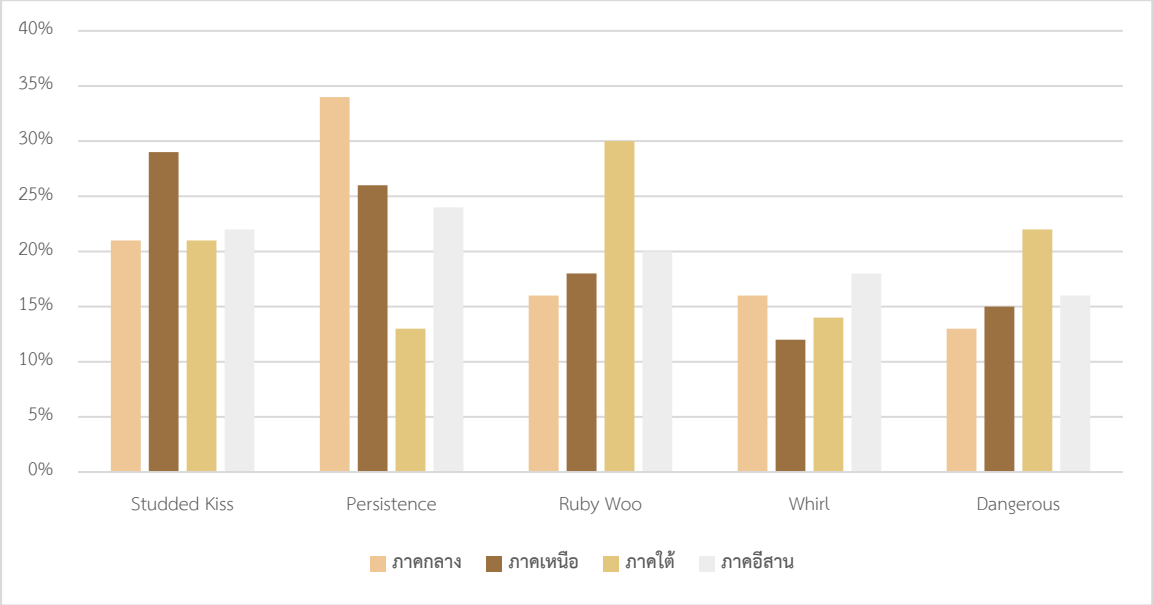



แผนภูมิแท่งที่ 2 แสดงผลการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับรสนิยมเรื่องสีบรัชออนสำหรับทาแก้มของอาสาสมัคร

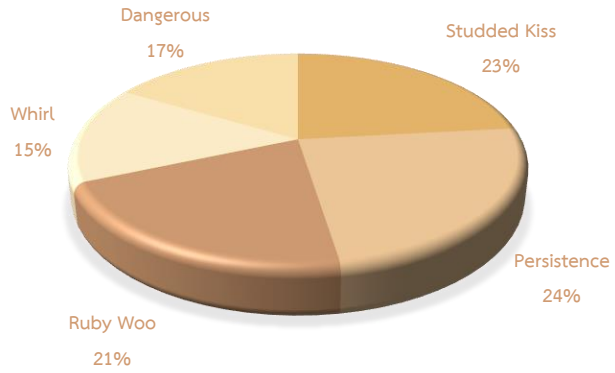



แผนภูมิวงกลมที่ 5 เปรียบเทียบสีสัดส่วนของข้อมูลแต่ละภูมิภาค

แผนภูมิที่ 3 แสดงข้อมูลกลุ่มประชากรตัวอย่างทั้ง 4 ภูมิภาค มีรสนิยมเรื่องสีสันเครื่องสำอาง ระบุลิปสติกสำหรับทาริมฝีปากเริ่มต้นด้วยสีเพอร์สิสแท๊นซ์ (Persistence) คิดเป็นร้อยละ 24, สีสตัดด์ คีส (Studded Kiss) คิดเป็นร้อยละ 23, สีรูบี วู (Ruby Woo) คิดเป็นร้อยละ 21, สีแดนเจอรัส (Dangerous) คิดเป็นร้อยละ 17 และสีเวิร์ล (Whirl) คิดเป็นร้อยละ 15



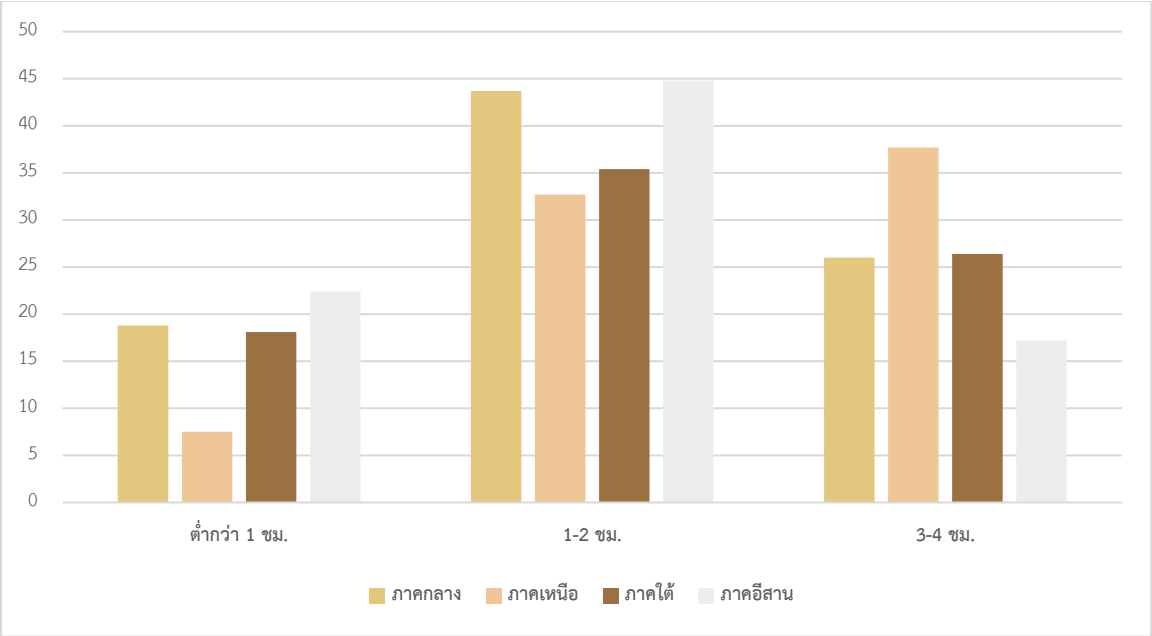

แผนภูมิแท่งที่ 3 แสดงผลการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับรสนิยมเรื่องสีลิปสติกสำหรับทาริมฝีปากของอาสาสมัครแต่ละภูมิภาค



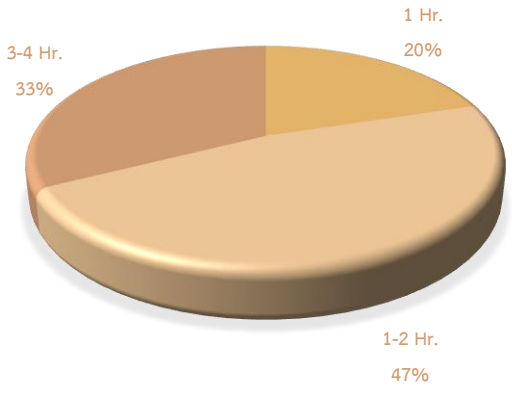

แผนภูมิวงกลมที่ 6 เปรียบเทียบสีสัดส่วนของข้อมูลแต่ละภูมิภาค

**3. ข้อมูลแสดงรสนิยมเรื่องพฤติกรรมการทำกิจวัตรที่ต้องเจอกับแสงแดดในแต่ละวันของอาสาสมัครเปรียบเทียบจำนวนรวม 4 ภูมิภาค**

แผนภูมิแท่งที่ 4 แสดงข้อมูลกลุ่มประชากรตัวอย่างทั้ง 4 ภูมิภาค ทำกิจวัตรในแต่ละวันที่ต้องเจอกับแสงแดด สามารถแบ่งระยะเวลาออกเป็น 1-2 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 47, ระยะเวลาประมาณ 3-4 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 33 และระยะเวลาต่ำกว่า 1 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 20



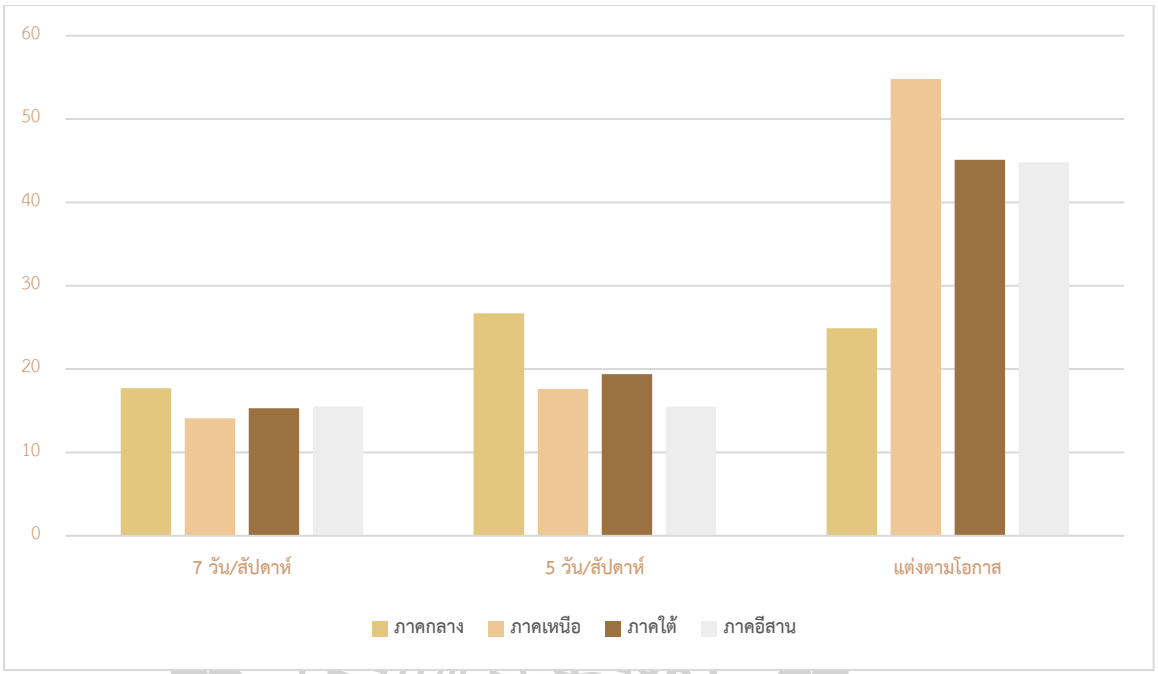

แผนภูมิแท่งที่ 4 แสดงผลการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับรสนิยมเรื่องพฤติกรรมการทำกิจวัตรที่ต้องเจอกับแสงแดดในแต่ละวันของอาสาสมัคร



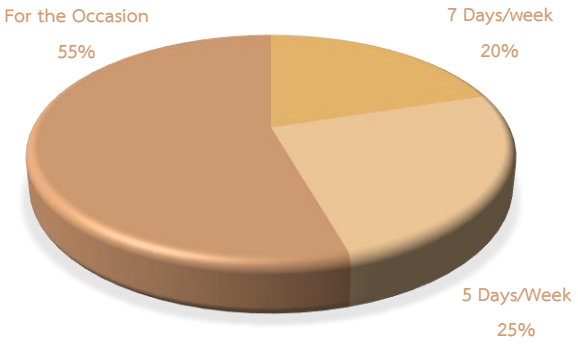

แผนภูมิวงกลมที่ 7 เปรียบเทียบสีสัดส่วนของข้อมูลแต่ละภูมิภาค

**4. ข้อมูลแสดงพฤติกรรมการใช้เครื่องสำอางตามวาระโอกาสต่าง ๆ ภายในหนึ่งสัปดาห์**

แผนภูมิที่ 5 แสดงข้อมูลพฤติกรรมการใช้เครื่องสำอางตามวาระโอกาสต่าง ๆ ภายในหนึ่งสัปดาห์ของกลุ่มประชากรตัวอย่างทั้ง 4 ภูมิภาค ระบุระยะเวลา ดังนี้ ระยะเวลา 1-2 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 47, ระยะเวลาประมาณ 3-4 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 33 และระยะเวลาต่ำกว่า 1 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 20



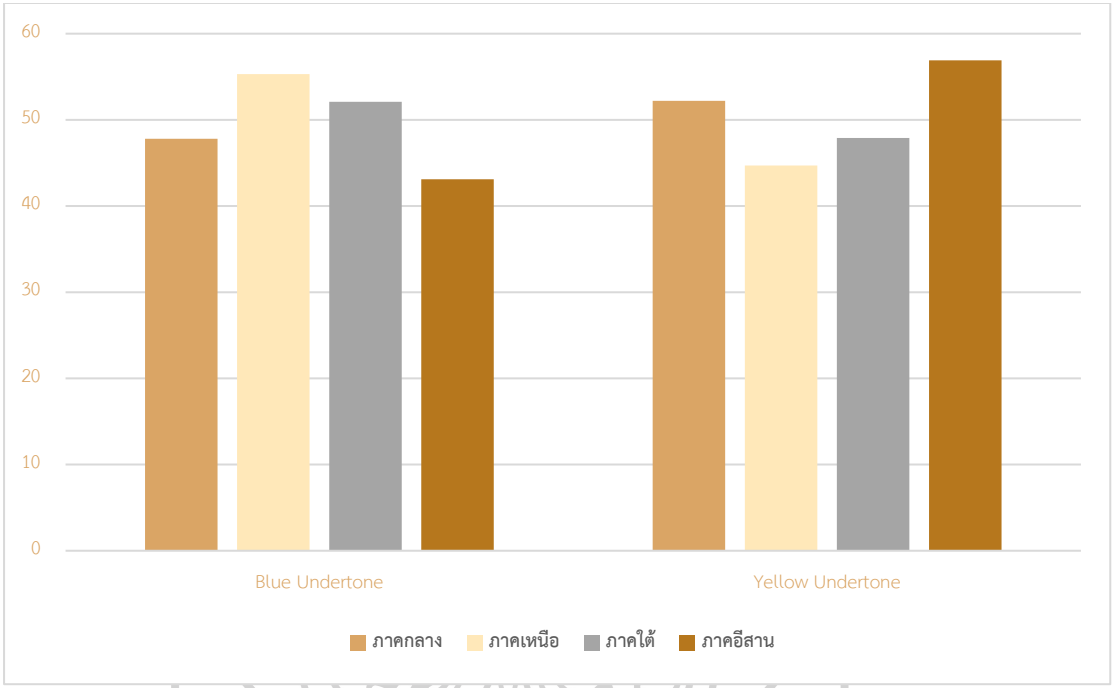

แผนภูมิแท่งที่ 5 แสดงผลการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้เครื่องสำอางตามวาระโอกาสต่าง ๆ ภายในหนึ่งสัปดาห์



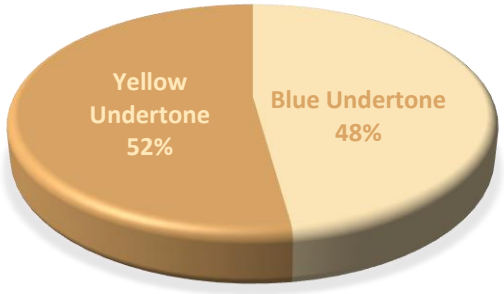

แผนภูมิวงกลมที่ 8 เปรียบเทียบสีสัดส่วนของข้อมูลแต่ละภูมิภาค

**5. ข้อมูลแสดงรสนิยมการเลือกกลุ่มสีพื้นฐานของสีผิวพรรณมนุษย์ ได้แก่ กลุ่มโทนสีน้ำเงิน (Blue undertone) และสีเหลือง (Yellow undertone)**

แผนภูมิที่ 6 แสดงข้อมูลรสนิยมการเลือกกลุ่มสีพื้นฐานของสีผิวพรรณมนุษย์ ได้แก่ กลุ่มโทนสีเหลืองและสีน้ำเงินของกลุ่มประชากรตัวอย่างทั้ง 4 ภูมิภาค ระบุความชื่นชอบในกลุ่มระดับของสีน้ำเงิน คิดเป็นร้อยละ 48 และกลุ่มระดับของสีเหลือง คิดเป็นร้อยละ 52



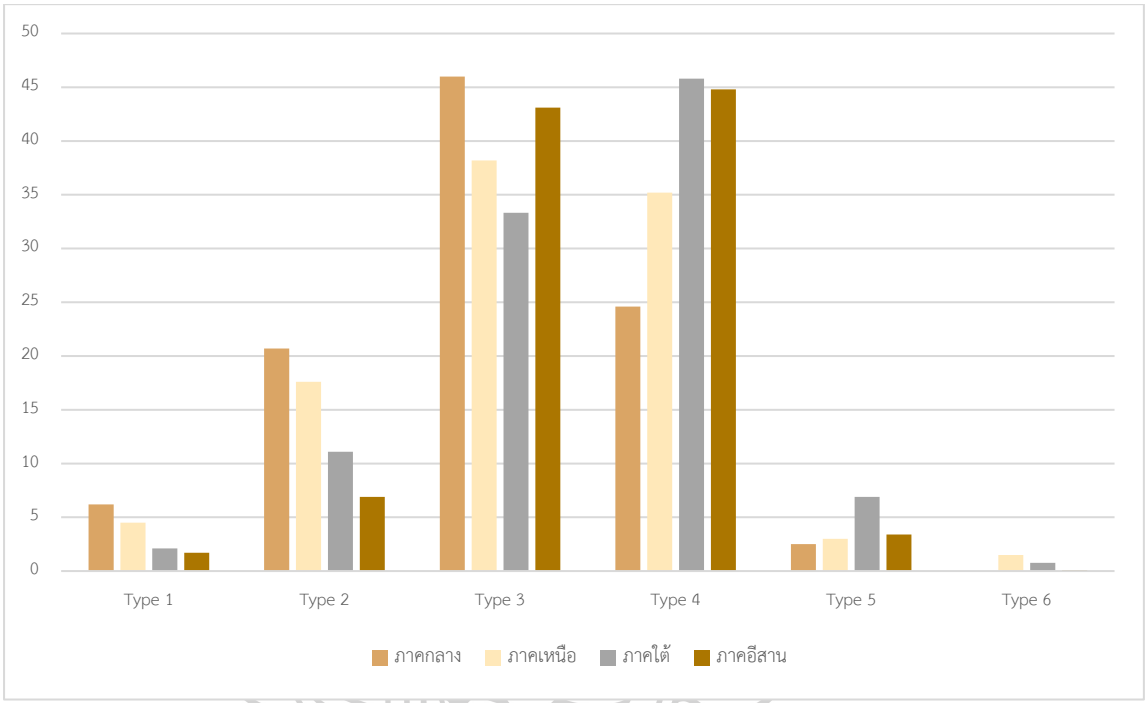

แผนภูมิแท่งที่ 6 แสดงผลข้อมูลรสนิยมการเลือกกลุ่มสีพื้นฐานของสีผิวพรรณมนุษย์



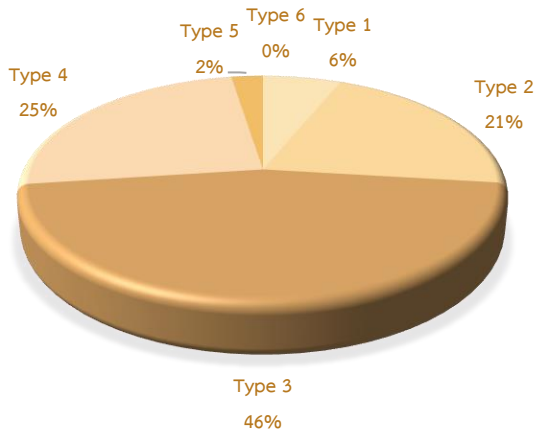

แผนภูมิวงกลมที่ 9 เปรียบเทียบสีสัดส่วนของข้อมูลแต่ละภูมิภาค

**6. ข้อมูลแสดงระดับค่าสีผิวพรรณของอาสาสมัครในแต่ละภูมิภาค**

แผนภูมิที่ 7 แสดงข้อมูลระดับค่าสีผิวพรรณของอาสาสมัครในแต่ละภูมิภาค ระบุระดับค่าสีผิวพรรณ ดังนี้ เริ่มต้นจากค่าระดับที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 46, ระดับที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 25, ระดับที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 21, ระดับที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 6 และระดับที่ 5 คิดเป็นร้อยละ 2 ตามลำดับ




แผนภูมิแท่งที่ 7 แสดงผลข้อมูลระดับค่าสีผิวพรรณของอาสาสมัครในแต่ละภูมิภาค




แผนภูมิวงกลมที่ 10 เปรียบเทียบสีสัดส่วนของข้อมูลแต่ละภูมิภาค

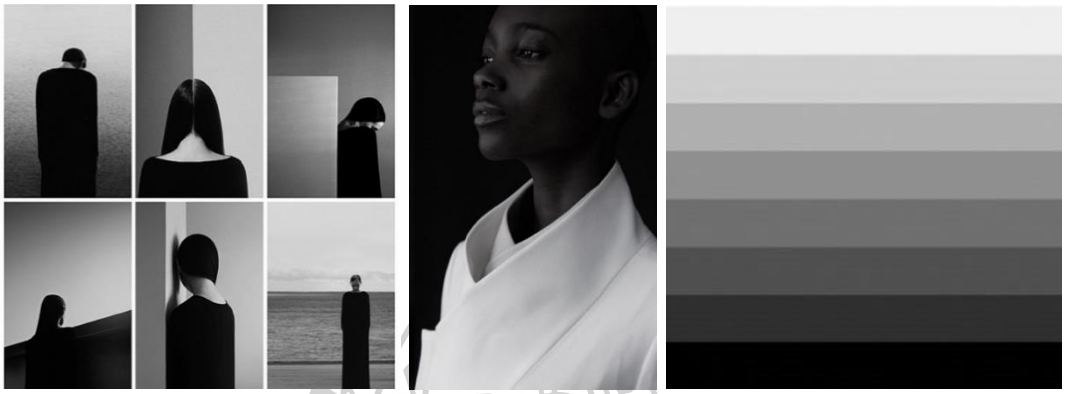
**สรุปองค์ความรู้ข้อมูลเรื่องสีผิวพรรณของกลุ่มประชากรไทย**

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งเน้นเรื่องแนวความคิดในการใช้เม็ดสีเมลานินของสีผิวพรรณมนุษย์ นำมาสังเคราะห์เพื่อค้นพบนวัตกรรมวัสดุชนิดใหม่ที่สามารถนำมาใช้ทดแทนวัสดุที่ยังไม่เคยปรากฏ ทั้งทำให้เกิดการประหยัดในเรื่องการถักทอเพื่อให้ได้ผืนผ้า หรือประหยัดเวลา และกรรมวิธีการผลิต ซึ่งนวัตกรรมของผลงานวิจัยจักทำให้เกิดผลลัพธ์ทางรูปธรรมสามารถนำมาสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่มเพื่อตอบสนองความเคารพต่อตัวตนที่แท้จริงของมนุษย์ ดังนั้น นอกเหนือจากการสรุปข้อมูลตัวเลขจากการใช้เครื่องมือดำเนินการวิจัยทั้งสองชนิดเพื่อแสดงระดับค่าสีผิวพรรณของกลุ่มประชากรแห่งราชอาณาจักรไทยดังที่แสดงรายละเอียดก่อนหน้านี้จะมีส่วนสำคัญต่อการสนับสนุนการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่มเพื่อตอบสนองความงามและความกลมกลืนกับสรีระ ผลของข้อมูลการศึกษาและวิเคราะห์กลุ่มประชากรแห่งราชอาณาจักรไทยทั้ง 4 ภูมิภาคยังสะท้อนให้เห็นว่ารสนิยมการเลือกสีเครื่องแต่งกายของกลุ่มคนในราชอาณาจักรไทยทั้งสี่ภูมิภาคมิได้เป็นไปตามความคำนึงถึงสีผิวพรรณของตนเอง หากเป็นไปตามค่านิยมของสังคม ดังจะเห็นได้จาก กลุ่มสีที่ได้รับความนิยมสูงสุดทั้งสี่ภูมิภาค คือ สีดำ มีจำนวนร้อยละไม่ต่ำกว่า 60 ลำดับรองลงมา คือ สีขาว จำนวนร้อยละไม่ต่ำกว่า 30 ผู้วิจัยจึงตั้งสมมุติฐานในเรื่องความนิยมที่มีต่อสีดำและสีขาว จำนวน 2 ประเด็น ได้แก่ สมมุติฐานที่เกิดจากความเชื่อพื้นฐานของมนุษย์ที่มีต่อสีของเครื่องนุ่งห่ม และสมมุติฐานที่เกิดจากการประมวลความรู้เรื่องทฤษฎีแสงและสีตกกระทบ ดังเนื้อหาต่อไปนี้

**สมมุติฐานที่เกิดจากความเชื่อพื้นฐานของมนุษย์ที่มีต่อสีของเครื่องนุ่งห่ม**

มนุษย์มีความเชื่อว่าสีดำสามารถเสริมสร้างความมั่นใจแก่ผู้สวมใส่ เนื่องจากสีดำเป็นสีที่มีค่าความสว่างต่ำ สามารถปกปิดสรีระหรือร่างกาย ทำให้เกิดการพราง ลำตัวดูไม่อ้วน หรือใหญ่กว่าความเป็นจริง ทั้งยังมีความรู้สึกว่าการใส่สีดำสามารถแสดงถึงความมั่นใจในตัวเองสูง อาจเพราะสีดำเป็นสีที่มืดที่สุดและมีความลึกลับ ทำให้มนุษย์ใช้สีดำแทนค่าความคิดที่ลึกซึ้งของตน ไม่บ่งบอกถึงลักษณะที่แท้จริงหรือสิ่งซ่อนเร้นที่อยู่ภายในจิตใจได้ ส่วนธรรมชาติของสีขาว เป็นสีบริสุทธิ์ มีความสะอาด และเป็นสีที่มีค่าความสว่างสูงสุด การแต่งกายด้วยเสื้อผ้าสีขาวจึงเป็นสีที่มีความสุภาพและเรียบง่ายที่สุด เหมาะสมกับวาระโอกาสที่หลากหลาย อีกนัยหนึ่งของความชื่นชอบสีดำและสีขาวอาจเกิดจากสัญชาตญาณของมนุษย์ที่ถูกกักเก็บไว้ในจิตใจและประสบการณ์ในอดีต นับตั้งแต่แรกเกิดจนถึงปัจจุบัน ซึ่งช่วงเวลาที่ดำเนินผ่านไปจนทำให้เกิดการลืมเลือนนั้น ความผูกพันยึดติดยังถูกบรรจุอยู่ภายในจิตใต้สำนึกและแปรเปลี่ยนเป็นพลังเหนี่ยวนำทำให้เกิดเป็นบุคลิกภาพและอุปนิสัยด้านต่าง ๆ เช่น ความชอบ ความกลัว ความเกลียด ความรัก ความโลภ ความโกรธ ความเชื่อมั่น รวมไปถึงแรงบันดาลใจในการใช้ชีวิต เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ล้วนเกิดจากระบบปฏิบัติการของจิตใต้สำนึกและความทรงจำ นอกเหนือจากนี้ สีดำและสีขาวยังเป็นสีที่สร้างความรู้สึกโดดเด่นเมื่อจับคู่ร่วมกับสีอื่น ๆ

และส่งเสริมสีที่คู่กันนั้นเป็นอย่างดี เนื่องจากสีทั้งสองเป็นสีไร้สีสัน (Achromatic color) ซึ่งมักจะถูกนำมาใช้ในการแสดงค่าน้ำหนัก (Value) หรือค่าความสว่างของสีโดยจักเทียบกับระดับสีขาว เทา และดำ (Grey scale) ดังจะกล่าวต่อไปในสมมุติฐานถัดไป



(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 21 แสดงค่าน้ำหนักของสีขาว เทา และดำ

(ก) ภาพถ่ายบุคคล
(Oszvald, 2019)

(ข) ภาพถ่ายใบหน้าบุคคล
(Jung, 2019)

(ค) ภาพเรียงลำดับการไล่ค่าน้ำหนักสี
(True Colour International, 2021)

**สมมุติฐานที่เกิดจากการประมวลความรู้เรื่องทฤษฎีแสงและสีตกกระทบ**

ศาสตร์ของฟิสิกส์กล่าวถึงแสงที่มาจากแหล่งกำเนิดแสงหรือต้นกำเนิดแสง และส่องมายังวัตถุทึบแสง โปร่งแสง หรือโปร่งใสก็ตาม จะทำให้เรามองเห็นสีผ่านกระบวนการมองเห็นและการรับรู้การส่งผ่านข้อมูลดังกล่าว ทำให้มนุษย์เกิดการแปรความหมายด้วยกระบวนการวิเคราะห์โดยประสบการณ์และความรู้ซึ่งมนุษย์จักประเมินอย่างเข้าใจ ด้วยเหตุนี้ การสวมใส่เครื่องนุ่งห่มที่มีสีขาวจึงเอื้อให้แสงส่องไปยังเสื้อสีขาว พร้อมกับตกกระทบกับสีผิวพรรณของมนุษย์บริเวณใต้คางหรือใต้จมูก ส่งผลให้ใบหน้าดูสว่างมากขึ้นกว่าเดิม ตรงข้ามกับสีดำ จากทฤษฎีของแสงที่มีความสว่างแสงที่ตกกระทบเครื่องนุ่งห่มสีดำ แม้จักสะท้อนสีดำเข้าสู่บริเวณใต้คางหรือใต้จมูก แต่จะส่งผลกระทบต่อผิวพรรณน้อยมากหรือไม่กระทบเลย จึงทำให้มนุษย์ที่สวมใส่เครื่องนุ่งห่มนั้นไม่เกิดความรู้สึกที่เป็นผลกระทบใด ๆ ทำให้มีความเข้าใจและยึดติดกับความคุ้นเคยที่ว่าใส่สีดำแล้วทำให้เกิดความมั่นใจ

แท้จริงสีดำนั้นเป็นเพียงสีไร้สีสันที่ไม่สามารถเร่งขับให้สีผิวพรรณนั้นเกิดความสว่าง หรือทำให้ผิวพรรณของผู้สวมใส่เกิดความกระจ่างใสได้ จึงเกิดเป็นความเชื่อที่สีดำและสีขาวสามารถนำมาใช้ร่วมกับเครื่องนุ่งห่มสีต่าง ๆ ได้ง่าย จากที่ได้กล่าวไปแล้วว่า สีดำและสีขาวบ่งบอกเราได้เพียงค่าน้ำหนักของสีเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงแล้ว การสร้างความเข้าใจในเรื่องอิทธิพลสีของเครื่องนุ่งห่ม มีผลต่อสีผิวพรรณ และส่งผลต่อสีผิวบนใบหน้าของคนเรา ซึ่งน่าจะถือเป็นปัจจัยในการพิจารณาว่าสีที่มีสีสัน (Chromatic color) อาจเป็นสีที่ความเหมาะสมกับบุคคลนั้น ๆ อย่างแท้จริง เช่น ในอดีตคนผิวสีเข้มมากจะไม่นิยมใช้สีที่มีความเข้มสีสูง (Hight chroma) เพราะสร้างให้เกิดความขัดแย้งกับสีผิว แต่เมื่อใช้สีกลาง ๆ เช่น สีเทา สีน้ำตาล สีครีม จนถึงสีอ่อนผสมสีหม่นเล็กน้อย กลับทำให้สีผิวพรรณของคนดำมีความนุ่มนวลงดงาม ดังนั้น มนุษย์ควรพิจารณาสีของเครื่องนุ่งห่มจากสีผิวพรรณที่แท้จริงของตนเอง

**สมมุติฐานที่เกิดจากประมวลความรู้เกี่ยวกับสีผิวพรรณมนุษย์**

การประมวลความรู้เกี่ยวกับสีผิวพรรณมนุษย์คำนึงถึงสาระสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ โครงสร้างของผิวหนัง ลักษณะสีผิวพรรณ และทฤษฎีการกำหนดระดับค่าความเข้มของสีผิวพรรณมนุษย์

**1. โครงสร้างของผิวหนัง** (Skin)

ผิวหนังเป็นอวัยวะที่สำคัญส่วนหนึ่งของร่างกายมนุษย์และมีพื้นที่มากที่สุด ผิวหนังมีหน้าที่ปกป้องแสงอัลตราไวโอเล็ต ป้องกันเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอม เป็นส่วนรับความรู้สึก รวมถึงมีผลต่อภาวะจิตใจ อาทิ ด้านความงามและภาพลักษณ์ เป็นต้น แพทย์หญิงสิริพรรณ สังข์มาลา แพทย์ประจำภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (สิริพรรณ สังข์มาลา, 2560) ได้จำแนกโครงสร้างของผิวหนังว่า มีความซับซ้อนซึ่งประกอบด้วย ผิวชั้นนอกสุดหรือผิวหนังกำพร้า (Epidermis) ผิวหนังแท้ (Dermis) และผิวหนังชั้นไขมัน (Hypodermis หรือ Subcutis) และผู้วิจัยได้ประมวลเนื้อหาส่วนที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

1.1 ผิวชั้นนอกสุดหรือผิวหนังกำพร้า

มีความหนาประมาณ 0.05-0.1 มิลลิเมตร 1 ในมนุษย์ ประกอบด้วยเซลล์หลักและส่วนประกอบโดยรอบ คือ เส้นเลือดฝอยเล็ก ๆ อยู่บริเวณใต้ผิวหนังจะมีน้ำเลือด ซึ่งมีเม็ดเลือดแดงหรือเฮโมโกลบิน (Hemoglobin) หล่อเลี้ยงอยู่ จึงทำให้ผิวหนังมีสีผิวออกแดงเรื่อ ๆ ส่วนเซลล์หลักมีจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ เซลล์หลักของหนังกำพร้า เซลล์สร้างเม็ดสีเมลานิน เซลล์ดักจับเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอม และเซลล์ตอบสนองต่อการสัมผัส

1.1.1 เซลล์หลักของหนังกำพร้า (Keratinocytes) แบ่งเป็นชั้นต่าง ๆ นับจากชั้นล่างสุดกระทั่งเจริญไปเป็นชั้นขี้ไคลและหลุดลอกออกเมื่อครบกำหนด รวมเวลาทั้งหมดประมาณ 4 สัปดาห์

1.1.2 เซลล์ทำหน้าที่สร้างเม็ดสีเมลานิน (Melanocytes) จากนั้นส่งออกไปยังเซลล์หลักของหนังกำพร้าเพื่อแสดงสี ส่วนสารเมลานิน (Melanin) เป็นสารที่อยู่ในชั้นของผิวหนังกำพร้า

มีหน้าที่ดูดซับรังสีอุลตร้าไวโอเล็ต (UV) ที่มาจากแสงแดด เป็นรังสีที่ทำอันตรายต่อเซลล์ภายในร่างกาย ส่งผลให้ผิวพรรณของมนุษย์มีสีเข้มหรือคล้ำ ดังนั้น เมลานินจึงป้องกันไม่ให้รังสีดังกล่าวทะลุผ่านผิวหนังของร่างกายเข้าไป จึงเห็นได้ว่า มนุษย์แต่ละเชื้อชาติมีสีผิวพรรณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณของจำนวนเม็ดสีเมลานิน ดังตัวอย่าง กลุ่มคนที่มีสีผิวเข้มจะมีปริมาณสารเมลานินจำนวนมากกว่ากลุ่มคนที่มีสีผิวขาว และกลุ่มชาติพันธุ์ที่มีสีผิวพรรณออกเหลืองจะมีสารเมลานินในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ ยังต้องเกี่ยวพันกับสภาพผิวพรรณของแต่ละบุคคลและตำแหน่งของผิวที่ต้องเจอกับแสงแดดภายนอกหรือในร่มผ้าที่ไม่ค่อยเจอแสงแดดอีกด้วย

1.1.3 เซลล์ดักจับเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอม (Langerhans cells) เพื่อส่งต่อไปยังต่อมน้ำเหลืองใกล้เคียง

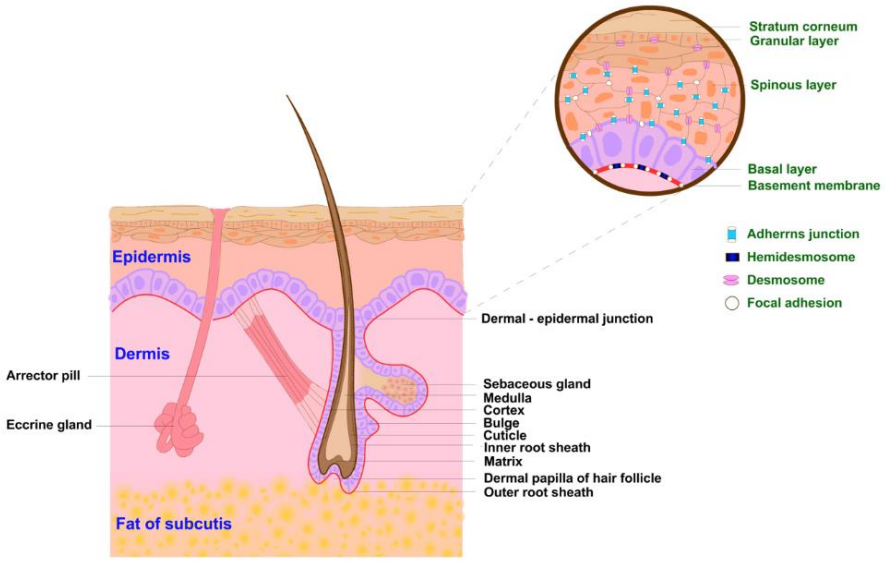
1.1.4 เซลล์ตอบสนองต่อการสัมผัส (Merkel cells)

1.2 ผิวหนังแท้

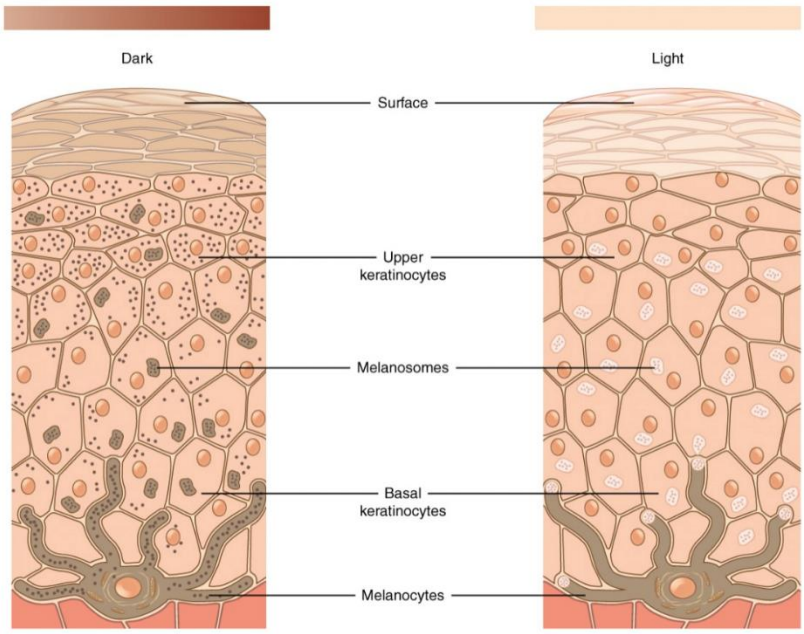
ประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นเซลล์และส่วนที่ไม่ใช่เซลล์ (Extracellular matrix) โดยเซลล์ที่สำคัญในหนังแท้ คือ เซลล์สร้างเส้นใยโปรตีน (Fibroblasts) ได้แก่ คอลลาเจน (Collagen) และเส้นใยอีลาสติก (Elastic fibers)

1.3 ผิวหนังชั้นไขมัน

ประกอบด้วยเซลล์ไขมันที่เป็นก้อนและกั้นด้วยผนังเนื้อเยื่อ ซึ่งมีคอลลาเจน หลอดเลือด และหลอดน้ำเหลือง




ภาพที่ 22 แสดงโครงสร้างของผิวหนังมนุษย์ (Siriphan Sangmala, 2017)




ภาพที่ 23 แสดงเซลล์ทำหน้าที่สร้างเม็ดสีเมลานิน (Lumen Learning, 2019)

**2. ลักษณะสีผิวพรรณเฉพาะของมนุษย์** (Personal color)

ลักษณะสีผิวพรรณเฉพาะของมนุษย์มีความแตกต่าง ถูกจำแนกออกเป็นกลุ่มผิวสี (Undertone) ซึ่งเป็นสีพื้นฐานของแต่ละบุคคล (Base color) มีความสัมพันธ์ระหว่างกัน สีผิวพรรณของมนุษย์สามารถจำแนกได้ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.1 กลุ่มสีผิวพรรณที่มีสีพื้นฐานเป็นสีเหลืองหรือวรรณะร้อน

(Yellow undertone หรือ Warm)

หมายถึง สีผิวพรรณของมนุษย์ที่มีความเป็นสีน้ำเงินน้อย โดยแสดงค่าความเป็นสีเหลืองค่อนข้างมาก หรือในวงการเครื่องสำอางจะเรียกสีผิวพรรณประเภทนี้ว่า โอคร์ (Ocre type) เช่น กลุ่มคนเอเชียจะเป็นชนชาติที่มีผิวพรรณที่สีผิวเหลืองจะมีระดับความสว่างสีค่อนข้างต่ำ (Low lightness)

2.2 กลุ่มสีผิวพรรณที่มีสีพื้นฐานเป็นสีน้ำเงินหรือวรรณะเย็น

(Blue undertone หรือ Cool)

หมายถึง สีผิวพรรณของมนุษย์ที่มีความเป็นสีเหลืองน้อย โดยแสดงค่าความเป็นสีน้ำเงิน ค่อนข้างมาก ในวงการเครื่องสำอางจะเรียกสีผิวพรรณประเภทนี้ว่า พิงค์ (Pink type) มนุษย์มีสีผิวพรรณในกลุ่มสีพื้นฐานนี้จักสามารถสวมใส่เครื่องนุ่งห่มได้หลากหลายและมีความกลมกลืนเข้ากันได้มาก

อาจกล่าวได้ว่า เราสามารถวิเคราะห์สีผิวพรรณของมนุษย์ในเชิงทฤษฎีสี กลุ่มสีผิวพรรณที่มีสีพื้นฐานเป็นสีเหลือง ผิวพรรณจะแสดงความเป็นสีเหลืองเป็นส่วนผสมอยู่ค่อนข้างมาก โดยผู้วิจัยได้หยิบยกทฤษฎีสีของมันเซล (Muncell) ที่แสดงการจำแนกความเป็นสีแท้ (Hue) ซึ่งค่าของความเป็นกลุ่มสีผิวพรรณที่มีสีพื้นฐานเป็นสีเหลืองจะอยู่ในตำแหน่งความเป็นสีเหลืองแดง (Yellow red) หากเปรียบเทียบค่าความใกล้เคียงของสีในวงจรสี (Hue circle) จะอยู่ระหว่างสีแดงกับสีเหลืองและเมื่อเทียบในกลุ่มระดับโทนสีของมันเซล ค่าของโทนสีจักอยู่ในกลุ่มระดับโทนสีขุ่น (Dull tone) ที่เกิดจากการผสมสีแท้กับสีเทา (Pure color ผสม Grey color) ซึ่งจำแนกระดับออกมาหลากหลายกลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มสีโทนอ่อนเบา, โทนขุ่น และโทนเทาสว่าง (Soft tone, Dull tone and Light grey tone) ส่วนสีผิวพรรณที่มีสีพื้นฐานเป็นสีน้ำเงิน ผิวพรรณจะมีความเป็นสีน้ำเงินเป็นส่วนผสมค่อนข้างมาก สามารถนำทฤษฎีการจับคู่สีระหว่างสีผิวพรรณกับสีเครื่องนุ่งห่มได้ คือ ทฤษฎีสีความเป็นหนึ่งเดียวกัน (Dominant) และความขัดแย้ง (Contrast) เป็นแนวทางในการจับคู่สีพึงประสงค์หรือสร้างความชื่นชอบพึงพอใจในสีหรือการจับคู่สีต่าง ๆ การจับคู่สีแบบขัดแย้งหรือตรงกันข้าม หมายถึง การจับคู่ให้เกิดความแตกต่างกัน สามารถสร้างความรู้สึกจัดจ้าน ทำให้ความรู้สึกจากการมองเห็นสีเครื่องนุ่งห่มมีความโดดเด่นสะดุดตา หากเราเลือกใช้ทฤษฎีนี้กับเครื่องนุ่งห่มที่มีผลต่อสีผิวพรรณของมนุษย์ อาจทำให้เกิดแสงตกกระทบที่เป็นสีตรงกันข้าม ทำให้สีผิวพรรณของมนุษย์ผู้สวมใส่เครื่องนุ่งห่มเกิดความหมองคล้ำบริเวณใบหน้า ส่วนใต้คาง และใต้จมูก จึงควรระมัดระวังในการเลือกใช้ทฤษฎีดังกล่าว

(ก) (ข)

ภาพที่ 24 แสดงกลุ่มสีผิวพรรณที่อยู่ในขอบข่ายของมนุษย์แต่ละกลุ่ม
(ก) กลุ่มสีผิวพรรณที่มีสีพื้นฐานเป็นสีน้ำเงินหรือวรรณะเย็น
(ข) กลุ่มสีผิวพรรณที่มีสีพื้นฐานเป็นเหลืองหรือวรรณะร้อน
(Nakpan, 2020)

**3. ทฤษฎีการกำหนดระดับค่าความเข้มของสีผิวพรรณมนุษย์**

หน่วยงานป้องกันรังสีและความปลอดภัยทางนิวเคลียร์ของประเทศออสเตรเลีย (Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, 2017) ได้มีการจัดพิมพ์เอกสารเพื่อแสดงรายละเอียดการจำแนกระดับค่าสีผิวพรรณของมนุษย์แบ่งโดยทฤษฎีของฟิทซ์แพททริค (Fitzpatrick Skin Prototype) ซึ่งระบุระดับความเข้มของสีผิวพรรณออกเป็นค่าระดับจำนวน 6 ระดับสี ผู้วิจัยจึงแปลและเรียบเรียงดังมีรายละเอียด ต่อไปนี้

3.1 ระดับที่ 1 ผิวขาวมาก (Pale white skin)

ผิวขาวมาก (Pale white skin) หมายถึงผิวบอบบางและกระจ่างใสมากที่สุด เช่น กลุ่มคนทางตอนเหนือของยุโรปและคนอังกฤษ

3.2 ระดับที่ 2 ผิวขาว (White skin)

หมายถึง ผิวบอบบาง ไหม้แดดง่าย และผิวสามารถเปลี่ยนเป็นสีแทนได้เล็กน้อย ได้แก่ กลุ่มคนคอเคเชียนแถบยุโรป สแกนดิเนเวีย อเมริกา และแคนาดา

3.3 ระดับที่ 3 ผิวขาวเหลือง (Light brown skin)

ผิวไวต่อแสง บางครั้งพบไหม้แดด ผิวสามารถเปลี่ยนเป็นสีแทนได้ ดวงตาสีน้ำตาล และมีผมสีดำ เช่น กลุ่มคนยุโรปกลาง และยุโรปตอนใต้

3.4 ระดับที่ 4 ผิวสองสี (Moderate brown skin)

ผิวไวต่อแสง บางครั้งพบไหม้แดด ผิวสามารถเปลี่ยนเป็นสีแทนได้ พบได้จากกลุ่มคนยุโรปกลางและยุโรปตอนใต้ สีผิวพรรณ

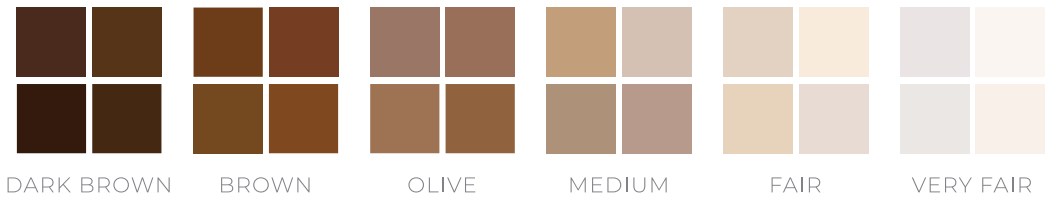
3.5 ระดับที่ 5 ผิวสีน้ำตาล (Dark brown skin)

มีคุณสมบัติทนต่อแสงแดด ไม่ไหม้แดด และมักเปลี่ยนเป็นสีแทน มักเป็นสีผิวพรรณของกลุ่มคนตะวันออกของอินเดีย คนอเมริกาโดยกำเนิด ลาติน และแอฟริกา ระดับสุดท้าย

3.6 ระดับที่ 6 ผิวสีเข้มมาก (Deeply pigmented dark brown to black skin)

ผิวทนแดด ไม่ไหม้แดด มีเม็ดสีหนาแน่น ดวงตาสีดำ และมีผมสีดำ เช่น กลุ่มคนชาวอะบอริจิน และแอฟริกา

ภาพที่ 25 แสดงการจำแนกระดับค่าสีผิวพรรณของมนุษย์
โดยทฤษฎีของฟิทซ์แพททริค Developed by Nakpan (2019)




ภาพที่ 26 แสดงกลุ่มสีข้างเคียงกับค่าความเข้มของสีผิวพรรณมนุษย์ในแต่ละระดับ
อ้างอิงตามทฤษฎีของฟิทซ์แพททริค Developed by Nakpan (2019)

**แนวคิดทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย**

ท่ามกลางสถานการณ์ภัยธรรมชาติและโรคระบาดร้ายแรงของโลกอย่างไม่เคยประสบเกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดำรงชีวิตของผู้คนในสังคม มนุษย์ต่างค้นหาวิถีการบริโภคให้สอดรับกับวิกฤตต่าง ๆ พร้อมผลักดันกระแสการเสริมสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจ หนึ่งในแนวทางการสร้างความอยู่รอดของมนุษย์อย่างยั่งยืน ได้แก่ การพัฒนาและเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เริ่มต้นจากการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติเพราะเป็นต้นทุนที่สำคัญที่สุด เพื่อตอบสนองความต้องการด้านการบริโภคของมนุษย์ เราจำเป็นจักต้องผลิตสินค้าที่ตั้งอยู่บนฐานความคิดของการรักษาสมดุลอันเอื้ออารีต่อระบบนิเวศและการออกแบบวงจรผลิตภัณฑ์หมุนเวียนที่เน้นเป้าหมายการนำกลับมาใช้ใหม่หรือสูญสลายคืนสู่ธรรมชาติ มีกระบวนการผลิตที่ไม่ทิ้งทรัพยากรหลงเหลือโดยเปล่าประโยชน์ จึงเห็นได้ว่า แนวทางและลักษณะของผลงานนวัตกรรมด้านการออกแบบสร้างสรรค์ที่นักออกแบบปัจจุบันให้การตระหนักมักแสดงออกถึงการสร้างองค์ความรู้ใหม่ เฉพาะอย่างยิ่ง การค้นคว้าเกี่ยวกับ

วัสดุก้าวหน้าที่สามารถนำมาทดแทนวัสดุเดิมที่ใช้สอยกันอยู่ โดยมุ่งเน้นถึงผลลัพธ์เพื่อการลดกำลังการผลิต และหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งที่ควรกระทำยิ่ง ด้วยเหตุนี้ วิทยานิพนธ์ เรื่อง นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต จึงมุ่งสู่การค้นคว้าและวิจัยในแนวทางการพัฒนาศักยภาพผลงานวิจัยเพื่อเพิ่มโอกาสทางการแข่งขันเชิงพานิชย์และสนับสนุนการเติบโตของเศรษฐกิจสร้างสรรค์สร้างความมั่นคงด้านรายได้แก่วิสาหกิจชุมชนระดับกลางหรือล่างและความมั่งคั่งแก่คุณภาพชีวิตของประชากรในอนาคต

**ประโยชน์ที่ได้รับจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง**

การทบทวนวรรณกรรมแบ่งส่วนของความรู้ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มสุนทรียศาสตร์ ศิลปะ และการออกแบบ

**1. กลุ่มวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม**

แนวทางของผลงานวิจัยและนวัตกรรมด้านการออกแบบสร้างสรรค์ที่นักออกแบบทั่วโลกปัจจุบันให้การตระหนัก จักให้ความสำคัญกับการสร้างองค์ความรู้ใหม่ เฉพาะอย่างยิ่ง การค้นคว้าเกี่ยวกับวัสดุเชิงก้าวหน้าที่สามารถนำมาทดแทนวัสดุเดิมที่ใช้สอยกันอยู่ โดยมุ่งเน้นถึงประสิทธิผลเพื่อลดกำลังการผลิตและหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หนึ่งในสมมุติฐานเกี่ยวกับการผลิตวัสดุเส้นใยและสิ่งทอเพื่อการออกแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต คือการพัฒนาให้สอดคล้องกับนโยบายเรื่องสิ่งแวดล้อมอันเป็นประเด็นที่ต้องการดูแลอย่างเร่งด่วน นวัตกรรมการผลิตเส้นใยและสิ่งทอในปัจจุบันจึงคำนึงถึงคุณสมบัติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยส่วนใหญ่มาจากการแปรรูปวัตถุดิบจากธรรมชาติ รวมถึงเส้นใยและสีธรรมชาติ จักเห็นได้ว่า ผลงานวิจัยทั้งหมดจากกลุ่มวิจัยที่ 1 มีตัวแปรสำคัญชนิดเดียวกัน คือ แบคทีเรีย หมายถึง สิ่งมีชีวิตประเภทใหญ่ประเภทหนึ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติ ส่วนมากเป็นเซลล์เดียว มีขนาดเล็ก ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน สามารถนำมาสังเคราะห์เป็นเส้นใยชีวภาพและสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มเพื่อสิ่งแวดล้อมต่อไปในอนาคต

รายนามผลงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้นำมาศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับผลงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1.1 ผลงานวิจัย โดย ทีนา กอร์จันซ์ (Tina Gorjanc) หัวข้อเรื่อง การนำเอาดีเอ็นเอ (DNA) จากเส้นผมของนักออกแบบแฟชั่นผู้มีชื่อเสียง อเล็คซานเดอร์ แมควีน (Alexander McQueen) มาเพาะเลี้ยงจนได้ผลลัพธ์เป็นเนื้อเยื่อ และพัฒนาคุณสมบัติให้มีลักษณะเสมือนผิวหนัง สามารถนำมาตัดเย็บเป็นเสื้อแจ็คเก็ตหนัง กระเป๋าเดินทาง และกระเป๋าถือ (Marc, 2016) (ภาพที่ 27)

1.2 ผลงานวิจัย หัวข้อเรื่อง ‘Separation, Identification and Analysis of Pigment (Melanin) Production in Streptomyces’ โดย ดาสทาเคอร์ ซีเยด (Dastager Syed) และคณะ ที่มีการศึกษาเกี่ยวกับการสกัดแบคทีเรียที่มีอยู่ในธรรมชาติซึ่งก่อให้เกิดคุณลักษณะของผลลัพธ์คล้ายคลึงกับเม็ดสีเมลานินในมนุษย์ โดยผลวิจัยดังกล่าวสามารถนำมาสนับสนุนการค้นหาวิธีการหรือแนวทางการผลิตเม็ดสีเมลานินอันค้นพบในแหล่งที่คล้ายคลึงกับเมลานินของผิวพรรณมนุษย์ และนำสารดังกล่าวไปประกอบกับเครื่องสำอางและครีมสำหรับใช้กับผิวหนังของมนุษย์ (Syed et al., 2006)

1.3 ผลงานวิจัย โดย ซูซาน ลี (Suzanne Lee) หัวข้อเรื่อง วิจัยเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงวัสดุด้วยหลักการทางชีววิทยา สร้างสรรค์แนวความคิดโดยอาศัยสิ่งมีชีวิตชนิดแบคทีเรียจากน้ำชา ซึ่งผลวิจัยมุ่งเน้นวิธีการค้นหาวัสดุใหม่เพื่อนำมาใช้ทดแทนวัสดุเส้นใยและสิ่งทอสำหรับเครื่องนุ่งห่ม ผลลัพธ์ของวิจัยเป็นทางเลือกในการนำไปสู่การใช้ทรัพยากรให้สิ้นเปลืองน้อยที่สุดและเกิดความยั่งยืนในโลกอนาคต (Cecchini, 2017) (ภาพที่ 28)

1.4 ผลงานวิจัยจากวารสารวิจัยด้านวิทยาศาสตร์เคมี หัวข้อ ‘Selection of Pigment (Melanin) Production in Streptomyces and Their Application in Printing and Dyeing of Wool Fabrics’ (Amal et al., 2011) ที่มีการนำเม็ดสีเมลานินอันสกัดมาจากน้ำปลาหมึกบิน และนำเม็ดสีที่ได้เป็นของเหลวดังกล่าว มาแบ่งระดับค่าสีออกเป็น 6 ระดับ ซึ่งของเหลวหรือสีเมลานินที่ได้สามารถนำไปทำการพิมพ์และย้อมผ้าขนสัตว์ วิจัยดังกล่าวยังมีข้อด้อยในส่วนของการทดลองที่เกี่ยวข้องกับสัตว์

1.5 ผลงานวิจัย โดย หน่วยวิจัยสภาวะแวดล้อมฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม หัวข้อเรื่อง ลักษณะของเชื้อทั่วไป (Environmental Research Unit, 2019)

1.6 ผลงานวิจัย โดย โครงการเพิ่มศักยภาพฐานข้อมูลอุตสาหกรรมฐานชีวภาพ หัวข้อเรื่อง รายละเอียดข้อมูลสารเคมีชีวภาพประเภท เซลลูโลส (Cellulose) ซึ่งเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบที่สามารถพบได้ในเซลล์พืชและแบคทีเรียสำหรับผนังเซลล์พืช (Plant cell wall structure) เช่น ผัก ผลไม้ เมล็ดธัญพืช หรือเส้นใยพืช (Vegetable fibers) จะประกอบด้วยโครงสร้าง พอลิเมอร์ 3 ชนิด คือ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนิน หรือที่เรียกว่าลิกโนเซลลูโลส (Lignocellulose) (King Mongkuts University, 2019)

1.7 ผลงานวิจัย หัวข้อเรื่อง การสังเคราะห์เม็ดสีคล้ายเซลล์เม็ดสีเมลานินในมนุษย์จากสารสกัดในดินที่มาจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือของโปแลนด์ (Melanin-Like Pigment Synthesis by Soil Bacillus Weihenstephanensis Isolates from Northeastern Poland) (Justyna et al., 2015) พบว่า เมลานินเป็นเม็ดสีที่มีความหลากหลายและเป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่

ที่มักพบในสิ่งมีชีวิตตระกูล Prokaryote และ Eukaryote การผลิตเมลานินมีความสำคัญอย่างยิ่งโดยเฉพาะต่อสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เนื่องจากเกี่ยวข้องกับความอยู่รอดของพาหะในสภาพแวดล้อมที่มันอาศัยอยู่

1.8 ผลงานวิจัย หัวข้อเรื่อง ‘Photoprotective Properties of Alpaca Fiber Melanin Reinforced by Rutile TiO2 Nanoparticles : A study on Wool Fabric’ (Liang et al., 2019) ที่กล่าวถึงที่มาของเมลานินในเส้นใยขนสัตว์ เช่นเดียวกับเมลานินไฟเบอร์ของอัลปาก้าซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันแสง ด้วยเหตุสำคัญดังกล่าว วิจัยจึงเสริมสร้างประสิทธิลของเส้นใยไฟเบอร์เมลานินของอัลปาก้าด้วยการเพิ่มอนุภาคนาโนรูไทล์ TiO2 ผ่านวิธีโซลเจลสองขั้นตอนโดยควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในจุดของอุณหภูมิห้อง

1.9 ผลงานวิจัย หัวข้อเรื่อง ‘Designing and Transgenic Expression of Melanin Gene in Tobacco Trichome and Cotton Fiber’ (Xu et al., 2007) ที่ได้อ้างถึงการปรากฏจำนวนเมลานินในพืชยาสูบที่ผ่านการดัดแปลงพันธุกรรม โดยผลการวิเคราะห์โมเลกุลระดับลึกซึ้งชี้ให้เห็นอีกว่าค้นพบแบคทีเรียชื่อว่า Streptomyces ซึ่งประกอบด้วยยีนสองชนิด ได้แก่ TyrA และ ORF438 ทั้งสองเป็นยีนที่จำเป็นในการสร้างรูปแบบทางชีวภาพของเมลานิน

1.10 ผลงานวิจัย หัวข้อเรื่อง ‘Recent Advances and Progress on Melanin-Like Materials and Their Biomedical Applications’ (Huang et al., 2018) กล่าวถึงคุณสมบัติของเมลานินที่มีสารประกอบเชิงซ้อนทางชีวภาพ (Biopolymer) ที่มีการแผ่ขยายการเจริญเติบโตด้วยความเสถียร เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีความทนทานต่อการย่อยสลายด้วยกรดที่มีความเข้มข้นสูง รวมทั้ง สามารถเปลี่ยนแปลงธาตุ (Oxide) ด้วยการรวมตัวกับออกซิเจน เมลานินจึงย่อยสลายได้ง่ายและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1.11 ผลงานวิจัย หัวข้อเรื่อง ‘Molecular Identification and Antimicrobial Potential of Streptomyces Species from Nepalese Soil’ (Khadayat et al., 2020) เป็นวิจัยที่ระบุถึงการคัดแยกสายพันธุ์ของแบคทีเรีย Streptomyces ที่ได้จากดินของประเทศเนปาลและมีจำนวนมากมายถึง 18 ชนิด สายพันธุ์ทั้งหลายมีคุณสมบัติแสดงฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียต่อ beta-lactamase-(ESBL-) ที่ผลิต Escherichia coli เหมาะสำหรับการพัฒนาประสิทธิผลของยาปฏิชีวนะ

1.12 ผลงานวิจัย หัวข้อเรื่อง ‘Structural Coloration of Textiles with High Colour Contrast Based on Melanin-like Nanospheres’ (Wamg et al., 2019) ที่ค้นคว้าเกี่ยวกับโครงสร้างสีประดิษฐ์ใหม่อันเกิดจากผลึกโฟโตนิก (พีซี) โดยทดลองประกอบขึ้นจากนาโนสเฟียร์ ซึ่งนาโนสเฟียร์ที่มีลักษณะคล้ายเมลานินของมนุษย์ เนื่องจากมีโครงสร้างโครโมโซมที่มีลักษณะเหมือนจริงและมีคุณสมบัติกระจายแสงผ่านการทดลองใช้บนพื้นผิวผ้าสีขาว ปัจจุบันได้นำผลึกโฟโตนิก (พีซี) มาทดสอบใช้เฉพาะกิจสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอและคาดว่าจะกลายเป็นเทคโนโลยีการย้อมสีแฟชั่น

1.13 ผลงานวิจัย หัวข้อเรื่อง ‘A Melanin-Related Phenolic Polymer with Potent Photoprotective and Antioxidant Activities for Dermo-Cosmetic Applications’ (Liberti et al., 2020) การวิจัยเมลานินเชิงลึกซึ่งเป็นตัวแปรสีเข้มของเม็ดสีผิวในมนุษย์ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและคุณสมบัติในการป้องกันแสง ปัจจุบันได้รับการยอมรับแล้วว่าเป็นส่วนประกอบของเม็ดสีที่ได้จากสารตั้งต้นทางชีวสังเคราะห์ 5, 6-dihydroxyindole-2-carboxylic acid (DHICA) และมีศักยภาพในการต้านทานต่อปฏิกิริยาสันดาปด้วยออกซิเจนของรังสีอัลตราไวโอเลต A (UVA) หากสำเร็จมนุษย์อาจมีทางเลือกในการมีผิวพรรณที่เป็นอมตะ

การทบทวนวรรณกรรมในกลุ่มที่หนึ่งแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ซึ่งระบุชี้ชัดว่า ปัจจุบันแนวทางการวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพได้รับการพัฒนาอย่างสูง เฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาเกี่ยวกับเมลานินที่สังเคราะห์ได้จากจุลินทรีย์ประเภทแบคทีเรียหรือเชื้อรา ซึ่งมีอยู่อย่างกระจัดกระจายในพืชและสัตว์ จุลินทรีย์เป็นแหล่งที่มาของเซลล์เม็ดสีที่มีคุณค่าและสามารถให้ผลผลิตสูง เนื่องจากเพาะเลี้ยงง่ายและใช้อาหารราคาถูก การใช้ประโยชน์จากเมลานินนับเป็นส่วนที่ทำให้อุตสาหกรรมชีวภาพเกิดการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้น สามารถขับเคลื่อนอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าเพื่อสร้างความปลอดภัยแก่มนุษย์ และสร้างประสิทธิภาพในเชิงเศรษฐกิจ

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 27 แสดงผลงานวิจัย โดย ทีนา กอร์จันซ์

(ก) นักออกแบบแฟชั่นผู้มีชื่อเสียง อเล็คซานเดอร์ แมควีน

(ข) ดีเอ็นเอ (DNA) จากเส้นผมของนักออกแบบแฟชั่นผู้มีชื่อเสียง

(ค) ผลลัพธ์เป็นเนื้อเยื่อและพัฒนาคุณสมบัติให้มีลักษณะเสมือนผิวหนัง นำมาตัดเย็บเป็นเสื้อแจ็คเก็ตหนัง กระเป๋าเดินทาง และกระเป๋าถือ

(Baic, 2016)

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 28 แสดงผลงานวิจัย โดย ซูซาน ลี

(ก) การเพาะเลี้ยงวัสดุด้วยหลักการทางชีววิทยา สร้างสรรค์แนวความคิดโดยอาศัยสิ่งมีชีวิตชนิดแบคทีเรียจากน้ำชา

(ข) วัสดุใหม่เพื่อนำมาใช้ทดแทนวัสดุเส้นใยและสิ่งทอสำหรับเครื่องนุ่งห่ม

(ค) ตัวอย่างผลงานเครื่องนุ่งห่ม

(Cecilia, 2017)

**2. กลุ่มสุนทรียศาสตร์ ศิลปะ และการออกแบบ**

นอกเหนือจากการทบทวนวรรณกรรมด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมจักมีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตมนุษย์และสิ่งแวดล้อมแล้ว ความเป็นชาติพันธุ์ของตนเองและความเคารพต่อธรรมชาติของบุคคล คือ “การเห็นคุณค่าในตัวเอง (Self-esteem)” นับเป็นคุณสมบัติที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ยุคร่วมสมัยหรือสังคมในศตวรรษที่ 21 เป็นอันมาก เนื่องจากการเห็นคุณค่าในตัวเองนี้ หมายรวมถึง ความคิดเห็นที่มีต่อตัวเอง ซึ่งส่งผลต่อทัศนคติในการดำเนินชีวิตเชิงบวก รวมถึงการรับมือกับสภาวะทางอารมณ์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอีกด้วย หลังจากนี้มนุษย์จักต้องพยายามปรับปรุงวิธีคิดหรือปลูกฝังค่านิยมในการดำรงชีวิตด้วยความระมัดระวังมากยิ่งขึ้น การเห็นคุณค่าในตนเองเป็นสิ่งที่สามารถเรียนรู้ได้ สามารถเปลี่ยนแปลงและพัฒนาให้เกิดขึ้นจากประสบการณ์ที่บุคคลได้รับ นักจิตวิทยานำเสนอแนวทางในการพัฒนาการเห็นคุณค่าในตนเองในหลากหลายวิธี ซึ่งผลงานศิลปะหรือการออกแบบถือเป็นเครื่องมือส่งเสริมเจตคติที่ดีเยี่ยมชนิดหนึ่ง

รายนามผลงานวิจัยเชิงสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยได้นำมาศึกษาเพื่อใช้เสริมสร้างบทบาทของสำหรับผลงานวิจัยนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนครั้งนี้ ได้แก่

2.1 ผลงานวิจัย โดย โทมัส เบอร์หนาด ฟิทซ์แพททริค (Thomas Bernard Fitzpatrick) หัวข้อเรื่อง The Fitzpatrick Skin Prototype มีเนื้อหาสาระที่อธิบายถึงการประเมินและระบุค่าระดับสีผิวพรรณของกลุ่มชาติพันธุ์ต่าง ๆ ของมนุษย์ ซึ่งมีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับในระดับสากล เพื่อนำมาใช้สนับสนุนสมมุติฐานการวัดระดับค่าสีผิวพรรณของกลุ่มประชากรแห่งราชอาณาจักรไทย (D'Orazio et.al, 2013)

2.2 บทความวิชาการ ชื่อ ‘The True Self : A Psychological Concept Distinct From the Self’ กล่าวถึงความสำคัญของระดับการเห็นคุณค่าในตัวตนที่แท้จริง คือ ความสามารถในการแยกแยะตัวตนเทียบเท่ากับระดับศีลธรรม จากบทความข้างต้นชี้ให้เห็นว่าการเห็นคุณค่าในตนเองและรู้ว่าตนเองมีคุณค่านั้นมีประโยชน์ เช่นเดียวกับคำสอนของพระพุทธศาสนาที่ว่า “คนเราต้องเข้าใจตนเอง รู้จักตนเองก่อน แล้วเราจึงจะสามารถเข้าใจคนอื่นได้” ดังนั้น ถ้าบุคคลเห็นคุณค่าในตนเองจักสามารถนำตนเองไปสู่เป้าหมายของชีวิตได้อย่างมีความสุข (Strohminger et.al, 2017)

2.3 ผลงานวิจัย โดย เอมิลี บราดี (Emily Brady) หัวข้อเรื่อง Aesthetics, Ethnics and the Natural Environment. In A. Berleant (Ed.), Environment and the Arts : Perspective on Environmental Aesthetics. มีเนื้อหาสาระที่มุ่งเน้นเรื่องการปรับทัศนคติของมนุษย์ให้สามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้ดี รวมไปถึงมีความอยากรู้อยากเห็นที่จักนำไปสู่การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความอดทน และความเพียรพยายามเพื่อมีคุณภาพชีวิตที่ดี มนุษย์จักมีวุฒิภาวะทางด้านจิตใจอันถือเป็นสุนทรียภาพในการดำเนินชีวิต (Brady, 2009)

2.4 บทความวิจัย โดย รองศาสตราจารย์ ดร. คริสซี่ นินนิมากิ (Kirsi Niinimäki, 2014) เรื่อง Green Aesthetics in Clothing: Normative Beauty in Commodities บทความวิจัยมุ่งเน้นเรื่องการแสดงความคิดเห็นเชิงปรัชญาต่อเครื่องนุ่งห่มที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอันถือเป็นความงามในเครื่องอุปโภคบริโภคประเภทหนึ่ง ได้นำเสนอแนวทางเพื่อทำความเข้าใจสุนทรียะด้านสิ่งแวดล้อมของเครื่องนุ่งห่มและการออกแบบอย่างยั่งยืนที่ผสมผสานทฤษฎีและอธิบายสุนทรียะด้านสิ่งแวดล้อมในแง่มุมต่าง ๆ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อจำกัดมุมมองด้านความงามของการออกแบบกับเครื่องอุปโภคบริโภค ขณะเดียวกันก็เน้นเรื่องเครื่องนุ่งห่มที่มีสุนทรียะด้านสิ่งแวดล้อม แนวทางของบทความนี้จึงอยู่บนพื้นฐานของการแลกเปลี่ยนแนวคิดเรื่องสุนทรียะแต่ผ่านมุมมองแบบสหสาขาวิชา การวิจัยเริ่มจากการสร้างความเข้าใจเรื่องสุนทรียะของเครื่องนุ่งห่มแบบรวม ๆ โดยพูดถึงความหมายและความเข้าใจสุนทรียะในบริบทของเสื้อผ้าเครื่องนุ่มห่ม ซึ่งผสานคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ประสบการณ์ระดับต่าง ๆ และความคิดสร้างสรรค์เข้าด้วยกัน

2.5 ผลงานวิจัย โดย โทมัส เมทแลนด์ เคิลแลนด์ (Thomas Maitland Cleland) หัวข้อเรื่อง ไวยากรณ์แห่งสี (A Grammar of Color) มีเนื้อหาสาระที่อธิบายถึงหลักการใช้สีตามทฤษฎีของอัลเบิร์ต มันเซล (Albert Munsell) และการประยุกต์การใช้สีสำหรับมนุษย์ในชีวิตประจำวัน (Thomas, 1969)

2.6 ผลงานศิลปกรรมสมัยสำคัญ

2.6.1 ประติมากรรมสมัยกรีก ยุคอาร์เคอิค (Archaic) ได้รับการสร้างสรรค์จากทฤษฎีหรือข้อคิดเรื่องการเห็นคุณค่าในตนเอง ปรากฏเริ่มต้นจากประติมากรรมลอยตัวซึ่งส่วนใหญ่เป็นรูปปั้นเด็กหนุ่มเปลือยที่เรียกกันว่า คูว์รอส (Kouroi) และคูว์ราย (Korai) (ภาพที่ 29) ซึ่งแปลว่าวัยเยาว์

รูปปั้นลักษณะดังกล่าวเป็นเสมือนตัวแทนของเทพอะพอลโล (Apollo) หรือเทพเจ้าแห่งวัยเยาว์ แต่ไม่ใช่ในฐานะรูปเหมือน อย่างไรก็ตาม การให้ความหมายที่ชัดเจนกับรูปปั้นเหล่านี้อาจเป็นการทำความเข้าใจผิด กรีกไม่เคยแยกแยะรูปร่างของมนุษย์กับเทพเจ้าออกจากกัน ประติมากรรมลักษณะดังกล่าวนั้นจับเอาช่วงเวลาที่ร่างกายเพิ่งเริ่มเป็นผู้ใหญ่ เมื่อวัยเยาว์เริ่มแรกแย้มอันเป็นช่วงเวลาซึ่งมนุษย์ครอบครองเพียงชั่วครู่ และเทพเจ้าเท่านั้นที่จะมีความสุขกับการมองเห็นคุณค่าของตัวตนตลอดไป ภาวะคู่นี่อาจโน้มน้าวให้มนุษย์มุ่งไปสู่การให้ความใส่ใจในร่างกายหรือความงามแห่งกายวิภาค อาจกล่าวได้ว่าแบบแผนทางสุนทรียะของศิลปะกรีกอาจก่อให้เกิดส่วนผสมที่เป็นเอกลักษณ์ของวิธีคิดแบบธรรมชาตินิยมและอุดมคติแห่งการเคารพตนเอง ซึ่งกลายมาเป็นรากฐานและอิทธิพลอย่างยิ่งต่อศิลปะตะวันตก (Philadelpheus, 1935)

(ก) (ข)

ภาพที่ 29 แสดงประติมากรรมลอยตัวของยุคอาร์เคอิค เรียกว่า คูว์รอส
(ก) ฝาแฝดคูว์รอสแห่งเมืองอาร์กอส (Twin Kouroi of Argos)
(ข) ใบหน้าของคูว์รอสที่สมบูรณ์
(Philadelpheus, 1935)

2.6.2 ประติมากรรมสมัยโรมัน เจนัสเทพสองหน้า (Janus) สื่อสารถึงการเริ่มต้นสิ่งใหม่หรือสัญลักษณ์แห่งการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากเจนัสเป็นมนุษย์เดินดินธรรมดาที่มาจากแผ่นดินเธสสาลี แต่สามารถปกครองกรุงโรมันให้มีแต่ความเจริญรุ่งเรืองและอุดมสมบูรณ์ ปัจจุบันผู้คนนับถือเจนัสเป็นเทพเจ้าแห่งโรมันโบราณ เป็นตัวแทนของวาระปีใหม่ ผลงานสะท้อนให้ผู้ชมเห็นถึงการเคารพในคุณค่าของความเป็นมนุษย์ หรือการยอมรับตนเองด้วยการน้อมนำประสบการณ์ในอดีตที่ผ่านมาสู่

ปัจจุบัน การทบทวนถือเป็นกระบวนการเรียนรู้จากความผิดพลาดและเป็นการแก้ไขปัญหาในการกระทำเพื่อให้เกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุดในอนาคต พร้อมทั้งส่งผลให้การตัดสินใจในครั้งใหม่อันจักสร้างผลลัพธ์ที่ดีงาม (Scullard, 1981: 51) (ภาพที่ 30)

(ก) (ข)

ภาพที่ 30 แสดงประติมากรรมเทพเจนัส
(ก) เหรียญสำริดโบราณ
(ข) ลอยตัว
(Scullard, 1981)

2.6.3 ผลงานศิลปะสมัยใหม่ของมาร์แซล ดูชองป์ (Marcel Duchamp) ศิลปินผู้มีอิทธิพลสำคัญต่อวงการศิลปะสมัยใหม่ แสดงแนวความคิดต่อวัตถุใช้สอยธรรมดาที่พบเห็นในชีวิตประจำวันมาสร้างสรรค์ให้เกิดเป็นผลงานศิลปะโดยแทบที่จะไม่ได้ปรุงแต่งสิ่งใดเพิ่มเติม แนวความคิดดังกล่าวท้าทายแนวความคิดในการสร้างสรรค์ผลงานศิลปะแบบดั้งเดิมที่ว่า “สิ่งใด ๆ ที่ศิลปินเห็นว่ามีคุณค่าที่จะเป็นศิลปะ สิ่งนั้นก็สามารถที่จะเป็นศิลปะได้” มาร์แซลได้แสดงความคิดเกี่ยวกับศิลปะที่ไม่ได้หมายถึงตัววัตถุ หากเป็นแนวความคิดของศิลปินมากกว่า ผลงานจึงสื่อสารถึงความหมายอันส่อเสียดต่อวงการศิลปะอย่างรุนแรงว่า ศิลปินไม่ใช่ผู้สร้างสรรค์ที่ยิ่งใหญ่ และศิลปะไม่ใช่ของวิเศษล้ำค่าอะไร ดังนั้น แนวความคิดของดูชองป์ที่สร้างผลงานชิ้นนี้ขึ้นเพื่อลดทอนคุณค่าของงานศิลปะ กลายเป็นผลงานที่โด่งดังที่สุดของเขา เป็นผลงานศิลปะสมัยใหม่ที่ทรงอิทธิพลที่สุดในศตวรรษที่ 20 และเป็นสัญลักษณ์ทางศิลปะที่ทุกคนจดจำมากที่สุด (The Museum of Modern Art Bulletin, 1946) (ภาพที่ 31)

(ก)

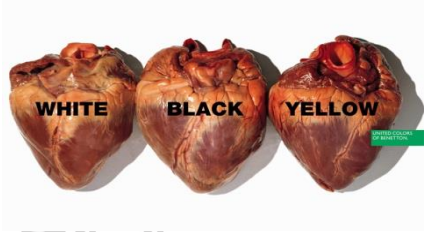
(ข)

ภาพที่ 31 แสดงศิลปินมาร์แซล ดูชองป์
(ก) ภาพถ่ายบุคคล
(ข) ผลงานประติมากรรมฟาว์นเทรนด์ (Fountain)
(The Museum of Modern Art Bulletin, 1946)

2.6.4 ผลงานสื่อผสมของศิลปิน บิล วิโอล่า (Bill Viola) ชื่อผลงาน คือ การทำงานร่วมกับนักแสดงในบทอุบัติกาล (Working with Actors on the Set of Emergence) ภาพถ่ายโดย คีร่า เพรอฟว์ (Kira Perov) ผลงานของศิลปินท่านนี้ อุทิศให้กับสิ่งที่เป็นนามธรรม ความรู้สึกที่มองไม่เห็น แต่จับต้องได้ ศิลปินถ่ายทอดความทรงจำและความโหยหาที่ต้องการการเติมเต็มของมนุษย์ เขามุ่งเน้นวิธีการศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับตัวเอง รวมทั้งศึกษาข้อความโบราณของศาสนาฮินดูที่กล่าวไว้เกี่ยวกับอุดมคติเกี่ยวกับการทำตนให้สมบูรณ์แบบ หรือการมองเห็นคุณค่าในตัวตนของตนเอง (J. Paul Getty Museum Education Department, 2008)

2.6.5 สื่อโฆษณาของแบรนด์เสื้อผ้า “ยูไนเต็ด คัลเลอร์ ออฟ เบเนตอง” (Advertising’s United Colors of Benetton) นำเสนอแนวความคิดของผู้กำกับศิลป์ (Art Director) นามว่า โอลิเวียโร ทอสคานี (Oliviero Toscani) ที่สื่อสารถึงเรื่องของเสน่ห์ที่มาจากความหลากหลายทางเชื้อชาติและสีผิวพรรณ โดยแสดงออกด้วยนางแบบต่างสัญชาติจำนวนมากและเปลือยกายเพื่อเผยให้เห็นถึงผิวพรรณอันเป็นความงามที่บริสุทธิ์อันมีลักษณะเฉพาะบุคคลและเป็นเอกลักษณ์ของชนชาติดุจเดียวกับเสื้อผ้าของแบรนด์ที่มีความเหมาะสมกับผู้คนทุกเผ่าพันธุ์นอกจากนี้ แบรนด์ยังสื่อสารเนื้อหาสาระเกี่ยวกับเอกภาพของเชื้อชาติอันหลากหลายของโลกใบนี้ด้วยการนำอวัยวะส่วนหัวใจมาทั้งหมด 3 ดวง และระบุคำว่า ‘White Black Yellow’ ซึ่งหมายถึง คนผิวขาว ผิวดำ ผิวเหลืองหรือเอเชีย และรูปลักษณ์ของหัวใจทั้งสามดวงนั้นมิได้มีความแตกต่างกันแม้แต่น้อย โดยสื่อโฆษณาชิ้นนั้น

มิได้มีรูปแบบของเสื้อผ้าในแบรนด์ของตนปรากฏในสื่อแต่อย่างใด ทั้งนี้ ทำให้ผู้คนสัมผัสได้ถึงวิธีคิดของแบรนด์และการแสดงออกถึงทัศนคติที่มีต่อเพื่อนมนุษย์ที่ไร้การแบ่งแยกส่งผลลัพธ์ให้ยอดขายของแบรนด์ประสบความสำเร็จอย่างถล่มทลาย (Forward Festival Magazine, 2019)




ภาพที่ 32 (ซ้าย) แสดงผลงานสื่อผสมของศิลปิน บิล วิโอล่า ศิลปะแสดงออกด้วยร่างกาย สี และอารมณ์ของนักแสดง
(The J. Paul Getty Museum Education Department, 2008)

ภาพที่ 33 (ขวา) ผลงานกำกับศิลป์สื่อโฆษณาของ โอลิเวียโร ทอสคานี
‘Oloviero Toscani and Why Successful Advertising has to Polarize.’
(Forward Festival Magazine, 2019)

ดังที่กล่าวไปแล้วถึงจุดเริ่มต้นอันเริ่มจากพฤติกรรมและวิถีชีวิตของมนุษย์ปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม มนุษย์ให้ความสำคัญต่อการบริโภคที่หลากหลาย มุ่งเน้นสัดส่วนการผลิตจำนวนมาก เกิดเป็นความหลงใหลในกระแสวัตถุนิยมที่ครอบงำมนุษย์เพียงเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์อย่างมากล้นจนเกินคำว่าพอดี เฉพาะอย่างยิ่ง ความเห็นแก่ตัว คุกคาม และทำลายธรรมชาติอย่างไร้ขีดจำกัด กอปรกับการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวเนื่องเป็นเหตุให้ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของยุทธศาสตร์ที่ 8 การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม เนื่องด้วยความรู้ส่วนนี้จักส่งเสริมให้การพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมเกิดผลสัมฤทธิ์

วิทยานิพนธ์ หัวข้อ “นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” จึงมีวัตถุประสงค์ในการขยายผลจากการศึกษาวงจรความสมบูรณ์และการแปรเปลี่ยนคุณสมบัติของ ‘ดิน’ ในสถานะแร่ธาตุที่มีอยู่ดาษดื่นทั่วไปผ่านกระบวนการทดลองสังเคราะห์เส้นใยธรรมชาติและเมลานินจากแบคทีเรียชั้นดี ให้กลายเป็น

วัสดุสิ่งทอทดแทนหรือเซลลูโลสชีวภาพที่มีคุณค่า เป็นเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ไม่ก่อให้เกิดสารพิษตกค้างหรือมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ผลลัพธ์คือวัสดุสิ่งทอทดแทนมีความเป็นมิตรกับร่างกายสามารถย่อยสลายและกลับคืนสู่ธรรมชาติ นอกเหนือจากยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศที่ 8 โครงการยังมีความสอดคล้องต่อแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ แผนที่ 4 ด้วยผู้วิจัยต้องการออกแบบสร้างสรรค์ต้นแบบผลิตภัณฑ์ วงจรการออกแบบแฟชั่นหมุนเวียน และมีความเชื่อมั่นว่าการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดีมิใช่มีหน้าที่เพียงเพื่อตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานหรืออำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตของมนุษย์เท่านั้น หากผลิตภัณฑ์จักต้องได้รับการพิจารณา วิเคราะห์และออกแบบอย่างเข้าใจถึงองค์ประกอบต่าง ๆ อาทิ นักออกแบบ ผู้ผลิต ผู้ประกอบการ หรือผู้บริโภค เพื่อสร้างระบบการหมุนเวียนให้เป็นไปตามเป้าหมายเดียวกัน คือ เป้าหมายของการนำกลับมาใช้ใหม่ ไม่มีกระบวนการใดทิ้งทรัพยากรให้หลงเหลือจนเกิดเป็นขยะ และสูญสลายกลับคืนสู่ธรรมชาติ นับตั้งแต่กระบวนการต่าง ๆ เช่น การออกแบบ ผลิต ขนส่ง หรือจัดจำหน่าย อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ จักเห็นได้ว่า การประยุกต์กระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมเพื่อค้นพบวัสดุชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติโดดเด่นของโครงการนี้ มีส่วนในการฟื้นฟูรากฐานการเจริญเติบโตของประเทศ เสริมสร้างความมั่นคงของฐานทรัพยากรธรรมชาติ เป็นการอนุรักษ์โดยคำนึงถึงการใช้สอยอย่างมีขีดจำกัดและจัดการต้นทุนทางธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ต่อไปในอนาคตอย่างเป็นธรรม นับเป็นการสร้างความสมดุลต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรงอันเป็นที่มาของการส่งเสริมคุณภาพชีวิตของทรัพยากรมนุษย์ที่ดี อนึ่ง ผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากโครงการ ฯ ยังแสดงศักยภาพและสนับสนุนต่อยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการเสริมสร้างความมั่นคงแห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศสู่ความมั่งคั่งและยั่งยืน ยกระดับการแข่งขันภาคการผลิตด้วยการนำนวัตกรรมงานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ เพื่อพัฒนาสู่ฐานเศรษฐกิจใหม่ต่อไปในอนาคต สำคัญอย่างยิ่ง คือ สามารถนำมาใช้เป็นต้นแบบสินค้าแฟชั่นหมุนเวียนเพื่อสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจและแข่งขันของประเทศได้อย่างยั่งยืน ด้วยเหตุผลที่ว่าวัสดุทดแทนสิ่งทอชนิดนี้เป็นนวัตกรรมใหม่ที่ขับเคลื่อนการลงทุนในภาคอุตสาหกรรมของการบริโภคผลิตภัณฑ์แฟชั่นที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเริ่มต้นจากกระบวนการการออกแบบจนถึงการผลิตสินค้า ให้ได้มาตรฐานการลดมลพิษด้วยเทคโนโลยีที่สะอาด การใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ตลอดจน ส่งเสริมให้ภาคธุรกิจลดการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศ

ดังนั้น เครื่องนุ่งห่มของมนุษย์แห่งอนาคตแสดงศักยภาพในการบูรณาการความรู้ระหว่างปรัชญาสุนทรียศาสตร์กับนวัตกรรมชีวภาพ ก่อให้เกิดประสิทธิผลของการออกแบบวัสดุสิ่งทอทดแทนอันมีส่วนสำคัญต่อการเสริมสร้างความตระหนักถึงการอาศัยอยู่ร่วมกันอย่างเกื้อกูลกับผู้อื่นรวมถึงธรรมชาติ นำพามนุษย์ไปสู่วิถีการดำรงชีวิตที่ปลอดภัย และการแสวงหาหรือปรารถนาในวิถีทางแห่งการตอบสนองความต้องการอันไปสู่คำนิยามที่เรียกว่า “ความสุข” ย่อมเพิ่มพูนสัมพันธภาพระหว่างมนุษย์กับวัสดุทดแทนสิ่งทอ ตลอดจนส่งเสริมให้มนุษย์รักษาวัฏฏะอันเป็นนิเวศวิทยา (Ecology) อย่างแท้จริง ซึ่งมนุษยชาติสามารถนำเนื้อหาสาระดังกล่าวมาใช้เป็นแก่นแท้แห่งการมีชีวิต

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินการวิจัย

สถานการณ์ของโลกปัจจุบันเกิดการเปลี่ยนแปลงส่งผลกระทบต่อวิถีการดำรงชีวิตของมนุษยชาติเป็นอย่างมาก วิกฤติการณ์โลกสะท้อนให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่ย้อนแย้งกับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ ตามคำกล่าวของวิลเลี่ยม เวิร์ดเวิร์ธ (Wordsworth, 2018) ที่กล่าวถึงกระแสนิยมแฟชั่นกลับกลายมาเพื่อตอบสนองความต้องการอย่างมากล้นจนเกินคำว่าพอดี แสดงถึงความเห็นแก่ตัว คุกคาม และทำลายธรรมชาติอย่างไร้ขีดจำกัด จากการสำรวจของหน่วยงานตรวจวัดโลกแห่งประเทศเดนมาร์ค (The World Counts, 2020) เปิดเผยว่าอุตสาหกรรมแฟชั่นเครื่องแต่งกายที่มีมูลค่ามหาศาลนั้น พบว่าอุตสาหกรรมเหล่านี้ทำลายสิ่งแวดล้อมในทุกกระบวนการ ตั้งแต่ต้นทางการปลูกฝ้ายที่ต้องใช้น้ำในการเพาะปลูกจำนวนมหาศาล การใช้สารเคมีหรือยากำจัดศัตรูพืชที่ถูกนำมาใช้ดูแลรักษาพืชที่ให้เส้นใยทั้งหลาย ปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับสูงก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ส่วนการฟอกฝ้ายเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดสารปนเปื้อนและตกค้างส่งผลให้คุณภาพน้ำเป็นอันตราย จนถึงปลายทางตามที่บริษัทพีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (2562) รายงานว่า ผลผลิตแห่งความต้องการอันเกินความพอดีนั้นกลับถูกทิ้งกลายเป็นปัญหา “ขยะแฟชั่น” กอปรกับปัจจุบันแนวโน้มค่านิยมแฟชั่นของมนุษย์สร้างความลุ่มหลงในสินค้าที่ทันต่อยุคสมัยและราคาถูก จึงทำให้ง่ายต่อการตัดสินใจจับจ่ายและกระแสแฟชั่นที่นิยามว่า “แฟชั่นมาไวไปไว” (Fast fashion) กลายเป็นการสร้างพฤติกรรม “ตกยุค ใส่แล้วทิ้ง” ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้เกิดการบริโภคอย่างสิ้นเปลืองและเพิ่มขยะ (ภาพที่ 1) ในฐานะนักออกแบบ หนึ่งในการสร้างแนวความคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อส่งเสริมความสมดุลแห่งระบบนิเวศวิทยา คือ การออกแบบแฟชั่นหมุนเวียน (Circular fashion) เพื่อสร้างความสอดคล้องต่อแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular economy) อันได้มาจากคณะกรรมาธิการยุโรป (European commission) ที่มีการประกาศใช้แนวคิดดังกล่าว โดยมีรายละเอียดในการพิจารณาหาแนวทางการแก้ไขปัญหาประชากรโลก รวมถึงมิติเกี่ยวกับด้านการผลิตของอุตสาหกรรมในรูปแบบใหม่ การปรับพฤติกรรมของผู้บริโภคและการจัดการขยะให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

**ประโยชน์จากการศึกษาและทบทวนของวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง**

การทบทวนวรรณกรรมชี้ให้เห็นถึงการบริหารจัดการทรัพยากรที่มีอยู่จำกัดและคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สาระจำเป็นดังกล่าวถือเป็นหัวใจของการพัฒนาที่สร้างสรรค์สำหรับสังคมยุคศตวรรษที่ 21 อย่างแท้จริง นอกเหนือจากความจำเป็นข้างต้น จุดเริ่มต้นที่สำคัญที่สุดของแนวความคิดในการสร้างสรรค์นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนจากการใช้ ‘ดิน’ มาจาก “พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราชบรมนาถบพิตร” บุคคลผู้เป็นต้นแบบแห่งการพลิกฟื้นทรัพยากรที่เสื่อมสภาพหรือไร้ค่าให้กลับกลายเป็นแหล่งอุดมสมบูรณ์ องค์ความรู้ที่พระองค์ทรงถ่ายทอดสามารถสร้างคุณประโยชน์แก่ผู้คนในพื้นที่ได้ทำมาหากินและเลี้ยงชีพได้อีกครั้ง พระราชกรณียกิจของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชในแต่ละช่วงเวลานั้น พระองค์ทรงใช้ศาสตร์ความรู้แขนงต่าง ๆ มาบูรณาการหลักการทรงงานเพื่อให้ประชาชนของพระองค์นั้นได้รับประโยชน์สูงสุดและเกิดความยั่งยืนที่แท้จริง

เริ่มต้นจากการศึกษาแนวทางการทรงงานโครงการในพระราชดำริด้านต่าง ๆ ซึ่งพระองค์ทรงมีเนื้อหาการทำงานที่มุ่งเน้นเรื่องการพัฒนา อันประกอบด้วยแนวความคิดที่เป็นนามธรรมและแนวการปฏิบัติหรือการนำแนวคิดไปแปรสภาพเป็นกิจกรรมตอบสนองแนวความคิด ดังที่พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชทรงมีพระราชดำรัสว่า

> “...พัฒนา ก็หมายถึงทำให้มั่นคง ทำให้ก้าวหน้า การพัฒนาประเทศก็ทำให้บ้านเมืองมันคงมีความเจริญ ความหมายของการพัฒนาประเทศนี้ก็เท่ากับตั้งใจที่จะทำให้ชีวิตของแต่ละคนมีความปลอดภัย มีความเจริญ มีความสุข...” (1970)

ซึ่งความหมายของคำว่าความเจริญในพระราชวิสัยทัศน์ของพระองค์มีลักษณะและองค์ประกอบดังต่อไปนี้

> “...ความเจริญนั้นมักจำแนกกันเป็นสองอย่าง คือ ความเจริญทางวัตถุอย่างหนึ่ง และความเจริญทางจิตใจอีกอย่างหนึ่ง ยิ่งกว่านั้นยังเห็นกันว่า ความเจริญอย่างแรกอาศัยวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยสร้างสรรค์ ความเจริญอย่างหลังอาศัยศิลปะศีลธรรมจรรยาเป็นปัจจัย แท้จริงแล้วความเจริญทางวัตถุกับความเจริญทางจิตใจก็ดี หรือความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กับทางด้านศิลปะศีลธรรมจรรยาก็ดี มิใช่สิ่งที่จะแยกออกจากกันให้เด็ดขาดได้ ทั้งนี้เพราะสิ่งที่เราพยายามจะแยกออกจากกันนั้น มีมูลฐานที่เกิดอันเดียวกัน คือ “ความจริงแท้” ที่เป็นวิทยาศาสตร์ ถึงจะ

พยายามแยกจากกันอย่างไร ๆ ที่สุดก็จะรวมลงสู่จุดกำเนิดเดียวกัน แม้แต่จุดประสงค์ก็จะลงสู่จุดเดียวกัน คือ ความสุข ความพอใจของทุกคน ดังนั้น ท่านทั้งปวงที่กำลังจะนำวิชาการออกไปสร้างความเจริญแก่ตนแก่ชาติ ควรจะได้ทราบตระหนักในข้อนี้ และควรจะถือว่าความเจริญทั้งสองฝ่ายนี้มีความสำคัญอยู่ด้วยกัน เป็นสิ่งทีเกี่ยวเกาะเกื้อหนุนและอาศัยกัน จำเป็นที่จะต้องพัฒนาพร้อมกันไป ปฏิบัติพร้อมกันไป ความเจริญมั่นคงแท้จริงจึงจะเกิดขึ้นได้...” (1977)

นัยสำคัญของพระบรมราโชวาทเกี่ยวกับคำว่าความเจริญต้องประกอบทั้งความเจริญทางวัตถุและความเจริญทางจิตใจอันเป็นเอกภาพและมิอาจออกแยกจากกัน โดยความเจริญทางวัตถุต้องอาศัยปัจจัยด้านวิชาการทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยผู้มีวิชาความรู้หรือผู้ได้ศึกษาเล่าเรียน ส่วนความเจริญทางจิตใจต้องอาศัยปัจจัยทางศิลปะและศีลธรรมจรรยาซึ่งปัจจัยทั้งสองจะเกิดขึ้นได้ ดำรงอยู่ และสำแดงผลได้ ย่อมต้องอาศัยผู้ถือปฏิบัติศิลปะและศีลธรรมจรรยาเป็นฐาน ดังนั้น การพัฒนาบ้านเมืองให้มั่นคง มีความเจริญ ต้องพัฒนาคนให้ถึงพร้อมทั้งด้านวิชาการ ศิลปะ และศีลธรรมจรรยาโดยมีความสุขความพอใจของทุกคนเป็นจุดมุ่งหมายธรรม

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชทรงใช้เวลาส่วนใหญ่ตลอดรัชสมัยไปกับการเสด็จฯเยี่ยมราษฎรในท้องถิ่นชนบททุรกันดารต่าง ๆ ทุกภูมิภาคของประเทศ นับตั้งแต่ พ.ศ. 2497 เพื่อทรงซักถามเรื่องความเป็นอยู่และสารทุกข์สุกดิบของประชาชน ซึ่งพระองค์จะทรงศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ ด้วยพระองค์เอง รวมถึงแผนที่หรือเอกสารต่าง ๆ ทำให้ทรงรับทราบปัญหาความเดือดร้อนของประชาชน หลังจากนั้นพระองค์ก็จะทรงคิดค้นแนวทางพระราชดำริเพื่อพัฒนาและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่ ผู้วิจัยขอยกตัวอย่าง แนวทางการพัฒนาการเกษตรของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช บรมนาถบพิตร เนื่องจากประเทศไทยมีเนื้อที่ประมาณ 321 ล้านไร่ จากการประเมินคุณภาพของดินเพื่อการเกษตรโดยกรมพัฒนาที่ดินพบว่ามีพื้นที่ประมาณร้อยละ 52 เท่านั้นที่จัดว่ามีคุณภาพเหมาะสมสำหรับการเกษตร พื้นที่ประมาณร้อยละ 12 จัดว่ามีคุณภาพทางการเกษตรต่อเนื่องจากเป็นดินที่มีปัญหา ส่วนพื้นที่ที่เหลือจัดว่าไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ทางเกษตร โดยเป็นพื้นที่สูงชันร้อยละ 29 และเป็นพื้นที่ดินป่าชายเลนร้อยละ 3 ซึ่งพื้นที่เหล่านี้ควรสงวนไว้เป็นป่าธรรมชาติเพื่อการอนุรักษ์ต้นน้ำลำธารและรักษาไว้ซึ่งระบบนิเวศที่เหมาะสม จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่าประเทศไทยมีพื้นที่ที่เหมาะสมทางการเกษตรเป็นจำนวนจำกัด ประกอบกับความต้องการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรในช่วง 20 ปีที่ผ่านมามีมากขึ้น ดังนั้น การขยายพื้นที่ทำกินในช่วงดังกล่าวส่วนใหญ่จึงเป็นการนำเอาพื้นที่ที่มีคุณภาพทางการเกษตรต่ำมาใช้ทำให้ทรัพยากรที่ดินเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็วและส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ อย่างรุนแรง หากการใช้พื้นที่ดินดังกล่าวปราศจากการจัดการที่เหมาะสม กอปรกับการพัฒนาระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยยังเป็นการผลิตเพื่อการส่งออกส่งผลให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการผลิตอย่างกว้างขวางและต่อเนื่อง ในขณะเดียวกันก็ยังมีพื้นที่ดิน

อีกเป็นจำนวนมากที่ถูกนำมาใช้เพาะปลูกโดยขาดการอนุรักษ์หน้าดินซึ่งเป็นส่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์เต็มไปด้วยธาตุอาหารของพืช เมื่อผืนดินจำนวนมหาศาลถูกชะล้างทำให้ดินลดความอุดมสมบูรณ์ ดังนั้น เกษตรกรจึงต้องลงทุนปลูกพืชด้วยการใส่ปุ๋ย ทำให้รายได้ลดลงแต่ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุดังกล่าว พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ฯ จึงมีพระราชประสงค์ที่จะต้องรีบเร่งดำเนินการพัฒนาที่ดินของประเทศเพื่อให้ที่ดินที่มีการใช้ประโยชน์อยู่แล้วมีประสิทธิภาพในการผลิตสูงขึ้น ในขณะเดียวกันก็ต้องมีการทะนุบำรุงดินมิให้เสื่อมโทรม มีอายุการใช้งานยืนนานและไม่ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรที่ดินและสภาพแวดล้อม

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขออัญเชิญความตอนหนึ่งในพระราชดำรัสของสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี ที่ทรงมีรับสั่งกับพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ฯ ถึงความหมายของพระนาม "ภูมิพล" ไว้ว่า

> “...อันที่จริงเราชื่อ "ภูมิพล" ที่แปลว่า "กำลังของแผ่นดิน" แม่ก็อยากให้เธออยู่กับดิน เมื่อฟังคำพูดแล้วกลับมาคิด ซึ่งแม่คงจะสอนเราและมีจุดมุ่งหมายว่าอยากให้ติดดินและอยากให้ทำงานให้แก่ประชาชน...” (Danai Chanchaochai, 2014)

อาจเป็นด้วยเหตุนี้ พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ฯ จึงทรงงานอย่างหนักพระองค์ทรงพัฒนาชนบทและถิ่นทุรกันดารในรูปของโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เพื่อแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าและระยะยาว ตลอดรัชสมัยมีโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริทั้งหมด 4,741 โครงการ ทุกโครงการล้วนมีจุดประสงค์ คือ การพัฒนาราษฎรในชนบทได้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น โดยการสร้างพื้นฐานหลักที่จำเป็นต่อการผลิตให้แก่ราษฎร ทรงส่งเสริมให้ชาวชนบทมีความรู้ในการประกอบอาชีพตามแต่ละท้องถิ่น ตลอดจนสามารถประกอบอาชีพเลี้ยงครอบครัวหรือสามารถช่วยเหลือพึ่งพาตนเองได้ นอกจากนี้ยังทรงค้นคิดและนำเอาวิทยาการสมัยใหม่มาประยุกต์กับภูมิปัญญาชาวบ้านด้วยความเป็นพระมหากษัตริย์ “คลุกอยู่กับดิน” (ภาพที่ 34) สมดังพระนาม จนเป็นที่ประจักษ์ใจคนทั้งโลก องค์การสหประชาชาติจึงเทิดพระเกียรติพระองค์ โดยกำหนดให้วันที่ 5 ธันวาคมของทุกปี ซึ่งตรงกับวันพระราชสมภพของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรฯเป็น “วันดินโลก” (World Soil Day) มากไปกว่านั้น ยังประกาศให้ปี ค.ศ. 2015 เป็น “ปีดินสากล” (International Year of Soils) สำหรับวันดินโลกนี้นับเป็นการสดุดีพระเกียรติคุณในระดับนานาชาติ ตามที่พระองค์ทรงให้ความสำคัญด้านการบริหารจัดการทรัพยากรดินและทรงปฏิบัติพระราชกรณียกิจที่สนับสนุนการบริหารจัดการดินอย่างต่อเนื่อง จนเป็นที่ประจักษ์ต่อสาธารณชน รวมทั้งเป็นที่ยอมรับอย่างเป็นรูปธรรมทั้งในประเทศและนานาประเทศ จนได้รับทูลเกล้าฯ ถวายรางวัล “นักวิทยาศาสตร์ดินเพื่อมนุษยชาติ” พระองค์แรกของโลก เมื่อเดือนเมษายน ค.ศ. 2012 ที่ผ่านมาจากสหภาพวิทยาศาสตร์ทางดินนานาชาติ (United Nations, 2013)

ภาพที่ 34 ภาพพระฉายาลักษณ์พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช (Huaysai Centre, 2018)

ด้วยเหตุผลทุกประการ ผู้วิจัยจึงขอน้อมนำพระราชดำริ พระราชโอวาท และพระราชกรณียกิจมาเป็นแนวความคิดประกอบการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ โดยเห็นความสำคัญของทรัพยากรหลักของประเทศ คือ ‘ดิน’ เนื่องจากดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลก ดินเป็นแหล่งผลิตอาหาร ยารักษาโรค เครื่องนุ่งห่ม และเชื้อเพลิง ดินช่วยพัฒนาระบบนิเวศให้มีความยั่งยืน เอื้อให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ ดินดูดซับคาร์บอนและบรรเทาผลกระทบจากสภาวะการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ มนุษย์ใช้ดินเป็นที่ตั้งของที่อยู่อาศัยและเมือง เป็นที่ทิ้งขยะ เป็นตัวกรอง และผลิตน้ำให้สะอาด ดินยังเป็นสสารที่ห่อหุ้มโลกและมีจำนวนปริมาณมหาศาล ดินเป็นวัตถุที่เกิดขึ้นตามลักษณะกายภาพและทางเคมีของหินและแร่รวมกับสารอินทรีย์ที่มาจากการสลายตัวของซากพืชซากสัตว์ซึ่งเป็นผิวชั้นบนที่หุ้มห่อโลก ดินมีลักษณะและคุณสมบัติต่างกันตามสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ วัตถุกำเนิด สิ่งมีชีวิต และระยะเวลาการสร้างตัวของดิน กอปรกับในศตวรรษที่ 21 มนุษย์มีความกังวลเรื่องสิ่งแวดล้อมและสภาพอากาศของโลกที่มีความเปลี่ยนแปลงเป็นอันมากในปัจจุบัน สถานการณ์ดังกล่าวส่งผลกระทบต่อมนุษย์ เฉพาะอย่างยิ่ง เรื่องของอารมณ์และความรู้สึกที่ต้องเผชิญกับความกลัวต่อภัยธรรมชาติรุนแรง ความหวาดระแวงต่อสภาวการณ์ของสิ่งแวดล้อมอันคาดเดาไม่ได้ หรือเกิดขึ้นโดยไม่ทันตั้งตัว กอปรกับทรัพยากรธรรมชาติที่มีความเสื่อมถอยลงเรื่อย ๆ ทำให้มนุษย์เกิดความตระหนักต่อผลกระทบของการดำรงชีวิต มุ่งเน้นความพยายามในการปรับตัว แก้ไขเพื่อพัฒนาให้เกิดสิ่งที่ดีกว่า หรือมีประโยชน์มากกว่าสู่กระบวนการสร้างสรรค์ที่ตอบสนองความต้องการของมนุษย์และก้าวสู่ยุคแห่งความสัมพันธ์ในการอยู่ร่วมกันอย่างกลมกลืนระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ

## วิธีการวิจัยเพื่อทดลองสร้างสรรค์นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน

วิธีการดำเนินการวิจัยวิทยานิพนธ์ เรื่อง “นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” ใช้ระเบียบวิธีวิจัยที่เป็นพื้นฐานการผลิตองค์ความรู้ เรียกว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Practice-based research) มุ่งเน้นการให้ความสำคัญต่อการศึกษาค้นคว้าโดยอาศัยกระบวนการสร้างสรรค์ในรูปแบบของการปฏิบัติการและแสดงให้เห็นบริบทของผลงานอย่างละเอียด จุดมุ่งหมายของวิธีดังกล่าวอยู่ที่การพัฒนากระบวนการศึกษาความรู้เชิงวิเคราะห์ร่วมกับความรู้เชิงสร้างสรรค์ที่นำไปสู่ชุดความรู้ใหม่ที่มีเอกลักษณ์ทางความคิดอันหมายถึงผลลัพธ์การวิจัยในรูปแบบของผลงานการออกแบบ

วิธีการดำเนินการวิจัยเริ่มต้นด้วยปฏิบัติการทดลองแบ่งออกเป็นจำนวน 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ถือเป็นการทดลองที่มีการอาศัยความรู้เรื่องสารตั้งต้นที่มาจากการอ้างอิงผลลของการทบทวนวรรณกรรม ส่วนครั้งที่ 2 เกิดจากการนำผลการทดลองที่ประสบผลตามเป้าหมายมาพัฒนาและขยายผล ซึ่งปฏิบัติการทั้งสองครั้งนี้สามารถแสดงผลการทดลองออกมาเป็นสามสาระสำคัญ ได้แก่ ผลการทดลองด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ผลการทดลองด้านการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของฐานทรัพยากรธรรมชาติ และผลการทดลองด้านสุนทรียศาสตร์เพื่อการออกแบบ

### ผลการทดลองด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากความรู้เชิงวิทยาศาสตร์

ความรู้จากการประมวลผลการทบทวนวรรณกรรมทั้งหมดในบทที่ 2 ความรู้จากกลุ่มวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม (กลุ่มที่ 1) แสดงให้เห็นถึงหลักฐานการค้นพบปรากฏการณ์ทางชีวภาพอันหมายถึงการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ ซึ่งเป็นผลต่อเนื่องให้ปัจจุบันมีผลงานวิจัยและนวัตกรรมมากมายที่ศึกษาและนำจุลินทรีย์มาใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ แก่มนุษย์อย่างหลากหลาย อธิบายเพิ่มเติมได้ว่า จุลินทรีย์ จุลชีพ หรือจุลชีวิน (Microorganism) เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า มนุษย์จึงจำเป็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ จุลินทรีย์มีหลายประเภท ได้แก่ แบคทีเรีย อาร์เคีย เชื้อรา และยีสต์ เป็นต้น จุลินทรีย์มีอยู่อย่างกะจัดกระจายทั้งในพืชและสัตว์ มีคุณสมบัติทนทานต่อทุกสภาวะแวดล้อม เนื่องจากมีความสามารถในการปรับตัวได้ดีเยี่ยมต่อทุกสภาพการณ์ อาทิ พื้นที่ร้อนหรือเย็นจัด บริเวณที่มีสภาพความเป็นกรดด่างสูง หรือแม้กระทั่งในบริเวณที่ไม่มีอากาศหรือออกซิเจนสำหรับใช้หายใจ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงมุ่งเน้นเรื่องการสร้างสรรค์วัสดุที่มาจากการใช้ ‘ดิน’ ให้ได้ผลลัพธ์คือวัสดุที่ใช้ทดแทนสิ่งทอ เนื่องจากดินคือแร่ธาตุที่มีความสมบูรณ์และเต็มไปด้วยจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ดังนั้น สมมุติฐานการวิจัยจึงเริ่มต้นด้วยการกำหนดและทดลองสังเคราะห์แบคทีเรีย “สเตรปโตมัยซิส (Streptomyces)” ในฐานะตัวแปรสำคัญเพื่อสังเคราะห์วัสดุสิ่งทอทดแทน ผลลัพธ์ที่ได้จะปรากฏ

ในรูปของ “เส้นใยเซลลูโลส” และ “เซลล์เม็ดสีเมลานิน” สเตรปโตมัยซิสถูกค้นพบครั้งแรกเมื่อวันที่ 19 ตุลาคม ค.ศ. 1943 ในห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยรัทเกอร์ส โดยอัลเบิร์ต ชาตซ์ (Albert Schatz) นักศึกษาปริญญาเอกชาวอเมริกัน ซึ่งเป็นลูกศิษย์ของศาสตราจารย์เซลมัน แวกส์มัน (Selman Waksman) ขณะที่กำลังปฏิบัติการโครงการวิจัยที่ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากบริษัทเมอร์ค (Kingston, 2004) สเตรปโตมัยซิสเป็นจุลลินทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีขนาดเล็ก จัดอยู่ในกลุ่มแบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive) เมื่อสเตรปโตมัยซิสได้รับอาหารจะสามารถสร้างเส้นใยที่แตกแขนง (Mycelium) แผ่ขยายกลายเป็นอาณานิคมหรือโคโลนี (Colony) ทำให้มีลักษณะคล้ายเชื้อรา เมื่อสเตรปโตมัยซิสเจริญเติบโตและมีอายุมากขึ้นเส้นใยจะสร้างนิวเคลียสจำนวนมากก่อตัวเป็นผนังกั้นภายในเส้นใย ซึ่งกลายเป็นเซลล์ที่สามารถพัฒนาตัวต่อไปเป็นสปอร์และต่อกันเป็นสาย ลักษณะการเจริญเติบโตเช่นนี้ มนุษย์จะสามารถมองเห็นได้ว่าอาณานิคมของสเตรปโตมัยซิสมีลักษณะเป็นพื้นผิวกำมะหยี่และมีผิวสัมผัสคล้ายแป้ง สเตรปโตมัยซิสพบมากในดินและถูกพบด้วยการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ครั้งแรกในตัวอย่างดินที่ได้มาจากรัฐนิวเจอร์ซีย์ ซึ่งปัจจุบันถูกยกให้เป็นสัญลักษณ์ประจำรัฐอย่างเป็นทางการ (New Jersey Senate Bill 3190, 2017)

(ก) (ข)

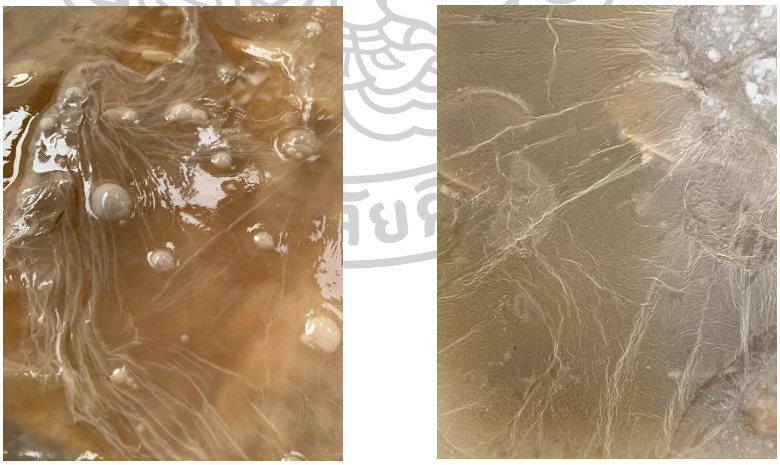
ภาพที่ 35 สเตรปโตมัยซิส

(ก) สเตรปโตมัยซิสหรือจุลลินทรีย์ที่มีอยู่ในดิน (Hykreations, 2018)

(ข) ภาพขยายสเตรปโตมัยซิส (Gschmeissner, 2018)

**1. เส้นใยเซลลูโลส**

เส้นใยเซลลูโลส หมายถึง เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืช (Cell wall) เกิดจากกลูโคสประมาณ 50,000 โมเลกุลมาเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว แต่ละสายของเซลลูโลสเรียงขนานกันไป มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างสาย ทำให้มีลักษณะเป็นเส้นใยสะสมไว้ในพืชและไม่พบในเซลล์สัตว์ เซลลูโลสมีส่วนประกอบทางเคมีพวกคาร์โบไฮเดรต (สารพวกเดียวกับแป้งและน้ำตาล) โมเลกุลใหญ่ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลเดี่ยวที่สูญน้ำไป 1 โมเลกุล ($C_6H_{10}O_5$) เชื่อมต่อกันหลาย ๆ โมเลกุลย่อยสลายตัวยาก (King Mongkut's University of Technology, 2019: (32)1 – (32)2) เซลลูโลสที่ได้จากการสังเคราะห์แบคทีเรีย เป็นพอลิเมอร์ชีวภาพที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือเป็นผลึกสูงที่มีความมั่นคงทั้งยังมีความบริสุทธิ์สูง มีความเสถียรภาพทางเคมีสูง ประกอบกับมีโครงสร้างระดับนาโนที่ไม่ซ้ำซ้อนกัน นอกจากนี้ เส้นใยเซลลูโลสจากแบคทีเรียจะมีค่ามอดูลัส (Young's modulus) สูงกว่าเส้นใยสังเคราะห์ ประมาณ 30-40 % สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และมีโครงสร้างพื้นฐานแบบไมโครไฟบริล (Micro fibrils) คือการที่สายโซ่พอลิเมอร์เชื่อมกันอย่างแข็งแรงด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างหมู่ไฮดรอกซิล (King Mongkut's University of Technology, 2019: (32)3) จากข้อมูลดังกล่าว จักเห็นได้ว่า เซลลูโลสมีคุณสมบัติที่ดี กล่าวคือผนังเซลล์ของพืชมีโมเลกุลเรียงตัวกัน มีขนาดเป็นหน่วยที่เล็กมาก และมีรูปลักษณะการเรียงตัวเป็นเส้นใยอันเกิดจากการเกาะจับตัวกัน ลักษณะของการเป็นเส้นใยนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเซลลูโลสที่สามารถนำมาผลิตเป็นวัสดุสิ่งทอหรือเส้นใยทดแทนโดยนำไปออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่มเพื่ออนาคต



(ก) (ข)

ภาพที่ 36 เส้นใยเซลลูโลสจากดิน

(ก) เส้นใยเซลลูโลสก่อตัวใต้ผิวน้ำ

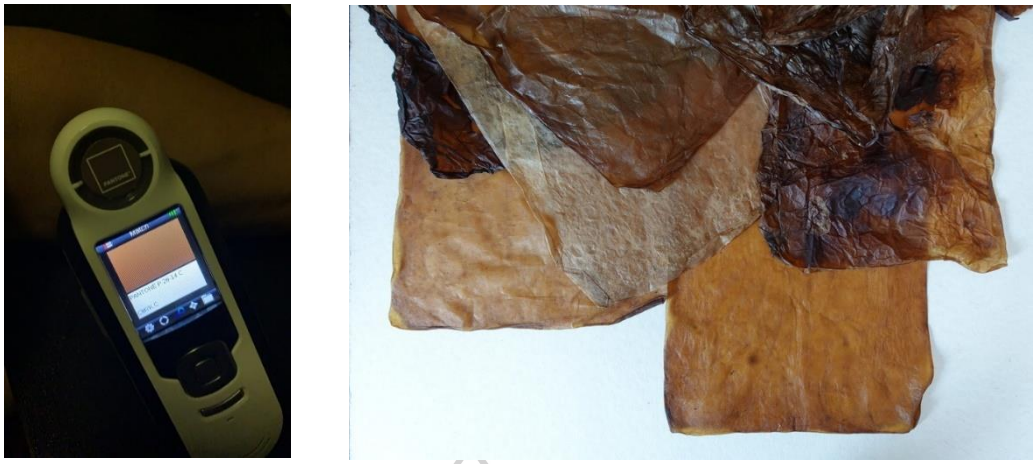
(ข) เส้นใยเซลลูโลสเริ่มมีความแข็งแรง แผ่ขยาย และลอยตัวขึ้นสู่ผิวน้ำ

(Nakpan, 2019)

**2. เซลล์เม็ดสีเมลานิน**

เซลล์เม็ดสีเมลานิน หมายถึง สารชีวภาพหรือรงควัตถุทางธรรมชาติที่มีมวลโมเลกุลสูง เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยใช้เอนไซม์ (Enzymatic oxidation) ของฟีนอล ซึ่งเป็นผลมาจากเอนไซม์ฟีนอเลส (Phenolase) และเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (Polyphenoloxidase) ทำปฏิกิริยาร่วมกับออกซิเจนและเข้าย่อยสลายสารประกอบฟีนอลิค (Phenolic compound) เพื่อให้มีอนุภาคเล็กลง ปฏิกิริยาดังกล่าวเรียกว่า ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลจากเอนไซม์ (Enzymatic browning reaction) (Huang et al., 2018) เมลานินมีบทบาทสำคัญทางสรีรวิทยา มักพบได้ในสิ่งมีชีวิตทั่วไปที่มีสีดำ น้ำตาล และเหลือง เมลานินพบได้ในแหล่งทรัพยากรธรรมชาติทั่วไป ได้แก่ ผักผลไม้หรือพืชหลากหลายชนิด เช่น กล้วย องุ่น เห็ด แอปเปิล หรือใบยาสูบ (Xu et al., 2007) และเส้นใยขนสัตว์ (Liang et al., 2019) ส่วนเซลล์เม็ดสีเมลานินในมนุษย์ถูกสร้างมาจากเซลล์ที่เรียกว่า เมลาโนไซท์ (Melanocyte) ที่อยู่บริเวณชั้นผิวหนังกำพร้าส่วนล่างสุด เมลานินจะบรรจุอยู่ในรูปของแคปซูลที่เรียกว่า เมลาโนโซม (Melanosome) และกระจายตัวไปยังเซลล์อื่น ๆ ของชั้นผิวหนัง เซลล์เม็ดสีเมลานินมีคุณสมบัติเป็นตัวกำหนดสีผิวของชาติพันธุ์ซึ่งถือเป็นสิ่งแสดงเอกลักษณ์ของแต่ละบุคคลที่อาศัยในแต่ละพื้นที่หรือวัฒนธรรม นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิ การกระจายแสง การเพิ่มความสว่าง กรองและดูดซับรังสีอัลตราไวโอเลต โดยคนผิวขาวจะมีเม็ดสีเมลานินที่เล็กและกระจายตัวห่าง ส่วนคนผิวดำจะมีเม็ดสีขนาดใหญ่และกระจายตัวใกล้กัน จึงเป็นเหตุให้สีผิวของคนผิวดำมีความชัดเจนและแข็งแรงกว่าคนผิวขาว

จากการทบทวนวรรณกรรมในบทที่ 2 ค้นพบว่าเซลล์เม็ดสีเมลานินสามารถสังเคราะห์ได้จากจุลินทรีย์ในธรรมชาติประเภทแบคทีเรียและเชื้อรา อาทิ สเตรปโตมัยซิส แอคทิโนมัยซิส เป็นต้น และจากหลักฐานการวิจัยทางวิทยาศาสตร์หลายชิ้นระบุว่า เม็ดสีเมลานินที่ได้จากการสังเคราะห์แบคทีเรียสเตรปโตมัยซิสที่มีอยู่ในดินนั้นมีคุณลักษณะทางกายภาพแสดงให้เห็นถึงกลไกทางเคมีที่เป็นไปในลักษณะเดียวกันกับพันธุกรรมและฟีโนไทป์ของมนุษย์ จึงมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเซลล์เม็ดสีเมลานินที่มีอยู่ในร่างกายมนุษย์เป็นอันมาก (Syed et al., 2006) ดังนั้น หากการประดิษฐ์วัสดุสิ่งทอทดแทนที่ปรากฏเซลล์เม็ดสีเมลานินประสบผลสำเร็จ นวัตกรรมดังกล่าวจะมีส่วนเสริมสร้างค่านิยมเรื่องการเคารพธรรมชาติ ตลอดจนส่งเสริมสัมพันธภาพระหว่างมนุษย์และเครื่องนุ่งห่ม



(ก) (ข)

ภาพที่ 37 เซลล์เม็ดสีเมลานินภายในดิน

(ก) เครื่องมือวัดสีผิวแบบพกพา (CapSure) ประมวลค่าเม็ดสีเมลานินด้วยการระบุตัวเลขในรูปแบบของระบบสีวัตถุธาตุ (CMYK) และระบบสีของแสง (RGB)

(ข) เซลล์เม็ดสีเมลานินของเซลลูโลสแผ่นที่แห้งสนิทจากดินชนิดต่าง ๆ ปรากฏค่าระดับสีที่แตกต่างกันไปตามชนิดของดิน

(Nakpan, 2019)

**ผลการทดลองด้านการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของฐานทรัพยากรธรรมชาติ**

สาระสำคัญจากการทบทวนวรรณกรรมในกลุ่มวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม (กลุ่มที่ 1) แสดงให้เห็นถึงหลักฐานทางวิชาการซึ่งระบุรายละเอียดของการค้นพบปรากฏการณ์ทางชีวภาพอันหมายถึงการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ ผู้วิจัยจึงขยายผลการวิจัยในวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการด้วยการนำข้อมูลทางวิชาการดังกล่าวมาทดลองและสังเกตผลรูปธรรม ทั้งนี้เพื่อให้ผลดังกล่าวสามารถสนับสนุนแนวความคิดในการสร้างนวัตกรรมและกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมการผลิตวัสดุสิ่งทอทดแทนซึ่งเป็นขั้นตอนในลำดับถัดไป โดยเริ่มต้นจาก

**1. ปฏิบัติการทดลองครั้งที่ 1**

ปฏิบัติการทดลองครั้งที่ 1 ประกอบด้วยการทดลองที่แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการทดลองประดิษฐ์วัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพ และขั้นตอนการทดลองประดิษฐ์วัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพเพื่อแสดงระดับค่าเซลล์เม็ดสีเมลานิน

1.1 ขั้นตอนการทดลองประดิษฐ์วัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพ

นำสารให้ความหวานจำนวน 180-200 กรัม มาละลายกับน้ำร้อน อุณหภูมิประมาณ 80-100 องศาเซลเซียส จำนวน 1.5-2 ลิตร ใส่ในภาชนะเพาะเลี้ยง โดยการทดลองประดิษฐ์ส่วนผสมของสารตั้งต้นให้มีจำนวนและปริมาณที่แตกต่างกัน และแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย ดิน จำนวน 800-1,000 กรัม กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย ดิน จำนวน 800-1,000 กรัม และผงชาเขียวมะลิ จำนวน 200-400 กรัม กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย ดิน จำนวน 800-1,000 กรัม และผงชาดำ จำนวน 200-400 กรัม และกลุ่มที่ 4 ประกอบด้วย ดิน จำนวน 800-1,000 กรัม ผงชาดำ จำนวน 200-400 กรัม และผงชาเขียวมะลิ จำนวนอย่างละ 200-400 กรัม (ภาพที่ 38) จากนั้นนำสารตั้งต้นทั้งสี่กลุ่มมาใส่ถุงเพื่อกันตะกอน แช่ทิ้งไว้ประมาณ 5-15 นาที (ภาพที่ 39ก, 40ก, 41ก และ 42ก) นำออกและตั้งทิ้งไว้ให้เย็น นำสารสร้างแบคทีเรีย จำนวน 180-200 มิลลิลิตร พร้อมกับเติมกรดอะซีติก (Acetic acid) จำนวน 180-200 มิลลิลิตร (ภาพที่ 39ข, 40ข, 41ข และ 42ข) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการก่อร่างเป็นรูปทรง จัดเก็บไว้ในที่ร่มอุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส นาน 45-60 วัน (ภาพที่ 39ค, 40ค, 41ค และ 42ค)

(ก) (ข) (ค)

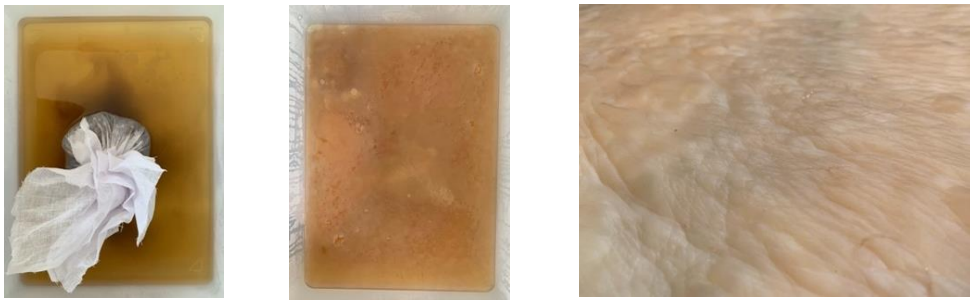
ภาพที่ 38 การทดลองประดิษฐ์เซลลูโลสแผ่น

(ก) สารตั้งต้นดิน

(ข) ผงชาเขียวมะลิ

(ค) ผงชาดำ

(Nakpan, 2019)



(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 39 การทดลองกลุ่มที่ 1

(ก) นำสารตั้งต้นดินที่ห่อไว้ในถุงผ้าเพื่อกันตะกอนแช่น้ำร้อนที่ผสมสารให้ความหวาน

(ข) ผสมสารสร้างแบคทีเรียและกรดอะซีติก

(ค) เซลลูโลสเริ่มก่อตัวเป็นผืนตามภาชนะ

(Nakpan, 2019)

(ก) (ข) (ค)

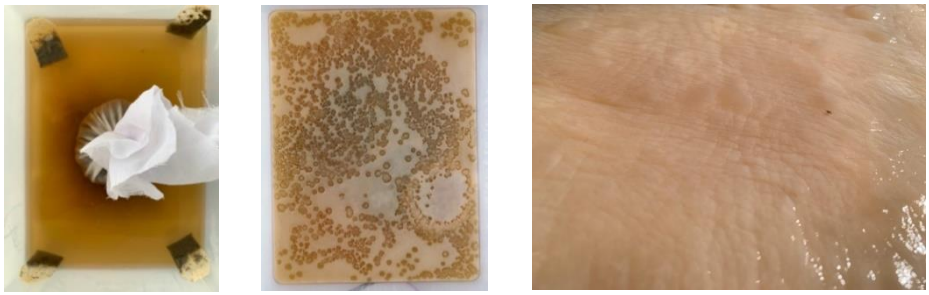
ภาพที่ 40 การทดลองกลุ่มที่ 2

(ก) นำสารตั้งต้นดินที่ห่อไว้ในถุงผ้าเพื่อกันตะกอนแช่น้ำร้อนที่ผสมสารให้ความหวาน และผงชาเขียวมะลิ

(ข) ผสมสารสร้างแบคทีเรียและกรดอะซีติก

(ค) เซลลูโลสเริ่มก่อตัวเป็นผืนตามภาชนะ

(Nakpan, 2019)



(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 41 การทดลองกลุ่มที่ 3

(ก) นำสารตั้งต้นดินที่ห่อไว้ในถุงผ้าเพื่อกันตะกอนแช่น้ำร้อนที่ผสมสารให้ความหวานและผงชาดำ

(ข) ผสมสารสร้างแบคทีเรียและกรดอะซีติก

(ค) เซลลูโลสเริ่มก่อตัวเป็นผืนตามภาชนะ

(Nakpan, 2019)

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 42 การทดลองกลุ่มที่ 4

(ก) นำสารตั้งต้นดินที่ห่อไว้ในถุงผ้าเพื่อกันตะกอนแช่น้ำร้อนที่ผสมสารให้ความหวานผงชาเขียวมะลิ และผงชาดำ

(ข) ผสมสารสร้างแบคทีเรียและกรดอะซีติก

(Nakpan, 2019)

จากกระบวนการทดลองส่วนผสมที่แตกต่างกันจักเห็นได้ว่าประสิทธิผลของเซลลูโลสแผ่นที่ก่อร่างเป็นรูปทรงจากกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มแสดงสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 43ก) เมื่อครบกำหนดนำมาชำระล้างความสะอาดและความเหนียวก่อนนำมาตากแดดให้แห้ง โดยตากแดดระยะเวลานาน 8-10 ชั่วโมง การตากแห้งแสดงผลลัพธ์ทางกายภาพในเรื่องของความโปร่งแสง สีพื้นผิว และความหนาแน่นที่มีลักษณะแตกต่างกัน โดยผู้วิจัยแสดงการสรุปประสิทธิผลในการก่อร่างเป็นรูปทรงซึ่งดูได้จากตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิผลในการก่อร่างเป็นรูปทรงของการทดลองส่วนผสมของทั้ง 4 กลุ่ม (Nakpan, 2019)

| **กลุ่ม** / **สมบัติ** | **กลุ่มที่ 1 ดิน** | **กลุ่มที่ 2 ดิน + ผงชาเขียว** | **กลุ่มที่ 3 ดิน + ผงชาดำ** | **กลุ่มที่ 4 ดิน + ผงชาเขียวและชาดำ** |
|---|---|---|---|---|
| ความโปร่งแสงของวัสดุ | 4 | 3 | 2 | 1 |
| น้ำหนักและความเข้มข้นของสี | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ความละเอียดของพื้นผิว | 4 | 3 | 2 | 1 |
| ความหนาแน่นของวัสดุ | 1 | 2 | 3 | 4 |

หมายเหตุ* ตัวเลขระบุระดับสมบัติจากน้อยไปหามาก

ปริมาณตัวเลขที่ระบุในตารางที่ 1 เปิดเผยให้เห็นว่าประสิทธิผลในการก่อร่างเป็นรูปทรงของเซลลูโลสแผ่นทั้งสี่กลุ่มประสบผลสำเร็จ มีความแตกต่างในส่วนรายละเอียดของสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ผลลัพธ์เรื่องสีและความหนาแน่นของวัสดุที่ปรากฏชัดจากส่วนผสมของผงชาเขียวมะลิและชาดำ ในขณะที่ความโปร่งแสงและความละเอียดของวัสดุที่ใช้สารตั้งต้นเป็นเพียงดินในอัตราส่วนร้อยละ 100 ซึ่งปราศจากส่วนผสมของผงชาทั้งสอง มีความโดดเด่นและให้คุณสมบัติที่มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาไปสู่การเป็นวัสดุสิ่งทอทดแทนมากที่สุด

1.2 ขั้นตอนการทดลองประดิษฐ์วัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพเพื่อแสดงระดับค่าเซลล์เม็ดสีเมลานิน

สรุปผลการทดลองประดิษฐ์วัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของสารตั้งต้นดินที่สามารถผลิตสมบัติทางกายภาพได้ประสบความสำเร็จ ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตเพิ่มเติมว่าวัสดุจากกลุ่มที่ 1 ที่มาจากส่วนผสมของดินร้อยละ 100 แสดงค่าน้ำหนักและความเข้มข้นของสีต่ำ จึงได้ดำเนินการทดลองต่อโดยอ้างอิงจากผลการวิจัยที่มาจากการทบทวนวรรณกรรมในบทที่ 2 ซึ่งระบุถึงผลงานวิจัยที่มีการนำเม็ดสีเมลานินอันสกัดมาจากน้ำปลาหมึกบินและนำเม็ดสีที่ได้เป็นของเหลวดังกล่าวมาแบ่งระดับค่าสีออกเป็น 6 ระดับ (Amal et al., 2011) การแบ่งระดับค่าสีเป็นไปตามทฤษฎีการวัดระดับค่าสีผิวพรรณโดย โทมัส เบอร์หนาด ฟิทซ์แพททริค (D'Orazio et al., 2013)

ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดการทดลองประดิษฐ์วัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพเพื่อแสดงระดับค่าเซลล์เม็ดสีเมลานิน คือ การประดิษฐ์วัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพซ้ำตามการทดลองส่วนผสมสารตั้งต้นดิน กลุ่มที่ 1 ให้ได้จำนวน 6 ชิ้นงาน จากนั้นนำวัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพที่ตากแห้งเรียบร้อยแล้วนำไปแช่น้ำหมึกปลาหมึก (Cephalopod ink) ที่ได้มาจากปลาหมึกกระดอง (Cuttlefish) ในปริมาณสัดส่วนของน้ำหมึกจำนวน 0.1-1.8 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อน้ำจำนวน 180-200 กรัม (ภาพที่ 43ข) และนำวัสดุเซลลูโลสแผ่นไปแช่ทิ้งไว้อีกเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง สุดท้ายนำวัสดุไปล้างน้ำสบู่ (ภาพที่ 43ค) และตากแดดให้แห้งสนิท (ภาพที่ 43ง) จะได้ผลลัพธ์ของสีในระดับสัดส่วนของน้ำปลาหมึกในปริมาณที่แตกต่างกับกรรมวิธีการผลิตเซลลูโลสแผ่นผสมเม็ดสีเมลานิน

(ก) (ข) (ค) (ง)

ภาพที่ 43 การทดลองประดิษฐ์วัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพเพื่อแสดงระดับค่าเซลล์เม็ดสีเมลานิน
(ก) เซลลูโลสแผ่นชีวภาพ
(ข) นำวัสดุเซลลูโลสแผ่นตากแห้งไปแช่น้ำหมึกปลาหมึกที่ได้มาจากปลาหมึกกระดอง
(ค) นำวัสดุเซลลูโลสแผ่นไปล้างน้ำสบู่
(ง) วัสดุเซลลูโลสแผ่นตากแดดให้แห้งสนิท
(Nakpan, 2019)

ผลลัพธ์จากการทดลองประดิษฐ์วัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพเพื่อแสดงระดับค่าเซลล์เม็ดสีเมลานินจากการทดลองแช่น้ำหมึกของปลาหมึกกระดอง การประเมินค่าระดับสีใช้เครื่องมือวัดสีผิว (CapSure) ที่มีการระบุปริมาณตัวเลขในรูปแบบของระบบสีวัตถุธาตุ (CMYK) และระบบสีของแสง (RGB) จากนั้นนำผลตัวเลขที่ได้รับไปเทียบกับระดับความเข้มของสีผิวพรรณมนุษย์ในทางการแพทย์ของทฤษฎีฟิทซ์แพททริคที่มีอยู่ 6 ระดับสี (ตารางที่ 2) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 วัสดุที่ 1 นำไปแช่กับน้ำปลาหมึกกระดองปริมาณ 0.1-0.3 ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ผลลัพธ์แสดงสัมพันธภาพการเทียบค่าสีอยู่ในระดับที่ 1 ผิวขาวมาก

2.2.2 วัสดุที่ 2 นำไปแช่กับน้ำปลาหมึกกระดองปริมาณ 0.4-0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ผลลัพธ์แสดงสัมพันธภาพการเทียบค่าสีอยู่ในระดับที่ 2 ผิวขาว

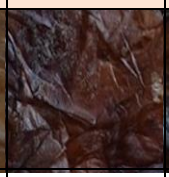
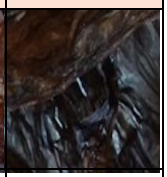
2.2.3 วัสดุที่ 3 นำไปแช่กับน้ำปลาหมึกกระดองปริมาณ 0.6-0.8 ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ผลลัพธ์แสดงสัมพันธภาพการเทียบค่าสีอยู่ในระดับที่ 3 ผิวขาวเหลือง

2.2.4 วัสดุที่ 4 นำไปแช่กับน้ำปลาหมึกกระดองปริมาณ 0.9-1.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ผลลัพธ์แสดงสัมพันธภาพการเทียบค่าสีอยู่ในระดับที่ 4 ผิวสองสี

2.2.5 วัสดุที่ 5 นำไปแช่กับน้ำปลาหมึกกระดองปริมาณ 1.2-1.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ผลลัพธ์แสดงสัมพันธภาพการเทียบค่าสีอยู่ในระดับที่ 5 ผิวสีน้ำตาล

2.2.6 วัสดุที่ 6 นำไปแช่กับน้ำปลาหมึกกระดองปริมาณ 1.6-1.8 ลูกบาศก์เซนติเมตร ได้ผลลัพธ์แสดงสัมพันธภาพการเทียบค่าสีอยู่ในระดับที่ 6 ผิวดำ

ตารางที่ 2 การประเมินค่าระดับสีของแผ่นทดลองวัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพ (Nakpan, 2019)

| จำนวน | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ผลลัพธ์ | | | | |  |  |
| ระดับค่าสี | C 17 M 18 Y 26 K 0<br>R 203 G 184 B 170 | C 26 M 36 Y 56 K 1<br>R 176 G 142 B 103 | C 26 M 44 Y 73 K 4<br>R 171 G 123 B 71 | C 39 M 65 Y 94 K 37<br>R 95 G 57 B 26 | C 39 M 80 Y88 K 56<br>R 71 G 29 B 17 | C 51 M 71 Y 78 K 69<br>R 46 G 27 B 18 |

**2. ปฏิบัติการทดลองครั้งที่ 2**

ผู้วิจัยนำผลสำเร็จของการทดลองที่มาจากปฏิบัติการทดลองครั้งที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งมีรายละเอียดของส่วนผสมคือ สารตั้งต้นดิน ร้อยละ 100 (ภาพที่ 44ก) นำมาผสมกับสารประกอบอีก 3 ชนิด ได้แก่ สารให้ความหวานที่ละลายในน้ำบริสุทธิ์ต้มสุก กรดอะซีติก และสารเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย

ปฏิบัติการทดลองครั้งที่ 2 มุ่งเน้นการสังเกตวิถี ปฏิกิริยา และขั้นตอนการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในดินซึ่งเกิดจากกระบวนการสันดาป (Metabolism) เป็นกระบวนการหนึ่งในการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีของกลุ่มเซลล์ในสิ่งมีชีวิตเพื่อค้ำจุนชีวิต เป็นการเปลี่ยนอาหารให้เป็นพลังงานในการดำเนินกระบวนการของเซลล์ ตลอดจนการแปลงเป็นหน่วยย่อยของโปรตีน ลิพิด กรดนิวคลิอิก และคาร์โบไฮเดนบางชนิด และการขจัดของเสียในรูปของไนโตรเจน การสันดาปมีปฏิกิริยาที่อาศัยเอนไซน์เป็นตัวเร่งเพื่อให้สิ่งมีชีวิตเติบโตและเจริญพันธุ์ด้วยการหายใจนำออกซิเจนเข้าไป อุณหภูมิเหมาะสมที่เชื้อสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้จะอยู่ในระหว่างอุณหภูมิระดับ 25-30 องศาเซลเซียส มีค่าความสมดุลของความเป็นกรดหรือด่าง (pH) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตเฉลี่ยประมาณ 5.4-6.3

ปฏิบัติการทดลองครั้งที่ 2 นี้ แบ่งรูปแบบการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1 และกลุ่มภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2

2.1 กลุ่มภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1

กลุ่มภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1 กำหนดขนาดความกว้างอยู่ที่ 23 เซนติเมตร ความยาว 32 เซนติเมตร และความสูง 15 เซนติเมตร มีฝาปิดเพื่อป้องกันสิ่งสกปรกหรือแมลง และฝาปิดมีรูเพื่อระบายอากาศ มีจำนวนทั้งสิ้น 6 ชุด แต่ละชุดมีส่วนผสมของสารประกอบทั้งสามในจำนวนที่เท่ากัน คือ สารให้ความหวานที่ละลายในน้ำบริสุทธิ์ต้มสุกจำนวน 400 มิลลิลิตร กรดอะซีติก (ภาพที่ 44ค) และสารเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย ทั้งสองสิ่งอยู่ที่จำนวนอย่างละ 100 กรัม ยกเว้นสารตั้งต้นดินที่นำมาห่อผ้าขาวบาง (ภาพที่ 44ข) และผสมส่วนแตกต่างกันทั้ง 6 ชุด ได้แก่ ภาชนะที่ 1 จำนวน 200 กรัม ภาชนะที่ 2 จำนวน 400 กรัม ภาชนะที่ 3 จำนวน 600 กรัม ภาชนะที่ 4 จำนวน 800 กรัม ภาชนะที่ 5 จำนวน 1,000 กรัม และภาชนะที่ 6 จำนวน 1,200 กรัม (ภาพที่ 44ง) ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนของกระบวนการสังเคราะห์นวัตกรรมวัสดุเซลลูโลสแผ่นออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการกำเนิดรูป การควบแน่น การลดรูป และการตรวจสอบคุณสมบัติความแข็งแรง ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.1 ขั้นตอนการกำเนิดรูป (Beginning)

ระยะเวลาการเริ่มต้นกำเนิดรูปใช้ระยะเวลาประมาณ 1-4 วัน พบว่าสารตั้งต้นเกิดปฏิกิริยาการกำเนิดรูปมีลักษณะเป็นเส้นใย ซึ่งเส้นใยต่างยึดเกาะกัน กระทั่งพัฒนารูปทรงออกมาเป็นแผ่นบางและก่อรูปกระจายแผ่เป็นผลึกอยู่ภายในภาชนะเพาะเลี้ยง สามารถสังเกตขนาดความหนาได้ประมาณ 0.10-0.50 เซนติเมตร หลังจากสิ้นสุดระยะเวลาการกำเนิดรูปใช้ระยะเวลาประมาณ 5-7 วัน วัสดุในภาชนะเพาะเลี้ยงจักลอยตัวอยู่บนผิวน้ำ มีรูปลักษณะเป็นผลึกที่ยึดเกาะกันเป็นแผ่นค่อนข้าง

แข็งแรง มีขนาดความหนาเพิ่มเติมจากระยะเริ่มต้นกำเนิดรูปประมาณ 0.50 เซนติเมตร สรุปความหนาของผลลัพธ์สิ้นสุดที่ขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร

(ค) (ง)

(ก) (ข)

ภาพที่ 44 ปฏิบัติการทดลองครั้งที่ 2
(ก) สารตั้งต้นดิน (ข) ดินห่อผ้าขาวบาง
(ค) กรดอะซีติก (ง) ภาชนะเพาะเลี้ยงกลุ่มที่ 1 จำนวน 6 ชุด
(Nakpan, 2020)

2.1.2 ขั้นตอนการควบแน่น (Condensation)

ภายหลังจากระยะเวลาของการเริ่มต้นกำเนิดรูปพบว่า ผลลัพธ์ของกระบวนการสังเคราะห์นวัตกรรมวัสดุจากการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียก่อตัวควบแน่น ปรากฏให้เห็นลักษณะของเส้นใยขนาดเล็ก มีสีขาวขุ่นเจือปนจุดสีดำอันสันนิษฐานว่ามาจากตะกอนของเนื้อดินขนาดเล็ก มีระยะห่างกระจายตัวพอสมควรและไม่เป็นระเบียบ หลังจากสิ้นสุดระยะเวลาการกำเนิดรูปซึ่งถือเป็นขั้นตอนการควบแน่น นับตั้งแต่ระยะที่ 1-6 รวมระยะเวลาทั้งสิ้นจำนวน 1-40 วัน มีรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.2.1 ระยะที่ 1 ประมาณ 1-7 วัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก (ภาพที่ 45)

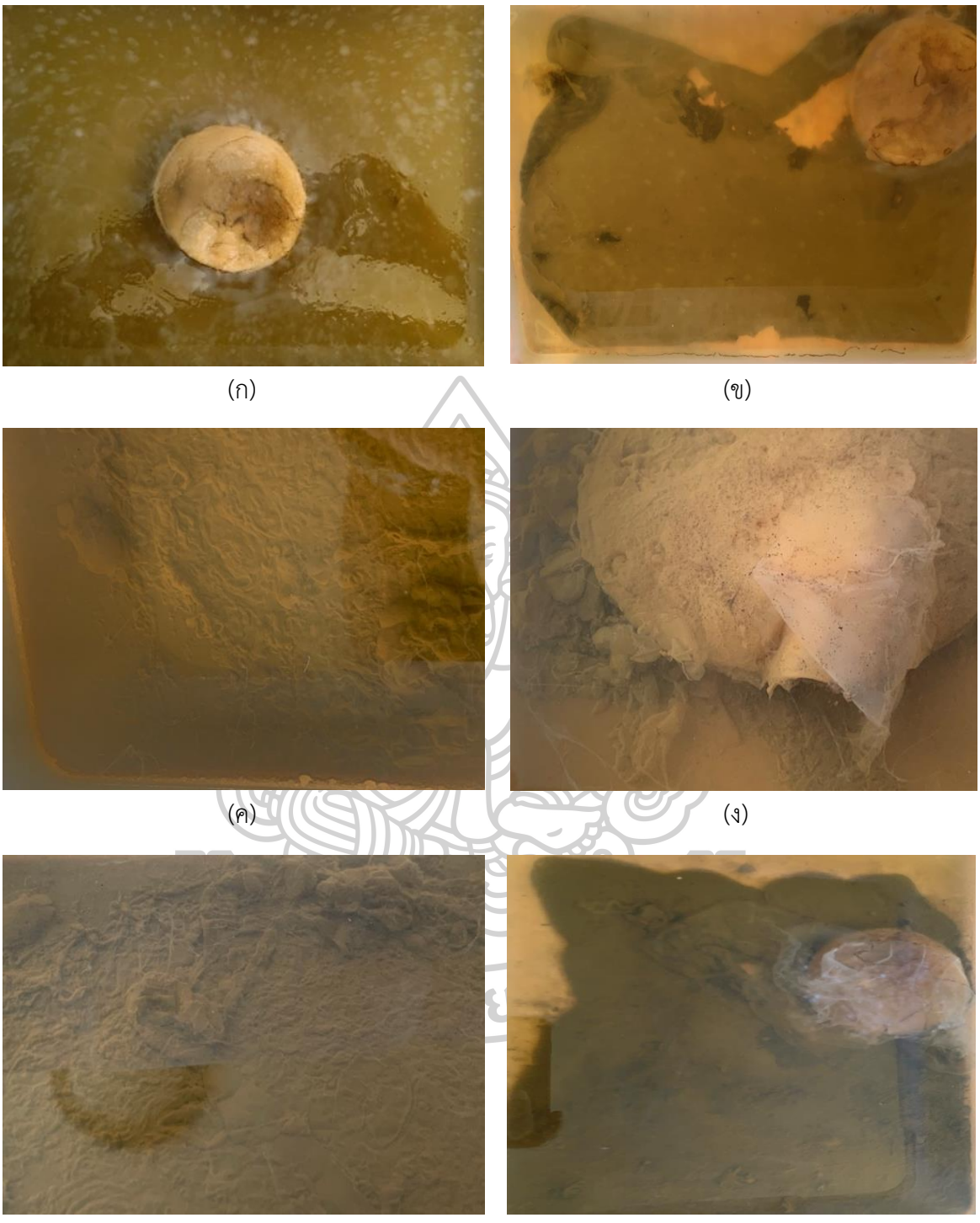
2.1.2.2 ระยะที่ 2 ประมาณ 8-14 วัน ผลลัพธ์ปรากฏรูปทรงที่ชัดเจนเป็นไปตามรูปร่างของภาชนะเพาะเลี้ยง ลักษณะทางกายภาพภายนอกของวัสดุสามารถสังเกตเห็นเป็นสีน้ำตาลอ่อน มีความโปร่งใส และก่อตัวเป็นเซลลูโลสแผ่นอยู่บนผิวน้ำ (ภาพที่ 46)

2.1.2.3 ระยะที่ 3 ประมาณ 15-21 วัน รูปทรงที่ปรากฏก่อนหน้ามีน้ำหนักเพิ่มขึ้นส่งผลให้เซลลูโลสแผ่นทิ้งตัวจากระดับผิวน้ำ ขณะเดียวกันกระบวนการสังเคราะห์นวัตกรรมวัสดุจากการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียซึ่งอยู่บนผิวน้ำมีการกำเนิดใหม่และเจริญเติบโต ลักษณะคล้ายเจลใส มีความยืดหยุ่นพอประมาณ (ภาพที่ 47)

2.1.2.4 ระยะที่ 4 ประมาณ 22-28 วัน รูปทรงที่ปรากฏของเซลลูโลสที่กำเนิดขึ้นใหม่มีความใส จากการทดลองกดลงบนวัสดุจะเห็นได้ว่ามีความหนามากขึ้น และยืดหยุ่นขึ้น เกิดการประสานกันในส่วนพื้นที่ตรงกลางระหว่างเซลลูโลสเดิมที่ทิ้งตัวลงก่อนหน้านี้ กับเซลลูโลสเจลใสที่กำเนิดขึ้นใหม่ (ภาพที่ 48)

2.1.2.5 ระยะที่ 5 ประมาณ 29-35 วัน รูปทรงและรูปทรงของเซลลูโลสมีลักษณะหนาขึ้นอย่างเห็นได้ชัด มีความใสที่เข้มขึ้น สีที่ปรากฏให้เห็นแตกต่างกับเซลลูโลสที่ทิ้งตัวจากระดับผิวน้ำก่อนหน้านี้ พื้นที่การประสานกันในส่วนตรงกลางแผ่นมีขนาดกว้างมากขึ้น มีเพียงพื้นที่ส่วนรอบข้างแยกตัวกัน (ภาพที่ 49)

2.1.2.6 ระยะที่ 6 ประมาณ 36-40 วัน (ภาพที่ 50) พบว่าผลลัพธ์ของกระบวนสังเคราะห์นวัตกรรมวัสดุด้วยการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียสามารถก่อตัวควบแน่นเป็นวัสดุเซลลูโลสแผ่นที่สมบูรณ์ ลักษณะทางกายภาพภายนอกปรากฏเป็นรูปร่างรูปทรงที่ชัดเจนเปิดเผยให้เห็นพื้นผิวที่มีลวดลายคล้ายผิวหนังของมนุษย์ สัมผัสอ่อนนุ่ม ยืดหยุ่น และมีกลิ่นฉุน (ภาพที่ 51) นอกจากนี้ เมื่อเซลลูโลสแผ่นแห้งสนิทยังสามารถสังเกตเห็นความโปร่งแสงอันเกิดจากการทับซ้อนของแผ่นเซลลูโลสใสจนได้รูปลักษณ์เป็นผลลัพธ์สีน้ำตาลอ่อน และจักเห็นได้ว่ารูปร่างของวัสดุทดลองมีลักษณะสอดคล้องโดยเป็นไปตามรูปร่างของภาชนะเพาะเลี้ยง (ภาพที่ 52)



(ก) (ข)

(ค) (ง)

(จ) (ฉ)

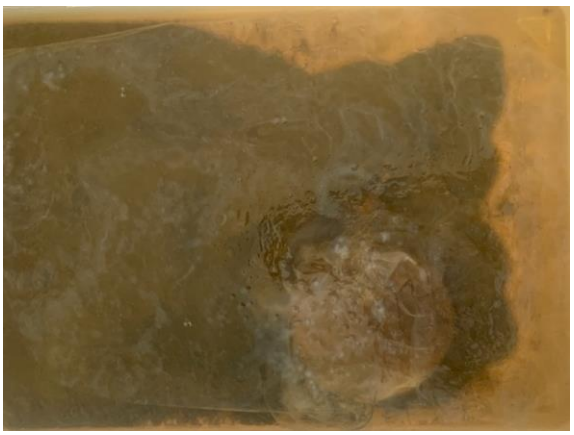
ภาพที่ 45 ระยะที่ 1 ประมาณ 1-7 วัน

(ก) ภาชนะเพาะเลี้ยง 1 (ข) ภาชนะเพาะเลี้ยง 2 (ค) ภาชนะเพาะเลี้ยง 3

(ง) ภาชนะเพาะเลี้ยง 4 (จ) ภาชนะเพาะเลี้ยง 5 (ฉ) ภาชนะเพาะเลี้ยง 6

(Nakpan, 2020)

(ก)



(ข)

(ค)

(ง)

(จ)

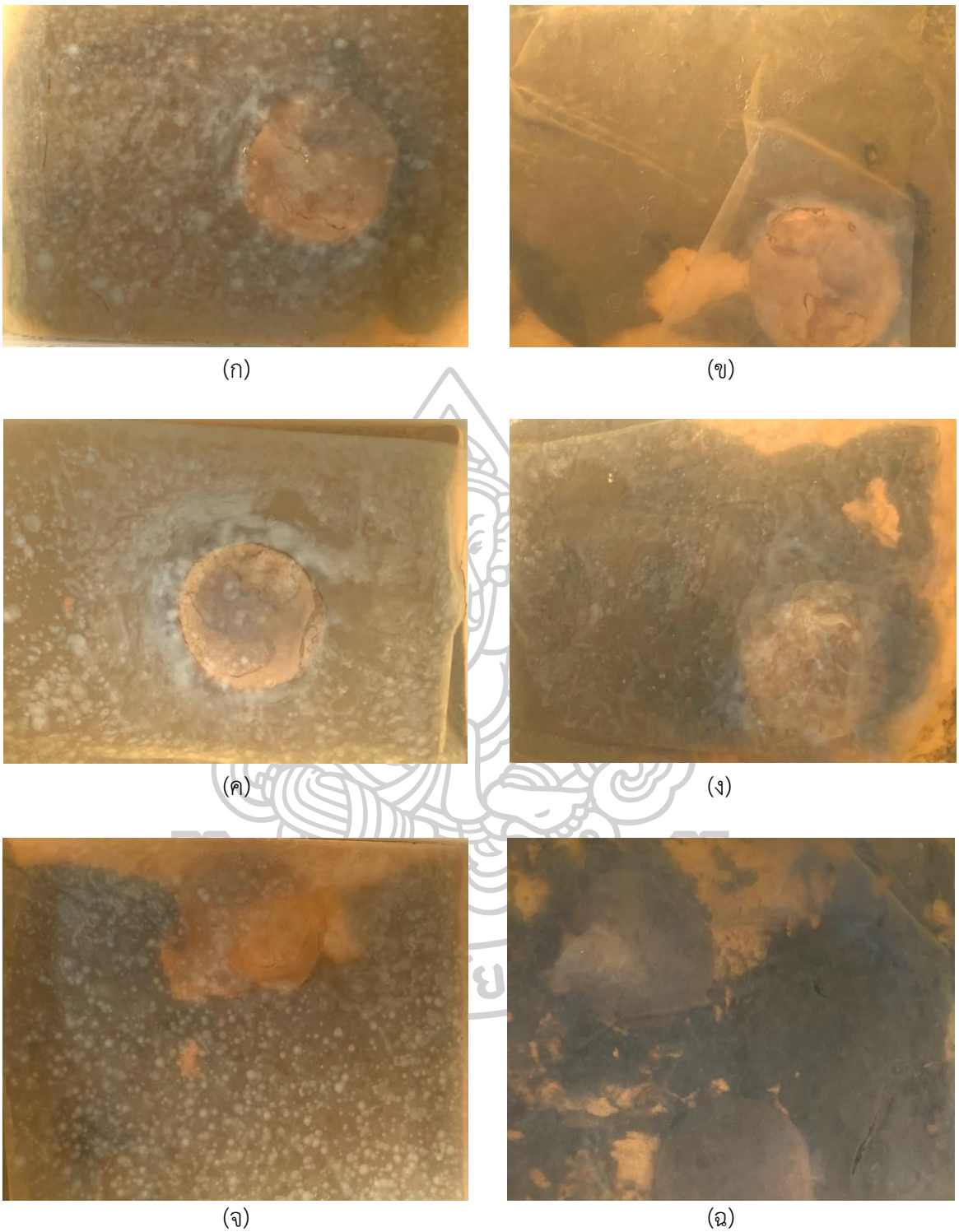
(ฉ)

ภาพที่ 46 ระยะที่ 2 ประมาณ 8-14 วัน

(ก) ภาชนะเพาะเลี้ยง 1 (ข) ภาชนะเพาะเลี้ยง 2 (ค) ภาชนะเพาะเลี้ยง 3

(ง) ภาชนะเพาะเลี้ยง 4 (จ) ภาชนะเพาะเลี้ยง 5 (ฉ) ภาชนะเพาะเลี้ยง 6

(Nakpan, 2020)



(ก) (ข)

(ค) (ง)

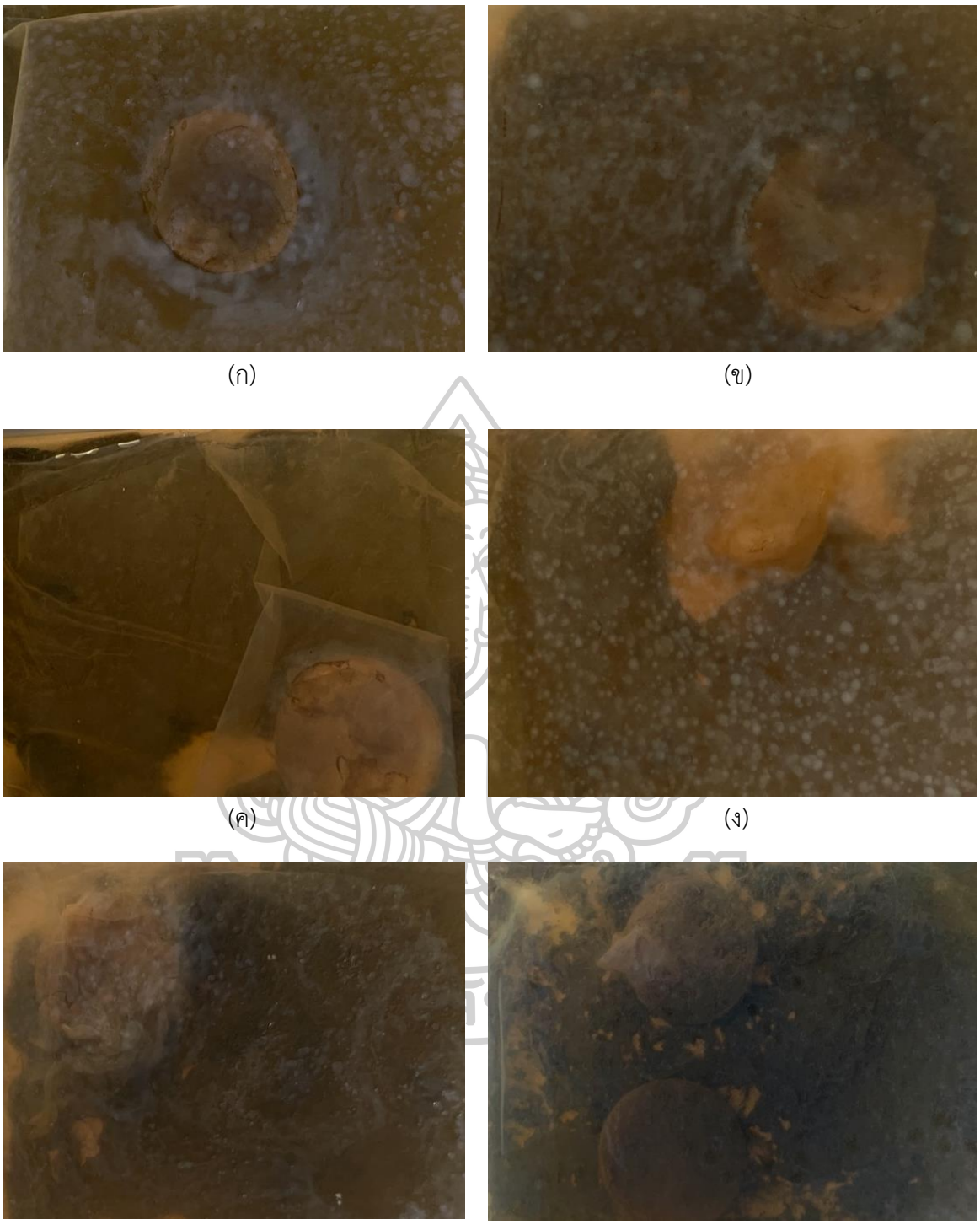
(จ) (ฉ)

ภาพที่ 47 ระยะที่ 3 ประมาณ 15-21 วัน

(ก) ภาชนะเพาะเลี้ยง 1 (ข) ภาชนะเพาะเลี้ยง 2 (ค) ภาชนะเพาะเลี้ยง 3

(ง) ภาชนะเพาะเลี้ยง 4 (จ) ภาชนะเพาะเลี้ยง 5 (ฉ) ภาชนะเพาะเลี้ยง 6

(Nakpan, 2020)



(ก) (ข)

(ค) (ง)

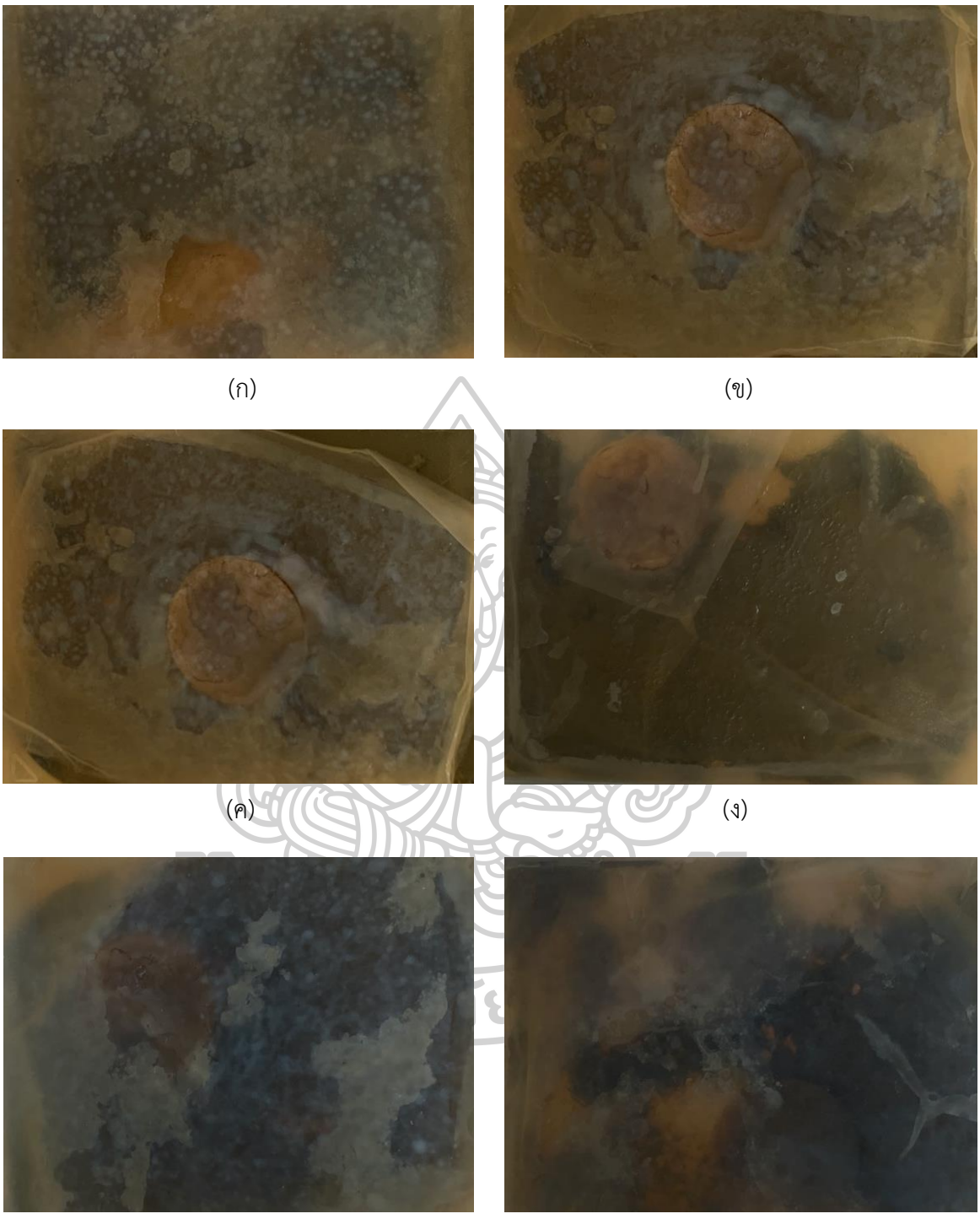
(จ) (ฉ)

ภาพที่ 48 ระยะที่ 4 ประมาณ 22-28 วัน

(ก) ภาชนะเพาะเลี้ยง 1 (ข) ภาชนะเพาะเลี้ยง 2 (ค) ภาชนะเพาะเลี้ยง 3

(ง) ภาชนะเพาะเลี้ยง 4 (จ) ภาชนะเพาะเลี้ยง 5 (ฉ) ภาชนะเพาะเลี้ยง 6

(Nakpan, 2020)



(ก) (ข)

(ค) (ง)

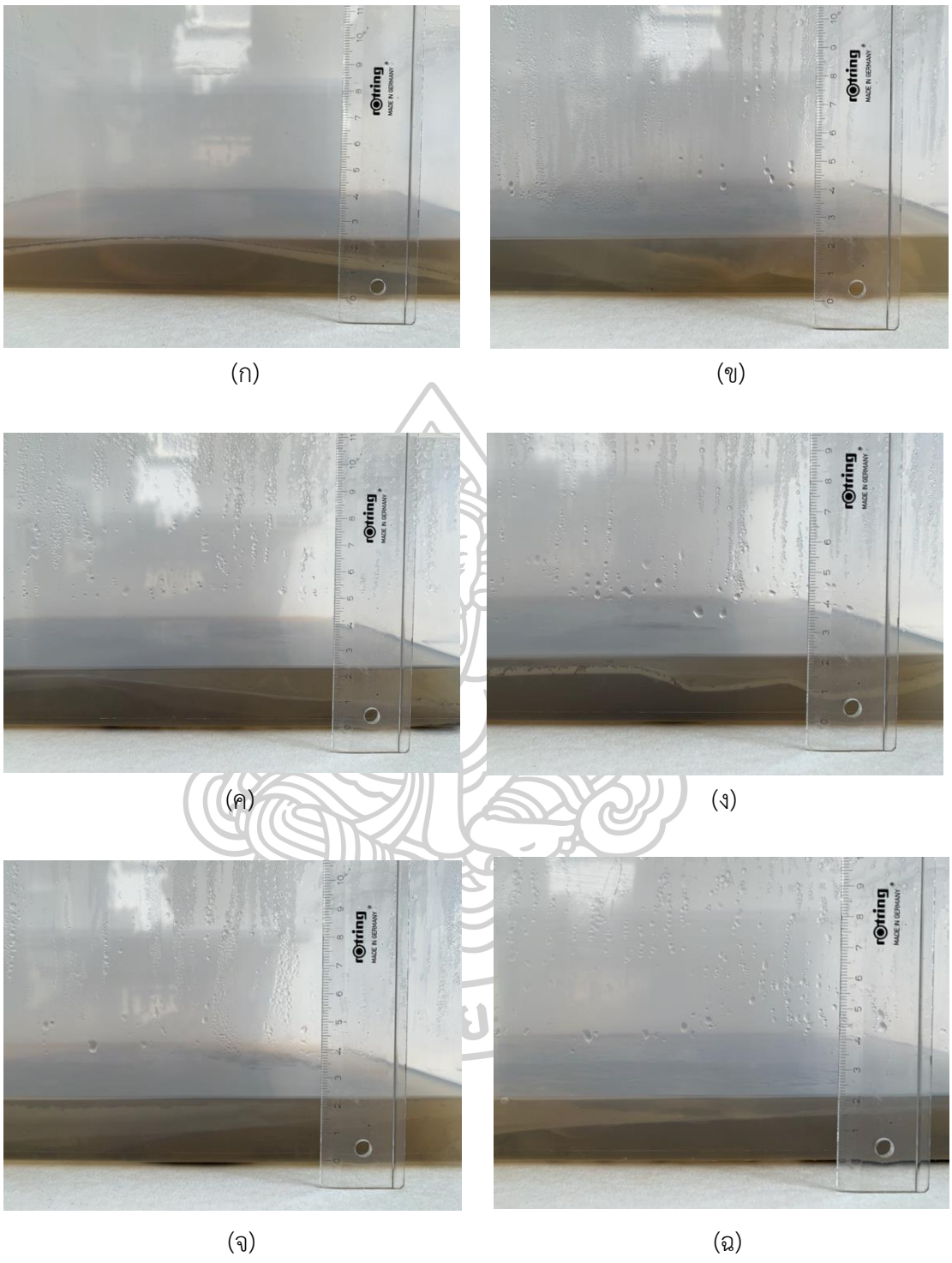
(จ) (ฉ)

ภาพที่ 49 ระยะที่ 5 ประมาณ 29-35 วัน

(ก) ภาชนะเพาะเลี้ยง 1 (ข) ภาชนะเพาะเลี้ยง 2 (ค) ภาชนะเพาะเลี้ยง 3

(ง) ภาชนะเพาะเลี้ยง 4 (จ) ภาชนะเพาะเลี้ยง 5 (ฉ) ภาชนะเพาะเลี้ยง 6

(Nakpan, 2020)



(ก) (ข)

(ค) (ง)

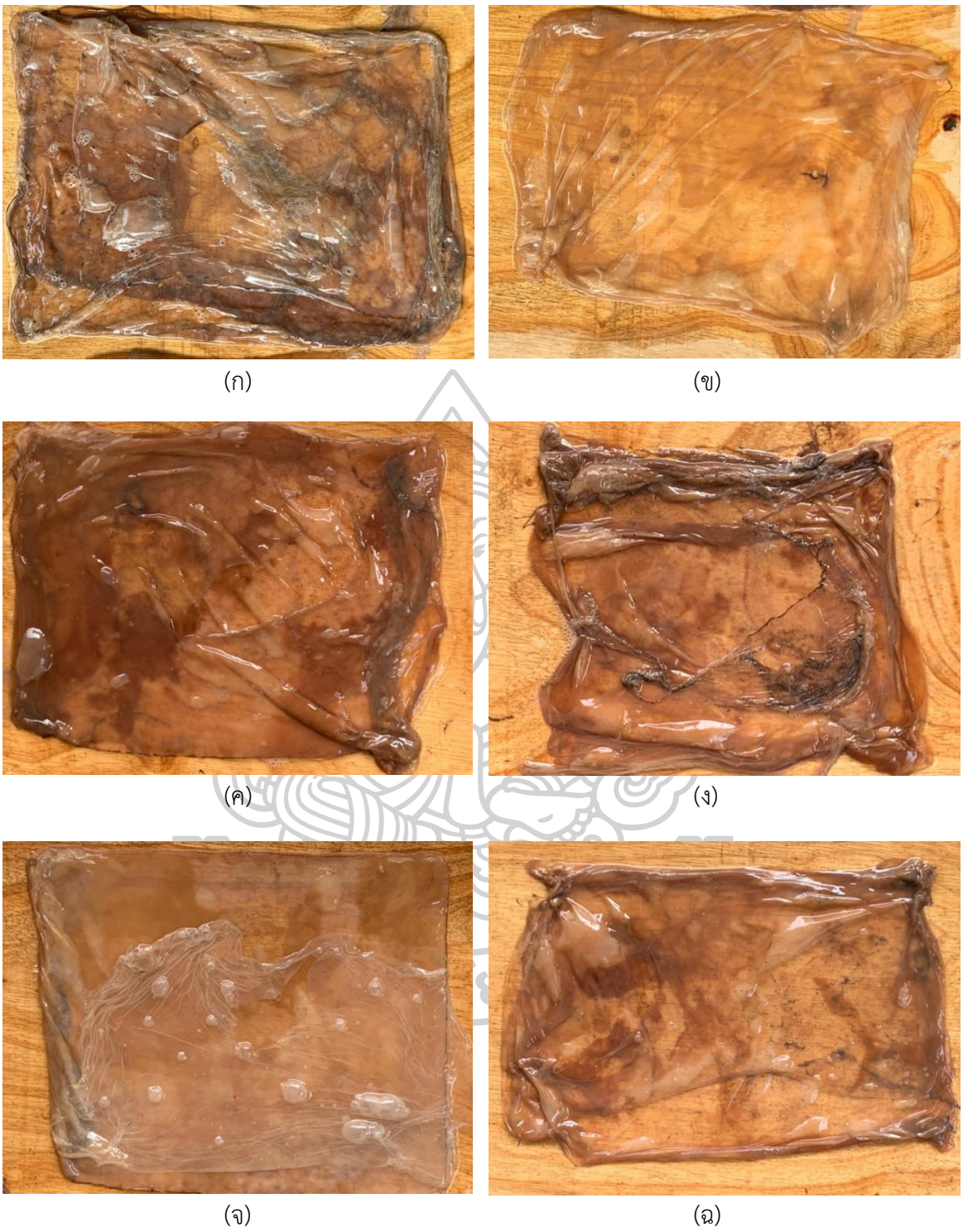
(จ) (ฉ)

ภาพที่ 50 ระยะที่ 6 ประมาณ 36-40 วัน

(ก) ภาชนะเพาะเลี้ยง 1 (ข) ภาชนะเพาะเลี้ยง 2 (ค) ภาชนะเพาะเลี้ยง 3

(ง) ภาชนะเพาะเลี้ยง 4 (จ) ภาชนะเพาะเลี้ยง 5 (ฉ) ภาชนะเพาะเลี้ยง 6

(Nakpan, 2020)



(ก) (ข)

(ค) (ง)

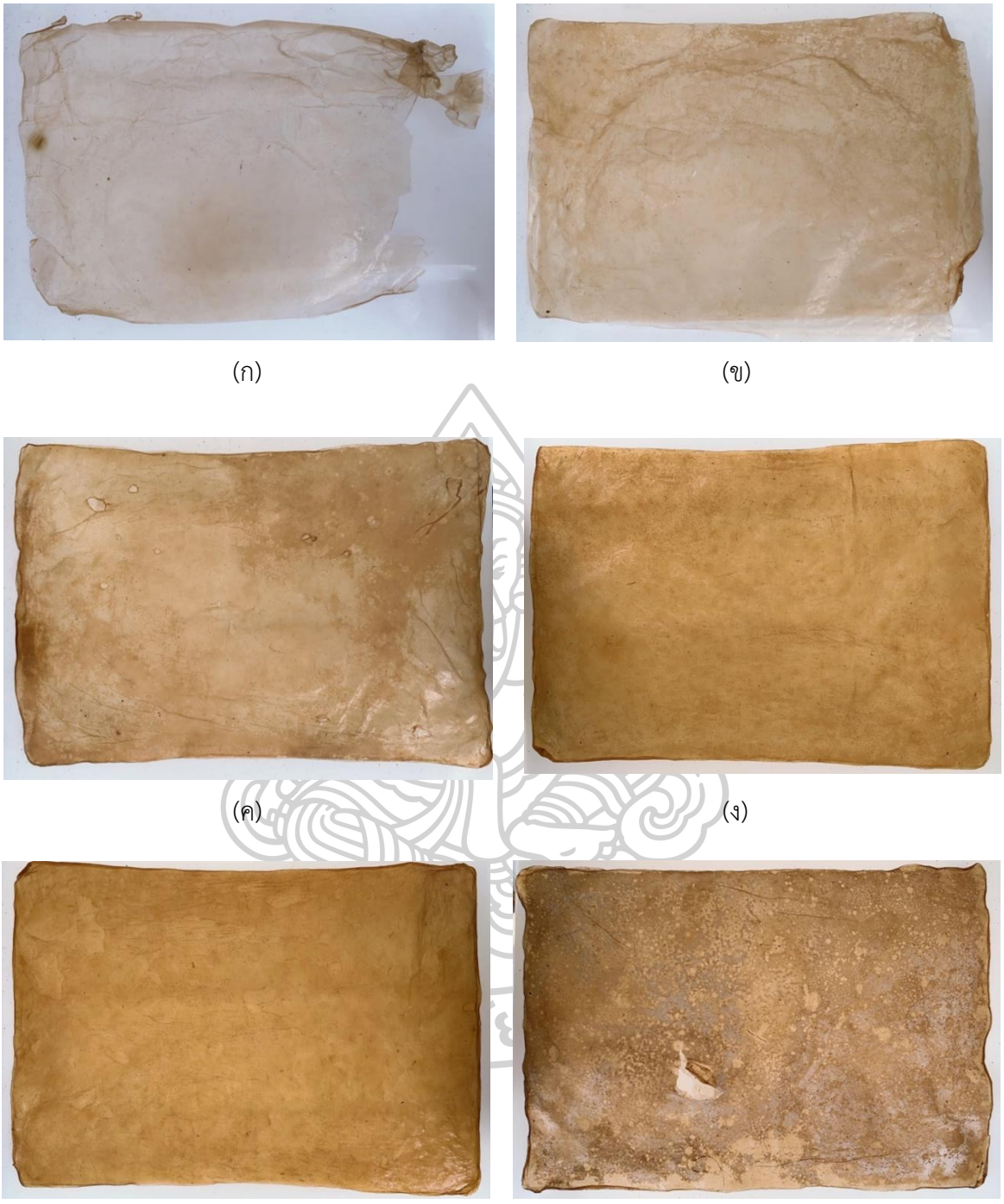
(จ) (ฉ)

ภาพที่ 51 ลักษณะทางกายภาพเมื่อนำขึ้นจากน้ำ

(ก) ภาชนะเพาะเลี้ยง 1 (ข) ภาชนะเพาะเลี้ยง 2 (ค) ภาชนะเพาะเลี้ยง 3

(ง) ภาชนะเพาะเลี้ยง 4 (จ) ภาชนะเพาะเลี้ยง 5 (ฉ) ภาชนะเพาะเลี้ยง 6

(Nakpan, 2020)



(ก) (ข)

(ค) (ง)

(จ) (ฉ)

ภาพที่ 52 ลักษณะทางกายภาพเมื่อแห้งสนิท
(ก) ภาชนะเพาะเลี้ยง 1 (ข) ภาชนะเพาะเลี้ยง 2 (ค) ภาชนะเพาะเลี้ยง 3
(ง) ภาชนะเพาะเลี้ยง 4 (จ) ภาชนะเพาะเลี้ยง 5 (ฉ) ภาชนะเพาะเลี้ยง 6
(Nakpan, 2020)

2.2 กลุ่มภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2

ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2 กำหนดขนาดความกว้างอยู่ที่ 74 เซนติเมตร ความยาว 125 เซนติเมตรและความสูง 35 เซนติเมตร จำนวน 1 ชุด ฝาปิดมีรูเพื่อระบายอากาศ ผู้วิจัยกำหนดให้ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2 มีขนาดใหญ่มากกว่ากลุ่มภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1 ประมาณสามเท่า (ภาพที่ 53ก) เนื่องด้วยผู้วิจัยต้องการศึกษาเงื่อนไขคือ ขนาดที่เปลี่ยนแปลงเพื่อสังเกตผลลัพธ์และพิสูจน์สมมุติฐานเกี่ยวกับลักษณะของการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

วิธีการทดลองเริ่มต้นด้วยขั้นตอนการตระเตรียมส่วนผสมของสารตั้งต้นและสารประกอบที่มีปริมาณ ได้แก่ สารตั้งต้นดินบรรจุห่อในผ้ากรองเพื่อป้องกันตะกอนจำนวน 10 กิโลกรัม สารให้ความหวาน (น้ำตาลอ้อยธรรมชาติ) ที่ละลายในน้ำบริสุทธิ์ต้มสุกอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 53ข) ใช้ระยะเวลาประมาณ 5 นาที จำนวน 6,000 มิลลิลิตร กรดอะซีติก (ภาพที่ 53ค) และสารเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย (ภาพที่ 53ง) ทั้งสองสิ่งอยู่ที่จำนวนอย่างละ 400 กรัม ขั้นตอนการทดลองของภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2 นับตั้งแต่ขั้นตอนการตระเตรียมและการกำเนิดรูปมีลำดับและวิถีการเจริญเติบโตความคล้ายคลึงกับกลุ่มภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1 ความแตกต่างที่เห็นชัดเจนจะสังเกตได้จากขั้นตอนการควบแน่นเป็นต้นไป

2.2.2 ขั้นตอนการควบแน่น (Condensation)

หลังจากสิ้นสุดระยะเวลาการกำเนิดรูปซึ่งถือเป็นขั้นตอนการควบแน่นนับตั้งแต่ระยะที่ 1-6 รวมระยะเวลาทั้งสิ้นจำนวน 1-40 วัน มีรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.2.1 ระยะเวลาเริ่มต้นการควบแน่นหรือขั้นตอนการกำเนิดรูปจนถึงสิ้นสุดการกำเนิดรูป ใช้เวลาประมาณ 1-7 วัน ปรากฏให้เห็นลักษณะของเส้นใยขนาดเล็ก มีสีขาวขุ่นเจือปนจุดสีดำ (ภาพที่ 54)

2.2.2.2 ระยะเริ่มต้นการควบแน่น คือ ระยะที่ 2 ใช้เวลาประมาณ 8-14 วัน ผลลัพธ์ปรากฏรูปทรงที่ชัดเจนสังเกตเห็นเป็นสีน้ำตาลอ่อน มีความโปร่งใส และก่อตัวเป็นเซลลูโลสแผ่นอยู่บนผิวน้ำ (ภาพที่ 55)

2.2.2.3 ระยะที่ 3 ใช้เวลาประมาณ 15-21 วัน รูปทรงมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นส่งผลให้เซลลูโลสแผ่นทิ้งตัวจากระดับผิวน้ำ พร้อมกับมีการกำเนิดใหม่และเจริญเติบโต ลักษณะคล้ายเจลใส มีความยืดหยุ่นพอประมาณเพื่อรอการประสาน (ภาพที่ 56)

2.2.2.4 ระยะที่ 4 ใช้เวลาประมาณ 22-28 วัน พบว่าวัสดุเกิดการก่อตัวควบแน่นเป็นวัสดุเซลลูโลสแผ่นใสมีความหนาเพิ่มมากขึ้น เกิดการประสานกันในส่วนพื้นที่ตรงกลางระหว่างเซลลูโลสชิ้นแรกกับเซลลูโลสเจลใสที่กำเนิดขึ้นใหม่ (ภาพที่ 57)

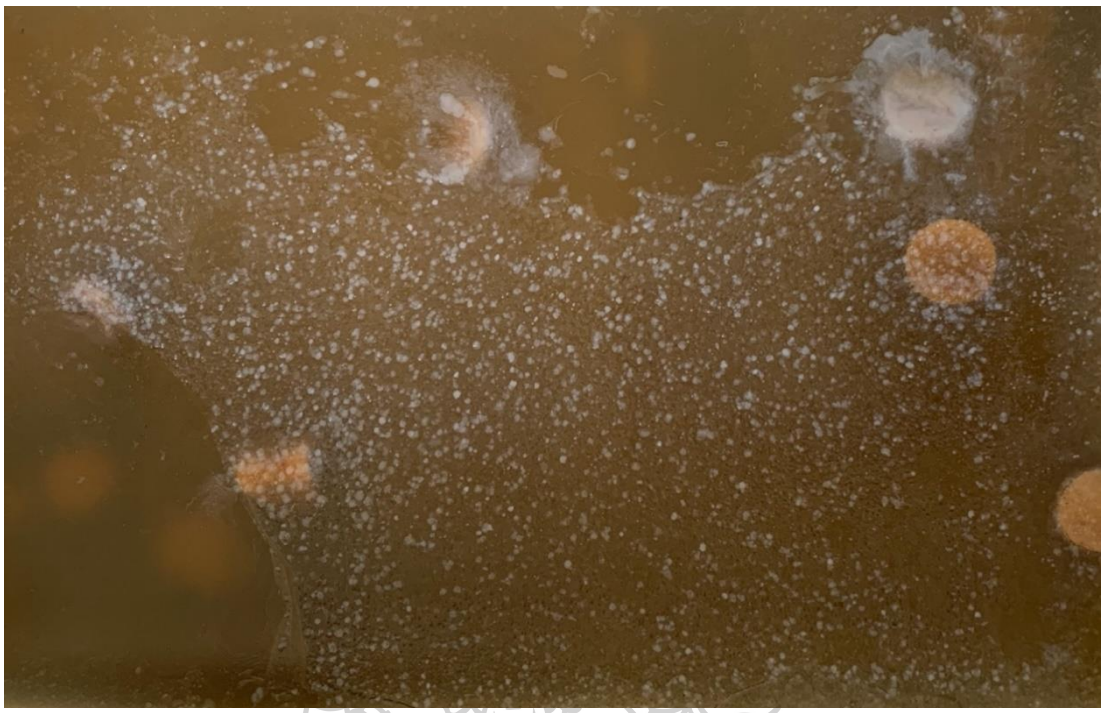
2.2.2.5 ระยะที่ 5 ใช้เวลาประมาณ 29-35 วัน วัสดุเซลลูโลสทั้งสองชิ้นมีพื้นที่การประสานกันในส่วนตรงกลางแผ่น มีขนาดกว้างมากขึ้นและพบว่าพื้นที่ส่วนรอบข้างแยกตัวกันมองเห็นเป็นแผ่น ๆ (ภาพที่ 58)

2.2.2.6 ระยะที่ 6 ใช้เวลาประมาณ 36-40 วัน พบว่าผลลัพธ์ก่อตัวควบแน่นเป็นวัสดุเซลลูโลสแผ่นที่สมบูรณ์ ปรากฏเป็นรูปร่างรูปทรงที่ชัดเจนเปิดเผยให้เห็นพื้นผิวที่มีลวดลายคล้ายผิวหนังของมนุษย์ อ่อนนุ่ม และมีสีน้ำตาลอ่อน (ภาพที่ 59)

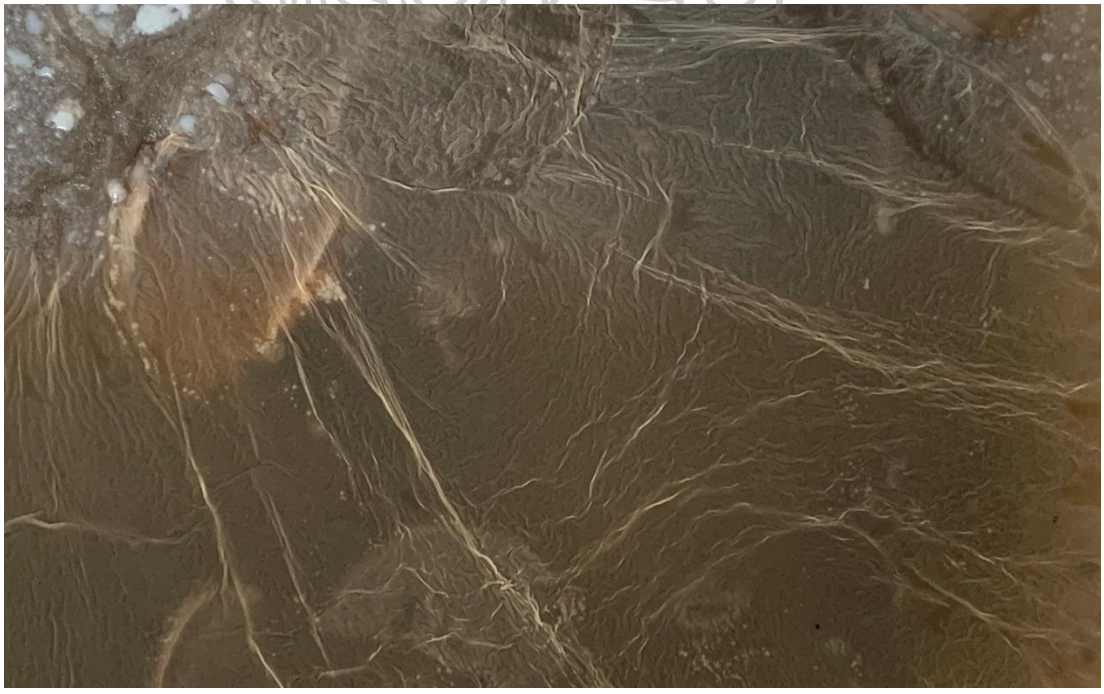
(ก) (ข)

(ค) (ง)

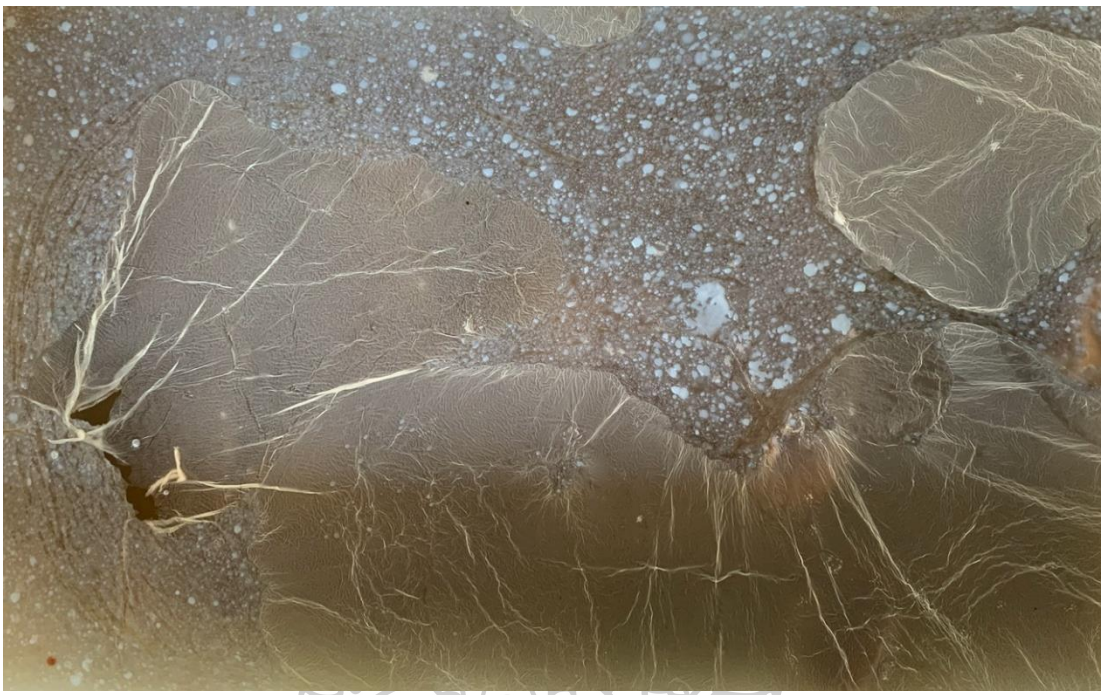
ภาพที่ 53 ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2
(ก) สารให้ความหวานละลายในน้ำบริสุทธิ์ต้มสุก (ข) เติมสารตั้งต้นดิน
(ค) เติมกรดอะซีติก (ง) เติมสารเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย
(Nakpan, 2020)



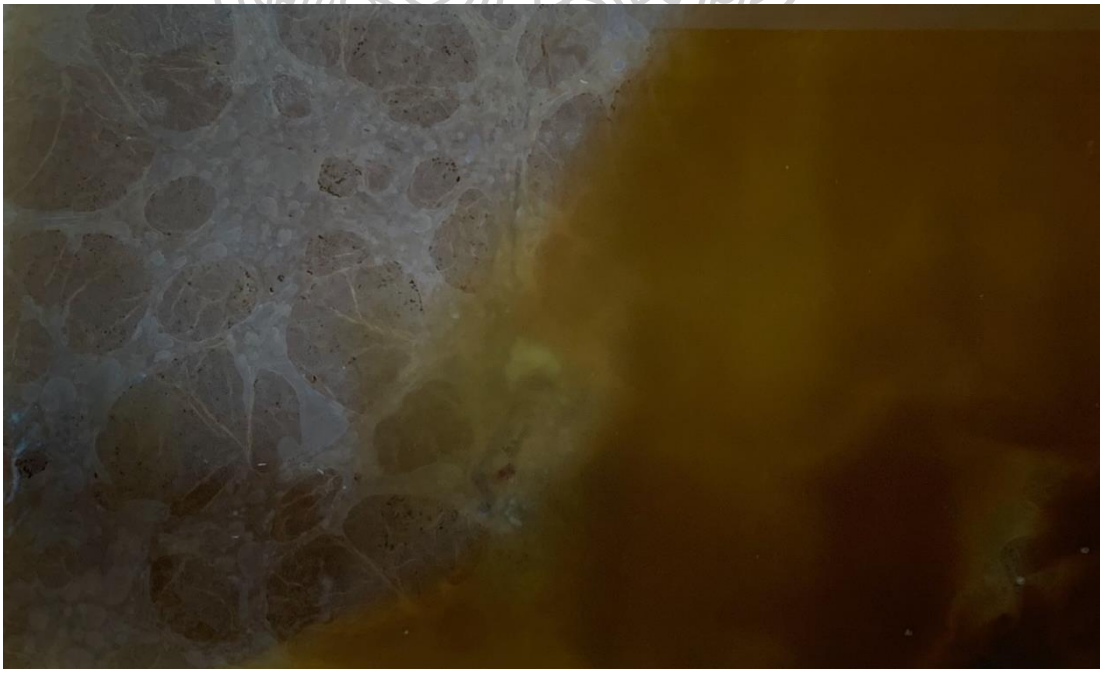
ภาพที่ 54 ระยะเวลาเริ่มต้นการควบแน่น ระยะเวลาประมาณ 1-7 วัน (Nakpan, 2020)



ภาพที่ 55 ระยะที่ 2 ใช้เวลาประมาณ 8-14 วัน (Nakpan, 2020)



ภาพที่ 56  ระยะที่ 3 ใช้เวลาประมาณ 15-21 วัน (Nakpan, 2020)



ภาพที่ 57  ระยะที่ 4 ใช้เวลาประมาณ 22-28 วัน (Nakpan, 2020)

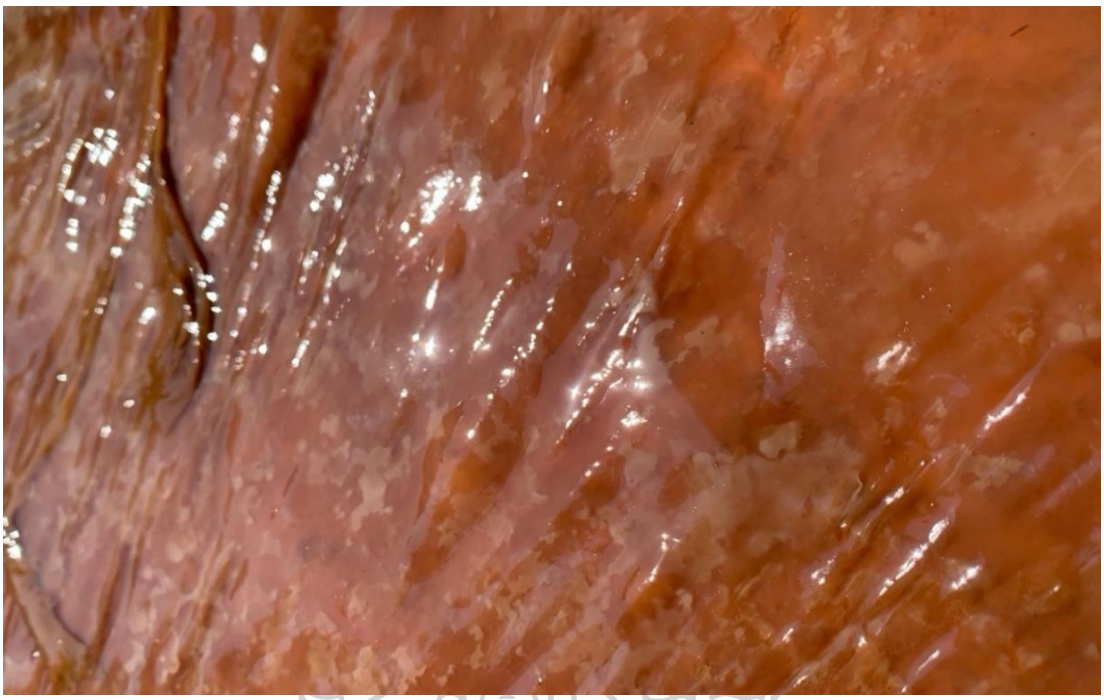
ภาพที่ 58 ระยะที่ 5 ใช้เวลาประมาณ 29-35 วัน (Nakpan, 2020)

ภาพที่ 59 ระยะที่ 6 ใช้เวลาประมาณ 36-40 วัน (Nakpan, 2020)

2.2.3 ขั้นตอนการลดรูป (Evaporation)

ผู้วิจัยสังเกตและบันทึกการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ คือ เซลลูโลสแผ่นที่ควบแน่นด้วยการทำให้น้ำระเหยโดยแสงอาทิตย์และเกิดการลดรูป (ภาพที่ 60) ระยะเวลาเริ่มต้นรอการระเหยใช้ระยะเวลาทั้งหมดประมาณ 1-3 วัน ระหว่างขั้นตอนการลดรูปของวัสดุที่ยังไม่สมบูรณ์จักปรากฏให้เห็นรูปทรงภายนอก ได้แก่ สีน้ำตาลอ่อน-น้ำตาลเข้ม มีขนาดความกว้างประมาณ 70 เซนติเมตร ความยาวประมาณ 120 เซนติเมตร ความหนาประมาณ 0.3-0.5 เซนติเมตร และน้ำหนักอยู่ระหว่าง 400-600 กรัม (ภาพที่ 61) หลังจากสิ้นสุดระยะเวลาการลดรูป ใช้ระยะเวลาทั้งหมดประมาณ 1-3 วัน ลักษณะทางกายภาพภายนอกของวัสดุหลังจากการลดรูปสมบูรณ์แล้วปรากฏให้เห็นรูปทรงภายนอกของวัสดุได้ดังนี้ คือ สีน้ำตาลเข้ม มีขนาดความกว้างประมาณ 60-70 เซนติเมตร ความยาวประมาณ 110-120 เซนติเมตร และความหนาประมาณ 0.1-0.3 เซนติเมตร และน้ำหนักที่คงเหลืออยู่ที่ประมาณ 40-60 กรัม (ภาพที่ 62)

ภาพที่ 60 เซลลูโลสแผ่นที่ควบแน่นสมบูรณ์ (Nakpan, 2020)



ภาพที่ 61 เซลลูโลสแผ่นที่ควบแน่นสมบูรณ์รอการระเหย (Nakpan, 2020)

ภาพที่ 62 เซลลูโลสแผ่นที่ระเหยและแห้งสมบูรณ์ (Nakpan, 2020)

2.3 การประเมินระดับค่าเซลล์เม็ดสีเมลานินของผลทดลองประดิษฐ์วัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพจากปฏิบัติการทดลองครั้งที่ 2

ผลลัพธ์จากการทดลองประดิษฐ์วัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพของปฏิบัติการทดลองครั้งที่ 2 จากภาชนะเพาะเลี้ยงกลุ่มที่ 1 และ2 ทั้งสองกลุ่ม มาแสดงระดับค่าเซลล์เม็ดสีเมลานินการประเมินค่าระดับสีใช้เครื่องมือวัดสีผิวแบบพกพา (CapSure) ที่มีการระบุปริมาณตัวเลขในรูปแบบของระบบสีวัตถุธาตุ (CMYK) และระบบสีของแสง (RGB) จากนั้นนำผลตัวเลขที่ได้รับไปเทียบกับระดับความเข้มของสีผิวพรรณมนุษย์ในทางการแพทย์ของทฤษฎีฟิทซ์แพททริคที่มีอยู่ 6 ระดับสี (ตารางที่ 3 และ 4) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 3 การประเมินค่าระดับสีของแผ่นทดลองวัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพกลุ่มที่ 1 (Nakpan, 2020)

| จำนวน | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ผลลัพธ์ | | | | | | |
| ระดับค่าสี | C 4 M 7 Y 12 K 0<br>R 239 G 228 B 212 | C 3 M 8 Y 27 K 0<br>R 244 G 224 B 178 | C 9 M 26 Y 65 K 0<br>R 226 G 176 B 94 | C 15 M 39 Y 94 K 1<br>R 205 G 140 B 41 | C 26 M 47 Y 91 K 6<br>R 168 G 114 B 44 | C 37 M 56 Y 88 K 23<br>R 118 G 80 B 39 |

ตารางที่ 4 การประเมินค่าระดับสีของแผ่นทดลองวัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพกลุ่มที่ 2 (Nakpan, 2020)

| จำนวน | 1 |
|---|---|
| ผลลัพธ์ | |
| ระดับค่าสี | C 31 M 73 Y 86 K 26<br>R 122 G 57 B 36 |

**ผลการทดลองด้านสุนทรียศาสตร์เพื่อการออกแบบ**

กระบวนการการคิดค้นวัสดุสิ่งทอทดแทนที่สร้างสรรค์จากสมมุติฐานการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินที่มาจากแบคทีเรียชนิดดีอันมีอยู่อย่างมหาศาลในทรัพยากรธรรมชาติดินและมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเซลล์เม็ดสีเมลานินในผิวพรรณมนุษย์ โดยเริ่มต้นด้วยการนำผลการทดลองประดิษฐ์วัสดุเซลลูโลสแผ่นชีวภาพทั้ง 2 ครั้งที่แห้งสมบูรณ์มาพิจารณาสมบัติทางกายภาพ วัสดุเหล่านี้แสดงออกให้เห็นถึงรูปลักษณะของสัมผัสที่มีความนุ่มนวล บอบบาง แต่มีความความเหนียวแน่นเพียงพอสามารถนำไปใช้ในการออกแบบและตัดเย็บเครื่องนุ่งห่ม นอกเหนือจากคุณลักษณะทางกายภาพของวัสดุสิ่งทอทดแทนจะเป็นไปตามที่กล่าว วัสดุยังเปิดเผยถึงคุณลักษณะทางนามธรรมอีกด้วย เนื่องจากสีสันของวัสดุสร้างความสอดคล้องกลมกลืนกับสีผิวพรรณของมนุษย์

สุนทรียศาสตร์ที่ได้จากวัสดุสิ่งทอทดแทนชนิดนี้จึงมิได้มีเป้าหมายในการสร้างสรรค์โดยนำมาออกแบบเครื่องนุ่งห่มเพียงเพื่อปกป้องร่างกายหรือเพื่อตอบสนองความต้องการในการสื่อสารถึงฐานะหรือบุคลิกภาพของผู้สวมใส่เท่านั้น แต่ยังสามารถสื่อถึงสัมพันธภาพระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้จากนวัตกรรมการวิจัยเชิงวิทยาศาสตร์ และผลลัพธ์ของวัสดุสิ่งทอทดแทนสามารถตอบสนองวิถีชีวิตสำหรับผู้คนในโลกยุคศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นการค้นหาวัสดุทางเลือกที่แสดงถึงคุณค่าด้านจิตใจของมนุษย์ ผู้วิจัยจึงศึกษาปัญหาของพฤติกรรมการบริโภคเพื่อปรับเปลี่ยนและเสริมสร้างทัศนคติเชิงบวก เนื่องจากพฤติกรรมของมนุษย์แปรเปลี่ยนไปตามยุคสมัยและปัจจุบันในวันนี้คืออดีตของวันข้างหน้า ดังคำกล่าวของคุณสิรินพร จิวานันต์ กรรมการผู้จัดการ บริษัท เอ็นไวโรเซล วิลเลจ จำกัด ประเทศไทย ผู้นำแห่งความคิดสร้างสรรค์ในภูมิภาคอาเซียน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการศึกษาทัศนคติจิตวิทยา และพฤติกรรมผู้บริโภค ได้กล่าวถึงพฤติกรรมของผู้คนในยุคปัจจุบันว่า พฤติกรรมของผู้บริโภคต่าง ๆ ในปัจจุบันจะมีการพัฒนาความเอาแต่ใจตนเองเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการบริโภคหลายอย่างในเวลาเดียวกันและการมีไลฟ์สไตล์ต่อผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ไม่สามารถตอบสนองความต้องการให้กับผู้บริโภคได้ทันท่วงทีซึ่งส่งผลกระทบต่อตราสินค้านั้น ๆ ทันที ดังนั้นการวิจัยคุณลักษณะที่เป็นนามธรรมของวัสดุสิ่งทอทดแทนครั้งนี้จึงเป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมให้ผลการทดลองเชิงปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรม เกิดการจดจำและเชื่อมโยงคุณประโยชน์สู่ความมีคุณค่า

รสนิยมของผู้บริโภคทั่วโลกในปัจจุบันมีความซับซ้อนอย่างเห็นได้ชัด ได้แก่ สุขนิยม (Joy Lust) แบบฉบับนิยม (I-mage) สันโดษนิยม (Sole-Cial) ธรรมชาตินิยม (Farm-Ganic) ดรามานิยม (Drama Queen) และอัตโนมัตินิยม (Automatism) (นิยม กริ่มใจ, 2560: 144) กล่าวคือ สุขนิยมอาจหมายถึงความสุขสบายที่ได้รับทางกายและใจ เป็นคุณค่าสูงสุดในการดำเนินชีวิต ปัจจุบันมนุษย์คิดค้นความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีจนพัฒนาไปสู่ความเป็นสังคมมีเดีย (Social media) ทำให้มนุษย์ได้รับความสะดวกสบายรวดเร็วในทุกด้านซึ่งแตกต่างจากอดีต ความสุขในแง่ของการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์จึงเปลี่ยนแปลงไปจากสังคมดั้งเดิมไปสู่สังคมดิจิตอลที่จับต้องได้ยาก การเสาะแสวงหา

ความสุขแนวใหม่ของผู้คนยุคศตวรรษที่ 21 จึงเป็นเรื่องของการประเมินและชี้วัดตัวเองบนโลกออนไลน์ การเปรียบเทียบกับบุคคลอื่นทำให้มนุษย์ใช้ความพึงพอใจของตนเองเป็นที่ตั้งในการตามหาความสุข โดยจะเลือกในสิ่งที่ตนนั้นมั่นใจว่าเป็นมิตรกับตนเอง เปรียบได้กับผลิตภัณฑ์ที่มนุษย์นำมาใช้ต้องมีความหมาย ไม่ทำร้ายหรือสร้างความเจ็บปวดแก่ตนเองและผู้อื่นในสังคม ส่วนแบบฉบับนิยมคือพฤติกรรมของมนุษย์ในยุคศตวรรษที่ 21 ที่แสดงความคิดในด้านที่ดี เป็นเจ้านายตนเองโดยการใช้สังคมดิจิตอลเป็นเครื่องมือส่งเสริมภาพลักษณ์ รวมถึงการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์หรือแบรนด์ที่เหมาะสมกับแนวความคิดของตน สิ่งเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งในการสร้างเอกลักษณ์สามารถสะท้อนและสร้างคุณค่าให้กับตนเอง ซึ่งทั้งหมดเป็นที่มาของค่านิยมอันไม่ยึดติดอยู่ในกรอบของตน ต่อมาคือ ธรรมชาตินิยม แนวความคิดลักษณะนี้ส่งเสริมให้มนุษย์บริโภคผลิตภัณฑ์ที่มาจากท้องถิ่น ปลอดภัยจากสารพิษ เพื่อให้มนุษย์มีสุขภาพที่ดี มีอายุยืนยาว แบรนด์ตัวอย่าง อาทิ แบรนด์ฟาร์มทูเทเบิล (Farm to Table), ฟาร์มทูคอกเทล (Farm to Cocktail), ฟาร์มทูฮอสพิทอล (Farm to Hospital), ฟาร์มบ็อกซ์ (Farm Box), ฟาร์มแทรเวล (Farm Travel), ฟาร์มสเตย์ (Farm Stay), และอีทวิธโลคอล (Eat with Local) เป็นต้น กอปรกับการเพิ่มโอกาสของการใช้ชีวิตที่มีความสุข การท่องเที่ยวเชิงเกษตร การใช้ชีวิตอยู่ร่วมกับคนในท้องถิ่น การรักษ์ธรรมชาติและการใช้ผลิตภัณฑ์อินทรีย์หรือออแกนิค รวมถึงพฤติกรรมที่ไม่ใช้ข้าวของทิ้งขว้าง แต่จะเลือกใช้ข้าวของน้อยชิ้นที่มีความหมายต่อตนเอง รักษาตนเอง และเคารพตนเอง ส่วนสันโดษนิยมหมายถึงพฤติกรรมที่มนุษย์ตอบรับสังคมดิจิตอลมากกว่าสังคมแห่งความเป็นจริงเปรียบเสมือนการสร้างสังคมเสมือนความฝันที่ตนเองนั้นจิตนาการขึ้น มีมิตรสหายจากการเห็นพ้องต้องกันในรูปแบบพฤติกรรมเดียวกันแต่ไม่ได้สร้างการตอบโต้ การตอบสนองในทางกายภาพ หรือทางจิตใจและส่งผลถึงการมีความสัมพันธ์ที่มีข้อจำกัด

ดังนั้น มนุษย์จึงไม่ตระหนักต่อความสัมพันธ์ที่มีต่อผู้คนรอบข้างทำให้เกิดค่านิยมในการใช้ชีวิต ท่องเที่ยว รับประทานอาหาร หรือกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตัวคนเดียว และพฤติกรรมดรามานิยมคือผลกระทบจากเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตทำให้มนุษย์มีเวลาว่างมากจนพัฒนาพฤติกรรมไปสู่การเสพติดสังคมมีเดียทั้งหลาย ตลอดจนการรับรู้ข้อมูลหลายด้านทำให้มนุษย์เกิดช่องว่างในการรับรู้เนื้อหาทางด้านอารมณ์ (Emotion content) มนุษย์จึงมุ่งเน้นการให้ข้อมูลข่าวสาร และผลิตภัณฑ์ที่เสริมสร้างความสำคัญต่อคุณค่าด้านอารมณ์ ทั้งนี้ เพื่อตอบสนองความคิดอ่านและทันต่อการใช้สังคมมีเดียแห่งยุคดิจิตอล สุดท้าย คือ อัตโนมัตินิยม เมื่อสังคมยุคดิจิตอลตอบสนองความต้องการของมนุษย์ด้วยความสะดวกรวดเร็ว ระบบปฏิบัติการหรือการสั่งการของระบบอัตโนมัติส่งผลลัพธ์ต่อมนุษย์ในด้านของจิตใจ บ่มเพาะให้มนุษย์มีความใจร้อนมากยิ่งขึ้น เมื่อมนุษย์ต้องการสิ่งที่คิดให้เป็นไปได้ดั่งใจในทันที มนุษย์จึงสรรหาผลิตภัณฑ์หรือบริการที่สามารถตอบสนองการใช้ชีวิตในรูปแบบอัตโนมัติ ไม่ต้องเตรียมการณ์ ไม่ต้องมีความเสี่ยง ไม่ต้องการการจดจำ และเข้าถึงอย่างง่ายดายโดยไม่จำกัดเวลา สถานที่ ด้วยความรวดเร็วและฉับไวมากที่สุด

จึงเห็นได้ว่าแนวโน้มพฤติกรรมของมนุษย์ในศตวรรษที่ 21 มีแนวคิดที่คำนึงถึงปัจจัยทางสังคมรอบตัว มีความทันสมัยต่อข่าวสารในยุคแห่งโลกาภิวัฒน์ และมีเครื่องมือสื่อสารที่สามารถนำพาตนเองไปสู่ความรู้หรือสถานที่ต่าง ๆ อย่างง่ายดายและรวดเร็วราวกับกะพริบตาด้วยการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต หากสิ่งที่เป็นตนเองหรือการมองเห็นคุณค่าในตัวตนของมนุษย์เองนั้นแผ่วบางลง เนื่องจากมนุษย์มีต้นแบบชีวิตให้ดำเนินรอยตามมากมายเหลือเกิน มากเสียจนขาดสติพิจารณาว่าสิ่งใดคือความเหมาะสมกับวิถีชีวิต เผ่าพันธุ์ และวัฒนธรรมของตนเอง ตลอดจนพฤติกรรมที่สะท้อนออกมาในลักษณะของความใจร้อน รีบเร่ง และต้องได้ดั่งใจตนในระยะเวลาอันสั้น ล้วนเป็นผลมาจากเครื่องมือสารสนเทศในยุคดิจิตอลแทบทั้งสิ้น นอกจากนี้ยังเกิดค่านิยม ที่เรียกว่า วัตถุนิยม อันหมายถึง ความเชื่อที่ว่าความสุขหรือความสำเร็จของมนุษย์จักเกิดมีได้ ล้วนมาจากสิ่งของเครื่องใช้ ด้วยเหตุนี้ มนุษย์จึงปรารถนาที่จะครอบครองวัตถุเพื่อนำมาใช้อำนวยความสะดวกแก่ตนเองในการดำเนินชีวิต และทวีคูณเกินความพอดี เพราะผู้คนในสังคมต่างนิยมชมชอบกันที่ภาพลักษณ์ภายนอก

3.1 สังเกตปัญหาวิกฤตจากความงาม

เหตุการณ์ที่ปรากฏปัญหาที่วิกฤตมากที่สุด คือ การระบาดครั้งใหญ่ของไวรัสโคโรน่า หรือโรคโควิด-19 ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อเศรษฐกิจของโลก ไม่เว้นแม้แต่ราชอาณาจักรไทย จักเห็นได้ชัดเจนว่าการเติบโตทางเศรษฐกิจชะลอตัวลงอย่างมากในปี พ.ศ. 2563 โดย McKinsey Global Institute ร่วมกับ Oxford Economics ระบุว่ากองทุนการเงินระหว่างประเทศคาดการณ์ถึงผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศและมูลค่าการบริการขั้นสุดท้ายที่ผลิตในประเทศในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ โดยไม่คำนึงว่าผลผลิตนั้นจะเป็นผลผลิตที่ได้จากทรัพยากรภายในและภายนอกประเทศ หรือ GDP (Gross Domestic Product) ของโลกจะต่ำกว่าการประมาณการก่อนเหตุการณ์การระบาดถึงร้อยละ 6.5 โดยมีความแปรปรวนในภูมิภาคต่าง ๆ ทำให้รัฐบาลของแต่ละประเทศเกิดหนี้สะสมจำนวนมากเพียงปีเดียว รวมถึงหนี้สาธารณะเพิ่มขึ้นอย่างน่าประหลาดใจในช่วงระหว่างร้อยละ 13 ถึง 96 เป็นเหตุให้เศรษฐกิจเติบโตช้าและประชาชนทั่วโลกจักต้องจ่ายภาษีมากขึ้น (The Business of Fashion and McKinsey & Company, 2020) อีกส่วนของผลกระทบอย่างหนักจากวิกฤตคือการเดินทางระหว่างประเทศซึ่งหยุดชะงักเกือบทุกพื้นที่ที่ระบาดรุนแรงและการค้าข้ามพรมแดนย่อมชะลอตัวอย่างมีนัยสำคัญ วิกฤตที่กล่าวมาทั้งหมดส่งผลให้มนุษย์นับล้านทั่วโลกต้องปรับตัวกับการใช้ชีวิตอยู่ร่วมกับไวรัสอย่างยืดหยุ่น มนุษย์ต้องสร้างสรรค์รูปแบบการดำรงชีวิตด้วยการปรับสมดุลภายใต้สังคมที่ถูกเรียกขานว่า “วิถีปกติใหม่” (New normal) ไม่เว้นแม้แต่อุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มซึ่งถือเป็นธุรกิจสำคัญหนึ่งในปัจจัยสี่จำเป็นสำหรับมนุษย์ ผู้ค้ารายใหญ่และย่อยของธุรกิจดังกล่าวเผชิญกับช่วงเวลาแห่งความท้าทายที่ไม่ปรากฏมาก่อน

สถานการณ์โลกที่วิบัติขึ้นอย่างต่อเนื่องอันถือเป็นภาวะวิกฤติที่รุนแรงไม่ว่าจะเป็นปัญหามลภาวะ โรคระบาดที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ในเรื่องของสุขภาพ ความปลอดภัย มีผลทำให้เศรษฐกิจของทุกประเทศทั่วโลกต้องหยุดชะงัก สำคัญที่สุด คือ ผลกระทบต่อวิถีการดำรงชีวิตของมนุษยชาติ พฤติกรรมที่เป็นกิจวัตรต้องปรับเปลี่ยนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ด้วยกันสะท้อนให้เห็นถึงความคิดที่ย้อนแย้งที่มนุษย์พยายามเสาะแสวงหาความเจริญก้าวหน้าในวิทยาการทุก ๆ ด้าน โดยความเจริญอันไร้ขอบเขตหรือการสร้างสรรค์วัตถุต่าง ๆ นั้นเพียงเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ แต่ผลิตภัณฑ์หรือสิ่งของเหล่านั้นกลับแฝงไปด้วยความเห็นแก่ตัว การคุกคาม ก้าวล่วงธรรมชาติอันเป็นผลแห่งการทำลายสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรง ก่อเกิดมลภาวะที่เป็นพิษ จนกระทั่งก้าวข้ามไปไกลจากความสมดุลของระบบนิเวศวิทยาของธรรมชาติ ทั้งนี้ แม้ธุรกิจแฟชั่นจะมีกำไรมากเพียงใดแต่การผลิตเสื้อผ้าและสิ่งทอเป็นหนึ่งในกระบวนการทางอุตสาหกรรมที่ก่อมลพิษมากที่สุด เนื่องมาจากอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าต้องการใช้น้ำ พลังงาน สารเคมี และทรัพยากรธรรมชาติจำนวนมหาศาลในการผลิตแต่ละครั้ง (The World Counts, 2020) จึงเห็นได้ชัดเจนว่า ส่วนหนึ่งปัญหาของสถานการณ์โลกมาจากพฤติกรรมการบริโภคเกินพอดี ข้อคิดของอลิซาเบธ ไคลน์ (Elizabeth L. Clein) นักเขียน นักวารสาร และผู้เชี่ยวชาญเรื่องพฤติกรรมการบริโภคสินค้าแฟชั่นแห่งกรุงนิวยอร์ค ที่กล่าวถึงสภาวการณ์แฟชั่นระดับโลกในปัจจุบันที่ธุรกิจแฟชั่นยุคปัจจุบันเจริญรุ่งเรืองถึงขีดสุด เพราะผู้คนต่างนิยมจับจ่ายซื้อหา รวมถึงสภาวะการณ์ปัจจุบันที่แนวโน้มค่านิยมแฟชั่นของมนุษย์สร้างความลุ่มหลงในสินค้าที่ทันต่อยุคสมัยและราคาถูกจึงทำให้ง่ายต่อการตัดสินใจจับจ่ายอาจเรียกได้ว่า “แฟชั่นมาไวไปไว” (Fast fashion) กลายเป็นการสร้างพฤติกรรม “ตกยุค ใส่แล้วทิ้ง” ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้เกิดการบริโภคอย่างสิ้นเปลืองและปัญหา “ขยะแฟชั่น” เช่นเดียวกับ ห่วงโซ่การผลิตอุตสาหกรรมเสื้อผ้าและสิ่งทอที่กระจายไปทั่วโลก เฉพาะอย่างยิ่ง ประเทศที่กำลังพัฒนาและด้อยพัฒนา ต้องอาศัยแรงงานมนุษย์เป็นหลัก เนื่องจากกระบวนการดำเนินงานต่าง ๆ ไม่สามารถทำเสร็จสิ้นได้อัตโนมัติ ซึ่งอุตสาหกรรมดังกล่าวจากหลายประเทศมีการทำผิดกฎหมายส่งผลกระทบต่อแรงงานหลายล้านคนที่มักถูกเอาเปรียบหรือถูกทารุณกรรมและถูกลิดรอนสิทธิมนุษยชนขั้นพื้นฐาน (Cline, 2012)

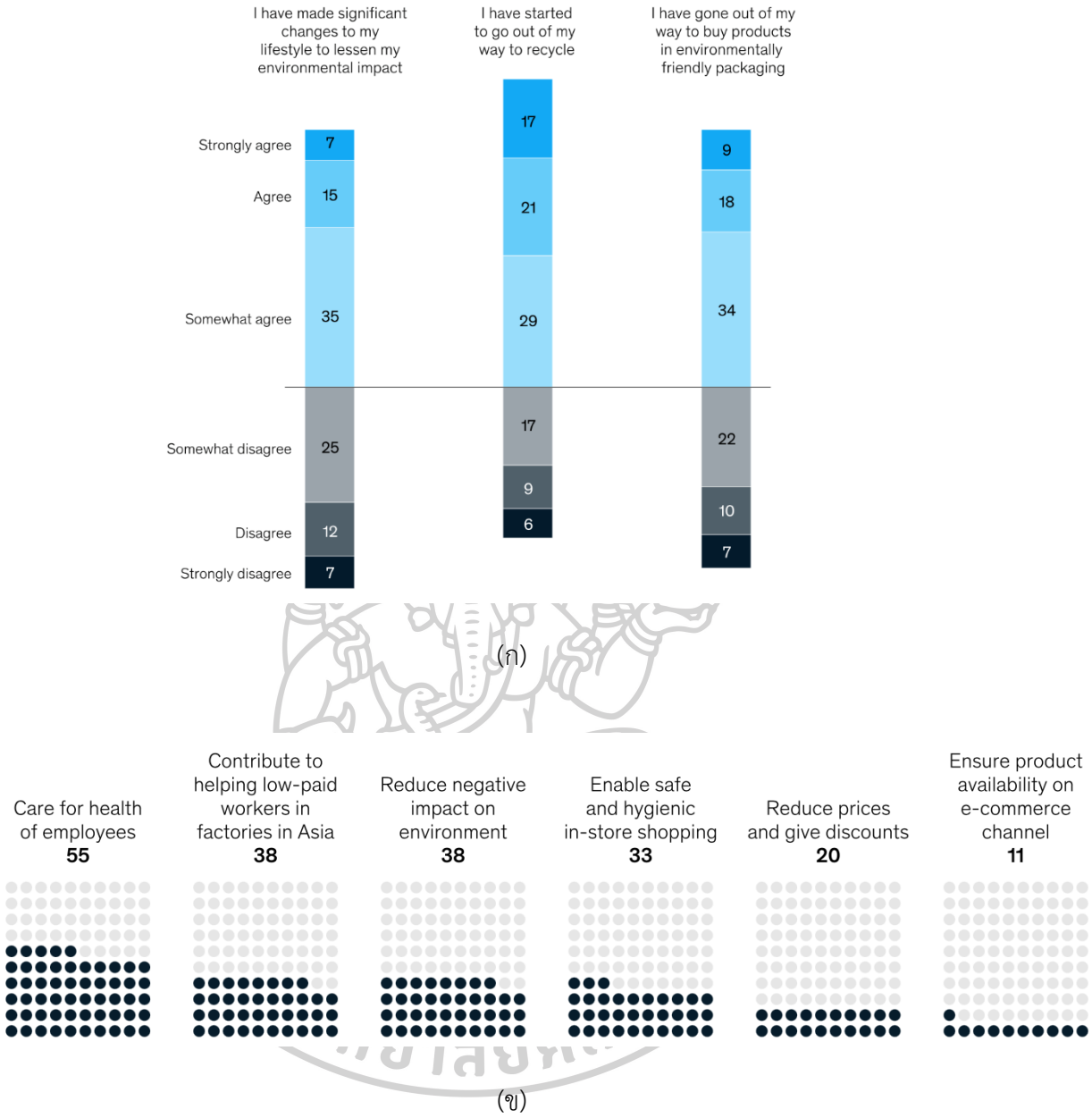
จากการสำรวจขององค์กรประมวลผลระดับโลกแมคคินซีย์ (McKinsey & Company) ที่จัดทำขึ้นในเดือนพฤษภาคม ค.ศ. 2020 ผู้บริโภคมากกว่าสามในห้าให้ความสำคัญกับความยั่งยืน (ภาพที่ 63 ก) มิว่าจะเป็นด้านการออกแบบ การผลิต หรือการเลือกใช้วัสดุ เป็นต้น และถือเป็นปัจจัยใหม่ที่สำคัญต่อการตัดสินใจบริโภค (McKinsey Global Institute, 2020) ดังจะเห็นได้จากแบรนด์ทิมเบอร์แลนด์ (Timberland) ตั้งเป้าปฏิรูปการจัดหาวัสดุธรรมชาติทั้งหมดจากการเกษตรภายในปี 2030 (Women’s Wear Daily, 2020) เช่นเดียวกับห้างสรรพสินค้าชื่อดังเซลฟริดเจส (Selfridges) ของประเทศสหราชอาณาจักร ได้เปิดเผยเป้าหมายเกี่ยวกับความยั่งยืนใหม่ (New sustainability

Goals) ที่ชัดเจนโดยให้สัญญาว่าจะหยุดการจัดเก็บคลังสินค้าที่ไม่สอดคล้องกับมาตรฐานดังกล่าวภายในปี พ.ศ. 2568 (Drapers, 2020) หรือการที่หนังสือพิมพ์ Forbes ฉบับเดือนเมษายนสื่อสารถึงธุรกิจสตาร์ทอัพอายุไม่ถึงสี่ปีอย่างแบรนด์รองเท้าผ้าใบใส่สบาย ออลเบิร์ดส (Allbirds) ที่ประกาศปณิธานการออกแบบและผลิตสินค้าจากนวัตกรรมวัสดุที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม กระทั่งสามารถดึงดูดนักลงทุนจำนวนไม่น้อย รวมทั้งดาราและนักกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมอย่างลีโอนาร์โด ดิคาปริโอ ร่วมกันสานต่อจุดยืนแห่งความยั่งยืน (The Standard, 2019) กอปรกับความคิดเห็นของนักวิชาการหลาย ๆ ท่านทั่วโลกจึงรณรงค์ให้ผู้คนต้องเริ่มต้นปรับเปลี่ยนทัศนคติที่มีต่อเครื่องนุ่งห่ม ตัวอย่างข้อคิดเห็นที่สร้างความตระหนักต่อสังคม ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร. คริสซี่ นินนิมากิ (Associate Professor. Dr. Krisi Niinimäki) อาจารย์ประจำหลักสูตรการออกแบบและเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยแฟชั่น มหาวิทยาลัยอัลโต ประเทศฟินแลนด์ (Aalto University, Finland) แสดงทัศนคติเกี่ยวกับแฟชั่นในยุคศตวรรษที่ 21 ที่มีส่วนกระตุ้นให้ผู้คนในสังคมร่วมสมัยนำวิธีคิดมาใช้ปฏิบัติใหม่ว่าแฟชั่นที่ยั่งยืนควรมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความเป็นอยู่ที่ดี ไม่ใช่เพียงแค่ความเป็นอยู่ของบริษัทแฟชั่นและผู้ถือหุ้นเท่านั้น แต่ต้องคำนึงถึงผู้ที่เกี่ยวข้องหรือได้รับผลกระทบจากการจัดหา ผลิต ใช้สอย รวมถึงการนำกลับมาใช้ซ้ำเพื่อระบบนิเวศน์การผลิตสิ่งทอ อันมีกระบวนการผลิตที่ตรงข้ามกับกระแสแฟชั่นแบบมาไวไปไวหรือความคิดแบบธุรกิจที่ใช้แล้วทิ้งไป (Niinimäki, 2011) กล่าวได้ว่า กระแสความคิดสากลใหม่กำลังบ่มเพาะทัศนคติของผู้คนในศตวรรษที่ 21 ให้ตระหนักถึงความหมายที่แท้จริงของความเจริญก้าวหน้าที่ยั่งยืนที่มีต่อวงการแฟชั่นเครื่องนุ่งห่ม การริเริ่มปลูกฝังค่านิยมใหม่เรื่องการออกแบบหรือการผลิตเครื่องแต่งกายที่รักษ์สิ่งแวดล้อม นับเป็นการเสริมสร้างให้มนุษย์ปัจจุบันมีทัศนคติต่อการสวมใส่และแยกแยะประโยชน์ใช้สอยเสื้อผ้าออกจากการเป็นสัญลักษณ์แห่งการห่อหุ้มร่างกาย ซึ่งถือเป็นการสานสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับเครื่องแต่งกายในระดับที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น นอกจากนี้หัวใจของแฟชั่นที่ยั่งยืนยังต้องอาศัยรากฐานที่มาจากความเป็นคนดี (ผู้ประกอบการหรือผู้ออกแบบ) และให้ความสำคัญต่อสุนทรียภาพของผลิตภัณฑ์อันหมายรวมถึงการส่งต่อกระบวนการสร้างสรรค์และผลิตเสื้อผ้าที่ไม่ส่งผลกระทบชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ในอนาคต ตลอดจนธุรกิจแฟชั่นต้องมีความซื่อตรงและจริงใจ สิ่งเหล่านี้ล้วนสะท้อนอยู่ในตรรกะของการนำกลับมาใช้ใหม่ การเลิกใช้สอย การกำจัด และยอมรับการปฏิบัติต่อห่วงโซ่อุปทาน ดังผลสำรวจความคาดหวังที่ผู้บริโภคยุคใหม่มีความเอาใจใส่ต่อสิ่งแวดล้อม (ภาพที่ 63ข)

ข้อมูลอันเป็นปัญหาข้างต้นจึงกลายเป็นข้อเสนอแนะที่มีส่วนผลักดันให้ผลงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เร่งค้นหาและทดลองนวัตกรรมสร้างสรรค์วัสดุทดแทนอันเป็นหนึ่งในหัวใจสำคัญเพื่อการสนับสนุนความยั่งยืน นับตั้งแต่ วงจรการออกแบบหมุนเวียน การวางแผนการตลาดของผู้นำธุรกิจแฟชั่นที่จักนำเสนอนโยบายการผลิตสินค้าปราศจากขยะ การนำกลับมาใช้ใหม่ อันหมายความถึงการสูญสลายกลับคืนสู่ธรรมชาติเพื่อใช้เป็นกลยุทธ์แห่งวิถีปกติในสถานการณ์อันใกล้ และการกระตุ้น

มนุษย์พอใจกับกระแสนิยมบนสังคมโลกได้บริโภคผลิตภัณฑ์แห่งธรรมชาติเพื่อสิ่งแวดล้อมอย่างแท้จริง สำคัญที่สุดคือ การใช้ชีวิตอาศัยอยู่ร่วมกับโรคระบาดและยุคแห่งการดำเนินวิถีชีวิตปกติหรือกิจวัตรปกติจนคุ้นชิน บทเรียนจากสถานการณ์ของโลกที่ร้ายแรงทั้งหลายเปรียบเสมือนปรัชญาการหันกลับมาเคารพตนเอง เคารพผู้อื่น และเคารพธรรมชาติเพื่อการดำรงไว้ในวัฏฏะแห่งระบบนิเวศวิทยาเพื่อการดำรงชีวิตที่ปลอดภัยจากปัญหาวิกฤตที่สามารถอุบัติขึ้นใหม่ในความแปรปรวนของภัยธรรมชาติอย่างมิจบสิ้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร




ภาพที่ 63 ภาพแสดงข้อมูลผู้บริโภคยุคใหม่

(ก) พฤติกรรมการบริโภคยุคใหม่เชิงปริมาณจากการสำรวจของ McKinsey ที่จัดทำขึ้นในเดือนพฤษภาคม ค.ศ. 2020

(ข) ความคาดหวังที่ผู้บริโภคยุคใหม่ที่มีความเอาใจใส่ต่อสิ่งแวดล้อมมีต่อเครื่องนุ่งห่มเชิงปริมาณ จากการสำรวจของ McKinsey ที่จัดทำขึ้นในเดือนพฤษภาคม ค.ศ. 2020 (McKinsey Global Institute, 2020)

3.2 การสร้างโอกาสด้วยความงาม

จากข้อสังเกตปัญหาวิกฤตจากความงามสู่การสร้างโอกาสด้วยความงามเป็นส่วนเสริมสร้างให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งเน้นการออกแบบสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคตเพื่อขับเคลื่อนสุนทรียภาพในรูปแบบ “สมดุลแห่งความจริง” เป็นการออกแบบเพื่อวางวิธีคิดอันส่งผลต่อแนวทางการดำรงชีวิตของมนุษย์ในยุคปัจจุบันที่ต้องเผชิญกับสิ่งแวดล้อมที่แปรปรวน ตลอดจนทรัพยากรธรรมชาติที่ลดน้อยเสื่อมถอยลง โดยเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์มุ่งหมายให้มนุษย์รับรู้ เข้าใจ และตระหนักกับสิ่งที่แปรเปลี่ยนย่อมส่งผลให้เกิดการยอมรับ ครุ่นคิดค้นหา เพียรพยายามแสวงหาสิ่งทดแทนหรือชดเชยเพื่อรักษา อนุรักษ์ และเพิ่มพูนทักษะการปรับตัวให้อยู่ร่วมกับสภาพการณ์ปัจจุบันอันมีเป้าหมายไปสู่การอยู่ร่วมกันอย่างกลมกลืนระหว่างธรรมชาติกับมนุษย์ โดยกล่าวย้อนถึงผลการสำรวจ “ข้อมูลสีผิวพรรณของมนุษย์” (บทที่ 2) ที่มุ่งเน้นกลุ่มเป้าหมายคือผู้คนในราชอาณาจักรไทยในแต่ละภูมิภาค และองค์ความรู้เรื่อง “การให้ความสำคัญต่อสีผิวพรรณของชนชาติ” สามารถนำมาใช้เป็นปรัชญาการออกแบบสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มอันส่งเสริมความงามด้านรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์และการสร้างความกลมกลืนแก่สีผิวพรรณของมนุษย์ในฐานะผู้สวมใส่

ผลงานวิจัยเชิงคุณภาพแห่งยุคศตวรรษที่ 21 ล้วนมุ่งเน้นการยกระดับความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมประกอบกับการสร้างความสัมพันธ์ต่อสุนทรียศาสตร์การออกแบบ ส่งเสริมให้เกิดแนวความคิดเรื่องการออกแบบอย่างยั่งยืน ซึ่งเป็นศาสตร์ใหม่ที่นักออกแบบในปัจจุบันพยายามสร้างสรรค์ให้เกิดผลลัพธ์เชิงประจักษ์ต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต หลายครั้งผลงานวิจัยดังกล่าวมักบูรณาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปด้วยพร้อมกัน ดังที่ ศาตราจารย์จูว์ริโอ เซบพันมาร์ (Professor Yrjö Sepänmaa) ผู้เชี่ยวชาญด้านศิลปวิทยาการเกี่ยวกับสุนทรียศาสตร์สิ่งแวดล้อม (Environmental aesthetics) จากมหาวิทยาลัยอิสเทิร์นฟินแลนด์ (University of Eastern Finland) แสดงวิสัยทัศน์ต่อความจำเป็นของนักวิจัยรุ่นใหม่ที่ต้องพัฒนาระบบการวิจัย การวิเคราะห์ การวิพากษ์ รวมถึงการอภิปรายประเด็นด้านการออกแบบกับสุนทรียะทางสิ่งแวดล้อมอย่างชัดเจนและกว้างขวางเช่นเดียวกับระบบและการอภิปรายในศาสตร์อื่น ๆ ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดการขยายผลการอภิปรายเรื่องสุนทรียะจากโลกศิลปะสู่โลกของสิ่งของหรือความงามแห่งเครื่องอุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวัน ศาสตราจารย์จูว์ริโอเคยกล่าวไว้ในบทความ เรื่อง “จะพูดกับธรรมชาติอย่างไร” (How To Speak of Nature) โดยกล่าวถึงคุณค่าด้านความงามถือเป็นหนึ่งในรูปแบบหลักของความงาม ประกอบด้วยความงามทางจิตใจ ความคิด และหน้าที่การใช้งาน ซึ่งสามารถนำมาเชื่อมโยงกับเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มและการออกแบบอย่างยั่งยืน ความรู้เรื่องมิติทางสุนทรียะของเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มนั้นยังมีไม่มากนักในขณะนี้ แม้แนวคิดเรื่องความสวยงามจะเป็นพื้นฐานสำคัญของเสื้อผ้าแต่ความสวยงามนั้นก็ขึ้นอยู่กับบริบททางวัฒนธรรม สังคม และร่างกาย สุนทรียะและความงามจึงมีความซับซ้อนหรือไม่ชัดเจนในแง่แนวคิดและเป็นเรื่องที่ยังต้องศึกษาต่อไป (Sepänmaa, 2020) ยังมีแนวทฤษฎีที่สนับสนุนถึงข้อคิด

เรื่องสุนทรียะสอดคล้องกับวัฒนธรรมของนักปรัชญาชาวอเมริกัน นามว่า จอห์น ฮอสเพอร์ (John Hosper) กล่าวถึงความหมายของความพึงพอใจในความงามอันประกอบด้วยสุนทรียะสองรูปแบบ ได้แก่ สุนทรียะแบบตื้นและลึก สุนทรียะแบบตื้นนั้นเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เราชื่นชมความงามของวัตถุบางอย่างในแง่ของประโยชน์ใช้สอยและรูปลักษณ์อาจหมายรวมถึงรูปทรงและโครงสร้างของวัตถุ ส่วนสุนทรียะแบบลึกจักเสริมสร้างเรื่องคุณภาพและคุณค่ากับชีวิต ซึ่งหมายถึงความเชื่อมโยงกับคนส่วนใหญ่หรือชุมชน (Hosper, 1946: 11-15) ดังนั้น เมื่อเราเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจในประสบการณ์ด้านความงาม เราจะสามารถเข้าถึงความหมายของสุนทรียะแบบลึกได้ ดังคำกล่าวของศาสตราจารย์ ดร. เอมิลี่ บราดี้ (Professor Dr. Emily Brady) อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยกลาสโกลว์ (University of Glasgow) มีความเชี่ยวชาญด้านสุนทรียศาสตร์และปรัชญาศิลปะที่ระบุว่าความรู้นั้นเสริมสร้างคุณสมบัติด้านความงามให้เราอย่างมาก (Brady, 2002) ขณะที่ดร. คาเรน แฮนสัน (Dr. Karen Hanson) อาจารย์ด้านปรัชญาและดำรงตำแหน่งรองประธานฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยมินเนสโซตา (Executive Vice President for Academics Affairs and Provost University of Minnesota) กล่าวถึงศาสตร์ด้านปรัชญานั้นดูแคลนศาสตร์แห่งการออกแบบแฟชั่น เพราะธรรมชาติของแฟชั่นหรือเครื่องแต่งกายมิอาจแยกความสำคัญออกจากร่างกายหรือรูปธรรมได้ แตกต่างจากส่วนอุดมคติเรื่องความงามที่มีลักษณะเป็นนามธรรมนั้น ถูกสร้างมาเพื่อให้คุณค่ากับจิตใจอันถือเป็นสิ่งสำคัญที่สุดและอยู่เหนือร่างกาย อย่างไรก็ตาม เราปฏิเสธไม่ได้ว่า ความพึงพอใจและประสบการณ์ที่เสื้อผ้าให้กับมนุษย์ในฐานะผู้สวมใส่นั้น มีมากกว่าการมอบความสวยงามแต่เพียงภายนอกเท่านั้น (Hanson, 1998: 157-160)

การรวบรวมแนวความคิดของนักวิชาการหลากหลายทัศนะปรากฏให้ผู้วิจัยตระหนักถึงเป้าหมายของผลงานการออกแบบที่ดี จักต้องเปิดเผยผลลัพธ์คือประสบการณ์ทางสุนทรียะ ซึ่งไม่ได้หมายถึงประสบการณ์ทางสุนทรียะที่ได้จากการรับรู้เชิงปฏิบัติ (Practical perception) เพียงอย่างเดียว หากเป็นการรับรู้เพื่อมุ่งผลประโยชน์ หรือเป็นการรับรู้เพื่อใช้สิ่งที่รับรู้เป็นสุนทรียศาสตร์ดุจเดียวกับเครื่องมือนำพาไปสู่เป้าหมายทางสติปัญญา อาจเรียกได้ว่าเป็นประสบการณ์ทางสุนทรียะที่มาจากการรับรู้เพื่อการรับรู้ (Perceive for Perceive's Sake) มีความบริบูรณ์ในตัวเอง หมายถึงการรับรสความงามจากคุณสมบัติทางปรากฏการณ์ของวัตถุ ดังนั้น การศึกษาความคิดความเข้าใจในศิลปะการออกแบบ และความงาม ย่อมต้องอาศัยความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติและทฤษฎีที่พึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน เฉพาะอย่างยิ่ง ความรู้สึกด้านความงามทำให้คนรับรู้ความเป็นไปของสรรพสิ่งและปรากฏการณ์ในธรรมชาติ เป็นความสัมพันธ์ที่ดึงดูดและผูกพันจิตวิญญาณของมนุษย์ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมอันเป็นแรงบันดาลใจให้แสดงออกและตอบสนองด้วยการสร้างสรรค์ ศิลปะจึงไม่ใช่การเลียนแบบธรรมชาติแต่สอดคล้องกับธรรมชาติ ศิลปินมีความประทับใจในธรรมชาติแล้วถ่ายทอดออกมาเป็นงานศิลปะ สะท้อนภาพธรรมชาติที่มากระทบใจโดยใช้สื่อศิลปะ กอปรกับการศึกษา

สุนทรียศาสตร์ ทำให้เรารับทราบว่ามนุษย์นั้นมีความผูกพันกับศาสตร์ดังกล่าวมาช้านาน นับเริ่มต้นจากอารยธรรมกรีก กรีกเป็นชนชาติแรกที่บัญญัติทฤษฎีดังกล่าว โดยโสคราติสเชื่อว่าความดีและความจริงคือความงาม เป็นแนวคิดที่เน้นหนักไปทางศีลธรรมจรรยาหรือตีความได้ว่า “ความงามของศิลปะขึ้นอยู่กับบทบัญญัติแห่งศีลธรรมจรรยาเท่านั้น” และเพลโต ซึ่งเป็นศิษย์ของโสคราติสได้นำแนวคิดนี้มาพัฒนาต่อโดยเชื่อว่า “ศิลปะคือการเลียนแบบธรรมชาติ” และนักปรัชญาคือผู้สามารถสัมผัสความงามหรือสุนทรียภาพได้ ส่วนอริสโตเติลมีความเห็นขัดแย้งกับเพลโต เขากล่าวว่า “ศิลปะไม่ใช่การเลียนแบบธรรมชาติ เพราะศิลปะสะท้อนแก่นที่มองไม่เห็นด้วยตาในทุกสรรพสิ่งให้ประจักษ์แจ้งในรูปธรรม”

อาจกล่าวได้ว่า ผลการทดลองด้านสุนทรียศาสตร์เพื่อการออกแบบ คือ การผลักดันให้องค์ความรู้ในส่วนที่เป็นแนวความคิดเรื่องนวัตกรรมการใช้เม็ดสีเมลานินให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยมิได้มุ่งเน้นเรื่องการแสดงออกถึงการเป็นนวัตกรรมการผลิตเชิงวิทยาศาสตร์เท่านั้น ตลอดจนการสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคตเพื่อเอื้อให้เกิดประโยชน์ใช้สอยทางร่างกายและจิตใจ โดยอาศัยหลักการทางสุนทรียศาสตร์ในรูปแบบที่ลึกซึ้งด้วยการสร้างประสบการณ์ทางการรับรู้ เพราะผู้วิจัยต้องการให้ผู้สวมใส่หรือผู้สัมผัสประจักษ์ต่อความงามที่มาจากแก่นของธรรมชาติอันเป็นรากฐานของปรัชญาที่ว่า ศิลปะคือสิ่งที่ชำระจิตใจมนุษย์ให้บริสุทธิ์ก็จะยกระดับจิตใจมนุษย์ด้วยเช่นกันจึงจะถือว่าเป็นความงดงามที่ยั่งยืน อนึ่ง คุณสมบัติทางสุนทรียภาพของนวัตกรรมเครื่องนุ่งห่ม หมายถึงการเข้าถึงคุณค่าของวัตถุทางสุนทรียะ (Aesthetics object) ซึ่งเป็นตัวแทนการแสดงออกมาภายนอกของสภาพภายใน (Expression) เหตุผลในการคำนึงถึงคุณค่าดังกล่าวมาจากการที่วิทยาศาสตร์เจริญขึ้น ศาสตร์ด้านจิตวิทยาควรได้รับการพัฒนามากขึ้นให้ทัดเทียม ผลงานวิทยานิพนธ์นวัตกรรมการใช้เมลานินเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคตมุ่งเน้นการสื่อสารถึงคุณสมบัติทางสุนทรียภาพอันสามารถสร้างประสบการณ์ทางสุนทรียะซึ่งเป็นประสบการณ์เบื้องสูงและประสบการณ์ที่เกี่ยวกับจิตใจ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงต้องให้ความสำคัญของเนื้อหาในการออกแบบที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมเพื่อให้สาระดังกล่าวนำพาผู้ใช้หรือผู้สัมผัสไปสู่คุณค่าอันเป็นนามธรรม ดังถ้อยแถลงของหลักการสุนทรียศาสตร์ที่โสคราติสประกาศย้ำว่า คุณธรรมคือความรู้ (Virtue is knowledge) มีนัยสำคัญในการแนะแนวทางให้มนุษย์หมั่นสำรวจตัวเอง พร้อมกล่าวว่าชีวิตที่ไม่ได้รับการสำรวจคือชีวิตที่ไร้คุณค่า (The unexamined life is not worth living) (UKEssays, 2018)

3.3 ผลักดันความงามด้วยปัญญาแห่งการเคารพธรรมชาติ

นิยามของสังคมคุณภาพ อ้างอิงจากสาระสำคัญของกรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ (พ.ศ. 2555-2564) โดยสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) ได้แสดงถึงบทบาทสำคัญของการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการพัฒนาประเทศ ดังจะเห็นได้จากการสนับสนุนให้เกิดการวิจัยและพัฒนาหรือการประยุกต์ใช้ในภาคส่วนต่าง ๆ

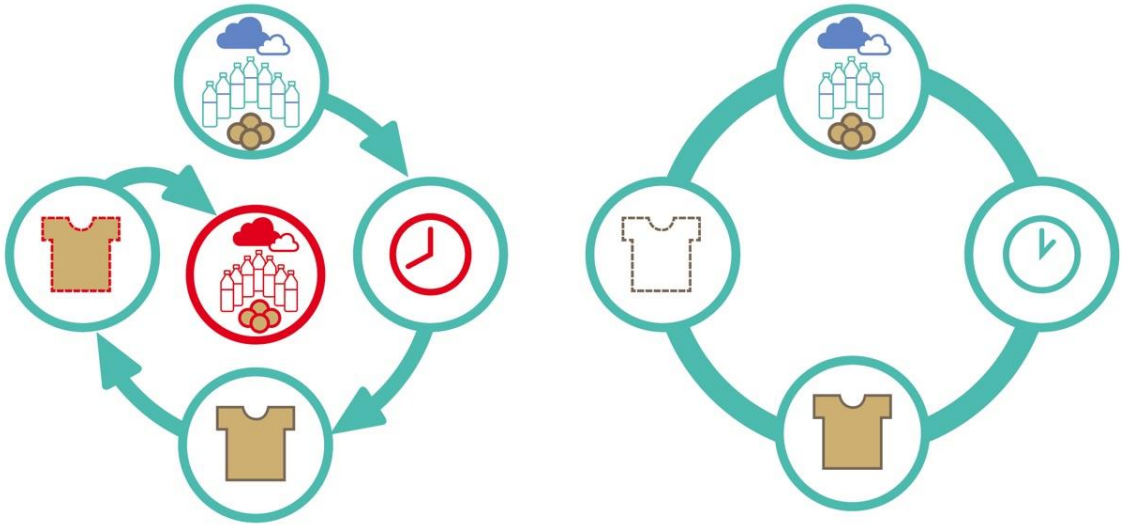
ของราชอาณาจักรไทยตลอดระยะเวลา 10-15 ปี ที่ผ่านมา โดยมีเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการสร้างนวัตกรรมใหม่เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน การยกระดับคุณภาพชีวิตของคนในประเทศ รวมถึงการใช้ข้อได้เปรียบด้านความหลากหลายทางชีวภาพให้เป็นประโยชน์ในทางอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ สังเกตได้ว่า นโยบายการพัฒนาประเทศด้วยเทคโนโลยีชีวภาพเป็นหนึ่งในนโยบายหลักของการเร่งพัฒนาประเทศของทุกประเทศทั่วโลก อาจเปรียบได้กับกำลังการปฏิวัติอุตสาหกรรมหรือเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อชีวิตของประชากรโลกเช่นเดียวกับยุคสำคัญ ๆ ที่ผ่านมา จึงเห็นได้ว่า หากนักวิจัยและนักออกแบบสามารถประจักษ์ต่อ ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพว่าเป็นสิ่งจำเป็น จักเข้าใจถึงปัจจัยทางชีวภาพที่เสริมสร้างศักยภาพของความเจริญก้าวหน้าครอบคลุมถึงองค์ประกอบทางสังคม วัฒนธรรม และเศรษฐกิจ เนื่องจากมนุษย์ได้สามารถจัดการและปรับปรุงเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตโดยไม่รบกวนธรรมชาติและปรับตัวให้อยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่มีทรัพยากรจำกัดได้

การสร้างสรรค์นวัตกรรมวัสดุทดแทนใหม่มิได้มีจุดประสงค์เพื่อการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของทรัพยากรเท่านั้น หากผู้วิจัยคาดหวังถึงการบ่มเพาะสังคมแห่งการเคารพตนเองและธรรมชาติด้วย ด้วยเหตุนี้ การตั้งข้อสังเกตปัญหาจากความงามด้วยการสร้างโอกาสด้วยความงามอาจไม่เพียงพอ จักต้องผลักดันแนวความคิดด้านสุนทรียะความงามให้เกิดเป็นแนวปฏิบัติ ผู้วิจัยจึงเสริมสร้างแนวทางดังกล่าวด้วยการสร้างแนวโน้มแฟชั่นชีวภาพเพื่อสังคมคุณภาพแห่งอนาคตเพื่อสนับสนุนคุณสมบัติของนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน ทั้งนี้ สาระสำคัญที่สุดของวัสดุสิ่งทอจักต้องถูกชี้แจงให้เป็นที่ประจักษ์ถึงศักยภาพของการทดแทนเสียก่อน ดังมีรายละเอียด ต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 5 การจำแนกวงจรของ “ฝ้าย” วัสดุสิ่งทอที่นิยมเพื่อเปรียบเทียบกับนวัตกรรมวัสดุทดแทน

| วัสดุสิ่งทอ<br>ผลกระทบ | ฝ้าย | นวัตกรรมวัสดุ |
|---|---|---|
| เสื้อเชิร์ต 1 ตัว<br>ใช้น้ำในการผลิต | 713 แกลลอน<br>(Ellen MacArther Foundation, 2017) | 580 แกลลอน |
| ฝ้าย 1 กิโลกรัม<br>ใช้สารเคมีในการผลิต | 3 กิโลกรัม<br>(Ellen MacArther Foundation, 2017) | ปราศจากสารเคมี |
| ระยะเวลาการผลิต | 90-120 วัน<br>(สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน ฯ, 2564) | 14-21 วัน |
| การย่อยสลายด้วยวิธีฝังกลบ | 30-150 วัน<br>(ผู้จัดการออนไลน์, 2561) | 30-90 วัน |



ภาพที่ 64 การจำแนกวงจรของฝ้าย (ซ้าย) เปรียบเทียบกับนวัตกรรมวัสดุทดแทน (ขวา) (Nakpan, 2021)

การจำแนกวงจรของ “ฝ้าย” วัสดุสิ่งทอที่ถูกหยิบยกโดยเปรียบเทียบกับนวัตกรรมวัสดุข้างต้น (ตารางที่ 5) แสดงให้เห็นว่านวัตกรรมวัสดุมีความได้เปรียบในเรื่องของการใช้ทรัพยากรในการผลิตที่น้อยและใช้ระยะเวลาการผลิตที่สั้นมาก และความพยายามลดปัญหาสิ่งแวดล้อมด้วยแนวทางการปราศจากการใช้สารเคมีเพื่อไม่ให้เกิดสารพิษตกค้างสู่ธรรมชาติ หากผู้วิจัยพยายามผลักดันคุณสมบัติดังกล่าวสู่ความเป็นพานิชย์เพื่อสร้างความมั่นคงสำหรับภาคอุตสาหกรรมแฟชั่นและสิ่งทอ ภาคธุรกิจก็จะสามารถลดต้นทุนและระยะเวลาการผลิตลงได้มากเช่นเดียวกัน นอกจากนี้นวัตกรรมวัสดุยังเปิดเผยความเป็นไปได้สูงในการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนซึ่งถือเป็นความเจริญระดับจุลภาค โดยมุ่งเน้นให้ชุมชนมีรายได้ที่มาจากการพึ่งพาตนเอง มีความรู้สำหรับเป็นภูมิคุ้มกันให้กับตนเอง เสริมสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจ มีชีวิตอยู่ในสังคมและสภาพแวดล้อมที่ดีและมีสุขภาพที่แข็งแรง เฉพาะอย่างยิ่ง ถือเป็นการชี้นำให้ทุกคนก้าวสู่สังคมคุณภาพอย่างเต็มรูปแบบในอนาคต

การออกแบบที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อสนับสนุนสังคมคุณภาพ คือการออกแบบสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์โดยใช้ระบบและการอาศัยสิ่งมีชีวิตมาพัฒนาสิ่งที่มีชีวิตหรืออนุพันธ์ของสิ่งที่มีชีวิตนั้น ตลอดจนการเพาะพันธุ์หรือจุลชีววิทยา เป็นต้น ทั้งนี้มีเหตุผลเพื่อสร้างสรรค์ ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือแก้ปัญหาดั้งเดิมของผลิตภัณฑ์ รวมถึงกระบวนการผลิตเพื่อประโยชน์ใช้สอยเฉพาะทาง การผลักดันความงามด้วยปัญญาแห่งการเคารพธรรมชาติของนวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคตได้ดำเนินการวิจัยด้วยการสำรวจและใช้จุลชีววิทยาเพื่อผลิตเครื่องนุ่งห่ม ซึ่งตลอดมาอุตสาหกรรมแฟชั่นและสิ่งทอได้สร้างปัญหาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon footprint) หรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใหญ่หลวงเป็นอันดับ 1 ของโลกตามที่กล่าวไปแล้ว (บทที่ 1) ดังนั้น จากข้อมูลในข้อ 3.1 สังเกตปัญหาจากวิกฤตความงาม และ 3.2 สร้างโอกาสด้วยความงาม ทั้งสองส่วนดังกล่าวได้แสดงถึงที่มา ปัญหา และวิธีการจัดการกับปัญหาซึ่งต้องเริ่มต้นจากหลายภาคส่วน โดยเฉพาะส่วนที่สำคัญที่สุดคือความรู้ของผู้บริโภคยุคศตวรรษที่ 21 ที่จำเป็นจักต้องมีข้อมูลเพื่อปรับเปลี่ยนทัศนคติในการตัดสินใจต่อพฤติกรรมการจับจ่ายใช้สอย

ราชอาณาจักรไทยมีการประกาศนโยบายโดยพลเอกดาว์พงษ์ รัตนสุวรรณ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่อที่ประชุมรัฐสภาคีอนุสัญญา ฯ สมัยที่ 20 เมื่อวันที่ 9 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 ณ ประเทศเปรู ระบุว่าราชอาณาจักรไทยมีเป้าหมายในดำเนินการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้ได้ร้อยละ 7-20 ในภาคพลังงานและขนส่งภายในปี พ.ศ. 2563 ซึ่งเป็นปีปัจจุบัน การประกาศนโยบายส่งผลให้องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ในฐานะหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพ ตลอดจนให้คำแนะนำแก่หน่วยงานภาครัฐและเอกชนในการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก ได้พัฒนาโครงการ

ส่งเสริมการใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์แก่ผลิตภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ ขึ้น ทั้งนี้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้บริโภคได้รับข้อมูลเพื่อพิจารณาวิกฤตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดอย่างมีทิศทาง ส่งเสริมการออกแบบที่มีกระบวนการผลิตที่สะอาดเป็นมิตรกับธรรมชาติ และเป็นการความสอดคล้องต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของโลกร่วมกัน แนวทางที่เข้มแข็งทั้งสองทางแสดงเจตจำนงว่าประเทศไทยต้องการสร้างการเจริญเติบโตทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืน

ข้อกำหนดและแนวทางการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ได้กำหนดหลักการและวิธีการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยใช้หลักการคำนวณผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การกระจายสินค้า การใช้งาน และการจัดการของเสียหลังหมดอายุการ ใช้งานตลอดจนการขนส่งที่เกี่ยวข้องในทุก ๆ ขั้นตอน จักเห็นได้ว่า การบอกจำนวนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ผลิตต่อหนึ่งหน่วยสินค้าโดยวิธีการคิดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Cradle to grave) จะเริ่มตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบแล้วนำไปแปรรูปผลิต จนถึงการจัดจำหน่ายและย่อยสลาย ทำให้ผู้บริโภคทราบถึงความใส่ใจของผู้ผลิตต่อปัญหาโลกร้อน อีกทั้งยังสามารถสร้างความตื่นตัวในกลุ่มผู้บริโภคให้เลือกซื้อสินค้าที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการผลิตน้อยกว่าสินค้าชนิดเดียวกัน จึงเห็นได้ว่า ผลงานวิจัย “นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” มีเนื้อหาตรงตามกรอบงานการสร้างนวัตกรรมส่งเสริมการลดก๊าซเรือนกระจกในส่วนของกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) โดยอาศัยการประเมินนวัตกรรมวัสดุด้วยองค์ประกอบและเงื่อนไขการกำหนดขอบเขตการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2563: 30) ซึ่งเห็นได้ชัดว่า นวัตกรรมวัสดุมีส่วนลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตวัสดุอย่างมากกว่าร้อยละ 90 เมื่อพิจารณาจาก

3.3.1 การได้มาซึ่งวัตถุดิบ

3.3.1.1 วัตถุดิบ

มีความปลอดภัยตามมาตรฐานการกำหนดเนื่องจากวัตถุดิบในการนำมาใช้สังเคราะห์เส้นใยเมลานินชีวภาพ ทั้งในส่วนของสารตั้งต้นและสารประกอบมาจากธรรมชาติร้อยละ 100 ทั้งหมด และปราศจากกระบวนการสกัดใดที่ก่อให้เกิดเชื้อเพลิง รวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับวัตถุดิบจะมีค่าเป็น 0 เมื่อวัตถุดิบนั้น ๆ ไม่ได้ถูกผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงจากภายนอก เช่น สินแร่เหล็กก่อนถูกถลุง (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2563: 31)

3.3.1.2 พลังงาน

มีความปลอดภัยตามมาตรฐานการกำหนดเนื่องจากวัตถุดิบปราศจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพลังงาน รวมถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากวัฏจักรชีวิตของ

พลังงาน ซึ่งประกอบไปด้วย กระบวนการเผาไหม้ การผลิตกระแสไฟฟ้าและความร้อน การปล่อยก๊าซจากเชื้อเพลิงสำหรับการขนส่งต้นน้ำ และกระบวนการบำบัดของเสียปลายน้ำ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2563: 32)

3.3.1.3 บรรจุภัณฑ์

การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของบรรจุภัณฑ์ต้องใช้ข้อมูลปฐมภูมิ แต่เนื่องจากผู้วิจัยมีการวางแผนดำเนินการเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์สำหรับเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคตให้มีสัดส่วนร้อยละ 5 เป็นไปตามมาตรฐานการกำหนด จะถือเป็นข้อมูลทุติยภูมิซึ่งไม่นับเป็นเงื่อนไขเพื่อการนำมาคำนวณในส่วนของตัวนวัตกรรมวัสดุ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2563: 33)

3.3.1.4 การขนส่ง

การกำหนดการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ให้ข้อพิจารณาไว้ 2 กรณี ได้แก่ กรณีขนส่งวัตถุดิบภายในประเทศให้พิจารณาการขนส่งจากโรงงานผู้ผลิตวัตถุดิบถึงโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ กรณีขนส่งวัตถุดิบจากต่างประเทศให้พิจารณาการขนส่งทางเรือจากท่าเรือประเทศที่ส่งวัตถุดิบถึงท่าเรือประเทศไทย รวมกับการขนส่งทางรถจากท่าเรือประเทศไทยถึงโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2563: 34) ผู้วิจัยจักใช้เป็นข้อควบคุมในการวางแผนงานในอนาคตเพื่อดำเนินการให้ผู้ผลิตสามารถสร้างสรรค์ได้ด้วยตนเองและลดระยะทางการขนส่งหรือประหยัดทรัพยากรหลายส่วนจากการขนส่ง

3.3.2 การผลิตและการบริการ

การกำหนดการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จะสามารถคำนวณได้จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ประกอบไปด้วย กิจกรรมการผลิตหลัก การกำจัดของเสียจากกระบวนการผลิต (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2563: 35) ซึ่งนวัตกรรมวัสดุดังกล่าวได้พิสูจน์ให้เห็นเป็นที่ประจักษ์แล้วว่า เป็นกระบวนการผลิตและการบริการที่สะอาด เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

3.3.3 กระจายสินค้า

การกำหนดการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ให้ข้อพิจารณาไว้ 2 กรณี ได้แก่ กรณีขนส่งผลิตภัณฑ์ภายในประเทศให้พิจารณาการขนส่งจากโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ไปยังจุดกระจายสินค้าหลัก กรณีขนส่งผลิตภัณฑ์ไปต่างประเทศให้พิจารณาการขนส่งทางรถจากโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ไปยังท่าเรือของประเทศไทย รวมกับการขนส่งทางรถจากท่าเรือประเทศไทยถึงท่าเรือของต่างประเทศ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2563: 36) ผู้วิจัยจักใช้เป็นข้อควบคุมในการวางแผนงานในอนาคตเพื่อดำเนินการให้ผู้ผลิตสามารถสร้างสรรค์ได้ด้วยตนเองและลดระยะทางการขนส่งเพื่อกระจายสินค้าหรือประหยัดทรัพยากรหลายส่วนจากการกระจายสินค้า

3.3.4 การจัดการของเสียหลังหมดอายุการใช้งาน

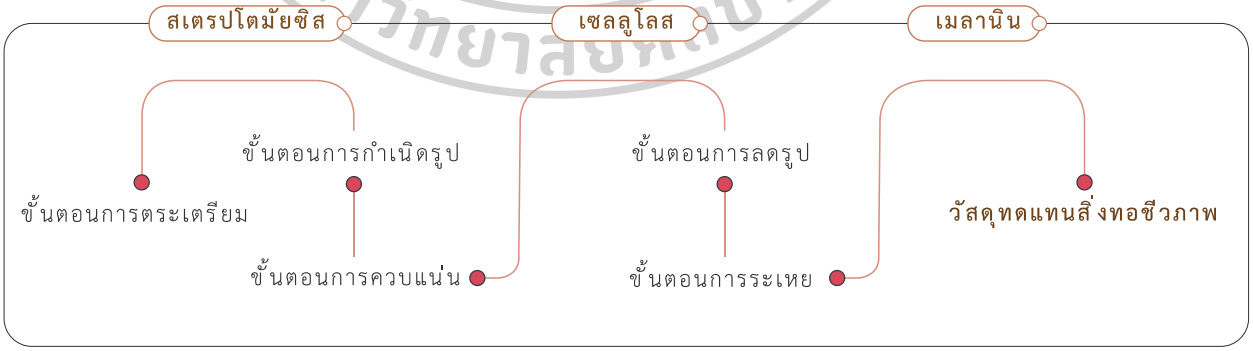
การกำหนดการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ให้ข้อพิจารณาการคำนวณจากการปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดในช่วงการจัดการของเสียหลังหมดอายุการใช้งานเป็นแบบการฝังกลบ (Landfill) ยกเว้นวัสดุที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2563: 38) แต่คุณสมบัติโดดเด่นของนวัตกรรมวัสดุครั้งนี้ สามารถย่อยสลายคืนสู่ธรรมชาติได้ร้อยละ 100 และไม่สามารถนำมารีไซเคิลได้อีก จึงอยู่นอกเหนือจากเงื่อนไขการคำนวณนี้

ท้ายที่สุด บทวิเคราะห์จากวิธีการดำเนินการวิจัย “นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” จึงสื่อแสดงให้เห็นถึงการศึกษาวงจรความสมบูรณ์และการแปรเปลี่ยนคุณสมบัติของ ‘ดิน’ ในสถานะแร่ธาตุที่มีอยู่ดาษดื่นทั่วไปผ่านกระบวนการทดลองสังเคราะห์เส้นใยธรรมชาติและเมลานินจากแบคทีเรียชั้นดี ให้กลายเป็นวัสดุสิ่งทอทดแทนหรือเซลลูโลสชีวภาพที่มีคุณค่า เป็นเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ไม่ก่อให้เกิดสารพิษตกค้างหรือมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ผลลัพธ์คือวัสดุสิ่งทอทดแทนมีความเป็นมิตรกับร่างกายสามารถย่อยสลายและกลับคืนสู่ธรรมชาติ นอกเหนือจากยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศที่ 8 โครงการยังมีความสอดคล้องต่อแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ แผนที่ 4 ด้วยผู้วิจัยต้องการออกแบบสร้างสรรค์ต้นแบบผลิตภัณฑ์ วงจรการออกแบบแฟชั่นหมุนเวียน และมีความเชื่อมั่นว่าการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดีมิใช่มีหน้าที่เพียงเพื่อตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานหรืออำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตของมนุษย์เท่านั้น หากผลิตภัณฑ์จักต้องได้รับการพิจารณา วิเคราะห์และออกแบบอย่างเข้าใจถึงองค์ประกอบต่าง ๆ อาทิ นักออกแบบ ผู้ผลิต ผู้ประกอบการ หรือผู้บริโภค เพื่อสร้างระบบการหมุนเวียนให้เป็นไปตามเป้าหมายเดียวกัน คือ เป้าหมายของการนำกลับมาใช้ใหม่ไม่มีกระบวนการใดทิ้งทรัพยากรให้หลงเหลือจนเกิดเป็นขยะ และสูญสลายกลับคืนสู่ธรรมชาติ นับตั้งแต่กระบวนการต่าง ๆ เช่น การออกแบบ ผลิต ขนส่ง หรือจัดจำหน่าย อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ จักเห็นได้ว่า การประยุกต์กระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมเพื่อค้นพบวัสดุชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติโดดเด่นของโครงการนี้ มีส่วนในการฟื้นฟูรากฐานการเจริญเติบโตของประเทศ เสริมสร้างความมั่นคงของฐานทรัพยากรธรรมชาติ เป็นการอนุรักษ์โดยคำนึงถึงการใช้สอยอย่างมีขีดจำกัดและจัดการต้นทุนทางธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ต่อไปในอนาคตอย่างเป็นธรรม นับเป็นการสร้างความสมดุลต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรงอันเป็นที่มาของการส่งเสริมคุณภาพชีวิตของทรัพยากรมนุษย์ที่ดี.

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

วิทยานิพนธ์ หัวข้อเรื่อง “นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” มุ่งเน้นการสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีหรือวัสดุ ซึ่งได้มีการทบทวนวรรณกรรม (บทที่ 2) การวิเคราะห์และทดลองเบื้องต้นจนได้ผลการทดลองที่แสดงศักยภาพ (บทที่ 3) สามารถนำไปพัฒนาสู่วัสดุสิ่งทอทดแทนอันเป็นองค์ความรู้ใหม่ มีความเป็นเอกเทศและมีเอกลักษณ์ โดยรูปแบบของการศึกษากระบวนการใช้แบคทีเรียชนิดดีที่มีอยู่ในดินจากภูมิลำเนาของราชอาณาจักรไทย คือ สเตรปโตมัยซิส เป็นตัวแปรสำคัญในการสังเคราะห์ผลลัพธ์การทดลองที่แสดงผลออกมาในรูปแบบของเส้นใยเซลลูโลสแผ่นและการปรากฏของเซลล์เม็ดสีเมลานิน ส่วนบทที่ 4 นี้ ถือเป็นส่วนดำเนินการสังเคราะห์ประสิทธิผล ทดสอบเพื่อประเมินคุณภาพของนวัตกรรมสิ่งทอทดแทน และเตรียมความพร้อมของวัสดุ สามารถนำไปออกแบบและผลิตต้นแบบของเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคตในลำดับต่อไป

สรุปขั้นตอนการประดิษฐ์นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทน สามารถแสดงลำดับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ 5 ขั้นตอนและระบุเป็นแผนผัง (แผนผังที่ 1) โดยมีสรุปภาพเริ่มต้นจากขั้นตอนตระเตรียม (ภาพที่ 65 และ 66ก) การกำเนิดรูป (ภาพที่ 66ข) การควบแน่น (ภาพที่ 66ค) และการลดรูป (ภาพที่ 66ง) สุดท้าย คือ การระเหย (ภาพที่ 66จ)




แผนผังที่ 1 ลำดับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Nakpan, 2020)

(ก) (ข) (ค) (ง) (จ)

ภาพที่ 65 ขั้นตอนการตระเตรียม

(ก) สารตั้งต้นดิน (ข) สารให้ความหวาน (ค) น้ำบริสุทธิ์ต้มสุก

(ง) กรดอะซีติก (จ) สารเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย

(Nakpan, 2019)

(ก) (ข) (ค) (ง) (จ)

ภาพที่ 66 การวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ 5 ขั้นตอน

(ก) ขั้นตอนการตระเตรียม

(ข) ขั้นตอนการกำเนิดรูป

(ค) ขั้นตอนการควบแน่น

(ง) ขั้นตอนการลดรูป

(จ) ขั้นตอนการระเหย

(Nakpan, 2020)

นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนที่มีการผลิตเซลลูโลสและเม็ดสีเมลานินจากแบคทีเรียชั้นดีในดิน ถือเป็น “วงจรการออกแบบและผลิตแบบหมุนเวียน” แสดงประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่มากมายมหาศาลและเกิดประสิทธิผลสูงสุด รวมทั้งกรรมวิธีการผลิตมุ่งหมายให้ผู้บริโภคตระหนักต่อคุณค่าทางสุนทรียภาพของธรรมชาติและวิถีแห่งจิตใจ สามารถบรรลุเป้าหมายเพื่อนำมาออกแบบและผลิตเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของนวัตกรรมการใช้ดินเพื่อสังเคราะห์วัสดุสิ่งทอทดแทนแห่งอนาคตที่มีคุณสมบัติเทียบเคียงวัสดุสิ่งทอในบทที่ 4 นี้ แสดงลักษณะทางกายภาพคล้ายกับผืนผ้าใยสังเคราะห์หรือโพลีเยสเตอร์ (Polyester) สามารถนำมาผลิตด้วยกรรมวิธีการตัดเย็บเครื่องแต่งกายตามระเบียบมาตรฐานการทดสอบเจไอเอส (JIS : Japanese Industrial Standard) โดยทำการทดสอบและประเมินคุณภาพตามเกณฑ์การยอมรับของบริษัท ไทยวาโก้ จำกัด (มหาชน) สามารถบรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์จำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อที่หนึ่ง “นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” และข้อที่สอง คือ “ต้นแบบเครื่องนุ่งห่มเพื่อสนับสนุนการเติบโตของเศรษฐกิจสร้างสรรค์ประเภทแฟชั่นหมุนเวียนเพื่อความยั่งยืน” มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

## นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทน เพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต

การศึกษาและวิจัย “นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” โดยมุ่งเน้นการสอดรับกับเป้าหมายของการพัฒนาประเทศ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 แนวทาง ได้แก่ แนวทางการสร้างสรรค์นวัตกรรมความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ แนวทางการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของฐานทรัพยากรธรรมชาติ รวมถึงสุนทรียศาสตร์แห่งการออกแบบ

### การสร้างสรรค์นวัตกรรมความรู้เชิงวิทยาศาสตร์

การสร้างสรรค์นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนสามารถแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อความพร้อมต่อการนำไปใช้ในการออกแบบและตัดเย็บเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต เริ่มต้นด้วยการตรวจสอบและประเมินคุณสมบัติของนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนมีวัตถุประสงค์มุ่งสู่การวิเคราะห์คุณลักษณะของนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน อันประกอบด้วยการควบคุมคุณภาพด้านต่าง ๆ ผ่านเครื่องมือทดสอบที่ได้มาตรฐานสากลตามระบบอุตสาหกรรมแฟชั่นและสิ่งทอ การตรวจสอบและประเมินผลนวัตกรรมวัสดุจะเป็นสาระสำคัญในการพัฒนาผลงานวิจัยและค้นหาคุณภาพสูงสุดที่มีความเหมาะสมสำหรับการออกแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต

ผลวิเคราะห์ที่แสดงต่อไปนี้ชี้ให้เห็นถึงข้อบกพร่องของวัสดุและแนวทางการปรับปรุงให้วัสดุมีคุณสมบัติเหมาะสมต่อประโยชน์การใช้สอยอันสอดคล้องกับวิถีชีวิตของผู้บริโภคแห่งอนาคต และเสริมสร้างทัศนคติเชิงบวกด้วยการออกแบบ

จากปฏิบัติการทดลองทั้งสองครั้ง (บทที่ 3) สังเกตได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลา ขนาดของภาชนะเพาะเลี้ยง และการกำเนิดรูปของเซลลูโลสแผ่นมีความผันแปรตามกัน ซึ่งระยะเวลาถือเป็นกุญแจสำคัญของพัฒนาการกำเนิดรูป ยิ่งใช้เวลามากเท่าไรความหนาของเซลลูโลสแผ่นย่อมมีความหนามากขึ้นตามไป เงื่อนไขที่สำคัญถัดมาต่อการนำนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนไปแปรรูปเพื่อการออกแบบสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มคือขนาดและความหนาของเซลลูโลสแผ่น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความจำเป็นจะต้องสังเกตขนาดและความหนาในมิติต่าง ๆ และลักษณะทางกายภาพของแผ่นเพิ่มเติม เพื่อนำมาออกแบบและจัดสรรวิธีปฏิบัติการทดลองในลำดับปรับปรุงต่อไป

วิธีการตรวจสอบและประเมินผลนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนมี 2 วิธีการ ได้แก่ วิธีการตรวจสอบและประเมินผลนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนขั้นพื้นฐานและขั้นสูง

**1. วิธีการตรวจสอบและประเมินผลนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนขั้นพื้นฐาน**

วิธีการตรวจสอบและประเมินผลนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนขั้นพื้นฐาน (ภาพที่ 67) ด้วยการพิจารณาด้วยสายตา และผิวสัมผัส จากการทดลองผู้วิจัยได้ผลลัพธ์ คือเซลลูโลสแผ่นสมบูรณ์ที่ระเหยน้ำและแห้งสนิทเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จำนวนทั้งหมด 6 ชิ้น มีขนาดความกว้างอยู่ระหว่าง 23 เซนติเมตร ความยาว 32 เซนติเมตร และความหนาประมาณ 0.1-0.5 เซนติเมตร และอีก 1 ชิ้น ที่มีความกว้างอยู่ที่ 75 เซนติเมตร ความยาว 125 เซนติเมตรและความหนาประมาณ 0.7-1.0 เซนติเมตร

ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะควบคุมส่วนผสมของสารตั้งต้นซึ่งยิ่งปริมาณมีจำนวนมาก ความหนาจะพัฒนาติดตามไป และระยะเวลาสำหรับการเพาะเลี้ยงนวัตกรรมวัสดุให้อยู่ในช่วงระยะระหว่าง 36-40 วันเพื่อให้มีความหนาในช่วงระหว่างดังกล่าว ด้วยอ้างอิงให้อยู่ในช่วงระหว่างความหนาของผืนผ้าที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเครื่องนุ่งห่มในปัจจุบัน เซลลูโลสแผ่นสมบูรณ์ จำนวน 7 ชิ้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

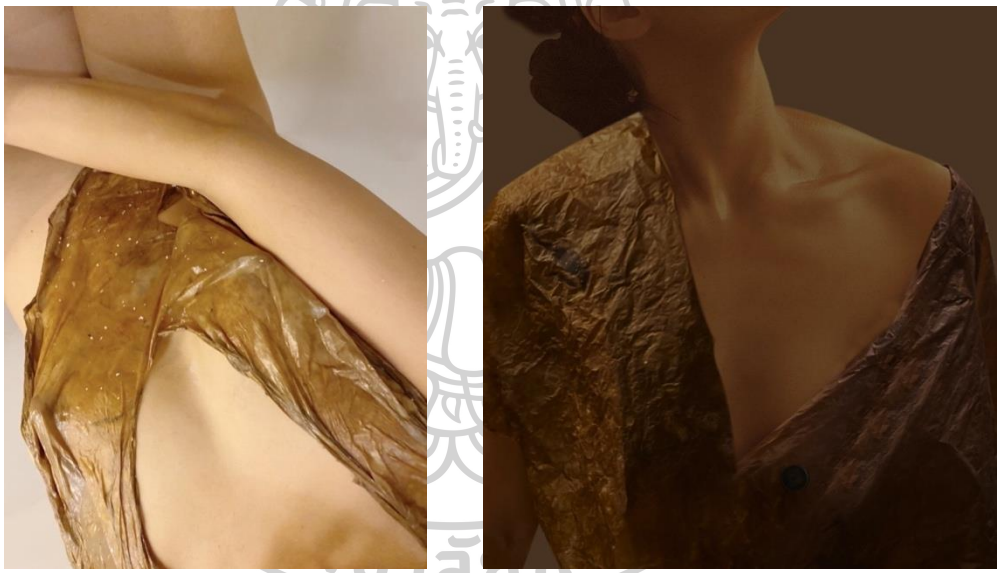
1.1 วัสดุเซลลูโลสแผ่น มีขนาดความกว้าง 23 เซนติเมตร ความยาว 32 เซนติเมตร ความหนา 0.1 เซนติเมตร และมีน้ำหนักประมาณ 4 กรัม มีจำนวน 2 ชิ้น

1.2 วัสดุเซลลูโลสแผ่น มีขนาดความกว้าง 23 เซนติเมตร ความยาว 32 เซนติเมตร ความหนา 0.2 เซนติเมตร และมีน้ำหนักประมาณ 10 กรัม มีจำนวน 2 ชิ้น (ภาพที่ 67ก)

1.3 วัสดุเซลลูโลสแผ่น มีขนาดความกว้าง 23 เซนติเมตร ความยาว 32 เซนติเมตร ความหนา 0.5 เซนติเมตร และมีน้ำหนักประมาณ 13 กรัม มีจำนวน 2 ชิ้น

1.4 วัสดุเซลลูโลสแผ่น มีขนาดความกว้าง 75 เซนติเมตร ความยาว 125 เซนติเมตร ความหนา 0.5 เซนติเมตร และมีน้ำหนักประมาณ 34 กรัม มีจำนวน 1 ชิ้น (ภาพที่ 67ข)

ส่วนการสังเกตความเป็นสีของเซลลูโลสแผ่นสมบูรณ์ที่ผ่านกระบวนการระเหยน้ำและแห้งสนิทเป็นที่เรียบร้อยแล้ว วัสดุปรากฏให้เห็นเป็นสีน้ำตาลอ่อนและมีความเข้มขึ้นเป็นไปตามลำดับความหนา หลังจากได้เซลลูโลสแผ่นสมบูรณ์ที่มีความหนาที่เหมาะสม ผิวสัมผัสนุ่มนวล มีความยืดหยุ่น หรือมีศักยภาพเพียงพอที่จักนำไปออกแบบสร้างสรรค์หรือผลิตเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ผู้วิจัยจักต้องนำเซลลูโลสแผ่นสมบูรณ์ที่มีขนาดความหนาเหมาะสมดังกล่าวไปตรวจสอบโครงสร้าง สมบัติ วิเคราะห์เส้นใย และประสิทธิภาพของวัสดุ ด้วยวิธีการทดสอบสิ่งทอตามมาตรฐานระดับสากล เพื่อสร้างความมั่นใจในประสิทธิผลให้เป็นที่ประจักษ์



(ก) (ข)

ภาพที่ 67 นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน
(ก) วัสดุเซลลูโลสแผ่นขนาดเล็ก
(ข) วัสดุเซลลูโลสแผ่นขนาดใหญ่
(Nakpan, 2020)

**2. วิธีการตรวจสอบและประเมินผลการประดิษฐ์นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนขั้นสูง**

เกณฑ์การตรวจสอบและประเมินผลวัสดุเส้นใยและสิ่งทอโดยทั่วไปมีสองวิธีการ ได้แก่ วิธีตรวจสอบด้วยข้อมูล และวิธีตรวจสอบตามมาตรฐานสากล

2.1 วิธีตรวจสอบด้วยข้อมูล

ประกอบด้วยหลักการสำคัญ 3 หลักการ ได้แก่ โครงสร้างของเส้นใย สมบัติของเส้นใย และการวิเคราะห์เส้นใย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.1 โครงสร้างของวัสดุสิ่งทอทดแทน

พิจารณาจากโครงสร้างทางกายภาพและโครงสร้างทางเคมี

2.1.2 สมบัติของวัสดุสิ่งทอทดแทน

พิจารณาจากสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความยาวของเส้นใย ความละเอียดของเส้นใย รูปทรงตัดขวางของเส้นใย ความแข็งแรงของเส้นใย ความสม่ำเสมอ ความสามารถในการดัดงอ ความหนาแน่น ความสามารถในการสะท้อนหรือความมันวาว ความสามารถในการดูดซึมความชื้น สภาพการยืดหยุ่น การยืดตัว การคืนตัวจากแรงอัดหรือความสามารถในการรับแรงอัด ความทนทานต่อการขัดถู การนำไฟฟ้า ความทนทานต่อความร้อน รวมถึงสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความทนต่อกรดและด่าง ความทนทานต่อตัวทำลายอินทรีย์ ความทนทานต่อสารฟอกขาว ความทนทานต่อแสงแดด และสมบัติทางชีวภาพ ได้แก่ ความต้านทานต่อแมลง เชื้อจุลินทรีย์ เห็ด รา หรือแบคทีเรีย

2.1.3 การวิเคราะห์วัสดุสิ่งทอทดแทน

พิจารณาจากการตรวจสอบ ได้แก่ การตรวจสอบด้วยสายตาและสัมผัส ตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ ตลอดจนการทดสอบด้วยวิธีการเผา ความสามารถในการละลาย การย้อมสี และความหนาแน่นของเส้นใย

2.2 วิธีตรวจสอบตามมาตรฐานสากล

การตรวจสอบและประเมินผลคุณสมบัติของนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนด้วยวิธีการทดสอบตามมาตรฐานสากล โดยทำการทดสอบและประเมินคุณภาพตามเกณฑ์การยอมรับของบริษัท ไทยวาโก้ จำกัด (มหาชน) ซึ่งกำหนดเกณฑ์การทดสอบและประเมินผลวัสดุสิ่งทอทดแทนจำนวน 3 เงื่อนไข ได้แก่ ความแข็งแรงและความคงทน ความคงทนของสี และความปลอดภัยจากสีและสารเคมีอันตราย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 ความแข็งแรงและความคงทน (Strength and Resistance) หมายถึง ความแข็งแรงของวัสดุ วัสดุจะต้องไม่เปื่อยหรือฉีกขาดจากการสวมใส่ (ภาพที่ 68)

2.2.1.1 วิธีการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึงขาด (Tensile strength)

จากการทดสอบพบว่าวัสดุชุดที่ 1 มีความคงทนต่อการดึงขาดแต่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการนำไปผลิตสินค้า (ภาพที่ 68 ก, ข และ ค)

จากการทดสอบพบว่าวัสดุชุดที่ 2 มีความคงทนต่อการดึงขาดแต่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการนำไปผลิตสินค้า (ภาพที่ 68 ง, จ และ ฉ)

จากการทดสอบพบว่าวัสดุชุดที่ 3 มีความคงทนต่อการดึงขาด และผ่านเกณฑ์มาตรฐาน สามารถการนำไปผลิตสินค้าได้ (ภาพที่ 68 ช, ซ และ ญ)

2.2.1.2 วิธีการทดสอบความแข็งแรงต่อการฉีกขาด (Tearing strength)

จากการทดสอบพบว่าวัสดุชุดที่ 1 มีความต้านทานการฉีกขาดแต่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการนำไปผลิตสินค้า (ภาพที่ 68 ก, และ ง)

จากการทดสอบพบว่าวัสดุชุดที่ 2 มีความต้านทานการฉีกขาดแต่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการนำไปผลิตสินค้า (ภาพที่ 68 ก, และ ง)

จากการทดสอบพบว่าวัสดุชุดที่ 3 มีความต้านทานการฉีกขาดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการนำไปผลิตสินค้า (ภาพที่ 68 ค, และ ฉ)

2.2.2 ความคงทนของสี (Color fastness) ได้แก่ การตรวจสอบความคงทนของสีต่อการซัก (Color fastness to washing) (ภาพที่ 70) การทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู (Color fastness to rubbing) (ภาพที่ 71 ง และ จ) การตรวจสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อ (Color fastness to perspiration) (ภาพที่ 72) การตรวจสอบความคงทนของสีต่อน้ำคลอรีน (Color fastness to chlorinated water) (ภาพที่ 73) และการตรวจสอบความคงทนของสีต่อแสง (Color fastness to light) (ภาพที่ 74) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.2.1 วัสดุชุดที่ 1 หลังการทดสอบพบว่ามีความคงทนของสีต่อการขัดถูอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่ส่วนของความคงทนของสีต่อการซักและความคงทนของสีต่อเหงื่อไม่ผ่านมาตรฐาน หลังการซักสีเปลี่ยนแปลงต่ำกว่ามาตรฐาน 1 และ 1/2 ระดับตามลำดับ ส่วนการทดสอบความคงทนของสีต่อน้ำคลอรีนหลังการซักวัสดุไม่คงรูปและความคงทนของสีต่อแสงพบว่าวัสดุมีความแข็งเพิ่มขึ้น

2.2.2.2 วัสดุชุดที่ 2 หลังการทดสอบพบว่าความคงทนของสีต่อการขัดถูอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่พบว่าความคงทนของสีต่อการซักและความคงทนของสีต่อเหงื่อไม่ผ่านมาตรฐาน หลังการซักสีเปลี่ยนแปลงต่ำกว่ามาตรฐาน 1 ระดับ, การทดสอบความคงทนของสีต่อน้ำคลอรีนหลังการซักวัสดุไม่คงรูปและความคงทนของสีต่อแสงพบว่าวัสดุมีความแข็งเพิ่มขึ้นมากกว่าวัสดุชุดที่ 1

2.2.2.3 วัสดุชุดที่ 3 หลังการทดสอบพบว่าความคงทนของสีไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน หลังการทดสอบพบว่าสีเปลี่ยนแปลงไปมากกว่า 1 ระดับสำหรับทุกหัวข้อ และความคงทนของสีต่อแสงพบว่าวัสดุมีความแข็งเพิ่มขึ้นมากกว่าวัสดุชุดที่ 1 และ 2

2.2.3 ความปลอดภัยจากสีและสารเคมีอันตรายโดยทดสอบค่าพีเอช pH (ภาพที่ 75 และ 76) ค่าที่แสดงความเป็นกรดด่างของวัสดุ หากวัสดุแสดงค่าระดับความเป็นกรดด่างเกินค่ามาตรฐานอาจก่อให้เกิดอันตราย

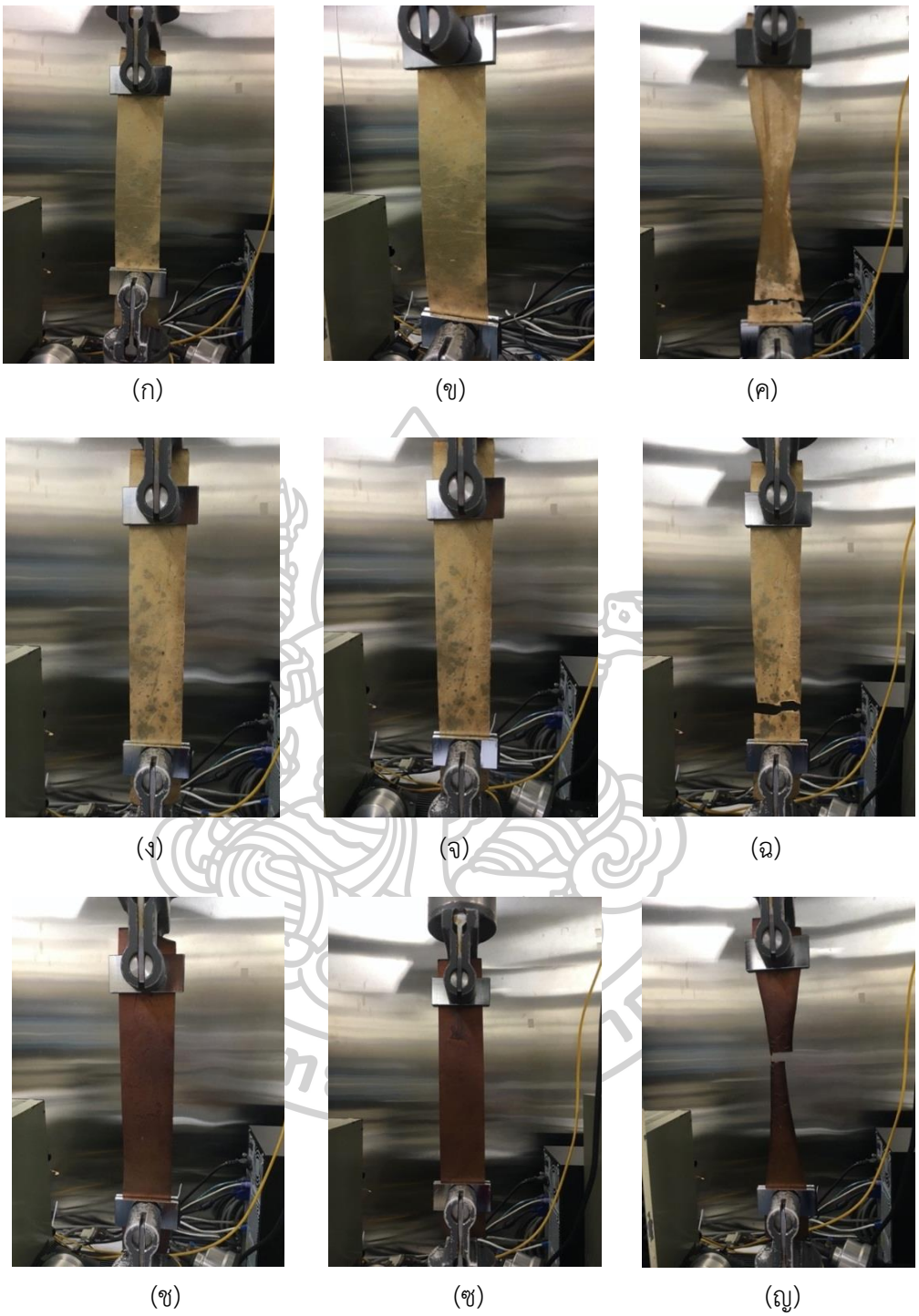
2.2.3.1 วัสดุชุดที่ 1 หลังการทดสอบหาค่าความเป็นกรดด่าง พบว่าวัสดุมีความเป็นกรดสูงเกินค่ามาตรฐาน (ภาพที่ 76 ก และ ง)

2.2.3.2 วัสดุชุดที่ 2 หลังการทดสอบหาค่าความเป็นกรดด่าง พบว่าวัสดุมีความเป็นกรดสูงเกินค่ามาตรฐาน (ภาพที่ 76 ข และ จ)

2.2.3.3 วัสดุชุดที่ 3 หลังการทดสอบหาค่าความเป็นกรดด่าง พบว่าวัสดุมีความเป็นกรดสูงเกินค่ามาตรฐาน (ภาพที่ 76 ค และ ฉ)

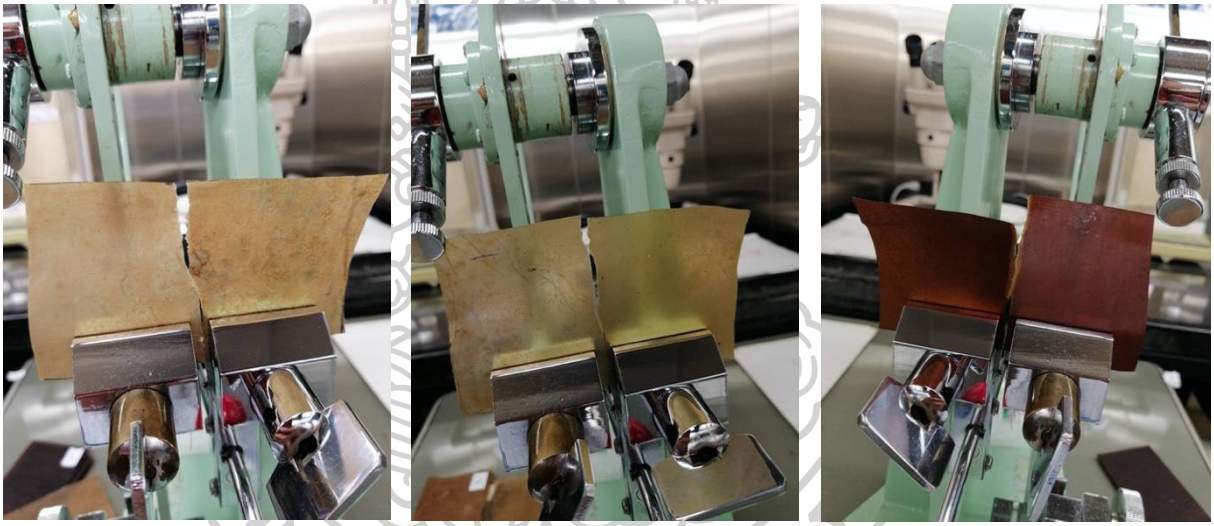
โปรดดูภาพแสดงรายละเอียดด้านล่างต่อไป

มหาวิทยาลัยศิลปากร




ภาพที่ 68 วิธีการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึงขาด
(ก), (ข), (ค) วัสดุขณะทดสอบชุดที่ 1
(ง), (จ), (ฉ) วัสดุขณะทดสอบชุดที่ 2
(ช), (ซ), (ญ) วัสดุขณะทดสอบชุดที่ 3
(Nakpan, 2020)

(ก) (ข) (ค)



(ง) (จ) (ฉ)

ภาพที่ 69 วิธีการทดสอบความแข็งแรงต่อการฉีกขาด

(ก) วัสดุก่อนทดสอบ (บน) และหลังทำการทดสอบ (ล่าง) ชุดที่ 1

(ข) วัสดุก่อนทดสอบ (บน) และหลังทำการทดสอบ (ล่าง) ชุดที่ 2

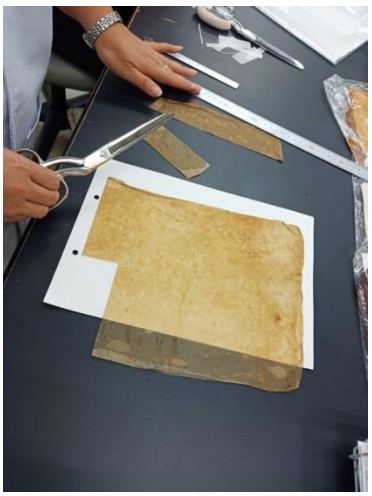
(ค) วัสดุก่อนทดสอบ (บน) และหลังทำการทดสอบ (ล่าง) ชุดที่ 3

(ง) วัสดุขณะทำการทดสอบ ชุดที่ 1

(จ) วัสดุขณะทำการทดสอบ ชุดที่ 2

(ฉ) วัสดุขณะทำการทดสอบ ชุดที่ 3

(Nakpan, 2020)



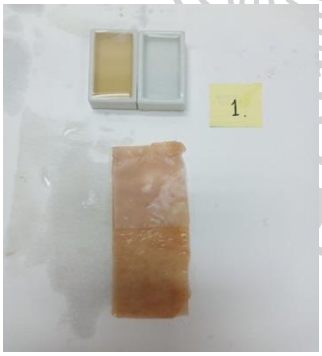
(ก)

(ข)

(ค)

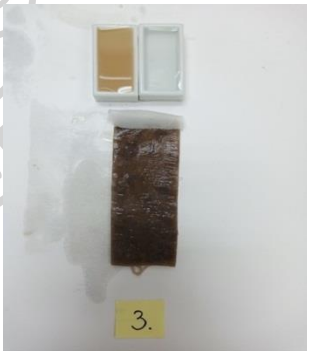
(ง)

(จ)




(ฉ)

(ช)




(ซ)

ภาพที่ 70 วิธีการตรวจสอบความคงทนของสีต่อการซัก

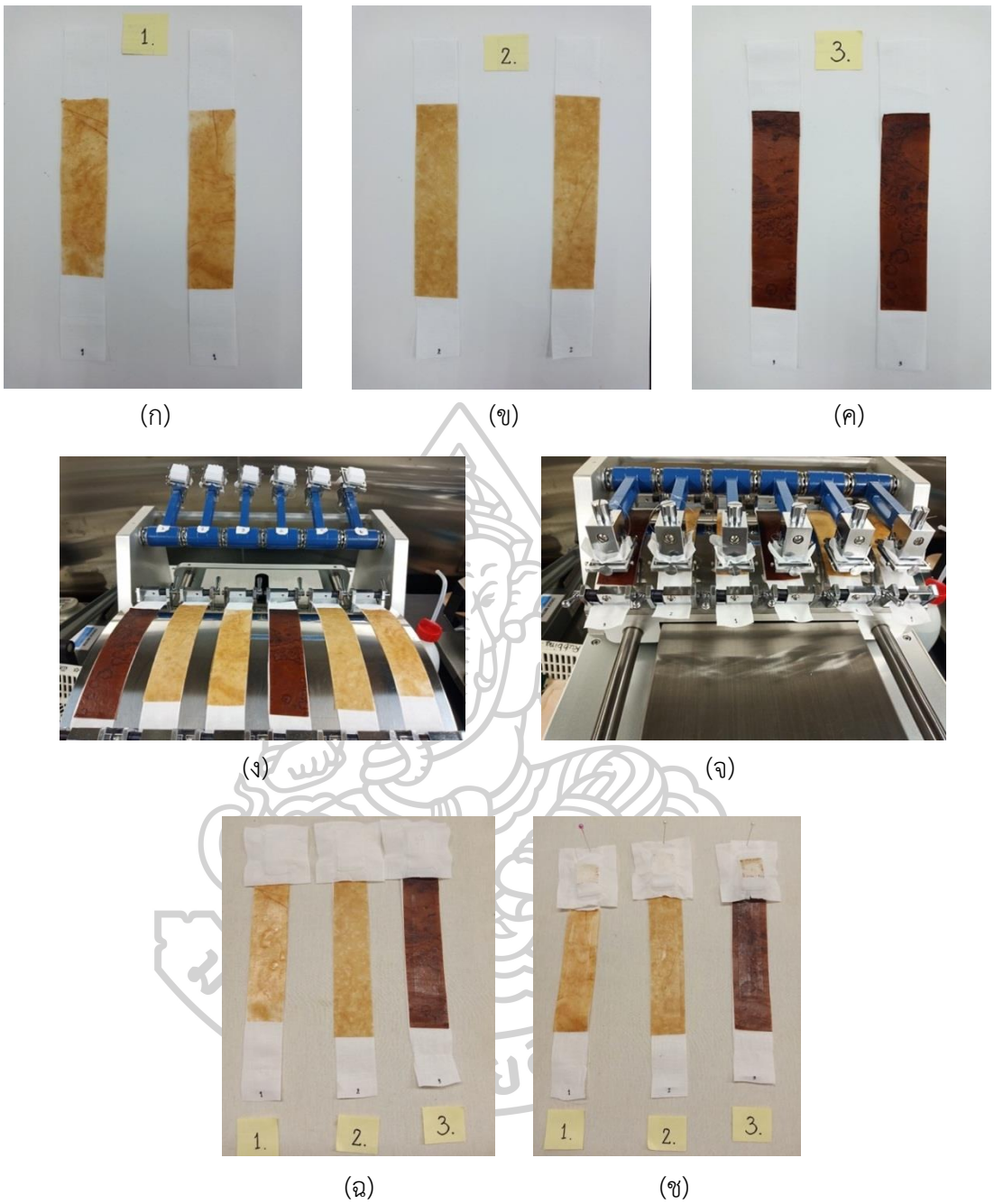
(ก) ขั้นตอนการเตรียมวัสดุ

(ข) วัสดุขณะทำการทดสอบ ชุดที่ 1, 2 และ 3

(ค), (ง), (จ) วัสดุก่อนการทดสอบ ชุดที่ 1, 2 และ 3

(ฉ), (ช), (ซ) วัสดุหลังทำการทดสอบ ชุดที่ 1, 2 และ 3

(Nakpan, 2020)




(ก) (ข) (ค)

(ง) (จ)

(ฉ) (ช)

ภาพที่ 71 วิธีการทดสอบความคงทนของสีต่อการขัดถู

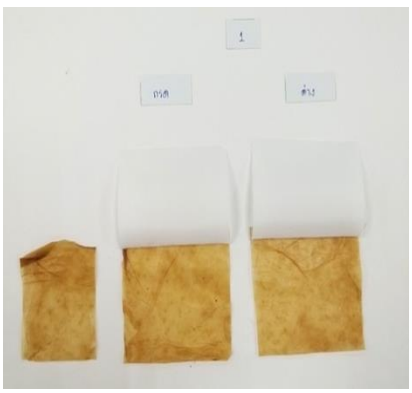
(ก) วัสดุก่อนการทดสอบชุดที่ 1 (ข) วัสดุก่อนทดสอบชุดที่ 2

(ค) วัสดุก่อนทดสอบชุดที่ 3 (ง) วัสดุขณะทดสอบ

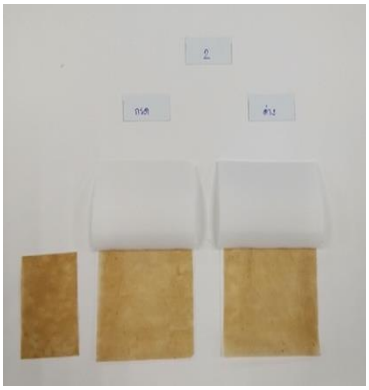
(จ) วัสดุขณะทดสอบ (ฉ) วัสดุหลังทดสอบ (สภาวะแห้ง)

(ช) วัสดุหลังทดสอบ (สภาวะเปียก)

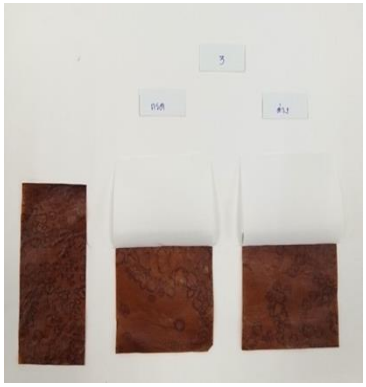
(Nakpan, 2020)



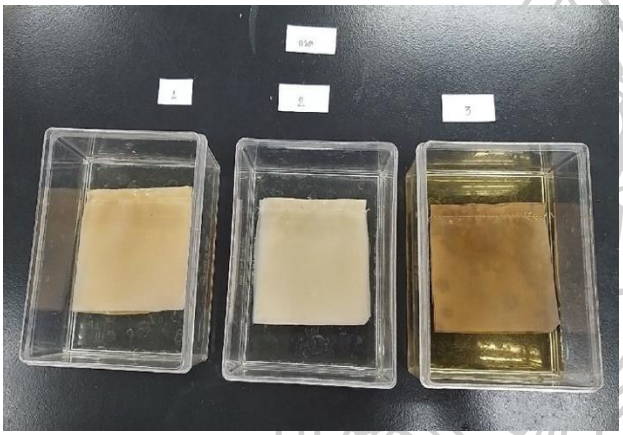
(ก)



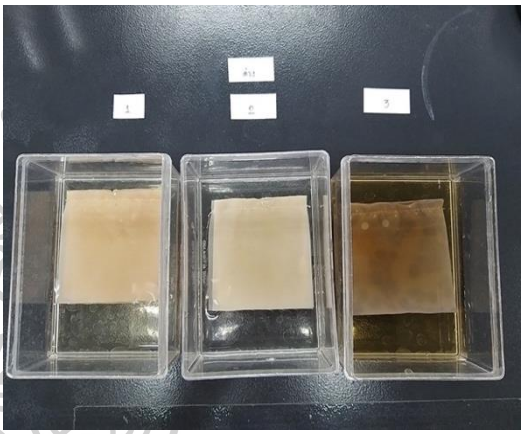
(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพที่ 72 วิธีการตรวจสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อ

(ก) วัสดุก่อนการทดสอบชุดที่ 1

(ข) วัสดุก่อนการทดสอบชุดที่ 2

(ค) วัสดุก่อนการทดสอบชุดที่ 3

(ง) วัสดุขณะทดสอบสภาวะกรดชุดที่ 1, 2, 3

(จ) วัสดุขณะทดสอบสภาวะด่างชุดที่ 1, 2, 3

(Nakpan, 2020)

(ก) (ข) (ค)

(ง) (จ) (ฉ)

ภาพที่ 73 วิธีการตรวจสอบความคงทนของสีต่อน้ำคลอรีน

(ก) วัสดุก่อนทดสอบชุดที่ 1

(ข) วัสดุก่อนทดสอบชุดที่ 2

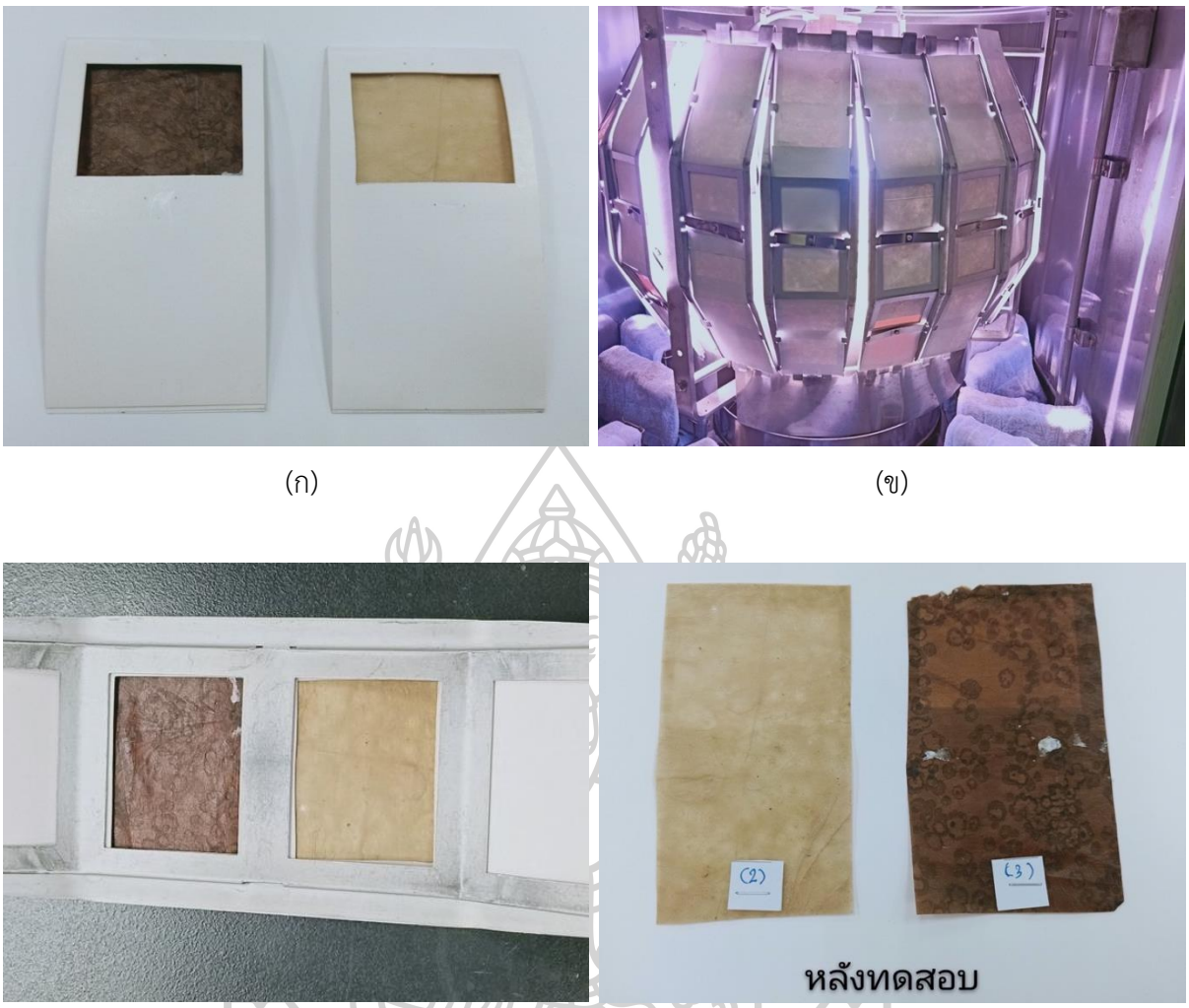
(ค) วัสดุก่อนทดสอบชุดที่ 3

(ง) วัสดุหลังทดสอบชุดที่ 1

(จ) วัสดุหลังทดสอบชุดที่ 2

(ฉ) วัสดุหลังทดสอบชุดที่ 3

(Nakpan, 2020)




(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 74 วิธีการตรวจสอบความคงทนของสีต่อแสง

(ก) วัสดุก่อนทำการทดสอบ ชุดที่ 2 และ 3

(ข) วัสดุขณะทำการทดสอบ ชุดที่ 2 และ 3

(ค) วัสดุขณะทำการทดสอบ ชุดที่ 2 และ 3

(ง) วัสดุหลังทำการทดสอบ ชุดที่ 2 และ 3

(Nakpan, 2020)

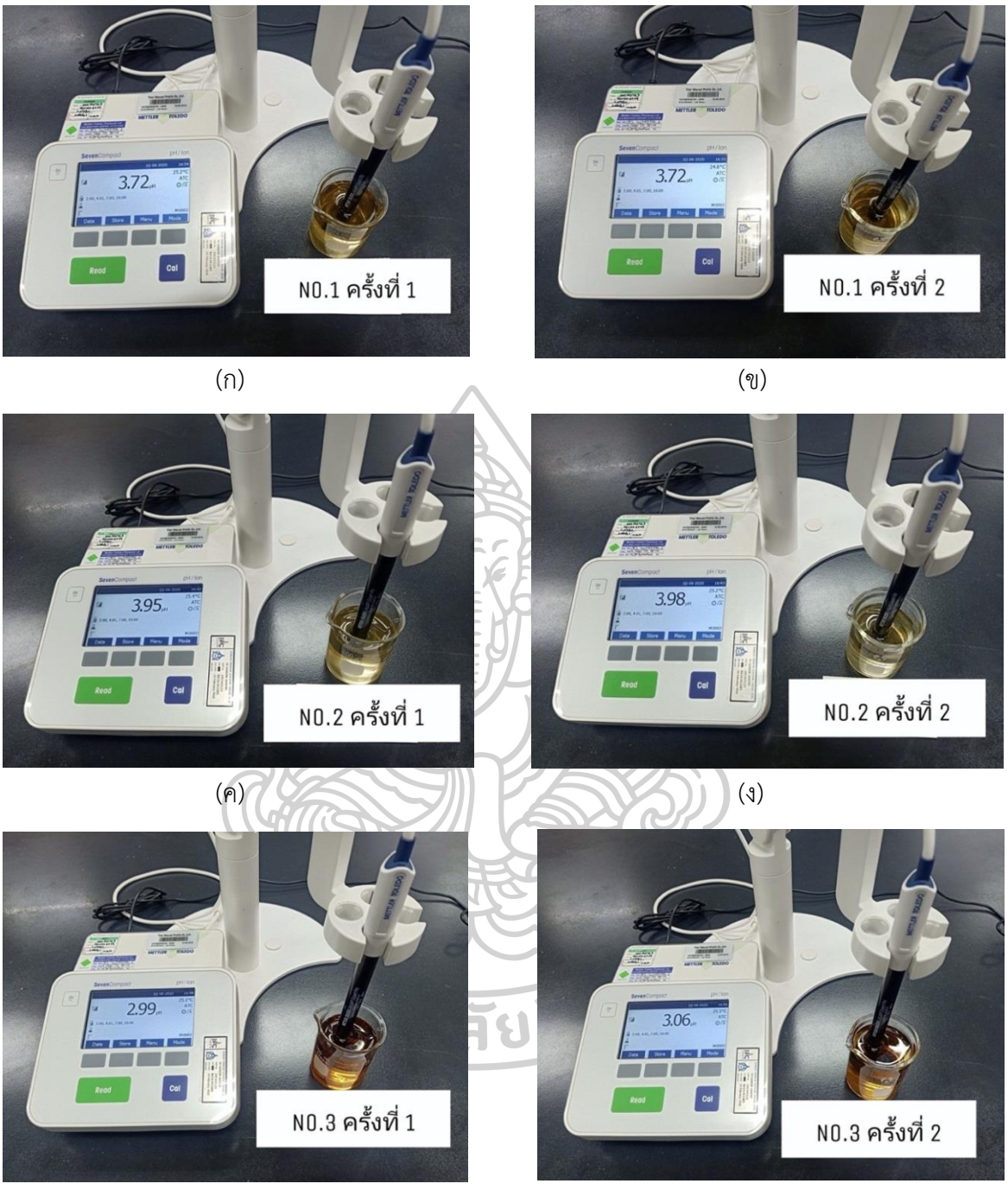
(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

ภาพที่ 75 วิธีการตรวจสอบค่าความเป็นกรดด่าง (pH Value)
(ก) วัสดุก่อนทดสอบชุดที่ 1, 2, และ 3
(ข), (ค), (ง) วัสดุขณะทดสอบชุดที่ 1, 2, และ 3
(Nakpan, 2020)




(ก) (ข)

(ค) (ง)

(จ) (ฉ)

ภาพที่ 76 วิธีการตรวจสอบค่าความเป็นกรดด่าง (pH Value)

(ก) การอ่านค่าวัสดุชุดที่ 1 ครั้งที่ 1 (ข) การอ่านค่าวัสดุชุดที่ 1 ครั้งที่ 2

(ค) การอ่านค่าวัสดุชุดที่ 2 ครั้งที่ 1 (ง) การอ่านค่าวัสดุชุดที่ 2 ครั้งที่ 2

(จ) การอ่านค่าวัสดุชุดที่ 3 ครั้งที่ 2 (ฉ) การอ่านค่าวัสดุชุดที่ 3 ครั้งที่ 2

(Nakpan, 2020)

ตารางที่ 6 สรุปผลประเมินจากวิธีการทดสอบความแข็งแรงและความคงทน (Nakpan, 2020)

| ความแข็งแรงและความคงทน | ชุดที่ 1 | ชุดที่ 2 | ชุดที่ 3 | Requirement | Reference Standard |
|---|---|---|---|---|---|
| แรงดึงขาด | < 100 | 146 | 233 | ≥ 200 Newton | JIS L 1096 : 2010 Method A |
| การฉีกขาด | < 100 | 160 | 173 | ≥ 500 gf. | JIS L 1096 : 2010 Method D |

ตารางที่ 7 สรุปผลประเมินจากวิธีการทดสอบความคงทนของสี (Nakpan, 2020)

| ความคงทนของสี | ชุดที่ 1 | ชุดที่ 2 | ชุดที่ 3 | Requirement | Reference Standard |
|---|---|---|---|---|---|
| การซัก (สีตกในน้ำ) | 3 | 3 | 1-2 | Color change ≥ 4 | JIS L 0844 : 2011 Method A 2 Daimaru Method |
| | 4-5 | 4-5 | 3 | Color stain ≥ 3-4 | |
| | 3 | 3-4 | 1-2 | Solution ≥ 3-4 | |
| การขัดถู | 4-5 | 4-5 | 4 | Dry ≥ 4 | JIS L 0849 : 2013 Type II |
| | 3-4 | 4 | 2 | Wet ≥ 3 | |
| เหงื่อ | 3-4 | 3 | 2-3 | Color change ≥ 4 | JIS L 0848 : 2004 |
| | 4 | 4 | 3 | Color stain ≥ 3 | |
| น้ำคลอรีน | 3-4 | 3 | 2-3 | Color change ≥ 3 | JIS L 0884 : 1996 (10 ppm.) |
| แสง | 3 | 3 | < 3 | Color change ≥ 3 For Innerwear | JIS L 0842 : 2004 Level 3 |

ตารางที่ 8 สรุปผลประเมินจากวิธีการทดสอบความปลอดภัยจากสีและสารเคมีอันตราย (Nakpan, 2020)

| ความปลอดภัยจากสีและสารเคมีอันตราย | ชุดที่ 1 | ชุดที่ 2 | ชุดที่ 3 | Requirement | Reference Standard |
|---|---|---|---|---|---|
| ค่าความเป็นกรดด่าง | 3.72 | 3.97 | 3.03 | 4.0 – 7.5 | ISO 3071 |

**3. สมมุติฐานการพัฒนาคุณสมบัติทางกายภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพการประดิษฐ์นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน**

หลังจากการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและประเมินศักยภาพของนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อการนำไปใช้ออกแบบตัดเย็บในลำดับต่อไปนั้น สังเกตได้ว่า ข้อด้อยของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่ปรากฏชัดเจนมีอยู่ 2 ประเด็น คือ ความแข็งแรงยืดหยุ่น และค่าความเป็นกรดค่อนข้างสูง แต่ยังไม่เกินค่ามาตรฐาน

ผู้วิจัยตั้งสมมุติฐานถึงการนำจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ มาส่งเสริมการทำงานของสเตรปโตมัยซิสในสารตั้งต้นดินที่มีหน้าที่ผลิตเส้นใยเซลลูโลส ด้วยสมรรถนะของการสร้างเส้นใยของสเตรปโตมัยซิสอาจมีกำลังน้อยจึงทำให้ผลการตรวจสอบและประเมินสมบัติด้านความแข็งแรงและยืดหยุ่นของวัสดุไม่เป็นไปตามเป้าหมายเท่าที่ควร ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพัฒนาสูตรและสัดส่วนของสารประกอบ มีรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 พัฒนาการประดิษฐ์นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนด้วยการเพิ่มสารประกอบยีสต์

ผู้วิจัยจึงเริ่มต้นที่การปรับปรุงส่วนผสมโดยศึกษาค้นคว้าถึงจุลินทรีย์สำคัญชนิดอื่นที่มีสมรรถนะในการสร้างเส้นใยชีวภาพสูง เจริญเติบโตได้ดี และพบได้ง่ายในธรรมชาติ ซึ่งค้นพบว่า ยีสต์ (Saccharomycotina) หรือเรียกอีกชื่อว่า ทรูยีสต์ (True yeasts) เป็นจุลินทรีย์ชนิดแรกที่มนุษย์นำมาใช้ เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งแห่งอาณาจักรเห็ดรา (Kingdom fungi) มีวิถีการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับเชื้อรา มีลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยว (Unicellular) ด้วยขนาดที่เล็กมากประมาณ 3–4 ไมครอน จึงเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถนำมาเพาะเลี้ยงได้ในเวลาอันรวดเร็ว ภายในตัวของยีสต์ประกอบด้วยของเหลว (Cytoplasm) มีเยื่อหุ้มภายนอกเรียกว่านิวเคลียส (Eukaryotic micro-organisms) ยีสต์เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดการหมัก (Fermentation) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของกระบวนการสังเคราะห์วัสดุ มีคุณสมบัติในการเปลี่ยนน้ำตาลหรือสลายกลูโคส ยีสต์มีการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic respiration) จึงทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ ผู้วิจัยจึงปรับปรุงสูตรการสังเคราะห์เส้นใยเมลานินชีวภาพด้วยการเพิ่มสารประกอบยีสต์ ให้มีสัดส่วนจำนวนกึ่งหนึ่งของสารตั้งต้นดิน จากคุณสมบัติดังกล่าว จักเห็นได้ว่า ยีสต์ยังมีส่วนในการเร่งกระบวนการสังเคราะห์การเกิดเส้นใยชีวภาพให้สมบูรณ์ในเวลาที่รวดเร็วมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

3.2 พัฒนาการประดิษฐ์นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนด้วยการลดปริมาณสารประกอบกรดอะซีติก

ผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและประเมินศักยภาพของนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนพบข้อด้อยอีกส่วนลำดับถัดมา คือ ค่าความเป็นกรดที่ค่อนข้างสูง

> "...ข้อกำหนดทางเทคนิคขั้นพื้นฐานสำหรับผลิตภัณฑ์สิ่งทอแห่งชาติ" GB18401-2010 ระบุว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์สิ่งทอสำหรับทารกและผิวสัมผัสโดยตรงกับผิวหนังควรควบคุมตั้งแต่ 4 ถึง 8.5 ค่า pH ของผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ไม่ได้สัมผัสโดยตรงกับผิวควรควบคุมตั้งแต่ 4 ถึง 9 หากผลิตภัณฑ์ต้องได้รับการปฏิบัติด้วยเทคโนโลยีการประมวลผลต่อไปนี้ค่าความเป็นกรดสามารถผ่อนคลายได้ถึง 4 ระหว่าง 0 ถึง 10.5 โดยทั่วไป pH ของผิวมนุษย์อยู่ระหว่าง 5.5 ถึง 7 และมีความเป็นกรดอ่อน ๆ ค่า pH สูงของสิ่งทอจะทำลายสภาพกรดอ่อนบนพื้นผิวของร่างกายมนุษย์ทำให้เกิดอาการคันและทำให้ผิวเสี่ยงต่อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคอื่น ๆ และแม้กระทั่งทำให้เกิดโรคผิวหนังอักเสบและอาการอื่น ๆ..." (จุฑามาศ โกเมนไทย, 2562)

ทั้งนี้ ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตถึงสาเหตุของผลลัพธ์จากวัสดุทดลองครั้งที่ผ่านมาปรากฏค่าความเป็นกรดในปริมาณที่ค่อนข้างสูง อาจเป็นผลอันเนื่องมาจากสารประกอบกรดอะซีติก ผู้วิจัยจึงปรับปรุงสูตรของสารประกอบตั้งต้น ประกอบด้วย สารตั้งต้นดิน น้ำบริสุทธิ์ สารให้ความหวาน สารเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย สารยีสต์ และกรดอะซีติก แต่ในส่วนของกรดอะซีติก ผู้วิจัยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ภาชนะเพาะเลี้ยง โดยภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1 มีการปรับลดอัตราส่วนของกรดอะซีติกจากเดิม 500-450 มิลลิลิตร เป็น 300-350 มิลลิลิตร และภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2 ปราศจากกรดอะซีติก

**4. ปฏิบัติการทดลองคุณสมบัติทางกายภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพการประดิษฐ์นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน สูตรพัฒนา**

การทดลองทั้งสองกลุ่มเริ่มต้นด้วยการนำน้ำบริสุทธิ์ปริมาณ 6,000 มิลลิลิตร ผ่านกรรมวิธีการให้ความร้อนหรือการต้มเดือดของน้ำอุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส พร้อมกับเติมสารให้ความหวาน (น้ำตาลอ้อยธรรมชาติ) จำนวน 6 กิโลกรัม ละลายให้เข้ากับน้ำร้อนบริสุทธิ์ ใช้ระยะเวลาประมาณ 5 นาที จากนั้นทิ้งให้เย็นและเทร้อนลงในภาชนะเพาะเลี้ยงขนาดความกว้าง 74 เซนติเมตร ยาว 125 เซนติเมตร และสูง 35 เซนติเมตร ลำดับต่อไป เตรียมสารตั้งต้นดิน จำนวน 10 กิโลกรัม บรรจุห่อในผ้ากรองเพื่อป้องกันตะกอนและวางลงในภาชนะเพาะเลี้ยง ดินจะละลายออกมาจากห่อบรรจุซึ่งถูกแช่ทิ้งไว้ในระยะเวลาประมาณ 20-30 นาที จากนั้นนำห่อผ้ากรองที่บรรจุดินออกจากภาชนะ

เพาะเลี้ยง พร้อมเติมสารเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย จำนวน 300-400 มิลลิลิตร และสารยีสต์ จำนวน 50 กรัม โดยละลายให้เข้ากับน้ำบริสุทธิ์ปริมาณ 100 กรัม หลังจากนั้น ปิดฝาภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1 และ 2 ให้สนิท

4.1 ขั้นตอนการกำเนิดรูป

4.1.1 ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1

ระยะเวลาการกำเนิดรูปซึ่งถือเป็นระยะเริ่มต้น อยู่ในช่วงระยะเวลาประมาณ 1-3 วัน พบว่าเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารตั้งต้นกับสารประกอบการทดลอง ปรากฏลักษณะการผุดของฟองอากาศเล็ก ๆ ลอยกระจายอยู่เหนือผิวน้ำ และเกาะตัวกันเพื่อสร้างความหนาแน่น จากนั้นพื้นผิวดังกล่าวเริ่มแสดงลักษณะหนาข้นคล้ายดินโคลนเหลวสีน้ำตาลจนถึงเข้ม และสามารถสังเกตเห็นกลุ่มยีสต์สีน้ำตาลอ่อนเกาะกลุ่มรวมตัวกัน (ภาพที่ 77ก)

4.1.2 ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2

ใช้ระยะเวลาประมาณ 1-3 วัน พบว่าเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารตั้งต้นกับสารประกอบการทดลอง ปรากฏลักษณะการผุดของฟองอากาศเล็ก ๆ ลอยกระจายอยู่เหนือผิวน้ำ และเกาะตัวกันเพื่อสร้างความหนาแน่นเช่นเดียวกับภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1 แตกต่างกันในส่วนของกลุ่มฟองอากาศที่มีขนาดใหญ่กว่า มีจำนวนมาก และเจือปนเศษผงหรือตะกอนดินอย่างกระจัดกระจายอยู่บนผิวน้ำ (ภาพที่ 77ข)

4.2 ขั้นตอนการควบแน่น

หลังจากสิ้นสุดระยะเวลาการกำเนิดรูป จักเข้าสู่ขั้นตอนการควบแน่น โดยกระบวนการควบแน่นของวัสดุทดลองปรากฏกายภาพที่สามารถแบ่งออกเป็นช่วงเวลาได้ทั้งหมด 3 ระยะ ดังนี้

4.2.1 ระยะที่ 1 ช่วงเวลาประมาณ 4-7 วัน

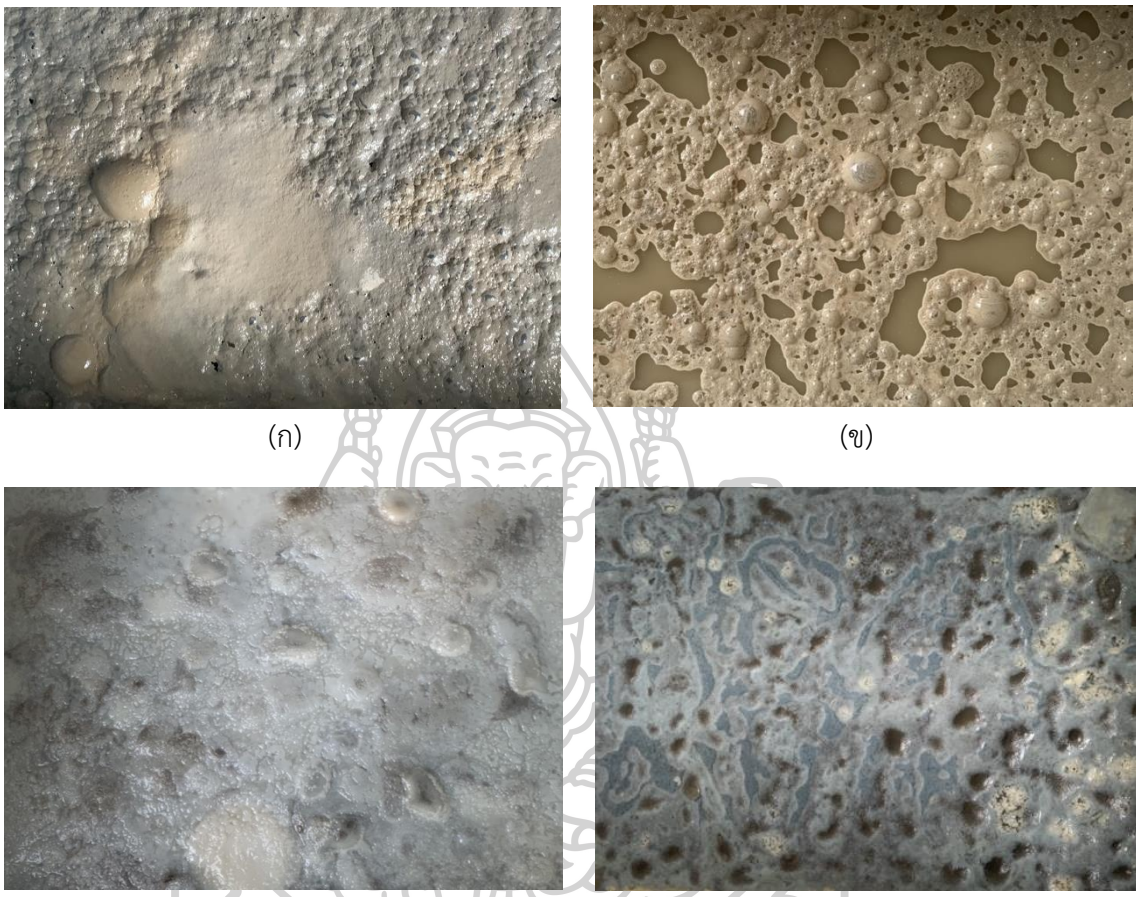
4.2.1.1 ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1

ปรากฏกลุ่มไขสีขาวขุ่นแผ่ขยายทั่วผิวน้ำ แสดงความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น โดยสังเกตได้จากการใช้อุปกรณ์ทดสอบกดลงบนพื้นผิวจักมีความยืดหยุ่นด้วยความแข็งแรงอย่างเห็นได้ชัด มีกลิ่นค่อนข้างเปรี้ยวรุนแรงกว่าระยะเริ่มต้นการกำเนิด รูปทรงก่อตัวตามรูปร่างของภาชนะเพาะเลี้ยงเผยให้เห็นสีครีมอ่อนและมีลักษณะโปร่งแสง (ภาพที่ 77ค)

4.2.1.2 ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2

ปรากฏกลุ่มไขสีขาวขุ่นสลับสีดำที่มาจากตะกอนดิน ยังปรากฏปฏิกิริยาการเกิดฟองอากาศอันส่งผลต่อความเรียบของพื้นผิว ทำให้ลักษณะผิวของวัสดุมีความนูนและมีขนาดแตกต่างกันกระจายอยู่อย่างอิสระทั่วบริเวณผิวน้ำ เมื่อใช้อุปกรณ์ทดสอบกดลงบนพื้นผิวสังเกตได้ว่า วัสดุมีความยืดหยุ่นและมีความแข็งแรงระดับปานกลางเมื่อเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ของภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1 หากใช้แรงกดสูงวัสดุจักฉีกขาด เฉพาะอย่างยิ่ง ส่วนที่เป็นฟองอากาศ มีกลิ่น

ค่อนข้างเปรี้ยวรุนแรงกว่าระยะเริ่มต้นการกำเนิด รูปทรงก่อตัวตามรูปร่างของภาชนะเพาะเลี้ยง เผยให้เห็นสีครีมอ่อนและมีลักษณะโปร่งแสง (ภาพที่ 77ง)



(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 77 ปฏิบัติการทดลองสูตรพัฒนา

(ก) ขั้นตอนการกำเนิดรูป ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1

(ข) ขั้นตอนการกำเนิดรูป ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2

(ค) ขั้นตอนการควบแน่น ระยะที่ 1 ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1

(ง) ขั้นตอนการควบแน่น ระยะที่ 1 ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2

(Nakpan, 2020)

4.2.2 ระยะที่ 2 ช่วงเวลาประมาณ 8-14 วัน

4.2.2.1 ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1

ลักษณะกายภาพภายนอกของวัสดุปรากฏพื้นผิวเป็นเม็ดเล็กมีลักษณะขรุขระ เกาะกลุ่มติดกันเป็นผลึก มีขนาดหลากหลายกัน และมีความทึบแสงคล้ายกับแป้งกาว สามารถสังเกตได้ถึงความหนาที่ชัดเจนขึ้น เมื่อใช้อุปกรณ์กดน้ำหนักลงบนผิววัสดุสัมผัสได้ถึงความแข็งแรงของการเกาะยึดตัวกันเป็นแผ่นผลึก นอกจากนี้ วัสดุยังแสดงความเป็นสีครีมอ่อน มีลักษณะทึบแสง และมีกลิ่นเปรี้ยวมากขึ้น (ภาพที่ 78ก)

4.2.2.2 ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2

ลักษณะกายภาพภายนอกของวัสดุปรากฏพื้นผิวเป็นเม็ดเล็กลักษณะขรุขระ เกาะกลุ่มติดกันเป็นผลึก มีขนาดหลากหลายกัน และมีความทึบแสงคล้ายกับแป้งกาว แตกต่างกันที่ฟองอากาศที่เต็มไปด้วยการเจือปนของตะกอนดิน เมื่อสังเกตจากการเห็นด้วยตาเปล่าพื้นผิวปรากฏความนูนอย่างเห็นได้ชัด แต่จำนวนฟองอากาศลดลง และในความโปร่งใสของพื้นผิว สามารถเห็นปรากฏการณ์คล้ายเส้นสายอิสระบนพื้นผิว สีน้ำตาลเข้มของดินโคลนเหลวเปลี่ยนแปลงเป็นสีครีมอ่อน เมื่อใช้อุปกรณ์กดน้ำหนักลงบนผิววัสดุสัมผัสได้ถึงความแข็งแรงของการเกาะยึดตัวกันเป็นแผ่นผลึกและหนาแน่นมาก อีกทั้งยังมีกลิ่นเปรี้ยวมากขึ้น (ภาพที่ 78ข)

(ก) (ข)

ภาพที่ 78 ปฏิบัติการทดลองสูตรพัฒนา ขั้นตอนการควบแน่น ระยะที่ 2
(ก) ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1
(ข) ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2
(Nakpan, 2020)

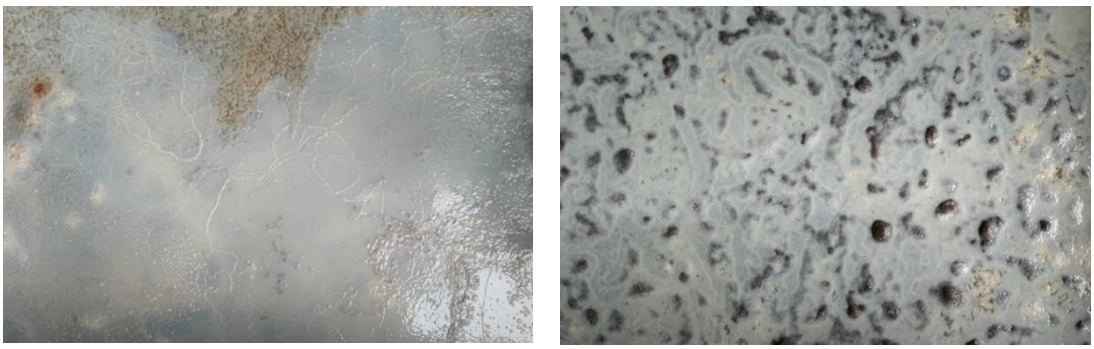
4.2.3 ระยะที่ 3 ช่วงเวลาประมาณ 15-21 วัน

4.2.3.1 ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1

ลักษณะกายภาพภายนอกของวัสดุ มีพื้นผิวเป็นเม็ดขรุขระที่มีขนาดใหญ่กว่าระยะที่ผ่านมา สังเกตเห็นได้จากการดันตัวของอากาศภายในและผุดขึ้นสู่แนวระนาบของผิวน้ำโดยรอบ บางส่วนปรากฏการยุบตัว เมื่อใช้อุปกรณ์กดน้ำหนักลงบนผิววัสดุสัมผัสได้ถึงความแข็งแรงของการเกาะยึดตัวกันเป็นแผ่นผลึก วัสดุแสดงความเป็นสีน้ำตาลอ่อนเข้มขึ้นจนถึงเข้มสลับกับสีครีมอ่อน รวมถึงมีลักษณะทึบแสงและมีกลิ่นเปรี้ยวฉุน ระยะสุดท้ายนี้ พบว่าผลการทดลองของกระบวนสังเคราะห์นวัตกรรมวัสดุด้วยการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียภาชนะที่ 1 สามารถก่อตัวควบแน่นเป็นวัสดุเซลลูโลสแผ่นที่สมบูรณ์ มีความหนาประมาณ 0.7-1.0 เซนติเมตร ขนาดความกว้างและความยาวเทียบเท่ากับภาชนะเพาะเลี้ยง ลักษณะทางกายภาพภายนอกปรากฏเป็นรูปร่างรูปทรงที่ชัดเจน พื้นผิวมีความเรียบแต่ไม่สม่ำเสมอ ผิวสัมผัสอ่อนนุ่ม ลื่น รวมถึงมีความยืดหยุ่นสูง เปิดเผยให้เห็นพื้นผิวที่มีลวดลายคล้ายผิวหนังของมนุษย์ นอกจากนี้ ยังสามารถสังเกตรูปลักษณ์ที่มีความสมบูรณ์อันปรากฏลักษณะที่ชัดเจน ได้แก่ ความทึบแสง มีสีน้ำตาลอ่อนและเข้มไล่เรียงอย่างเป็นธรรมชาติ (ภาพที่ 79ก)

4.2.3.2 ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2

ลักษณะกายภาพภายนอกของวัสดุ ปรากฏอาณาเขตทั่วพื้นที่เป็นสีขาวขุ่นมากขึ้น น้ำหนักของสีมีความเข้มข้นโดยสังเกตได้จากเม็ดสีน้ำตาลอ่อนแปรเป็นสีแก่จัดและกระจายตัวพร้อมแทรกเข้าไปในบริเวณพื้นที่สีขาวขุ่น นอกจากนี้ ฟองอากาศที่เจือปนตะกอนดินลอยสูงเหนือผิวน้ำน้อยมีจำนวนลดน้อยลงกว่าระยะที่ผ่านมา เมื่อใช้อุปกรณ์กดน้ำหนักลงบนผิววัสดุสัมผัสได้ถึงความแข็งแรงของการเกาะยึดตัวกันเป็นแผ่นผลึก มีความหนาแน่นมากขึ้น และมีกลิ่นเปรี้ยวระยะสุดท้ายนี้ พบว่าผลการทดลองของกระบวนสังเคราะห์นวัตกรรมวัสดุด้วยการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียลักษณะโดยทั่วไปมีความคล้ายคลึงกับภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1 มีความแตกต่างกันในส่วนของผิวสัมผัสที่เปิดเผยตำหนิมากกว่าแต่มีความหนาแน่นน้อยกว่าภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1 ซึ่งวัสดุเซลลูโลสแผ่นจากภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2 จะมีความหนาเพียงแค่ 0.3-0.5 เซนติเมตร จึงทำให้เกิดความรู้สึกนุ่มนวลและสัมผัสบางเบามากกว่า แต่ก็ปรากฏร่องรอยของความไม่สมบูรณ์ทั่วทั้งผืนเช่นกัน (ภาพที่ 79ข)



(ก) (ข)

ภาพที่ 79 ปฏิบัติการทดลองสูตรพัฒนา ขั้นตอนการควบแน่น ระยะที่ 3
(ก) ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1
(ข) ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2
(Nakpan, 2020)

4.3 ขั้นตอนการทำความสะอาดหรือชำระล้าง

เตรียมอุปกรณ์ทำความสะอาด อันได้แก่ ภาชนะหรืออ่างใส่น้ำ น้ำบริสุทธิ์ และน้ำยาทำความสะอาด โดยการนำน้ำบริสุทธิ์มาใส่ในภาชนะหรืออ่างและผสมน้ำยาทำความสะอาด จากนั้นนำวัสดุทดลองหรือเซลลูโลสมาใส่ในภาชนะที่จัดเตรียมไว้ พร้อมทำความสะอาดด้วยมือเปล่าเพื่อขจัดสิ่งสกปรกและตะกอนของดิน หลังจากนั้นนำวัสดุทดลองมาชำระล้างด้วยน้ำเปล่าบริสุทธิ์อีกครั้งเพื่อขจัดคราบและน้ำยาทำความสะอาด (ภาพที่ 80)

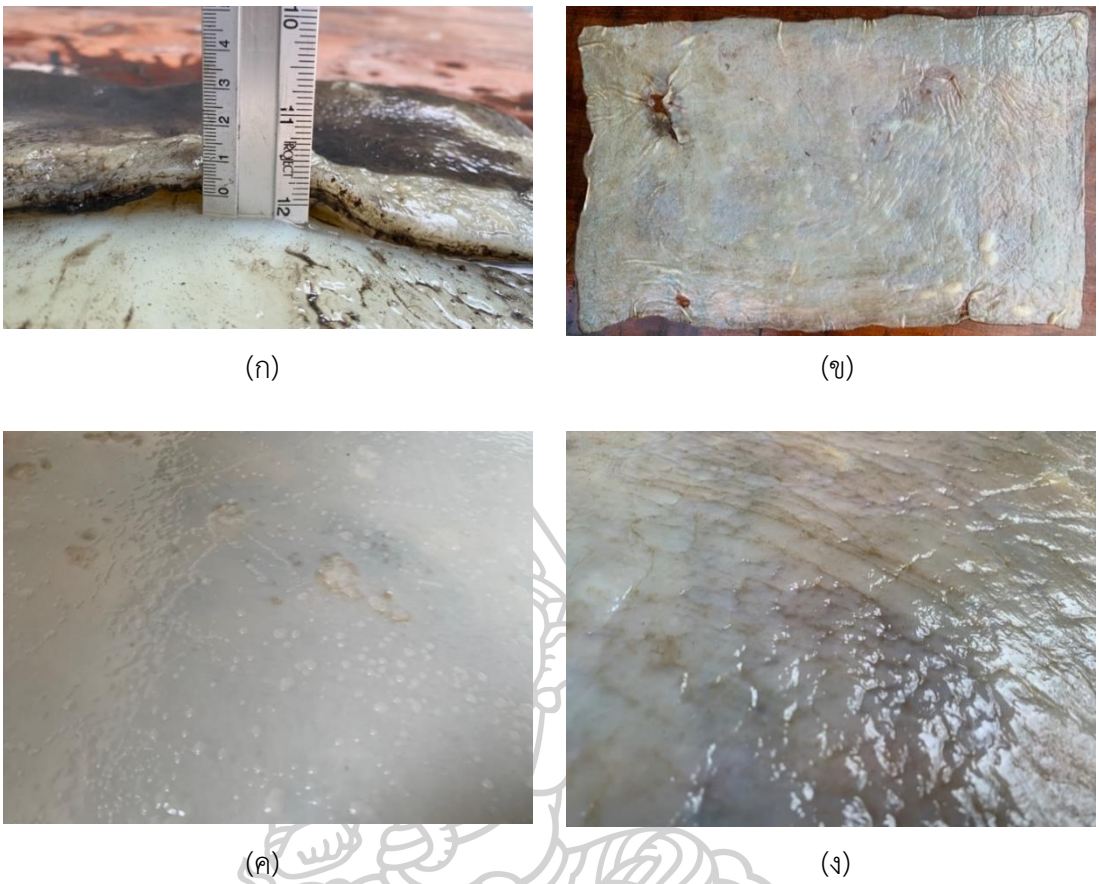
(ก) (ข)

ภาพที่ 80 ปฏิบัติการทดลองสูตรพัฒนา ขั้นตอนการทำความสะอาด
(ก) ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1
(ข) ภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2
(Nakpan, 2020)

4.4 ขั้นตอนการลดรูป

หลังจากนำวัสดุทดลองทั้งสองชุดผ่านกระบวนการทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว วัสดุจะเข้าสู่กระบวนการลดรูป ซึ่งจักต้องจัดเตรียมอุปกรณ์แผ่นเรียบที่ทำจากไม้เพื่อดูดซับน้ำออกจากวัสดุโดยไม่สร้างความเสียหายแก่พื้นผิวของวัสดุ จากนั้น เริ่มต้นด้วยการนำวัสดุที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว มาวางบนอุปกรณ์แผ่นเรียบ ทำการจัดวางวัสดุให้มีลักษณะแผ่ขยายเพื่อหลีกเลี่ยงการทับซ้อน ขนาดของวัสดุก่อนกระบวนการลดรูป มีขนาดความกว้างประมาณ 75 เซนติเมตร ความยาวประมาณ 125 เซนติเมตร ความหนาประมาณ 0.3-0.5 เซนติเมตร และน้ำหนักอยู่ระหว่าง 400-600 กรัม ภายหลังจากที่วัสดุเข้าสู่กระบวนการลดรูปโดยกรรมวิธีการระเหยของน้ำด้วยแสงอาทิตย์ ใช้ระยะเวลาประมาณ 1-3 วัน หลังจากสิ้นสุดระยะเวลาการลดรูป จักปรากฏลักษณะทางกายภาพของวัสดุสมบูรณ์แล้ว สามารถวัดขนาดความกว้างได้ประมาณ 70-75 เซนติเมตร ความยาวประมาณ 120-125 เซนติเมตร ความหนาประมาณ 0.1-0.3 เซนติเมตร (ภาพที่ 81 ก) และน้ำหนักอยู่ระหว่าง 200-300 กรัม สรุปได้ว่า ผลของวัสดุทดลองที่ลดรูปของภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1 มีความสมบูรณ์ยิ่ง มีความกว้างและความยาวที่แปรเปลี่ยนเล็กน้อย แต่ความหนาและน้ำหนักมีปริมาณลดลงลงอย่างเห็นได้ชัด คิดเป็นร้อยละ 50 (ภาพที่ 81ข) สันนิษฐานได้ว่า การสังเคราะห์นวัตกรรมวัสดุในกระบวนการสุดท้ายเผยให้เห็นผลลัพธ์ของการลดรูปมีส่วนสำคัญต่อการสร้างความแข็งแรงและแน่นเหนียวปรากฏสีน้ำตาลเข้มอันสามารถเทียบเคียงสีผิวพรรณของมนุษย์ (ภาพที่ 81ค) สังเกตภาพขยายระยะใกล้ (ภาพที่ 81ง)

มหาวิทยาลัยศิลปากร



(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 81 ขั้นตอนการลดรูป
(ก) ลักษณะทางกายภาพ ความหนา
(ข) ลักษณะทางกายภาพ รูปร่าง
(ค) ลักษณะทางกายภาพ พื้นผิว
(ง) ลักษณะทางกายภาพ พื้นผิว
(Nakpan, 2020)

**5. การตรวจสอบและประเมินคุณสมบัติของนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน สำหรับสูตรพัฒนา**

วิธีการตรวจสอบและประเมินคุณสมบัติของนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน ครั้งที่ 2 นอกเหนือจากการประเมินทางสายตาและสัมผัสด้วยวิธีพื้นฐานแล้วตามที่ระบุไปในขั้นตอนการลดรูปก่อนหน้า ได้นำวัสดุสิ่งทอทดแทนเข้ารับการประเมินด้วยระบบมาตรฐานการทดสอบที่เรียกว่า เจไอเอส โดยได้รับการสนับสนุนจากบริษัท ไทยวาโก้ จำกัด (มหาชน) เช่นครั้งที่ผ่านมา

หลักการประเมินประกอบด้วยการทดสอบสมบัติที่เป็นจุดด้อยของวัสดุทดแทน ได้แก่ ความแข็งแรงและความคงทน เริ่มต้นด้วยการดึงยืด วัสดุจากภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1 มีความคงทนและยืดหยุ่นมากขึ้นกว่าเดิม (ตารางที่ 7) แม้จะเกิดการฉีกขาดแต่มีแรงต้านและผิวสัมผัสยังคงแข็งแรงไม่ยืดย้วย แตกต่างจากวัสดุจากภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2 ที่ฉีกขาดอย่างง่ายดาย ส่วนการประเมินความคงทนของสี (ตารางที่ 8) ภายหลังการซักพบว่าวัสดุจากทั้งสองกลุ่ม ปรากฏสีไม่ตกหรือซีดจาง รวมทั้งมีความทนทานต่อเหงื่อและคราบไคล หากวัสดุจากภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1 พบค่าความเป็นกรดลดน้อยลงค่อนข้างมาก และวัสดุภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 2 พบค่าความเป็นกรดต่ำหรือแทบไม่เป็นผล การพบค่าความเป็นกรดของวัสดุจากภาชนะเพาะเลี้ยงที่ 1 นั้น ตามเกณฑ์การประเมินวัสดุสิ่งทอทดแทนสูตรพัฒนาของทั้งสองกลุ่มปรากฏปริมาณตัวเลขที่ระบุค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จึงถือเป็นวัสดุปลอดภัยไม่ส่งผลกระทบใด ๆ ต่อการสัมผัสของร่างกายมนุษย์

การตรวจสอบคุณสมบัติและประเมินคุณภาพมาตรฐานเรื่องความแข็งแรงและคงทนมีปริมาณตัวเลขที่สูงขึ้น กอปรกับผิวสัมผัสของวัสดุมีความยืดหยุ่นแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการนำไปออกแบบและตัดเย็บ นอกเหนือจากนี้ ผลการตรวจสอบสมบัติและคุณภาพของวัสดุยังปรากฏคุณสมบัติที่โดดเด่นจากได้รับปริมาณค่าตัวเลขในส่วนของวิธีการตรวจสอบความปลอดภัยจากสีและสารเคมีอันตรายอยู่ในเกณฑ์ระดับสูงยอดเยี่ยม (ตารางที่ 9) อันหมายถึงการเป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไร้สารเคมี และสารพิษตกค้างในสภาวะแวดล้อม สามารถย่อยสลายโดยปราศจากขยะหรือทรัพยากรหลงเหลือ ดังตารางด้านล่าง ต่อไปนี้

ตารางที่ 9 สรุปผลประเมินจากวิธีการทดสอบความแข็งแรงและความคงทน (Nakpan, 2020)

| **ความแข็งแรงและความคงทน** | **ภ. 1** | **ภ. 2** | **Requirement** | **Reference Standard** |
|---|---|---|---|---|
| แรงดึงขาด | 311 | 195 | ≥ 200 Newton | JIS L 1096 : 2010 Method A |
| การฉีกขาด | 231 | 107 | ≥ 500 gf. | JIS L 1096 : 2010 Method D |

ตารางที่ 10 สรุปผลประเมินจากวิธีการทดสอบความคงทนของสี (Nakpan, 2020)

| ความคงทนของสี | ภ. 1 | ภ. 2 | Requirement | Reference Standard |
|---|---|---|---|---|
| การซัก (สีตกในน้ำ) | 4 | 4 | Color change ≥ 4 | JIS L 0844 : 2011 Method A 2 Daimaru Method |
| | 4-5 | 4-5 | Color stain ≥ 3-4 | |
| | 4 | 3 | Solution ≥ 3-4 | |
| การขัดถู | 5 | 3 | Dry ≥ 4 | JIS L 0849 : 2013 Type II |
| | 4 | 3 | Wet ≥ 3 | |
| เหงื่อ | 4 | 4 | Color change ≥ 4 | JIS L 0848 : 2004 |
| | 4 | 4 | Color stain ≥ 3 | |
| น้ำคลอรีน | 4 | 3 | Color change ≥ 3 | JIS L 0884 : 1996 (10 ppm.) |
| แสง | 4 | 4 | Color change ≥ 3 For Innerwear | JIS L 0842 : 2004 Level 3 |

ตารางที่ 11 สรุปผลประเมินจากวิธีการทดสอบความปลอดภัยจากสีและสารเคมีอันตราย (Nakpan, 2020)

| ความปลอดภัยจากสีและสารเคมีอันตราย | ภ. 1 | ภ. 2 | Requirement | Reference Standard |
|---|---|---|---|---|
| ค่าความเป็นกรดด่าง | 5 | 6.9 | 4.0 – 7.5 | ISO 3071 |

นอกจากการบรรลุวัตถุประสงค์ของการสร้างสรรค์นวัตกรรมความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ที่ออกมาในรูปของนวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์วัสดุสิ่งทอทดแทนแล้ว ยังมีเนื้อหาสาระของการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของฐานทรัพยากรธรรมชาติด้วยการวิเคราะห์องค์ความรู้อันเชื่อมต่อมาจากวิทยาศาสตร์การสังเคราะห์เส้นใยชีวภาพที่กล่าวไปแล้วข้างต้น โดยมูลค่าเชิงประจักษ์ที่เกิดขึ้นต่อเนื่องคือสีที่ปรากฏออกมาจากวัสดุสิ่งทอทดแทน มีคุณลักษณะเทียบเคียงกับเซลล์เม็ดสีเมลานินในผิวหนังมนุษย์ ซึ่งการวิเคราะห์คุณสมบัติความเป็นสีครั้งนี้ถือเป็นการส่งต่อคุณค่าเพื่อเสริมสร้าง

สุนทรียศาสตร์แห่งการออกแบบในระดับที่ลึกซึ้ง กล่าวคือ ประเด็นเกี่ยวกับทฤษฎีจิตวิทยาเรื่องการเห็นคุณค่าในตนเองซึ่งเป็นประเด็นที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นอันเป็นผลมาจากการสำรวจข้อมูลสีผิวพรรณมนุษย์จากกลุ่มเป้าหมาย 4 ภูมิภาค อนึ่ง ความลึกซึ้งของปรัชญาสุนทรียศาสตร์ดังกล่าวจักเป็นส่วนเสริมสร้างการแสดงประสิทธิผลวัสดุสิ่งทอทดแทน ที่มีรูป ลักษณะ และประโยชน์ใช้สอยอันตอบสนองทั้งทางด้านร่างกายและความงามแห่งจิตใจ ซึ่งผู้วิจัยจักแสดงออกเป็นชุดผลงานการออกแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคตภายใต้แนวความคิดเรื่อง “สมดุลแห่งความจริง”

**การเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของฐานทรัพยากรธรรมชาติ**

จักเห็นได้ว่า คุณลักษณะของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่ก่อตัวขึ้นจากเส้นใยชีวภาพอันได้มาจากแบคทีเรียชั้นดี “สเตรปโตมัยซิส” ของดิน และการปรากฏสีน้ำตาลเฉกเช่น “เม็ดสีเมลานิน” ที่เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเซลล์ของมนุษย์ทำหน้าที่กำหนดระดับความเข้มของสีผิวพรรณ วัสดุสิ่งทอทดแทนจึงปรากฏค่าความเป็นสีที่เทียบเคียงได้กับสีผิวของมนุษย์ได้อย่างชัดเจน ซึ่งประสิทธิภาพในการทดลองการสังเคราะห์เม็ดสีเมลานินอันปรากฏอยู่ในวัสดุสิ่งทอทดแทนครั้งนี้เปิดเผยประสิทธิผลของการนำมาใช้จริงตามระบบการประเมินคุณสมบัติและเสริมสร้างความงดงามที่มีความกลมกลืนกับสีผิวของกลุ่มประชากรไทย โดยคุณลักษณะของวัสดุทดแทนดังกล่าวมีสีสันที่สอดคล้องกับสีผิวพรรณของมนุษย์ มิได้มุ่งเน้นเพียงแค่การผลิตเพื่อปกป้องร่างกาย หรือเพื่อตอบสนองความต้องการสื่อสารถึงฐานะหรือบุคลิกภาพของผู้สวมใส่เท่านั้น แต่ยังสามารถสื่อถึงสุนทรียะแห่งความเคารพตัวตนขั้นพื้นฐานอันสามารถสื่อสารถึงสัมพันธภาพระหว่างมนุษย์กับเครื่องนุ่งห่ม

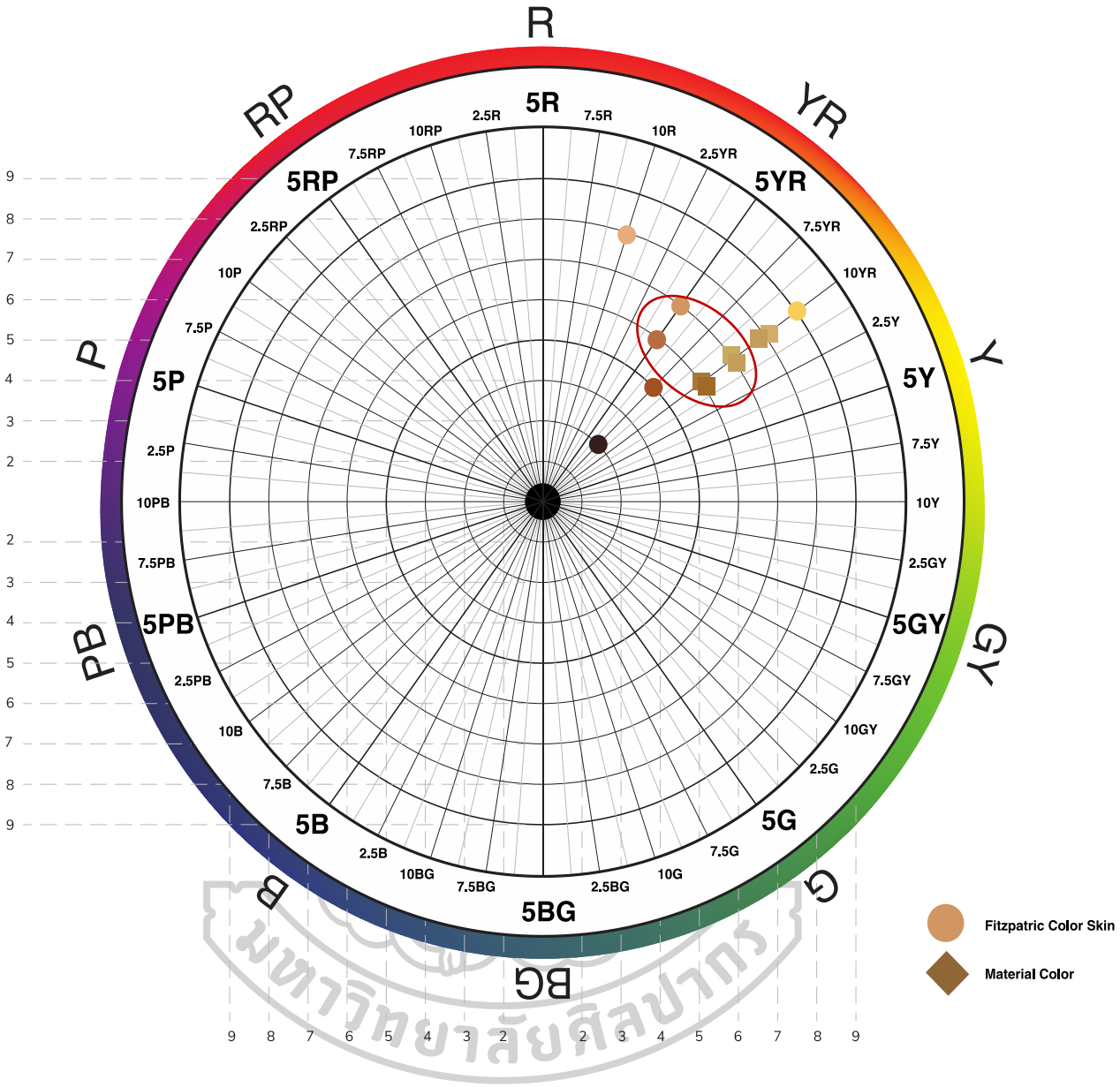
จากความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยได้เพิ่มคุณค่าและมูลค่าของวัสดุสิ่งทอทดแทนด้วยการประเมินค่าระดับสีเมลานินในวัสดุสิ่งทอทดแทนด้วยการใช้เครื่องมือวัดสีผิว (CapSure) ที่มีการระบุปริมาณตัวเลขในรูปแบบของระบบสีวัตถุธาตุ (CMYK) และระบบสีของแสง (RGB) จากนั้นนำผลตัวเลขที่ได้รับไปเทียบกับระดับความเข้มของสีผิวพรรณมนุษย์ในทางการแพทย์ของทฤษฎีฟิทซ์แพททริคที่มีอยู่ 6 ระดับสี ซึ่งเป็นการแสดงผลการวิเคราะห์ในระดับพื้นฐาน (ดูได้จากบทที่ 3 ตารางที่ 3) จากการวิเคราะห์ระดับพื้นฐานดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นสมควรว่า การวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อสร้างความประจักษ์แก่สีของวัสดุสิ่งทอทดแทนในระดับที่ละเอียดมากขึ้นและความสามารถในการระบุระดับค่าสีของวัสดุสิ่งทอทดแทนให้เป็นไปตามแบบแผนการระบุค่าสีที่เป็นมาตรฐานสากลจะผลักดันศักยภาพของวัสดุสิ่งทอทดแทนไปสู่สุนทรียศาสตร์การออกแบบได้อย่างมีทิศทาง

**1. การแสดงผลการวิเคราะห์สีเมลานินในวัสดุสิ่งทอทดแทน**

เกณฑ์การวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 วิธี ได้แก่ การเทียบเคียงค่าความเป็นสีและความสว่างของสีวัสดุด้วยทฤษฎีวงจรสีมันเซล (Munsell color theory) และการระบุปริมาณตัวเลขในรูปแบบของระบบสีพานิชย์ คือ แพนโทน (Pantone) เพื่อสนับสนุนการระบุสีด้วยระบบสีวัตถุธาตุ (CMYK) และระบบสีของแสง (RGB) ท้ายที่สุด เกณฑ์การประเมินด้วยวิธีการเทียบเคียงทั้งสองวิธีดังกล่าวจะถูกนำผลการประเมินที่ระบุเป็นตัวเลขไปเทียบเคียงกับระดับความเข้มของสีผิวพรรณมนุษย์ระดับสากลในทางการแพทย์ของทฤษฎีฟิทซ์แพททริคที่มีอยู่ 6 ระดับสีในทุกครั้ง

1.1 ทฤษฎีวงจรสีมันเซล

การเปรียบเทียบกับระดับค่าความเป็นสีและความสว่างของสีวัสดุด้วยทฤษฎีวงจรสีมันเซลให้เป็นค่าตัวเลขที่ถูกต้องตรงตามแบบแผนนิยม ทฤษฎีสีมันเซลเผยให้เห็นถึงสาระสำคัญที่ตรงกันของระดับค่าสีวัสดุสิ่งทอทดแทนและสีผิวพรรณของมนุษย์ โดยระบุออกมาเป็นสี คือ ความเป็นสีแดง (R) และกำหนดค่าเป็นจำนวนตัวเลข ซึ่งระบุค่าระดับที่ 5R, 7.5R และ10R จนถึงความเป็นสีเหลืองแดง (YR) ระบุค่าระดับที่ 2.5YR, 5YR, 7.5YR และ10YR ส่วนค่าระดับความสว่างของสีระบุเกณฑ์ออกมาเป็นตัวเลข แบ่งได้เป็น 9 ระดับ เมื่อนำเกณฑ์ดังกล่าวมาเทียบค่าสีของวัสดุสิ่งทอทดแทนจะปรากฏเกณฑ์ตั้งแต่ค่าระดับที่ 1-9 ใน 9 ระดับของความสว่างสีและสีผิวพรรณมนุษย์ระบุความสว่างของสีวัสดุสิ่งทอทดแทนอยู่ในระดับที่ 2-9 ใน 9 ระดับของความสว่างสี แสดงให้เห็นถึงค่าความสว่างของสีวัสดุสิ่งทอทดแทนมีความสว่างต่ำอยู่ 1 ระดับเมื่อเทียบกับสีของผิวพรรณ ในขณะเดียวกันสีวัสดุสิ่งทอทดแทนมีความแตกต่างในค่าความสว่างสีที่แม้สูงแต่น้อยกว่าระดับสีผิวพรรณอยู่ 1 ระดับ (ภาพที่ 82)




ภาพที่ 82 การเทียบเคียงค่าความเป็นสีและความสว่างของสีวัสดุด้วยทฤษฎีวงจรสีมันเซล และเทียบเคียงกับระดับความเข้มของสีผิวพรรณมนุษย์ระดับสากลในทางการแพทย์ของทฤษฎีฟิทซ์แพททริคที่มีอยู่ 6 ระดับสี

Developed by Nakpan (2020)

การเทียบเคียงค่าความเป็นสีและความสว่างของสีวัสดุสิ่งทอทดแทนด้วยทฤษฎีวงจรสีมันเซล ร่วมกับการเทียบเคียงค่าระดับความเข้มของสีผิวพรรณมนุษย์ระดับสากลอย่างทฤษฎีฟิทซ์แพททริค ที่มีอยู่ 6 ระดับสีอันถือเป็นทฤษฎีทางการแพทย์ สามารถอธิบายโดยการเรียงตามลำดับค่าความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

1.1.1 สีผิวพรรณระดับที่ 1 อยู่ในค่าความเป็นสีที่ 10 (YR) เช่นเดียวกับค่าความเป็นสีของวัสดุสิ่งทอทดแทน ส่วนค่าความสว่างของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 8 ของจำนวนทั้งหมด 9 ระดับ ซึ่งแตกต่างวัสดุที่อยู่ในระดับที่ 7 สุดท้ายคือค่าความเป็นสีของสีผิวพรรณและวัสดุสิ่งทอทดแทนอยู่ในค่าระดับเดียวกัน (4) ของจำนวนทั้งสิ้น 16 ระดับ

1.1.2 สีผิวพรรณระดับที่ 2 อยู่ในค่าความเป็นสีที่ 10 (YR) เช่นเดียวกับค่าความเป็นสีของวัสดุสิ่งทอทดแทน ส่วนค่าความสว่างของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 7 และค่าสว่างของสีวัสดุสิ่งทอทดแทนอยู่ที่ 6 ของจำนวนทั้งหมด 9 ระดับ สุดท้ายคือค่าความเป็นสีของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 4 ในขณะที่ค่าความเป็นสีของวัสดุสิ่งทอทดแทนอยู่ในระดับที่ 6 ของจำนวนทั้งสิ้น 16 ระดับ

1.1.3 สีผิวพรรณระดับที่ 3 อยู่ในค่าความเป็นสีที่ 5 (YR) แตกต่างจากค่าความเป็นสีของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่มีค่า 10 (YR) ส่วนค่าความสว่างของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 6 และวัสดุสิ่งทอทดแทนอยู่ที่ 7 ของจำนวนทั้งหมด 9 ระดับ สุดท้ายคือค่าความเป็นสีของสีผิวพรรณและวัสดุสิ่งทอทดแทนอยู่ในค่าระดับเดียวกัน (4) ของจำนวนทั้งสิ้น 16 ระดับ

1.1.4 สีผิวพรรณระดับที่ 4 อยู่ในค่าความเป็นสีที่ 5 (YR) แตกต่างจากค่าความเป็นสีของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่มีค่า 10 (YR) ส่วนค่าความสว่างของสีผิวพรรณและวัสดุสิ่งทอทดแทนอยู่ในระดับตรงกันที่ 5 ของจำนวนทั้งหมด 9 ระดับ และค่าความเป็นสีของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 6 แตกต่างจากค่าความเป็นสีของสีวัสดุสิ่งทอทดแทนคือ 4 ของจำนวนทั้งสิ้น 16 ระดับ

1.1.5 สีผิวพรรณระดับที่ 5 อยู่ในค่าความเป็นสีที่ 7.5 (YR) แตกต่างจากค่าความเป็นสีของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่มีค่า 10 (YR) ส่วนค่าความสว่างของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 4 และวัสดุสิ่งทอทดแทนอยู่ที่ 6 ของจำนวนทั้งหมด 9 ระดับ สุดท้ายคือค่าความเป็นสีของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 6 ในขณะที่ค่าความเป็นสีของวัสดุสิ่งทอทดแทนอยู่ในระดับที่ 4 ของจำนวนทั้งสิ้น 16 ระดับ

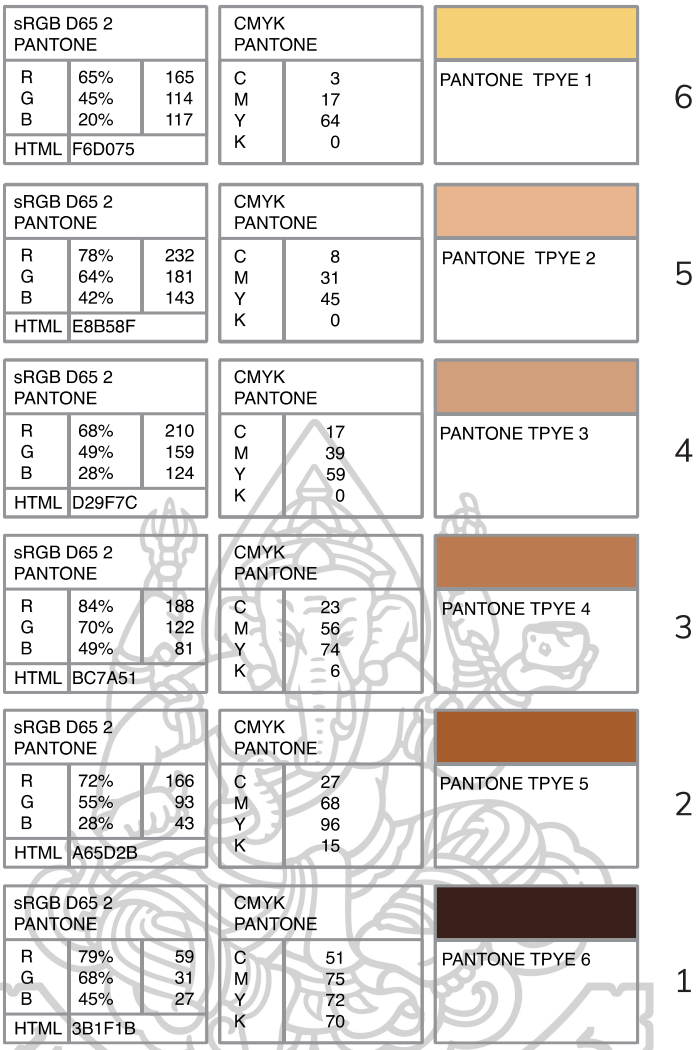
1.1.6 สีผิวพรรณระดับที่ 6 อยู่ในค่าความเป็นสีที่ 7.5 (YR) แตกต่างจากค่าความเป็นสีของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่มีค่า 10 (YR) ส่วนค่าความสว่างของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 2 และวัสดุสิ่งทอทดแทนอยู่ที่ 6 ของจำนวนทั้งหมด 9 ระดับ สุดท้ายคือค่าความเป็นสีของสีผิวพรรณอยู่ในระดับที่ 4 ในขณะที่ค่าความเป็นสีของวัสดุสิ่งทอทดแทนอยู่ในระดับที่ 6 ของจำนวนทั้งสิ้น 16 ระดับ

1.2 ระบบสีเชิงพานิชย์แพนโทน

ปัจจุบันมีผู้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ระบุค่าสีแต่ละตัว กำเนิดขึ้นจากความต้องการให้ทุกคนทั่วโลกสื่อสารการเรียกชื่อสีอย่างเข้าใจตรงกัน เกิดความถูกต้อง และแม่นยำต่อการนำไปใช้ตามเจตนารมณ์ ผู้พัฒนาเครื่องมือดังกล่าวจนเป็นที่ยอมรับได้มาตรฐานและนิยมใช้กันแพร่หลายทั่วโลก คือ บริษัทแพนโทน (Pantone) ผู้ประกอบธุรกิจเกี่ยวกับอุตสาหกรรมการพิมพ์ การผลิตสี ผสมสี เครื่องมือวัดสี ตลอดจนซอฟต์แวร์ (Software) รวมถึงค้นคว้าวิชาการด้านเคมีและจัดการระบบจัดเก็บผงสีและหมึกสีเพื่อให้วัตถุประสงค์ในการสร้างมาตรฐานการคัดเลือกสี ยังสามารถเปรียบเทียบสีด้วยระบบความสัมพันธ์ของสี (Pantone matching system) เนื่องด้วยความแม่นยำและถูกต้องเหมาะสมนี้จึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายจนเป็นที่ยอมรับในระดับสากล ระบบสีแพนโทนนี้จึงถูกนำไปอ้างอิงเพื่อยืนยันผลลัพธ์ความเป็นสีประกอบกับการออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานหลากหลายประเภทอย่างมากมาย

จากเหตุผลข้างต้นชี้ให้เห็นว่า การวิเคราะห์ด้วยการระบุปริมาณตัวเลขในรูปแบบของระบบสีเชิงพานิชย์แพนโทนมีความเหมาะสมในการนำมาเน้นย้ำการระบุค่าตัวเลขของระบบสีวัตถุธาตุและระบบสีของแสงด้วยการใช้เครื่องมือวัดสีผิวแบบพกพา (CapSure) (ภาพที่ 83) การวิเคราะห์ดังกล่าวมีส่วนสนับสนุนให้สีของวัสดุสิ่งทอทดแทนครั้งนี้ สามารถระบุตำแหน่งของสีที่ชัดเจนและเทียบเคียงกับสีผิวพรรณมนุษย์ได้อย่างมีทิศทาง โดยผู้วิจัยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ครั้ง ให้เป็นไปตามปฏิบัติการทดลองการประดิษฐ์นวัตกรรมสิ่งทอทดแทนครั้งที่ 1 (ภาพที่ 84) และสูตรพัฒนาครั้งที่ 2 (ภาพที่ 85)

มหาวิทยาลัยศิลปากร



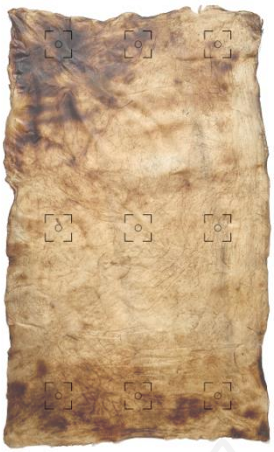

ภาพที่ 83 การแสดงระดับมาตรฐานความเป็นสี (Pantone) แบ่งออกเป็นระบบมาตรฐานสีของวัตถุ (CMYK) และสีของแสง (RGB) เพื่อเทียบเคียงกับค่าระดับสีผิวพรรณมนุษย์ 6 ระดับของทฤษฎีฟิทซ์แพททริค

Developed by Nakpan (2020)

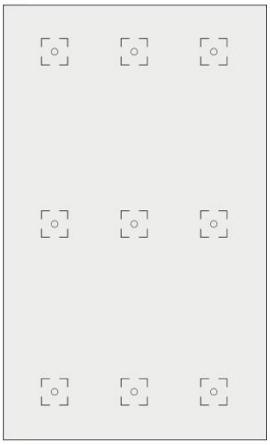
| | | sRGB D65 2 PANTONE P 11-11 U | | | Adobe RGB D65 2 PANTONE P 11-11 U | | | CIE Lab D65 10 PANTONE P 11-11 U | | CIE XYZ D65 10 PANTONE P 11-11 U | | LRV D65 10 PANTONE P 11-11 U | | CMYK PANTONE P 11-11 U | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | PANTONE 11-11 U<br>CMYK U<br>Page 11 U Row 3 Column 2 | R | 79% | 201 | R | 75% | 192 | L | 71.07 | X | 41.54 | LRV | 42 | C | 0 |
| | | G | 68% | 173 | G | 67% | 172 | a | 4.44 | Y | 42.29 | | | M | 13 |
| | | B | 45% | 115 | B | 46% | 118 | b | 32.66 | Z | 21.74 | | | Y | 49 |
| | | HTML | C9AD73 | | HTML | C0AC76 | | | | | | | | K | 13 |
| 5 | PANTONE P 18-14 C<br>CMYK C<br>Page 18 C Row 6 Column 2 | R | 72% | 184 | R | 67% | 171 | L | 60.09 | X | 29.50 | LRV | 28 | C | 0 |
| | | G | 55% | 140 | G | 55% | 139 | a | 10.87 | Y | 28.22 | | | M | 34 |
| | | B | 28% | 72 | B | 31% | 78 | b | 41.14 | Z | 9.79 | | | Y | 80 |
| | | HTML | B88C48 | | HTML | AB8B4E | | | | | | | | K | 30 |
| 4 | PANTONE P 18-4 C<br>CMYK C<br>Page 18 C Row 4 Column 1 | R | 84% | 214 | R | 80% | 203 | L | 73.77 | X | 46.59 | LRV | 46 | C | 0 |
| | | G | 70% | 178 | G | 69% | 177 | a | 7.62 | Y | 46.35 | | | M | 23 |
| | | B | 49% | 125 | B | 50% | 127 | b | 31.08 | Z | 25.39 | | | Y | 53 |
| | | HTML | D6B27D | | HTML | CBB17F | | | | | | | | K | 14 |
| 3 | PANTONE P 15-8 U<br>CMYK U<br>Page 15 U Row 8 Column 1 | R | 68% | 173 | R | 63% | 160 | L | 55.43 | X | 25.08 | LRV | 23 | C | 0 |
| | | G | 49% | 126 | G | 49% | 125 | a | 13.10 | Y | 23.34 | | | M | 36 |
| | | B | 28% | 71 | B | 30% | 76 | b | 36.01 | Z | 8.87 | | | Y | 100 |
| | | HTML | AD7E47 | | HTML | A07D4C | | | | | | | | K | 26 |
| 2 | PANTONE P 18-12 C<br>CMYK C<br>Page 18 C Row 4 Column 2 | R | 78% | 199 | R | 74% | 188 | L | 68.06 | X | 38.52 | LRV | 38 | C | 0 |
| | | G | 64% | 163 | G | 63% | 161 | a | 8.00 | Y | 38.05 | | | M | 26 |
| | | B | 42% | 107 | B | 43% | 109 | b | 33.25 | Z | 28.68 | | | Y | 60 |
| | | HTML | C7A36B | | HTML | BCA16D | | | | | | | | K | 22 |
| 1 | PANTONE P 22-7 C<br>CMYK C<br>Page 22 C Row 7 Column 1 | R | 65% | 165 | R | 59% | 151 | L | 51.10 | X | 21.38 | LRV | 19 | C | 0 |
| | | G | 45% | 114 | G | 44% | 113 | a | 15.15 | Y | 19.35 | | | M | 43 |
| | | B | 20% | 52 | B | 23% | 59 | b | 40.38 | Z | 5.73 | | | Y | 86 |
| | | HTML | A57234 | | HTML | AB8B4E | | | | | | | | K | 40 |

ภาพที่ 84 การแสดงระดับมาตรฐานความเป็นสี (Pantone) แบ่งออกเป็นระบบมาตรฐานสีของวัตถุ (CMYK) และสีของแสง (RGB) ของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่ได้จากปฏิบัติการทดลองการประดิษฐ์นวัตกรรมสิ่งทอทดแทน ครั้งที่ 1 จำนวน 6 ชิ้น

Developed by Nakpan (2020)



(ก)



(ข)

| | sRGB D65 2 PANTONE | | | CMYK PANTONE | |
|---|---|---|---|---|---|
| PANTONE TPYE 1 | R | 65% | 165 | C | 3 |
| | G | 45% | 114 | M | 17 |
| | B | 20% | 117 | Y | 64 |
| | HTML | F6D075 | | K | 0 |
| PANTONE TPYE 2 | R | 78% | 232 | C | 8 |
| | G | 64% | 181 | M | 31 |
| | B | 42% | 143 | Y | 45 |
| | HTML | E8B58F | | K | 0 |
| PANTONE TPYE 3 | R | 68% | 210 | C | 17 |
| | G | 49% | 159 | M | 39 |
| | B | 28% | 124 | Y | 59 |
| | HTML | D29F7C | | K | 0 |

(ค)

| | sRGB D65 2 PANTONE | | | CMYK PANTONE | |
|---|---|---|---|---|---|
| PANTONE TPYE 4 | R | 84% | 188 | C | 23 |
| | G | 70% | 122 | M | 56 |
| | B | 49% | 81 | Y | 74 |
| | HTML | BC7A51 | | K | 6 |
| PANTONE TPYE 5 | R | 72% | 166 | C | 27 |
| | G | 55% | 93 | M | 68 |
| | B | 28% | 43 | Y | 96 |
| | HTML | A65D2B | | K | 15 |
| PANTONE TPYE 6 | R | 79% | 59 | C | 51 |
| | G | 68% | 31 | M | 75 |
| | B | 45% | 27 | Y | 72 |
| | HTML | 3B1F1B | | K | 70 |

(ง)

ภาพที่ 85 การแสดงระดับมาตรฐานความเป็นสี (Pantone) แบ่งออกเป็นระบบมาตรฐานสีของวัตถุ (CMYK) และสีของแสง (RGB) ของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่ได้จากปฏิบัติการทดลองการประดิษฐ์นวัตกรรมสิ่งทอทดแทน สูตรพัฒนา ครั้งที่ 2 จำนวน 1 ชิ้น (คัดเลือกจากชิ้นทดลองจำนวน 3 ชิ้น)

(ก) วัสดุสิ่งทอทดแทน

(ข) การตรวจวัดสีของวัสดุสิ่งทอทดแทนทั่วทั้งผืน แบ่งออกเป็น 9 จุด

(ค) การแสดงระดับมาตรฐานความเป็นสี สีของวัตถุ และสีของแสง

(ง) การแสดงระดับมาตรฐานความเป็นสี สีของวัตถุ และสีของแสง

Developed by Nakpan (2020)

**สุนทรียศาสตร์แห่งการออกแบบ**

ผลการวิเคราะห์ตามเป้าหมายของวัตถุประสงค์ทั้งสองส่วน ได้แก่ การสร้างสรรค์นวัตกรรมวิทยาศาสตร์และการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของฐานทรัพยากร เปิดเผยให้เห็นว่านวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนจากการใช้ดินเพื่อสังเคราะห์เส้นใยเมลานินครั้งนี้ มีคุณสมบัติชั้นเยี่ยมที่แสดงออกถึงคุณภาพของการเป็นวัสดุทางเลือกใหม่แก่วงการวัสดุสิ่งทอทดแทน นับเป็นวัสดุชีวภาพเต็มรูปแบบที่มีส่วนเสริมสร้างระบบห่วงโซ่นิเวศวิทยา ซึ่งหมายถึงการจัดการลดปริมาณของเสียจากการผลิตและบริโภค (Zero-Waste) ตลอดจนสูญสลายกลับคืนสู่ธรรมชาติ อนึ่ง การย่อยสลายของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่ได้จากดินนับว่าเป็นการย่อยสลายทางชีวภาพและเป็นวิธีการรักษาฐานทรัพยากรของประเทศและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องด้วยสารตั้งต้นในการผลิตล้วนมาจากธรรมชาติ ผลผลิตที่ได้จึงถือเป็นวัสดุชีวภาพและต้องอาศัยจุลินทรีย์ธรรมชาติทำงานร่วมกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม อาทิ แสงแดด น้ำ และออกซิเจน เพื่อเสริมสร้างให้กระบวนการเปลี่ยนแปลงรูป

จากผลลัพธ์ที่ได้นำพาไปสู่แนวทางการออกแบบที่มุ่งสู่การสะท้อนแนวคิดทางจิตวิทยา เรื่อง “การเห็นคุณค่าในตัวเองและการสร้างสมดุลในความจริง โดยทั้งสองแนวคิดแสดงออกถึงปรัชญาและสุนทรียภาพของเมลานินสังเคราะห์ในฐานะนวัตกรรมวัสดุที่มีความเชื่อมโยงกับสีผิวพรรณของมนุษย์ ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่า แนวคิดของการอยู่ร่วมกันอย่างกลมกลืนระหว่างธรรมชาติกับมนุษย์ จักมีผลต่อแนวทางการดำรงชีวิตของมนุษย์ในยุคอนาคตอันใกล้ แนวความคิดดังกล่าวอาจเริ่มต้นจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมที่อยู่รายรอบตัวเอง ทำให้มนุษย์รับรู้ สำนึกอย่างเข้าใจ และยอมรับต่อสิ่งที่แปรเปลี่ยน ส่งผลให้มนุษย์เพียรพยายามแสวงหาสิ่งที่มาทดแทนหรือชดเชยสิ่งก่อนเก่า ทั้งนี้ เพื่อปรับตัวให้อยู่ร่วมกับสภาพการณ์ในปัจจุบันและการขยายผลความคิดเรื่องความเรียบง่ายคือค่านิยมสุนทรียะสามารถบ่มเพาะจิตใจของมนุษย์ไปสู่ความสงบนิ่ง พิจารณาถึงสิ่งที่เรียกว่าคุณภาพ ตลอดจนรากฐานของการเคารพธรรมชาติ คือ การมีสติปัญญาในการพิจารณาถึงคุณค่าของทรัพยากรที่มีอยู่อย่างเหลือเฟือเช่นเดียวกับการมองเห็นคุณค่าในตัวเอง

**1. การพิจารณาเนื้อหาเพื่อการออกแบบ**

หลักการพิจารณาเนื้อหาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การพิจารณาเนื้อหาที่เป็นรูปธรรมและการพิจารณาเนื้อหาที่เป็นนามธรรม

1.1 การพิจารณาเนื้อหาที่เป็นรูปธรรม

การพิจารณาเนื้อหาที่เป็นรูปธรรมประกอบด้วยการพิจารณาจากแก่นสาระสำคัญของวิทยานิพนธ์ ได้แก่ วัสดุ ในที่นี้หมายถึง ดินและผลลัพธ์การทดลอง โดยผู้วิจัยได้แบ่งรายละเอียดออกเป็น 2 ส่วน คือ ลักษณะทางกายภาพของดิน หมายถึง รูป สังเกตได้จากความเป็นมวล ความเป็นเมล็ด ความร่วน ระดับความเข้มของสี และสมบัติ คือ อินทรีย์วัตถุ ความสามารถในการรวมตัว มีลักษณะที่หลากหลาย เช่น ความเหนียว ความยืดหยุ่น และความสามารถในการละลายน้ำ

และคุณสมบัติของดินนั้นมีประโยชน์มากมาย เนื่องจากดินเป็นแหล่งอุดมด้วยแร่ธาตุอันเกิดมาจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์ นอกจากนี้ ดินยังถือเป็นแหล่งกำเนิด ถิ่นที่อยู่อาศัย และเป็นรากฐานการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต สรุปได้ว่า ลักษณะทางกายภาพของผลลัพธ์การทดลอง มีรายละเอียดได้แก่ รูป สามารถสังเกตได้จากความเป็นเส้นใย ความเป็นชั้น การทับซ้อน การประสานเป็นแผ่น ความโปร่งใส และโปร่งแสง และเนื่องจากผลลัพธ์การทดลองเป็นผลผลิตที่มาจากจุลินทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตทางชีวภาพ สมบัติของผลลัพธ์จึงมีลักษณะที่บางเบา มีความแข็งแรงและคงทนต่อการผิดรูปพอประมาณ สิ่งสำคัญที่สุด คือ ผลลัพธ์การทดลองเป็นวัสดุที่มีความสะอาด มีความบริสุทธิ์อันปราศจากการปนเปื้อนของสารเคมี จึงสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ โดยไม่เป็นพิษต่อผู้สวมใส่และสิ่งแวดล้อม

1.2 การพิจารณาเนื้อหาที่เป็นนามธรรม

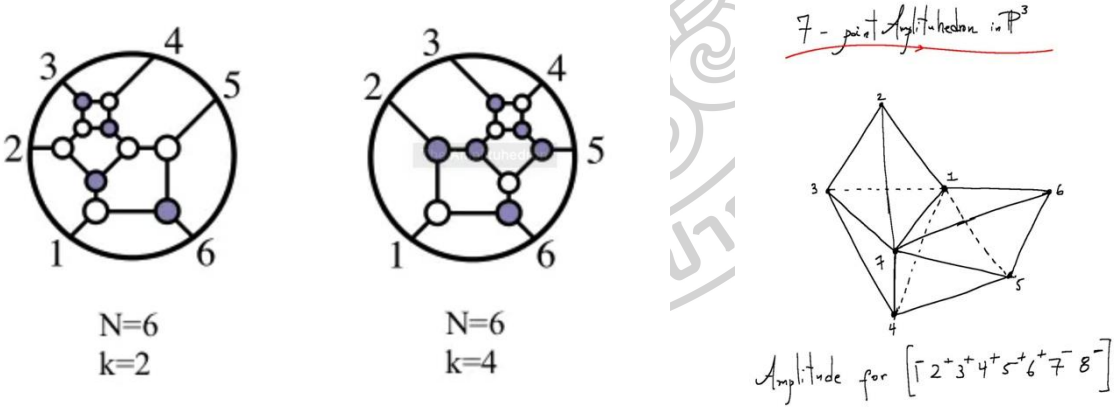
เมื่อพิจารณาสิ่งที่เป็นรูปธรรมจากวัสดุตั้งต้นและกระบวนการกำเนิด จักเห็นได้ว่ามีปรากฏการณ์นามธรรมที่สามารถพิสูจน์ให้เห็นถึงทุกขณะแห่งการเจริญเติบโตของวัสดุทดลองได้อย่างชัดเจน กอปรกับการพิจารณาปรากฏการณ์ที่ทำให้เกิดความคิด ความเห็น หรืออารมณ์ซึ่งไม่ได้เกิดมาจากตัวตนของดินในฐานะวัตถุจริงและปราศจากรูปร่าง อาทิ ความเป็นราก พื้นฐานการกำเนิด การเจริญเติบโต ความแข็งแรง และชีวิต ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงต้องการขยายผลหลักการค้นหาสิ่งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมของวัสดุดิน ทั้งนี้ มีส่วนสัมพันธ์อันปรากฏให้เห็นได้จากสิ่งที่เป็นสัจจะ ได้แก่ ความสัตย์ ความซื่อตรง ความแท้จริง ความเป็นธรรมชาติ ความสามัญธรรมดา จุดกำเนิดและส่วนสอดคล้องอันปรากฏให้รู้สึกได้จากสิ่งที่เป็นวัฏฏะ ดังนั้น เพื่อให้เนื้อหาส่งเสริมสุนทรียศาสตร์การออกแบบ ผู้วิจัยจึงต้องการออกแบบคอลเลคชัน (Collection) เครื่องนุ่งห่มจากนวัตกรรมการใช้ดินเพื่อสังเคราะห์เส้นใยเมลานินด้วยการรวบรวมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสัจจะและวัฏฏะให้แสดงออกมาเป็นรูปลักษณ์เชิงประจักษ์ในนามของความสมดุล กอปรกับการที่ชนชาติตะวันออกมีความเชื่อมั่นว่าร่างกายกับจิตใจมีความเป็นหนึ่งเดียวกัน จิตสามารถที่จะแยกแยะ คาดคะเน ควบคุม และเป็นกลไกตั้งต้นของทุกสิ่ง แม้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์จักมีการสนับสนุนในเรื่องความต้องการให้ร่างกายเป็นสุขคือการมุ่งเน้นให้จิตใจได้รับความสุขจากการพัฒนาเพียงสภาพแวดล้อมเท่านั้น จากมุมมองของวิทยาศาสตร์ ร่างกายนั้นเป็นจุดสำคัญในลำดับที่สอง กลไกและทฤษฎีได้กล่าวไว้ว่าชีวิตสามารถอธิบายได้ในทางฟิสิกส์และเคมีหรือมากไปกว่านั้นคือข้อมูลที่มนุษย์ได้รับจากประสาทสัมผัสคือกลไกของประสบการณ์มนุษย์ที่ล้วนแล้วแต่จะให้ได้ทั้งความสุขและความทุกข์ เราจึงเห็นว่าชนชาติตะวันออกมักแสดงให้พวกเราเห็นว่าร่างกายกับจิตมิเคยถูกแบ่งแยกออกจากกัน ความก้าวหน้าของมนุษย์แบบใดที่จักสามารถกำหนดจิตใจให้ได้ประสบอยู่กับความเป็นสุข ตัวอย่างร่างกายกับจิตใจนั้นมีความเป็นหนึ่งเดียวกันไม่ใช่แยกออกเป็นสองและมนุษยชาติเริ่มยอมรับถึงปฏิกิริยาของร่างกายกับจิตซึ่งมีความสัมพันธ์แนบแน่นระหว่างกัน

ผลงานวิจัย เรื่อง นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต สร้างการประจักษ์เรื่องคุณสมบัติทางสุนทรียภาพของนวัตกรรมเครื่องนุ่งห่มอันหมายถึงคุณค่าของวัตถุทางสุนทรียะ (Aesthetics object) ซึ่งเป็นตัวแทนของการแสดงออกมาสู่ภายนอกของสภาพภายใน เหตุผลในการคำนึงถึงคุณค่าดังกล่าวมาจากการที่วิทยาศาสตร์เจริญขึ้น ศาสตร์ด้านจิตวิทยาควรได้รับการพัฒนามากขึ้นให้ทัดเทียม คุณสมบัติทางสุนทรียภาพสามารถสร้างประสบการณ์ทางสุนทรียะซึ่งเป็นประสบการณ์เบื้องสูงและประสบการณ์ที่เกี่ยวกับจิตใจ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงต้องให้ความสำคัญของเนื้อหาในการออกแบบที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมเพื่อให้สาระดังกล่าวนำพาผู้ใช้หรือผู้สัมผัสไปสู่คุณค่าอันเป็นนามธรรม ดังถ้อยแถลงของหลักการสุนทรียศาสตร์ที่โสคราติสประกาศย้ำว่า คุณธรรม คือความรู้ (Virtue is knowledge) มีนัยสำคัญในการแนะแนวทางให้มนุษย์หมั่นสำรวจตัวเอง พร้อมกล่าวว่าชีวิตที่ไม่ได้รับการสำรวจคือชีวิตที่ไร้คุณค่า (The unexamined life is not worth living) (Essays UK, 2018)

ดังนั้น การออกแบบครั้งนี้จักแสดงออกด้วยรูปทรงที่พัฒนาและคลี่คลายมาจากวิธีการคำนวณหาปริมาตรของอนุภาคแห่งสรรพสิ่ง เรียกว่า “แอมพลิทูเฮดรอน” (Amplituhedron) ส่วนรูปทรง “แอมพลิทูเฮดรอนแบบอัญมณี” เป็นรูปทรงสมมุติที่ถูกสร้างสรรค์ขึ้นจากวิธีการทางคณิตศาสตร์ ถือเป็นสุดยอดสิ่งประดิษฐ์แห่งปี ค.ศ. 2013 มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายถึงการปฏิสัมพันธ์ของอนุภาค ซึ่งหมายถึงหน่วยย่อยหรือเซลล์ของสรรพสิ่งที่ไร้มวล แอมพลิทูเฮดรอนแบบอัญมณีหรือรูปทรงสมมุติดังกล่าวมีโครงสร้างเรขาคณิต ถูกเสนอเพื่อใช้เมื่อปี ค.ศ. 2013 โดยนีมา อาร์คานิ อาเมด (Nima Arkani-Hamed) และจาโรสลาฟ ทรินคา (Jaroslav Trnka) รูปทรงสมมุติแสดงตัวในฐานะสัญลักษณ์ที่แทนค่าหน่วยจำลองและเป็นสิ่งที่ช่วยให้มนุษย์สามารถคำนวณปฏิสัมพันธ์ของอนุภาคสำหรับใช้ในทฤษฎีควอนตัม (องค์ประกอบที่เล็กที่สุดของสิ่งใด ๆ) บางทฤษฎีได้อย่างง่ายดายยิ่งขึ้น (Arkani-Hamed et al., 2014) เช่นเดียวกับที่ เจคอบ บูยร์ไจย์ลี่ นักฟิสิกส์เชิงทฤษฎีจากมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ดและเป็นหนึ่งในนักวิจัยที่พัฒนาแนวคิดใหม่ กล่าวถึงประสิทธิภาพของการใช้วิธีคำนวณใหม่ในรูปแบบแอมพลิทูเฮดรอนแบบอัญมณีว่าเป็นวิธีการที่เหลือเชื่อ เปรียบถึงทุกคนว่าสามารถทำการคำนวณและประมวลผลอนุภาคบนกระดาษได้อย่างรวดเร็ว แม้จะมีความคุ้นเคยกับการใช้วิธีการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์มาโดยตลอด (Wolchover, 2013 as cited in Bourjaily, 2013)

แอมพลิทูเฮดรอน คือวิธีการคำนวณเพื่อค้นหาอนุภาคแบบกระจัดกระจาย ถือเป็นหนึ่งในนวัตกรรมที่สำคัญในช่วงระยะเวลาเกือบ 70 ปีที่ผ่านมา ได้รับการบุกเบิกโดย ริชาร์ด เฟย์แมน (Richard Feynman) นักฟิสิกส์ที่ได้รับรางวัลโนเบล เขาร่างภาพเป็นลายเส้นแสดงวิธีการทั้งหมดของกระบวนการกระจาย การเกิดรูปทรงดังกล่าวอาจเกิดขึ้นจากการสรุปความเป็นไปได้ของแบบร่างภาพที่วาดแตกต่างกัน ภาพที่เรียบง่ายที่สุดของไฟย์แมนดูคล้ายต้นไม้ ที่ประกอบด้วยอนุภาคที่เกี่ยวข้องกัน

ส่วนที่อนุภาครวมกันเหมือนรากและส่วนที่ชนกันส่งผลให้เกิดการสภาพที่ดูแตกออกเหมือนกิ่งก้าน แบบร่างภาพที่ซับซ้อนมากแสดงการเกิดในรูปแบบวนซ้ำไปมาคล้ายมีไดอะแกรมที่มีหนึ่ง สอง สาม และอื่น ๆ หลายช่วงตัว (Loop) อย่างมิรู้จบ ซึ่งอนุภาคที่ชนกันจะกลายเป็นอนุภาคเสมือนอันไม่สามารถสังเกตเห็นได้ ประเด็นที่เป็นปัญหาของการคำนวณไดอะแกรมแบบทวิตเตอร์ของเฟย์แมน (Twistor diagrams) คือ การคำนวณแอมพลิทูเฮดรอนทีละชิ้นเผยให้เห็นถึงจำนวนไดอะแกรมที่มีขนาดใหญ่มากจนแม้แต่การคำนวณกระบวนการที่เรียกว่าเรียบง่ายแล้วก็ยังไม่สามารถคำนวณให้เสร็จสิ้นจนกระทั่งถึงยุคของคอมพิวเตอร์ (Wolchover, 2013 as cited in Bourjaily, 2013) เนื่องจากอนุภาคย่อยของอะตอมสองตัวที่เรียกว่ากลูออน เมื่อมาชนกันจักสร้างกลูออนที่มีพลังน้อยกว่าสี่ตัว ปรากฏการณ์นี้มักเกิดขึ้นหลายพันล้านครั้งต่อวินาทีในระหว่างการชน กล่าวคือ ไดอะแกรมทวิสเตอร์แสดงถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลูออนหกตัวในกรณีที่อนุภาคสอง (ซ้าย) และสี่ (ขวา) มีการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่เป็นลบจะมีคุณสมบัติคล้ายการหมุนแบบสปิน แผนภาพสามารถใช้เพื่อหาสูตรง่าย ๆ สำหรับแอมพลิจูดที่กระเจิง 6 กลูออน (ภาพที่ 86ก) ดังนั้น วิธีการคำนวณด้วยไดอะแกรมของเฟย์แมนหากต้องการแสดงปฏิสัมพันธ์ของอนุภาคจำนวน 8 กลูออน จักต้องใช้พีชคณิตศาสตร์ที่คำนวณประมาณ 500 หน้าจึงจะจบสิ้น




(ก) (ข)

ภาพที่ 86 วิธีการคำนวณแอมพลิทูเฮดรอน

(ก) ไดอะแกรมของเฟย์แมน

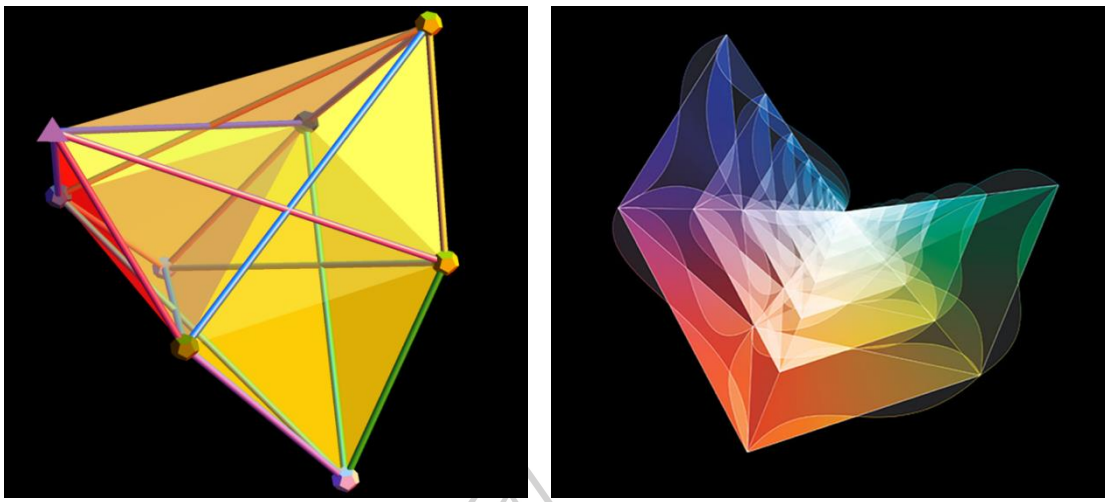
(ข) แอมพลิทูเฮดรอนแบบอัญมณีของอาร์คานิ อาเมด และทรินคา (Arkani-Hamed et al., 2014)

เมื่อพิจารณาถึงรูปทรงสมมุติเชิงสัญลักษณ์หรือแอมพลิทูเฮดรอนแบบอัญมณี (ภาพที่ 86ข) ตามที่อาร์คานิ อาเมด และทรินคาสร้างสรรค์ขึ้น แม้นมีที่มาบ่งบอกถึงนัยยะของความกระจัดกระจาย หากแฝงถึงความเรียบง่ายที่น่าทึ่งและปรากฏความสมมาตรของมิติที่ไม่สิ้นสุดซึ่งโดยมากมักซุกซ่อนหรือถูกบดบังมิดชิด ด้วยแอมพลิทูเฮดรอนปรากฏรูปทรงเสมือนอัญมณีที่มีเหลี่ยมเกสรอันละเอียดยิบย่อย มีความสลับซับซ้อนหรือประกบกัน และเสริมสร้างให้เห็นถึงมิติที่ลึกล้ำขึ้น การเข้าถึงสูตรคำนวณการหาค่าปริมาตรของอนุภาคหรือแอมพลิจูดที่กระจัดกระจายผ่านรูปทรงสมมุตินี้จึงแสดงถึงความเป็นไปได้ที่อนุภาคชุดหนึ่งจะเปลี่ยนเป็นอนุภาคอื่น ๆ เมื่อเกิดการชนกัน นอกเหนือจากการที่แอมพลิทูเฮดรอนแบบอัญมณีจักเป็นรูปทรงสมมุติที่ทำให้มนุษย์มองเห็นภาพของอนุภาคที่กระจัดกระจายท่ามกลางแรงโน้มถ่วงแห่งควอนตัมที่เป็นทฤษฎีนำพาไปสู่การเชื่อมต่อข้อสรุปของการกำเนิดจักรวาลได้อย่างราบรื่นมากยิ่งขึ้น แอมพลิทูเฮดรอนแบบอัญมณี ยังแสดงออกถึงลักษณะของการกระเจิงหรือการเป็นตัวแทนของการสลายตัวของเซลล์ จึงมักถูกใช้เป็นสิ่งสมมุติเชิงนามธรรมเพื่อแสดงหน่วยย่อยที่มีส่วนในการสร้างปฏิสัมพันธ์อันสมบูรณ์ของสรรพสิ่ง แสดงให้เห็นแง่มุมที่มีชีวิตและการมีตัวตนของอนุภาค สัญลักษณ์ดังกล่าวก่อให้เกิดความรู้สึกที่เชื่อมโยงถึงวัฏจักรแห่งนิเวศ

**2. การพิจารณารูปและนามเพื่อการออกแบบ**

ตามที่ได้กล่าวไว้ว่า ศาสตร์แห่งฟิสิกส์ค้นพบแอมพลิทูเฮดรอนในฐานะรูปทรงสมมุติที่ช่วยลดความยุ่งยากในการคำนวณปฏิสัมพันธ์ของอนุภาคและท้าทายทฤษฎีที่ระบุไว้ว่า ปริภูมิและเวลาคือองค์ประกอบพื้นฐานของความจริง ประกอบกับการเปิดเผยถึงรูปแบบแห่งการปฏิสัมพันธ์ของอนุภาค ซึ่งเป็นเหตุการณ์พื้นฐานที่สุดในธรรมชาติอาจแสดงออกมาได้ด้วยรูปทรงเรขาคณิตที่มีนัยสำคัญสะท้อนให้เห็นถึงความพยายามที่ยาวนานหลายทศวรรษในการศึกษาทฤษฎีควอนตัมที่อธิบายถึงการปฏิสัมพันธ์ของอนุภาคมูลฐานผ่านสูตรทางคณิตศาสตร์ที่มีกระบวนการคำนวณที่ยืดยาวหลายพันวิธี

การค้นพบรูปทรงสมมุติแอมพลิทูเฮดรอนแบบอัญมณีจึงเป็นเรื่องที่มหัศจรรย์สำหรับวงการฟิสิกส์ (Wolchover, 2013 as cited in Hodges, 2013) ที่สามารถอธิบายการปฏิสัมพันธ์ของอนุภาคอันแสนจะอธิบายได้อย่างยุ่งยากและซับซ้อน ได้ด้วยการคำนวณปริมาตรผ่านแอมพลิทูเฮดรอนที่มีลักษณะคล้ายอัญมณี ซึ่งสื่อสารถึงนิพจน์หรือหมายถึงการผสมผสานสัญลักษณ์ที่มีความหมายเชิงคณิตศาสตร์ต่าง ๆ และถูกจัดรูปแบบไว้เป็นอย่างดีในรูปร่างรูปทรงแบบระยะเดียวที่เทียบเท่ากัน (ภาพที่ 87ก และ ข)



(ก) (ข)

ภาพที่ 87 ภาพแสดงสัญลักษณ์ แอมพลิทูเฮดรอน

(ก) การจำลองภาพแอมพลิทูเฮดรอนผ่านวิธีการคำนวณปริมาตรโดยนักคณิตศาสตร์ (Jgmoxness, 2013)

(ข) การจำลองภาพแอมพลิทูเฮดรอนผ่านวิธีการคำนวณปริมาตรโดยศิลปิน (Gilmore, 2013)

การออกแบบต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคตครั้งนี้นำรูปทรงสมมุติเชิงสัญลักษณ์ “แอมพลิทูเฮดรอนแบบอัญมณี” เนื่องจากสาระสำคัญของการคำนวณคำตอบของรูปลักษณ์และปริมาตรของอนุภาคย่อยแห่งสรรพสิ่งที่นับเริ่มตั้งแต่การกำเนิดจวบถึงการสูญสลาย สะท้อนถึงความเปลี่ยนแปลง ปรับ หรือแปรผันของธรรมชาติในรูปแบบของการเคลื่อนไหวและกาลเวลาอันหมายถึง “วัฏฏะ” ที่หมุนผ่านอย่างไม่มีวันจบสิ้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้สื่อสารถึงธรรมะของ “ความสมดุล” นอกจากนี้ อาร์คานิอาเมด และทรินคายังสามารถคำนวณปริมาตรของแอมพลิทูเฮดรอนได้โดยตรงโดยไม่ต้องใช้ไดอะแกรมทวิสเตอร์เพื่อคำนวณปริมาตรของชิ้นส่วนให้ยุ่งยากเหมือนก่อน ซึ่งเสริมสร้างความลึกซึ้งมากขึ้นไปอีกด้วยโครงสร้างของแอมพลิทูเฮดรอนต้นแบบมีจำนวนเหลี่ยมเกสรหรือมุมที่ไม่จำกัด หากเกิดการวนซ้ำ ย้ำ และทับซ้อนกันไปเรื่อย ๆ เฉกเช่นวัฏจักรธรรมชาติ แอมพลิทูเฮดรอนจักพัฒนากลายเป็นรูปร่าง “วงกลม”

ความสำคัญดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า จุดมุ่งหมายของการออกแบบเริ่มต้นด้วยการคิดถึงทรัพยากรที่มีอนุภาคเล็กมากแต่ยิ่งใหญ่สำหรับมนุษย์ การเน้นย้ำให้มนุษย์รับรู้ถึงศักยภาพของความรู้ที่พัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ในยุคที่วิกฤตด้วยมรดกทางธรรมชาติ และการสร้างสรรค์ประดิษฐ์กรรมที่ยืดระยะเวลาของการดำรงชีวิตของทุกชีวิตออกไปด้วยคุณค่าของสิ่งที่สูญสลาย ดังนั้น แม้รูปทรงสมมุติของแอมพลิทูเฮดรอนจะมีเหลี่ยมมุมหรือระนาบของกะรัตแบบอัญมณี หากปลายทางของการวนซ้ำราวกับวัฏจักรนี้จักไปสิ้นสุดที่ความเป็นวงกลมหรือรูปร่างรูปทรงที่สะท้อนถึงสมดุลในความจริงโดยท้ายที่สุด ซึ่งมนุษย์ทุกคนย่อมปฏิเสธถึงความหมายของวงกลมมิได้ เนื่องจากวงกลมถูกใช้ในเชิงสัญลักษณ์เพื่อแสดงวงจรที่สมบูรณ์ของชีวิตมนุษย์ แสดงให้เห็นแง่มุมที่มีชีวิตและการมีตัวตนของมนุษย์ สัญลักษณ์วงกลมก่อให้เกิดความรู้สึกที่เชื่อมโยงถึงความสงบและสมบูรณ์ ดังคำกล่าวของเฮลมุท บริงเกอร์ (Helmut Brinker) ที่อธิบายไว้ว่าวงกลมเป็นสัญลักษณ์ของแก่นที่ไร้รูปและไร้สีซึ่งมีในทุกสิ่ง รวมถึง คาร์ล กุลสตาฟ จุง (Carl Gustav Jung) นักจิตบำบัดและจิตแพทย์ ได้เขียนถึงความหมายของวงกลมไว้ในงานของเขาว่า วงกลมคือตัวอย่างของความเป็นทั้งหมดตลอดกาล (Barreda, 2019) จักเห็นได้ว่า คาร์ล กุลสตาฟ จุง ให้ความสำคัญกับรูปร่างที่ได้รับแรงบันดาลใจมาจากธรรมชาติอันสะท้อนถึงความหมายที่เป็นนามธรรม และคาร์ล กุลสตาฟ จุง ยังเน้นย้ำถึงความสำคัญว่าบุคลิกภาพ ที่จะสามารถพัฒนาได้จากการใช้ความรู้สึกมากกว่าความคิด หรือใช้ความหยั่งรู้จากพลังงานทางจิตสู่โลกด้านใน (Introverted intuition) ให้มากกว่าความรู้จากประสาทสัมผัสของโลกภายนอก (Extroverted sensing) มนุษย์ก็จักสามารถพัฒนาด้านที่ละเลยให้เกิดความสมดุลและบริบูรณ์ขึ้น

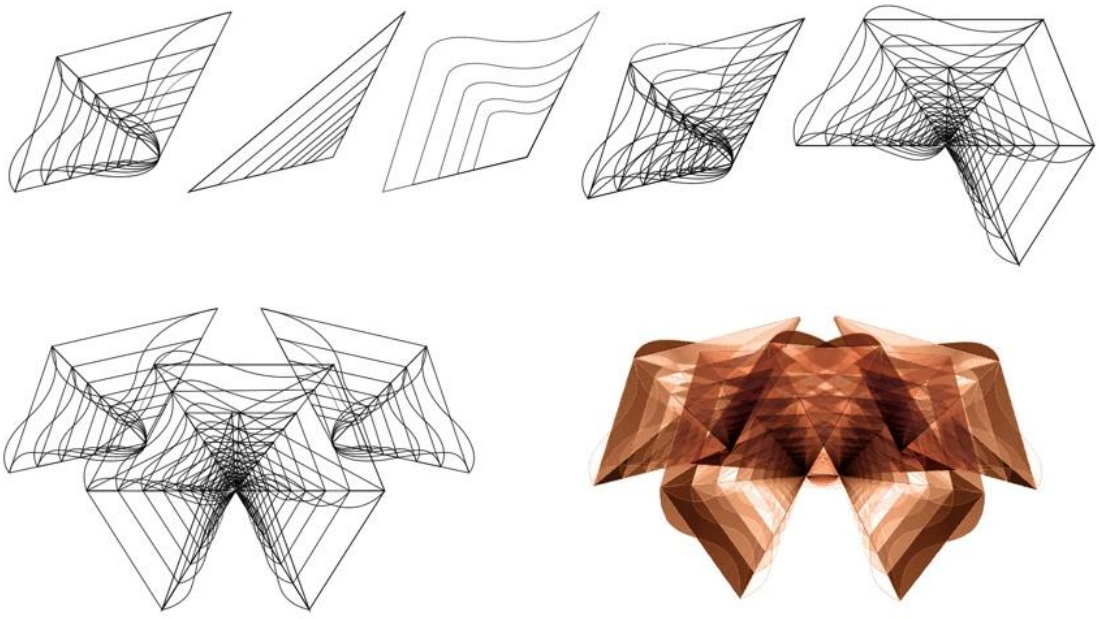
มหาวิทยาลัยศิลปากร

**รูปแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต**
**ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's)**

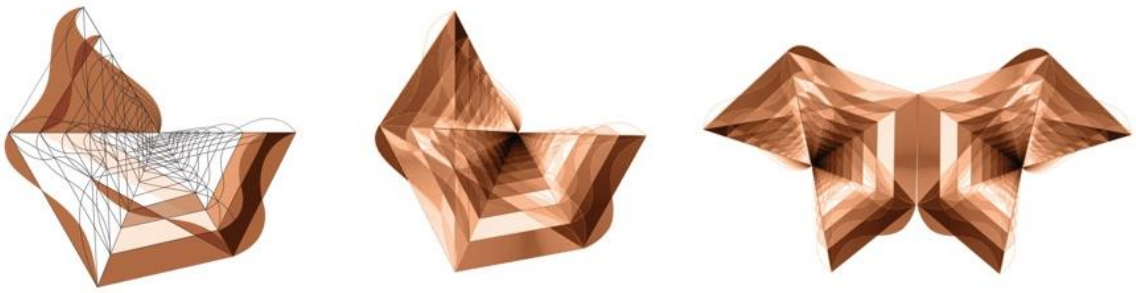
การพัฒนาประสิทธิผลของวัสดุสิ่งทอทดแทน ออกแบบ และทดลองผลิตต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคตเพื่อสนับสนุนการเติบโตของเศรษฐกิจสร้างสรรค์ประเภทแฟชั่นหมุนเวียนเพื่อความยั่งยืน แบ่งออกเป็น 3 หมวด เป็นจำนวนทั้งหมดทั้งสิ้น 19 ชิ้น ได้แก่ หมวดเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย จำนวน 5 ชิ้น (ภาพที่ 88ก ข ค ง และ จ) หมวดเครื่องประดับ จำนวน 11 ชิ้น (ภาพที่ 89ก และ ข) และหมวดเครื่องแต่งตัว จำนวน 3 ชิ้น (ภาพที่ 90ก และ ข) ซึ่งการจำแนกหมวดของเครื่องนุ่งห่มออกเป็นหลากหลายหมวดเพื่อสังเกตศักยภาพและประสิทธิผลของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่มีรูปแบบ ขนาด และประโยชน์การใช้สอยที่แตกต่างกัน

กระบวนการออกแบบสร้างสรรค์ ประกอบด้วย กระบวนการร่างภาพความคิดทั้งสองและสามมิติ กระบวนการขึ้นรูปทดลองการผลิต และต้นแบบสมบูรณ์ ดังมีภาพแสดงรายละเอียด ต่อไปนี้

**แบบร่างความคิดเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's) สองมิติ**



ภาพที่ 88 แบบร่างภาพเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต (Nakpan, 2020)



(ก)

(ข)

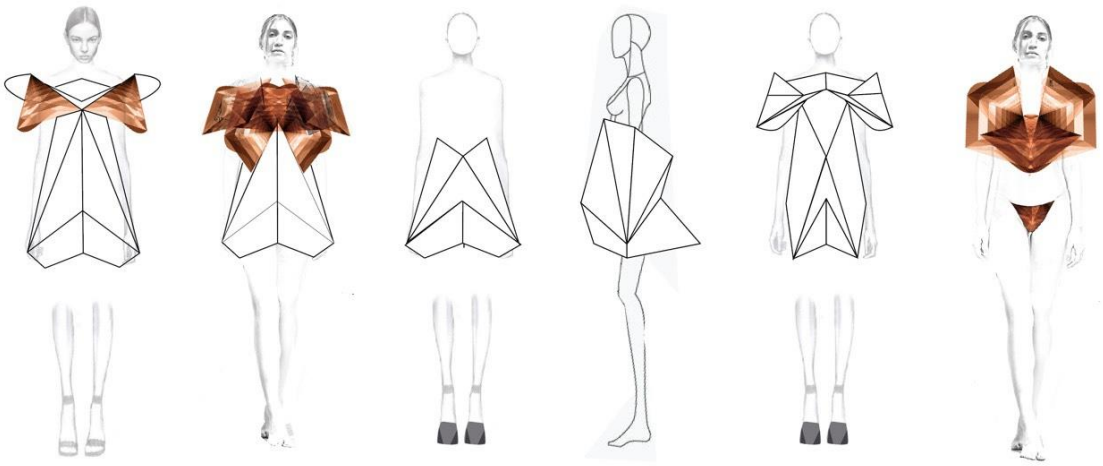
ภาพที่ 89 แบบร่างภาพเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต

(ก) ระดับหยาบ

(ข) ระดับละเอียด

(Nakpan, 2020)

(ก)



(ข)

ภาพที่ 90 แบบร่างภาพเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต

(ก) ระดับหยาบ

(ข) ระดับละเอียด

(Nakpan, 2020)

(ก)

(ข)

ภาพที่ 91 แบบร่างภาพสำเร็จเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต

(ก) หมายเลขที่ 1-3

(ข) หมายเลขที่ 4-5

(Nakpan, 2020)

**แบบร่างความคิดเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's) สามมิติ**

(ก) (ข)

ภาพที่ 92 การคัดเลือกวัสดุเพื่อการนำไปตัดเย็บเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต

(ก) การคัดสีสันและคุณภาพวัสดุ

(ข) ทดลองขึ้นส่วนของชุดชั้นในเพื่อทดสอบศักยภาพของวัสดุก่อนผลิตเครื่องนุ่งห่ม

(Nakpan, 2021)

(ก) (ข)

ภาพที่ 93 แบบร่างผ้าดิบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต

(ค) ทดลองขึ้นโครงสร้างทั้งลำตัว

(ง) ทดลองขึ้นรายละเอียดส่วนสำคัญ

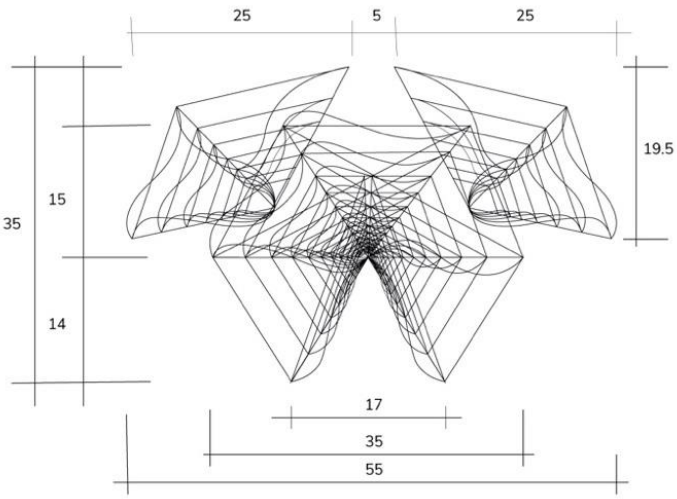
(Nakpan, 2021)

(ก) (ข) (ค)

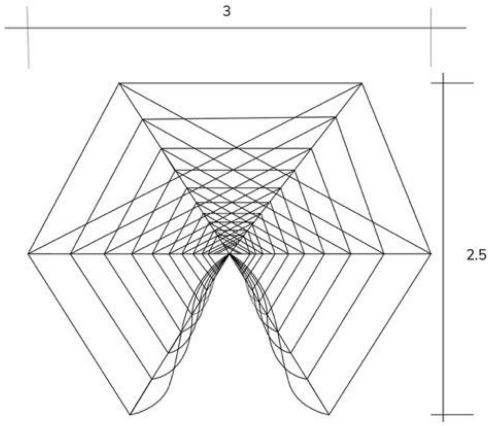
ภาพที่ 94 แบบร่างผ้าดิบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต
(ก) ทดลองขึ้นโครงสร้างทั้งลำตัว
(ข) ทดลองขึ้นรายละเอียดส่วนสำคัญ
(ค) ทดลองขึ้นรายละเอียดส่วนสำคัญ
(Nakpan, 2021)

(ก) (ข) (ค)

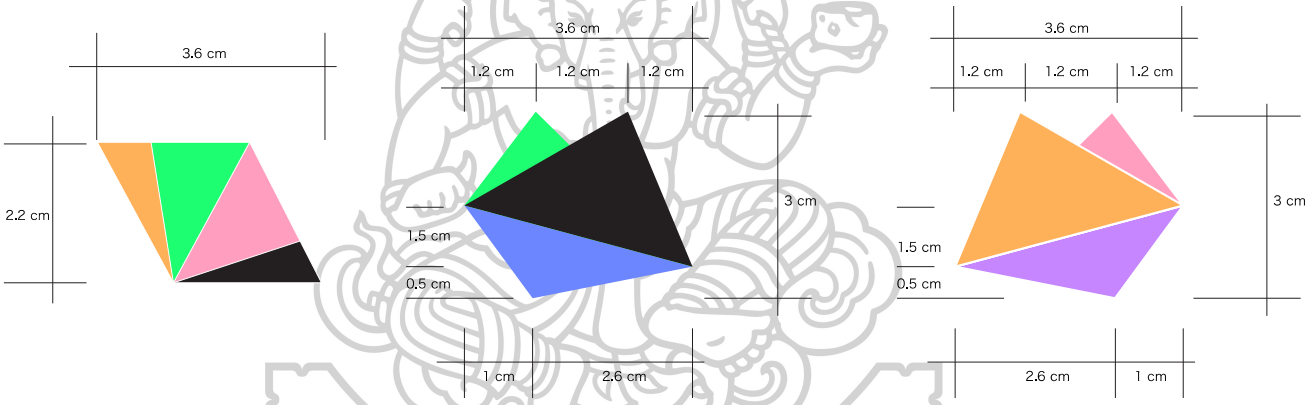
ภาพที่ 95 แบบร่างประกอบแผ่นวัสดุเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต
(ก) ทดลองประกอบชิ้นรูปร่าง
(ข) ทดลองประกอบการทับซ้อน
(ค) ทดลองประกอบการต่อลวดลาย
(Nakpan, 2021)



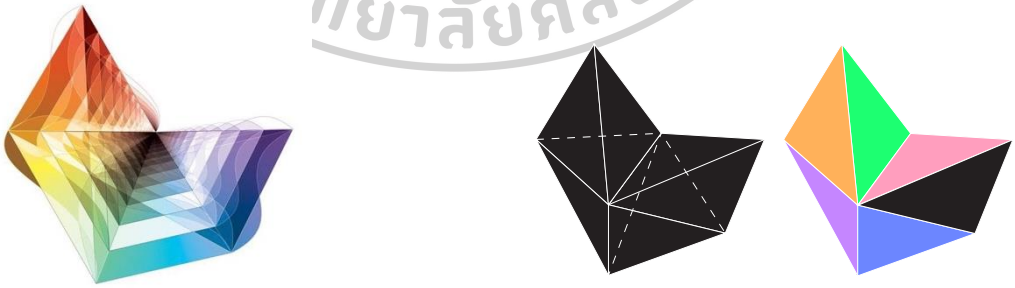

(ก)




(ข)



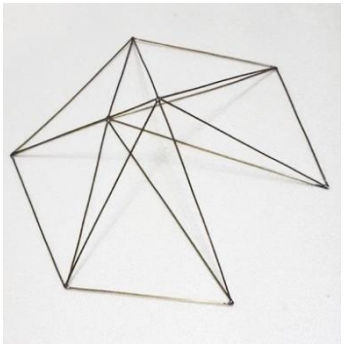

(ค)



(ง) (จ)

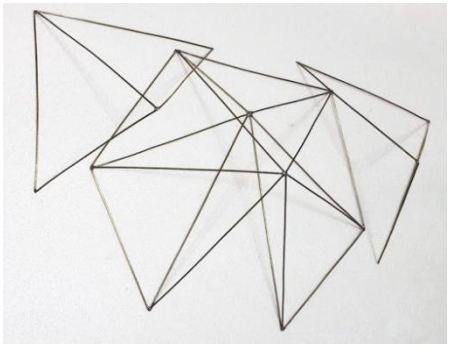
ภาพที่ 96 แบบร่างภาพเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต
(ก) (ข) (ง) แบบร่างภาพเครื่องแต่งตัว
(ค) (จ) แบบร่างภาพเครื่องประดับ
(Nakpan, 2021)

มหาวิทยาลัยศิลปากร



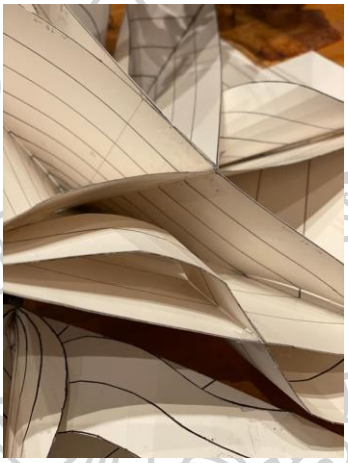
(ก)

(ข)

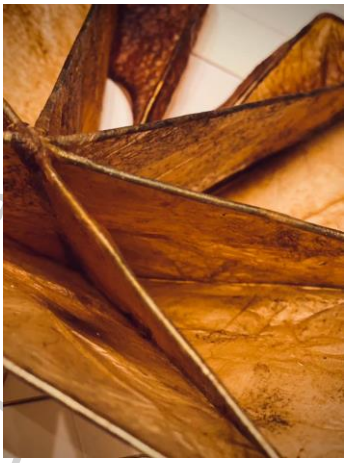


(ค)

(ง)



(จ)



(ฉ)

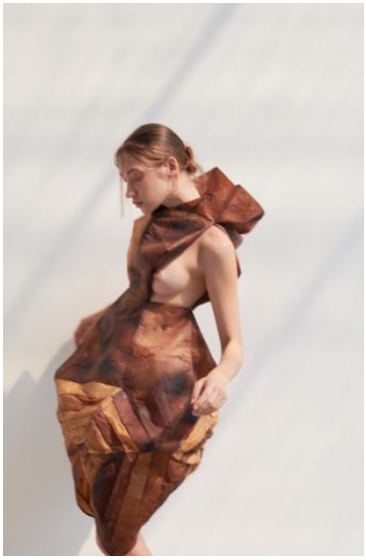
(ช)

(ซ)

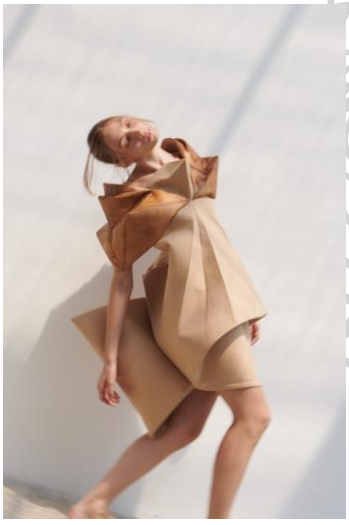
ภาพที่ 97 แบบร่างภาพ (สามมิติ) เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต
(ก) (ข) (ค) (ง) (จ) (ฉ) (ช) และ (ซ) การขึ้นรูปทดลองการผลิตเครื่องแต่งตัว
(Nakpan, 2021)

**ต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's)**

(ก)



(ข)



(ค)

(ง)

ภาพที่ 98 ต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's)
(ก) และ (ข) หมวดเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย ภาพชุดที่ 1
(ค) และ (ง) หมวดเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย ภาพชุดที่ 2
(Nakpan, 2021)

(ก) (ข)

(ค) (ง)

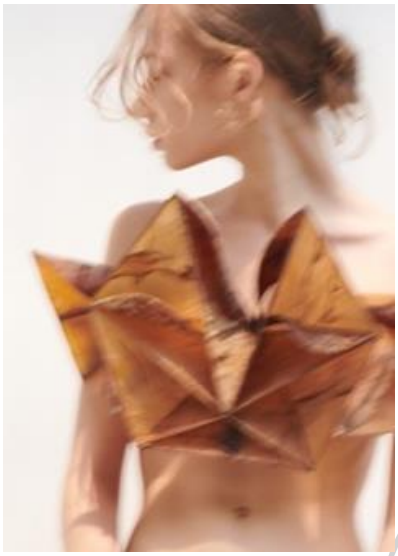
ภาพที่ 99 ต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One’s)
(ก) และ (ข) หมวดเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย ภาพชุดที่ 3
(ค) และ (ง) หมวดเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย ภาพชุดที่ 4
(Nakpan, 2021)

(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 100 ต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One’s)
(ก) และ (ข) หมวดเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย ภาพชุดที่ 5
(ค) และ (ง) ภาพขยายรายละเอียดของหมวดเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย ภาพชุดที่ 5
(Nakpan, 2021)

**ต้นแบบเครื่องแต่งตัวแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's)**

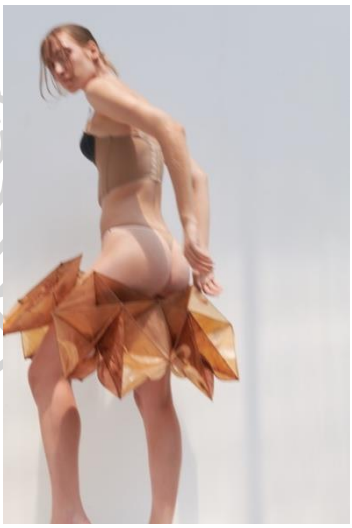


(ก)

(ข)

(ค)

(ง)



(จ)

ภาพที่ 101 ต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's)
(ก) (ข) และ (ค) หมวดเครื่องแต่งตัว ชิ้นหน้าอก หมายเลข 1
(ง) และ (จ) หมวดเครื่องแต่งตัว ชิ้นชายกระโปรง
(Nakpan, 2021)

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 102 ต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One’s)

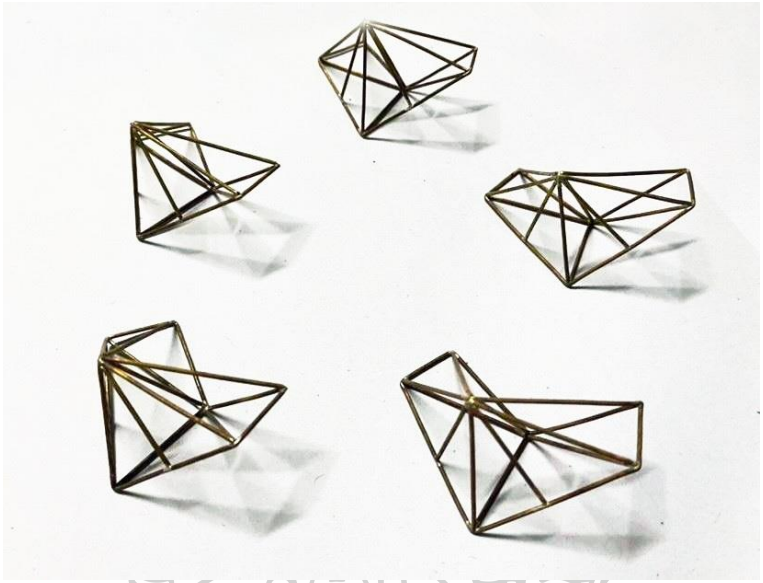
(ก) หมวดเครื่องแต่งตัว ชิ้นหน้าอก หมายเลข 1 ด้านหน้า

(ข) หมวดเครื่องแต่งตัว ชิ้นหน้าอก หมายเลข 1 ด้านข้าง

(ค) หมวดเครื่องแต่งตัว ชิ้นหน้าอก หมายเลข 1 ด้านข้าง แบบขยายใหญ่

(Nakpan, 2021)

**ต้นแบบเครื่องประดับแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's)**

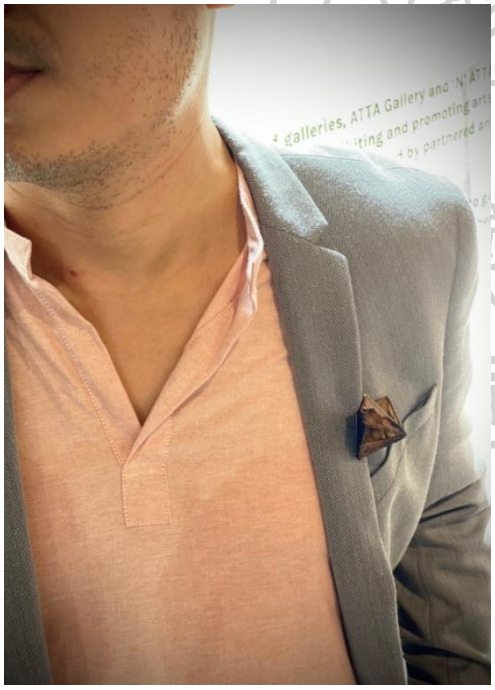


(ก)

(ข)

ภาพที่ 103 การผลิตเครื่องประดับแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's)
(ก) หมวดเครื่องประดับ แอมพลิทูเฮดรอนอัญมณี หมายเลข 1 ด้านข้าง
(ข) หมวดเครื่องประดับ แอมพลิทูเฮดรอนอัญมณีสร้างสรรค์ หมายเลข 2
(Nakpan, 2021)

(ก)



(ข)

(ค)

ภาพที่ 104 ต้นแบบเครื่องประดับแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's)
(ก) หมวดเครื่องประดับ หมายเลข 2
(ข) และ (ค) หมวดเครื่องประดับ หมายเลข 1
(Nakpan, 2021)

# บทที่ 5
# สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

บทสรุปของวิทยานิพนธ์ หัวข้อเรื่อง “นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” มุ่งเน้นผลลัพธ์แห่งการสร้างสรรค์ที่สอดรับกับเป้าหมายของการพัฒนาประเทศ ด้วยผู้วิจัยนำนโยบายตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 มาเป็นแม่บทของความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย โดยกำหนดขอบเขตการวิจัย และแสดงรายละเอียดออกมาทั้งหมด 3 แนวทาง ได้แก่ แนวทางการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ การเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของฐานทรัพยากรธรรมชาติ และสุนทรียศาสตร์แห่งการออกแบบ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลวิจัยที่สะท้อนเนื้อหาของขอบเขตการวิจัย ผู้วิจัยได้ระบุสาระสำคัญไว้ในบทที่ 3 และ 4 เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ส่วนบทที่ 5 คือส่วนของการนำบทสรุปมาอภิปรายผลเพื่อแสดงวิธีการในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อเสริมสร้างการสนับสนุนการเติบโตของเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ซึ่งแนวทางทั้งสามล้วนสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ อันได้แก่ ยุทธศาสตร์ที่ 8 การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม ยุทธศาสตร์ที่ 4 การพัฒนาและเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และยุทธศาสตร์ที่ 5 การสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจและแข่งขันได้อย่างยั่งยืน ตามลำดับความสำคัญโดยทั้งสิ้น เฉพาะอย่างยิ่ง ความสำเร็จของผลผลิตนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนครั้งนี้สามารถตอบสนองแนวทางเกี่ยวกับเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (BCG : Biology, Circular and Green) ซึ่งได้ระบุไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่12 และถูกกำหนดขึ้นเพื่อมุ่งสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs) อันเป็นกรอบทิศทางการพัฒนาของโลกที่องค์การสหประชาชาติเป็นผู้กำหนด

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบผลสัมฤทธิ์ตรงตามวัตถุประสงค์ สามารถบรรลุเป้าหมายของผลผลิต (Output) พร้อมตัวชี้วัด เป้าหมายของผลลัพธ์ (Outcome) พร้อมตัวชี้วัด และเป้าหมายของผลกระทบ (Impact) พร้อมตัวชี้วัด อันได้แก่

## เป้าหมายของผลผลิต (Output) พร้อมตัวชี้วัด

บรรลุเป้าหมายของผลผลิตเกินจำนวนปริมาณที่ได้ระบุไว้ในตอนต้น

**รายงานการวิจัยวิทยานิพนธ์**

ตามที่ระบุ จำนวน 1 เล่ม

ตามผลประกอบการ จำนวน 1 เล่ม

**การเผยแพร่ผลงานวิชาการลักษณะต่าง ๆ**

ตามที่ระบุ จำนวน 2 บทความ

ตามผลประกอบการ ระดับชาติ จำนวน 13 รายการ ระดับนานาชาติ จำนวน 12 รายการ

**ต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต**

ตามที่ระบุ จำนวน 15 ผลงาน

ตามผลประกอบการ จำนวน 19 ผลงาน

## เป้าหมายของผลลัพธ์ (Outcome) พร้อมตัวชี้วัด

บรรลุเป้าหมายของผลลัพธ์เกินความคาดการณ์ในระดับวงการศึกษาและการออกแบบ

**ผลลัพธ์เชิงคุณภาพ**

ผลงานนวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต สามารถนำองค์ความรู้เรื่องสีผิวของคนในราชอาณาจักรไทยในแต่ละภูมิภาคและสร้างสัมพันธภาพระหว่างสีกับผิวพรรณของมนุษย์ แสดงศักยภาพการประยุกต์สหวิทยาการด้านต่าง ๆ อาทิ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สุนทรียศาสตร์ และการออกแบบ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มเชิงก้าวหน้า

**ผลลัพธ์เชิงภาพลักษณ์**

ผลงานนวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต มุ่งเน้นการสร้างสรรค์เนื้อหาและวัสดุแบบใหม่ที่สังเคราะห์เส้นใยเมลานินชีวภาพจากดินเพื่อสนับสนุนให้มนุษย์สวมใส่เครื่องนุ่งห่มที่มีความเหมาะสมกับระดับสีผิวพรรณของ

ตนเอง นอกจากนี้ ยังสามารถใช้ระดับค่าสีผิวพรรณเป็นเกณฑ์กำหนดค่ามาตรฐานในการเลือกเสื้อผ้าแต่งกาย เสริมสร้างบุคลิกและรูปลักษณ์ภายนอก ยกระดับรสนิยมการแต่งกายของคนไทยในอนาคต และเป็นทางเลือกใหม่ให้กับวงการเครื่องนุ่งห่มไทย ที่สร้างขีดความสามารถในการแข่งขัน ทั้งในแง่นวัตกรรมวัสดุที่มาจากธรรมชาติและการเป็นผู้นำในวงการแฟชั่น

## เป้าหมายของผลกระทบ (Impact) พร้อมตัวชี้วัด

ส่งผลกระทบทั้งทางบวกและลบ จึงยังไม่บรรลุเป้าหมายตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดในระดับความคาดการณ์สูง เนื่องจากยังขาดแรงสนับสนุนเชิงประจักษ์ในระดับวงการอุตสาหกรรมแฟชั่นและสิ่งทอ

### ผลกระทบเชิงบวก

ผลผลิตและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คือ นวัตกรรมวัสดุ สะท้อนผลกระทบเชิงบวกด้าน “เทคโนโลยีการผลิตวัสดุแห่งอนาคต” ที่สามารถนำมาผลิตเครื่องนุ่งห่มอันนอกเหนือไปจากการส่งเสริมด้านความงามของรูปลักษณ์ภายนอกแล้ว ยังเป็นวัสดุที่มีความปลอดภัยต่อร่างกายของมนุษย์และสร้างคุณประโยชน์แก่วงการอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มไทย ขับเคลื่อนกลไกการตลาด กระตุ้นประสิทธิภาพในการสร้างแบรนด์ของตนเอง ประกอบกับประสิทธิผลในการสร้างเศรษฐกิจเชิงพาณิชย์ ได้แก่การลดต้นทุนการนำเข้าวัตถุดิบ เส้นด้าย เส้นใย กระบวนการทอ และผลิตในระดับมหาศาลเพราะสามารถหาได้จากธรรมชาติที่มีอยู่อย่างไม่จำกัด

### ผลกระทบเชิงลบ

สืบเนื่องจากการที่มนุษย์ค้นหานิยามที่นิยมของคำว่า “สวยงาม” มาเป็นระยะเวลายาวนานในทุกยุคทุกสมัย ด้วยการรับรู้ความงามของมนุษย์ถือเป็นการรับรู้เชิงประจักษ์ต่อสรรพสิ่ง แม้เพียงรูปกายภาพภายนอก หากผลล้วนกระทบต่อจิตใจซึ่งมักสนองตอบความพึงพอใจ เป็นเหตุให้การพิจารณาความงามของมนุษย์มีความแตกต่างกันเนื่องจากประสบการณ์ทางสุนทรียะที่ไม่เท่ากัน ดังนั้น ผลผลิตและอุปสรรคของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คือ ความเชื่อและการยึดติดในรูปลักษณ์ความสวยงามเพียงภายนอก ด้วยผิวสัมผัสของนวัตกรรมวัสดุแสดงออกถึงความบริสุทธิ์ที่แท้จริงและมีความไม่สมบูรณ์อันเกิดจากธรรมชาติและไร้การปรุงแต่งใด ร่องรอยที่ปรากฏบนผืนวัสดุมีลักษณะคล้ายผิวหนังของมนุษย์เป็นอย่างมาก ซึ่งบางครั้งเผยให้เห็นตำหนิ ความไม่เรียบเนียน หรือสีที่ไม่สม่ำเสมอ ตลอดจนความเป็นสีเนื้อดินที่เป็นสีน้ำตาลเอกรงค์อาจสร้างความไม่สดใส นิ่งสงบจนเกิดความน่าเบื่อ หรือขาดการกระตุ้นทำให้ไม่กระฉับกระเฉง และแห้งแล้ง

จึงเป็นหน้าที่ของนักออกแบบที่จะต้องสร้างสรรค์แนวความคิดเพื่อผลักดันความงามของนวัตกรรมวัสดุ สามารถสะท้อนตรรกะและคุณค่าแห่งความไม่สมบูรณ์ซึ่งตรงข้ามกับคำว่าสมบูรณ์ไร้ที่ติ นักออกแบบต้องชี้ให้เห็นถึงประสิทธิผลของวัสดุสิ่งทอทดแทนที่นำมาสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มสามารถเอื้อประโยชน์ใช้สอย ทั้งในส่วนของหน้าที่ปกปิดร่างกายหรือหน้าที่ด้านจิตใจอันมาจากการสร้างสรรค์ความงามที่ยั่งยืน และยังหมายรวมถึงการบูรณาการระหว่างปรัชญาแนวคิดทางจิตวิทยา เรื่อง “การเห็นคุณค่าในตัวเอง (Self-esteem)” และ “สมดุลแห่งความจริง” โดยนวัตกรรมวัสดุที่มีความเชื่อมโยงกับสีผิวพรรณของมนุษย์ อันเปรียบเสมือนว่า แนวคิดของการอยู่ร่วมกันอย่างกลมกลืนระหว่างธรรมชาติกับมนุษย์ที่แสดงการรับรู้เชิงประจักษ์ต่อสรรพสิ่ง อันหมายรวมถึงรูปกายภาพภายนอกที่มีความเป็นเส้นใยแผ่ขยาย ทับซ้อน เป็นริ้วรอยที่แสดงภาพลักษณ์ภายนอกอย่างอิสระอันก่อเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเสมือนกับผิวพรรณมนุษย์ที่จักเกิดร่องรอยจากการใช้ชีวิตบาดแผลเป็นที่เกิดขึ้นจากการรักษาเพื่อช่วยให้ดำรงชีวิตได้อย่างปลอดภัย ทำให้มนุษย์รับรู้ สำนึกอย่างเข้าใจ และยอมรับต่อสิ่งที่แปรเปลี่ยน ส่งผลให้มนุษย์เพียรพยายามแสวงหาสิ่งที่มาทดแทนหรือชดเชยสิ่งก่อนเก่า ทั้งนี้ เพื่อปรับตัวให้อยู่ร่วมกับสภาพการณ์ในปัจจุบันของวิถีชีวิตปกติระลอกใหม่ (The next normal) และสามารถบ่มเพาะจิตใจของมนุษย์ไปสู่ความสงบนิ่งรวมไปถึงการขยายผลปรัชญาทางความคิดเรื่องความงามที่แท้จริงแห่งการยอมรับกฎเกณฑ์ของธรรมชาติ คือ คุณค่าในกระแสนิยมแห่งความสุข ตลอดจน รากฐานของการเคารพธรรมชาติ อันถือเป็นการมีสติปัญญาในการพิจารณาถึงคุณค่าของทรัพยากรที่มีอยู่อย่างเหลือเฟือ เช่นเดียวกับการมองเห็นคุณค่าในตัวเอง

อาจกล่าวได้ว่า วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยที่เรียกว่า การวิจัยปฏิบัติการสร้างสรรค์ (Practice-led research) มุ่งเน้นการให้ความสำคัญต่อกระบวนการศึกษาในรูปแบบของการปฏิบัติการและดำเนินวิธีวิจัยแบบลงมือปฏิบัติ จุดมุ่งหมายของวิธีดังกล่าวอยู่ที่การพัฒนากระบวนการศึกษาความรู้เชิงสร้างสรรค์ที่นำไปสู่ชุดความรู้ใหม่ที่มีเอกลักษณ์ทางความคิดอันหมายถึงผลผลิตการวิจัยในรูปแบบของต้นแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากผลผลิตการวิจัยครั้งนี้คือเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคตโดยกระบวนการออกแบบสร้างสรรค์เปิดเผยให้รับทราบถึงองค์ความรู้ใหม่หลากหลายส่วนที่ยังไม่เคยปรากฏขึ้นส่อแสดงให้เห็นถึงแนวทางการพลิกวิกฤตด้วยการขบถต่ออดีตเพื่อที่จะปรับปัจจุบันและสร้างคุณค่าใหม่แก่มนุษย์ในอนาคต นอกเหนือจากผลสัมฤทธิ์ของวิทยานิพนธ์ อันได้แก่ รายงานการวิจัย ผลผลิตนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน และผลลัพธ์การออกแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต องค์ความรู้ที่จะสรุปต่อไปนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับสาขาการออกแบบแขนงอื่น ๆ เพื่อพัฒนาคุณประโยชน์แก่คุณภาพชีวิต จิตใจ และความเป็นอยู่ของมนุษย์ในภายภาคหน้า

## พินิจบทสรุปควบคู่กับการอภิปรายเพื่อผลลัพธ์ขององค์ความรู้ : ขบถต่ออดีต ปรับปัจจุบัน และสร้างคุณค่าใหม่

ผลสรุปอันถือเป็นสาระสำคัญของการวิทยานิพนธ์ในส่วนของการวิจัยความรู้ข้อมูลเกี่ยวกับสีผิวพรรณของมนุษย์แสดงความสำเร็จในการประมวลความรู้ส่วนที่ 1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสีผิวของมนุษย์ โครงสร้างสีผิวพรรณ และลักษณะสีผิวพรรณเฉพาะของมนุษย์ ส่วนที่ 2 แนวทฤษฎีในการวิเคราะห์การแบ่งกลุ่มของสีผิวของกลุ่มชนชาติต่าง ๆ เฉพาะอย่างยิ่ง ค่าระดับสีผิวพรรณของผู้คนในราชอาณาจักรไทย ทั้ง 4 ภูมิภาค และการศึกษาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับหลักจิตวิทยาของสี การรับรู้เรื่องสีของมนุษย์ และความหมายของสีที่มีผลต่อการรับรู้ด้านจิตใจ กอปรกับประสิทธิภาพของสีที่ได้จากนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนเส้นใยเมลานินชีวภาพที่ได้จากการสังเคราะห์ดินระบุชัดเจนถึงสีเนื้อดิน สีที่สะท้อนถึงแร่ธาตุแห่งการกำเนิด สีที่เป็นธรรมชาติของความเป็นรากฐาน และสีผิวพรรณของมนุษยชาติ ประสิทธิภาพดังกล่าว ผู้วิจัยได้พยายามระบุข้อมูลให้เป็นที่ประจักษ์ในรูปของการนำไปใช้หรือสร้างสรรค์ให้เกิดประโยชน์ใช้สอยอย่างชัดเจนเป็นระบบ องค์ความรู้ใหม่ที่สะท้อนการประมวลความรู้ทั้งสามส่วนปรากฏออกมาในนามของ “การขบถต่ออดีต”

### ขบถต่ออดีต : การขบถแนวความคิดด้วย “ความกลมกลืน” (The Rebel of Conceptual Harmony)

จากการศึกษาและวิเคราะห์กลุ่มสีผิวของกลุ่มประชากรไทย แบ่งออกเป็น 4 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ โดยแต่ละภูมิภาคคัดเลือกประชากรกลุ่มตัวอย่างในช่วงอายุระหว่าง 20-25 ปี จำนวน 100 ราย รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 400 ราย ในส่วนของข้อมูลด้านรสนิยมเรื่องสีสันกับการแต่งตัว พบว่าสีดำเป็นคำตอบที่สูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 41 และสีขาวเป็นลำดับรองลงมา คือ ร้อยละ 24 เป็นที่สังเกตว่า สีเนื้อหรือนู้ดมีค่าความนิยมค่อนข้างน้อยที่สุดโดยคิดเป็นร้อยละ 6 จึงกล่าวได้ว่า การขบถต่อข้อมูลเรื่องสีสันกับรสนิยมการแต่งตัวไม่ให้เป็นไปตามผลแบบสอบถาม คือ องค์ความรู้ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และเพื่อสร้างให้เกิดการยอมรับ ผู้วิจัยจึงต้องออกแบบระบบของการนิยามสมบัติด้านสีของกลุ่มสีเนื้อดินที่แสดงความลึกซึ้งด้วยการสร้างมาตรฐานแก่วัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อการสร้างโอกาสแก่การเป็นวัสดุทางเลือกสำหรับวงการอุตสาหกรรมสิ่งทอชีวภาพในอนาคต

#### 1. กลมกลืนด้วยเอกรงค์

เริ่มต้นที่ความเข้าใจในหลักการพื้นฐานของการจัดองค์ประกอบศิลป์ เรื่อง ความกลมกลืน (Harmony) หมายถึง ลักษณะของความสัมพันธ์กันของสรรพสิ่งและองค์ประกอบต่าง ๆ ที่นำมาประกอบเข้าด้วยกันเกิดเป็นการสนับสนุนกันหรือรวมกันได้อย่างไม่ขัดแย้งกัน ความกลมกลืนสร้าง

ความรู้สึกลื่นไหล ต่อเนื่อง ไม่เกิดอุปสรรค หรือความไม่สะดวกและสะดุดส่งผลถึงความเป็นเอกภาพ ประโยชน์ของความกลมกลืนคือการใช้ตัวกลางหรือตัวเชื่อมประสาน (Transition) สิ่งที่มีความแตกต่างกันให้เกิดเป็นความสัมพันธ์ มีวิธีการสร้างความกลมกลืนมากมายในกระบวนการสร้างสรรค์ศิลปะและการออกแบบ อาทิ การสร้างความกลมกลืนด้วยรูปร่างรูปทรง พื้นผิว ขนาด และสี ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงต้องการอภิปรายถึงคุณประโยชน์ของการบูรณาการผลสรุปของประเด็นการวิจัยทั้งสาม ได้แก่ ผลผลิต “เส้นใยเมลานินชีวภาพ” จากทางการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ ผลผลิต “การประเมินค่าระดับสีเมลานินในวัสดุสิ่งทอทดแทน” ซึ่งถือเป็นการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของฐานทรัพยากรธรรมชาติ และผลผลิต “ต้นแบบเครื่องนุ่งห่ม” ที่สะท้อนสุนทรียศาสตร์แห่งการออกแบบ

วิธีการขบถแนวความคิดด้วยความกลมกลืนอาศัยสิ่งสำคัญในสถานะตัวกลางเพื่อการเชื่อมประสานผลสรุปของประเด็นการวิจัยทั้งสามตามที่ระบุไปข้างต้น คือ สีเนื้อของเมลานินในดิน ด้วยวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งเน้นเรื่องการออกแบบแนวความคิดในการใช้เม็ดสีเมลานินของสีผิวพรรณมนุษย์จากการสังเคราะห์นวัตกรรมวัสดุชนิดใหม่ที่สามารถนำมาใช้ทดแทนวัสดุที่ยังไม่เคยปรากฏ ซึ่งผลลัพธ์ของค่าสีผิวพรรณของกลุ่มเป้าหมายแห่งราชอาณาจักรไทยปรากฏถึงความสอดคล้องกับนวัตกรรมได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการแสดงค่าระดับความเป็นสีผิวพรรณของกลุ่มประชากรเป็นกลุ่มสีเดียวกันกับสีน้ำตาลของสีวัสดุที่สังเคราะห์มาจากดิน ผนวกกับรูปธรรมของต้นแบบเครื่องนุ่งห่มสามารถสร้างความสมดุลกับสีผิวพรรณมนุษย์ โดยเป็นการใช้ทฤษฎีสีเอกรงค์ (Monochrome) หรือการใช้สีเนื้อดินที่มาจากวัสดุเพียงสีเดียว แต่มีการออกแบบเพื่อสร้างความลดหลั่นกันในเรื่องของน้ำหนักสีซึ่งแบ่งได้ตั้งแต่ 3-6 สีที่อยู่ข้างเคียงกันในวงล้อสี ผลลัพธ์ของการจับกลุ่มสีในวิธีการดังกล่าวจะสนับสนุนให้เกิดจิตวิทยาของการเห็นสีให้เกิดความรู้สึกเรียบ สงบ และสร้างความสมดุลระหว่างผู้สวมใส่กับธรรมชาติอย่างแท้จริง รวมทั้งผลลัพธ์ที่สำคัญที่สุด คือ การส่งเสริมแนวความคิดเพื่อสร้างความชื่นชอบในสีเนื้อ (Nude) และสนับสนุนให้มนุษย์เกิดทัศนคติของการเคารพตนเองตามเป้าหมายของวัตถุประสงค์ทฤษฎีจิตวิทยาเรื่องความเคารพตนเอง

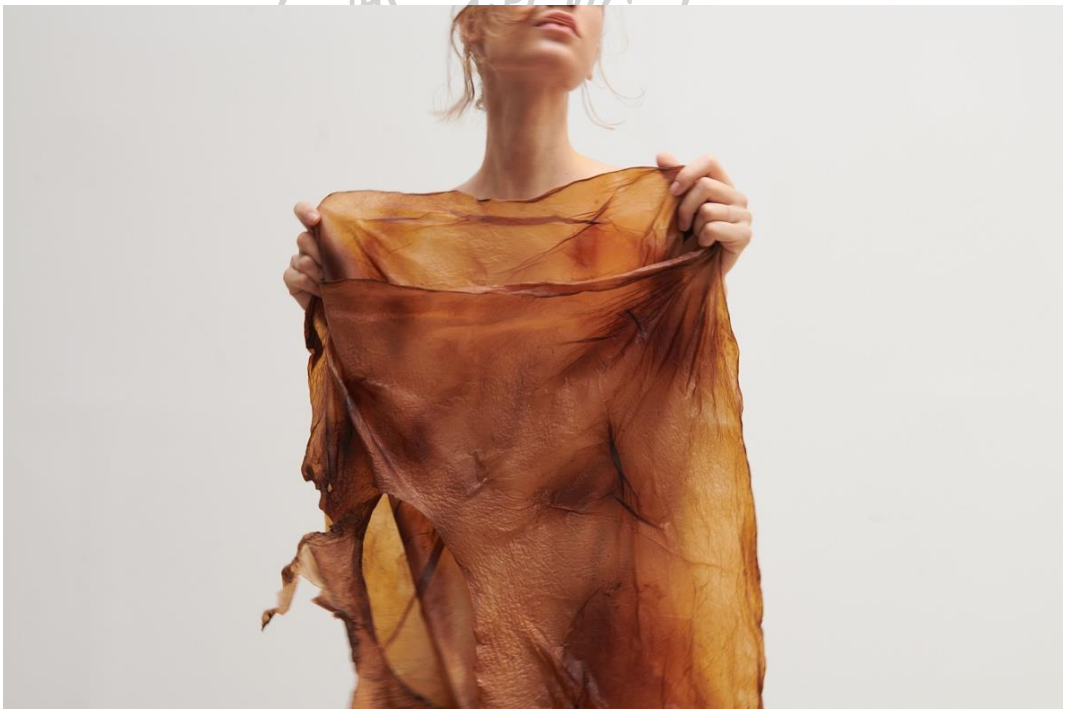
**2. กลมกลืนด้วยธรรมชาติเฉพาะตน**

จากที่กล่าวถึงความสำคัญของเครื่องนุ่งห่มสำหรับมนุษย์ในอนาคตมาโดยตลอด ผลสรุปในฐานะผลิตภัณฑ์ต้นแบบสามารถแสดงศักยภาพในการบูรณาการความรู้ระหว่างปรัชญาสุนทรียศาสตร์กับนวัตกรรม ก่อให้เกิดประสิทธิผลของการออกแบบวัสดุสิ่งทอทดแทนอันมีส่วนสำคัญต่อการเสริมสร้างความตระหนักถึงการอาศัยอยู่ร่วมกันอย่างเกื้อกูลกับผู้อื่นรวมถึงธรรมชาติ นำพามนุษย์ไปสู่วิถีการดำรงชีวิตที่ปลอดภัย เป็นการเพิ่มคุณค่าของปัญญาการสร้างสรรค์ และการแสวงหาหรือปรารถนาในวิถีทางแห่งการตอบสนองความต้องการอันไปสู่คำนิยามที่เรียกว่า “ความเคารพตนเอง” ย่อมเพิ่มพูนสัมพันธภาพระหว่างมนุษย์กับวัสดุทดแทนสิ่งทอ ตลอดจนส่งเสริมให้มนุษย์รักษาวัฏฏะอันเป็นนิเวศวิทยา (Ecology) อย่างแท้จริง ซึ่งมนุษยชาติสามารถนำเนื้อหาสาระดังกล่าวมาใช้เป็นแก่นแท้แห่งการมีชีวิต

หากจักอภิปรายถึงกลยุทธ์ขบถแนวความคิดด้วยการสร้างความกลมกลืนผ่านทัศนคติของการเคารพตนเองสู่ความสำเร็จในเชิงมหภาค นักออกแบบมีความจำเป็นจักต้องนำเสนอคุณประโยชน์ที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากความสำเร็จในระดับบุคคลอันหมายถึงการบ่มเพาะสุนทรียะของรสนิยมที่มาจากความงามตามธรรมชาติส่วนบุคคลและสะท้อนออกมาในรูปแบบของทัศนคติแห่งการเคารพตนเอง ย่อมสามารถพัฒนาให้เจริญเติบโตเป็นทัศนคติแห่งการเคารพชนชาติหรือชาติพันธุ์ได้ไม่ยาก นอกเหนือจากความพยายามดังกล่าว ยังเป็นที่ประจักษ์อีกว่า กระบวนทัศน์ในการพัฒนาประเทศภายใต้คำจำกัดความ “ไทยแลนด์ 4.0” ต้องการปรับเปลี่ยนประเทศไปสู่โครงสร้างเศรษฐกิจที่ให้ความสำคัญกับมูลค่าในฐานะคุณค่า ‘Value–based economy’ หรือ “เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม” ซึ่งมีผลให้เกิดการบูรณาการระหว่างนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาของประเทศ ดังนั้น การบ่มเพาะทัศนคติของผู้คนในประเทศให้มีความพร้อมในการเข้าสู่ยุคไทยแลนด์ 4.0 ด้วยเหตุนี้ ประเทศจึงต้องการเครื่องมือนำพาในหลากหลายสวน เช่นเดียวกับศิลปะและการออกแบบที่เป็นหนึ่งในเครื่องมือชั้นเยี่ยม แม้การออกแบบเครื่องนุ่งห่มอาจแสดงรูปลักษณ์เป็นเพียงวัตถุภายนอกเพียงเพื่อหน้าที่ใช้สอย ปกคลุม สร้างความอบอุ่น และปกป้องร่างกายจากสภาพภูมิอากาศที่หนาวเย็นเท่านั้น หากมนุษย์ทุกชาติพันธุ์ล้วนให้ความสำคัญกับการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่มตลอดระยะเวลาหลายพันปี ดังนั้น การเลือกใช้สีเพื่อส่งเสริมความงามแก่สรีระและเสริมสร้างบุคลิกภาพของผู้สวมใส่โดยคำนึงถึงสีผิว ย่อมเป็นกลยุทธ์ที่ขับเน้นความงดงามแก่รูปร่างและลักษณะภายนอก เช่น บุคลิกภาพ รสนิยม หรือความคิดอ่านของผู้เป็นเจ้าของได้เป็นอย่างดียิ่ง อีกทั้งยังสามารถสะท้อนถึงความเป็นชนชาติ และสุนทรียะในการดำรงชีวิต จึงกล่าวได้ว่า วัตถุภายนอกร่างกายสามารถเป็นเสมือนเครื่องมือที่เอื้อให้มนุษย์เกิดการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ ๆ เพิ่มพูนแรงกระตุ้น มีความกระตือรือร้นใฝ่ค้นคว้า มีพลังความคิดสร้างสรรค์ ทั้งหมดที่กล่าวมานี้ คือทักษะแห่งการพัฒนาตนเองเพื่อพัฒนาทักษะแห่งอนาคต และเป็นทักษะที่มีความเหมาะสมกับการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 อันเป็นศตวรรษที่เต็มเปี่ยมไปด้วยกระแสของการเปลี่ยนแปลงทางสังคมโลกและเป็นพลวัตร อนึ่ง การขับเคลื่อนวิถีชีวิตด้วยนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ภายใต้สังคมแห่งปัญญา สังคมแห่งการเรียนรู้ และสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้คือรากฐานที่สำคัญต่อการแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

จึงกล่าวได้ว่า การสวมใส่ศิลปะการออกแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคตคือการเรียนรู้และพัฒนาตนเองชนิดหนึ่ง มีความเหมาะสมกับยุคไทยแลนด์ 4.0 เนื่องจากการรับรู้ถึงภูมิปัญญาการสร้างสรรค์ไม่ได้มีเป้าหมายที่มีอยู่ภายในกรอบการเรียนรู้แบบดั้งเดิมเท่านั้น แต่มุ่งเน้นที่ความสามารถในการต่อยอดองค์ความรู้ด้วยทัศนคติที่เปิดกว้างเพื่อนำชีวิตไปสู่การเป็นผู้สร้างสรรค์นวัตกรรมและการวิจัยที่สอดคล้องภารกิจสำคัญในการขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศในด้านต่าง ๆ ต่อไป เฉพาะอย่างยิ่ง ด้านสังคมและเศรษฐกิจ

(ก)



(ข)

ภาพที่ 105 หลักการสร้างความกลมกลืนของนวัตกรรมสิ่งทอทดแทน
(ก) ความกลมกลืนของสีเอกรงค์
(ข) ความกลมกลืนด้วยธรรมชาติเฉพาะตน
(Nakpan, 2021)

**ปรับปัจจุบัน : “Melanin CMYK” สูตรการปรับเพื่อขยับความแม่นยำและคมชัด**

จากที่ผู้วิจัยได้สร้างสรรค์วิธีการเทียบเคียงค่าความเป็นสีและความสว่างสำหรับสีของนวัตกรรมเส้นใยเมลานินชีวภาพเพื่อใช้เป็นวัสดุสิ่งทอทดแทนโดยพัฒนาทฤษฎีวงจรสีมันเซล และระบุปริมาณตัวเลขในรูปแบบของระบบสีพานิชย์ คือ แพนโทนเพื่อสนับสนุนการระบุสีด้วยระบบสีวัตถุธาตุและระบบสีของแสง ซึ่งปรากฏในบทที่ 3 และ 4 เรียบร้อยแล้วนั้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปผลการทดลอง ทำให้ผู้วิจัยค้นพบปัญหาจากข้อเท็จจริง ดังต่อไปนี้

**1. พบปัญหา**

1.1 ทฤษฎีสีมันเซล

ไม่พบการระบุค่าน้ำหนักและระยะความสดของสีที่แม่นยำเป็นระบบจำนวนตัวเลขในทฤษฎีสีมันเซล ส่งผลให้การสื่อสารถึงสีเฉพาะใด ๆ เกิดปัญหาในการระบุสี ไม่สะดวก ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ทั้งนี้ด้วยเหตุผลในการนำไปใช้ด้านใด ไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษา รวมทั้งผลิตผลงานแฟชั่นและสิ่งทอ ตลอดจนสิ่งพิมพ์และงานนิเทศศิลป์

1.2 ระบบสีวัตถุธาตุ

ไม่พบการระบุค่าน้ำหนักและระยะความสดของสีที่แม่นยำเป็นระบบจำนวนตัวเลขในระบบสีวัตถุธาตุ ที่ระบุค่าตัวเลขแน่ชัดในแต่ละระดับของค่าน้ำหนักสี ส่งผลให้การสื่อสารถึงสีเฉพาะใด ๆ เกิดปัญหาในการระบุสี ไม่สะดวก ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ทั้งนี้ด้วยเหตุผลในการนำไปใช้ด้านใด ไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษา รวมทั้งผลิตผลงานแฟชั่นและสิ่งทอ ตลอดจนสิ่งพิมพ์และงานนิเทศศิลป์

ด้วยเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงขออภิปรายข้อดีของการค้นหาทางแก้ไขด้วยการปรับเพิ่มข้อมูลการระบุค่าน้ำหนักและระยะความสดของสีเป็นตัวเลข พร้อมทั้งสามารถนำไปใช้ควบคู่กับทฤษฎีสีเพื่อสร้างความแม่นยำและคมชัดในการระบุกลุ่มสี เฉพาะอย่างยิ่ง เหมาะสำหรับกลุ่มสีนวัตกรรมเส้นใยเมลานินชีวภาพในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทน ซึ่งอาจมีการขยายผลสู่นวัตกรรมเชิงพานิชย์ในอนาคต ทั้งนี้ ชุดข้อมูลความรู้ใหม่ยังสามารถใช้เป็นบรรทัดฐานเพื่อนำไปสร้างสรรค์ศิลปกรรมหรือประโยชน์เชิงพานิชย์ด้านอื่น ๆ อาทิ การเสริมสร้างมาตรฐานการผลิตสำหรับวงการอุตสาหกรรมแฟชั่นและสิ่งทอ กระทั่งวงการศิลปะและการออกแบบนิเทศศิลป์ในอนาคต

**2. ค้นหาทางแก้ไข**

ทฤษฎีสีมันเซลบัญญัติคุณสมบัติของสีไว้ 2 กลุ่มดังนี้ คือ กลุ่มที่หนึ่ง คือ กลุ่มสีสัน จำแนกความเป็นสีได้ 10 สี ได้แก่ ม่วงแดง ม่วง น้ำเงิน น้ำเงินเขียว เขียว เขียวเหลือง เหลือง เหลืองแดงและแดง ส่วนกลุ่มที่สอง คือ สีไร้สีสัน จำแนกได้ 3 สี ประกอบด้วยสีขาว สีเทา และสีดำ

วงล้อสีของทฤษฎีมันเซลจึงแสดงค่าความเป็นสีสันอยู่รอบวงกลมและสีไร้สีสันจะอยู่กึ่งกลางของวงกลม เมื่อนำสีสันมาผสมกับสีไร้สีสันจะทำให้เกิดค่าระดับสีในโทนต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถแบ่งเป็นค่าระดับของการผสมสีในปริมาณมากหรือน้อยอันส่งผลต่อการเกิดค่าน้ำหนักของสีที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ ยังจำแนกได้อีก 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่หนึ่ง คือ สีสันผสมสีขาวจะได้ผลลัพธ์ คือ กลุ่มสีสันที่แสดงค่าน้ำหนักสว่างสูง กลุ่มที่สอง คือ สีสันผสมสีเทาจะได้ผลลัพธ์ คือ กลุ่มสีสันที่แสดงค่าน้ำหนักสว่างระดับกลางหรือเทา และกลุ่มที่สาม คือ สีสันผสมสีดำจะได้ผลลัพธ์ คือ กลุ่มสีสันที่แสดงค่าน้ำหนักสว่างต่ำหรือมืด ซึ่งทฤษฎีสีมันเซลกำหนดให้สีไร้สีสันหรือสีขาว สีเทา และสีดำอยู่จุดตรงกลางของวงจรสี โดยมีกลุ่มสีสันอยู่ภายนอกรอบวงกลม ทั้งหมดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสีสันที่อยู่รอบนอกไล่เรียงไปสู่เส้นกึ่งกลางของวงกลมคือสีไร้สีสัน สังเกตได้ว่า ระยะห่างที่แสดงผลของแกนแนวนอนแสดงระดับค่าน้ำหนักของสีทั้งหมดจำนวน 8 ระดับ

2.1 ความรู้ตั้งต้น

ในระบบของสีวัตถุธาตุ ค่าของสีดำเกิดขึ้นจากตัวเลขที่สมบูรณ์ของค่าสี CMYK ในแต่สี มีค่าเท่ากับ 100 (อันมีเงื่อนไขจากค่าสีร้อยเต็มปริมาตรสี) ระบุเป็นสมการคือ *“สีดำ (K) = C 100 M 100 Y 100 K 100”* ดังนั้น สีแท้จากสเปรคตรัมตามทฤษฎีมันเซลจะสามารถระบุเป็นสมการ (ภาพที่ 103ก) ได้แก่

2.1.1 สีแดง (R) = C 0 M 100 Y 100 K 0

2.1.2 สีเหลือง (Y) = C 0 M 0 Y 100 K 0

2.1.3 สีเขียว (G) = C 100 M 0 Y 100 K 0

2.1.4 สีน้ำเงินม่วง (BP) = C 100 M 100 Y 0 K 0

ส่วนสีแท้ที่เกิดจากคู่สีสเปรคตรัมผสมกันหรือสีขั้นที่สองตามทฤษฎีมันเซลจะสามารถระบุเป็นสมการ (ภาพที่ 103ข) ได้แก่

2.1.5 สีเหลืองแดง (YR) = C 0 M 50 Y 100 K 0

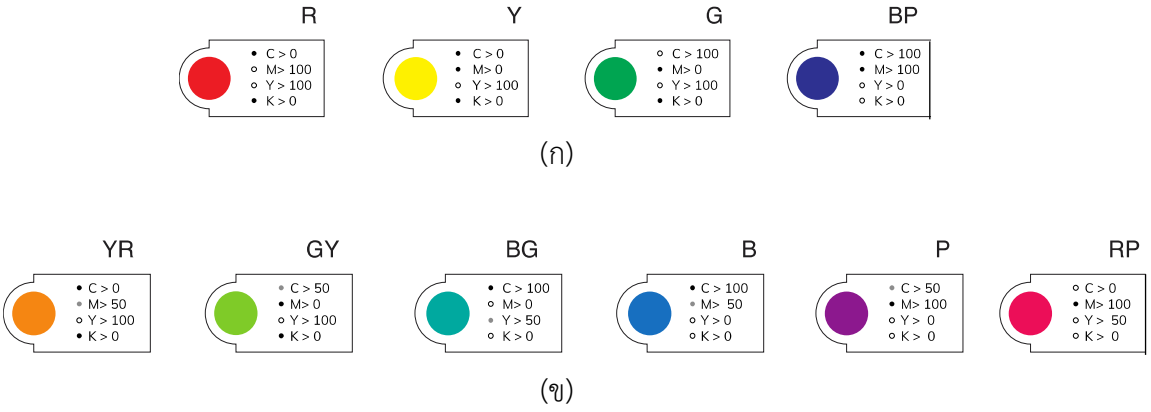
2.1.6 สีเขียวเหลือง (GY) = C 50 M 0 Y 100 K 0

2.1.7 สีน้ำเงินเขียว (BG) = C 100 M 0 Y 50 K 0

2.1.8 สีน้ำเงิน (B) = C 100 M 50 Y 0 K 0

2.1.9 สีม่วง (P) = C 50 M 100 Y 0 K 0

2.1.10 สีม่วงแดง (PR) = C 0 M 100 Y 50 K 0




ภาพที่ 106 ค่าสีในระบบวัตถุธาตุ

(ก) แสดงค่าระบุเป็นตัวเลขของสีแท้

(ข) แสดงค่าระบุเป็นตัวเลขสีแท้ผสมแปรผันระหว่างสีข้างเคียง

Developed by Nakpan (2020)

2.2 ความรู้ใหม่

สูตรการคำนวณค่าน้ำหนักและระยะความสดของสีที่แตกต่างกันในแต่ละระดับมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 สูตรที่หนึ่ง ; การหาค่าน้ำหนัก (ภาพที่ 104)

การหาค่าน้ำหนักในแต่ละระดับของสี ยกตัวอย่างสีแดงในทฤษฎีมันเซล คือ *“5 (R)”* เปรียบเทียบกับระบบสีของวัตถุธาตุสามารถระบุค่าด้วยตัวเลข ได้แก่ *“สีแดง (R) คือ C 0 M 100 Y 100 K 0”* โดยค่าสมการสูตรแรกคือการหาค่าน้ำหนักของสีแดงซึ่งระบุค่า C และ K เท่ากับ 0 จากนั้นให้นำค่าทั้งสองมาหารด้วยระยะห่างของทฤษฎีมันเซลที่ระบุระยะห่างของค่าน้ำหนักของสีไว้ 8 ระยะ โดยสูตรสมการนี้ต้องการหาค่าตัวเลขในระยะห่างของความเป็นสีสันในช่วงที่แปรผันของแต่ละระดับสีแดงจนถึงสีดำ

ดังนั้น สูตรที่หนึ่ง คือ ค่าของสีไร้สีสันหรือดำ (A) หารด้วยระยะห่างของค่าน้ำหนักสี (B) ซึ่งมีค่าเท่ากับค่าระยะห่างของสีในแต่ละระดับของค่าสีแดงจนถึงสีดำ (C) จะได้คำตอบคือ ระยะห่างของค่าน้ำหนักของสีหรือสามารถระบุเป็นสมการ ดังนี้

(A) หาร (B) = (C) หรือ 100 หาร 8 เท่ากับ 12.5

แสดงว่าระยะที่ 1 ตัวอย่างเช่น *“สีแดง (R) คือ C 0 M 100 Y 100 K 0”*

สีในระยะที่ 2 คือ *“สีแดง (R) คือ C 12.5 M 100 Y 100 K 12.5”*

และสีในระยะที่ 3 คือ *“สีแดง (R) คือ C 25 M 100 Y 100 K 25”*

ทั้งหมดจะมีค่าระยะห่างตัวเลข 12.5 จนถึงค่าของสีไร้สีสันหรือสีดำ *คือ C 100 M 100 Y 100 K 100*

2.2.2 สูตรที่สอง ; การหาค่าน้ำหนัก (ภาพที่ 105)

การหาค่าน้ำหนักในแต่ละระดับของสี ยกตัวอย่างสีแดงในทฤษฎีมันเซล คือ *“5 (YR)”* เปรียบเทียบกับระบบสีของวัตถุธาตุสามารถระบุค่าด้วยตัวเลข ได้แก่ *“สีเหลืองแดง (YR) คือ C 0 M 50 Y 100 K 0”* โดยค่าสมการสูตรแรกคือการหาค่าน้ำหนักของสีแดงซึ่งระบุค่า M เท่ากับ 50 จากนั้นให้นำค่าทั้งสองมาหารด้วยระยะห่างของทฤษฎีมันเซลที่ระบุระยะห่างของค่าน้ำหนักของสีไว้ 8 ระยะ โดยสูตรสมการนี้ต้องการหาค่าตัวเลขในระยะห่างของความเป็นสีสันในช่วงที่แปรผันของแต่ละระดับสีแดงจนถึงสีดำ

ดังนั้น สูตรที่สอง คือ ค่าของสีไร้สีสันหรือดำ (A) หารด้วยระยะห่างของค่าน้ำหนักสี (B) ซึ่งมีค่าเท่ากับค่าระยะห่างของสีในแต่ละระดับของค่าสีเหลืองแดงจนถึงสีดำ (C) จะได้คำตอบคือ ระยะห่างของค่าน้ำหนักของสีหรือสามารถระบุเป็นสมการ ดังนี้

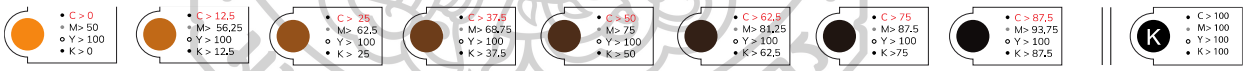
(A) หาร (B) = (C) หรือ 100 หาร 8 เท่ากับ 6.25

แสดงว่าระยะที่ 1 ตัวอย่างเช่น *“สีเหลืองแดง (YR) คือ C 0 M 50 Y 100 K 0”*

สีในระยะที่ 2 คือ *“สีเหลืองแดง (YR) คือ C 12.5 M 56.25 Y 100 K 12.5”*

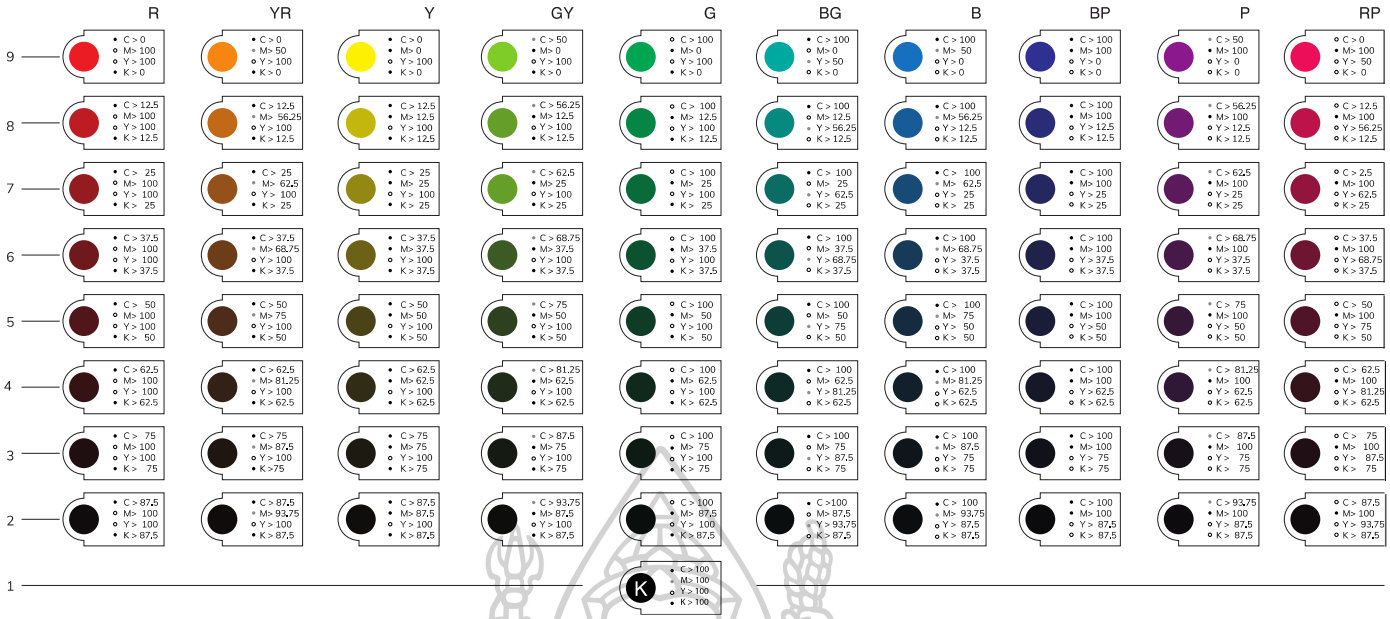
และสีในระยะที่ 3 คือ *“สีเหลืองแดง (YR) คือ C 25 M 62.5 Y 100 K 25”*

ทั้งหมดจะมีค่าระยะห่างตัวเลข 6.25 จนถึงค่าของสีไร้สีสันหรือสีดำ *คือ C 100 M 100 Y 100 K 100* (ภาพที่ 106)




ภาพที่ 107 สูตรที่หนึ่ง ; การหาค่าน้ำหนัก Developed by Nakpan (2020)

ภาพที่ 108 สูตรที่สอง ; การหาค่าน้ำหนัก Developed by Nakpan (2020)




ภาพที่ 109 แสดงค่าน้ำหนักของสีในระบบสีวัตถุธาตุ Developed by Nakpan (2020)

2.2.3 สูตรที่สาม

สูตรที่สาม ; ค่าสีข้างเคียงในวงล้อสี (ภาพที่ 107)

การระบุตำแหน่งระยะห่างของสีในวงล้อสี แบ่งเป็น 2 วิธีการ ได้แก่ กำหนดจากค่าสีแท้ และกำหนดจากค่าสีข้างเคียง

การกำหนดจากค่าสีแท้เริ่มต้นด้วยการกำหนดระดับค่าสีแท้แต่ละสี โดยสมมุติการแทนค่าด้วยตัวเลข 5 (Hue)* และในวงล้อประกอบด้วยสีแท้จำนวนทั้งสิ้น 10 สี ได้แก่ สีแดง (5R), สีเหลืองแดง (5YR), สีเหลือง (5Y), สีเขียวเหลือง (5GY), สีเขียว (5G), สีน้ำเงินเขียว (5BG), สีน้ำเงิน (5B), สีน้ำเงินม่วง (5BP), สีม่วง (5P) และสีม่วงแดง (5PR)

หมายเหตุ * ตัวเลขของสีใด ๆ ที่ขึ้นด้วย 5 หมายความถึง ระยะห่างระหว่างสีหลักและสีข้างเคียงแต่ละสีในวงล้อสี

แสดงการเปรียบเทียบทฤษฎีสีมันเซล และสีวัตถุธาตุ (ภาพที่ 108)

| | | | |
|---|---|---|---|
| สีแดง | (5R) | = | C 100 M 100 Y 0 K 0 |
| สีเหลืองแดง | (5YR) | = | C 0 M 50 Y 100 K 0 |
| สีเหลือง | (5Y) | = | C 0 M 0 Y 100 K 0 |
| สีเขียวเหลือง | (5GY) | = | C 50 M 0 Y 100 K 0 |
| สีเขียว | (5G) | = | C 100 M 0 Y 100 K 0 |
| สีน้ำเงินเขียว | (5BG) | = | C 100 M 0 Y 50 K 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| สีน้ำเงิน | (5B) | = | C 100 M 50 Y 0 K 0 |
| น้ำเงินม่วง | (5BP) | = | C 100 M 100 Y 0 K 0 |
| สีม่วง | (5P) | = | C 50 M 100 Y 0 K 0 |
| สีม่วงแดง | (5PR) | = | C 0 M 100 Y 50 K 0 |

ส่วนการกำหนดจากค่าสีข้างเคียงแสดงค่าแปรผันตามความสัมพันธ์ของการผสมสีในการไล่ความเป็นสีในวงล้อสี สามารถระบุตัวเลขตามทฤษฎีสีมันเซล ได้แก่ 2.5 (Hue), 7.5 (Hue) และ 10 (Hue) อาทิเช่น 5(R) คือ สีแดง (R) แสดงค่าความเป็นสีแดงสูงที่สุดของสี และสีข้างเคียงในระยะถัดไปคือ 7.5 (YR) มีปริมาณของสีแดงและสีเหลืองแดงผสมอยู่เล็กน้อย 10 (R) มีปริมาณของสีแดงและสีเหลืองแดงผสมอยู่เท่ากัน ลำดับสุดท้ายคือ 2.5 (R) มีปริมาณของสีแดงผสมอยู่น้อยกว่าสีเหลืองแดง

ดังนั้น สูตรที่สาม คือ ค่าของสีแท้หรือค่าสีวัตถุธาตุ (A) หารด้วยระยะห่างของค่าข้างเคียงสีแท้ (B) ซึ่งมีค่าเท่ากับค่าระยะห่างของสีข้างเคียง (C) แล้วนำมาลบกับค่าสีแท้ (AA) จะได้คำตอบ (AAA) หรือสามารถระบุเป็นสมการ ดังนี้

(A) หาร (B) = (C) – (AA) = (AAA) หรือ 100 หาร 8 เท่ากับ 1.25 นำมาลบกับ 100 จะได้คำตอบ หรือระยะห่างของสีข้างเคียงอัน ได้แก่ 5 (Hue), 7.5 (Hue), 10 (Hue) และ 2.5 (Hue) เรียงตามลำดับ

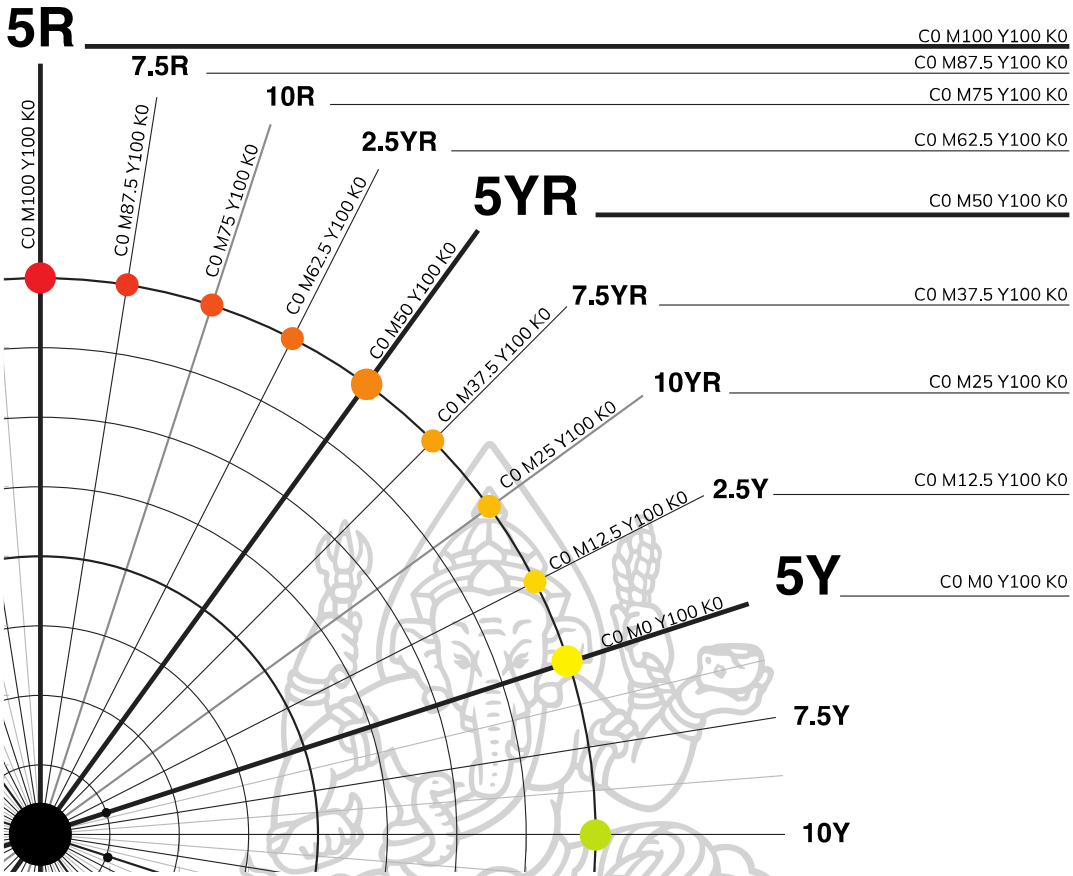
ตัวอย่างเช่น *“สีแดง (5R) คือ C 0 M 100 Y 100 K 0”* กับ *“สีเหลือง (Y) คือ C 0 M 0 Y 100 K 0”* ตัวเลขแปรผันเป็นรหัสสีแดง 5(R) ได้แก่ M 100 และรหัสสีเหลือง คือ M 0

สีข้างเคียงในระยะที่ 1 คือ *“สีแดง 7.5(R) คือ C 0 M 87.5 Y 100 K 0”*

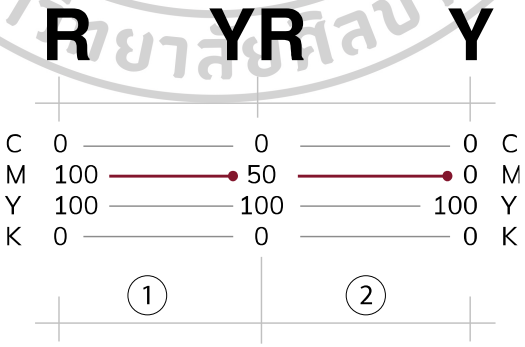
สีข้างเคียงในระยะที่ 2 คือ *“สีแดง 10(R) คือ C 0 M 75 Y 100 K 0”*

สีข้างเคียงในระยะที่ 3 คือ *“สีแดง 2.5(R) คือ C 0 M 62.5 Y 100 K 0”*

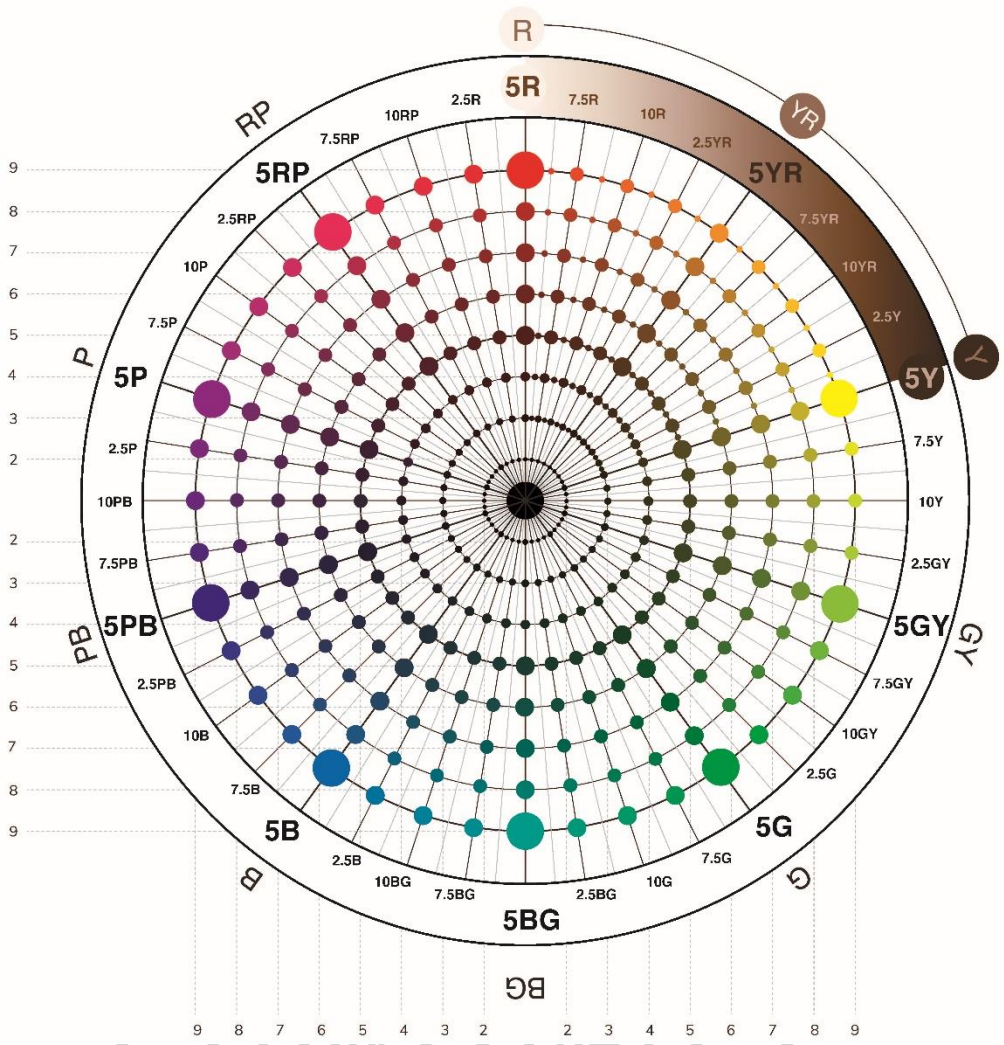
ทั้งหมดจะมีค่าระยะห่างตัวเลข 1.25 จนถึงค่าของสีแท้ในลำดับถัดไปในวงล้อสี (ภาพที่ 109)




ภาพที่ 110 สูตรที่สาม ; ค่าสีข้างเคียงในวงล้อสี Developed by Nakpan (2020)




ภาพที่ 111 ค่าระยะห่างระบุเป็นตัวเลขระหว่างสีแท้กับสีแท้ในลำดับถัดไป Developed by Nakpan (2020)




ภาพที่ 112 แสดงค่าระบุเป็นตัวเลขของสีข้างเคียงในวงล้อสี Developed by Nakpan (2020)

**สร้างคุณค่าใหม่ : จาก “เล่ม สู่ โลก” การนำเสนอผลงานสู่สาธารณชน**

การประยุกต์กระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรมเพื่อค้นพบนวัตกรรมวัสดุชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติโดดเด่นของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีส่วนในการฟื้นฟูรากฐานการเจริญเติบโตของประเทศ เสริมสร้างความมั่นคงของฐานทรัพยากรธรรมชาติ เป็นการอนุรักษ์โดยคำนึงถึงการใช้สอยอย่างมีขีดจำกัดและจัดการต้นทุนทางธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ต่อไปในอนาคตอย่างเป็นธรรม นับเป็นการสร้างความสมดุลต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรงอันเป็นที่มาของการส่งเสริมคุณภาพชีวิตของทรัพยากรมนุษย์ที่ดี ตามที่กล่าวไปแล้วว่า ผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากวิทยานิพนธ์แสดงศักยภาพและสนับสนุนต่อสรุปยุทธศาสตร์ที่ 5 การเสริมสร้างความมั่นคงแห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศสู่ความมั่งคั่งและยั่งยืน ของแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 ที่มุ่งยกระดับการแข่งขันภาคการผลิตด้วยการนำนวัตกรรมงานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์เพื่อพัฒนาสู่ฐานเศรษฐกิจใหม่

สำคัญอย่างยิ่ง คือ สามารถนำมาใช้เป็นต้นแบบสินค้าแฟชั่นหมุนเวียนเพื่อสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจและแข่งขันของประเทศได้อย่างยั่งยืน ด้วยเหตุผลที่ว่าวัสดุทดแทนสิ่งทอชนิดนี้เป็นนวัตกรรมใหม่ที่ขับเคลื่อนการลงทุนในภาคอุตสาหกรรมของการบริโภคผลิตภัณฑ์แฟชั่นที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเริ่มต้นจากกระบวนการการออกแบบจนถึงการผลิตสินค้า ให้ได้มาตรฐานการลดมลพิษด้วยเทคโนโลยีที่สะอาด การใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ตลอดจน ส่งเสริมให้ภาคธุรกิจลดการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศ

วิธีการสร้างคุณค่าใหม่ขององค์ความรู้จากวิทยานิพนธ์เกิดขึ้นจากการวางแผนกลยุทธ์การนำเสนอออกเป็นระบบและแสดงลำดับของการดำเนินงานควบคู่ไปกับการทำวิทยานิพนธ์ โดยผู้วิจัยวางแผนเวลาและสถานที่สำหรับการเผยแพร่ผลงานวิจัยให้มีความสอดคล้องอย่างสัมพันธ์กัน มีรายละเอียดดังนี้

**1. กลยุทธ์ด้านเวลา**

แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะการแบ่งเซลล์วิจัย การเพิ่มขนาดของเซลล์วิจัย และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์วิจัย

1.1 ระยะการแบ่งเซลล์วิจัย หมายถึง ระยะเวลานับตั้งแต่การเสนอหัวข้อและการค้นหาข้อมูลวิจัยเบื้องต้น ดังรายการต่อไปนี้

1.1.1 การนำเสนอผลงานรูปแบบโปสเตอร์ เรื่อง “สัมพันธภาพระหว่างเม็ดสีเมลานินสีผิวพรรณมนุษย์ และเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” การประชุมทางวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ ศิลปากรวิจัย ครั้งที่ 11 จัดโดย มหาวิทยาลัยศิลปากร ประเทศไทย

1.1.2 บทความวิชาการและการนำเสนอผลงานรูปแบบโปสเตอร์ เรื่อง “Using Soil as Textile Substitute: Innovation for the Future” The Korea Association of Art & Design 2019 International Symposium held in Ewha Womans University, South Korea

1.1.3 นิทรรศการการออกแบบและนวัตกรรม เทศกาลอัญมณีและเครื่องประดับครั้งที่ 64 Innovation and Design Zone (IDZ) Bangkok Gems and Jewelry Fair 64th Edition September 2019

1.3.4 ทุนพัฒนาบัณฑิตศึกษา สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประเทศไทย

1.3.5 ทุนสนับสนุนนักศึกษาระดับหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต สาขาการออกแบบ มหาวิทยาลัยศิลปากร

1.2 ระยะการเพิ่มขนาดของเซลล์วิจัย หมายถึง ระยะเวลาของการสร้างสมมุติฐานและศึกษาข้อมูลการวิจัยเพื่อพิสูจน์ผลสัมฤทธิ์ด้วยอาศัยขอบเขตของเนื้อหาและวิธีดำเนินการวิจัย ดังรายการต่อไปนี้

1.2.1 การนำเสนอผลงานวิจัยรูปแบบบรรยาย เรื่อง “Using Soil as Textile Substitute: Innovation for Future” การประชุมทางวิชาการระดับนานาชาติ : The 14th International Conference on Design Principles & Practices, at Pratt Institute, Brooklyn Campus, Brooklyn, United States ประเทศสหรัฐอเมริกา

1.2.2 การนำเสนอผลงานวิจัยรูปแบบบรรยาย เรื่อง “Soil as Substitute Material for Fabric, Reflecting Self-Appreciation” นักวิจัย 1/10 ที่ได้รับการคัดเลือก เทศกาลงานออกแบบกรุงเทพ ฯ : One of the 10th selected Designers, Project “Bangkok Design Week 2020” Research Day, Thailand Creative Centre (TCDC), Bangkok, Thailand ประเทศไทย

1.2.3 นิทรรศการผลงานการออกแบบ โครงการดีมาร์ค ศักยภาพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ไทย กระทรวงพานิชย์ Circular Design, Cycle of Life, Design Excellence Award (DEmark) 2020 A Series of Lingerie : “Innovative Synthesized Melanin from Soil as Textile Substitute to Create Garments for the Future” The Icon Siam Department Store, Bangkok, Thailand ประเทศไทย

1.2.4 นิทรรศการผลงานการออกแบบระดับนานาชาติ (ได้รับการคัดเลือกเข้าร่วมแสดง) Growth & Evolution International Jewellery Exhibition, Beijing Design Week 2020 จัดโดยองค์กร DBC International Designer Space, Beijing, China

1.2.5 รางวัล “รองชนะเลิศ” Circular Design, Cycle of Life, Design Excellence Award (DEmark) 2020 ในนาม A Series of Lingerie : “Innovative Synthesized Melanin from Soil as Textile Substitute to Create Garments for the Future” กระทรวงพานิชย์ ประเทศไทย

1.3 ระยะการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์วิจัย หมายถึง การค้นพบความรู้และทดลองผลของความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อยืนยันและประจักษ์ต่อคุณภาพและสาระสำคัญขององค์ความรู้ ดังรายการต่อไปนี้

1.3.1 บทความวิชาการและการนำเสนอผลงานวิจัยรูปแบบบรรยาย เรื่อง “นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทน เพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” การประชุมทางวิชาการระดับประเทศ ในงาน “มหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ ๒๕๖๓ (Thailand Research Expo 2020)” ประเทศไทย

1.3.2 การนำเสนอผลงานวิจัยรูปแบบบทความวิชาการ เรื่อง “นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอสังเคราะห์จากดินเพื่อตอบสนองระบบนิเวศวิทยาแห่งธรรมชาติ” การประชุมวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษาสาขาสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา ครั้งที่ 19 “Dwelling, Belonging, and Becoming (อยู่ กลืน กลาย)” จัดโดย ภาควิชาสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ร่วมกับศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน) ประเทศไทย

1.3.3 การนำเสนอผลงานวิจัยรูปแบบบรรยาย เรื่อง “นวัตกรรมการใช้ดินเพื่อสังเคราะห์วัสดุสิ่งทอทดแทนและต้นแบบธุรกิจสร้างสรรค์เครื่องแต่งกายประเภทชุดนอนสุขภาพ” การประชุมวิชาการ วิจัยและสร้างสรรค์ศิลปกรรมและสถาปัตยกรรม ครั้งที่ 5 : การสร้างสรรค์ในยุคอุบัติใหม่ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ประเทศไทย

1.3.4 นำเสนอผลงานวิจัยรูปแบบบรรยาย เรื่อง “Soil as Creative Textile Substitute to Restore Ecology System in Post-pandemic Time” การประชุมทางวิชาการระดับนานาชาติ : The 15th International Conference on Design Principles & Practices the University of Monterrey, Monterrey, Mexico ประเทศเม็กซิโก

1.3.5 ผลงาน “เงาชฎา” : นิทรรศการผลงานเครื่องประดับเชิงศิลป์นานาชาติ (ได้รับการคัดเลือกเข้าร่วมแสดง) จัดโดย The 10th Edition of Arte Y Joya International Award 2020-2021 Arte Y Joya. Contemporary Jewellery Yearbook. Barcelona, Spain กรุงบาร์เซโลนา ประเทศสเปน

1.3.6 ผลงาน “ชฎาดิน” และ “เงาชฎา” : นิทรรศการผลงานเครื่องประดับเชิงศิลป์นานาชาติ (ได้รับการคัดเลือกเข้าร่วมแสดง) จัดโดย พิพิธภัณฑ์มัณฑนศิลป์แห่งชาติ กรุงมาดริด ประเทศสเปน Museo Nacional de Artes Decorativas of Madrid, Spain

1.3.7 ผลงานนวัตกรรมด้านการออกแบบ ได้รับการคัดเลือก เทศกาลงานออกแบบกรุงเทพ ฯ : “Bangkok Design Week 2021” Thailand Creative Centre (TCDC), Bangkok, Thailand แกลเลอรี่ “อนัตตา” เจริญกรุง 30 ประเทศไทย

1.3.8 รางวัล “รอบคัดเลือกเข้าร่วมแสดง” ผลงานเครื่องประดับร่วมสมัย Arte Y Joya International Award 2020-2021 กรุงบาร์เซโลนา ประเทศสเปน (Barcelona, Spain)

1.3.9 ผลงานแฟชั่นเครื่องแต่งกาย : นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนสังเคราะห์จากการใช้ดิน ชื่อ “วงจรแห่งชีวิต” รางวัล “ผลงานยอดเยี่ยม 1 ใน 10 ” Art Exchange 2020 : Imagine Artistic Dialects : Thinking into Doing. นิทรรศการศิลปะออนไลน์ระดับนานาชาติและการแข่งขันในมูลนิธิในสมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าสิริวัณณวรี นารีรัตนราชกัญญาร่วมกับสำนักงานศิลปวัฒนธรรมร่วมสมัย (OCAC) กระทรวงวัฒนธรรมคณะศิลปกรรมศาสตร์ อักษรศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล, มหาวิทยาลัยบูรพา, คณะมัณฑนศิลป์ และมหาวิทยาลัยศิลปากร เครือข่ายมหาวิทยาลัยเพื่อการเปลี่ยนแปลง (UNC)

1.3.10 ผลงานนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนสังเคราะห์จากการใช้ดิน ชื่อ “ผืน-ดิน” (Pheun Din) รางวัล “รองชนะเลิศ (เหรียญทองแดง)” Art Exchange 2020 : Imagine Artistic Dialects : Thinking into Doing. นิทรรศการศิลปะออนไลน์ระดับนานาชาติและการแข่งขันในมูลนิธิในสมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าสิริวัณณวรี นารีรัตนราชกัญญา ร่วมกับสำนักงานศิลปวัฒนธรรมร่วมสมัย

(OCAC) กระทรวงวัฒนธรรมคณะศิลปกรรมศาสตร์ อักษรศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล, มหาวิทยาลัยบูรพา, คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร และเครือข่ายมหาวิทยาลัยเพื่อการเปลี่ยนแปลง (UNC)

1.3.11 บทความวิชาการ เรื่อง “การใช้ดินสังเคราะห์นวัตกรรมสิ่งทอทดแทนสร้างสรรค์เครื่องแต่งกายประเภทชุดนอนสุขภาพมุ่งสู่วิถีแห่งสุขอย่างยั่งยืน” ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารสุขศึกษา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ปีที่ 44 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2564)

1.3.12 บทความวิจัย เรื่อง “นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนจากการสังเคราะห์ดินเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร

**2. กลยุทธ์ด้านสถานที่**

แบ่งออกเป็น 2 ระดับ

2.1 ระดับชาติ

ระยะเวลา 3 ปี มีจำนวนทั้งหมด 13 รายการ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.1 ผลงานวิชาการ ประเภท การนำเสนอโปสเตอร์ จำนวน 1 รายการ

2.1.2 ผลงานวิชาการ ประเภท บทความ (Proceeding) จำนวน 3 รายการ

2.1.3 ผลงานวิชาการ ประเภท การนำเสนอแบบบรรยาย จำนวน 1 รายการ

2.1.4 ผลงานวิชาการ ประเภท บทความ (Journal) จำนวน 2 รายการ

2.1.5 ผลงานสร้างสรรค์ จำนวน 3 รายการ

2.1.6 ทุนสนับสนุน จำนวน 2 รายการ

2.1.7 รางวัล จำนวน 1 รายการ

2.2 นานาชาติ

ระยะเวลา 3 ปี มีจำนวนทั้งหมด 12 รายการ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 ผลงานวิชาการ ประเภท การนำเสนอโปสเตอร์ จำนวน 1 รายการ

2.2.2 ผลงานวิชาการ ประเภท บทความ (Proceeding) จำนวน 0 รายการ

2.2.3 ผลงานวิชาการ ประเภท การนำเสนอแบบบรรยาย จำนวน 3 รายการ

2.2.4 ผลงานวิชาการ ประเภท บทความ (Journal) จำนวน 2 รายการ (รอผล)

2.2.5 ผลงานสร้างสรรค์ จำนวน 3 รายการ

2.2.6 ทุนสนับสนุน จำนวน 0 รายการ

2.2.7 รางวัล จำนวน 3 รายการ

หลักฐานเชิงประจักษ์ของหัวข้อการสร้างคุณค่าใหม่ : จาก “เล่ม สู่ โลก” การนำเสนอผลงานสู่สาธารณชน ทั้งในส่วนของกลยุทธ์ด้านเวลาและสถานที่ สามารถดูหลักฐานประกอบได้ที่ภาคผนวก

## ข้อเสนอแนะที่มีต่อองค์ความรู้

ต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต ชุดผลงาน ชื่อ ดิน.ดล.คน (Din In One's) : นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต สามารถสนับสนุนการเติบโตของเศรษฐกิจสร้างสรรค์ประเภทแฟชั่นหมุนเวียนเพื่อความยั่งยืน ตามที่ได้กล่าวอ้างถึง ความพยายามในการผลักดันราชอาณาจักรไทยไปสู่การเป็นสังคมคุณภาพโดยใช้สุนทรียภาพแห่งเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคตเป็นจุดตั้งต้น ได้รับการสนับสนุนจากนักวิชาการด้านการออกแบบแฟชั่นกล่าวย้ำถึงกระแสความคิดเพื่อสร้างความยั่งยืนดังกล่าวไม่ควรเป็นเพียงการเคลื่อนไหว แต่ควรพัฒนาไปสู่การตลาดเพื่อผู้บริโภคอย่างจริงจัง เนื่องจากแฟชั่นที่ยั่งยืนสามารถนำพาผู้คนไปสู่เป้าหมายเพื่อสร้างความเป็นอยู่ที่ดีทั้งส่วนของผู้ผลิตและผู้บริโภค (Fletcher, 2020)

**อุตสาหกรรมแฟชั่นชีวภาพ หมุนเวียน และสีเขียว (BCG : Biology, Circular & Green)**

เราทราบกันดีอยู่แล้วว่า BCG Economy หรือ เศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green Economy) คือ โมเดลเศรษฐกิจสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน เป็นแนวทางการพัฒนาที่สอดรับกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ของสหประชาชาติอย่างน้อย 5 เป้าหมาย ได้แก่ การผลิตและบริโภคที่ยั่งยืน การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การอนุรักษ์ความหลากหลาย ความร่วมมือเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน การลดความเหลื่อมล้ำ อีกทั้งยังสอดรับกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (SEP) ซึ่งเป็นหลักสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย ด้วยวิสัยทัศน์สิบปีที่ต้องการเปลี่ยนข้อได้เปรียบ (Comparative advantage) ด้านความหลากหลายทางชีวภาพและวัฒนธรรมของประเทศให้เป็นความสามารถในการแข่งขัน (Competitive advantage) ด้วยนวัตกรรม เกิดการกระตุ้นเศรษฐกิจกระทั่งเติบโตและแข่งขันได้ในระดับสากล ความคาดหวังที่ยิ่งใหญ่มิใช่ความฝันเฟื่องเนื่องจากผลลัพธ์ในระยะที่เริ่มต้นก็สามารถสร้างการกระจายรายได้สู่วิสาหกิจชุมชนรายย่อย ลดความเหลื่อมล้ำ เสริมกำลังชุมชนให้เข้มแข็ง และความมั่งคั่งแบบทั่วถึง (Inclusive growth)

ในฐานะนักวิจัยและออกแบบนวัตกรรมแฟชั่นสิ่งทอ ผลลัพธ์ที่แสดงผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการพัฒนานวัตกรรมการออกแบบด้วยการปฏิวัติกระบวนการสร้างสรรค์วัสดุให้เกิดการประจักษ์ มีความจำเป็นต้องสร้างภาพการนำเสนอโดยสามารถปลุกเร้าความนิยมควบคู่ไปกับหลักคิดเพื่อการสื่อสารอันเสริมสร้างรสนิยมและจิตสำนึกแห่งความตระหนักถึงการอาศัยอยู่ร่วมกันอย่างเกื้อกูลกับผู้อื่นรวมถึงธรรมชาติ ตลอดจนการสร้างสรรค์สุนทรียภาพเพื่อวิถีการดำรงชีวิตที่ปลอดภัย เพื่อการแสวงหาหรือปรารถนาในวิถีทางแห่งการตอบสนองความต้องการอันไปสู่คำนิยามที่เรียกว่า "สมดุลแห่งความจริง" ย่อมเพิ่มพูนสัมพันธภาพระหว่างมนุษย์กับวัสดุทดแทนสิ่งทอ รวมทั้งส่งเสริมให้มนุษย์รักษา "วัฏฏะนิเวศแห่งความสุข" ดังข้อเสนอแนะลำดับถัดไป

**กำหนดกระแสนิยมเรื่อง “สีแห่งผิวพรรณมนุษย์” : ต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่มแฟชั่นชีวภาพ หมุนเวียน และสีเขียว**

ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ล้วนใช้การสื่อสารด้วยวิธีการต่าง ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารด้วยวัจนหรืออวัจนภาษา ทั้งสองวิธีการถือเป็นการแสดงออกเพื่อสร้างความเข้าใจในความหมายระหว่างผู้สื่อสารและผู้รับสาร เฉกเช่นเดียวกับภาษาภาพที่มนุษย์สามารถรับรู้ด้วยการมองเห็นหรือสัมผัสความหมายที่มีผลเชิงจิตวิทยาและความรู้สึกที่เป็นนามธรรม เฉพาะอย่างยิ่ง ภาษาภาพที่อาศัยเครื่องมือหลากหลาย เช่น ลวดลาย หรือ สี เป็นต้น ตัวอย่างจากต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคตที่ตอบสนองเศรษฐกิจชีวภาพ หมุนเวียน และสีเขียวครั้งนี้แสดงออกถึงสุนทรียภาพของสี สีที่เกิดจากหลักการสร้างความกลมกลืนระหว่างสีของนวัตกรรมวัสดุ สีผิวพรรณมนุษย์ และสีอันกำเนิดจากแสงบรรยากาศโดยรอบส่งสารสื่อให้มนุษย์รับรู้และเข้าใจในความงดงามของธรรมชาติและการสะท้อนถึงความเคารพในสรรพสิ่งและตนเอง

มนุษย์รู้จักสีจำนวนมากมายมหาศาล จึงต้องพยายามแบ่งกลุ่มสีเพื่อจำแนกความแตกต่าง รวมทั้งกำหนดข้อมูลการรับรู้ การนิยาม และการนำไปใช้เพื่อการสื่อสารอย่างถูกต้องและเหมาะสม กอปรกับในทฤษฎีความรู้เชิงวิชาการบ่งบอกสีแต่ละสีด้วยวิธีการแทนค่าด้วยชื่อเรียกสีและจัดกลุ่มจำแนกความเป็นสีด้วย ระบบสี (Color name and color system)

**1. ชื่อสี** (Color name)

หากพิจารณาชื่อสีที่มนุษย์ใช้เรียกขานทั่วไป ได้แก่ สีแดง สีน้ำตาล สีชมพู สีฟ้า และอื่น ๆ จักพบว่า แม้มนุษย์ที่มีที่มาแตกต่างกันทางเชื้อชาติ ภาษา หรือวัฒนธรรมก็ยังสามารถติดต่อสื่อสารและเข้าใจระหว่างกันและกันในเรื่องของสีได้มากกว่าความเข้าใจในเรื่องของชื่อสีต่าง ๆ ที่เราใช้เรียกขาน สียังมีระดับของความถูกต้องในเนื้อหาเชิงวิชาการ อาทิ หากเราพูดถึงสีแดงจากประสบการณ์ที่มีของมนุษย์ อาจนำพาความรู้สึกนึกคิดถึงภาพลักษณ์ (Image) ของสีแดงในมิติที่หลากหลาย เช่น บางคนนึกถึงสีแดงในภาพลักษณ์ที่สดใส ในขณะที่บางคนนึกถึงสีแดงที่หมองหม่น หรือบางคนนึกภาพลักษณ์ของสีแดงที่มีลักษณะของการผสมสีอื่น ๆ ร่วมอยู่ ความรู้สึกนึกคิดดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าลำพังการเรียกขานชื่อสีใดสีหนึ่งเพียงอย่างเดียวอาจไม่สามารถบอกถึงภาพลักษณ์ของสีที่สื่อสารถึงความหมายเฉพาะเจาะจงได้อย่างชัดเจนแม่นยำได้ หรือหากเราลองพิจารณาดูอีกตัวอย่างหนึ่ง เช่น สีกุหลาบที่หมายถึงสีของดอกกุหลาบ การเรียกชื่อที่แสดงคุณลักษณะเฉพาะเช่นนี้ อาจเสริมสร้างให้เกิดภาพลักษณ์ที่มีผลต่อความรู้สึกนึกคิดถึงขอบเขตของสีที่มีความคมชัดมากยิ่งขึ้น จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงเห็นได้ว่า คำคุณศัพท์มีความจำเป็นในการขยายความเข้าใจถึงคุณลักษณะและการสร้างความรู้สึกซึ่งถูกโน้มเข้าหาภาพหรือสัญลักษณ์และความหมายของสีมากยิ่งขึ้น

ในส่วนของข้อเสนอแนะ เรื่องการกำหนดนิยามของสีผิวพรรณมนุษย์ผ่านต้นแบบเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคตและผลักดันให้การนิยามภาพลักษณ์ดังกล่าวเกิดเป็นกระแสนิยม ด้วยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า กระแสนิยมแห่งความเคารพธรรมชาติและตนเองนั้นจักบ่มเพาะให้ผู้คนฟื้นฟูสุนทรียภาพเพื่อสังคมคุณภาพได้ ผู้วิจัยจึงใช้เครื่องมือเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพการสื่อสารและมุ่งสู่เป้าหมายเดียวกัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงระบุประเภทของชื่อสีโดยจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.1 ชื่อสีพื้นฐาน (Basic color name)

ชื่อสีพื้นฐาน หมายถึง ชื่อที่ใช้เรียกขานสีสันที่เกิดจากแสงของสเปคตรัม หรือผลลัพธ์จากแหล่งกำเนิดแสง เช่น สีแดง สีฟ้า สีเหลือง อย่างที่พวกเรามีความรู้ทั่วไปอยู่แล้วเป็นต้น หากพิจารณาการจัดหมวดหมู่และศึกษาย้อนกลับไปถึงที่มาของสีต่าง ๆ เหล่านี้แล้ว ก็จะพบว่าแท้ที่จริงการเรียกขานชื่อสีต่าง ๆ นั้นล้วนมีต้นกำเนิดมาจากสีพื้นฐานจำนวนไม่มากเท่าใดนัก เบรนท์และพอล (Berlin and Kay, 1969) นักมานุษยวิทยาชาวอเมริกันได้ทำการสำรวจกลุ่มคำศัพท์สีพื้นฐานของภาษาที่มีความหลากหลายบนโลก และประมวลชื่อสีที่มนุษย์มีความคุ้นเคยและใช้งานมากที่สุด โดยชื่อสีพื้นฐานของมนุษย์ประกอบด้วย สีแดง สีส้ม สีเหลือง สีเขียว สีฟ้า สีม่วง สีชมพู สีน้ำตาล สีขาว สีเทา และสีดำ

1.2 ชื่อสีเฉพาะ (Proper color name) หมายถึง ชื่อที่ใช้เรียกขานสีด้วยคุณศัพท์เพื่อขยายคุณสมบัติหรือลักษณะเฉพาะ อาทิ สีดอกซากุระ สีฟ้าน้ำทะเล สีฟ้าคราม สีเขียวมรกต สีเหลืองมะนาว เป็นต้น โดยมากคำคุณศัพท์ที่มาขยายชื่อสีมักอาศัยคำนามที่มนุษย์รู้จักกันดี เป็นส่วนเสริมสร้างจินตนาการได้โดยง่าย เช่น ธรรมชาติ สัตว์ แร่ธาตุ หรือที่มาของวัตถุดิบบางอย่าง ฯลฯ หรืออาจจะเป็นชื่อสีที่บ่งบอกถึงที่มาของสีนั้น

1.3 ชื่อสีตามระบบ (System color name) หมายถึง ชื่อที่ใช้เรียกขานสีจากกฎเกณฑ์หรือทฤษฎีสีที่มีระบบการจัดหมวดหมู่ของสี อาทิ การอาศัยการกำหนดและเรียกชื่อตามค่าน้ำหนักของสี ได้แก่ กลุ่มสีแท้ (Hue), กลุ่มสีน้ำหนักอ่อน (Tint) และกลุ่มสีน้ำหนักเข้ม (Shade) หรือตัวอย่างจากการกำหนดและเรียกชื่อสีตามมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น (JIS : Japanese Industrial Standard) ซึ่งประกอบด้วยการเรียกชื่อสีพื้นฐานและผสมชื่อสีพื้นฐานให้ออกมาเป็นจำนวน 12 สี ได้แก่ สีแดง สีส้ม สีเหลือง สีเหลืองเขียว สีเขียว สีน้ำเงินเขียว สีน้ำเงิน สีม่วง สีม่วงแดง สีขาว สีเทา และสีดำ

จากข้อเสนอแนะที่หนึ่ง เรื่อง ชื่อสี ทำให้ผู้วิจัยพิจารณาถึงความสำคัญปลีกย่อยของวิทยานิพนธ์หัวข้อเรื่อง “นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” ฉบับนี้ ว่าเห็นสมควรกำหนดการเรียกชื่อสี โดยอาศัยการเรียกชื่อสีที่มาจากหลักการ “ชื่อสีเฉพาะ” ที่ได้จากการระบุคุณสมบัติของสีวัสดุตามทฤษฎีการกำหนดระดับค่าสีผิวพรรณของมนุษย์หกระดับโดยฟริทซ์แพททริค เพื่อสร้างเสริมความเข้าใจที่ตรงกันแก่ผู้บริโภคในอนาคตและนำเสนอเป็นทางเลือกในการเรียกขานชื่อสี นอกเหนือจากการแสดงค่าระดับสีของนวัตกรรมวัสดุ

สิ่งทอทดแทนด้วยการระบุชื่อสีตามระบบแพนโทนและซีเอ็มวายเคซึ่งแจกแจงรายละเอียดเป็นจำนวนตัวเลข ดังที่ปรากฏในเนื้อหาของบทที่ 3 แล้วนั้น จักเห็นได้ว่า แนวปฏิบัติดังกล่าวแม้มีความน่าเชื่อถือสูงแต่อาจสร้างความยุ่งยากในการสื่อสารหรือจดจำ ผู้วิจัยจึงจัดทำรายนามชื่อสำหรับเรียกขานชื่อสีของนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนให้สอดคล้องไปกับกลุ่มสีผิวพรรณมนุษย์ทั้งหกระดับ (ภาพที่ 113) เพื่อให้การสื่อสารมีความเรียบง่ายมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ ยังมีความเหมาะสมต่อการผลักดันให้เกิดการใช้ที่สะดวกแก่ผู้บริโภคในระดับสากลอย่างกว้างขวาง ได้แก่ วัสดุกลุ่มที่ 1 สีผิวขาวมาก เรียกชื่อว่า Scandi@Skincolor กลุ่มที่ 2 ผิวขาว เรียกชื่อว่า Euro@ Skincolor กลุ่มที่ 3 ผิวขาวเหลือง เรียกชื่อว่า Aus@Skincolor กลุ่มที่ 4 ผิวสองสี เรียกชื่อว่า Asia@Skincolor กลุ่มที่ 5 ผิวสีน้ำตาล เรียกชื่อว่า American@Skincolor และกลุ่มที่ 6 ผิวดำ เรียกชื่อว่า Africa@Skincolor

ภาพที่ 113 รายนามชื่อสำหรับเรียกขานชื่อสีของนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนให้สอดคล้องไปกับกลุ่มสีผิวพรรณมนุษย์ทั้งหกระดับ (Nakpan, 2021)

**2. แนวโน้มและกระแสนิยมแฟชั่นสีผิวพรรณมนุษย์** (Fashion human skin color trends)

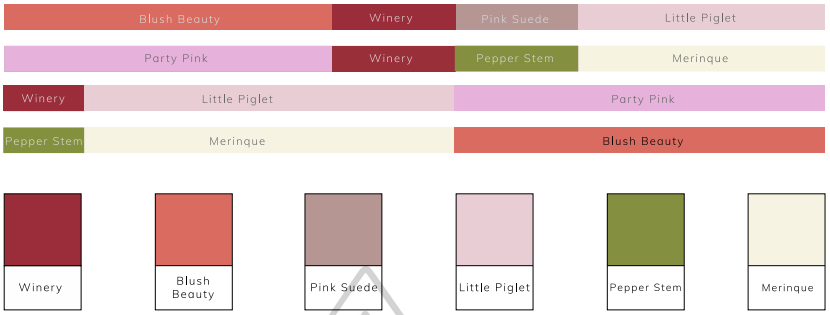
นอกเหนือจากผลลิตอันเป็นต้นแบบของนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนที่สามารถบรรลุเป้าหมายการสร้างสรรค์ได้แล้วนั้น ยังสามารถแสดงวิสัยทัศน์อันอาศัยหลักบูรณาการองค์ความรู้ในเรื่องของความเป็นสีผิวพรรณของมนุษย์มาประยุกต์กับการเรียกขานชื่อสีของวัตถุเพื่อเตรียมความพร้อมในการผลักดันและโน้มน้าวให้เกิดเป็นกระแสนิยมในระดับสากล โดยผู้วิจัยได้จัดทำรูปแบบแนวโน้มการใช้ต้นแบบ“นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” ที่เป็นกลุ่มสีผิวพรรณมนุษย์และแสดงศักยภาพอันสามารถผสมผสานอย่างสอดคล้องและสร้างความกลมกลืนกับพฤติกรรมของผู้คนในอนาคตอันใกล้เพื่อนำเสนอรูปแบบของวิถีชีวิตแห่งสังคมคุณภาพ BCG

การกำหนดกระแสนิยมเรื่อง “สีแห่งผิวพรรณมนุษย์” : ต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่มแฟชั่นชีวภาพ หมุนเวียน และสีเขียว สอดรับกับจิตสำนึกของผู้คนซึ่งกำลังได้รับการหล่อหลอมด้วยสุนทรียศาสตร์แบบลึกซึ้ง โดยมีจุดดำเนินการ (Action point) อันเนื่องมาจากสถานการณ์โลกเกิดการแปรเปลี่ยนของธรรมชาติ มลพิษ และโรคระบาดที่แผ่ขยายออกไป ความไม่แน่นอนกลายเป็นเรื่องปกติใหม่ที่มนุษย์แห่งยุคศตวรรษที่ 21 ต้องเผชิญ ด้วยความหวังและการนำไปสู่ชีวิตในอุดมคติที่มีความสมดุลและสงบสุข ผู้วิจัยจึงแสดงแนวทางการผลักดันความเป็นสีผิวพรรณมนุษย์จากวัสดุสิ่งทอทดแทนให้เกิดเป็นกระแสนิยมสากล (Global material color) โดยเสนอแนะเอกภาพการผสมผสานร่วมกับกลุ่มสีหลากหลายอันปรากฏจากข้าวของเครื่องใช้ในการอุปโภคบริโภคและแฟชั่นเชิงพานิชย์ ทั้งนี้ รูปแบบการกำหนดแนวโน้มดังกล่าวอาจสามารถสร้างความดึงดูดแก่ผู้บริโภคในวงกว้างเช่นเดียวกับกระแสสีนิยมของฤดูกาลที่เป็นสากล โดยอาศัยหลักการต่าง ๆ ของทฤษฎีสี ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 หลักการระบุค่าน้ำหนักของสี

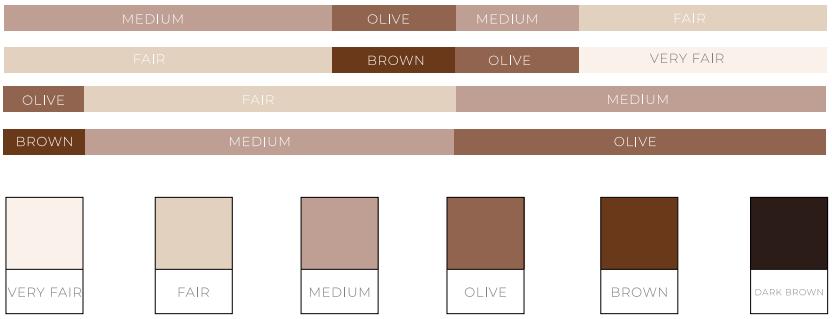
บทสรุปเบื้องต้น ผู้วิจัยได้อธิบายหลักการระบุค่าน้ำหนักของสีจากทฤษฎีสีและความงามของวัสดุที่มีคุณสมบัติเรื่องความกลมกลืนในรูปแบบของความเป็นสีเอกรงค์ที่แสดงค่าระดับน้ำหนักหลากหลายจากสีหนึ่งสี ค่าน้ำหนักจากสีเอกรงค์สร้างความรู้สึกลื่นไหล ต่อเนื่อง ไม่เกิดอุปสรรคหรือความไม่สะดวกและสะดุดส่งผลถึงความเป็นเอกภาพ ประโยชน์ของความกลมกลืนคือการใช้ตัวกลางหรือตัวเชื่อมประสานให้เกิดเป็นความสัมพันธ์ ข้อดีของหลักการสร้างความกลมกลืนในรูปแบบสีเอกรงค์นี้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับสีพหุรงค์ได้ด้วยเช่นกัน เนื่องจากมนุษย์มีกิจกรรมในการใช้ชีวิตที่หลากหลายย่อมต้องการผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความรู้สึกที่หลากหลายเหล่านั้น จึงหลีกเลี่ยงมิได้ที่บางครั้งเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคตอาจจำเป็นจักต้องได้รับการสวมใส่ร่วมกับวัตถุตกแต่งร่างกายประเภทอื่น ๆ อันหมายถึงสีสันอื่น ๆ ที่ปรากฏร่วมด้วยพร้อมกัน ดังนั้น กลวิธีการจับคู่หรือยืดโยงระดับความเข้มอ่อนของค่าระดับน้ำหนักหรือความสว่างของสีพหุรงค์จะสามารถสร้างให้เกิดความรู้สึกต่าง ๆ มากมาย (ภาพที่ 114) เช่น สนุก สดใส หรือเคลื่อนไหว มีชีวิต รวมถึงความมีมิติ

ซึ่งค่าน้ำหนักของสีพหุรงค์สามารถดูได้จากวงล้อของสี (ภาพที่ 112) และการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักของกลุ่มสีผิวพรรณ (ภาพที่ 116) กับกลุ่มสีพหุรงค์อื่น ๆ ในลักษณะอ่อนแก่ (ภาพที่ 115)




ภาพที่ 114 หลักการระบุค่าน้ำหนักของสีจากทฤษฎีสีพหุรงค์ (Nakpan, 2021)

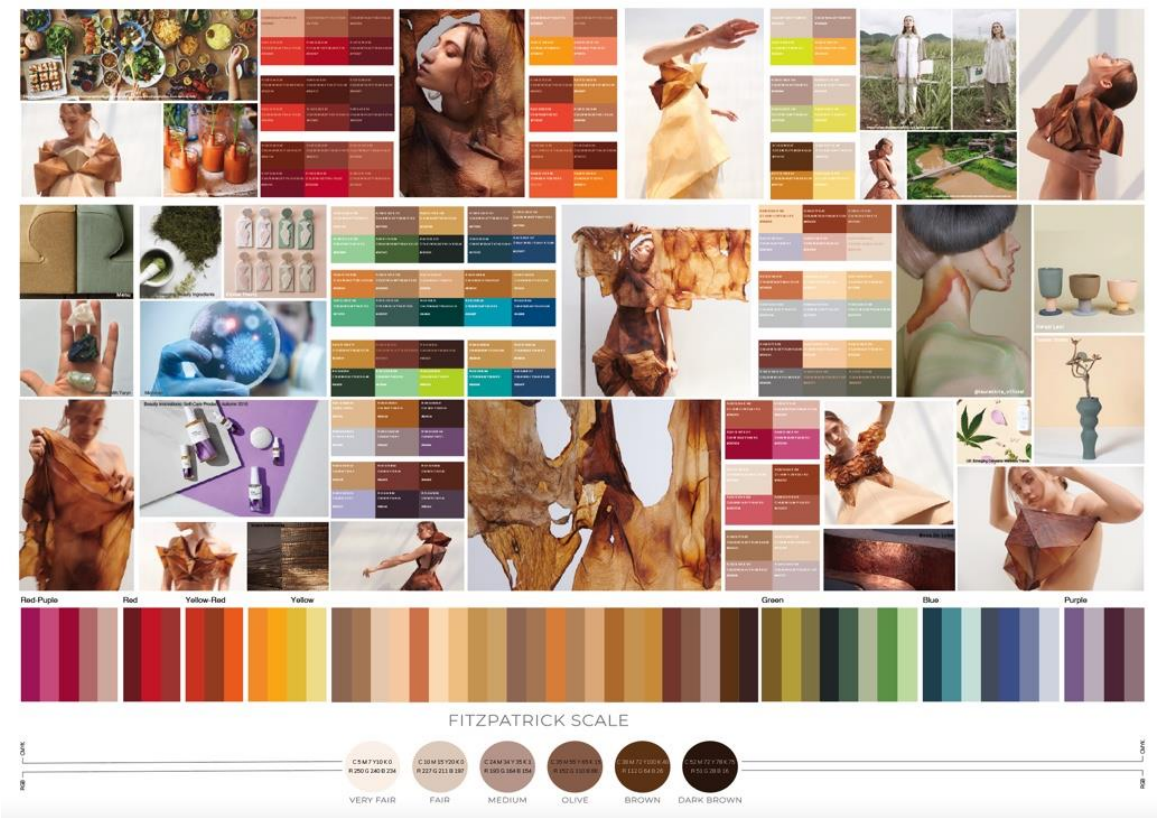
ภาพที่ 115 การแสดงค่าระดับน้ำหนักของสีพหุรงค์เป็นค่าน้ำหนักอ่อนแก่ (Nakpan, 2021)




ภาพที่ 116 การแสดงค่าระดับน้ำหนักอ่อนแก่ของกลุ่มสีผิวพรรณมนุษย์ทั้งหกกลุ่ม (Nakpan, 2021)

2.2 หลักการครอบงำกลุ่มสีพหุรงค์

หลักการใช้กลุ่มสีที่แตกต่างกันมีคุณสมบัติที่น่าสนใจตามที่กล่าวเอาไว้ในข้อ 2.1 ด้วยผลของสร้างความรู้สึกต่าง ๆ สามารถสร้างแรงดึงดูดใจแก่ผู้บริโภคได้ในระยะยาว ในส่วนของตัวอย่างการนำมาใช้ ผู้วิจัยได้สร้างข้อเสนอแนะด้วยการแสดงกลุ่มสีพื้นฐานต่าง ๆ ที่มักได้รับความนิยมใช้โดยกำหนดให้สีพื้นฐานมีจำนวนร้อยละ 30-40 และกลุ่มสีผิวพรรณมนุษย์มีจำนวนร้อยละ 70-60 หลักการดังกล่าวจักสามารถสร้างความกลมกลืนโดยจำนวนของกลุ่มสีผิวพรรณมนุษย์มีปริมาณที่มากกว่าเพื่อแสดงอิทธิพลของสีส่วนรวมเพื่อครอบงำกลุ่มสีที่แตกต่างอันมีจำนวนน้อยกว่า ดังการแสดงภาพรวมของการนำกลุ่มสีผิวพรรณมนุษย์มาจัดวางร่วมกับกลุ่มสีพหุรงค์หลากสีสัน ทั้งนี้ด้วยจุดประสงค์ของการคำนึงถึงศักยภาพในการนำกลุ่มสีผิวพรรณมนุษย์มาใช้ร่วมกับกระแสสีแฟชั่นตามฤดูกาลต่าง ๆ ได้อย่างกลมกลืนโดยไม่ขัดแย้ง ตลอดจนการนำกลุ่มสีผิวพรรณมนุษย์มาจัดวางร่วมกับกลุ่มสีพหุรงค์ที่กำลังเป็นที่นิยมสามารถตอบสนองรสนิยมรักษ์ธรรมชาติหรือวิถีชีวิตแห่งสังคมคุณภาพ BCG ดังตัวอย่างภาพด้านล่าง

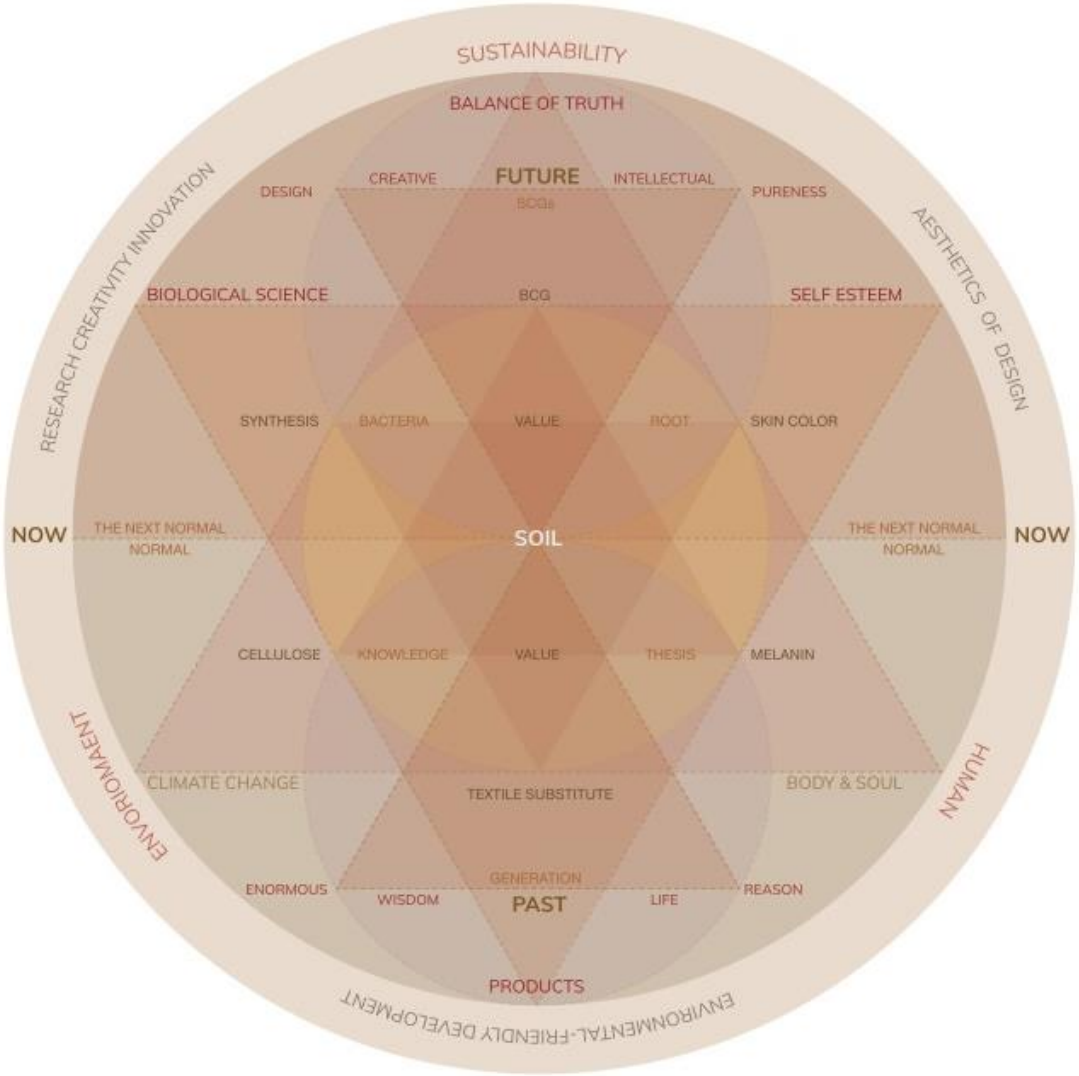



ภาพที่ 117 การนำเสนอภาพกลุ่มสีผิวพรรณมนุษย์มาจัดวางร่วมกับกลุ่มสีพหุรงค์ที่กำลังเป็นที่นิยมสามารถตอบสนองรสนิยมรักษ์ธรรมชาติหรือวิถีชีวิตแห่งสังคมคุณภาพ BCG Developed by Nakpan (2021)

ข้อเสนอแนะทั้งสองกรณีสะท้อนให้เห็นถึงแนวทางการสร้างความต่อเนื่องอันเปรียบเสมือนกลไกเสริมสร้างความแข็งแกร่งของห่วงโซ่อุปทานแห่งธรรมชาติ ภาพการนำเสนอแสดงความพยายามในการสร้างความกลมกลืนระหว่าง ต้นแบบ“นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทนเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” ร่วมกับวัตถุในชีวิตประจำวันรอบตัว รวมถึงการผสมผสานรสนิยมรักษ์ธรรมชาติให้ดำรงอยู่ร่วมกับวิถีประจำวันที่มนุษย์คุ้นเคย ภาพรวมการนำเสนอดังกล่าวสื่อสารถึงสัมพันธภาพของความเป็นสีพื้นฐานกับกลุ่มสีผิวพรรณของมนุษย์ในรูปลักษณะที่เปิดกว้างและเป็นอิสระ หากค่อย ๆ เปิดเผยถึงการผลักดันสุนทรียภาพที่ยั่งยืนของสีแห่งการเคารพตนเองให้แทรกซึมสู่กระแสนิยมแฟชั่นที่มักแปรเปลี่ยนไปตามผู้กำหนดในแต่ละฤดูกาล

นอกจากการเลือกใช้กลุ่มสีผิวพรรณของมนุษย์ที่ปรากฏจากนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนที่ได้จากดินเป็นสีกลางมาประสานเชื่อมโยงเพื่อสร้างความสมดุลอันเอื้ออารีให้เกิดเป็นกลุ่มสีแห่งความเป็นสุขด้วยคุณสมบัติการเป็นสีที่อุ่นหรือสีเอิร์ธโทน (Earth tone) ที่ได้มากระบวนการสังเคราะห์จากธรรมชาติ กลุ่มสีผิวพรรณของมนุษย์ยังก่อให้เกิดความรู้สึกถึงการกำเนิด โอบอุ้ม ฟื้นฟู สร้างความผ่อนคลายเปรียบเสมือนการพักผ่อนร่างกาย รวมทั้งเพิ่มพลังใจอันเกิดจากผลกระทบภายนอก จักเห็นได้ว่าหลักการสร้างความกลมกลืนของการนำเสนอสีเพื่อสร้างกระแสนิยมสากลสะท้อนความอุตสาหะของมนุษย์ในการค้นคว้า วิจัย และแสวงหาองค์ความรู้เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ที่ดีอันมีความจำเป็นต่อช่วงเวลาที่แสนท้าทาย

มหาวิทยาลัยศิลปากร




แผนภูมิวงกลมที่ 11 “สมดุลแห่งความจริง” (Nakpan, 2021)

บทสรุปส่งท้ายของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยจักประมวลผลสัมฤทธิ์ในรูปแบบของแผนภูมิวงกลม ชื่อว่า “สมดุลแห่งความจริง” (แผนภูมิวงกลมที่ 11) เพื่อแสดงออกถึงแนวปฏิบัติที่สำเร็จครบถ้วนตรงตามวัตถุประสงค์ อธิบายเนื้อหาสำคัญจากการบรรลุเป้าหมายของผลผลิตที่เป็นต้นแบบนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน ผลลัพธ์ที่เป็นภาพลักษณ์อันเปี่ยมคุณภาพ และผลกระทบทั้งบวกและลบพร้อมตัวชี้วัด การอภิปรายบทสรุปในรูปแบบของแผนภูมิวงกลมยังปรากฏผลพลอยได้ที่ยิ่งใหญ่ขององค์ความรู้ที่ขบถต่ออดีต ปรับปัจจุบัน และสร้างคุณค่าใหม่ อันส่อแสดงถึงแผนพัฒนาอุตสาหกรรมแฟชั่นชีวภาพ หมุนเวียน และสีเขียว ด้วยข้อเสนอแนะอันเป็นกระแสแห่งการนิยามเพื่อสร้างความนิยมในเรื่องความเคารพตนเองผ่านสีแห่งผิวพรรณมนุษย์ จึงกล่าวได้ว่า การสร้างสรรค์สุนทรียภาพ

แห่งนวัตกรรมของวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ตอบสนองความต้องการบริโภค อารมณ์ และความรู้สึกของมนุษย์ที่โหยหาความใหม่ แม้มนุษย์ยังใฝ่ฝันที่จะครอบครองความทันสมัยในวิถีความเป็นอยู่ แต่ผลแห่งการบ่มเพาะสุนทรียภาพด้วยผลิตภัณฑ์เชิงปรัชญาจากวิทยานิพนธ์จักสามารถสร้างสุขภาวะที่สงบเสงี่ยม รักษาสถานการณ์ของความไม่เที่ยงแท้ด้วยการกระตุ้นรสนิยมที่มอบความหวังและมุ่งหมายที่จะปรับปรุงทัศนคติของการดำรงชีวิตไปในทิศทางที่เจริญงอกงาม ปลอดภัย และการออกแบบความปกติใหม่ในรูปแบบดังกล่าวจักเอื้อให้วิถีการบริโภคของมนุษย์บรรจบกันด้วยการเกื้อกูลกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน.

# รายการอ้างอิง


จุฑามาศ โกเมนไทย. (2562, 13 กุมภาพันธ์). *กฎระเบียบสิ่งทอ*. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. เข้าถึงจาก https://www.thaitextile.org/th/insign/detail.885.1.0.html.

นิยม กริ่มใจ. (2560). แนวโน้มค่านิยมพฤติกรรมผู้บริโภคในสังคมไทยศตวรรษที่ 21. *วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย*. (1 ตุลาคม 2560), 144-150. เข้าถึงจาก http://apheit.bu.ac.th/jounal/social-22-2-2559/p144-150.pdf.

บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด. (2562). **ไลฟ์สไตล์เปลี่ยนโลก**. เข้าถึงจาก https://gccircularliving.pttgcgroup.com/th/blogs/106/circular-fashion-series-1-ขยะจาก-fast-fashion.

ผู้จัดการออนไลน์. (2561, 15 พฤศจิกายน). *สถิติน่ารู้ 'ขยะ'ปัญหาใหญ่ คิดก่อนใช้-ทิ้ง 'โฟม'ไม่ย่อยสลาย*. เข้าถึงจาก https://mgronline.com/greeninnovation/detail/9610000113893.

มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยฉบับเยาวชน ฯ. (2564). *สารานุกรมไทยฉบับเยาวชน ฯ เล่มที่ 3 เรื่องฝ้าย*. เข้าถึงจาก https://www.saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=3&chap=3&page=t3-3-infodetail06.html

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน). (2563). *ข้อกำหนดและแนวทางการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์* (พิมพ์ครั้งที่ 7). เข้าถึงจาก http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/download/ts_cb3d37071f.pdf.

Amal, A., Abeer, K., Samia., H., El-Nasser, A., & Nadia, H. (2011). Selection of Pigment (Melanin) production in Streptomyces and their application in Printing and Dyeing of Wool Fabrics. *Research Journal of Chemical Sciences*, 1(5), (August).

Anova Nirvana. (2013, July 23). *Tristumulus XYZ and Color Space Yxy. Animation and Technology*. Retrieved from https://alwayyours.blogspot.com/2013/07/xyz-yxy-lch.html

Arkani-Hamed, N., & Trnka, J. (2014). The Amplituhedron. *J. High Energ. Phys*. 2014, 30. https://doi.org/10.1007/JHEP10(2014)030.

Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency. (2017). *Fitzpatrick Skin Type*. Retrieved from https://www.arpansa.gov.au/sites/default/files/legacy/pubs/RadiationProtection/FitzpatrickSkinType.pdf?acsf_files_redirect.

Baic, M. (2016). From our Obsession. *Quartz*. Retrieved from https://qz.com/731893/a-designer-will-grow-alexander-mcqueens-skin-in-a-lab-to-use-for-leather-bags-and-jackets/.

Barreda, P. (2019). Archetype of Wholeness: Jung and the Mandala. *SCRIBD*. Retrieved from https://www.scribd.com/document/410929209/Archetype-of-Wholeness-Jung-and-the-Mandala-the-Mandalazone-Archives.

BCM Families Foundation. (2019). *The Eye*. Retrieved from http://www.blueconemonochromacy.org/how-the-eye-functions/

Berlin, B., & Kay, P. (1969). *Basis Color Terms : Their Universality and Evolution.* Berkley : University of California Press.

Brady, E. (2002). Aesthetics, Ethics and the Natural Environment. In A. Berleant (Ed.), *Environment and the arts: perspectives on environmental aesthetics* (pp. 113-126). Burlington, USA: Ashgate Publishing Limited.

Brady, E. (2009). *Environmental Aesthetics. In Encyclopedia of Environmental Ethics and Philosophy*, edited by Callicott, J. Baird., & Frodeman, Robert., 1: 313-321. Retrieved from https://iseethics.files.wordpress.com/2013/01/brady-emily-environmental-aesthetics.pdf.

Cecilia, C. (2017). Bioplastics made from upcycled food waste. Prospects for their use in the field of design. *The Design Journal*, 20:sup1, S1596-S1610, DOI: 10.1080/14606925.2017.1352684.

Clarys, P., Alewaeters, K., Lambrecht, R., & Barel, AO. (2000). Skin color measurements: Comparison between three instruments: The Chromameter(R), the Derma Spectrometer (R) and the Mexameter (R). *Skin research and technology: official journal of International Society for Bioengineering and the Skin (ISBS) [and] International Society for Digital Imaging of Skin (ISDIS) [and] International Society for Skin Imaging (ISSI)*. 6. 230-238. 10.1034/j.1600-0846.2000.006004230.x.

Cleland, T M. (1969). *A grammar of color; arrangements of Strathmore papers in a variety of printed color combinations according to the Munsell color system*. Delhi: Pranava Books Publisher.

Cline, E. L. (2012). *Overdressed: The shockingly high cost of cheap fashion*. New York: Penguin.

Comroe, J. H., Jr. (1978). Pay dirt: the story of streptomycin. Part I. From Waksman to Waksman. *The American review of respiratory disease*, 117(4), 773–781. https://doi.org/10.1164/arrd.1978.117.4.773

Courage+Khazaka Electronic GmbH. (2019). *Mexameter®MX18*. Retrieved from https://www.courage-khazaka.de/en/16-wissenschaftliche-produkte/alle-produkte/169-mexameter-e

Dastager, Syed. G., Wen-Jun., Li, Dayanand, Agasar., Shu-Kun Tang., Xin-Peng Tian., Xiao-Yang Zhi., Li-Hua Xu., & Cheng-Lin Jiang. (2006). Separation, identification and analysis of pigment (melanin) production in Streptomyces. *African Journal of Biotechnology*, 5 (8): 1131-1134.

D'Orazio, J., Jarrett, S., Amaro-Ortiz, A., & Scott, T. (2013). UV radiation and the skin. *International journal of molecular sciences*, 14 (6), 12222–12248. https://doi.org/10.3390/ijms140612222.

Drewnowska, J. M., Zambrzycka, M., Kalska-Szostko, B., Fiedoruk, K., & Swiecicka, I. (2015). Melanin-Like Pigment Synthesis by Soil Bacillus weihenstephanensis Isolates from Northeastern Poland. *Plos One*. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125428.

Ellen MacArther Foundation. (2017, November 28). *A New Textiles Economy : Redesigning Fashion's Future*. Retrieved from https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/A-New-Textiles-Economy_Full-Report_Updated_1-12-17.pdf.

Environmental Research Unit, Central Laboratory and Greenhouse Complex, Kasetsart U. (2019). *General Characteristics of Acetobacter*. Retrieved from http://www.lib.kps.ku.ac.th/SpecialProject/Agricultural_Engineering/2548/Bs/RuethaiKt/chapter2.pdf.

Essays, UK. (2018). *Socrates Argument That Virtue Is Wisdom Philosophy Essay*. Retrieved from https://www.ukessays.com/essays/philosophy/socrates-argument-that-virtue-is-wisdom-philosophy-essay.php?vref=1

Fletcher, K. (2020). *Modifica*. Interview, Feb 12. (2020, February 12). Retrieved from https://medium.com/modefica-global/slow-fashion-is-not-a-movement-its-a-market-an-interview-with-kate-fletcher-ace64db9e0c8.

Forward. (2019, March 29). Oloviero Toscani and Why Successful Advertising has to Polarize. *Forward Festival Magazine*. Retrieved from https://www.forward-festival.com/article/oliviero-toscani-advertising

Gschmeissner, S. (2018). *Soil Bacteria. Science Photo Library*. Retrieved from https://fineartamerica.com/featured/1-soil-bacteria-steve-gschmeissnerscience-photo-library.html.

Hanson, K. (1998). Fashion and philosophy. In M. Kelly (Ed.). *Encyclopedia of aesthetics* (pp.157- 160). Oxford: Oxford University Press.

Hospers, J. (1946). *Meaning and Truth in the Arts*. Chapel Hill: University of North Carolina Press.

Hykreations. (2018). Save Your Soil, Save Your Smoke – Streptomyces. *Cannabis Cactus Magazine*. Retrieved from https://cannabiscactus.com/save-your-soil-save-your-smoke/

Itten, J. (1973). *The Art of Color: the subjective experience and objective rationale of color*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Jung, Y. (2019). *Waterfall*. Accessed December 12. Retrieved from http://files.cargocollective.com/393099/YUHL-JUNG-16-SS-WATERFALL.pdf.

Khadayat, K., Sherpa, D. D., Malla, P. K., Shrestha, S., Rana, N., Marasini, P. B., Khanal, S., Rayamajhee, B., Bhattarai, R. B., & Parajuli, N. (2020). Molecular Identification and Antimicrobial Potential of Streptomyces Species from Nepalese Soil. *Hindawi International Journal of Microbiology*, 8817467. https://doi.org/10.1155/2020/8817467

King Mongkut's University of Technology. (2020). Cellulose. In *The project of Increasing Potential for Industry Database* ((32)1 – (32)3). Bangkok. Thailand.

King Mongkuts University. (2019). *Details and Information about Biochemical Industry: Cellulose*. In Increasing Potential of Bio-based Industry Database project. Retrieved from http://asp.plastics.or.th:8001/files/article_file/20181016080809u.pdf.

Kingston, W. (2004). Streptomycin, Schatz v. Waksman, and the balance of credit for discovery. *Journal of the history of medicine and allied sciences*, 59(3), 441–462. https://doi.org/10.1093/jhmas/jrh091

Konica Minolta Sensing Americas. (2019). *CR-410 Chroma Meter*. Retrieved from https://sensing.konicaminolta.us/us/products/cr-410-chroma-meter-colorimeter/

Ledrabrands. (2019). *Human Centric Lighting*. Retrieved from https://www.ledrabrands.com/ledrabrands-technologies-human-centric-lighting.html

Liberti, D., Alfieri, M., Monti, D., Panzella, L., & Napolitano, A. (2020). A Melanin-Related Phenolic Polymer with Potent Photoprotective and Antioxidant Activities for Dermo-Cosmetic Applications. *Antioxidants*. 9. 270. 10.3390/antiox9040270.

Lumen Learning. (2019). *Pigmentation. Anatomy and Physiology*. Retrieved from https://courses.lumenlearning.com/nemcc-ap/chapter/pigmentation/

McKinsey Global Institute. (2020). *McKinsey COVID-19 Sustainability in Apparel Consumer Survey*. Retrieved May 30, 2020, from https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/survey-consumer-sentiment-on-sustainability-in-fashion.

National Science and Technology Development Agency. (2019). *The 12th National Economic and Social Development Plan*. Retrieved from https://www.nstda.or.th/th/nstda-knowledge/11428-strategy-5.

Nattaphol Mueangthum. (2018). *Insight of Every Generation from Baby Boomer to Alpha*. Retrieved from https://www.everydaymarketing.co/trend-insight/summary-insight-any-generation-tcdc/

New Jersey Senate Bill 3190. (2017). Regular Session. (2017, June). *Designates Streptomyces griseus as New Jersey State Microbe*. Retrieved from https://legiscan.com/NJ/bill/S3190/2016.

Niinimäki, K. (2011). *From disposable to sustainable: the complex interplay between design and consumption of textiles and clothing*. Helsinki: Aalto University.

Niinimäki, K. (2014). Green Aesthetics in Clothing: Normative beauty in commodities. *Artifact*, 3(3), 3.1-3.13. Retrieved from https://www.academia.edu/15536379/Design_as_Co Evolution_of_Problem_Solution_and_Audience.

Office of the National Economics and Social Development Council. (2020). *Summary The 12th National Economic and Social Development Plan*. Retrieved from https://www.nesdc.go.th/ewt_dl_link.php?nid=9640

Oszvald, N. (2019). *Notable Works*. Retrieved from https://www.artsy.net/artist/noell-oszvald.

Pek, C. (2016, September 27). Women Strip Down, Bare Backs in Empowering Photo Series About Body Image. *Design Taxi*. Retrieved from https://designtaxi.com/amp-news/388743/Women-Strip-Down-Bare-Backs-In-Empowering-Photo-Series-About-Body-Image

Philadelpheus, A. (2019). The Anavysos Kouros. *The Annual of the British School at Athens*, 36(1935): 1-4. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/30096873.

Scullard, H. H. (1981). *Festivals and Ceremonies of the Roman Republic*. New York: Cornell University Press. 51. Retrieved from http://www.dadart.com/dadaism/dada/035a-duchamp-cage.html

Sepänmaa, Y. (2020). How to Speak of Nature? The Exemplary Position of Mount Koli in Environmental Research. *Contemporary Aesthetics*. Retrieved from https://contempaesthetics.org/newvolume/pages/article.php?articleID=249

Siriphan Sangmala. (2017). *Introduction to Dermatology*. Retrieved from https://meded.psu.ac.th/binlaApp/class05/388_573/intro_to_dematology/index.html

Stanchev, L. P., Green, Jr. D., & Dimitrov, B. (2003). High Color Level Similarity Retrieval. *International Journal, Information Theories & Applications*, 10 (January), 285.

Strohminger, N., Knobe, J., & Newman, G. (2017). *The True Self: A Psychological Concept Distinct from the Self*, 12(4), 551-560. Retrieved from https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1745691616689495.

Thailand Creative Center. (2019). *Trend 2019 New Age : Manifesto and Action*. Retrieved from https://web.tcdc.or.th/media/publication_lang_file/182/TREND2019_1P.pdf.

Thailand Creative Design Center. (2016). *Trend 2016*. Retrieved from http://www.tcdc.or.th/upload/downloads/eBook-TCDC-Trend2016-forAppStore-04092015.pdf

The Business of Fashion and McKinsey & Company. (2020). *The State of Fashion 2021*. Retrieved from https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/state-of-fashion.

The J. Paul Getty Museum Education Department. (2008). *Emergence, Bill Viola*. CA : J. Paul Getty Trust.

The Museum of Modern Art Bulletin. (1946). *Marcel Duchamp*. New York: The Museum of Modern Art.

The Standard. (2019, September 12). *Allbirds เมื่อรองเท้าใส่สบาย 'สายกรีน' เขย่าโลกรองเท้าผ้าใบ*. Retrieved from https://thestandard.co/allbirds/.

The World Counts. (2020). *Tons of water used in cotton production*. Retrieved from https://www.theworldcounts.com/challenges/consumption/clothing/cotton-farming-water-consumption.

True Colour International. (n.d.). *The Value of Colour*. Retrieved from https://truecolour.com.au/colour-education/147/.

UKEssays. (November 2018). *Socrates Argument That Virtue Is Wisdom Philosophy Essay*. Retrieved from https://www.ukessays.com/essays/philosophy/socrates-argument-that-virtue-is-wisdom-philosophy-essay.php?vref=1

United Nations. (2013, December 6). *The 68th Session of the United Nations General Assembly*. New York. USA: Author.

Virtual Expo Group. (2019). *Skin colorimetry skin analysis system DSM III*. Retrieved from https://www.medicalexpo.com/prod/cortex-technology/product-118250-794917.html

Wang, X., Li, Y., Zhou, L., Chai, L., Fan, Q., & Shao, J. (2019). Structural Colouration of Textiles with High Colour Contrast Based on Melanin-like Nanospheres. *Dyes and Pigments*, 169. 10.1016/j.dyepig.2019.05.006.

Wolchover, N. (2013, November 12). Scientists Discover a Jewel at the Heart of Quantum Physics. *Wired*. Retrieved from https://www.wired.com/2013/12/amplituhedron-jewel-quantum-physics/

Wolchover, N. (2013, September 17). A Jewel at the Heart of Quantum Physics. *Quanta Magazine*. Retrieved from https://www.quantamagazine.org/print.

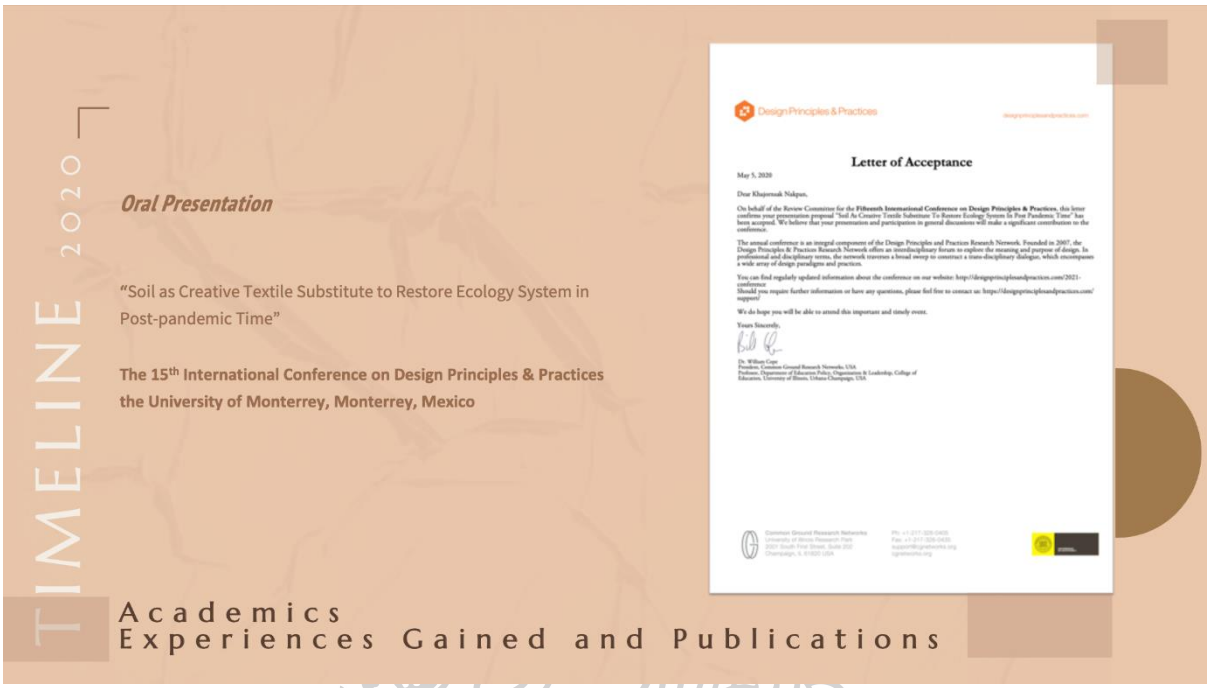
Women's Wear Daily. (2020). *Timberland Commits to Carbon Neutrality by 2030*. Retrieved from https://wwd.com/business-news/business-features/timberland-commits-carbon-neutrality-1234571910/.

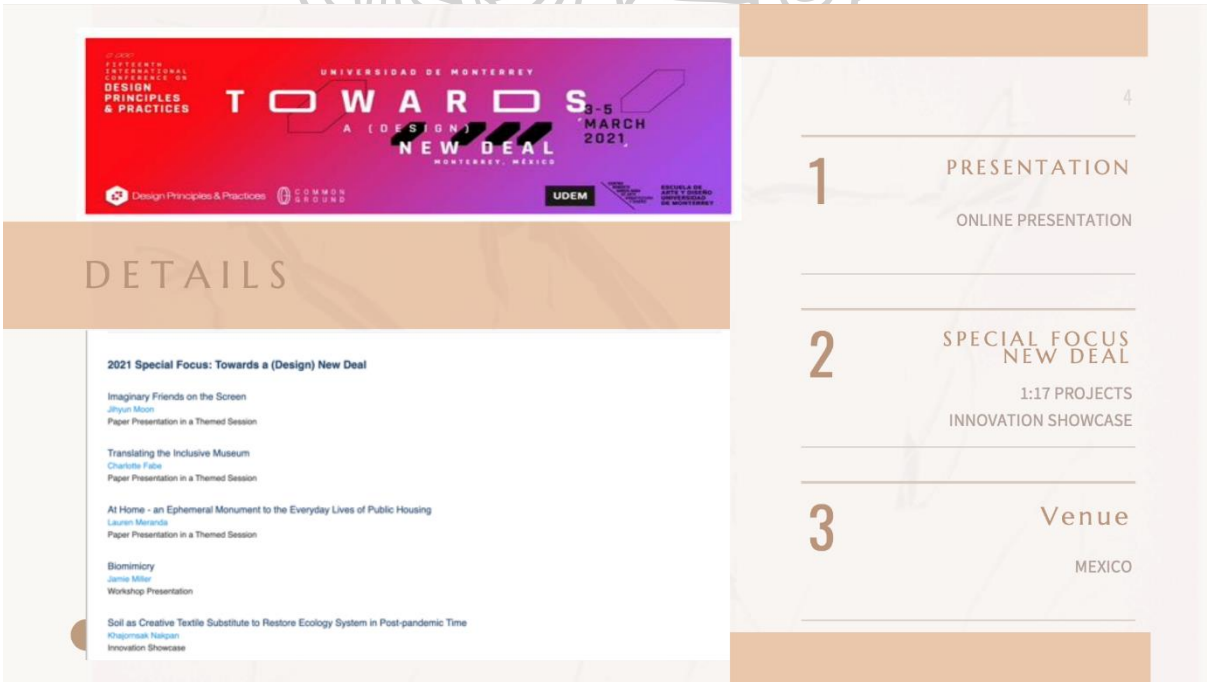
Wordsworth, W. (2018). *A guide through the district of the lakes in the north of England with a description of the scenery, & c. for the use of tourists and residents* (5th ed). UK: Hudson and Nicholson.

# ภาคผนวก

**หลักฐานเชิงประจักษ์ของหัวข้อการสร้างคุณค่าใหม่ :**

**จาก “เล่ม สู่ โลก” การนำเสนอผลงานสู่สาธารณชน ทั้งในส่วนของกลยุทธ์ด้านเวลาและสถานที่**



TIMELINE 2020

*Oral Presentation*

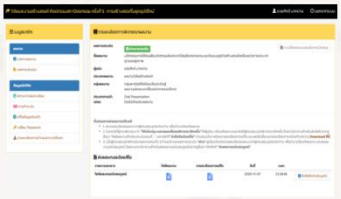
"Innovative Synthesised from Soil to Textile Substitute and Creative Business Prototype for Healthy Nightgown"

**The 5th National Conference of Art and Design : Creativity in Emergency Age**
**The Faculty of Architecture, Naresuan University**

Academics
Experiences Gained and Publications

ONLINE PRESENTATION

DETAILS



Proceeding ประชุมวิชาการ วิจัย และงานสร้างสรรค์ศิลปกรรมสถาปัตยกรรม ครั้งที่ 5 การสร้างสรรค์ในยุคอุบัติใหม่ แบบออนไลน์ด้วย Microsoft Teams

1 PRESENTATION
ONLINE PRESENTATION

2 Educational outreach
PROCEEDING

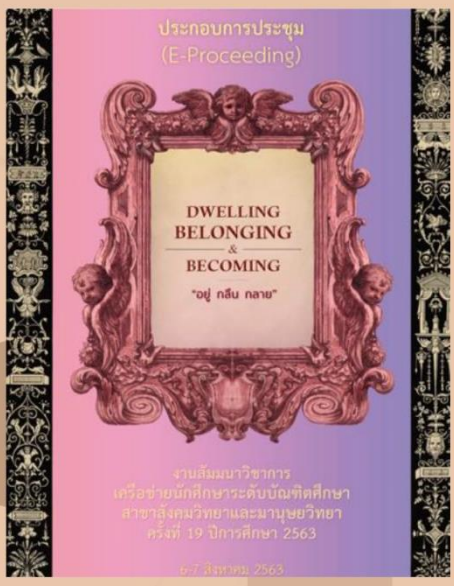
3 Venue
NARESUAN UNIVERSITY

TIMELINE 2020

***Research Article***

"Innovative Synthesized Melanin from Soil as Textile to Respond the Ecology"

**The 19th National Conference of Sociology and Humanity : Dwelling, Belonging, and Becoming. Faculty of Social Sciences, Chiang Mai University and Princess Maha Chakri Sirindhorn Anthropology Centre (Public Organisation)**




## Academics Experiences Gained and Publications

## DETAILS

8

1 PRESENTATION

ORAL PRESENTATION

2 Educational outreach

PROCEEDING

3 Venue

CHIANGMAI UNIVERSITY

TIMELINE 2020

*Oral Presentation*

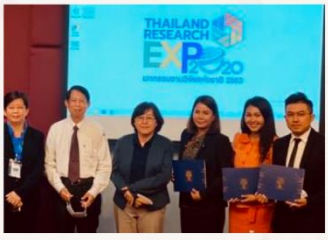
"Innovative Synthesized Melanin from Soil as Textile Substitute to Create Garments for the Future"

**Thailand Research Expo : Symposium 2020, National Research Council of Thailand**

THAILAND RESEARCH EXPO 2020
มหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ 2563

Academics
Experiences Gained and Publications

DETAILS



10

1 PRESENTATION

ORAL PRESENTATION

2 ACKNOWLEDGMENT

CERTIFICATE -
PROCEEDING -

3 VENUE

CENTRARA GRAND, BANGKOK

TIMELINE 2020

***Oral Presentation and Innovative Showcase***

"Using Soil as Textile Substitute: Innovation for Future"

**The 14th International Conference on Design Principles & Practices, at Pratt Institute, Brooklyn Campus, Brooklyn, United States**

Academics
Experiences Gained and Publications

DETAILS

***Oral Presentation and Innovative Showcase***

"Using Soil as Textile Substitute: Innovation for Future"

**The 14th International Conference on Design Principles & Practices, at Pratt Institute, Brooklyn Campus, Brooklyn, United States**

Design Principles & Practices

**Letter of Acceptance**

December 17, 2019

Dear Khajornsak Nakpan,

On behalf of the Review Committee for the **Fourteenth International Conference on Design Principles & Practices**, Mar 16, 2020 – Mar 18, 2020 at Pratt Institute, Brooklyn Campus, Brooklyn, United States, this letter confirms your presentation proposal "Using Soil As Textile Substitute: Innovation For Future" has been accepted. We believe that your presentation and participation in general discussions will make a significant contribution to the conference.

The annual conference is an integral component of the Design Principles and Practices Research Network. Founded in 2007, the Design Principles & Practices Research Network offers an interdisciplinary forum to explore the meaning and purpose of design. In professional and disciplinary terms, the network traverses a broad sweep to construct a trans-disciplinary dialogue, which encompasses a wide array of design paradigms and practices.

You can find regularly updated information about the conference on our website: https://designprinciplesandpractices.com/2020-conference
Should you require further information or have any questions, please visit the Knowledge Base: https://cgscholar.com/cg_support/en

We do hope you will be able to attend this important and timely event.

Yours Sincerely,

Dr. William Cope
President, Common Ground Research Networks, USA
Professor, Department of Education Policy, Organization & Leadership, College of Education, University of Illinois, Urbana-Champaign, USA

Common Ground Research Networks
University of Illinois Research Park
2001 South First Street, Suite 202
Champaign, IL 61820 USA

Ph: +1-217-328-0405
Fax: +1-217-328-0405
support@cgnetworks.org
cgnetworks.org

Pratt

TIMELINE 2020

***Speaker***

"Soil as Substitute Material for Fabric, Reflecting Self-Appreciation"

**One of the 10th selected Designers, Project "Bangkok Design Week 2020" Research Day, Thailand Creative Centre (TCDC), Bangkok, Thailand**

## Academics Experiences Gained and Publications

## DETAILS

14

1 PRESENTATION

ORAL PRESENTATION

2 ACKNOWLEDGMENT

CERTIFICATE -

PROCEEDING -

3 AVENUE

TCDC, BANGKOK

TIMELINE 2019

***Article and Poster Presentation***

"Using Soil as Textile Substitute: Innovation for the Future"

**The Korea Association of Art & Design 2019**
**International Symposium held in Ewha Womans University, South Korea**

## Academics Experiences Gained and Publications

## DETAILS

16

1 PRESENTATION
ORAL PRESENTATION

2 ACKNOWLEDGMENT
CERTIFICATE -
PROCEEDING -

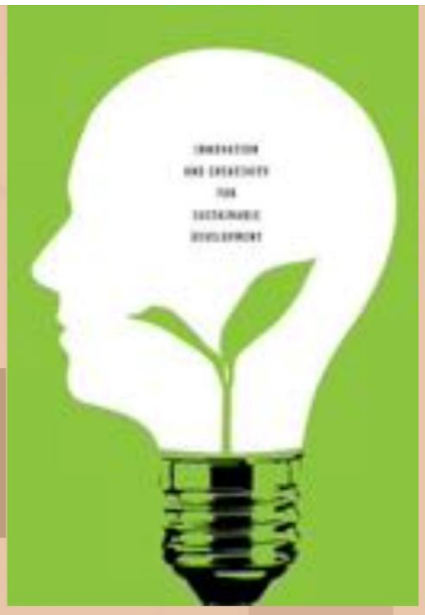
3 AVENUE
KOREA

TIMELINE 2019

*Poster Presentation*

"The Relation between Melanin, Human Skin Color and Garments of the Future"

**The 9th National and International Graduate Study Conference "Innovation and Creativity for Sustainable Development" Cycle Birthday Anniversary of His Majesty the King, Nakhon Pathom, Thailand, Organized by Graduate School, Silpakorn University Bangkok, Thailand**



## Academics Experiences Gained and Publications

DETAILS

18

1 PRESENTATION
POSTER PRESENTATION

2 ACKNOWLEDGMENT
CERTIFICATE -
PROCEEDING -

3 AVENUE
NAKHON PATHOM

TIMELINE 2021

Color Palette

#AA826C

#F3EDE6

#D7CABE

#B1A29B

## SELECTED EXHIBITION

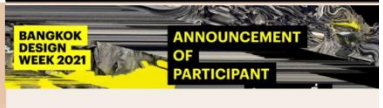
**Concept**

INNOVATION
MATERIAL
JEWELRY ART
FASHION DESIGN
TEXTILE DESIGN

**Logo**

KHAJORNSAK N.

DIN IN DIN




## SELECTED EXHIBITION

***Oral Presentation***

**Innovative Synthesized Melanin from Soil as Textile Substitute to Create Garments for the Future**

"Bangkok Design Week 2021" Thailand Creative Centre (TCDC),
Bangkok, Thailand

TIMELINE 2021

SELECTED EXHIBITION

**AVENUE**

ATTA GALERY

SELECTED EXHIBITION

***Chada Din and Shadow of Chada***

Museo Nacional de Artes Decorativas of Madrid, Spain

**Sedes temáticas**

MUSEO REAL ACADEMIA DE BELLAS ARTES DE SAN FERNANDO
Joaquín Berao, maestro orfebre

MUSEO NACIONAL DE ARTES DECORATIVAS
Joaquín Berao, maestro orfebre

MUSEO DE HISTORIA DE MADRID
Saskia Bostelmann - Gabriel Corchero - Rosa García García
Juan José Loscos Fernández - Juan José Ríos Goñi

**Sedes itinerario**

MUSEO LÁZARO GALDIANO
Alberto Zorzi

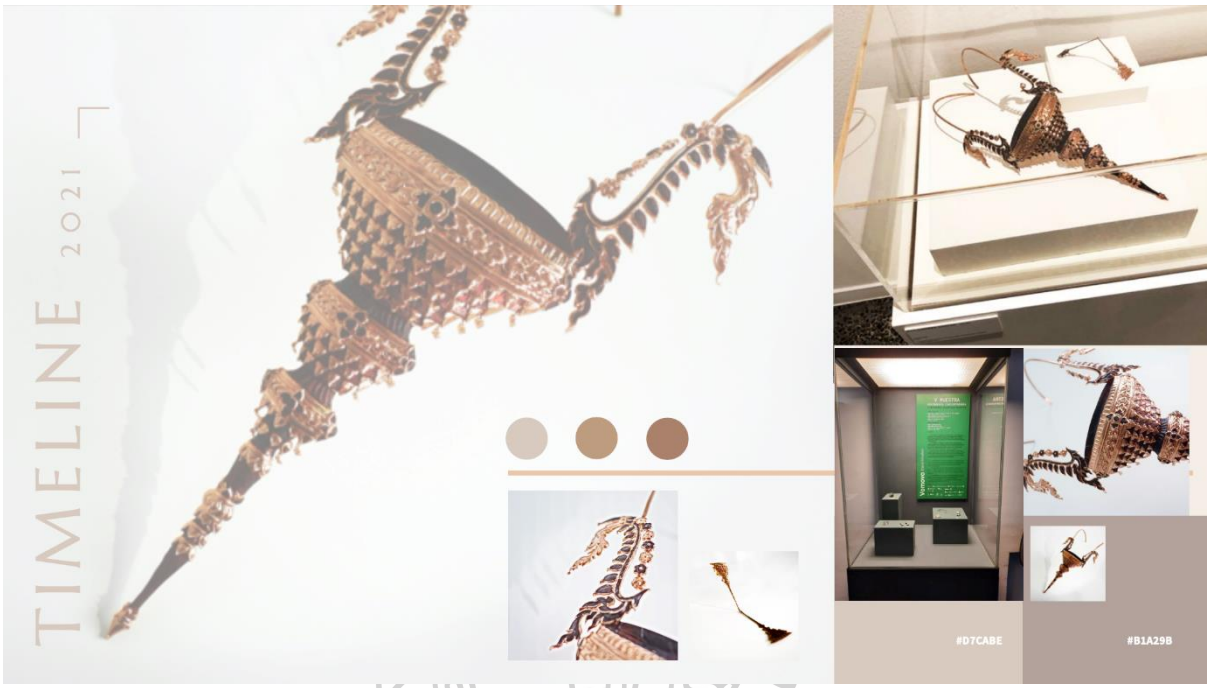
CASA MUSEO LOPE DE VEGA
TO BE continued ( Belén Fernández-Vega Feijóo)

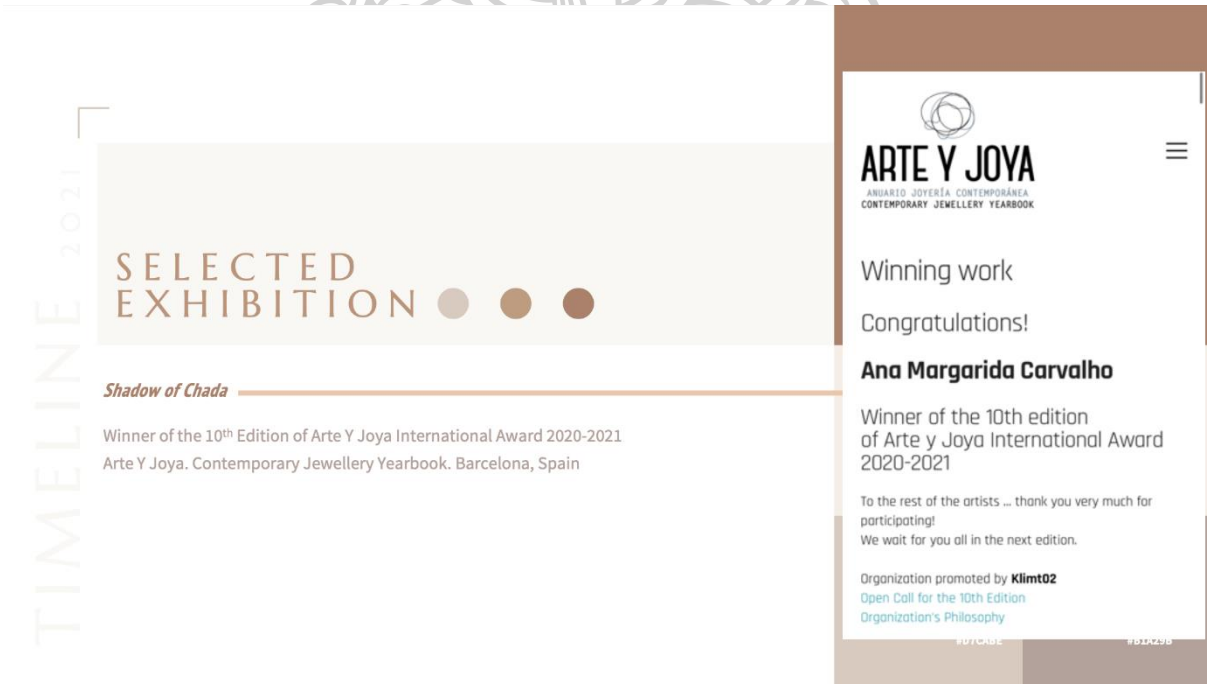
MUSEO DE ARTE CONTEMPORÁNEO DE MADRID
Ángela Simone

MUSEO DE SAN ISIDRO
Vomovo ( David Miralles)

**Circuito**

4 FEBRERO - 21 MARZO 2021
Saskia Bostelmann - Gabriel Corchero - Ibai - Laura Márquez González
Chama Navarro - Juan José Ríos Goñi - TO BE continued


TIMELINE 2021
#D7CABE
#B1A29B

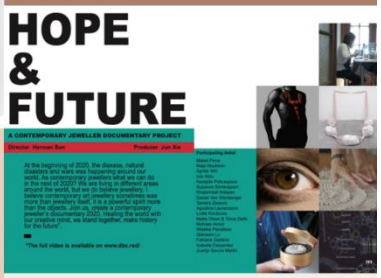

TIMELINE 2021
SELECTED EXHIBITION
Shadow of Chada
Winner of the 10th Edition of Arte Y Joya International Award 2020-2021
Arte Y Joya. Contemporary Jewellery Yearbook. Barcelona, Spain
ARTE Y JOYA
ANUARIO JOYERÍA CONTEMPORÁNEA
CONTEMPORARY JEWELLERY YEARBOOK
Winning work
Congratulations!
Ana Margarida Carvalho
Winner of the 10th edition
of Arte y Joya International Award
2020-2021
To the rest of the artists ... thank you very much for participating!
We wait for you all in the next edition.
Organization promoted by Klimt02
Open Call for the 10th Edition
Organization's Philosophy

Color Palette

SELECTED EXHIBITION

*Chada Din*

Growth & Evolution International Jewellery Exhibition, Beijing Design Week 2020 organized by DBC International Designer Space, Beijing, China




#D7CABE

#B1A29B

Color Palette

SELECTED EXHIBITION

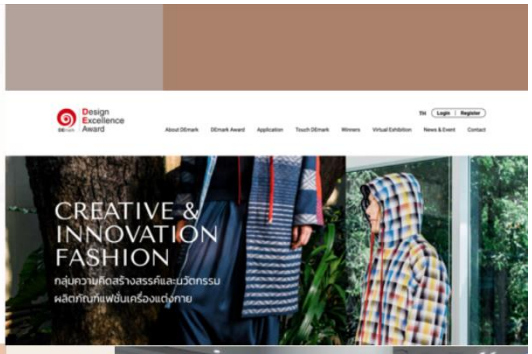
SELECTED EXHIBITION

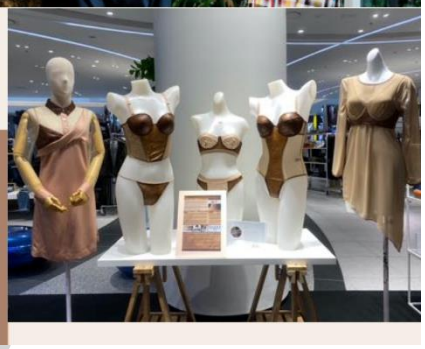
***Circular Design, Cycle of Life***

Design Excellence Award (DEmark) 2020

A Series of Lingerie : "Innovative Synthesized Melanin from Soil as Textile Substitute to Create Garments for the Future"

The Icon Siam Department Store, Bangkok, Thailand



TIMELINE 202

SELECTED EXHIBITION

TIMELINE 2021

# SELECTED EXHIBITION

***Innovation and Design Zone (IDZ)***

Bangkok Gems and Jewelry Fair 64th Edition September 2019

3rd Prize Winner (Copper)
Work Title: "Pheun Din": Innovative Synthesized Melanin from Soil as Textile Substitute to Create Garment for the Future
Artist: Khajornsak Nakpan
Institute: Silpakorn University

## Classification of Awards

***Pheun Din :***

"Innovative Synthesized Melanin from Soil as Textile Substitute to Create Garments for the Future"

**Award Winners,**
The 3rd Prize. An International Artistic Online Exhibition and Competition.
"Imagine" Artistic Dialects : Thinking into Doing

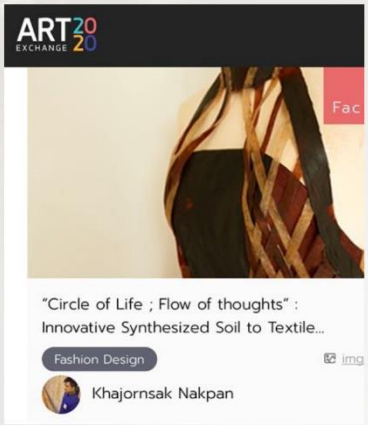
TIMELINE 2021

# Classification of Awards

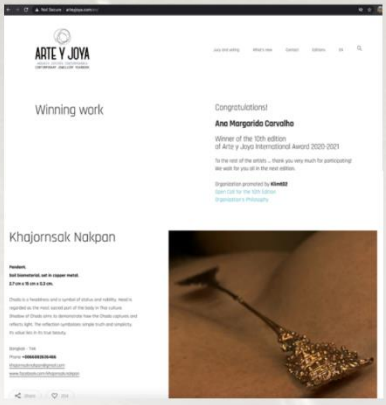
***Circle of Life :***

"Innovative Synthesized Melanin from Soil as Textile Substitute to Create Garments for the Future"

**Award Winners,**
1 of the 10th Artistic Works. An International Artistic Online Exhibition and Competition.
"Imagine" Artistic Dialects : Thinking into Doing




TIMELINE 2021




# Classification of Awards

***Shaow of Chada:***

**Winner of the 10th Edition of Arte Y Joya International Award 2020-2021**

Arte Y Joya. Contemporary Jewellery Yearbook. Barcelona, Spain

# ประวัติผู้เขียน

| | |
|---|---|
| **ชื่อ-สกุล** | นายขจรศักต์ นาคปาน |
| **วัน เดือน ปี เกิด** | 26 กรกฎาคม 2519 |
| **สถานที่เกิด** | กรุงเทพมหานคร |
| **วุฒิการศึกษา** | พ.ศ. 2561 – ปัจจุบัน นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบ คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร |
| | พ.ศ. 2544 – 2542 ศิลปบัณฑิต สาขาวิชาจิตรกรรมตะวันตก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาลัยเพาะช่าง |
| **ที่อยู่ปัจจุบัน** | 9/67 หมู่บ้านคาซ่าแกรนด์ ต. บางเลน อ.บางใหญ่ จ. นนทบุรี 11140 |
| **ผลงานตีพิมพ์** | พ.ศ. 2564 บทความวิจัย เรื่อง “นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนจากการสังเคราะห์ดินเพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร |
| | บทความวิชาการ เรื่อง “การใช้ดินสังเคราะห์นวัตกรรมสิ่งทอทดแทนสร้างสรรค์เครื่องแต่งกายประเภทชุดนอนสุขภาพมุ่งสู่วิถีแห่งสุขอย่างยั่งยืน” ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารสุขศึกษา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ปีที่ 44 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2564) |
| | การนำเสนอผลงานวิจัยรูปแบบบรรยาย เรื่อง “Soil as Creative Textile Substitute to Restore Ecology System in Post-pandemic Time” การประชุมทางวิชาการระดับนานาชาติ : The 15th International Conference on Design Principles & Practices the University of Monterrey, Monterrey, Mexico ประเทศเม็กซิโก |

การนำเสนอผลงานวิจัยรูปแบบบรรยาย
เรื่อง “นวัตกรรมการใช้ดินเพื่อสังเคราะห์วัสดุสิ่งทอทดแทน และต้นแบบธุรกิจสร้างสรรค์เครื่องแต่งกายประเภทชุดนอนสุขภาพ” การประชุมวิชาการ วิจัยและสร้างสรรค์ศิลปกรรมและสถาปัตยกรรม ครั้งที่ 5 : การสร้างสรรค์ในยุคอุบัติใหม่ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ประเทศไทย

พ.ศ. 2563 การนำเสนอผลงานวิจัยรูปแบบบทความวิชาการ
เรื่อง “นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอสังเคราะห์จากดินเพื่อตอบสนองระบบนิเวศวิทยาแห่งธรรมชาติ” การประชุมวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษา สาขาสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา ครั้งที่ 19 “Dwelling, Belonging, and Becoming (อยู่ กลืน กลาย)” จัดโดย ภาควิชาสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ร่วมกับศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน) ประเทศไทย

บทความวิชาการและการนำเสนอผลงานวิจัยรูปแบบบรรยาย เรื่อง “นวัตกรรมการใช้ดินสังเคราะห์เมลานินในฐานะวัสดุสิ่งทอทดแทน เพื่อสร้างสรรค์เครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” การประชุมทางวิชาการระดับประเทศ ในงาน “มหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ ๒๕๖๓ (Thailand Research Expo 2020)” ประเทศไทย

การนำเสนอผลงานวิจัยรูปแบบบรรยาย
เรื่อง “Soil as Substitute Material for Fabric, Reflecting Self-Appreciation” นักวิจัย 1/10 ที่ได้รับการคัดเลือก เทศกาลงานออกแบบกรุงเทพ ฯ : One of the 10th selected Designers, Project

“Bangkok Design Week 2020” Research Day, Thailand Creative Centre (TCDC), Bangkok, Thailand ประเทศไทย

การนำเสนอผลงานวิจัยรูปแบบบรรยาย เรื่อง “Using Soil as Textile Substitute: Innovation for Future” การประชุมทางวิชาการระดับนานาชาติ : The 14th International Conference on Design Principles & Practices, at Pratt Institute, Brooklyn Campus, Brooklyn, United States ประเทศสหรัฐอเมริกา

พ.ศ. 2562 บทความวิชาการและการนำเสนอผลงานรูปแบบโปสเตอร์ เรื่อง “Using Soil as Textile Substitute: Innovation for the Future” The Korea Association of Art & Design 2019 International Symposium held in Ewha Womans University, South Korea

การนำเสนอผลงานรูปแบบโปสเตอร์ เรื่อง “สัมพันธภาพระหว่างเม็ดสีเมลานิน สีผิวพรรณมนุษย์ และเครื่องนุ่งห่มแห่งอนาคต” การประชุมทางวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ ศิลปากรวิจัย ครั้งที่ 11 จัดโดย มหาวิทยาลัยศิลปากร ประเทศไทย

พ.ศ. 2561 ผู้ร่วมวิจัย โครงการ “กิจกรรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์และต่อยอดตราสินค้าสู่อาเซียน ภายใต้โครงการพัฒนาศักยภาพอุตสาหกรรมแฟชั่นและไลฟ์ไตล์” ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

**รางวัลที่ได้รับ**

พ.ศ. 2564 ผลงานนวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทนสังเคราะห์จากการใช้ดิน ชื่อ “ผืน - ดิน” (Pheun Din) รางวัล “รองชนะเลิศ (เหรียญทองแดง)” Art Exchange 2020 : Imagine Artistic Dialects : Thinking into

Doing. นิทรรศการศิลปะออนไลน์ระดับนานาชาติและ
การแข่งขันในมูลนิธิในสมเด็จพระเจ้าลูกเธอ
เจ้าฟ้าสิริวัณณวรี นารีรัตนราชกัญญา ร่วมกับสำนักงาน
ศิลปวัฒนธรรมร่วมสมัย (OCAC) กระทรวงวัฒนธรรม
คณะศิลปกรรมศาสตร์ อักษรศาสตร์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล,
มหาวิทยาลัยบูรพา, คณะมัณฑนศิลป์
มหาวิทยาลัยศิลปากร และเครือข่ายมหาวิทยาลัย
เพื่อการเปลี่ยนแปลง (UNC)

ผลงานแฟชั่นเครื่องแต่งกาย : นวัตกรรมวัสดุสิ่งทอทดแทน
สังเคราะห์จากการใช้ดิน
ชื่อ “วงจรแห่งชีวิต” (Circle of Life)
รางวัล “ผลงานยอดเยี่ยม 1 ใน 10 ” Art Exchange
2020 : Imagine Artistic Dialects :
Thinking into Doing.
นิทรรศการศิลปะออนไลน์ระดับนานาชาติและการแข่งขัน
ในมูลนิธิในสมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าสิริวัณณวรี
นารีรัตนราชกัญญา ร่วมกับสำนักงานศิลปวัฒนธรรม
ร่วมสมัย (OCAC) กระทรวงวัฒนธรรม
คณะศิลปกรรมศาสตร์ อักษรศาสตร์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล,
มหาวิทยาลัยบูรพา, คณะมัณฑนศิลป์
มหาวิทยาลัยศิลปากร และเครือข่ายมหาวิทยาลัย
เพื่อการเปลี่ยนแปลง (UNC)

รางวัล “รอบคัดเลือกเข้าร่วมแสดง” ผลงานเครื่องประดับ
ร่วมสมัย Arte Y Joya International Award 2020-2021
กรุงบาร์เซโลนา ประเทศสเปน (Barcelona, Spain)

พ.ศ. 2563 รางวัล “รองชนะเลิศ” Circular Design, Cycle of Life, Design Excellence Award (DEmark) 2020 A Series of Lingerie : “Innovative Synthesized Melanin from Soil as Textile Substitute to Create Garments for the Future” กระทรวงพานิชย์ ประเทศไทย

ทุนสนับสนุนนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร โดยการนำเสนอผลงานวิจัย / ผลงานสร้างสรรค์ ในที่ประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ประจำปีงบประมาณ 2563

พ.ศ. 2562 ทุนพัฒนาบัณฑิตศึกษา สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประเทศไทย

ทุนการศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบ คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

พ.ศ. 2561 ทุนการศึกษาปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบ โดย บริษัท ไทยวาโก้ จำกัด (มหาชน)