การควบคุมคุณภาพการย้อมสีและตกแต่งสำเร็จเส้นด้ายผักตบชวาและวัสดุประกอบเพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์

Quality control of dyeing and finishing of Water Hyacinth yarns and their transformed materials for commercial

ไพรัตน์ ปุญญาเจริญนนท์
กาญจนา ลือพงษ์
วิโรจน์ ยิ้มขลิบ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ 2560
คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การควบคุมคุณภาพการย้อมสีและตกแต่งสำเร็จเส้นด้ายผักตบชวาและวัสดุประกอบเพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์
ผู้วิจัย ดร.ไพรัตน์ ปุญญาเจริญนนท์
ดร.กาญจนา ลือพงษ์
นายวิโรจน์ ยิ้มขลิบ
พ.ศ. 2560

บทคัดย่อ

การควบคุมคุณภาพการย้อมสีและตกแต่งสำเร็จเส้นด้ายผักตบชวาและวัสดุประกอบเพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ มีจุดมุ่งหมายหลักในการจัดทำฐานข้อมูลสีสังเคราะห์ และสีธรรมชาติเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับควบคุมมาตรฐานการย้อมสีวัตถุดิบจากผักตบชวา และแก้ปัญหาที่เกิดจากการย้อมสีที่ไม่สามารถผสมสีได้ตามเดิม

ฐานข้อมูลสีสังเคราะห์ใช้สีประเภทรีแอคทีฟ ย้อมสีบนเกลียวผักตบชวาแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที สีที่ใช้คือสีแดง (Hicion Red He-3B) สีเหลือง (Hicion Yellow HE-4RN) สีน้ำเงิน (Hicion Navy Blue HER 150%) และสีดำ (Hifix Black KNN) ใช้สารช่วยย้อมคือโซเดียมซัลเฟต ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร และโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร ส่วนฐานข้อมูลสีธรรมชาติจากมะเกลือ ฝาง และขมิ้น ย้อมสีบนเกลียวผักตบชวาแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที สารช่วยย้อมคือโซเดียมซัลเฟต ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร ในส่วนอัญชัน ย้อมสีบนเกลียวผักตบชวาแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที สารช่วยย้อมคือโซเดียมซัลเฟต ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร และโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 20 กรัม/ลิตร ฐานข้อมูลของสีทั้ง 2 ประเภททำเป็นฐานข้อมูลสีเดี่ยว ฐานข้อมูลสีคู่ผสม และ ฐานข้อมูลแบบ 3 สี

การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มผู้ประกอบการ ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านคลองนกกระทุง จังหวัดนครปฐม เรื่องวิธีการจัดทำฐานข้อมูลสีสังเคราะห์ และสีธรรมชาติ การตกแต่งสะท้อน และการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผักตบชวา กลุ่มผู้ประกอบการมีความพึงพอใจมากในระดับ 4.39 และเมื่อหาสัดส่วนผลลัพธ์ทางเศรษฐกิจและสังคมที่เกิดจากการประมาณรายได้ที่เพิ่มขึ้นใน 1 ปี มีค่าเท่ากับ 5.04 แสดงว่าโครงการนี้มีความคุ้มค่า

คำสำคัญ : ฐานข้อมูลสีสังเคราะห์ ฐานข้อมูลสีธรรมชาติ เกลียวผักตบชวาแห้ง สัดส่วนผลลัพธ์ทางถ่ายทอดเทคโนโลยี เศรษฐกิจและสังคม

Title : Quality control of dyeing and finishing of Water Hyacinth yarns and their transformed materials for commercial

Researcher : Dr.Phairat Punyacharoennon
Dr.Kanchana Luepong
Mr. Wirote Yimklib

Year : 2017

ABSTRACT

Quality control of dyeing and finishing of Water Hyacinth yarns and their transformed materials for commercial was a main objective to establish the dye database of synthetic dye and natural dye. The dye database was a data for quality control in dyeing process of raw material as Water Hyacinth yarns, also it resolved the un-repeatability dyeing problem.

Reactive dye was used for synthetic dye database creation on dry Water Hyacinth yarns at 80°C for 30 minutes. Red as Hicion Red He-3B, yellow as Hicion Yellow HE-4RN, Blue as Hicion Navy Blue HER 150%, and black as Hifix Black KNN were the represent synthetic dye and Sodim sulphate 20 g/l and sodium carbo nate 20 g/l were used as auxiliaries. The other hands, the natural dye database was forming from Ebony tree, Caesalpinia sappan and Turmeric. They were dye on dry Water Hyacinth yarns at 80°C for 30 minutes and Sodim sulphate 20 g/l was the auxiliary. Whereas, Butterfly pea were dye at 80°C for 30 minutes by Sodim sulphate 20 g/l and sodium carbonate 20 g/l were the auxiliaries. The whole dye database was defined the totally in Primary, Secondary and ternary dye cycle.

The transfer knowledge was distributed to the enterprise at Nakhon Prathom Provincd as “Chumchonjaksanpaktobchawha Bann klongnokkratum”. The topics were “How to establish the synthetic and natural dye database”, “Water repel lent finishing”, and “developed and transformed the Water Hyacinth to products”. The target group was very satisfied in this topic as 4.39. In the result, the proportion between economic and social factor by the income increasing in 1 year was 5.04. So, the research project was achievement.

Keywords: Synthetic dye database, Natural dye database, dry Water Hyacinth Yarns, Technology transfer, proportion between economic and social factor

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
กิตติกรรมประกาศ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 สีและการมองเห็น	4
2.2 หลักการมองเห็นสี	7
2.3 สีรีแอคทีฟ	13
2.4 สีธรรมชาติ	16
2.5 ขมิ้น	19
2.6 อัญชัน	20
2.7 ฝาง	21
2.8 มะเกลือ	23
2.9 การตกแต่งสะท้อนน้ำ	23
2.10 การควบคุมคุณภาพ	25
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	29
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	29
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ	30
3.3 การจัดเตรียมข้อมูลสีย้อม	30
3.4 การทำฐานข้อมูลสีย้อม	30
3.5 การทดสอบและประเมินผลการจัดทำฐานข้อมูลสี	31
3.6 การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มผู้ประกอบการ	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	35
4.1 การทำฐานข้อมูลสีประเภทสีย้อมสังเคราะห์สำหรับเกลียวผักตบชวาแห้ง	35
4.2 การทำฐานข้อมูลสีประเภทสีย้อมธรรมชาติสำหรับเกลียวผักตบชวาแห้ง	43
4.3 การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มผู้ประกอบการ	51
4.4 การประเมินผลสัมฤทธิ์โครงการ	57
4.5 การประเมินผลลัพธ์ทางเศรษฐกิจและสังคม	59
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	60
บรรณานุกรม	62
ประวัติย่อผู้วิจัย	63

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	โทนสีเอิร์ทโทน	5
2.2	ภาพจำลองคุณค่าทางความคิดในมุมมองของผู้บริโภค	7
2.3	รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉาก	8
2.4	ระบบ CIE L*a*b*	9
2.5	ระบบ Munsell	10
2.6	ลักษณะของทรงตันสี CIE	11
2.7	การติดสีของสีรีแอคทีฟกับเส้นใยพอลิเมอร์ประเภทต่าง ๆ	14
2.8	โครงสร้างและอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาของสีรีแอคทีฟ	14
2.9	โครงสร้างสารให้สีในขมิ้น	20
2.10	โครงสร้างสารให้สีในอัญชัน	21
2.11	โครงสร้างสารให้สีในฝาง	22
2.12	โครงสร้างสารให้สีในมะเกลือ	23
2.13	สารสะท้อนน้ำ	24
3.1	ขั้นตอนการดำเนินงาน	30
4.1	กระบวนการย้อมสีสังเคราะห์	35
4.2	ผลการย้อมสีสังเคราะห์บนเกลียวผักตบชวา ประเภทสีเดี่ยว	38
4.3	ผลการย้อมสีสังเคราะห์บนเกลียวผักตบชวา ประเภทสีคู่ผสม	39
4.4	ผลการย้อมสีสังเคราะห์บนเกลียวผักตบชวา ประเภทสามเหลี่ยมผสม	42
4.5	กระบวนการย้อมสีธรรมชาติ	43
4.6	ภาวะการติดสีของวัตถุดิบต่าง ๆ บนเกลียวผักตบชวาแห้ง	44
4.7	ผลการย้อมสีธรรมชาติบนเกลียวผักตบชวา ประเภทสีเดี่ยว	46
4.8	ผลการย้อมสีธรรมชาติบนเกลียวผักตบชวา ประเภทสีผสม	48
4.9	ผลการย้อมสีธรรมชาติบนเกลียวผักตบชวา ประเภทสามเหลี่ยมสีผสม	51
4.10	การให้ความรู้เรื่องฐานขอมูลสีย้อมสังเคราะห์ และธรรมชาติ	52
4.11	การย้อมสีสังเคราะห์บนเกลียวผักตบชวาแห้ง	52
4.12	ผลการย้อมสีสังเคราะห์บนเกลียวผักตบชวาแห้ง	52
4.13	การต้มสกัดสีย้อมธรรมชาติ	53
4.14	การเตรียมเส้นด้ายเกลียวผักตบชวาแห้ง	53
4.15	การย้อมสีธรรมชาติบนเกลียวผักตบชวาแห้ง	53
4.16	ผลการย้อมสีธรรมชาติบนเกลียวผักตบชวาแห้ง	53
4.17	การเตรียมสารสะท้อนน้ำและวัสดุ	54
4.18	การผสมสารสะท้อนน้ำ	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	**หน้า**
4.19 การแช่สารสะท้อนน้ำ	54
4.20 การผนึกสารสะท้อนน้ำ	55
4.21 ผลทดสอบการสะท้อนน้ำ	55
4.22 การเตรียมผ้าทอผักตบชวาสำหรับทำผลิตภัณฑ์	56
4.23 การประกอบชิ้นงาน	56
4.24 การจัดรูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่าย	56
4.25 ระดับความพึงพอใจด้านต่าง ๆ	58
4.26 ร้อยละความพึงพอใจด้านต่าง ๆ	58

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
3.1 แบบประเมินความพึงพอใจผู้รับบริการ	33
4.1 ค่าของสีบนเกลียวผักตบชวาแห้ง เมื่อใช้สีสังเคราะห์แบบสีเดี่ยว	36
4.2 ค่าของสีบนเกลียวผักตบชวาแห้ง เมื่อใช้สีสังเคราะห์แบบคู่ผสม	38
4.3 ค่าของสีบนเกลียวผักตบชวาแห้ง เมื่อใช้สีสังเคราะห์แบบสามเหลี่ยมผสมสีสังเคราะห์	40
4.4 ค่าของสีบนเกลียวผักตบชวาแห้ง เมื่อภาวะในการติดสีธรรมชาติต่างกัน	43
4.5 ค่าของสีบนเกลียวผักตบชวาแห้ง เมื่อใช้สีธรรมชาติแบบสีเดี่ยว	45
4.6 ค่าของสีบนเกลียวผักตบชวาแห้ง เมื่อใช้สีธรรมชาติแบบคู่ผสม	47
4.7 ค่าของสีบนเกลียวผักตบชวาแห้ง เมื่อใช้สีธรรมชาติแบบสามเหลี่ยมผสม	49
4.8 ระดับความพึงพอใจการรับถ่ายทอดเทคโนโลยี	57
4.9 การประเมินผลลัพธ์ทางเศรษฐกิจและสังคม	59

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการวิจัยเรื่องการควบคุมคุณภาพการย้อมสีและตกแต่งสำเร็จเส้นด้ายผักตบชวาและวัสดุประกอบเพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์ด้านต่าง ๆ จากกลุ่มบุคคลและหน่วยงานหลายแห่ง คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านดังรายนามต่อไปนี้

1. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สนับสนุนทุนวิจัย
2. คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่นมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สถานที่ประเมินผลการดำเนินงานวิจัย
3. คุณเพ็ญศรี ฉอ้อนชม ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนจักสานผักตบชวา บ้านคลองนกกระทุง อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม พร้อมสมาชิกในกลุ่ม ที่ให้ความร่วมมือในการถ่ายทอดเทคโนโลยี และข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาโครงการวิจัยจนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์
4. นายกองค์กรบริหารส่วนตำบลบ้านคลองนกกระทุง สำหรับความร่วมมือและการประสานงานการวิจัย
5. บิดา มารดา และบุคคลอีกหลายท่านที่มีส่วนช่วยผลักดันให้โครงการนี้สำเร็จ ทั้งด้านกำลังใจ และแง่คิดดี ๆ ในการทำงาน

ดร.ไพรัตน์ ปุญญาเจริญนนท์
ดร.กาญจนา ลือพงษ์
นายวิโรจน์ ยิ้มขลิบ

บทที่ 1
บทนำ

การควบคุมคุณภาพการย้อมสีและตกแต่งสำเร็จเส้นด้ายผักตบชวาและวัสดุประกอบเพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์เป็นการวิจัยประเภทพัฒนาทดลอง ด้านวิทยาศาสตร์และเภสัชกลุ่มวิชาเคมีสิ่งทอ และถ่ายทอดองค์ความรู้สู่กลุ่มผู้ประกอบการ มีความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติรายประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 4 เรื่องการวิจัยด้านการขับเคลื่อนเศรษฐกิจพอเพียงในภาคธุรกิจ เป้าประสงค์เพื่อการสร้างงานวิจัยด้านเศรษฐกิจพอเพียงที่ได้รับการยอมรับและนาไปใช้จริงจากภาคธุรกิจ ทั้งนี้มีความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับยุทธศาสตร์ประเทศในประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 2 เพื่อลดความเหลื่อมล้า (Inclusive Growth) มีประเด็นหลักเพื่อการสร้างโอกาสและรายได้แก่วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) และเศรษฐกิจชุมชน อีกทั้งยังมีความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับนโยบาย/เป้าหมายของรัฐบาลด้านการพัฒนา และส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี การวิจัย และการพัฒนานวัตกรรม

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการศึกษาข้อมูลที่ผ่านมาในด้านการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผักตบชวา พบว่าผักตบชวาสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ แต่ยังไม่มีการควบคุมคุณภาพการย้อมสี และผู้ใช้งานหลักยังไม่สามารถเลือกเฉดสีได้ตามที่มากนัก แต่มีความต้องการในการเพิ่มความหลากหลายในการใช้งานวัสดุประกอบเหล่านี้เพิ่มขึ้น ดังนั้นการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางด้านสิ่งทอ ได้แก่ การย้อมสี การตกแต่งสำเร็จในด้านการฟอกขาว การตกแต่งเพิ่มคุณสมบัติให้กับผืนผ้า เส้นด้าย และกระดาษให้มีความสามารถในการกันน้ำ กันน้ำมัน กันไฟ และตกแต่งกลิ่นหอม เป็นการเพิ่มทางเลือกในการแปรรูปและใช้งานผลิตภัณฑ์เหล่านั้นให้ดีมากยิ่งขึ้นจึงเป็นเรื่องที่มีความน่าสนใจ ผลที่ได้จาการศึกษาไม่เพียงแต่เป็นการเพิ่มเสน่ห์ให้กับเส้นด้าย ผ้าทอ และวัสดุประกอบจากผักตบชวาเท่านั้น แต่ยังเป็นการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ และการเสริมค่าให้กับวัชพืช ลดค่าใช้จ่ายในการทำลายผักตบชวาอีกด้วย

ดังนั้นในโครงการนี้จึงมีแนวคิดในการนำความรู้ทางการย้อมสีและควบคุมคุณภาพการย้อมสีธรรมชาติเพื่อให้ได้ผลการย้อมสีที่มีมาตรฐาน สามารถทำการย้อมซ้ำในสภาวะเดิมและได้ค่าสีที่ไม่แตกต่างมาเป็นปัจจัยนำเข้าเพื่อใช้ในการพัฒนาและจัดองค์ประกอบสีให้มีความหลากหลายโดยการไล่โทนสีอ่อน สีเข้ม จัดเป็นคอลเลคชั่นเพื่อการเลือกใช้ และนำการจัดองค์ประกอบสีที่ได้มาช่วยในเรื่องการประยุกต์สีบนผ้าทอกะเหรี่ยงให้มีความน่าสนใจ และตรงตามความต้องการของผู้บริโภคโดยไม่ทิ้งเอกลักษณ์ที่มีความเฉพาะตัวของท้องถิ่น สามารถนำผลการศึกษาไปบูรณาการกับการเรียนการสอน การบริการวิชาการแก่ชุมชนเพื่อสร้างอาชีพเสริม และส่งเสริมการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นได้อีกทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อควบคุมมาตรฐานการย้อมสีเส้นด้ายและวัสดุเสริม
2. เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากการย้อมสีเส้นด้ายและวัสดุเสริม
3. เพื่อพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเส้นด้ายและวัสดุเสริม
4. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเส้นด้ายและวัสดุเสริมสู่กลุ่มเป้าหมาย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. มีการควบคุมคุณภาพผลงานที่ได้ตามเกณฑ์การทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
2. สร้างวงจรสี จำนวน 3 ชุด
3. ตกแต่งสำเร็จเส้นด้ายและวัสดุประกอบด้วยกระบวนการทางเคมีสิ่งทอ ได้แก่ การฟอกขาว ตกแต่งสะท้อนน้ำ ตกแต่งกันไฟ เพิ่มกลิ่นหอมเป็นต้น
4. การถ่ายทอดเทคโนโลยี ใช้วิธีการสอนเชิงปฏิบัติการ ที่กลุ่มเป้าหมายหลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่หน่วยงานวิจัย

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและเตรียมข้อมูลเบื้องต้น
2. ดำเนินการจัดซื้อวัสดุเพื่อสร้างนวัตกรรม
3. ดำเนินการสร้างนวัตกรรม
4. ทดสอบและประเมินผลสัมฤทธิ์
5. ถ่ายทอดเทคโนโลยีและผลสัมฤทธิ์สู่กลุ่มเป้าหมาย
6. สรุปผลการวิจัยและจัดทำรูปเล่มรายงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรม/ขั้นตอนการดำเนินงาน	ปีงบประมาณ 2560											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. สำรวจพื้นที่และความต้องการกลุ่ม	■	■										
2. ปรับแผนงานให้สอดคล้องชุมชน		■	■									
3. ถ่ายทอดเทคโนโลยีและผลสัมฤทธิ์สู่กลุ่มเป้าหมาย		■	■									
4. ประเมินและสรุปผลการดำเนินงาน						■	■	■	■	■		

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตรงความต้องการของผู้บริโภค
2. สร้างอาชีพและเสริมความเข้มแข็งให้กับกลุ่มผู้ผลิต
3. เผยแพร่ข้อมูลในงานนิทรรศการ และ/หรืองานสัมมนาระดับชาติและนานาชาติ

1.6 ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัย

ในการวิจัยนี้จะได้รับผลิตภัณฑ์จากผักตบชวาที่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค และมีมาตรฐานตามเกณฑ์ควบคุมคุณภาพของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน กระทรวงอุตสาหกรรม (Outcome) เป็นการส่งเสริมการสร้างอาชีพ และสร้างชุมชนเข้มแข็ง (Impact) ผลสำเร็จของงานวิจัย เป็นผลสำเร็จตามเป้าประสงค์ (Goal results, G) มีระดับความสำเร็จดังนี้

- ผลสำเร็จเบื้องต้น (Preliminary results, P) ได้องค์ความรู้ในการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผักตบชวา
- ผลสำเร็จกึ่งกลาง (Intermediate results, I) เพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ โดยการนำมาตรฐานคุณภาพผลิตภัณฑ์เข้ามาช่วยในการควบคุมการสร้างงาน
- ผลสำเร็จตามเป้าประสงค์ (Goal results, G) ผลิตภัณฑ์ที่ได้สามารถทำรายได้ให้แก่กลุ่มเป้าหมายเป็นการสร้างความเข้มแข็งให้ชุมชน

บทที่ 2
ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 สีและการมองเห็น

สีนับเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งของงานศิลปะ เป็น องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึก อารมณ์ และจิตใจ โดยทั่วไปแล้วสีสันสามารถมีให้เห็นอย่างหลากหลายในชีวิตประจำวันของเรา โดยสีแต่ละสีจะมีพลังเป็นของตัวเอง

1. สีแท้ คือสีสดใสที่ยังไม่ได้ผ่านการผสมให้ความเข้มของสีเปลี่ยนไป เช่น สีเขียว สีแดง สีน้ำเงิน สีเหลือง สีส้ม

2. สีค่าอ่อน คือสีที่ถูกผสมด้วยสีขาวหรือมีตัวละลายที่ทำให้สีอ่อนลง

3. สีค่าแก่ คือสีที่ถูกผสมด้วยสีดำและทำให้เข้มและแก่ขึ้น

4. สีกลมกลืนกัน ได้แก่ การใช้สีที่คล้ายๆ กันมารวมกลุ่ม ไว้ด้วยกันให้ เหมาะสมกลมกลืน แต่ก็ต้องไม่ให้รู้สึกจืดชืด ไม่น่าสนใจ

จากการที่ตาของมนุษย์สามารถที่จะแยกแยะสีได้ประมาณ 10 ล้านกว่าสีทำให้เห็นได้ว่า การเรียกชื่อสีโดยระบุเพียงชื่อ เช่น สีแดงมะเขือเทศสุก จึงไม่สามารถสื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันให้เห็นเป็นสีแดงเดียวกัน ดังนั้นการระบุชื่อสีโดยใช้ตัวเลข และ/หรือ ตัวอักษรจึงจำเป็น ทั้งนี้การจัดสีแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. ระบบการจัดสีแบบ Monochromatic เป็นระบบการจัดสีที่มีตัวแปรที่ใช้กำหนดสีอยู่ 3 ตัวคือ ความยาวคลื่นเด่น (Dominant wavelength) หรือลักษณะสี (Hue) ความอิ่มตัวหรือความบริสุทธิ์ (Saturation) และความสว่าง (Brightness) ระบบนี้จะมีแผ่นตัวอย่างสีมาตรฐาน ที่มีการจัดระเบียบและตั้งชื่อเพื่อให้ง่ายต่อการระบุสี การเลือกสีก็ทำโดยการเทียบกับตัวอย่างสีมาตรฐานที่มีให้ ระบบที่มีชื่อเสียงมากคือ ระบบสีของมุนเซลล์ (Munsell color system) ซึ่งใช้สำหรับเรียกชื่อสีของวัตถุจำพวกสีน้ำ สีย้อม สีหมึก ต่างๆ ภายใต้เงื่อนไขการส่องสว่างมาตรฐาน ต่อมามีการค้นคว้าปรับเปลี่ยนเพื่อให้มีจำนวนสีพอเพียงกับความต้องการใช้ เช่น ระบบสีแพนโทน (Pantone color system) ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในวงการสิ่งทอและแฟชั่นดังตัวอย่าง Pantone color chart

2. ระบบการจัดสีแบบ Trichromatic เป็นระบบการจัดสีที่เกี่ยวกับงานวิจัยการผลิตและจำหน่าย มีข้อดีคือ ได้รวมเอาผลของสมบัติการสะท้อนแสง หรือการส่งผ่านแสง (สีของวัตถุ) คุณสมบัติทางสเปกตรัมของแหล่งกำเนิดแสง (สีของแสง) คุณสมบัติการมองเห็น เพื่อใช้สังเกตเห็นสีอันแท้จริงภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ระบบที่มีชื่อเสียงมาก คือระบบสี CIE (CIE Color System) โดย CIE ได้สร้างสามเหลี่ยมสีขึ้นมาเพื่อใช้เป็นตัวแทนในการกำหนดสีให้มีความแม่นยำโดยอาศัยผลการคำนวณทางคณิตศาสตร์

2.1.1 เทคนิคการเลือกใช้สี

รูปแบบของการสื่อสารที่ไม่ใช้คำพูดนั้น สีเป็นวิธีที่มากที่สุดของการส่งข้อความหรือสื่อความหมายก่อนที่มนุษย์จะเรียนรู้ความงามของสียังมีความเป็นจริงในแง่มุมของการสื่อสารด้วยสี พวกเราอยู่รอดมาด้วยการพึ่งพาความสามารถในการบ่งชี้วัตถุจำเป็นเป็นหรือการส่งสัญญาณ เตือนไม่ว่าจะเป็นสัตว์ผักหรือแร่ธาตุและสีคือส่วนที่จำเป็นมากสำหรับการดำรงชีวิตการเลือกใช้สี หรือการจับคู่สีได้จากการจับคู่สี ก็คือการว่างเนื้อสีตามการผสมสีตามที่เราสามารถมองเห็นในแต่ละโทนสี โทนสีต่าง ๆ นั้นมีอยู่มากมายแหล่งกำเนิดของสีและวิธีการจัดวางผสมสีตลอดจนความรู้สึกต่อสีของมนุษย์แต่ละกลุ่มย่อยไม่เหมือนกัน สีต่าง ๆ ที่ปรากฏนั้นย่อมเกิดขึ้นจากแม่สี ในลักษณะที่แตกต่างกันตามโทนของสี จึงได้เลือกโทนสีที่มีความใกล้เคียงกับสีของลวดลายผ้ากะเหรี่ยงและผ้าฝ้ายสีต่างๆที่นำมาประกอบผลิตภัณฑ์จำนวนทั้งหมด 3 โทนสี ดังนี้

1. โทนสี Beige Tone โทนสีนี้บ่งบอกถึง การผสมผสานกันหลากสีสัน มีความโดดเด่นและสวยงามชวนน่าประทับใจ

ภาพที่ 2.1 โทนสีเอิร์ทโทน

ที่มา: http://icolorscheme.com/2011/08/earth-tone-color-schemes/

2. โทนสีเอิร์ทโทน (Earth Tone) เป็นโทนสีที่บ่งบอกถึงความเป็นธรรมชาติให้ความอบอุ่น ความปลอดภัยจากบรรยากาศที่เป็นมิตรกับธรรมชาติ สีธรรมชาติส่วนใหญ่จะออกโทนนี้

3. โทนสีอาร์ทเดคโค (Art Decco) โทนสีนี้บ่งบอกถึงการได้รับอิทธิพลสไตล์อาร์ทเดคโค (Art Decco) เป็นงานออกแบบศิลปะโปรเกรสซีฟจากธรรมชาติไปเป็นอุตสาหกรรมมากขึ้น เช่น ความทันสมัย

2.1.2 อิทธิพลของสีต่อผู้บริโภค

- สีต่อช่วงอายุ (Color and age) เด็กแรกเกิดถึงอายุ 5 ปี ชอบสีสดและเด่นกว่าวัยรุ่นที่ ชอบสีตามสมัยนิยม (Trendy color) เพราะเหตุนี้ รสนิยมในเรื่องสีของวัยรุ่นจึงมีการเปลี่ยนแปลงบ่อยขณะที่ผู้สูงอายุจะมีแนวโน้มชอบสีนุ่มนวล (Pastel) และสีจำพวกที่ลดความเข้มข้นของสีลง (Muted shades)

4. สีต่อรายได้ (Color and income) ในตลาดบนของผู้บริโภค ซึ่งเป็นตลาดที่ผู้บริโภคมี การศึกษาสูงและรายได้สูงมักจะชอบสีแบบ Sophisticated (สีที่มีความซับซ้อน ทำให้หลงผิดได้ ขาดลักษณะของธรรมชาติ) แต่ไม่ใช่ความหรูหราหรือฉูดฉาด

- สีต่อภูมิลำเนา (Color and Location) สีสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีการแข่งขันสูงในท้องตลาด ปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับความประทับใจที่จะดึงดูดผู้ซื้อ (Impulse) ควรจะมีสีที่ Warm และ Radiant (สว่างคล้ายจะแผ่รังสีได้) สีในประเภทนี้ได้แก่ แดง ส้ม เขียว เหลือง

- สีต่อเพศ (Color and เender) ในเพศที่ต่างกันระหว่างหญิงชาย ตามทัศนคติทั่วไปของกลุ่มสังคม ในเรื่องสีนั้นถือว่าเป็นเพศหญิงเพราะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ผู้หญิงมี แนวโน้มที่จะมีจิตสำนึกทางความคิดและความรู้สึก (Conscious) ในเรื่องของสีมากกว่าผู้ชาย ในช่วงอายุที่เท่ากัน

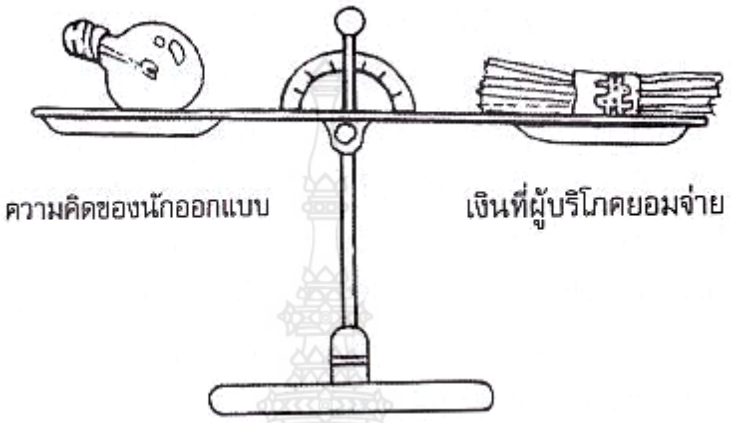
5. ลักษณะผิวสัมผัส (Texture) คือ ลักษณะของพื้นผิวของรูปร่างหรือรูปทรง ซึ่งอาจจะเป็นลักษณะเรียบ ขรุขระ เป็นมันวาว หยาบ ด้าน โปร่งใส เป็นต้น ลักษณะผิวสัมผัสเหล่านี้สามารถสร้างความรู้สึกต่อการพบเห็น ทำให้เกิดความรู้สึกอยากจับต้องหรือสัมผัส ลักษณะผิวที่แตกต่างกันจะให้ความรู้สึกตอบสนองต่างกัน

- นอกจากนี้ อิทธิพลของสีที่มีต่อผู้บริโภค ยังอาจขึ้นกับปัจจัยด้านขนบธรรมเนียมประเพณี เศรษฐกิจ แนวโน้มของแฟชั่น หรือความนิยมของแต่ละยุคสมัยและกฎเกณฑ์ของชนแต่ละกลุ่มที่มีความจำเป็นในการใช้สีที่แตกต่างจากชนกลุ่มอื่น ๆ นอกจากนี้ยังอาจขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในอดีตที่มีต่อสีนั้นๆ เป็นส่วนตัวด้วย (วริยา อรรถพร, 2550)

2.1.3 สีกับมุมมองของผู้บริโภค

แนวคิดนี้เชื่อว่าคนส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะแก้ปัญหาการออกแบบจากมุมมองของตัวเอง จาก วัสดุและงานผลิต หรือจากหลักการทางศิลปะที่ตนคุ้นเคย แต่ไม่ค่อยจะมองในมุมมองของผู้บริโภค ในแง่รูปลักษณ์ผลิตภัณฑ์ สีสัน ราคาขาย การขนส่ง วัฒนธรรม ความเชื่อ และค่านิยมทางสังคม ของกลุ่มเป้าหมายสินค้านั้นๆ มากนัก แต่ในทางที่ถูกต้องแล้ว การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดี

นั้น จะต้องตอบสนองความต้องการทั้งของผู้ออกแบบและผู้บริโภคได้ โดยหลีกเลี่ยงความขัดแย้งที่อาจ เกิดขึ้นจากความสนใจส่วนตัว ดังนั้นความสำเร็จของการออกแบบจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อเราได้ให้ผู้บริโภคในสิ่งที่เขาต้องการจริงๆ ไม่ใช่สิ่งที่เราต้องการจะให้ผู้บริโภค



ภาพที่ 2.2 ภาพจำลองคุณค่าทางความคิดในมุมมองของผู้บริโภค
ที่มา: วัชรินทร์ จรุงจิตสุนทร, 2548

2.2 หลักการมองเห็นสี

การมองเห็นสีของมนุษย์ เกิดจากการที่แสงที่สะท้อนจากวัตถุนั้นๆ มากระทบตาเราและส่งไปสมองเพื่อแปลออกมาเป็นสีที่เห็น ดังนั้นในการมองเห็นจึงมีปัจจัยอยู่ 3 อย่าง คือ แหล่งกำ - เนิดแสง วัตถุมีสี และสายตาของคนเรา ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วว่าเมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดแสงส่องมาตกกระทบวัตถุมีสี จะสะท้อนเข้าสู่ตา และตาของมนุษย์เราจะไวต่อแม่สีแสง 3 สีคือ สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินการมองเห็นด้วยตาจะบ่งบอกลักษณะของวัตถุได้ 3 ลักษณะคือ

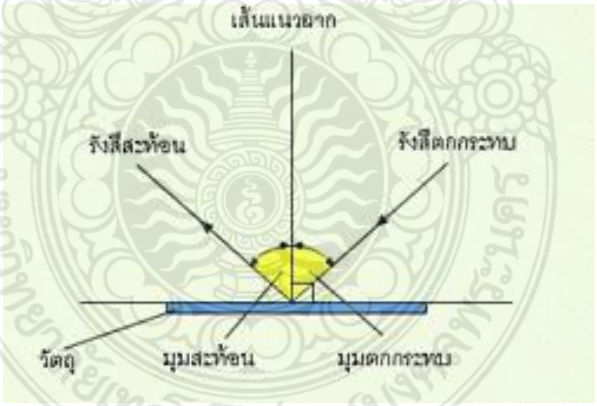
1. สีที่ปรากฏในการมองเห็น เช่น สีแดง สีเขียวหรือสีน้ำเงิน เรียกว่า Hue
2. ความสว่างของสีซึ่งเป็นการสะท้อนของแสงที่มีค่าต่างกันเรียกว่า Lightness
3. ความสดใส ความเข้มและความบริสุทธิ์ของสี เรียกว่า Chroma

จากที่ได้กล่าวไว้ในตอนแรกแล้วว่าการมองเห็นสีของวัตถุเกิดจากปัจจัยอยู่ 3 อย่าง คือ แหล่งกำเนิดแสง วัตถุมีสี และผู้สังเกตการณ์ (หรือคนมอง) ซึ่งจะได้พิจารณาจากปัจจัยทั้ง 3 ดังนี้

1. แหล่งกำเนิดแสง สำหรับการมองเห็นมาจาก 2 แหล่งคือ แหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติ และแหล่งกำเนิดแสงที่ประดิษฐ์ขึ้นสำหรับแหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติ ได้แก่แสงจากดวงอาทิตย์ หรือแสงแดดในตอนกลางวัน (Daylight) ส่องมายังพื้นผิวโลกเป็นแสงสีขาว และเมื่อผ่านปริซึมแสงสีขาวนี้จะแยกแสงออกเป็นแถบสีต่าง ๆ กัน7 สี โดยแต่ละสีจะมีความยาวคลื่นต่างกันซึ่งอยู่ระหว่าง 400-780 นาโนเมตร แต่แสงแดดในแต่ละท้องที่ของประเทศต่าง ๆ จะพบว่ามีการกระจายพลังงาน (Spectral energy distribution, SED) ที่แตกต่างกันไปตามภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ฤดู

และช่วงเวลา ดังนั้นการมองเห็นสีที่มีแหล่งกำเนิดแสงตามธรรมชาติในช่วงเวลาสถานที่ หรือสภาพอากาศที่ต่างกันแล้ว ก็เป็นเหตุให้การมองเห็นสีต่างกันไปด้วยแหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ มีอยู่ด้วยกันหลายแบบได้แก่ หลอดไฟอินแคนดิเซน (Incandescence) หลอดไฟทังสเตน (Tungsten filament lamp), หลอดฟลูออเรสเซนส์, หลอดไฟซีนอนอาร์ค (Zenon arc lamp) หลอดไฟซีนอนอาร์ค จะให้แสงที่มีการกระจายพลังงานอยู่ระหว่างช่วงรังสีอัลตราไวโอเลตและรังสีอินฟราเรด เมื่อเราใช้ที่กรองแสงรังสีอัลตราไวโอเลตอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งใช้ที่กรองความร้อนลดความเข้มของรังสีอินฟราเรดให้ต่ำลงแล้ว จะทำให้หลอดไฟซีนอนอาร์คมีการกระจายพลังงานได้ใกล้เคียงกับแสงแดดตอนกลางวัน นอกจากนี้หลอดไฟซีนอนอาร์คที่ให้แสงกระพริบ (Zenon flash lamp) เมื่อให้แสงกระพริบที่มีความเข้มของแสงสูงในช่วงระยะสั้น ทำให้ชิ้นตัวอย่างที่ทำการวัดสีไม่ร้อนมากจนเกิดการเปลี่ยนสี

2. วัตถุมีสี แสงจากแหล่งกำเนิดแสงเมื่อตกกระทบวัตถุที่มีสีจะเกิดปรากฏการณ์การสะท้อนของแสงที่พื้นผิวของวัตถุที่มีความเงามัน เรียกว่า Specula reflection ถ้าพื้นผิวไม่เรียบ ไม่มีความเงามันเมื่อแสงส่องผ่านเข้าไปกระทบวัตถุนั้นจะเกิดการกระเจิงของแสง และอนุภาคของสีในบางช่วงคลื่นจะถูกดูดกลืนเอาไว้ บางช่วงคลื่นจะถูกสะท้อนออกมาทำให้เกิดการมองเห็นสีแตกต่างกันตามความยาวช่วงคลื่นที่มีการสะท้อนออกมาเราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Diffuse reflection นอกจากจะมีการสะท้อน และการดูดกลืนในบางช่วงของคลื่นแสงแล้ว ยังมีการส่องผ่านของแสงบนวัตถุโปร่งแสง และเกิดการกระเจิงของแสงที่พื้นผิวปรากฏการณ์นี้เรียกว่า Diffuse transmission แต่ถ้าเป็นวัตถุที่มีความโปร่งใส เช่น กระจกใส จะเกิดการส่องผ่านทะลุวัตถุโปร่งใสนั้นเป็นปรากฏการณ์ที่เรียกว่า Regular transmission ดังภาพที่ 2.3 ของปรากฏการณ์ทั้ง 4

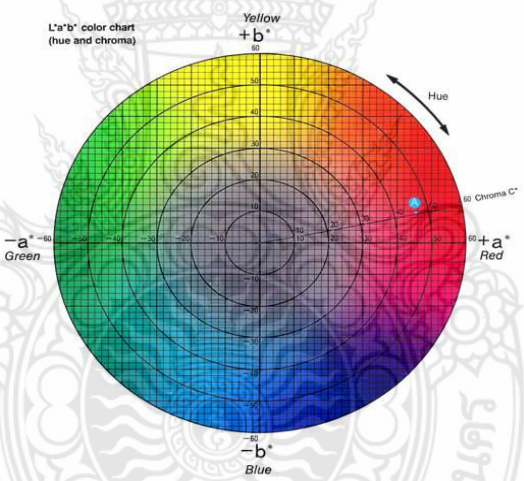


ภาพที่ 2.3 รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อน และเส้นแนวฉาก
ที่มา Cayless, M.A. & Marsden, 1983

3. ผู้สังเกตการณ์ เป็นปัจจัยสุดท้ายของการมองเห็นเมื่อแสงตกกระทบบนวัตถุที่มีสีและสะท้อนเข้าตาผู้สังเกตการณ์แล้วส่งไปยัง เรตินาที่มีส่วนไวต่อแสงแตกต่างกันอยู่ 2 ชนิดคือ ส่วนที่จะแยกความแตกต่างระหว่างความมืดและความสว่างที่เรียกว่า รอด (Rods) และส่วนที่สามารถแยกสีที่เรียกว่า โคน (Cones) แบ่งออกอีก 3 ชนิด คือส่วนที่ไวต่อแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน จากที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นแล้วว่าการมองเห็นของมนุษย์ต่อวัตถุที่มีสีนั้นจะเป็นการมองเห็นที่แตกต่างกันไป

ดังนั้นถ้าวัตถุหรือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมานั้นมีสีที่สม่ำเสมอและเป็นมาตรฐานสากลแล้ว การวัดสีจะบอกลักษณะของสีให้เป็นที่เข้าใจในระดับสากลได้ มีหลายวิธี หลายระบบ ที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง คือระบบมันเซล (Munsell) และระบบ CIE ระบบ Munsell เป็นระบบที่พัฒนามาก่อนการนำเครื่องมือวัดสีมาใช้ในการวัดสี โดยใช้สายตาดูและอาศัยคุณสมบัติของการมองเห็นสีคือ ความสว่างของสี (Hue) ความสว่าง (Lightness) และสี (Chroma) ซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์ความคิดของมนุษย์ในการวัดสี ระบบนี้จัดเป็นระบบที่ตรงกับที่สายตามนุษย์มองเห็นสีแตกต่างกันเป็นช่วงที่เท่ากัน ระบบ CIE เป็นระบบที่ Commission International de l' Eclairage (CIE) ได้พัฒนาระบบของการวัดสีในรูปของวัตถุ (Objective) ที่ไม่ต้องอาศัยประสบการณ์ หรือความ คิดของมนุษย์ในการวัดสีดังเช่นระบบ Munsell การวัดสีระบบนี้มีข้อดีคือ เป็นระบบที่ไม่ขึ้นกับการมองเห็นของแต่ละบุคคล ที่วัดสีออกมาเป็นตัวเลขที่สามารถนำไปคำนวณ และทำนายสูตรสีผสม

ดังนั้นการมองเห็นสีของวัตถุ ที่เกิดจากแหล่งกำเนิดแสง วัตถุที่มีสี และสายตามนุษย์ ถ้าเราสามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขได้ก็สามารถวัดค่าสีออกมาเป็นตัวเลขได้ระบบ CIE L*a*b* เป็นวิธีการวัดสีที่ใช้ลักษณะของการใช้สี (Color space) ดังรูปที่ 2.4



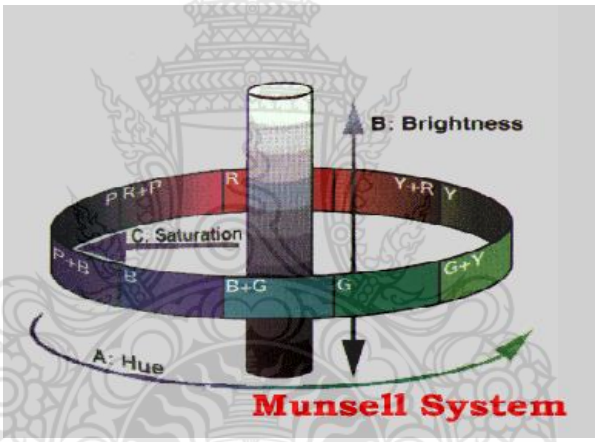
ภาพที่ 2.4 ระบบ CIE L*a*b*
ที่มา: Cayless, M.A. & Marsden, 1983

โดยกำหนดให้ L* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 100
แกน a* ที่เป็น + สีจะเป็นไปในทิศทางสีแดง
แกน a* ที่เป็น – สีจะเป็นไปในทิศทางสีเขียว
แกน b* ที่เป็น + สีจะเป็นไปในทิศทางสีแหลือง
แกน b* ที่เป็น – สีจะเป็นไปในทิศทางสีน้ำเงิน

2.2.1 ระบบ Munsell
ระบบนี้พัฒนาโดย Albert H. Munsell ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1905 ระบบ Munsell จะ

มีพื้นฐานในการจัดลำดับสีที่ง่ายโดยอาศัยคุณสมบัติการมองเห็นสี 3 ประการคือ ความสว่างของสี (Hue) ความสว่าง (Lightness) และสี (Chroma) กล่าวคือ

- แผ่นกระดาษสีจะถูกจัดเรียงตามลักษณะของ (Hue) ต่างๆ ของแถบสเปกตรัมไปตามเส้นรอบวง 10 สี คือสีแดง (R) สีแดงออกเหลือง (YR) สีเหลือง (Y) สีเหลืองออกเขียว (GY) สีเขียว (G) สีเขียวออกน้ำเงิน (BG) สีน้ำเงิน (B) สีน้ำเงินออกม่วง (PB) มีม่วง (P) และสีม่วงออกแดง (RP)
- แผ่นกระดาษสีกลุ่มที่มีความสว่างของสี (Hue) เดียวกันจะถูกจัดเรียงในแนวดิ่งตามลักษณะของสีที่มีค่าสี (Value) แตกต่างกันจากสีที่มีความสว่างต่ำสุดจนถึงสูงสุด
- แผ่นกระดาษสีกลุ่มที่มีความสว่างของสี (Hue) และ ค่าสี (Value) เดียวกันจะถูกเรียงในแนวนอนตามลักษณะของสีที่มีค่าสี (Chroma) แตกต่างกันจากสีที่มีความสดน้อยที่สุดจนถึงมากที่สุด



ภาพที่ 2.5 ระบบ Munsell
ที่มา: R.W.G. Hunt, 1993)

ตัวอย่างการบอกสีของระบบ Munsell เช่น สีหมายเลข 7.5R 9/2

- Hue 7.5 R เป็นสีแดงไปทางเหลือง (Yellow-red)
- Value 9 แสดงถึงสีอ่อน (Light color)
- Chroma 2 แสดงถึงสีไม่อิ่มตัว (ไม่สดใส) คือ (Saturation) ต่ำ

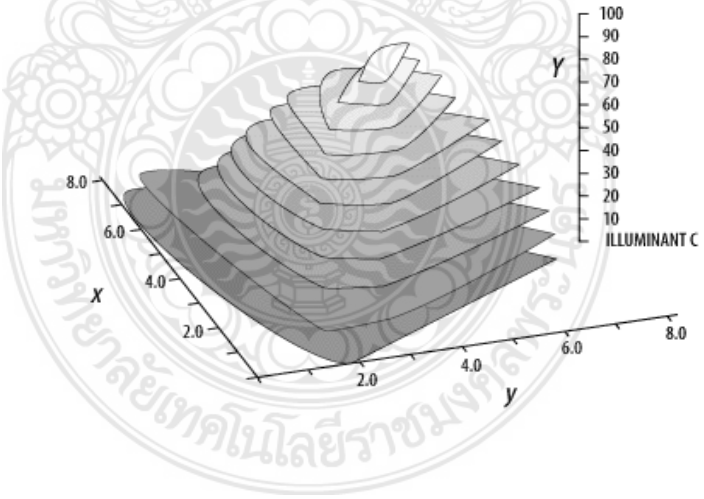
ดังนั้น สีที่มีตัวเลขและตัวอักษรดังกล่าวจึงเป็นชมพูซีด (Pale pink)

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าระบบ Munsell จะสามารถสื่อความหมายของสีได้อย่างดีโดยเฉพาะในหมู่ศิลปินและนักออกแบบก็ตาม แต่ระบบนี้ก็ยังมีข้อบกพร่องเนื่องจากการบอกลักษณะของสี หรือจัดลำดับของสียังคงใช้ความนึกคิดประสบการณ์ของผู้มองแต่ละคน เรียกว่า Subjective

ดังนั้นจึงอาจทำให้มีการบอกลักษณะของสีแตกต่างกันได้

2.2.2 ระบบสีของ CIE (CIE color system)

ระบบนี้ใช้หลักการเบื้องต้นที่ว่าสีใดๆ ก็ตามสามารถสร้างขึ้นได้จากการผสมกันของสีปฐมภูมิ 3 สี ในอัตราส่วนที่พอเหมาะ โดยพัฒนามาจากระบบสี RGB ซึ่งมีพื้นฐานของการใช้สีปฐมภูมิแบบ Monochromatic 3 สีคือ สีแดง (R) สีเขียว (G) สีน้ำเงิน (B) เพื่อสร้างสีอื่นๆ ขึ้นมา ในระบบสี RGB จุดที่เป็นมุมยอดของสามเหลี่ยมด้านเท่าจะเป็นตัวแทนของสีปฐมภูมิทั้ง 3 ระบบนี้ไม่สามารถใช้กับสีที่มีความสว่างต่างกันได้ แต่ก็มันก็ให้ข้อมูลเพียงพอต่อการใช้งานและพบว่าสีต่าง ๆ ที่อยู่บนด้านของ สามเหลี่ยมสีซึ่งเป็นสีที่มีความอิ่มตัวมากที่เกิดจากการผสมกันของสี Monochro - matic จะมีความอิ่มตัวน้อยกว่าสีทาง สเปกตรัมที่เป็นสีเดียวกันที่อยู่นอกสามเหลี่ยม หมายความว่ายังมีสีอีกจำนวนมากที่ต้องอาศัยทฤษฎีการผสมสีแบบลบมาอธิบาย นั่นคือสีที่อยู่นอกสามเหลี่ยมสี RGB จะเกิดจากการผสมกันแบบบวกของสีปฐมภูมิ 2 สี แล้วผสมแบบลบ กับสีปฐมภูมิที่ 3 อีกทั้งจุดขาว (W) อยู่ใกล้กับด้านของสามเหลี่ยมมาก ผลที่ตามมาคือสีทุกสีที่เกิดจากการรวมกันของสีแดง สีเขียว และสีขาว จะกระจุกตัวอยู่ในพื้นที่เล็ก ๆ ทำให้ยากต่อการแสดงตำแหน่ง ปัญหานี้ CIE แก้โดยสร้างสามเหลี่ยมสีขึ้นมาใหม่ โดยรวมเอาโฟกัสสีซึ่งมีสีตัวเดียวกัน (Monochromatic) ทั้งหลายไว้ในสามเหลี่ยมสีนี้ เรียกว่าสามเหลี่ยมสี CIE สีปฐมภูมิทั้ง 3 บนยอดของสามเหลี่ยมสีนี้ แทนด้วย X Y Z เรียกว่า ไตรติมูลัส (Tristimulus) และสามารถหาได้โดยการคำนวณทางคณิตศาสตร์



ภาพที่ 2.6 ลักษณะของทรงตันสี CIE

ที่มา: http://irrigation.rid.go.th/rid8/royal.coin/electrical/illumination/cie.html

ระบบ CIE Chromaticity coordinate เป็นวิธีการที่สามารถระบุความหมายของสีได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งค่าที่ได้เป็นดังนี้

$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \qquad \text{----(2.1)}$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z} \qquad \text{----(2.2)}$$

$$z = \frac{Z}{X+Y+Z} \qquad \text{----(2.3)}$$

K/S คือค่าการติดสีโดยที่ค่า K เป็น สัมประสิทธิ์ของอัตราที่ลดลงของความเข้มข้นของรังสีเมื่อผ่านสาร ๆ หนึ่ง (Absorption coefficient) ของวัสดุ S เป็น ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (Scattering coefficient) ของวัสดุ ซึ่งทั้ง K และ S ไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่เราสามารถที่จะหาอัตราส่วนของ K และ S เป็นค่า K/S (หรือเป็นค่าบอกความเข้มของสี ถ้าเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายค่า K/S ของวัสดุทึบก็จะมีค่าคล้ายๆกับค่าการดูดกลื่นคลื่นแสง (Absorbance) ของสารละลาย) โดยที่ K/S = [(1-R)^2]/2R และเช่นกัน ค่า K/S ของแต่ละความยาวคลื่นแสงก็ไม่เท่ากัน ดังนั้นค่านี้ก็เป็นค่าเฉพาะแต่ละความยาวคลื่นด้วย โดยมากแล้วก็มักวัดกันที่ λ_{max} ของสีแต่ละสี แต่คราวนี้สีแต่ละสีก็จะมี λ_{max} ที่ตำแหน่งแตกต่างกันไป โดยที่ในทางวิทยาศาสตร์สีเค้ามักจะกำหนด λ_{max} ของแต่ละแม่สีไว้ ดังนี้ สีเหลือง(Yellow) ค่า λ_{max} ของ K/S จะอยู่ที่ 420 นาโนเมตร สีแดง (Red) ค่า λ_{max} จะอยู่ที่ 520 นาโนเมตร สีน้ำเงิน (Blue) ค่าอยู่ที่ 620 นาโนเมตร ซึ่งค่า K/S ทั้ง 3 ความยาวคลื่นนี้เราสามารถที่จะนำมาทำนายอัตราส่วนของสีทั้ง 3 ที่ผสมออกมาเป็นเหยื่อ (Target) ที่ต้องการได้โดยการกระตุ้น (Stimulus) ดังนั้นเราจึงเรียกวิธีการนี้ว่าการกระตุ้นสามระดับ (Tri stimulus) ดังนั้นถ้าเรารู้ค่า K/S ของสีที่นำมาเป็นแม่สีที่เราทราบความเข้มข้นแน่นอนแล้ว เราก็สามารถที่จะคำนวณหาปริมาณของแต่ละสีที่ใช้เพื่อที่จะผสมได้เป็นเหยื่อ (Target) ที่ต้องการดังสมการ

$$f(R) = Ac(x) + Bc(y) + Cc(z) \qquad \text{----(2.4)}$$

เมื่อค่า A B C เป็นค่าคงที่ ที่เรียกว่าดัชนีเปรียบเทียบ (Calibration factor) ของสี x y z ตามลำดับที่มีความเข้มข้น c ผสมอยู่ แต่สีที่นำมาเป็นแม่สีก็ไม่ได้มีความบริสุทธิ์เชิงแสง 100% ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์ที่ λ_{max} มาตรฐานที่ 420 520620 นาโนเมตรตามลำดับ ดังนั้นสมการข้างต้นจึงต้องหาที่ 420 520 620 นาโนเมตร ซึ่งจากสมการ 3 ตัวแปรนี้ ถ้าเราใช้ค่าที่แต่ละช่วงคลื่นก็ไม่สามารถที่จะใช้หาคำตอบ x y z ของสมการได้ แต่ถ้าใช้ค่าของทั้ง 3 ช่วงคลื่นนี้ก็จะทำให้ได้สมการออกมาเป็น 3 สมการได้ ทำให้เราสามารถหาคำตอบ x y z ของสมการได้ ก็จะทำให้เราสามารถที่จะทราบปริมาณของสีแต่ละสีที่ใช้ผสมกัน เพื่อให้ได้เป้าหมาย (Target) ที่ต้องการได้ ค่า K/S สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$R_{\lambda,m} = K_1 + \frac{(1-K_1)(1-K_2)R_{\lambda,i}}{1-K_2R_{\lambda,i}} \qquad \text{----(2.5)}$$

$$R_{\lambda,i} = 1+\left(\frac{K}{S}\right)_\lambda - \sqrt{\left[\left(\frac{K}{S}\right)_\lambda^2 + 2\left(\frac{K}{S}\right)_\lambda^2\right]} \qquad \text{----(2.6)}$$

$$\frac{K}{S} = \frac{(1-R)^2}{2R} \qquad \text{----------(2.7)}$$

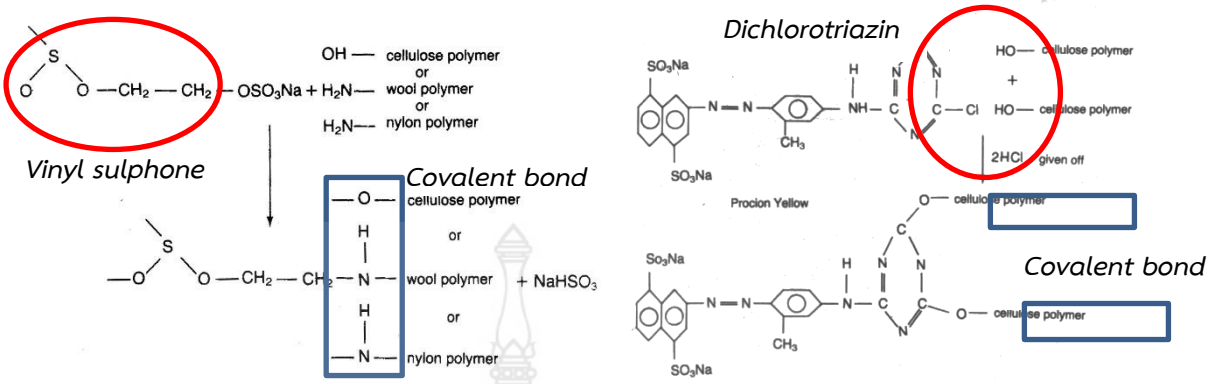
2.3 สีรีแอคทีฟ

สีรีแอคทีฟเป็นสีได้ชื่อเรียกมาจากการที่โมเลกุลของสีสามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีกับเส้นใยพอลิเมอร์ และมีการสร้างพันธะโควาเลนท์ระหว่างโมเลกุลสีและโมเลกุลของเส้นใยโพลิเมอร์ แต่ในการติดสีต้องระวังในเรื่องการถูกไฮโดรไลซ์ของสีที่จะทำให้ผลการติดสีน้อยลง หรือเกิดปัญหาความสม่ำเสมอในการติดสีได้ สีรีแอคทีฟสามารถติดสีได้อย่างรวดเร็วบนเส้นใยจำพวกเซลลูเลส เช่น ฝ้าย เส้นใยกึ่งสังเคราะห์ประเภทวิสคอสเรยอน เส้นใยไนลอน และเส้นใยโปรตีนเช่น ขนสัตว์ และไหม แต่ไม่สามารถติดสีบนเส้นใยพอลิเอสเตอร์ สีรีแอคทีฟเป็นกลุ่มสีที่มีความสดใส มีความคงทนค่อนข้างดี แต่สามารถถูกไฮโดรไลซ์ได้ง่าย ดังนั้นในการติดสีต้องควบคุมปฏิกิริยาอย่างระมัดระวัง

2.3.1 โครงสร้างโมเลกุลและสมบัติของสีรีแอคทีฟ

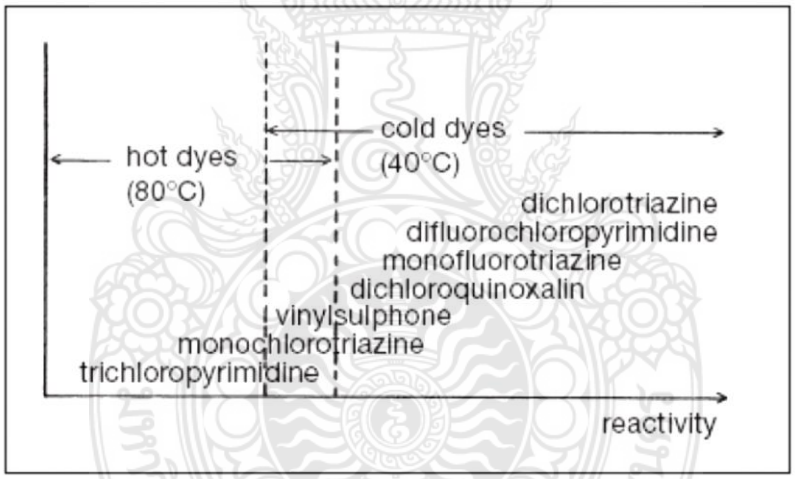
โครงสร้างโมเลกุลของสีรีแอคทีฟมีหลายโครงสร้างได้แก่โครงสร้างแบบไวนิลซัลโฟน (Vinylsulphone) ของสีกลุ่มเรมาซอล (Remazol dye) หรือสีกลุ่มโพรเซียน (Procion dye) ที่มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นไดคลอโรไตร อะซิล (Dichlorotriazine) เป็นต้น แต่ไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างสีแบบใดก็ตามพบว่าการติดสีของสีรีแอคทีฟจะมีการเกิดพันธะโควาเลนต์ (Covalent bond) ระหว่างสีกับเส้นใยเสมอ ดังตัวอย่างการติดสีของสีกลุ่มเรมาซอล และไดคลอโรไตรอะซิลดังภาพที่ 2.7

นอกจากนี้โครงสร้างโมเลกุลของสีรีแอคทีฟที่แตกต่างกันยังมีอุณหภูมิในการติดสีและเกิดปฏิกิริยาที่แตก ต่างกันอีกด้วย ดังแสดงดังภาพที่ 2.8



ก. โครงสร้างไวนิลซัลโฟน ข. โครงสร้างไดคลอโรไตรอะซิล

ภาพที่ 2.7 การติดสีของสีรีแอคทีฟกับเส้นใยพอลิเมอร์ประเภทต่าง ๆ
ที่มา: GoHl E.P.G. และ Vilensky L.D., 2005



ภาพที่ 2.8 โครงสร้างและอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาของสีรีแอคทีฟ
ที่มา: Miroslav Prášil, 2008

จะเห็นได้ว่าช่วงการติดสีของสีรีแอคทีฟมีตั้งแต่การติดสีที่อุณหภูมิไม่เกิน 40°C เรียกสีกลุ่มนี้ว่าสีรีแอคทีฟย้อมเย็น (Cold dye) ส่วนใหญ่ใช้งานกับการพิมพ์บาติก สีกลุ่มนี้สามารถเรียงอุณหภูมิในการติดสีตั้งแต่อุณหภูมิ ห้องไปยังอุณหภูมิไม่เกิน 40°C ดังนี้ กลุ่มนี้ได้แก่ไดคลอโรไตรอะซิล (Dichlorotriazine) ไดฟลูออโรคลอโรพีริมิดีน (Difluorochloropyrimidine) โมโนฟลูออโรไตรอะซีล (Monofluoropyrimidine) และไดคลอโรควิโนซาลิน (Dichloroquinoxalin) ส่วนกลุ่มถัดมาจะมีอุณหภูมิในการติดสีรีแอคทีฟประมาณ 60°C ได้แก่กลุ่มโครงสร้างไวนิลซัลโฟน และกลุ่มสีรีแอคทีที่มีการติดสีที่อุณหภูมิประมาณ 80°C หรือเรียกว่าสีรีแอคทีฟย้อมร้อน (Hot dye) ประกอบไป

ด้วยสีรีแอคทีฟที่มีโครงสร้างโมโนไตรคลอโรไตรอะซิล (Monochlorotriazine) และไตรคลอโรพิริมิดีน Trichloropyrimidine

สารที่ทำหน้าที่ช่วยเสริมให้ผลการติดสีของสีรีแอคทีฟ บนเส้นใยต่าง ๆ ประกอบไปด้วย

- เกลืออิเลตโตรไลท์เช่นโซเดียมซัลเฟต เป็นสารช่วยเสริมในแป้งพิมพ์สีรีแอคทีฟทำหน้าที่ในการชลอการดูดซับของสีในโครงสร้างพอลิเมอร์เส้นใย เพราะถ้าอัตราการดูดซึมสี (Exhaustion) เข้าไปภายในเส้นใยสูงมากเกินไปจะทำให้ความสม่ำเสมอในการติดสีน้อยลง
- ด่าง เช่นโซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นสารช่วยหลักในแป้งพิมพ์สีรีแอคทีฟเป็นตัวการสำคัญทำให้สีสามารถสร้างพันธะโควาเลนต์ระหว่างโครงสร้างสีและเส้นใยโดยเฉพาะเส้นใยเซลลูโลส

2.3.2 สมบัติของสีรีแอคทีฟ

สีรีแอคทีฟโดยรวมจะมีสมบัติด้านความคงทนของสีด้านต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์ดี โดยพิจารณาจากโครงสร้าง และการทำปฏิกิริยาของสีรีแอคทีฟที่กล่าวมาแล้ว สมบัติด้านความคงทนของสีที่น่าสนใจได้แก่

- ความคงทนของสีต่อแสง วัสดุสิ่งทอที่ติดสีรีแอคทีฟ ไม่ว่าด้วยวิธีการย้อมหรือการพิมพ์ทั่วไปจะมีความคงทนของสีต่อแสงดีมาก มีความคงทนของแสงระดับ 6 จาก 8 ระดับ เนื่องจากสีย้อมประเภทนี้การจัดเรียงตัวของอิเลคตรอนภายในโครงสร้างสีที่เสถียรจึงทำให้สามารถป้องกันการสลายตัวของอิเลคตรอนเมื่อสัมผัสกับแสงแดดหรือแสงอัลตราไวโอเลตได้ดี แต่ก็พบว่าสีรีแอคทีฟบางตัวมีความคงทนของสีต่อแสงอยู่ในระดับปานกลาง
- ความคงทนของสีต่อการซัก สำหรับวัสดุสิ่งทอที่มีการติดสีด้วยสีรีแอคทีฟจะมีค่าความคงทนของสีต่อการซักอยู่ในเกณฑ์ดีมากระดับความคงทนของสีต่อการซักเป็น 4-5 จาก 5 ระดับ เนื่องจากการเกาะกันของพันธะโควาเลนต์ของโมเลกุลสี กับโครงสร้างพอลิเมอร์ของเส้นใยมีความเสถียรสูง แต่การซักภายใต้สภาวะที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบหรือการซักแห้งจะทำให้การยึดเกาะของพันธะโควาเลนต์มีความอ่อนแอลง ส่งผลให้ความคงทนของสีต่อการซักต่ำลงได้

การติดสีของสีรีแอคทีฟต่างจากสีอื่น ๆ ตรงที่สีมีปฏิกิริยาเคมีกับเส้นใยในระหว่างการผนึกสีและเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของเส้นใย ปัจจัยที่ส่งผลต่อการติดสีของสีรีแอคทีฟไดแก่การดูดซึมสีบนวัสดุสิ่งทอ และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างสีย้อมและวัสดุสิ่งทอ สีรีแอคทีฟที่เหมาะสำหรับการติดสีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

- มีระดับของการสร้างพันธะโควาเลนหลังจากติดสีสูงทั้งการย้อมสีและการพิมพ์สี
- อัตราการดูดซับควรจะสูงกว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยามิฉะนั้นการติดสีจะไม่สม่ำเสมอ ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นควรเป็นระดับปานกลาง ถ้าสีย้อมเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงแต่มีการตอบสนองหรือการติดสีที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้ระดับความสม่ำเสมอในการการติดสีต่ำ และอาจทำให้เกิดความความเสียหายกับวัสดุสิ่งทอได้

2.4 สีธรรมชาติ

สีย้อมธรรมชาติ หมายถึง สารจากวัสดุธรรมชาติที่สามารถละลายน้ำได้และสามารถให้สีกับเส้นใยได้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปที่มีสีหรือไม่ก็ได้ ส่วนใหญ่เป็นสีที่ได้จากการสกัดจากส่วนต่างๆ ของพืช เช่น เปลือก ใบ ลูก และราก ส่วนผสมของสีย้อมในขั้นตอนการย้อมและความประณีตในกระบวนการย้อมสีและเป็นตัวกำหนดความงดงามและคุณภาพของสีที่ได้ สีธรรมชาติมีสมบัติพิเศษที่สามารถติดเส้นใยได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้สารอื่นช่วยในการย้อม มีลักษณะคล้ายสีไดเร็กท์ (Direct dye)

2.4.1 ชนิดของสีย้อมธรรมชาติ

สีซึ่งสามารถสกัดมาได้จากพืช ซากสัตว์ และจากแร่ธาตุต่าง ๆ สีย้อมธรรมชาติส่วนใหญ่ได้มาจากพืช จากราก ลำต้น เปลือกของลำต้น และใบ สีย้อมธรรมชาติที่ใช้ในงานย้อมเส้นใยและสิ่งทอเป็นสีกลุ่มที่เล็กมากเมื่อเทียบกับสีย้อมสังเคราะห์สามารถแบ่งตามแหล่งที่มาได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1) ชนิดสีย้อมจากแร่ธาตุ (Mineral dyes) เป็นสีอนินทรีย์ที่เกิดจากของผสมระหว่างออกไซด์ของโลหะชนิดต่าง ๆ เช่น ออกไซด์ของโลหะผสมกับออกไซด์โครเมียมหรืออาจเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะที่ใช้ส่วนมาก ได้แก่ เหล็ก ตะกั่ว แมงกานีส ทองแดง โคบอลต์ และนิกเกิล สารให้สีเหล่านี้มีความเสถียรมากเมื่อเกิดตะกอนในช่องว่างระหว่างโมเลกุลของเส้นใย สีย้อมที่ใช้จะมีความคงทนต่อแสงมาก

2) สีย้อมจากสัตว์ (Animal dyes) สีย้อมธรรมชาติในกลุ่มนี้ที่สำคัญมีเพียง 3 ชนิด ได้แก่ โคชินีล เคอร์มีส และครั่ง โดยครั่งและโคชินีลได้จากแมลงหรือสิ่งขับมาจากแมลง Coccus cacti ให้สีแดงเข้ม เคอร์มีสได้จากแมลงเปลือกแข็งขนาดเล็ก Coccus illicis ให้สีแดง – สีส้ม สีทั้ง 2 ชนิดนี้ปัจจุบันมีราคาแพงเนื่องจากหายากในการผลิต สีครั่งเป็นสีในกลุ่มแดงเช่นกันได้จากสิ่งขับออกจากตัวแมลง Laceifera lacca ใช้ในการย้อมไหมและขนสัตว์ นอกจากนี้ยังมีการใช้ทางด้านอาหาร โดยใช้เป็นสีผสมอาหารเช่น แฮม ไส้กรอก แยม น้ำผลไม้ เป็นต้น สีจากครั่งเชื่อว่าคุณภาพของสีขึ้นอยู่กับชนิดของต้นไม้ที่ใช้เลี้ยงครั่งด้วย การสกัดสีจากครั่งสามารถทำได้ทั้งการสกัดร้อนและสกัดเย็น (หากเป็นการสกัดร้อนก็นำน้ำร้อนผสมกับผงครั่งแล้วนวดให้สีละลายออกมา) สีที่ได้จากการสกัดทั้งสองวิธีจะมีความสดใสของสีต่างกันเล็กน้อยโดยนำครั่งที่บดแล้วไปแช่น้ำ โดยแช่ทิ้งไว้ 1 คืน โดยใช้ครั่ง 4 กิโลกรัม ต่อน้ำ 30 ลิตร นำน้ำครั่งมากรองขี้ครั่งออก ก็จะได้สีครั่งที่พร้อมจะใช้งานแต่การย้อมสีแดงจากครั่งให้ได้สีแดงสดและสีติดทน จำเป็นจะต้องเติมกรดลงไป

<u>ขั้นตอนการย้อม</u> ซึ่งทำได้ 2 วิธีคือ

1. เติมน้ำมะขามเปียกก่อนที่จะนำผ้าหรือเส้นใยมาย้อม โดยใช้มะขามเปียกครึ่งกิโลกรัมต่อน้ำ 5 ลิตร

2. เติมน้ำต้มใบชะมวงผสมกับใบเหมือดแอด โดยนำใบชะมวงและใบเหมือดแอดมาเด็ดก้านออกเลือกเอาแต่ใบ ต้มรวมกันประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วกรองเอาแต่น้ำ นำไปผสมกับสีครั่งก่อนนำผ้าหรือเส้นใยลงย้อมเมื่อเติมกรดลงไปในสีครั่งแล้ว ก็จะได้สีครั่งที่พร้อมจะนำไปย้อมผ้าได้ตามต้องการ แต่การย้อมสีครั่งให้ติดทนทานจะต้องย้อมร้อน โดยนำผ้าหรือเส้นใยที่ต้องการย้อมขยำกับสีขณะ

ที่สียังเย็นอยู่ จากนั้นจึงนำขึ้นตั้งไฟควบคุมความร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส ต้มนาน 30 นาทีแล้วค่อยนำผ้าหรือเส้นใยไปล้างน้ำสะอาด เท่านี้ก็จะได้สีครั่งและวิธีการย้อมที่ถูกต้อง

3) สีย้อมจากพืช (Vegetable Dyes) สีจากพืชเป็นสารอินทรีย์ที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช ราก เปลือกราก ลำต้น เปลือกต้น แก่นไม้ ใบ ดอก ผล สกัดจากพืชโดยกรรมวิธีการหมัก การต้ม หรือกรรมวิธีทางเคมีในปริมาณน้อย สารเคมีบางชนิดสามารถเห็นได้ในพืชที่ยังมีชีวิต เช่น เซฟฟรอนสกัดจากส่วนเกสรเพศเมียที่มีสีส้มจากส่วนของหญ้าฝรั่น (Crocus sativus L.) สารที่ได้จากพืชมีคุณสมบัติเป็นสารมีสีเพราะสารเหล่าจะดูดซึมสี ในคลื่นความถี่ของแสง 400 – 800 นาโนเมตร ที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นได้ (Singleton , 1972) สกัดจากพืชให้สีเกือบทั้งหมดที่มีอยู่ เช่น สีน้ำเงินจากพรรณไม้สกุลคราม สีเหลืองจากหญ้าฝรั่น สีแดงจาก Rubia cordisolia L. สีน้ำตาลจากนนทรี (Peltop - horum petocarpum) และสีดำจากแม็ก (Macaranga tanarius (L.) Muell , Arg) ตามปกติสีเขียวได้จากการผสมสารสีน้ำเงินและสารสีเหลือง

สีย้อมที่ได้จากพืชจัดเป็นกลุ่มสารสีหลักที่ได้จากธรรมชาติสามารถแบ่งโดยกรรมวิธีการย้อมเป็นเกณฑ์แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

- การย้อมเย็นหรือการย้อมแบบหมัก เป็นสีย้อมที่ได้จากพืช เช่น ผลมะเกลือ ห้อม และคราม กรรมวิธีการย้อมจะไม่ใช้ความร้อน แต่อาศัยคุณสมบัติธรรมชาติของสารมีสีและปฏิกิริยาเคมีช่วยให้สารสีติดเส้นใย โดยหมักเส้นใยในน้ำที่อุณหภูมิปกติ
- การย้อมแบบร้อน เป็นสีย้อมที่ได้จากพืชทั่วไปและครั่ง นำวัตถุดิบสีย้อมมาสับให้ละเอียดแล้วต้มให้ละเอียดเพื่อสกัดสารสีออกจากพืช จากนั้นทำการย้อมเส้นใยโดยใช้ความร้อนและสารช่วยย้อมช่วยให้สีติดกับเส้นใย

ทั้งนี้สีย้อมจากพืชจะมีคุณสมบัติในการให้เฉดสีและความคงทนของสีที่แตกต่างและความหลากหลายขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิดพืชส่วนต่างแหล่งที่มาฤดูกาล และสารช่วยย้อม

2.4.2 ส่วนประกอบทางเคมีของการย้อมสีธรรมชาติ

การที่พืชต่าง ๆ ทำให้สีแตกต่างกันก็เนื่องจากพืชนั้นมีสารให้สีที่ต่างกันได้แก่สารประกอบพวกต่อไปนี้

2.4.2.1 ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เป็นสีย้อมที่ใช้กันมากที่สุดให้สีเหลืองถึงสีส้ม มีสูตรโครงสร้างทั่วไปเป็น หน่วย $C_6 – C_3 – C_6$ ตัวอย่างเช่น Luteoin จากต้น Weld (Reseda luteola) ให้สีเหลือง Quercetin จากเปลือกหอมหัวใหญ่ให้สีเหลืองเข้ม Monn จากแก่นขนุนให้สีเหลืองเข้ม คาร์ธามิน (Carthamin) จากดอกคำฝอย (Carthamus tinctotius) ให้สีเหลืองปนน้ำตาลเป็นต้น

2.4.2.2 เทอร์ปีนอยด์หรือไอโซปีนอยด์ (Terpenoids or isoprenoids) สารกลุ่มนี้เป็นสารที่มีชีวสังเคราะห์มาจากหน่วย ไอโซเพนเทน (Isopentane Unit. C5) เช่น Cro - cetin จากหญ้าฝรั่น (Saffron) ให้สีเหลือง และ Bixin จากเมล็ดคำแสดสีส้มแดงสารกลุ่มนี้มีพันธะคู่สลับพันธะเดี่ยวมาก (Conjugate double)

2.2.2.3 แนฟทราควิโนนและแอนทราควิโนน (Naphthaquinones and Anthraquinones) สารกลุ่มนี้จะให้สีแดง แอนทราควิโนนที่จะนำมาใช้เป็นสีย้อม เช่น Alizarin จากต้นไม้จำพวกเข็ม (Madder) และจากแก่นของต้นยอ กรดแลคคาอิก (Laccaic Acid) จากครั่ง ส่วนพวกแนฟทราควิโนน เช่น Juglon จากเปลือกมันฮ่อให้สีเขียวถึงน้ำตาล Laesone จากใบเทียนกิ่งให้สีน้ำตาลปนแดง

2.2.2.4 แอลคาลอยด์ (Alkaloids) สีในพืชกลุ่มนี้ได้จากพืชชั้นสูงมีธาตุไนโตรเจนประกอบในโมเลกุลที่ใช้เป็นสีย้อม ได้แก่อินดิโก (Indigo) จากต้นคราม (Indigo tinctoria) ให้สีน้ำเงิน Tyrin purple ได้จากหอยสังข์หนาม (Shellfish) ให้สีม่วงแดง

2.4.3 สีย้อมจากไม้ธรรมชาติ

โดยปกติต้นไม้ที่นำมาย้อมสีได้นับร้อยนับพันชนิด โดยการใช้ทั้งราก เปลือก ใบ ดอก แก่น และผลขึ้นอยู่กับไม้แต่ละชนิดเป็นสำคัญ นอกจากนี้สีที่ต้องการยังมีความแตกต่างกันไปตามประเภทของวัตถุดิบด้วย ตัวอย่างเช่น

- สีแดง นอกจากจะได้จากครั่งและไม้ฝางแล้ว ยังได้จากรากยอป่า มะไฟ เปลือกสมอ ไม้เหมือด เปลือกสะเดา เม็ดสะตือ เปือกหุ้มเมล็ดคำแสด ใบสัก เปลือกรากยอบ้าน เปลือกสมเสี้ยว เนื้อหุ้มเมล็ดพุดซ้อน เป็นต้น
- สีเหลือง นอกจากแก่นขนุนและไม้แขแล้ว ยังได้จากขมิ้นชัน แก่นไม้พุด รากฝางดอกกรรณิการ์ เปลือกมังคุด ผลมะตูม ใบและเปลือกมะขามป้อม ดอกผกากรอง เปลือกมะพูด แก่นรากยอบ้าน ใบเสนียด แก่นฝรั่ง แก่นปีบ แก่นหัวไพล ใบขี้เหล็ก ลูกมะคาย ต้นสะตือ เป็นต้น
- สีเขียว นอกจากใบหูกวางแล้ว ยังนำมาจากเปลือกสมอ ใบเลี่ยน เปลือกมะริด เปลือกมะหูด เปลือกสมอพิเภก เปลือกเพกา ใบตะขบ เป็นต้น
- สีดำ นอกจากจะได้จากกาบมะพร้าวแล้ว ยังนำมาจากผลสมอพิเภก ผลมะเกื้อ หรือมะกอกเหี้ยม ผลมะเกลืออ่อน ผลตับเต่า เปลือกรกฟ้า ผลมะยมป่า ผลคณฑา เปลือกมะขามเทศ ใบกระเม็ง เป็นต้น
- สีน้ำเงิน สามารถหาได้จากรากพิลังกาสา ดอกอัญชัน ดอกกระเจี๊ยบแดง ดอกเข็ม ลูกหว้า ต้นคราม ใบคราม แก่นลำดวน เถาหรือใบเถาคัน เป็นต้น
- สีน้ำตาล ได้จากเปลือกไม้สำคัญ เช่น เปลือกทับทิม เปลือกคาง เปลือกพยอม เปลือกไม้โกงกาง เปลือกโปรงขาว เปลือกสีเสียด เปลือกฝาดแดง เปลือกสนทะเล เปลือกนนทรี เปลือกเคี่ยม เปลือกแสมดำ เปลือกติ้วขน เปลือกและผลอาราง เปลือกและผลตะโก แก่นลำดวน แก่นคูน เป็นต้น

ประเภทของเปลือกไม้ ใบไม้ ผลไม้ ราก และแก่น หรือส่วนประกอบอื่น ๆ ที่นำมาทำสีย้อมนี้ จะให้สีแตกต่างกันไปซึ่งชาวบ้านผู้ทำจะเป็นผู้รู้ดีว่าวัตถุดิบจากไม้ประเภทใดจะให้สีอะไร เช่น สีแดงที่ได้จากไม้แต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันไป อาจเป็นสีแดงเข้ม แดงเลือดนก แดงชมพู แดงซีด แดงส้ม เป็นต้น

สีย้อมในแต่ละที่จะมีสีสันที่แตกต่างกันไป และบางครั้งแม้จะใช้วัตถุดิบตัวเดียวกันก็ให้สีที่ไม่เหมือนกันก็มี เนื่องจากการย้อมสีธรรมชาติมีปัจจัยหลายอย่างที่เข้ามามีผลกระทบโดยตรง เฉพาะสภาพอากาศและฤดูกาลเป็นสำคัญ

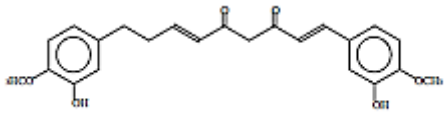
2.4.4 เทคนิคการสกัดสีย้อม

การสกัดหมายถึงการแยกส่วนที่ต้องการออกจากสิ่งที่ไม่ต้องการ การเตรียมสารสกัดคือการแยกองค์ประกอบทางเคมีออกจากพืช หรือองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการ หลักการเบื้องต้นของการสกัด คือการแยกสสารออกจากสารผสมหรือสารละลายของเหลวหรือของแข็ง (Solid-liquid extraction) ซึ่งมีทฤษฎีพื้นฐานคือการละลาย ทั้งนี้คุณสมบัติเบื้องต้นของการละลาย คือการมีขั้ว (Polarity) ตัวถูกละลาย (Solute) จะละลายได้ดีในตัวทำละลาย (Solvent) ตามหลักการที่เรียกว่าสภาวะที่มีการละลายได้ดี (Like dissolve like) และนอกจากตัวถูกละลายที่มีขั้วใกล้เคียงกันแล้วตัวทำละลายยังสามารถละลายตัวถูกละลายที่มีขั้วต่ำกว่าได้ด้วย ยกเว้นน้ำซึ่งจะลายได้เฉพาะตัวถูกละลายที่มีขั้วสูงเท่านั้น รูปแบบการสกัดมีดังนี้

- การหมัก (Fermenting) คือ การหมักผงพืชกับตัวทำละลายในภาชนะปิด (คล้ายยาดองเหล้า)
- การกลั้ว (Gargling) คือ การแช่ผงพืชในตัวทำละลาย (ของเหลวที่ใช้เป็นตัวสกัด เช่น เหล้า น้ำ น้ำกระสายยาต่างๆ เป็นต้น) ในภาชนะที่เรียกว่า Percolator โดยมีการถ่ายตัวทำละลายที่สกัดสารแล้วออกมาอย่างช้า ๆ และเติมตัวทำละลายใหม่เข้าแทนที่ตลอดเวลา
- การสกัดด้วยซอกเลท (Soxhlet's extraction) คือการสกัดแบบต่อเนื่อง โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ชุดซอกเลท (Soxhlet's apparatus)
- การตุ๋น (Digestion) เหมือนวิธีการหมัก แต่มีการให้ความร้อนประมาณ 40 - 50 องศาเซลเซียส
- การกลั่น (Stream distillation) เป็นวิธีที่สกัดน้ำมันหอมระเหย (Volatile oil) โดยการนำพืชมาผ่านไอน้ำภาชนะปิด น้ำมันหอมระเหยจะถูกไอน้ำพาออกมา และกลั่นตัวกลับเป็นของเหลวเมื่อกระทบกับความเย็น

2.5 ขมิ้น

ขมิ้นเป็นพืชล้มลุกที่มีเหง้าอยู่ใต้ดิน เนื้อในของเหง้าเป็นสีเหลือง มีกลิ่นหอม เฉพาะตัวใบรูปเรียวยาว ดอกออกเป็นช่อ มีก้านช่อแทงออกมาจากเหง้าโดยตรง ดอกสีขาวอมเหลือง ส่วนที่ใช้เป็นยา เหง้าสดหรือแห้ง



ภาพที่ 2.9 โครงสร้างสารให้สีในขมิ้น
ที่มา: ปาเจรา

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ขมิ้นมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Curcuma longa* Linn. วงศ์ Zingiberaceae ชื่อท้องถิ่น ขมิ้น (ทั่วไป) หมิ้น (ภาคใต้) เหง้าขมิ้นมีสารประกอบที่สำคัญ เป็นน้ำมันหอมระเหย "เอสเซนเชียล" และในเหง้ายังมีสารสีเหลืองส้มที่ทำให้ขมิ้นได้ชื่อว่า Curcumin จากการทดลองพบว่าขมิ้นสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ลดอาการอักเสบ มีฤทธิ์ในการขับน้ำได้ดี น้ำมันหอมระเหยในขมิ้นมีสรรพคุณรักษาปวดท้องเสียด ท้องอืด แน่นจุกเสียด ขมิ้นไม่มีพิษเฉียบพลัน มีความปลอดภัย

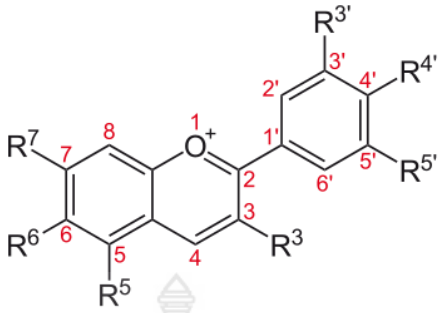
ขมิ้นชอบอากาศค่อนข้างร้อนและมีความชุ่มชื้นในเวลากลางคืน วิธีปลูกใช้เหง้าแก่ที่อายุได้ 11 - 12 เดือน ทำพันธุ์ตัดออกเป็นท่อนละ 1-2 ตา ปลูกลงแปลงหลังจาก 7 วันรากก็จะเริ่มงอกควรลดน้ำทุกวัน หลังจากนั้นเมื่อขมิ้นมีอายุได้ 9-10 เดือนจึงจะขุดเอามาใช้ได้

รสและสรรพคุณยาไทย รสฝาด กลิ่นหอม แก้โรคผิวหนัง ขับลม แก้ผื่นคัน แก้ท้องร่วง ช่วงเวลาที่เก็บเป็นยา เก็บในช่วงอายุ 9-10 เดือน วิธีใช้แก้อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ แน่น จุกเสียด และอาหารไม่ย่อยทำโดยล้างขมิ้นให้สะอาด ไม่ต้องปอกเปลือกออก หั่นเป็นชิ้นบาง ๆ ตากแดดจัดสัก 1-2 วัน บดให้ละเอียดผสมกับน้ำผึ้งปั้นเป็นเม็ดขนาดปลายนิ้วก้อย กินครั้งละ 2-3 เม็ด วันละ 3 -4 ครั้ง หลังอาหารและก่อนนอน แต่บางคนเมื่อกินยานี้แล้วแน่นจุกเสียดให้หยุดกินยานี้

คุณค่าทางอาหาร เหง้าขมิ้นพบว่ามี วิตามิน เอ วิตามิน ซี นอกจากนั้นยังมีเกลือแร่ต่างๆอีกพอสมควร เป็นเครื่องปรุงรส แต่งสีได้ดีมาก

2.6 อัญชัน

อัญชันเป็นไม้เลื้อยเนื้ออ่อน อายุสั้น ใช้ยอดเลื้อยพัน ลำต้นมีขนปกคลุม ใบประกอบแบบขนนก เรียงตรงข้ามยาว 6-12 เซนติเมตร มีใบย่อยรูปไข่ 5-7 ใบ กว้าง 2-3 เซนติเมตร ยาว 3-5 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบมน ผิวใบด้านล่างมีขนหนาปกคลุม ลำต้นมีขนนุ่ม มีถิ่นกำเนิดอยู่ในอเมริกาใต้ ปลูกได้ทั่วไปในเขตร้อน มีชื่อพื้นเมืองอื่นอีกคือแดงชัน (เชียงใหม่) และเอื้องชัน, เองชัญ (เหนือ) เมื่อคั้นออกมาจะได้เป็นสีฟ้า มีสารให้สีประเภทแอนโทไซยานิน (อังกฤษ: Anthocyanin) เป็นรงควัตถุที่พบในพืชทั้งในดอกและในผลของพืช ให้สีแดง น้ำเงิน หรือม่วง เป็นสารที่ละลายในน้ำได้ดี



ภาพที่ 2.10 โครงสร้างสารให้สีในอัญชัน
ที่มา: ออนไลน์

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ชื่อวิทยาศาสตร์ *Clitoria ternatea* Linn. ตระกูล PAPILIO NACEAE ชื่อสามัญ Butterfly Pea

ต้น อัญชันเป็นพันธุ์ไม้เลื้อยล้มลุกขนาดเล็ก มีเถาขนาดเล็กและอ่อน แต่ก็สามารถเลื้อยไปได้ไกลถึง20 ฟุต ลักษณะเถาจะค่อนข้างกลม สีเขียวแต่หากเถาแก่จะเป็นสีน้ำตาล ตามลำต้นจะมีขนนุ่ม ๆ ปกคลุมโดยทั่วไป

ใบ ใบของอัญชัน มีลักษณะเป็นช่อ มีใบย่อยรูปไข่ 5-7 ใบ ใบเล็กและค่อนข้างบาง รูปใบเกือบจะเป็นทรงกลม ออกใบวามเป็นแผงสลับกันไปตามข้อต้น

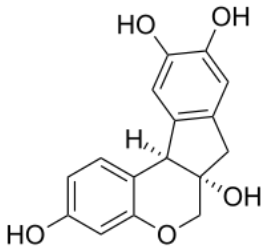
ดอก ดอกอัญชันจะเป็นดอกเดี่ยว และจะออกดอกเป็นช่อตามปลายยอดช่อหนึ่งจะมีดอก 2.4 ดอกอัญชัน จะมีทั้งชนิดดอกราและดอกซ้อน ดอกมีหลายสี เช่น สีน้ำเงินอมม่วง สีม่วง สีฟ้า สีขาว ลักษณะของดอกคล้ายดอกถั่วมี 2 กลีบ เมื่อกลีบดอกบานอ้าออกเต็มที่จะมองเห็นลักษณะของดอกคล้ายดอกถั่วมี 2 กลีบ เมื่อกลีบดอกบานอ้าออกเต็มที่ จะมองเห็นลักษณะคล้ายกาบหอยหรือปีกผีเสื้อ เมื่อดอกโรยก็จะติดฝัก

ฤดูกาลออกดอก อัญชันเป็นพันธุ์ไม้ที่ออกดอกตลอดปี

การปลูก อัญชันมีวิธีการปลูกง่ายและขึ้นง่ายไม่ต้องการดูแลรักษามากนักวิธีการปลูกโดยการนำต้นกล้าจากการเพาะเมล็ดมาปลูกลงแปลงปลูก และบริเวณใกล้แปลงปลูกควรมีรั้วหรือไม้ระแนงเพื่อให้เถาอัญชันเลื้อยพาด หรือยึดเกาะเพื่อการทรงตัวได้

2.7 ฝาง

ฝางเป็นไม้ต้นขนาดเล็กหรือไม้พุ่มรอเลื้อย สูง 8-10 ม. มีหนามแข็งๆ ทั่วทั้งลำต้น ผลัดใบแต่ผลิใบไว จะแตกกิ่งแขนงชิดพื้นดิน เลื้อยพาดเกาะไม้อื่นไปได้ถึง 10 เมตร เปลือกนอกสีเทาออกเหลือง มีปมใหญ่ขนาดปลายนิ้วชี้ทั่วทั้งเถา ส่วนปลายกิ่งจะมีหนามแหลมสีดำ ถ้าปมหนามหลุดจะเป็นรอยแผลเป็น



ภาพที่ 2.11 โครงสร้างสารให้สีในฝาง
ที่มา: ออนไลน์

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ชื่อวิทยาศาสตร์ *Caesalpinia sappan* L. ชื่อวงศ์ LEGU MINOSAE - CAESALPINIOIDEAE ชื่อสามัญ ฝาง ชื่อทางการค้า Sappan tree, Indian red ชื่อพื้นเมือง ง้าย (กะเหรี่ยง-กาญจนบุรี), ฝาง (ทั่วไป), ฝางส้ม (กาญจนบุรี), หนามโค้ง (แพร่), ฝางเสน (กทม.)

ใบ ประกอบแบบขนนก 2 ชั้น เรียงสลับกันช่อใบยาว 15-45 ซม. มีช่อใบย่อย 8-16 คู่ แต่ละช่อย่อยมีใบย่อย 7-18 คู่ ใบย่อยขนาดเล็ก 6-10 x 10-20 มม. ปลายมนโคนเบี้ยว ผิวใบเกลี้ยงทั้งสองด้าน

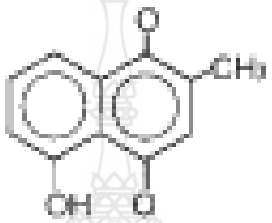
ดอก เป็นช่อกระจะ ออกใกล้กันบริเวณปลายกิ่ง ก้านดอกยาว 15-20 มม. แต่ละช่อมีหลายสิบดอก กลีบเลี้ยงและกลีบดอกมีอย่างละ 5 กลีบ

ผล เป็นผักเมื่อแห้งจะแข็งและแตกอ้าออก ฝักแก่สีน้ำตาลแก่เป็นจุดๆ ขนาดผัก1.5-25 x 6-12ซม. รูปรี ปลายฝักมีจะงอยแหลม ภายในมี 2-4 เมล็ด

การใช้ประโยชน์ การใช้ประโยชน์ทางด้านเนื้อไม้ ใช้ทำเครื่องเรือนชั้นดี เพราะว่าสีของเนื้อไม้ออกแดง หรือน้ำตาลเข้ม การใช้ประโยชน์ทางด้านภูมิสถาปัตย์ ปลูกเป็นไม้ประดับได้แต่ต้องหมั่นแต่งกิ่งที่เลื้อย พันออกให้เป็นพุ่มสวยงามตามต้องการ เมื่อเวลาออกดอกจะมีดอกดกสีเหลืองอร่ามเด่นชัด การใช้ประโยชน์ทางด้านโภชนาการ เนื้อไม้และแก่นนำมาต้มให้สีผสมอาหารสีชมพู แดง ส้ม-เหลือง การใช้ประโยชน์ทางด้านสมุนไพร เนื้อไม้และแก่นฝางมีรสขื่นขนหวานฝาด ใช้แก้ปวดท้องร่วง แก้ธาตุพิการ แก้ร้อน ยาบำรุงโลหิตสตรี ขับประจำเดือน แก้ปอดพิการ ขับหนอง แก้โลหิตออกทางทวารหนักและเบา รักษาน้ำกัดเท้า แก้คุดทะราด แก้เสมหะ แก้เลือดกำเดา การใช้ประโยชน์ทางด้านอื่นๆ ทำสีย้อม ฝางมี 2 ชนิด ชนิดหนึ่งแก่นสีแดงเข้ม เรียกว่า ฝางเสน อีกชนิดหนึ่งแก่นสีเหลือง เรียกว่า ฝางส้ม นำมาต้มสกัดสารเฮกมาเทคซิลิน (Haematexylin) ใช้ย้อมสีนิวคริอิก (Nuclei) ของเซลล์ หรือต้มให้สีแดงที่ เรียกว่า แซปพานิน (Sappanin) ซึ่งเป็นสารให้สีประเภทบาร์ซิลิน (Brazilin) ใช้ทำน้ำยางอุทัยผสมน้ำดื่ม สีผสมอาหารและชาวบ้านนิยมนำมาย้อมสีผ้าไหม ผ้าฝ้ายและผ้าขนสัตว์

2.8 มะเกลือ

มะเกลือ เป็นไม้ยืนต้นพบขึ้นตามป่าเบญจพรรณทั่วไป เรือนยอดเป็นพุ่มกลมกิ่งอ่อนมีขนนุ่ม ผลดิบของมะเกลือมีสรรพคุณเป็นยา จัดเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่ง สมัยก่อนนิยมใช้ยางผลมะเกลือไปย้อมผ้า



ภาพที่ 2.12 โครงสร้างสารให้สีในมะเกลือ
ที่มา: ปาเจรา

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ไม้ต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูง 10-30 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มกลม ลำต้นเปลา โคนต้นมักเป็นพูพอน ผิวเปลือกเป็นรอยแตกสะเก็ดเล็ก ๆ สีดำ เปลือกในสีเหลือง กระพี้สีขาว กิ่งอ่อนมีขนนุ่มขึ้นประปราย ใบ เป็นใบเดี่ยวขนาดเล็กรูปไข่หรือรีเรียงตัวแบบสลับ ปลายใบสอบเข้าหากัน โคนใบกลม หรือมน ผิวใบเกลี้ยง ใบกว้าง 3.5-4.0 ซม. ยาว 9-10 ซม. ใบที่ยังอ่อนจะมีขนปกคลุมทั้งสองด้าน ดอก ออกเป็นช่อตามซอกใบ ดอกแยกเพศต่างต้น ดอกตัวผู้มีขนาดเล็ก สีเหลืองอ่อน หนึ่งช่อมี 3 ดอก ดอกตัวเมียเป็นดอกเดี่ยว ลักษณะดอกเหมือนกัน คือ กลีบรองดอกยาว 0.1-0.2 ซม. โครกลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นรูปถ้วย ปลายกลีบดอกแยกเป็น 4 กลีบ สีเหลืองเรียนเวียนซ้อนทับกัน ตรงกลางดอกมีเกสร ผล กลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 ซม. ผิวเกลี้ยง ผลอ่อนสีเขียว ผลแก่สีดำ ผลแก่จัดจะแห้ง มีกลีบเลี้ยงติดบนผล 4 กลีบ ผลแก่ราวเดือนมิถุนายน-สิงหาคม เมล็ด แบน สีเหลือง 4-5 เมล็ด ขนาดกว้าง 0.5-0.7 ซม. ยาว 1-2 ซม. ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด ชื่อวิทยาศาสตร์ *Diospyros mollis* Griff. ชื่อสามัญ Ebony tree วงศ์ Ebenaceae ชื่ออื่น : ผีเผา (ฉาน-ภาคเหนือ) มักเกลือ (เขมร-ตราด)

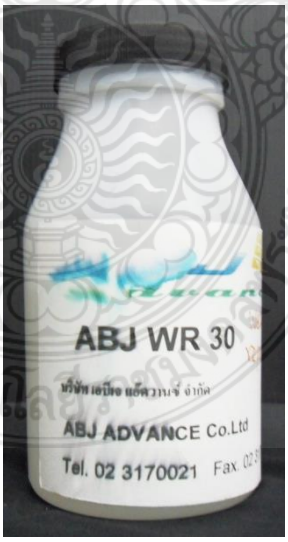
ส่วนที่ใช้ : ราก, ผลมะเกลือสด โตเต็มที่และสีเขียวจัด (ห้ามใช้ผลสุกสีเหลืองหรือผลสีดำ) ฝนกับน้ำซาวข้าว รับประทานแก้อาเจียน แก้ลม ผลมะเกลือสดและเขียวจัด - เป็นสมุนไพรยอดเยี่ยมที่สุดในการถ่ายพยาธิ กำจัดตัวตืด หรือไส้เดือนตัวกลม พยาธิปากขอ พยาธิเข็มหมุด

2.9 การตกแต่งสะท้อนน้ำ

การตกแต่งเพื่อให้ผ้ามีคุณสมบัติในการกันน้ำหรือสะท้อนน้ำนั้นมีการทำมานานแล้ว โดยที่ในระยะแรก ใช้วิธีการเคลือบผ้าด้วยสารที่ไม่มีการดูดซึมน้ำ เช่นพวกขี้ผึ้งหรือยางธรรมชาติ การใช้ยางธรรมชาติมีข้อเสียคือ เมื่อเก็บไว้นานจะแข็งเปราะ และทำให้ผ้าหนาขึ้นมา ต่อมาจึงได้มี

การนำสารสังเคราะห์มาใช้แทนที่สำคัญได้แก่พวกโพลีไวนิลคลอไรด์และพวกเซลลูโลสอะซีเตท สารพวกนี้มีจะคุณสมบัติในการกันน้ำได้ดีกว่าพวกยางธรรมชาติทั้งยังมีสีและความโปร่งใสที่ดีกว่าด้วย อย่างไรก็ดีการตกแต่งกันน้ำโดยวิธีใช้สารเคลือบไปทั่วทั้งพื้นผิวผ้านี้ มีข้อเสียคือทำให้อากาศไม่สามารถผ่านเข้าออกได้ ดังนั้นต่อมาจึงได้มีการพัฒนาสารตกแต่งกันน้ำที่สามารถดูดซึมเข้าไปในเส้นใยและทำให้ผ้ามีคุณสมบัติในการกันน้ำได้โดยที่ช่องว่างระหว่างเส้นด้ายไม่ถูกปิดไป อากาศยังคงผ่านเข้าออกได้ สำหรับการตกแต่งสะท้อนน้ำ (Water repellent) เป็นอีกหนึ่งการตกแต่งสำเร็จเพื่อทำให้การดูแลรักษาผืนผ้าง่ายขึ้น ในการแนะนำนวัตกรรมกับกลุ่มผู้ประกอบการเลือกใช้สารสะท้อนน้ำ ABJ WR 30 บริษัท เอ บี เจ แอ๊ดวานซ์ จำกัด ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- การใช้งาน: ใช้กับเส้นใยธรรมชาติ เช่น ฝ้าย ขนสัตว์ ไหม และเส้นใยสังเคราะห์ เช่นพอลิเอสเตอร์ ไนลอนและเส้นใยสังเคราะห์อื่นๆ
- หมู่เคมี: ฟลูออโรคาร์บอน
- ลักษณะ: อิมัลชัน
- ค่า pH: 4±0.5
- การละลายน้ำ: ละลายได้ดีในน้ำเย็น
- ประจุ: ประจุบวกอ่อนๆ และสามารถใช้ร่วมกับสารอื่นประเภทไม่มีประจุ
- คุณลักษณะ: สารนี้มีความสามารถในการสะท้อนน้ำค่อนข้างสูง สามารถคงคุณลักษณะการสะท้อนน้ำได้ แม้ผ่านกระบวนการซักล้างและการซักแห้ง นอกจากนี้ยังให้คุณสมบัติด้านความนุ่มกับวัสดุสิ่งทอที่ทำการตกแต่งสำเร็จด้วย



ภาพที่ 2.13 สารสะท้อนน้ำ

- ปริมาณการใช้: สำหรับการจุ่มแช่ (Exhaust) 5%v/v เวลา 25-30 นาที แล้วทำให้แห้ง สำหรับการรีดอัด (Pad) แนะนำให้ใช้ 70% pick up ทำแห้ง (Dry) 150°C x 2 นาที และผนึกความร้อน (Cure) 180°C x 30 วินาที

การตกแต่งสำเร็จการสะท้อนน้ำ โดยใช้สารที่มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) ประเภทสารประกอบฟลูออโรคาร์บอนที่มีค่าแรงตึงผิวอยู่ในช่วง 3-18 dyne/cm เคลือบบนผิวเส้นใย ดังนั้นเมื่อผ่านกระบวนการตกแต่งสำเร็จแล้วจึงพบว่าน้ำซึ่งมีค่าแรงตึงผิวสูงกว่าสารเคลือบจึงไม่สามารถแทรกซึมลงไปยังผืนผ้าได้ เกิดเป็นลักษณะหยดน้ำกลิ้งอยู่บนผืนผ้าแทน (ค่าแรงตึงผิววิกฤตผ้า > ค่าแรงตึงผิววิกฤตของเหลว = ผ้าเปียก, ค่าแรงตึงผิววิกฤตผ้า < ค่าแรงตึงผิววิกฤตของๆเหลว = ผ้าสะท้อนน้ำ)

2.10 การควบคุมคุณภาพ

หมายถึงทำกิจกรรมใด ๆ ตามข้อกำหนดเพื่อให้ได้รายละเอียดที่เป็นไปตามมาตรฐาน สามารถใช้และทำงานได้ดีรวมทั้งมีรูปแบบสวยงาม มีความปลอดภัยในการใช้งาน สามารถทำซ้ำเดิมได้ (Repeatability) คุณภาพที่ดีของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งที่ทั้งผู้ผลิตและผู้ใช้ต้องการ ดังนั้นกระบวนการที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพควรนำหลักการทางเทคโนโลยี มาตรวัดต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบหลักในการควบคุม

การควบคุมคุณภาพเป็นการรวมคำที่มีความสำคัญสองคำเข้าด้วยกันคือคำว่าการควบคุม (Control) หมายถึงการบังคับให้กิจกรรมต่าง ๆ ได้ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และคำว่าคุณภาพ (Quality) หมายถึงผลผลิตที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน และมีรายละเอียดตามมาตรฐานที่กำหนด หรือหมายถึงกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำเพื่อให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ และได้ผลนอกจากนี้คุณภาพยังหมายถึงผลิตภัณฑ์มีความคงทน มั่นคง มีสภาพดี สามารถใช้และทำงานได้ดีรวมทั้งมีรูปร่างสวยงามเรียบร้อยกลมกลืน น่าใช้งาน และมีรายละเอียดเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้สั่งซื้อที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งานด้วย

ในกระบวนการควบคุมคุณภาพทางสิ่งทอก็เช่นเดียวกันต้องมีการควบคุมคุณภาพของวัสดุ ให้มีรูปร่าง ลักษณะ ความแข็งแรง รูปแบบ และตรงตามความต้องการของผู้บริโภคเป็นหลัก สามารถระบุการการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพได้ดังนี้

- การตรวจสอบในมิติด้านขนาดขนาด ต้องคำนึงถึงความยาว ความกว้าง น้ำหนักของผืนผ้าเมื่อผ่านกระบวนการ
- สิ่งสกปรกที่หลงเหลืออยู่ สิ่งที่จำเป็นต้องพิจารณาประกอบด้วยปริมาณไขมันหรือน้ำมัน และปริมาณสารข้นที่อาจหลงเหลืออยู่ภายหลังผ่านกระบวนการพิมพ์ ควรจะทำการกำจัดสิ่งสกปรก ชะล้างอีกครั้งด้วยน้ำอุ่นหลังการตรวจสอบ ถ้าผลยังไม่ดีพอ
- ลักษณะปรากฏของผืนผ้า จะต้องพิจารณาในด้านความขาว รอยยับ การเปื้อนติดและผิวสัมผัสของผืนผ้าก่อนนำไปใช้งาน ในส่วนที่เกี่ยวกับการทดสอบคุณสมบัติความคงทนต่าง ๆ ส่วนใหญ่มักจะตรวจสอบพร้อมกับการตรวจสอบผ้า

การควบคุมคุณภาพจึงมีความหมายรวมกันว่า หมายถึงการจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลผลิตออกมาดี เป็นไปตามแบบ ประณีต เรียบร้อย สวยงาม และนำไปใช้งานได้ดี สะดวกและเหมาะสมกับราคา การที่จะให้สินค้าออกมาดีมีคุณภาพตามที่ต้องการนั้นก็จำเป็นที่จะต้องมีการควบคุม การควบคุมคุณภาพนั้น มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดคุณภาพของสินค้า เป็นการกำหนดคุณภาพของสินค้า ตามที่ต้องการของลูกค้าที่ผลิตนั้น ต้องการให้มีคุณภาพสูงต่ำอย่างไร ซึ่งคุณภาพนี้จะเกี่ยวข้องกับวัตถุดิบ วัสดุ วิธีการผลิตและราคา ตลอดทั้งนโยบายของผู้บริหารอีกด้วย

2. ออกแบบผลิตภัณฑ์เมื่อมีการกำหนดระดับคุณภาพแล้ว ต่อไปนี้จะเป็นขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อจะนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามแบบที่ออกแบบไว้

3. ควบคุมการผลิตเป็นการควบคุมกรรมวิธีการผลิตทุกขั้นตอนตั้งแต่นำวัตถุดิบป้อนเข้ากระบวนการผลิต การควบคุมกระบวนการผลิต

4. ควบคุมสินค้าสำเร็จรูป ขั้นนี้จะเป็นการตรวจสอบ (Inspection) สินค้าสำเร็จรูปที่ผลิตออกมาว่าได้มาตรฐานหรือไม่ ก่อนนำส่งลูกค้าหรือก่อนนำไปจำหน่าย เมื่อสินค้าได้คุณภาพดีแล้วก็ส่งมอบลูกค้าต่อไป

2.10.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมคุณภาพสิ่งทอ

ในกระบวนการผลิตสินค้าใด ๆ ส่วนประกอบที่ถือเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดผลผลิตที่ดีก็คือคน เครื่องจักร และวัตถุดิบ ซึ่งส่วนประกอบทั้ง 3 ประการนี้ จะส่งผลให้ผลผลิตออกมาดี มีมาตรฐานที่น่าเชื่อถือสำหรับผู้บริโภค แต่ในความเป็นจริงพบว่าในกระบวนการผลิตมักจะเกิดความผันแปรอยู่เสมอ ตั้งแต่คน เครื่องจักร และวัตถุดิบ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับ หรือถูกปฏิเสธได้ ปัญหาในด้านปัจจัยหลักมีรายละเอียดดังนี้

1. คน (Man) เป็นปัจจัยแรกที่ส่งผลต่อการผลิต และเป็นการส่งผลต่อเนื่องทำให้เกิดความผันแปรในกระบวนการผลิต ความผันแปรของคนได้แก่ความผันแปรเนื่องมาจากการจัดการ (Management) ที่เกิดจากการทำงานที่ขาดการวางแผนที่ดี ส่วนความผันแปรทางด้านแรงงาน หรือคน (Worker) เป็นความผันแปรที่เกิดจากแรงงานที่ขาดความรู้ ขาดความชำนาญ และปัญหาด้านสุขภาพเป็นต้น

2. เครื่องจักร (Machine) เป็นส่วนประกอบที่ทำให้เกิดความผันแปรในการผลิตได้ เพราะเครื่องจักรที่ใช้ไปนาน ๆ จะทำให้เกิดการสึกหรอ การทำงานขาดความแม่นยำ ผลผลิตที่ได้ก็จะขาดคุณภาพ

3. วัตถุดิบ (Material) เป็นส่วนประกอบของการผลิตกล่าวคือ ถ้าวัตถุดิบขาดคุณภาพ ผลผลิตที่ได้ก็จะขาดคุณภาพ การควบคุมคุณภาพจึงถือว่าเป็นความจำเป็นของกระบวนการผลิตเพื่อให้ผล ผลิตได้มาตรฐานตามต้องการ

2.10.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมคุณภาพสี (Quality control)

การตรวจสอบคุณภาพวัสดุสิ่งทอ (Substrate checking) วัสดุสิ่งทอในที่นี้จะหมายความรวมถึงเส้นด้าย เส้นใย ผืนผ้า ชุดสำเร็จ ต้องทำการตรวจสอบให้วัสดุสิ่งทอเหล่านี้มีคุณภาพที่ มีปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพสีดังนี้

- ลักษณะสี (Color) ต้องมีลักษณะเหมือนกับการออกแบบเบื้องต้นทั้งในด้านสีและลวดลาย นอกจากนี้ยังต้องตรงกับความต้องการของผู้บริโภค
- คุณภาพน้ำ น้ำที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตควรมีคุณลักษณะดังนี้
  - สีของน้ำที่ใช้ควรมีความใส (Clear)
  - ค่าความเป็นกรด ด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 6.5 –7.5 หรือมีค่าความเป็นกลาง
  - ความกระด้าง (Hardness) มีค่าระหว่าง 10 –25 ppm
  - ปริมาณเหล็กในน้ำ (Iron) < 0.02-0.1 ppm
  - ปริมาณแมงกานีส (Mn) < 0.03 ppm
  - สารแขวนลอย (Suspended solid) $\leq$ 5 ppm
- การเลือกประเภทของสีย้อมและพิกเมนท์ รวมทั้งสารช่วยประเภทต่างๆ (Selection of dyes/pigment & Auxiliaries) ในการเลือกประเภทของสีย้อมและพิกเมนท์ต้องคำนึงถึงประเภทของวัสดุสิ่งทอเป็นหลักเนื่องจากวัสดุสิ่งทอแต่ละประเภทจะสามารติดสีได้เมื่อใช้ประเภทของสีย้อมและพิกเมนท์ที่ตรงกัน เช่นเส้นใยพอลิเอสเตอร์หรือเส้นเส้นในอะซิเตตจะติดสีย้อมประเภทสีดิสเพิร์สและพิกเมนท์ แต่ถ้าใช้สีย้อมไดเร็กท์ก็ไม่สามารถติดสีได้ ส่วนการเลือกประเภทของสารช่วยต้องคำนึงถึงประเภทของสีย้อมและพิกเมนท์เป็นหลัก เพราะสีย้อมแต่ละประเภทจะมีประเภทสารช่วยเฉพาะในการติดสี เช่นสีรีแอคทีฟต้องอาศัยด่างเป็นสารช่วยหลักในการติดสี ส่วนสีดิสเพิร์สต้องใช้บัฟเฟอร์กรดเป็นสารช่วยในการติดสีเป็นต้น
- การควบคุมปริมาณและน้ำหนักของสี/พิกเมนท์ และสารช่วยต่างๆ (Controlling of dyes/pigment & Auxiliaries weighting) เพื่อให้ได้ลักษณะสี และความเข้มของสีเหมือนเดิมหรือสามารถทำซ้ำ (Repeatability) กระบวนการเพื่อให้สามารถควบคุมกระบวนการผลิตในทุกครั้งตรงกับสีเดิม เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในกระบวนการผลิต
- การประหยัดพลังงานเป็นอีกปัจจัยที่ควรพิจารณาในการควบคุมคุณภาพการผลิต เนื่องจากในปัจจุบันปัญหาด้านการใช้พลังงานเป็นหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิต และต้นทุนในการผลิต
- ความต้องการของตลาด (Marketing research) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการผลิตและส่งผลทั้งโดยตรงและโดยอ้อมกับกระบวนการพิมพ์สิ่งทอ เป็นตัวกำหนดคุณลักษณะทั้งด้านวัสดุสิ่งทอ สีย้อม/พิกเมนท์ สารช่วยและกระบวนการพิมพ์สิ่งทอ

2.10.3 ประโยชน์ของการควบคุมคุณภาพ (Benefit of quality control)

การควบคุมคุณภาพไม่ได้จำกัดอยู่กับฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งเท่านั้น แต่จำเป็นต้องทำเป็นระบบทั้งองค์การตั้งแต่การควบคุมระดับนโยบายการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพตามที่กำหนด ประโยชน์อันเกิดจากการควบคุมคุณภาพ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ลดค่าใช้จ่าย เช่นลดการทำให้ผลผลิตเสียหาย ลดการทำงานซับซ้อน ลดการซ่อมแซมหรือแก้ไขผลผลิตใหม่ ลดค่าใช้จ่ายในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ดีไม่ดีออกจากกัน และลดเวลาเนื่องจากหยุดทำการผลิตได้
2. ลดค่าใช้จ่ายภายนอกในโรงงาน เช่นค่าโฆษณา ลดการต่อว่าหรือตำหนิจากลูกค้า
3. ทำให้ขายผลผลิตได้ในราคาที่ตั้งไว้ หากผลผลิตไม่มีคุณภาพย่อมไม่ได้รับความนิยมอาจจะทำให้ลดราคาถึงจะขายได้
4. ทำให้บรรยากาศในการทำงานดีขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้เกิดพัฒนาคุณภาพต่อไป
5. ทำให้บรรยากาศในการทำงานดีขึ้น เพราะธุรกิจดำเนินไปด้วยดีย่อมส่งผลให้พนักงานมีกำลังใจมีความภาคภูมิใจ

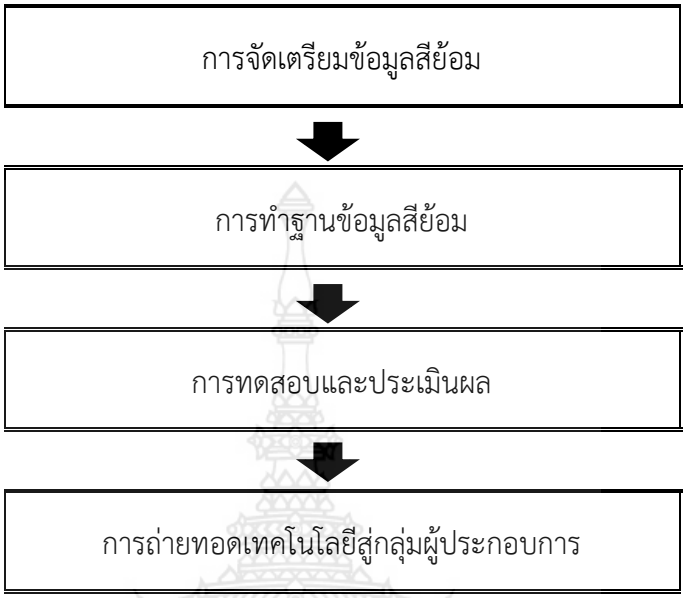
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยการควบคุมคุณภาพการย้อมสีและตกแต่งสำเร็จเส้นด้ายผักตบชวาและวัสดุประกอบเพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ เป็นหนึ่งในชุดโครงการการจัดการองค์ความรู้ทางสิ่งทอในการพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม มีวัตถุประสงค์หลักในการให้ความรู้ด้านการเลือกใช้สี การจับคู่สี เพื่อการผลิตและจำหน่ายสินค้า โดยคำนึงถึงการผลิตซ้ำ (Repeatability products) เพื่อให้ได้สีของผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ ทั้งนี้การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มผู้ประกอบการถือเป็นส่วนหนึ่งของการบูรณาการด้านการเรียน การสอน การวิจัย และการบริการวิชาการบนพื้นฐานของการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นให้คงอยู่คู่กับกลุ่มผู้รับการถ่ายทอด และสังคมไทยสืบต่อไป

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. เกลียวผักตบชวาแห้ง
2. ผ้าทอผักตบชวา
3. สีย้อมประเภทรีแอคทีฟสีดำ (Hifix Black KNN), บริษัทพิสิษฐ์ อินเตอร์กรุ๊ป จำกัด
4. สีย้อมประเภทรีแอคทีฟสีแดง (Hicion Red He-3B), บริษัทพิสิษฐ์ อินเตอร์กรุ๊ป จำกัด
5. สีย้อมประเภทรีแอคทีฟสีเงิน (Hicion Navy Blue HER 150%), บริษัทพิสิษฐ์ อินเตอร์กรุ๊ป จำกัด
6. สีย้อมประเภทรีแอคทีฟสีเหลือง (Hicion Yellow HE-4RN), บริษัทพิสิษฐ์ อินเตอร์กรุ๊ป จำกัด
7. ผงมะเกลือแห้ง, เจ้ากรมเป๋อ
8. ผงขมิ้นแห้ง, เจ้ากรมเป๋อ
9. ดอกอัญชันแห้ง, เจ้ากรมเป๋อ
10. ไม้ฝางแห้ง, เจ้ากรมเป๋อ
11. โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4), เกรดการค้า, บริษัทฟาโคบิส
12. โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3), เกรดการค้า, บริษัทฟาโคบิส
13. กรดอะซิติก (CH_3COOH), เกรดการค้า, บริษัทฟาโคบิส
14. สารสะท้อนน้ำ ABJ WR 30 บริษัท เอ บี เจ แอ๊ดวานซ์ จำกัด
15. สารส้ม, เกรดการค้า, บริษัทฟาโคบิส

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3 การจัดเตรียมข้อมูลสีย้อม

การเตรียมข้อมูลประเภทสีที่เหมาะสมกับเส้นใย ในการศึกษานี้วัตถุดิบหลักในการศึกษาเป็นผักตบชวา และวัสดุประกอบที่แปรรูปมาจากผักตบชวา เมื่อพิจารณาองค์ประกอบแล้วพบว่ามีองค์ประกอบเป็นเซลลูโลส ดังนั้นในการศึกษาจึงเลือกใช้สีรีแอคทีฟในการย้อม เนื่องจากเป็นสีที่เหมาะสำหรับเส้นใยประเภทเซลลูโลส และเป็นสีที่มีความสดใส และค่าความคงทนของสีระดับดี

3.4 การทำฐานข้อมูลสีย้อม

ฐานข้อมูลสีที่ใช้ในการศึกษาแบ่งเป็นฐานข้อมูลสีสังเคราะห์ และ ฐานข้อมูลสีธรรมชาติ โดยเลือกใช้ลักษณะสี (Hue) ที่เป็นแม่สีหลัก คือสีดำ สีแดง สีน้ำเงิน และสีเหลือง ในการทำฐานทั้งสีสังเคราะห์ และสีธรรมชาติแบ่งได้เป็น

- ฐานข้อมูลสีเดี่ยว (Monochromatic) รูปแบบการไล่ความเข้มข้นสีจาก 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, และ 1.0% shade
- ฐานข้อมูลสีคู่ผสม (Bi-chromatic) รูปแบบการใช้สีคู่ผสม ได้แก่คู่ผสมสีแดงกับสีน้ำเงิน สีแดงกับสีเหลือง และสีเหลืองกับสีน้ำเงินแบบย้อมผสม (Cross dyeing) ให้มีผลรวมความเข้มข้นสีเป็น 1.0% shade สำหรับสีสังเคราะห์ ส่วนสีสีธรรมชาติเลือกจากสีย้อมที่มีภาวะในการติดสีที่เหมือนกันนำมาผสมร่วมกันให้ได้ความเข้มข้นสีเป็น 1.0% shade เช่นเดียวกัน
- ฐานข้อมูลสามเหลี่ยมผสม (Tri-chromatic) รูปแบบการผสมแม่สีหลักคือ สีแดง สีเหลือง สีน้ำเงิน และสีเหลือง ในกรณีสีสังเคราะห์ ให้มีผลรวมความเข้มข้นสีเป็น 1.0% shade ส่วน

สีธรรมชาติเลือกจากสีย้อมที่มีภาวะในการติดสีที่เหมือนกันนำมาผสมร่วมกันให้ได้ความเข้มข้นสีเป็น 1.0% shade เช่นเดียวกัน

3.5 การทดสอบและประเมินผลการจัดทำฐานข้อมูลสี

การวิเคราะห์และประเมินผลการศึกษาทั้งหมดใช้เครื่องวัดสี (HunterLab ColorQuest XE Spectrophotometer, USA) โปรแกรม EasyMatch Textiles วิธีการ (Mode) Quality Control โดยวัดค่าสมบัติของเฉดสี (L* a* b*) ความเข้มสี (K/S)

การประเมินผลการติดสีบนผ้าพิมพ์

- L* หมายถึงค่าความสว่างโดยรวมของพื้นที่สำหรับการพิมพ์ L* มีแนวโน้มไปทาง 100 แสดงว่าสีที่ปรากฏมีความสว่าง ค่า L* มีแนวโน้มไปทาง 0 แสดงถึงสีที่ปรากฏมีความมืดหรือมีความเข้ม
- a* เป็นค่าที่แสดงลักษณะสีแดงและเขียว ค่าเป็นบวกหมายถึงสีที่ปรากฏออกโทนสีแดง ค่าเป็นลบหมายถึงสีที่ปรากฏออกโทนสีเขียว
- ค่า b* เป็นค่าที่แสดงลักษณะสีเหลืองและสีน้ำเงิน ค่าเป็นบวกหมายถึงสีที่ปรากฏออกโทนสีเหลือง และค่าเป็นลบหมายถึงสีที่ปรากฏออกโทนสีน้ำเงิน
- ค่า K/S เป็นค่าการติดสี โดยแสดงค่าการดูดกลืนของสีบนวัตถุจากลักษณะการดูดซับแสง (Light Adsorption) และการกระเจิงของแสง (Light Scattering) ตามสมการที่ 3.1 ของคูเบลคา มังค์ (Kubellka-Munk Equation)

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R} \qquad \text{-----3.1}$$

โดย ค่า K คือค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสง (Absorption coefficient)
ค่า S คือค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงแสง (Scattering coefficient)
ค่า R คือค่าการสะท้อนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุดของการดูดกลืน

3.6 การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มผู้ประกอบการ

การถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ผู้ประกอบการ ใช้วิธีการสอนเชิงปฏิบัติการ ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนจักสานผักตบชวา บ้านคลองนกกระทุง อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม หลังจากเสร็จสิ้นการสร้างและทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่หน่วยงานวิจัย โดยวิทยาการที่มีความเชี่ยวชาญในองค์ความรู้จากคณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น องค์ความรู้ที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีมีดังนี้

1. การย้อมและจัดองค์ประกอบสีและการควบคุมคุณภาพการย้อมสี จำนวน
2. การตกแต่งสำเร็จ ประเภทการตกแต่งสะท้อนน้ำ
3. การแปรรูปผลิตภัณฑ์ ความรู้ด้านมาตรฐานชุมชนและการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเชิงพาณิชย์

<u>สื่อที่ใช้ในการถ่ายทอด</u> ได้แก่ เอกสารประกอบการบรรยาย และชิ้นงานต้นแบบในแต่ละวิชา

<u>การติดตามและประเมินผล</u> ทำการการประเมินผลผู้เข้าร่วมอบรมโดยการสอบถามสังเกตการณ์ปฏิบัติงาน และแบบสำรวจตามรูปแบบใบประเมินผลเมื่อจบการถ่ายทอดความรู้ในแต่ละรายวิชา และติดตามประเมินผลหลังจากการฝึกอบรม ในการประเมินผลข้อมูลทั้งหมดจะใช้การประมวลผลตามหลักการสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

3.6.1 การวิเคราะห์และประเมินผลการดำเนินงาน

สถิติที่ใช้ในการประเมินผลได้แก่

- การหาค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ จากแบบทดสอบมีสูตรคำนวณ ดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย ;

$$\sum \frac{x}{N} \qquad \text{-------3.1}$$

โดย x คือ ค่าคะแนน

$\sum$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนประชากร

- ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) S.D.

$$\sqrt{\frac{\sum\left(X_i - \bar{X}\right)^2}{N}} \qquad \text{------3.2}$$

S.D. คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนกลุ่มประชากร

X_i คือ ขนาดของกลุ่มประชากร

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนประชากร

N คือ คะแนนประชากร

- ฐานนิยม (Mode) ฐานนิยม คือ ค่าที่มีความถี่สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับค่าอื่นในข้อมูลชุดเดียวกัน แต่ในบางชุดของข้อมูลอาจจะไม่มีค่านิยมก็ได้ โดยทั่วไปฐานนิยมมักใช้กับข้อมูลเชิงคุณภาพ

3.6.2 การวิเคราะห์ประเมินผลการดำเนินงานแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนคือ

1) ผลความพึงพอใจในการรับการถ่ายทอดความรู้ ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนจักสานผักตบชวา บ้านคลองนกกระทุง อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม ในด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ความเหมาะสมของเนื้อหาหลักสูตร ความเหมาะสมของวิทยากร ระยะเวลาการอบรม ช่วงเวลาการอบรม ความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับเวลาและค่าใช้จ่าย ตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แบบประเมินความพึงพอใจผู้รับบริการ

ข้อมูล	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ข้อมูลวัดความพึงพอใจ					
■ ด้านกระบวนการ ขั้นตอนการให้บริการ					
■ เจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ					
■ สิ่งอำนวยความสะดวก					
ข้อมูลเพื่อการปรับปรุงหลักสูตร					
■ การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์					
■ ความเหมาะสมของเนื้อหาหลักสูตร					
■ ความเหมาะสมของวิทยากร					
■ ระยะเวลาการอบรม					
■ ช่วงเวลาการอบรม					
■ ความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับเวลาและค่าใช้จ่าย					

2) การประเมินผลลัพธ์ทางเศรษฐกิจและสังคม เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบความคุ้มค่าของโครงการที่ดำเนินการเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ใช้ในโครงการ ทั้งนี้การคำนวณผลการประเมินผลลัพธ์ จะใช้ข้อมูลจากการประมาณการด้านรายได้ของผู้ประกอบการ หรือผู้ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ทำการประเมินหลังจากเสร็จสิ้นโครงการแล้วไม่เกิน 6 เดือน

$$\text{ผลตอบแทนโครงการ (เท่า)} = \frac{\text{รวมรายได้แต่ละคนหารด้วยจำนวนคน (ทั้งโครงการ) X 12 เดือน}}{\text{ต้นทุนโครงการ}}$$

<u>การแปลความหมาย</u>

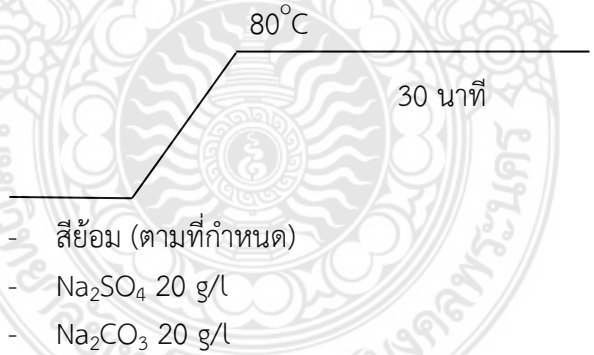
1. ผลตอบแทนโครงการมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า โครงการนี้ไม่มีความคุ้มค่า และไม่สมควรสมควรลงทุน
2. ผลตอบแทนโครงการมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 แสดงว่า โครงการนี้มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการศึกษาและวิจัยการควบคุมคุณภาพการย้อมสีและตกแต่งสำเร็จเส้นด้ายผักตบชวาและวัสดุประกอบเพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ นำเสนอผลด้านการการจัดทำฐานข้อมูลสีย้อมบนเกลียวผักตบชวาแห้งด้วยสีย้อมสังเคราะห์ และสีย้อมธรรมชาติ รวมถึงผลการประเมินความพึงพอใจขอผู้ประกอบการในการรับองค์ความรู้ผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการ มีผลการศึกษาวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 การทำฐานข้อมูลสีประเภทสีย้อมสังเคราะห์สำหรับเกลียวผักตบชวาแห้ง

สีย้อมสังเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษาเป็นสีย้อมประเภทสีรีแอคทีฟ จัดเป็นหนึ่งในกลุ่มสีที่มีคุณภาพสูงเหมาะสำหรับการย้อมวัสดุประเภทเซลลูโลส จึงสามารถนำมาใช้ในการย้อมสีเกลียวผักตบชวาแห้งซึ่งมีโครงสร้างเป็นเซลลูโลส สำหรับสีรีแอคทีฟที่เลือกมาใช้ในการศึกษาใช้สีกลุ่มแม่สี คือสีแดง (Hicion Red He-3B) สีเหลือง (Hicion Yellow HE-4RN) สีน้ำเงิน (Hicion Navy Blue HER 150%) และสีดำ (Hifix Black KNN) ใช้สารช่วยย้อมคือโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) และโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) มีกระบวนการย้อมสีดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 กระบวนการย้อมสีสังเคราะห์

การเตรียมสีย้อมสังเคราะห์สำหรับการย้อมสีเกลียวผักตบชวาแห้ง ทำโดยการเลือกความเข้มข้นสีจากฐานข้อมูลที่จัดเตรียมขึ้น แล้วคำนวณปริมาณสี (กรัม) จากน้ำหนักเกลียวผักตบชวาแห้งที่จะใช้ในแต่ละครั้ง ตามการคำนวณต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณสี (กรัม)} = \frac{\text{น้ำหนักเกลียวผักตบชวาแห้ง (กรัม)} \times \text{ความเข้มสีที่ต้องการ}}{100}$$

เช่นต้องการสีตามความเข้มข้นสีที่กำหนดคือ สีแดง 0.1% shade และสีน้ำเงิน 0.3% shade สำหรับการย้อมสีเกลียวผักตบชวาแห้ง 1 กิโลกรัม (1,000 กรัม) ปริมาณสีที่ต้องใช้คือ

$$\text{ปริมาณสีแดง (กรัม)} = \frac{1{,}000 \times 0.1}{100} = 1 \text{ กรัม}$$

$$\text{ปริมาณสีน้ำเงิน (กรัม)} = \frac{1{,}000 \times 0.3}{100} = 3 \text{ กรัม}$$

ทั้งนี้ในการกำหนดปริมาตรน้ำในการย้อมสีสังเคราะห์เป็น 20 เท่า ของน้ำหนักวัสดุ (Liquor ratio, L:R, 20:1) ดังนั้นการย้อมเกลียวผักตบชวาแห้ง 1 กิโลกรัม ใช้น้ำ 20 ลิตร สีแดง 1 กรัม และสีน้ำเงิน 3 กรัม ตามลำดับ

4.1.1 ฐานข้อมูลสีสังเคราะห์แบบการย้อมสีเดี่ยว (Single shade dyeing)

เป็นการรวบรวมข้อมูลการย้อมสีสังเคราะห์ตาม %shade ที่กำหนด คือ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, และ 1.0 ตามลำดับ มีผลการศึกษาตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าของสีบนเกลียวผักตบชวาแห้ง เมื่อใช้สีสังเคราะห์แบบสีเดี่ยว

ลักษณะสี (Hue)	% shade	L*	a*	b*	K/S
สีแดง	0.1	24.21	7.44	5.37	15.47
	0.2	29.36	15.08	4.51	10.87
	0.3	19.99	13.08	4.13	22.27
	0.4	25.1	15	1.51	14.17
	0.5	22.77	15.96	3.18	18.02
	0.6	23.67	19.36	3.27	18.32
	0.7	20.48	17.29	3.39	23.22
	0.8	18.58	16.96	2.89	28.42
	0.9	30.15	16.83	0.83	9.71
	1.0	22.79	15.55	2.25	17.40
สีเหลือง	0.1	41.6	6.95	10.68	6.87
	0.2	36.75	8.13	18.65	12.66
	0.3	45.02	11.49	24.35	7.08
	0.4	34.54	10.31	25.11	21.53
	0.5	31.37	6.84	11.5	16.02

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลักษณะสี (Hue)	% shade	L*	a*	b*	K/S
สีเหลือง	0.6	44.09	12.37	27.29	9.81
	0.7	35.99	9.59	23.68	17.06
	0.8	36.25	8.85	19.09	13.10
	0.9	37.91	10.21	19.22	10.41
	1.0	41.13	11.73	27.54	13.26
สีน้ำเงิน	0.1	23.56	-1.41	0.25	13.26
	0.2	21.68	-1.89	-1.24	15.64
	0.3	20.54	0.55	3.17	22.93
	0.4	22.93	-1.45	-1.15	13.55
	0.5	22.32	-2.46	-1.25	15.10
	0.6	21.8	-1.96	-1.64	15.52
	0.7	18.6	-1.22	-3.4	20.56
	0.8	17.9	-0.36	-1.55	20.75
	0.9	18.38	-1.95	-2.97	21.64
	1.0	24.75	-0.24	-2.84	11.49
สีดำ	0.1	45.16	5.06	8.37	5.78
	0.2	32.38	4.74	3.23	8.43
	0.3	35.05	4.08	6.44	7.85
	0.4	33.37	7.23	14.77	16.75
	0.5	35.12	4.82	12.73	13.59
	0.6	43.02	3.12	11.04	6.00
	0.7	38.44	4.18	11.22	9.35
	0.8	45.47	3.28	-0.88	3.48
	0.9	38.02	6.26	15.86	13.77
	1.0	37.02	3.62	5.00	6.60

จากตารางที่ 4.1 พบว่าการติดสีสังเคราะห์บนเกลียวผักตบชวา สามารถติดสีได้ดี ลักษณะสีที่ได้จะมีการผสมกันระหว่างสีหลักที่ใช้ในการย้อมและสีเดิมของเกลียวผักตบชวา แต่อย่างไรก็ตามสีที่ได้มีความสอดคล้องกับลักษณะสีที่ต้องการ มีผลการย้อมสีสังเคราะห์ในลักษณะสีเดี่ยวตามภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.2 ผลการย้อมสีสังเคราะห์บนเกลียวผักตบชวา ประเภทสีเดี่ยว

4.1.2 ฐานข้อมูลสีสังเคราะห์แบบคู่สีผสม

เป็นการนำสีเดี่ยวที่มีภาวะการติดสีเดียวกันมาจับคู่ย้อมผสมกัน (Cross dyeing) กำหนดให้ความเข้มสูงสุดของการย้อมสีอยู่ที่ 1% shade สำหรับสีสังเคราะห์จะไม่ใช้สีดำในการย้อมคู่ผสมกับสีอื่น ดังนั้นใช้การจัดคู่สีผสมสีสังเคราะห์ คงเหลือเพียง 3 คู่ คือคู่ผสมสีแดงกับสีน้ำเงิน สีน้ำเงินกับสีเหลือง และสีแดงกับสีเหลืองดังผลการศึกษาในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าของสีบนเกลียวผักตบชวาแห้ง เมื่อใช้สีสังเคราะห์แบบคู่ผสม

ลักษณะสี (Hue)	% shade	L*	a*	b*	K/S
สีแดง + สีน้ำเงิน	0.1 + 0.9	32.32	0.79	2.43	8.53
	0.2 + 0.8	29.93	0.72	0.80	10.11
	0.3 + 0.7	35.13	1.55	1.82	6.43
	0.4 + 0.6	33.59	0.95	-3.37	5.87
	0.5 + 0.5	26.50	2.03	-2.50	10.87
	0.6 + 0.6	26.85	7.30	2.94	12.64
	0.7 + 0.3	27.69	10.51	4.28	13.59
	0.8 + 0.2	28.66	12.15	-1.51	10.43
	0.9 + 0.1	34.52	13.53	5.94	9.04
สีน้ำเงิน + สีเหลือง	0.1 + 0.9	29.59	6.01	22.42	25.32
	0.2 + 0.8	32.21	3.16	16.59	14.55
	0.3 + 0.7	34.20	1.80	10.90	8.87
	0.4 + 0.6	32.59	0.59	10.60	10.21

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ลักษณะสี (Hue)	% shade	L*	a*	b*	K/S
สีน้ำเงิน + สีเหลือง	0.5 + 0.5	25.87	0.91	13.35	26.94
	0.6 + 0.6	41.05	-1.35	3.95	4.06
	0.7 + 0.3	27.15	-3.1	7.65	16.32
	0.8 + 0.2	35.29	-0.51	4.92	6.85
	0.9 + 0.1	29.17	-1.47	7.78	15.25
สีแดง + สีเหลือง	0.1 + 0.9	33.91	13.35	21.74	18.03
	0.2 + 0.8	33.91	13.35	21.74	18.03
	0.3 + 0.7	38.93	19.60	25.17	13.26
	0.4 + 0.6	38.07	18.61	25.65	15.15
	0.5 + 0.5	29.48	14.9	17.13	22.49
	0.6 + 0.6	28.70	16.87	15.35	21.41
	0.7 + 0.3	31.42	18.66	17.61	17.67
	0.8 + 0.2	32.50	19.74	13.28	14.40
	0.9 + 0.1	41.95	14.24	5.76	3.95

จากตารางที่ 4.2 พบว่าการผสมสีสังเคราะห์ในลักษณะคู่สีที่กำหนด ให้ลักษณะสีที่หลากหลายมากขึ้น ถือเป็นระดับที่ขั้นที่สอง (Secondary) สามารถใช้เป็นสีสำหรับการผลิตสินค้าตามที่กลุ่มผู้ประกอบการต้องการ ลักษณะสีที่ได้แสดงตามภาพที่ 4.3

ภาพที่ 4.3 ผลการย้อมสีสังเคราะห์บนเกลียวผักตบชวา ประเภทสีคู่ผสม

4.1.3 สามเหลี่ยมผสมสีสังเคราะห์

การผสมแม่สีทั้งสามสีเข้าด้วยกันแล้วนำมาย้อมสี (Tri chromatic dyeing) จัดเป็นหนึ่งในทฤษฎีการผสมสีที่มีความสำคัญ ทั้งในนี้การผสมจะใช้เฉพาะแม่สีคือ สี แดง สีน้ำเงิน และสีเหลืองเท่านั้น เนื่องจากสีสังเคราะห์จะให้ความเข้มสีที่สูง ถ้ามีการผสมสีดำลงไปเพิ่มเติมจะทำให้สีที่ได้มีความทึมและกลบลักษณะสีอื่น ผลการผสมแม่สีสังเคราะห์ทั้งสามลักษณะสีดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าของสีบนเกลียวผักตบชวาแห้ง เมื่อใช้สีสังเคราะห์แบบสามเหลี่ยมผสมสีสังเคราะห์

% shade			L*	a*	b*	K/S
เหลือง	**แดง**	**น้ำเงิน**				
0.0	1.0	0.0	34.42	29.26	6.49	10.03
0.0	0.9	0.1	34.52	13.53	5.94	9.05
0.0	0.8	0.2	28.66	12.15	-1.51	10.43
0.0	0.7	0.3	27.69	10.51	4.28	13.59
0.0	0.6	0.4	26.85	7.30	2.94	12.64
0.0	0.5	0.5	26.50	2.03	-2.50	10.87
0.0	0.4	0.6	33.59	0.95	-3.37	5.87
0.0	0.3	0.7	35.13	1.55	1.82	6.43
0.0	0.2	0.8	29.93	0.72	0.80	10.11
0.0	0.1	0.9	32.32	0.79	2.43	8.53
0.0	0.0	1.0	30.52	-0.53	3.86	10.93
0.1	0.9	0.0	41.95	14.24	5.76	3.95
0.1	0.8	0.1	33.30	11.40	8.90	11.10
0.1	0.7	0.2	42.73	3.91	3.45	3.67
0.1	0.6	0.3	29.13	6.23	8.99	15.30
0.1	0.5	0.4	26.88	4.84	7.55	16.50
0.1	0.4	0.5	29.50	3.81	7.99	15.41
0.1	0.3	0.6	27.24	1.00	2.24	11.61
0.1	0.2	0.7	23.53	1.56	3.96	16.20
0.1	0.1	0.8	23.07	0.39	2.35	16.44
0.1	0.0	0.9	29.17	-1.47	7.78	15.25
0.2	0.8	0.0	32.50	19.74	13.28	14.40
0.2	0.7	0.1	36.31	6.98	6.36	6.30
0.2	0.6	0.2	33.14	8.34	10.82	13.10

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

% shade			L*	a*	b*	K/S
เหลือง	**แดง**	**น้ำเงิน**				
0.2	0.5	0.3	28.12	5.27	7.56	15.25
0.2	0.4	0.4	29.20	3.97	7.07	12.72
0.2	0.3	0.5	25.73	3.22	7.61	17.06
0.2	0.2	0.6	28.59	0.03	4.91	11.91
0.2	0.1	0.7	23.96	-0.30	5.26	17.53
0.2	0.0	0.8	35.29	-0.51	4.92	6.85
0.3	0.7	0.0	31.42	18.66	17.61	17.67
0.3	0.6	0.1	28.18	10.82	11.45	18.10
0.3	0.5	0.2	28.81	7.32	9.85	15.20
0.3	0.4	0.3	26.05	4.26	10.19	19.09
0.3	0.3	0.4	24.42	2.98	6.58	17.00
0.3	0.2	0.5	26.42	2.69	9.18	20.20
0.3	0.1	0.6	28.18	3.23	7.84	13.98
0.3	0.0	0.7	27.15	-3.10	7.65	16.32
0.4	0.6	0.0	28.70	16.87	15.35	21.41
0.4	0.5	0.1	27.29	9.25	14.07	23.52
0.4	0.4	0.2	26.83	6.19	9.75	18.10
0.4	0.3	0.3	32.27	4.22	5.19	9.75
0.4	0.2	0.4	24.50	4.09	9.31	24.26
0.4	0.1	0.5	31.87	1.30	11.31	13.51
0.4	0.0	0.6	41.05	-1.35	3.95	4.06
0.5	0.5	0.0	29.48	14.90	17.13	22.49
0.5	0.4	0.1	32.22	10.17	16.78	15.74
0.5	0.3	0.2	40.93	4.22	6.32	4.39
0.5	0.2	0.3	29.78	4.16	13.17	15.74
0.5	0.1	0.4	26.77	2.65	8.77	15.63
0.5	0.0	0.5	25.87	0.91	13.35	26.94
0.6	0.4	0.0	38.07	18.61	25.65	15.15
0.6	0.3	0.1	40.11	7.12	14.66	8.30
0.6	0.2	0.2	33.36	5.04	9.96	10.33
0.6	0.1	0.3	24.25	4.21	10.32	25.05

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

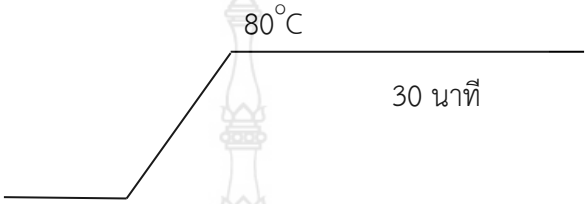
% shade			L*	a*	b*	K/S
เหลือง	**แดง**	**น้ำเงิน**				
0.6	0.0	0.4	32.59	0.59	10.60	10.21
0.7	0.3	0.0	38.93	19.60	25.17	13.26
0.7	0.2	0.1	22.83	6.44	13.62	31.48
0.7	0.1	0.2	32.63	5.30	15.24	15.85
0.7	0.0	0.3	34.20	1.80	10.90	8.87
0.8	0.2	0.0	32.44	15.12	23.71	21.40
0.8	0.1	0.1	33.07	7.40	21.53	20.29
0.8	0.0	0.2	32.21	3.16	16.59	14.55
0.9	0.1	0.0	33.91	13.35	21.74	18.03
0.9	0.0	0.1	29.59	6.01	22.42	25.33
1.0	0.0	0.0	35.29	10.87	22.80	15.12

จากตารางที่ 4.3 พบว่าการผสมแม่สีทั้งสามเข้าด้วยกันตามความเข้มข้น (%shade) ที่แตกต่างกัน ทำให้ได้ลักษณะสีที่มีความหลากหลาย มีลักษณะปรากฏตามภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.4 ผลการย้อมสีสังเคราะห์บนเกลียวผักตบชวา ประเภทสามเหลี่ยมผสม

4.2 การทำฐานข้อมูลสีประเภทสีย้อมธรรมชาติสำหรับเกลียวผักตบชวาแห้ง

สีย้อมธรรมชาติที่ใช้ในการศึกษาเลือกจากกลุ่มสีธรรมชาติที่ให้ลักษณะสี (Hue) สีแดงจากฝาง สีน้ำเงินจากอัญชัน สีเหลืองจากขมิ้น และสีดำจากมะเกลือ ทำการย้อมบนเกลียวผักตบชวาแห้งเช่นเดียวกับการใช้สีสังเคราะห์ เพื่อให้ได้เฉดสีที่ดูเป็นธรรมชาติ (Earth tone) ไม่ฉูดฉาด มีกระบวนการย้อมสีดังภาพที่ 4.5



- สีย้อม (ตามที่กำหนด)
- Na_2SO_4 20 g/l
- สารปรับภาวะการย้อม X g/l

ภาพที่ 4.5 กระบวนการย้อมสีธรรมชาติ

การเตรียมสีย้อมธรรมชาติต้องเตรียมน้ำสีจากวัตถุดิบธรรมชาติ (ฝาง, อัญชัน, ขมิ้น และมะเกลือ) ที่ต้องการก่อน โดยเตรียมวัตถุดิบต่อปริมาตรน้ำ (L:R) ในอัตราส่วน 20:1 ต้มสกัดน้ำสีที่อุณหภูมิ 100°C เวลา 2 ชั่วโมงก่อนนำมากรองส่วนที่เป็นน้ำสีไว้ใช้งานต่อไป

สำหรับการย้อมสีธรรมชาติเพื่อให้ได้การยึดเกาะของสีธรรมชาติและเส้นใยมีความแข็งแรงมากขึ้น โดยการทำมอร์แดนท์ก่อนการย้อมด้วยการนำเกลียวผักตบชวาแห้งแช่สารละลายอลัม (Alum) หรือสารส้มความเข้มข้น 5 g/l ที่อุณหภูมิห้อง เวลา 30 นาทีก่อนนำใช้สำหรับการย้อมสี

4.2.1 ภาวะการติดสีธรรมชาติบนเกลียวผักตบชวาแห้ง

ในการย้อมสีธรรมชาติพบว่าค่าความเป็นกรด ด่าง เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อเฉดสี ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงหาภาวการณ์ย้อมสีวัตถุดิบเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกสีธรรมชาติในการจัดทำฐานข้อมูล มีผลการศึกษาตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าของสีบนเกลียวผักตบชวาแห้ง เมื่อภาวะในการติดสีธรรมชาติต่างกัน

วัตถุดิบ	ภาวะ	L*	a*	b*	K/S
มะเกลือ	ไม่ปรับภาวะ	49.05	5.17	15.99	4.66
	กรด	41.96	2.78	10.58	6.80
	กลาง	47.25	3.02	13.29	5.37
	ด่าง	49.98	6.21	18.37	5.21

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

วัตถุดิบ	ภาวะ	L*	a*	b*	K/S
ขมิ้น	ไม่ปรับภาวะ	29.87	7.74	30.97	39.99
	กรด	22.14	8.73	13.28	28.08
	กลาง	44.75	4.63	36.02	13.26
	ด่าง	39.68	6.97	20.89	8.75
ฝาง	ไม่ปรับภาวะ	33.14	11.45	15.41	11.68
	กรด	42.65	5.72	15.67	7.96
	กลาง	41.74	7.80	11.42	6.41
	ด่าง	39.68	13.46	15.05	7.11
อัญชัน	ไม่ปรับภาวะ	45.97	0.58	4.36	4.14
	กรด	36.99	1.01	13.44	13.43
	กลาง	42.20	-1.25	10.89	7.32
	ด่าง	45.07	1.92	7.17	4.91

จากตารางที่ 4.4 ภาวะในการศึกษาผลการติดสีของเกลียวผักตบชวา ได้แก่ การไม่ปรับภาวะหมายถึงใช้น้ำสีจากการต้มสกัดแล้วเติม Na_2SO_4 เพื่อช่วยด้านการยึดเกาะของเส้นใยเพียงอย่างเดียว ในกรณีต้องการปรับให้น้ำสีมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นใช้กรดอะซิติก (CH_3COOH) และใช้ Na_2CO_3 สำหรับการปรับน้ำสีให้เป็นด่าง ทั้งนี้ค่า pH ที่ใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาคือ pH 3 แทนภาวะกรด pH 7 แทนภาวะกลาง และ pH 10 แทนภาวะด่าง

จากผลการศึกษาพบว่ามะเกลือ และฝาง ให้สีที่ดีที่สุดในภาวะกลาง ส่วนขมิ้นให้ผลการติดสีดีที่สุดในภาวะกรด และกลาง ในขณะที่อัญชันให้ผลการติดสีดีที่สุดในภาวะด่าง ตามผลการศึกษาในภาพที่ 4.6

ภาพที่ 4.6 ภาวะการติดสีของวัตถุดิบต่าง ๆ บนเกลียวผักตบชวาแห้ง

4.2.2 ฐานข้อมูลสีธรรมชาติแบบสีเดี่ยว

การจัดทำฐานข้อมูลสีธรรมชาติจากวัตถุดิบที่กำหนด เลือกตามภาวะการติดสีที่ดีที่สุดและนำมาย้อมสีตามความเข้มข้นเช่นเดียวกับสีสังเคราะห์ มีผลการศึกษาดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าของสีบนเกลียวผักตบชวาแห้ง เมื่อใช้สีธรรมชาติแบบสีเดี่ยว

วัตถุดิบ	% shade	L*	a*	b*	K/S
อัญชัน	0.1	47.68	4.47	17.00	6.00
	0.2	37.50	4.75	13.28	9.64
	0.3	41.90	3.49	11.65	7.07
	0.4	39.72	1.26	8.01	7.21
	0.5	37.99	2.94	8.97	7.91
	0.6	40.30	4.22	13.09	7.69
	0.7	45.01	1.55	12.52	6.59
	0.8	41.20	0.71	5.28	5.58
	0.9	34.73	1.10	3.98	7.86
	1.0	39.49	1.10	6.76	6.74
ฝาง	0.1	53.17	6.89	20.04	5.04
	0.2	35.86	5.68	8.21	9.15
	0.3	40.62	8.47	16.47	10.36
	0.4	43.27	6.78	12.90	5.94
	0.5	47.60	8.89	17.36	5.22
	0.6	39.67	7.92	13.92	8.46
	0.7	37.39	6.94	15.71	12.14
	0.8	42.92	7.91	17.61	8.24
	0.9	41.04	5.56	9.13	5.64
	1.0	43.70	8.67	16.98	7.46
ขมิ้น	0.1	35.07	3.75	4.69	6.70
	0.2	33.53	8.16	17.83	17.74
	0.3	22.69	7.33	10.89	29.87
	0.4	28.89	7.03	10.88	14.40
	0.5	30.96	8.34	10.20	11.38
	0.6	23.56	11.30	14.59	30.86
	0.7	28.34	10.53	14.54	19.12
	0.8	22.39	7.82	7.76	21.23
	0.9	31.77	12.90	13.14	11.87
	1.0	27.23	10.40	13.67	19.09

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

วัตถุดิบ	% shade	L*	a*	b*	K/S
มะเกลือ	0.1	47.92	3.25	11.61	4.33
	0.2	49.42	3.98	15.35	5.36
	0.3	50.77	2.85	12.45	3.94
	0.4	51.10	4.71	19.27	5.82
	0.5	45.91	4.54	16.31	7.10
	0.6	48.63	4.25	16.42	5.99
	0.7	43.90	4.65	11.83	5.81
	0.8	43.82	4.42	14.70	7.36
	0.9	50.32	4.00	16.95	5.61
	1.0	44.09	4.86	17.06	8.22

จากตารางที่ 4.5 การย้อมสีแบบปรับความเข้มข้นสีธรรมชาติจากความเข้มข้น 0.1 ถึง 1.0% shade ทำการเตรียมความเข้มข้นของสีโดยการเทียบอัตราส่วนระหว่างสีย้อมที่ต้องการกับสารละลายที่ผสม Na_2SO_4 ร่วมกับ Na_2CO_3 หรือ CH_3COOH ตามที่กำหนด การหาปริมาณน้ำสีตามความเข้มข้นสีที่ต้องการสามารถทำได้ดังนี้ กรณีต้องการความเข้มข้นฝาง 0.2% shade สำหรับการย้อมสีเกลียวผักตบชวาแห้ง 1 กิโลกรัม (1,000 กรัม) กำหนดปริมาตรน้ำในการย้อมสีสังเคราะห์เป็น 10 เท่า ของน้ำหนักวัสดุ (Liquor ratio, L:R, 10:1) ดังนั้นการย้อมเกลียวผักตบชวาแห้ง 1 กิโลกรัม ใช้น้ำ 10 ลิตร ปริมาณสีที่ต้องใช้คิดเทียบจากอัตรา ส่วนที่กำหนดคือ 0.2 คิดเป็น 20%ของปริมาณน้ำที่ต้องใช้ ดังนั้นในกรณีนี้คือใช้น้ำสีจากที่สกัดจากฝาง 2 ลิตร และน้ำสารละลายที่เตรียมไว้ 8 ลิตร

ผลการย้อมสีธรรมชาติตามระดับความเข้มสีที่กำหนด จะให้ความเข้มสีที่ไม่ค่อยแตกต่างกัน และมีความเข้มสีโดยรวมค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับสีสังเคราะห์ แต่มีลักษณะเด่นกว่าสีสังเคราะห์ในด้านการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการทำชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์เนื่องจากให้โทนสีที่ยังอยู่ในโทนสีจากธรรมชาติ ตามภาพที่ 4.7

ภาพที่ 4.7 ผลการย้อมสีธรรมชาติบนเกลียวผักตบชวา ประเภทสีเดี่ยว

4.2.3 ฐานข้อมูลสีธรรมชาติแบบคู่สีผสม

การทำฐานข้อมูลสีธรรมชาติแบบคู่ผสม สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือภาวการณ์ติดสีธรรมชาตินั้น ๆ จะต้องมีลักษณะเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อให้การควบคุมภาวการณ์ย้อมสีมีความเสถียร และให้ผลการศึกษาที่ดี ตามผลการศึกษาในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าของสีบนเกลียวผักตบชวาแห้ง เมื่อใช้สีธรรมชาติแบบคู่ผสม

วัตถุดิบ	% shade	L*	a*	b*	K/S
ขมิ้น + ฝาง	0.0 + 1.0	35.76	10.86	14.29	10.11
	0.1 + 0.9	32.23	6.06	11.42	12.53
	0.2 + 0.8	31.05	8.04	16.48	17.6
	0.3 + 0.7	30.94	6.49	13.24	13.99
	0.4 + 0.6	29.93	8.18	16.8	17.6
	0.5 + 0.5	21.57	3.85	6.27	20.11
	0.6 + 0.6	21.96	4.91	9.17	25.75
	0.7 + 0.3	32.05	5.87	14.54	16.44
	0.8 + 0.2	30.69	6.42	15.47	17.67
	0.9 + 0.1	27.45	4.79	11.71	16.75
	1.0 + 0.0	22.75	7.89	12.66	26.79
ฝาง + มะเกลือ	0.0 + 1.0	42.36	4.97	14.81	7.45
	0.1 + 0.9	43.99	6.41	16.80	7.71
	0.2 + 0.8	33.23	5.59	12.83	13.10
	0.3 + 0.7	39.24	8.36	14.88	8.77
	0.4 + 0.6	36.84	8.21	14.10	10.18
	0.5 + 0.5	39.03	8.50	15.85	10.18
	0.6 + 0.6	37.85	9.37	15.17	10.65
	0.7 + 0.3	37.90	9.41	16.77	10.70
	0.8 + 0.2	34.64	8.40	13.51	11.46
	0.9 + 0.1	40.80	10.08	16.97	8.75
	1.0 + 0.0	39.40	10.89	15.20	9.01
มะเกลือ + ขมิ้น	0.0 + 1.0	33.27	7.5	15.35	13.64
	0.1 + 0.9	25.67	5.19	11.47	18.93
	0.2 + 0.8	28.53	5.91	13.59	16.87
	0.3 + 0.7	26.93	6.14	13.44	19.93

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

วัตถุดิบ	% shade	L*	a*	b*	K/S
มะเกลือ + ขมิ้น	0.4 + 0.6	22.37	5.79	12.79	30.45
	0.5 + 0.5	33.47	5.72	16.65	15.85
	0.6 + 0.6	30.65	4.68	14.26	17.67
	0.7 + 0.3	33.88	5.23	17.42	16.50
	0.8 + 0.2	37.03	5.61	15.65	10.44
	0.9 + 0.1	36.21	6.22	17.65	12.95
	1.0 + 0.0	46.72	7.44	20.4	7.23

จากตารางที่ 4.6 ผลการย้อมสีธรรมชาติแบบคู่ผสม เพื่อให้ได้ผลการย้อมสีที่มีความสเถียรต้องเลือกใช้ภาวะการย้อมสีที่เหมือนกันตามภาวะการติดสีที่ได้จากการศึกษาข้างต้น ดังนั้นข้อมูลคู่สีผสมเลือกใช้การไม่ปรับภาวะน้ำย้อม และต้องนำเกลียวผักตบชวาแช่ในสารมอร์แดนก่อนนำมาใช้ย้อมสี ส่วนน้ำย้อมใช้จากน้ำสีย้อมธรรมชาติที่สกัด และใช้ Na_2SO_4 เป็นสารช่วยในการเพิ่มสมบัติการติดสีในกระบวนการย้อม พบว่าผลการย้อมสามารถติดสีได้และมีเฉดสี (Shade) ที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถเป็นตัวเลือกเพื่อการใช้ประโยชน์ได้ มีผลการศึกษาตามภาพที่ 4.8

ภาพที่ 4.8 ผลการย้อมสีธรรมชาติบนเกลียวผักตบชวา ประเภทสีผสม

4.2.4 สามเหลี่ยมผสมสีธรรมชาติ

การจัดทำสามเหลี่ยมผสมสีธรรมชาติใช้หลักการในการเลือกสีเหมือนกับการย้อมสีคู่ผสม นั้นคือต้องใช้ภาวะการติดสีที่เหมือนกัน และอัตราส่วนความเข้มข้นสียังคงใช้หลักการในการรงมสีผสมทั้งสามสีเป็นความเข้มข้น 1.0% shade มีผลการศึกษาตามตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าของสีบนเกลียวผักตบชวาแห้ง เมื่อใช้สีธรรมชาติแบบสามเหลี่ยมผสม

% shade			L*	a*	b*	K/S
ขมิ้น	ฝาง	มะเกลือ				
0.0	1.0	0.0	31.18	7.67	12.08	15.79
0.0	0.9	0.1	38.25	8.53	13.75	10.87
0.0	0.8	0.2	33.80	8.30	9.60	11.58
0.0	0.7	0.3	39.99	9.30	11.99	8.22
0.0	0.6	0.4	34.16	8.37	12.55	14.94
0.0	0.5	0.5	31.89	7.89	9.50	13.77
0.0	0.4	0.6	38.92	8.27	12.17	9.92
0.0	0.3	0.7	32.32	6.53	12.30	17.67
0.0	0.2	0.8	31.28	5.25	11.49	16.26
0.0	0.1	0.9	35.11	5.24	11.82	12.64
0.0	0.0	1.0	38.37	4.62	14.93	12.32
0.1	0.9	0.0	29.04	6.60	13.13	21.43
0.1	0.8	0.1	28.53	6.41	9.69	14.66
0.1	0.7	0.2	26.89	4.48	7.04	13.77
0.1	0.6	0.3	19.62	6.06	7.50	27.10
0.1	0.5	0.4	29.88	8.50	17.53	21.74
0.1	0.4	0.5	28.18	4.56	6.21	11.91
0.1	0.3	0.6	28.02	6.87	17.81	31.27
0.1	0.2	0.7	34.23	7.68	18.37	18.39
0.1	0.1	0.8	33.32	5.86	15.48	16.87
0.1	0.0	0.9	31.90	6.39	13.45	13.64
0.2	0.8	0.0	32.24	6.96	7.15	9.99
0.2	0.7	0.1	28.37	5.74	10.79	15.36
0.2	0.6	0.2	27.13	5.66	7.35	12.95
0.2	0.5	0.3	31.00	4.37	2.14	7.49
0.2	0.4	0.4	27.87	5.78	10.91	19.26

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

% shade			L*	a*	b*	K/S
ขมิ้น	ฝาง	มะเกลือ				
0.2	0.3	0.5	36.61	6.86	13.67	12.91
0.2	0.2	0.6	32.57	5.63	13.68	13.81
0.2	0.1	0.7	39.55	4.56	13.57	8.50
0.2	0.0	0.8	37.85	7.72	17.70	12.42
0.3	0.7	0.0	17.71	6.85	9.86	42.87
0.3	0.6	0.1	20.60	5.72	12.71	55.82
0.3	0.5	0.2	30.51	4.54	6.25	9.61
0.3	0.4	0.3	29.09	3.46	2.20	8.55
0.3	0.3	0.4	26.87	4.16	7.77	16.32
0.3	0.2	0.5	29.90	5.47	6.49	10.06
0.3	0.1	0.6	33.61	4.99	13.13	13.18
0.3	0.0	0.7	28.65	7.32	17.04	23.64
0.4	0.6	0.0	22.45	9.01	11.13	29.13
0.4	0.5	0.1	31.65	4.22	6.38	10.60
0.4	0.4	0.2	23.81	7.65	11.54	25.72
0.4	0.3	0.3	19.63	5.28	9.13	33.62
0.4	0.2	0.4	31.97	4.90	4.98	9.53
0.4	0.1	0.5	27.77	5.85	11.47	20.20
0.4	0.0	0.6	30.14	7.71	18.16	23.40
0.5	0.5	0.0	20.59	9.24	8.50	26.48
0.5	0.4	0.1	16.98	7.39	11.32	52.37
0.5	0.3	0.2	37.95	2.67	3.14	5.06
0.5	0.2	0.3	26.53	7.32	15.89	28.08
0.5	0.1	0.4	27.82	6.26	10.40	17.88
0.5	0.0	0.5	28.61	5.69	12.99	17.95
0.6	0.4	0.0	18.08	10.33	13.14	51.64
0.6	0.3	0.1	15.61	5.16	4.20	34.95
0.6	0.2	0.2	21.78	8.57	10.82	27.26
0.6	0.1	0.3	18.47	5.93	10.40	44.20
0.6	0.0	0.4	26.84	4.86	1.58	14.26
0.7	0.3	0.0	24.72	7.24	5.98	14.74

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

% shade			L*	a*	b*	K/S
ขมิ้น	ฝาง	มะเกลือ				
0.7	0.2	0.1	19.53	7.59	9.35	33.97
0.7	0.1	0.2	23.02	7.56	13.93	38.07
0.7	0.0	0.3	27.87	9.84	19.30	27.91
0.8	0.2	0.0	28.03	12.18	14.26	18.54
0.8	0.1	0.1	17.30	6.95	5.72	35.50
0.8	0.0	0.2	32.36	11.38	14.32	12.21
0.9	0.1	0.0	22.46	12.96	13.03	30.26
0.9	0.0	0.1	25.37	11.61	18.53	33.25
1.0	0.0	0.0	27.70	10.06	17.96	24.26

จากตารางที่ 4.7 ผลการย้อมสีธรรมชาติบนเกลียวผักตบชวาแห้ง พบว่าสามารถย้อมได้ตามความเข้มข้นที่กำหนด ให้เฉดสีที่มีความหลากหลาย สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการพาณิชย์ต่อไป มีผลการย้อมสีตามภาพที่ 4.9

ภาพที่ 4.9 ผลการย้อมสีธรรมชาติบนเกลียวผักตบชวา ประเภทสามเหลี่ยมสีผสม

4.3 การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มผู้ประกอบการ

การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มผู้ประกอบการเป็นการนำองค์ความรู้ด้านการจัดทำฐานข้อมูลสีสังเคราะห์ และสีธรรมชาติ การตกแต่งสะท้อนน้ำเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผักตบชวาเป็นการ

เสริมจุดขายให้กับผลิตภัณฑ์ที่ได้ และการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ให้ทันสมัย เป็นที่น่าสนใจ ได้แก่การผลิตผลิตภัณฑ์ของใช้ในบ้านประเภทเคหะสิ่งทอ ผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก และผลิตภัณฑ์ของใช้ส่วนตัวประกอบเช่น กระเป๋าเป็นต้น

4.3.1 การทำฐานข้อมูลสีสังเคราะห์ และสีธรรมชาติ

เป็นการการเตรียมสีทั้งสีสังเคราะห์สีธรรมชาติ เพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ และทำรายการสีสำหรับลูกค้าเพื่อใช้ในการผลิตสินค้าในอนาคต มีแนวทางในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

ภาพที่ 4.10 การให้ความรู้เรื่องฐานขอมูลสีย้อมสังเคราะห์ และธรรมชาติ

ภาพที่ 4.11 การย้อมสีสังเคราะห์บนเกลียวผักตบชวาแห้ง

ภาพที่ 4.12 ผลการย้อมสีสังเคราะห์บนเกลียวผักตบชวาแห้ง

ภาพที่ 4.13 การต้มสกัดสีย้อมธรรมชาติ

ภาพที่ 4.14 การเตรียมเส้นด้ายเกลียวผักตบชวาแห้ง

ภาพที่ 4.15 การย้อมสีธรรมชาติบนเกลียวผักตบชวาแห้ง

ภาพที่ 4.16 ผลการย้อมสีธรรมชาติบนเกลียวผักตบชวาแห้ง

4.3.2 การตกแต่งสะท้อนน้ำ

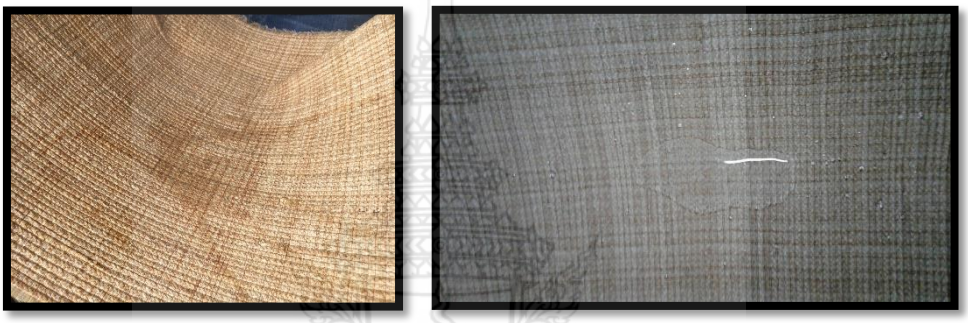
การตกแต่งสะท้อนน้ำเป็นหนึ่งในการตกแต่งสำเร็จที่สามารถนำมาเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์จากผักตบชวาในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งนี้ในการตกแต่งสะท้อนน้ำมีวิธีการที่ง่าย คือการนำสารละลายในกลุ่มฟลูโอโรคาร์บอน ในการศึกษานี้ใช้ ABJ WR-30 ความเข้มข้น 10 g/l แช่วัสดุที่ต้องการเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง ก่อนนำมาผนึกวารด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 150°C จนชิ้นตัวอย่างแห้งสนิมก่อนนำไปใช้งาน มีแนวทางในการทำงานดังนี้

ภาพที่ 4.17 การเตรียมสารสะท้อนน้ำและวัสดุ

ภาพที่ 4.18 การผสมสารสะท้อนน้ำ

ภาพที่ 4.19 การแช่สารสะท้อนน้ำ

ภาพที่ 4.20 การผนึกสารสะท้อนน้ำ



ก) ไม่ผ่านการตกแต่ง ข) ผ่านการตกแต่งสะท้อนน้ำ

ภาพที่ 4.21 ผลทดสอบการสะท้อนน้ำ

4.3.3 การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผักตบชวา

ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผักตบชวาใช้การทำผลิตภัณฑ์ประเภทกระเป๋า เพื่อให้สอดคล้องกับพื้นฐานการผลิตเดิมของกลุ่มผู้ประกอบการ เริ่มจากการเตรียมผ้าทอผักตบชวา สามารถเลือกสีที่ต้องการ ในการทำผลิตภัณฑ์เริ่มจากการนำผ้ากาวมารีดทับบนผาทอผักตบชวา เพื่อให้ผ้าทอที่ได้มีความอยู่ตัวมากขึ้น จากนั้นนำแบบตัด (Pattern) ของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ เมื่อได้ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ครบแล้วให้นำผ้าทอฯและผ้าซับในเย็บประกบกันจนครบทั้งสี่มุม แล้วนำมาพับเป็นรูปสามเหลี่ยมก่อนนำไปเจาะตาไก่เพื่อยึดให้เป็นรูปทรงกระเป๋าตามที่ต้องการ เมื่อได้ชิ้นงานที่สำเร็จแล้วสามารถนำมาจัดรูปแบบเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความน่าสนใจตามต้องการ

ก) การเตรียมผ้าทอผักตบชวา ข) การวางแนวแบบตัดผลิตภัณฑ์

ค) การวางแนวผ้าซับใน

ง) การตัดผ้าซับใน

ภาพที่ 4.22 การเตรียมผ้าทอผักตบชวาสำหรับทำผลิตภัณฑ์

ก) การเย็บประกอบชิ้นงาน

ข) การตอกหมุดประกอบชิ้นงาน

ภาพที่ 4.23 การประกอบชิ้นงาน

ก) รูปแบบเดียว

ข) รูปแบบคู่

ค) เซ็ต 4 ใบ

ง) เซ็ต 6 ใบ

ภาพที่ 4.24 การจัดรูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่าย

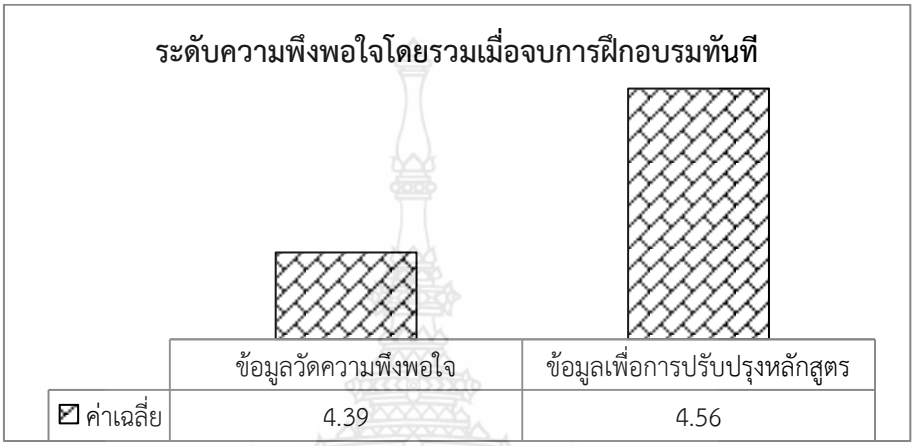
4.4 การประเมินผลสัมฤทธิ์โครงการ

การประเมินผลสัมฤทธิ์การทำงานใช้การประเมินผลจากแบบสำรวจความพึงพอใจในการรับบริการของผู้ประกอบการและสมาชิกในการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี มีผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำนวน 30 คน ผลการประเมินดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ระดับความพึงพอใจการรับถ่ายทอดเทคโนโลยี

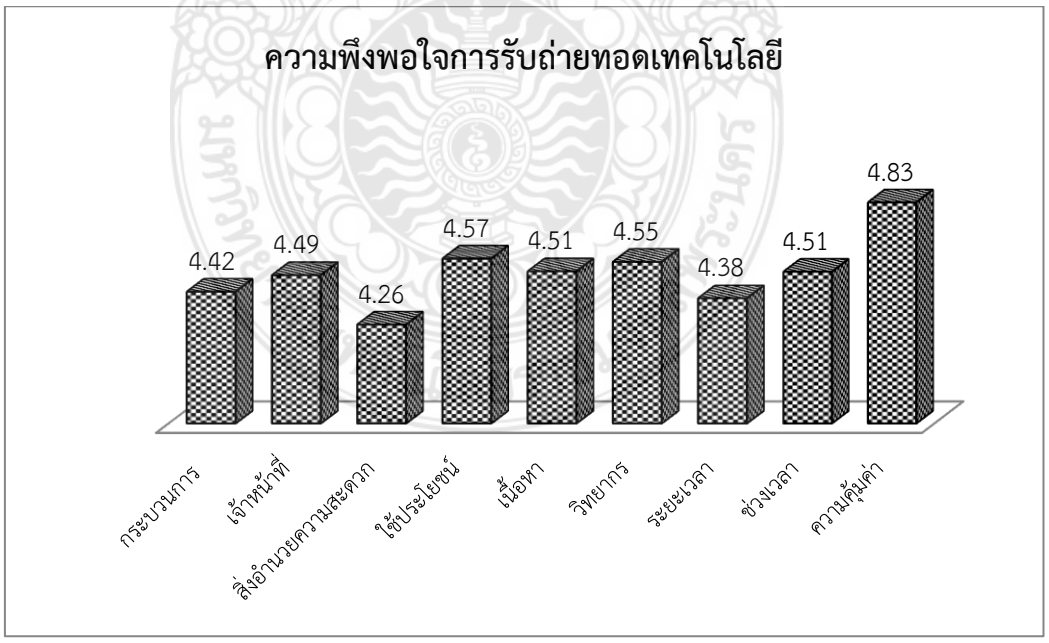
ข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ฐานนิยม (Mode)	ผลการประเมิน
ข้อมูลวัดความพึงพอใจ	**4.39**	**0.58**	**-**	**พึงพอใจมาก**
■ ด้านกระบวนการขั้นตอนการให้บริการ	4.42	0.58	4.00	พึงพอใจมาก
■ เจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ	4.49	0.56	5.00	พึงพอใจมาก
■ สิ่งอำนวยความสะดวก	4.26	0.59	4.00	พึงพอใจมาก
ข้อมูลเพื่อการปรับปรุงหลักสูตร	**4.56**	**0.52**	**-**	**พึงพอใจมากที่สุด**
■ การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	4.57	0.56	5.00	พึงพอใจมากที่สุด
■ ความเหมาะสมของเนื้อหาหลักสูตร	4.51	0.53	5.00	พึงพอใจมากที่สุด
■ ความเหมาะสมของวิทยากร	4.55	0.53	5.00	พึงพอใจมากที่สุด
■ ระยะเวลาการอบรม	4.38	0.60	4.00	พึงพอใจมาก
■ ช่วงเวลาการอบรม	4.51	0.50	5.00	พึงพอใจมากที่สุด
■ ความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับเวลาและค่าใช้จ่าย	4.83	0.38	5.00	พึงพอใจมากที่สุด

จากตารางที่ 4.8 การประเมินความพึงพอใจเมื่อเสร็จสิ้นการดำเนินงานในโครงการ ทำการประเมินผลข้อมูลด้านความพึงพอใจในการเข้ารับอบรมพบว่าผู้เข้ารับการอบรมมีระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับดี และผลการประเมินความพึงพอใจในด้านข้อมูลเพื่อการปรับปรุงหลักสูตร มีระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ตามภาพที่ 4.25



ภาพที่ 4.25 ระดับความพึงพอใจด้านต่าง ๆ

ทั้งนี้ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี เมื่อพิจารณาผลในรายด้านได้ผลการวิเคราะห์ดังภาพที่ 4.26



ภาพที่ 4.26 ร้อยละความพึงพอใจด้านต่าง ๆ

4.5 การประเมินผลลัพธ์ทางเศรษฐกิจและสังคม

การประเมินผลโครงการใช้การประเมินผลตามหลักสถิติ โดยวัดค่าความพึงพอใจ ความสัมฤทธิ์ผลของการใช้ความรู้ และการประเมินผลความสำเร็จจากการคาดหมายรายได้ที่จะได้รับตามหลักเศรษฐศาสตร์ (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) สามารถประเมินได้จากประเมินทางเศรษฐศาสตร์ทั้งโครงการ เทียบกับการลงทุนโครงการ ประเมินเมื่อผ่านการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีไปแล้วไม่เกิน 6 เดือน ผลการประเมินตามตารางที่ 49

ผลตอบแทนโครงการ (เท่า) = $\frac{\text{รวมรายได้แต่ละคนหารด้วยจำนวนคน (ทั้งโครงการ) X 12 เดือน}}{\text{ต้นทุนโครงการ}}$

ตารางที่ 4.9 การประเมินผลลัพธ์ทางเศรษฐกิจและสังคม

รายได้ต่อเดือน (บาท)	**จำนวน (คน)**	**ค่าเฉลี่ย (บาท)**	**รายได้เฉลี่ยทั้งหมด**
<1,000	20	500.00	10,000.00
1,001-2,000	29	1,500.00	43,500.00
2,001-3,000	1	2,500.00	2,500.00
4,001-5,000	2	4,500.00	9,000.00
5,001-6,000	2	5,500.00	11,000.00
9,001-10,000	3	9,500.00	28,500.00
>10,000	3	10,000.00	30,000.00
รายได้ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือน (บาท)			134,500.00
รายได้ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อปี (บาท); [134,500 x 12]			1,614,000.00
ต้นทุนโครงการ (บาท)			320,000
ผลตอบแทนโครงการ (เท่า); [1,614,000/320,000]			5.04

จากตารางที่ 4.9 พบว่าสัดส่วนผลลัพธ์ทางเศรษฐกิจและสังคมที่เกิดจากการดำเนินงานโครงการเปรียบเทียบกับงบประมาณที่ได้รับ โดยคิดจากรายได้เฉลี่ยที่เพิ่มใน 1 ปี เทียบกับการลงทุน (งบประมาณ) ที่ใช้ในการดำเนินโครงการพบว่า รายได้เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (จากแบบสำรวจเมื่อผ่านการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปแล้ว 3 เดือน) มีค่าเท่ากับ 134,500.00 บาท ดังนั้นเมื่อประเมินตลอด 12 เดือน ผลการประเมินเท่ากับ 1,614,000.00 บาท ดังนั้นผลลัพธ์ทางเศรษฐกิจและสังคมที่ประเมินได้จากการถ่ายทอดเทคโนโลยีในครั้งนี้มีค่าเท่ากับ 1,614,000.00 /320,000 = 5.04 เท่า โดยรายได้ที่ได้ส่วนใหญ่เป็นรายได้เสริมของผู้เข้าร่วมอบรม แสดงว่าในการฝึกอบรมครั้งนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุน

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการควบคุมคุณภาพการย้อมสีและตกแต่งสำเร็จเส้นด้ายผักตบชวาและวัสดุประกอบ เช่นเกลียวผักตบชวาแห้งเพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ มีจุดมุ่งหมายหลักในการจัดทำฐานข้อมูลสีสังเคราะห์ และสีธรรมชาติเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับควบคุมมาตรฐานการย้อมสีวัตถุดิบจากผักตบชวา สำหรับการแก้ปัญหาที่เกิดจากการย้อมสีเส้นด้ายและวัสดุเสริมในกรณีที่ไม่สามารถผสมสีได้ตามเดิม (Non-repeatability process) ทำให้เกิดปัญหาด้านการรับและส่งสินค้าให้แก่ผู้บริโภค ผลการดำเนินการวิจัยสามารถใช้ในการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเส้นด้ายหรือเกลียวผักตบชวาแห้ง และถ่ายทอดองค์ความรู้ผ่านกลุ่มผู้ประกอบการ ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนจักสานผักตบชวา บ้านคลองนกกระทุง อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม นอกจากนี้ยังมีการเสริมความรู้ด้านการตกแต่งสะท้อนน้ำ และการแปรรูปผลิตภัณฑ์ให้กับกลุ่มผู้ประกอบการอีกด้วย ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. สีสังเคราะห์ที่ใช้เป็นสีสังเคราะห์ประเภทสีรีแอคทีฟ ซึ่งเป็นสีย้อมที่มีความสามารถในการเกาะติดบนเส้นใยประเภทเซลลูโลส รวมถึงเกลียวผักตบชวาแห้งซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็นเซลลูโลส

2. การจัดทำฐานข้อมูลสีสังเคราะห์แบ่งเป็น 1) ฐานข้อมูลสีเดี่ยว (Primary) สำหรับลักษณะสี (Hue) สีดำ สีแดง สีน้ำเงิน และสีเหลือง 2) ฐานข้อมูลสีคู่ผสม (Secondary) สำหรับสีคู่ผสมสีแดงกับสีน้ำเงิน สีแดงกับสีเหลือง และน้ำเงินกับสีเหลือง 3) ฐานข้อมูลแบบ 3 สี (Tri-chromatic) สำหรับสีแดงกับสีน้ำเงิน และสีเหลือง

3. การจัดทำฐานข้อมูลสีธรรมชาติเลือกจากวัตถุดิบธรรมชาติที่ให้ลักษณะสีดำจากมะเกลือ สีแดงจากฝาง สีน้ำเงินจากอัญชัน และสีเหลืองจากขมิ้น

4. สีธรรมชาติก่อนนำไปย้อมบนเกลียวผักจบชวาแห้ง ต้องทำการสกัดน้ำสีด้วยการต้มวัตถุดิบในน้ำเปล่าอุณหภูมิ 100°C เวลา 2 ชั่วโมง และกรองเฉพาะส่วนของน้ำสีมาใช้งาน

5. ในการย้อมสีธรรมชาติต้องมีการเตรียมเกลียวผักตบชวาให้มีสภาพพร้อมใช้งานด้วยการนำไปแช่ในสารมอร์แดนท์ประเภทสารส้มความเข้มข้น 5 g/l อุณหภูมิห้อง เวลา 30 นาที

6. ภาวะที่ใช้ในการย้อมสีธรรมชาติด้วยวัตถุดิบที่กำหนดส่วนใหญ่ให้ผลการย้อมดีที่สุดในภาวะของตัวสีย้อมเอง และใส่เฉพาะ Na_2SO_4 เพื่อความคงทนของสีเท่านั้นทั้งมะเกลือ ฝาง และขมิ้น ส่วนอัญชันควรปรับสีให้อยู่ในภาวะด่างเพื่อให้มีความสามารถในการติดสีดีขึ้น

7. การจัดทำฐานข้อมูลสีธรรมชาติแบ่งเป็น 1) ฐานข้อมูลภาวะในการติดสีแต่ละประเภท 2) ฐานข้อมูลสีเดี่ยว (Primary) สำหรับสีจากมะเกลือ ฝาง อัญชัน และขมิ้น 3) ฐานข้อมูลสีคู่ผสม (Secondary) สำหรับสีคู่ผสมสีจากมะเกลือกับฝาง มะเกลือกับขมิ้น และขมิ้นกับฝาง 3) ฐานข้อมูลแบบ 3 สี (Tri-chromatic) สำหรับมะเกลือกับขมิ้น และขมิ้นกับ

8. ผลการศึกษานำไปถ่ายทอดองค์ความรู้ ณ กลุ่มผู้ประกอบการมีผลด้านความพึงพอใจในระดับ 4.39 หมายถึงผู้ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจมาก

9. สัดส่วนผลลัพธ์ทางเศรษฐกิจและสังคมที่เกิดจากการดำเนินงานโครงการเปรียบเทียบกับงบประมาณที่ได้รับมีค่าเท่ากับ 5.04 เท่า แสดงว่าในการฝึกอบรมครั้งนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุน

บรรณานุกรม

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). **คู่มือการดำเนินงานคลินิกเทคโนโลยีประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558.** กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

กาญจนา ลือพงษ์. (2552). ระบบการพิมพ์สิ่งทอ. **เอกสารประกอบการสอน.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. .

จำลอง วิบูลย์ปิ่น. (2551). ศิลปหัตถกรรมผักตบชวาในจังหวัดนครปฐม. **ศิลปหัตถกรรมผักตบชวาในจังหวัดนครปฐม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลป ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาไทยคดีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย.ราชภัฏนครปฐม.

ชูศักดิ์ ไทพาณิชย์. (2556). **การออกแบบลวดลาย.** วาดศิลป์. กรุงเทพฯ.:

ธงชัย เปาอินทร์ และนิวัตร เปาอินทร์. (2554). **ต้นไม้ยาน่ารู้.** บริษัท ออฟเซ็ท เพรส. กรุงเทพมหานครฯ.

นวลน้อย บุญวงศ์. (2539). **หลักการออกแบบ.** จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

พูลทรัพย์ สวนเมือง และคณะ. (2553). **การย้อมสีไหมด้วยวัสดุธรรมชาติในภาคอีสานของไทย**. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรมศิลปากร. 2553.

วิทยาลัยสารพัดช่างอุดรธานี. (2542). **การสกัดสีธรรมชาติ.** งานประกอบหลักสูตรพิเศษสถาบันการอาชีว ศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 2542.

วุฒิ วุฒิธรรมเวช. (2550). **สารานุกรมสมุนไพร รวมหลักเภสัชกรรมไทย.** โอ เฮส พริ้นติ้ง เฮ้าส์. กรุงเทพมหานครฯ .

สัมภาษณ์ สุวรรณคีรีและคณะ. (2553). **การพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ผักตบชวา.** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

Christie R.M. and et.al. (2000). **The Chemistry of Colour Application**. Blackwell Science Ltd, Paris, France.

Tomasino Charles. **(1992). Chemistry & Technology of Fabric Preparation & Finishing**. College of Textiles North Carolina State University Releigh, North Carolina, the United States of America.

Prasil Miroslave. (2008)**. Textile printing: Chemical Part.** Technical University of Liberec, Czech Republic. 2008.

ประวัติย่อผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ - นามสกุล ดร.ไพรัตน์ ปุญญาเจริญนนท์
Dr. Phairat Punyacharoennon

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

3. หน่วยงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น

ที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก 517 ถนน นครสวรรค์ แขวงสวนจิตรลดา เขตดุสิต กรุงเทพฯ รหัสไปรษณีย์ 10300

เบอร์โทรศัพท์ 089-775-7557

E-mail Address phairat.p@rmutp.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

2536 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขา เคมีสิ่งทอ (ปวส. เคมีสิ่งทอ) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์

2540 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมีสิ่งทอ (วศ.บ. วิศกรรมเคมีสิ่งทอ) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

2544 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ (วท.ม. วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์) มหาวิทยาลัยมหิดล

2552 วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวัสดุศาสตร์ (วท.ด. วัสดุศาสตร์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

กระบวนการ wet process for textile, textile waste water treatment

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

6.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย:

-

6.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :

1. การศึกษาสมบัติการต้านรังสีอัลตร้าไวโอเลตของสีย้อมธรรมชาติบนผ้าฝ้ายและผ้าไหม งานวิจัยแบบไม่รับงบประมาณสนับสนุน พ.ศ. 2555

2. การพัฒนาการเตรียมสีผงจากสีย้อมธรรมชาติ ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณรายได้ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2557

3 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกระหว่างศึกษา: กรณีศึกษาคณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร งบประมาณรายได้ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2558

4. การควบคุมคุณภาพการย้อมสีและตกแต่งสำเร็จเส้นด้ายผักตบชวาและวัสดุประกอบเพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณรายจ่าย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2560

6.3 ผู้ร่วมโครงการวิจัย :

1. การลอกกาวไหมด้วยยางมะละกอ ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบผลประโยชน์ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2549
2. ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจสำหรับการใช้งานระบบสารบรรณอิเล็กทรอนิกส์: กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปีงบประมาณ พ.ศ.2555 โครงการวิจัยสถาบัน
3. การพิมพ์สีธรรมชาติจากเปลือกลูกจากแห้ง ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณรายได้ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2556
4. โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อยกระดับผลิตภัณฑ์ OTOP ประเภทผ้าและเครื่องใช้ จังหวัดอุบลราชธานีด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2560

2. ผู้ร่วมโครงการ

1. ชื่อ - นามสกุล ดร. กาญจนา ลือพงษ์
Dr. Kanchana Luepong

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

3. หน่วยงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น

ที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก 517 ถนน นครสวรรค์ แขวงสวนจิตรลดา เขตดุสิต กรุงเทพฯ รหัสไปรษณีย์ 10300

เบอร์โทรศัพท์ 089-994-5959

E-mail Address kanchana.l@rmutp.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

2538 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขา เคมีสิ่งทอ (ปวส. เคมีสิ่งทอ)
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์

2542 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมีสิ่งทอ (วศ.บ. วิศกรรมเคมีสิ่งทอ)
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

2546 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม. เคมี)
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2553 วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วศ.ด. เคมี)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

กระบวนการ wet process for textile, textile waste water treatment

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

6.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย:

1. แผนงานวิจัยเรื่อง การจัดการองค์ความรู้ทางสิ่งทอในการพัฒนาและอนุรักษ์ภูมิปัญญาชุมชน กรณีศึกษาผ้าทอกระเหรี่ยง ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณรายจ่าย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2556
2. ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อยกระดับผลิตภัณฑ์ OTOP ประเภทผ้าและเครื่องใช้ จังหวัดอุบลราชธานีด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2560
3. การจัดการองค์ความรู้ทางสิ่งทอในการพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณรายจ่าย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2560

6.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :

1. การลดความเข้มของสีที่เหลือในน้ำทิ้งจากกระบวนการย้อมโดยวิธีการออกซิเดชันและรีดักชัน ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบผลประโยชน์ วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พ.ศ. 2547
2. การผลิตผ้าไม่ทอจากใบอ้อย ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบผลประโยชน์ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2552
3. การพัฒนาสารข้นจากแป้งกลอย ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบผลประโยชน์ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2553
4. การผลิตกระดาษผักตบชวาเพื่องานบรรจุภัณฑ์ ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบผลประโยชน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2554
5. การพัฒนาหม้อนึ่งแรงดันสูงเพื่อการสกัดสีและย้อมสีธรรมชาติ ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณรายจ่าย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2556
6. การพิมพ์สีธรรมชาติจากเปลือกลูกจากแห้ง ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณรายได้ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2556
7. การถ่ายทอดนวัตกรรมและเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์เส้นใยผักตบชวาให้กับผู้ประกอบการ SME และผู้ประกอบการ OTOP จังหวัดนครปฐม ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) พ.ศ. 2559
8. การพัฒนาเครื่องย้อมสีเส้นด้ายผักตบชวาและวัสดุเสริมเพื่อพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณรายจ่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2560
9. โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อยกระดับผลิตภัณฑ์ OTOP ประเภทผ้าและเครื่องใช้จังหวัดอุบลราชธานีด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2560

6.3 ผู้ร่วมโครงการวิจัย :

1. การลอกกาวไหมด้วยยางมะละกอ ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบผลประโยชน์ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2549
2. เครื่องย้อมกกอัตโนมัติ (ระบบต่อเนื่อง) ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2550
3. การพัฒนาอุปกรณ์พิมพ์สกรีนต้นแบบเพื่องานอุตสาหกรรมสิ่งทอ ได้รับเงิน

สนับสนุนงานวิจัยจากงบผลประโยชน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2551

4. การนำน้ำหล่อเย็นจากเครื่องทำน้ำกลั่นกลับมาใช้ใหม่ ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบผลประโยชน์ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2551
5. การบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการฟอกย้อมด้วยเทคนิคโฟโตแคตตาไลติคร่วมกับกระบวนการดูดซับ ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบผลประโยชน์ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2553
6. การศึกษาสมบัติการต้านรังสีอัลตร้าไวโอเลตของสีย้อมธรรมชาติบนผ้าฝ้ายและผ้าไหม งานวิจัยแบบไม่รับงบประมาณสนับสนุน พ.ศ. 2555
7. การควบคุมการย้อมสีธรรมชาติและพัฒนาประยุกต์กับลายทอกะเหรี่ยง ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณรายจ่าย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2556
8. การพัฒนาและแปรรูปเครื่องแต่งกายและส่วนประกอบการแต่งกายจากผ้าทอกะเหรี่ยง ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณรายจ่าย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2556
9. การพัฒนาการเตรียมสีผงจากสีย้อมธรรมชาติ ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณรายได้ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2557
10. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกระหว่างศึกษา: กรณีศึกษาคณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร งบประมาณรายได้ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2558
11. การควบคุมคุณภาพการย้อมสีและตกแต่งสำเร็จเส้นด้ายผักตบชวาและวัสดุประกอบเพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณรายจ่าย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2560

3. ผู้ร่วมโครงการ

1. ชื่อ - นามสกุล นายวิโรจน์ ยิ้มขลิบ
Mr. Wirote Yimklib

2. ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิชาการศึกษา

3. หน่วยงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น

ที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก 517 ถนน นครสวรรค์ แขวงสวนจิตรลดา เขตดุสิต กรุงเทพฯ รหัสไปรษณีย์ 10300

เบอร์โทรศัพท์ 086-970-7679

E-mail Address wirote.y@rmutp.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

2546 บริหารธุรกิจบัณฑิต (บธ.บ) สาขาการจัดการทั่วไป
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

2554 ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม) สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
คอมพิวเตอร์สำนักงาน

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

6.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย:

-

6.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :

1. ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจสำหรับการใช้งานระบบสารบรรณอิเล็กทรอนิกส์: กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปีงบประมาณ พ.ศ.2555 โครงการวิจัยสถาบัน

2. ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจสำหรับการใช้งานระบบสารบรรณอิเล็กทรอนิกส์: กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

6.3 ผู้ร่วมโครงการวิจัย :

1. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกระหว่างศึกษา: กรณีศึกษาคณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร งบประมาณรายได้ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2558
2. โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อยกระดับผลิตภัณฑ์ OTOP ประเภทผ้าและเครื่องใช้

จังหวัดอุบลราชธานีด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2560

3. การควบคุมคุณภาพการย้อมสีและตกแต่งสำเร็จเส้นด้ายผักตบชวาและวัสดุประกอบเพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ ได้รับเงินสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณรายจ่าย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2560