รหัสโครงการ 2555A16662002

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

สิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร

ชื่อหัวหน้าโครงการผู้รับทุน/ผู้วิจัย

รองศาสตราจารย์ขนิษฐา เจริญลาภ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เขมชาติ สุรกุล
นางสาวโสมวดี ฤทธิโชติ
นางสาวภัทรานิษฐ์ สิทธินพพันธ์
นายกมลภัทร์ รักสวน

สนับสนุนโดย สำนักบริหารโครงการวิจัยในอุดมศึกษา
และพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ
สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องสิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร สำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์ โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สำนักบริหารโครงการวิจัยในอุดมศึกษา และพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักคณะกรรมการอุดมศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2555 ผู้จัดทำโครงการขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับความสำเร็จของงานวิจัยนี้

บทคัดย่อ

ปัจจุบันกาแฟเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมทั่วโลก โดยเฉพาะกาแฟสด ซึ่งจะมีกากกาแฟเป็นของเหลือทิ้ง ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของเหลือทิ้งให้เกิดประโยชน์สูงสุด งานวิจัยนี้จึงศึกษาการย้อมสีธรรมชาติด้วยกากกาแฟ โดยศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีธรรมชาติจากกากกาแฟ ผลของภาวะการย้อมต่อความเข้มของสีผ้าที่ย้อมได้ และผลของสารช่วยติดสีและความคงทนของสี ผลการศึกษาพบว่าชนิดของตัวทำละลาย อัตราส่วนของกากกาแฟต่อน้ำ อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลต่อค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีอย่างมีนัยสำคัญ โดยภาวะที่เหมาะสมในการสกัดกากกาแฟคือใช้กากกาแฟ 20 กรัม โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที และภาวะที่เหมาะสมในการย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟ คือ อัตราส่วนของน้ำสีต่อน้ำ 150:100 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลาย้อม 60 นาที ในการศึกษาผลของสารช่วยติดต่อสีและความคงทนของสี โดยใช้อลูมิเนียมซัลเฟต เฟอร์รัสซัลเฟต คอปเปอร์ซัลเฟต กรดแอซีติก และแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นสารช่วยติดผลการศึกษาพบว่าชนิดของสารช่วยติดมีผลต่อค่าความสว่างของสี เฉดสี และความคงทนของสีอย่างมีนัยสำคัญ หลังจากนั้นมัดย้อมเสื้อผ้าฝ้ายด้วยน้ำสีจากกากกาแฟ โดยใช้สารช่วยติดสีจากธรรมชาติ พบว่าสารช่วยติดสีต่างชนิดกันจะให้สีของผ้ามัดย้อมต่างกัน

คำสำคัญ: สิ่งทอสร้างสรรค์ สีย้อมธรรมชาติ วัสดุเหลือใช้ทางเกษตร กากกาแฟ

Abstract

Coffee is one of the popular beverages of the world especially fresh roasted coffee. It make the waste of coffee grounds. In order to increase the value of waste and maximize the benefits, this research was conducted to examine coffee grounds producing natural colors in dyeing cotton textile. The research methodology consisted of color extraction from coffee grounds and the cotton textile dyeing experiments. As for techniques in color extraction and cotton dyeing, the study found that the optimum conditions for the extraction of coffee grounds were 20 g of Amount of coffee grounds, 0.4 g of NaOH, 100 ml of water, 100oC and 60 min of extraction time. The optimum ratio of the solution extracts from coffee grounds and water was 150:50 ml and the optimum of temperature and time for dyeing cotton textile was 80oC and 60 min. To study the effect of mordant upon the color and colorfastness of cotton fabric, experiments were performed using 5 types of Mordant: aluminium sulfate, ferrous sulfate, copper sulfate, acetic acid and calcium hydroxide. The results showed that type and volume of mordant significantly affected the color and colorfastness. For fully utilizing of the waste, color extracted from coffee ground apply in tied-dye fabrics with natural mordants. Different types of mordant made the tied-dye fabrics with different colors.

Keyword: Creative Textiles, Natural Dyes, Agricultural Waste, Coffee ground

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 สีย้อม (Dyestuff)	4
2.2 การย้อมสี (dyeing)	5
2.3 การย้อมสีด้วยสารสกัดจากธรรมชาติ	5
2.4 ระบบการวัดสี	13
2.5 กาแฟ	20
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	22
3.1 วัสดุอุปกรณ์	22
3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทดลอง/เก็บข้อมูล	23
บทที่ 4 ผลการทดลอง	27
4.1 ภาวะที่เหมาะสมในการสัดสารสีจากกากกาแฟ	27
4.2 ภาวะที่เหมาะสมในการย้อมผ้าฝ้ายจากน้ำสีที่สกัดได้จากกาแฟ	36
4.3 ประสิทธิภาพของการย้อมผ้าฝ้ายจากน้ำสีที่สกัดได้จากกากกาแฟ	51
4.4 ศึกษาความพึงพอใจในการนำผ้าฝ้ายย้อมด้วยสีธรรมชาติจาก วัสดุเหลือใช้ทางเกษตรมาสร้างสรรค์ เป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ	53

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	65
5.1 ภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารสีธรรมชาติจากกากกาแฟ	65
5.2 ภาวะที่เหมาะสมในการย้อมผ้าฝ้ายจากน้ำสีที่สกัดได้จากกาแฟ	65
5.3 ผลของการใช้สารช่วยติดหรือมอร์แดนต์	65
5.4 ประสิทธิภาพของการย้อมผ้าฝ้ายจากน้ำสีที่สกัดได้จากกากกาแฟ	66
5.5 ความพึงพอใจในการนำผ้าฝ้ายย้อมด้วยสีธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรมาสร้างสรรค์ เป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ	67
5.6 ข้อเสนอแนะ	68
เอกสารอ้างอิง	69
รายงานการเงิน	71
ภาคผนวก ก	72
ภาคผนวก ค	81
ภาคผนวก ง	96
ประวัตินักวิจัยและคณะ	105

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 4.1.1	ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดได้ในภาวะต่างๆ	29
ตารางที่ 4.1.2	ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดได้ในภาวะต่าง ที่ความเข้มข้นต่างกัน	30
ตารางที่ 4.13	การทดสอบค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดได้ในภาวะต่าง ที่ความเข้มข้นต่างกัน	30
ตารางที่ 4.1.4	ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดได้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	31
ตารางที่ 4.1.5	การทดสอบค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดได้ในภาวะต่าง ที่ความเข้มข้นต่างกัน	31
ตารางที่ 4.1.6	ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดได้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ	32
ตารางที่ 4.1.7	การทดสอบค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดด้วย กากกาแฟสดปริมาณต่างกัน	33
ตารางที่ 4.1.8	ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัด ณ เวลาต่าง ๆ	34
ตารางที่ 4.1.9	การทดสอบค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดด้วย ระยะเวลาต่างกัน	34
ตารางที่ 4.2.1	การทดสอบค่าระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างสี (CIE L) และเฉดสี (CIEa, CIEb) บนผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำย้อมในปริมาณเกลือต่าง ๆ	36
ตารางที่ 4.2.2	การทดสอบค่าระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างสี (CIE L) และเฉดสี (CIEa, CIEb) บนผ้าถักที่ย้อมด้วยน้ำย้อมในปริมาณเกลือต่าง ๆ	37
ตารางที่ 4.2.3	การทดสอบค่าระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างสี (CIE L) และเฉดสี (CIEa, CIEb) บนผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำย้อมในปริมาณต่าง ๆ	39
ตารางที่ 4.2.4	การทดสอบค่าระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างสี (CIE L) และเฉดสี (CIEa, CIEb) บนผ้าถักที่ย้อมด้วยน้ำย้อมในปริมาณต่าง ๆ	40
ตารางที่ 4.2.5	การทดสอบค่าระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างสี (CIE L) และเฉดสี (CIEa, CIEb) บนผ้าทอที่ย้อมที่อุณหภูมิต่าง ๆ	42

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 4.2.6	การทดสอบค่าระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างสี (CIE L) และเฉดสี (CIEa, CIEb) บนผ้าทอที่ย้อมที่ระยะเวลาต่าง ๆ	44
ตารางที่ 4.2.7	การทดสอบค่าระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างสี (CIE L) และเฉดสี (CIEa, CIEb) บนผ้าทอที่ย้อมโดยการเติมสารช่วยติดสีชนิดต่าง ๆ	46
ตารางที่ 4.3.1	การทดสอบความคงทนของสีที่ย้อมได้จากสีที่สกัดจากน้ำกากกาแฟต่อการซักและต่อแสง 52	52
ตารางที่ 4.4.1	ความพึงพอใจที่มีต่องานสิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากกากกาแฟสด	64

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.4.1	ลักษณะเฉดสี (hue) ความสว่างของสี (value) และความเข้มของสี (chroma)	14
รูปที่ 2.4.2	โครงสร้างสีของมันเซลล์	14
รูปที่ 2.4.3	ลักษณะการสะท้อนแสงของวัตถุทึบแสง	16
รูปที่ 2.4.4	CIE 2o และ 10o standard observers	17
รูปที่ 2.4.5	ค่าไตรสทิมูลัส(tristimulus values)	18
รูปที่ 2.4.6	การบรรยายสีในระบบ CIE lab ในรูป 3 มิติ	19
รูปที่ 4.1.1	การสกัดสีจากกากแฟที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส	27
รูปที่ 4.1.2	น้ำสีที่สกัดได้	27
รูปที่ 4.1.3	กรองน้ำสีหลังการสกัด	28
รูปที่ 4.1.4	น้ำสีที่สกัดได้มีความเข้มข้นสูงมากเจือจาง 50 เท่าก่อนวัดด้วย UV-VIS pectrophotometer	28
รูปที่ 4.1.5	ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดได้	28
รูปที่ 4.1.6	น้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟสดโดยใส่โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นต่างกัน	29
รูปที่ 4.1.7	น้ำย้อมสีที่สกัด เวลา 30 นาที 45 นาที 60 นาที 75 นาที และ 90 นาที	34
รูปที่ 4.2.1	ระดับความเข้มของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟด้วยปริมาณเกลือต่างกัน	37
รูปที่ 4.2.2	ระดับความแตกต่างของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟด้วยปริมาณเกลือต่างกัน	37
รูปที่ 4.2.3	ระดับความเข้มของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟด้วยอัตราส่วนของน้ำสีต่างกัน 40	40
รูปที่ 4.2.4	ระดับความแตกต่างของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟอัตราส่วนของน้ำสีต่างกัน	41
รูปที่ 4.2.5	ระดับความแตกต่างของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟที่อุณหภูมิการย้อม ต่างกัน	43
รูปที่ 4.2.6	ระดับความเข้มของสีบนผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟที่เวลาการย้อมต่างกัน	44
รูปที่ 4.2.7	ระดับความแตกต่างของสีบนผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟที่เวลาการย้อมต่างกัน	44
รูปที่ 4.2.9	ระดับความเข้มของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟด้วยสารช่วยติดต่างกัน	46

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 4.2.10 ระดับความสว่างของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟ ด้วยสารช่วยติดต่างกัน 47
รูปที่ 4.2.11 เฉดของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟด้วยสารช่วยติดต่างกัน 47
รูปที่ 4.2.9 ระดับความเข้มของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟ ด้วยสารช่วยติดปริมาณต่างกัน 49
รูปที่ 4.2.10 ระดับความสว่างของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟด้วย สารช่วยติดปริมาณต่างกัน 49
รูปที่ 4.2.11 เฉดของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟด้วยสารช่วยติดปริมาณต่างกัน 50
รูปที่ 4.4.1 การทำลวดลายมัดย้อม 53
รูปที่ 4.4.2 ผ้ามัดย้อมสีสกัดจากกากกาแฟใช้น้ำปูนเป็นสารช่วยติดสี 54
รูปที่ 4.4.3 ผ้ามัดย้อมสีสกัดจากกากกาแฟใช้น้ำโคลนเป็นสารช่วยติดสี 54
รูปที่ 4.4.5 ผ้าฝ้ายย้อมด้วยสีธรรมชาติจากกากกาแฟสด 55-59
รูปที่ 4.4.6 เพศของกลุ่มตัวอย่าง 59
รูปที่ 4.4.7 ช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่าง 60
รูปที่ 4.4.8 สถานภาพของกลุ่มตัวอย่าง 60
รูปที่ 4.4.9 รายได้ของกลุ่มตัวอย่าง 61
รูปที่ 4.4.10 การรู้จักผลิตภัณฑ์ 61
รูปที่ 4.4.11 การเคยใช้ผลิตภัณฑ์ 62
รูปที่ 4.4.12 ความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์ 62
รูปที่ 4.4.13 เหตุผลที่ความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์ 63
รูปที่ 4.4.14 เหตุผลที่ไม่ต้องการใช้ผลิตภัณฑ์ 63

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันทั่วโลกตระหนักถึงผลเสียของการใช้สีสังเคราะห์ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งรวมไปถึงผลกระทบต่อผู้ผลิต ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม ในระหว่างขั้นตอนการผลิตสี การย้อมสี และการนำไปใช้สวมใส่ ดังจะเห็นได้จากการยกเลิกการผลิตหรือการนำเข้าวัตถุดิบที่เป็นสารก่อมะเร็ง เช่น เบนซิดีน ที่ใช้ในการผลิตสีสังเคราะห์ในหลายประเทศ หรือการออกกฎหมายห้ามนำเข้าผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีเอโซ (azo dyes) ซึ่งสามารถแตกตัวให้สารประกอบแอโรมาทิกแอมีน (aromatic amines) และมีแนวโน้มเป็นสารก่อมะเร็ง ในกลุ่มประเทศยุโรป ดังนั้นแนวโน้มของโลกปัจจุบันจึงหันมาให้ความสนใจในสีย้อมธรรมชาติและผลิตภัณฑ์ใช้สีย้อมธรรมชาติมากขึ้น เนื่องจากมีความเป็นพิษและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า โดยการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติเป็นภูมิปัญญาของมนุษย์ที่คิดค้นและสืบทอดกันมาแต่โบราณ สีที่ได้จากธรรมชาติส่วนใหญ่มาจากส่วนต่าง ๆ ของพืช ได้แก่ ราก เปลือก ต้นแก่น กิ่ง ใบ และผล หรือแม้กระทั่งยางไม้ก็สามารถนำมาผลิตสีได้ สีจากธรรมชาติมีความสวยงามและหลากหลาย เช่น สีครามจากต้นฮ่อม สีดำจากมะเกลือ สีเหลืองจากขมิ้น สีน้ำตาลจากแก่นเข สีเขียวจากเปลือกมะริดไม้ สีม่วงจากต้นบก สีชมพูจากเปลือกจามจุรี สีกรักจากแก่นขนุน และสีแดงจากดินสีแดงหรือตัวครั่ง เป็นต้น (ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพระหว่างประเทศ, 2551) ข้อเสียของสีย้อมจากธรรมชาติ ซึ่งเป็นเหตุให้ไม่เป็นที่นิยมใช้คือความไม่สะดวกในการใช้งาน เนื่องจากต้องเตรียมสารละลายสีย้อมเสียก่อน ด้วยการ โขลก บด คั้นส่วนประกอบต่างๆ ของพืช จึงจะได้สีย้อม แล้วหากเก็บไว้เป็นเวลานานจะทำให้สีย้อมที่ได้เปลี่ยนแปลงไปต่างจากการใช้สีสังเคราะห์ซึ่งนำไปทำสารละลายสีย้อมได้เลย สามารถควบคุมการย้อมให้ได้สีตามต้องการ ขณะเดียวกันการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติ พบว่ามีข้อด้อย คือการติดสีต่ำ (low color yield) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สีสังเคราะห์ ย้อมแต่ละครั้งได้เฉดสีที่ไม่เหมือนกันและสีที่ย้อมได้มักจะทำซ้ำได้ยาก และยังมีปัญหาสีซีด สีตก ระหว่างการนำไปใช้งาน มีความคงทนของสีต่อการซักและต่อแสงต่ำ ไม่สามารถสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ รวมถึงการนำสีธรรมชาติจากส่วนประกอบต่างๆ ของพืช ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพืชอาหาร บางชนิดเป็นผลิตภัณฑ์จากป่า บางชนิดได้จากเปลือก จากแก่น จากราก ทำให้มีผลกระทบต่อการอยู่รอดของต้นไม้ และอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวได้ งานวิจัยนี้สนใจนำวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรประเภทกากกาแฟ มาสกัดให้เป็นสีย้อมธรรมชาติ พร้อมทั้งศึกษาสูตรการย้อมที่เหมาะสม ซึ่งทำให้สะดวกต่อการใช้งาน เก็บรักษาได้นาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

(1) เพื่อศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารสีธรรมชาติจากกากกาแฟ

(2) เพื่อศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการย้อมผ้าด้วยสารสีที่สกัดได้จากกากกาแฟ

(3) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการย้อมผ้าด้วยสารสีที่สกัดได้จากกากกาแฟ

(4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการนำสีธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรมาสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

(1) ชนิดของวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร

- กากกาแฟที่เหลือทิ้งจากการผลิตกาแฟสด

(2) ชนิดผ้าที่ใช้ย้อม

- ผ้าฝ้าย ที่ผ่านการฟอกขาวแล้ว

(3) ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาภาวะการสกัดสารสี

- อัตราส่วนระหว่างตัวทำละลาย 2 ชนิด คือน้ำ และเอทานอล อุณหภูมิในการสกัด ระยะเวลาในการสกัด

(4) ปัจจัยที่ใช้ศึกษาภาวะการย้อม

- อัตราส่วนระหว่างผ้าต่อน้ำย้อม อุณหภูมิในการย้อม ระยะเวลาย้อม

(5) ปัจจัยที่ใช้ศึกษาผลของสารช่วยติดสี

- ใช้สารช่วยติดสีคือ น้ำปูนใส กรดแอซิติก อลูมิเนียมซัลเฟต คอปเพอร์ซัลเฟต และเฟอร์รัสซัลเฟต โดยการเติมสารช่วยติดสี ก่อนย้อม หลังย้อม และพร้อมย้อมสี

(6) พารามิเตอร์ที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพของการย้อม

- วัดระดับความเข้มของสีบนผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยเครื่องวัดค่าการสะท้อนแสง ของ Data color รุ่น Spectral check plus

- ทดสอบความคงทนของสีย้อมต่อแสงด้วยวิธีมาตรฐาน ISO 105-B-02

- ทดสอบความคงทนของสีย้อมต่อการซักด้วยวิธีมาตรฐาน ISO 105-C01

(7) การนำสีธรรมชาติมาสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์สิ่งทอ

- สร้างสรรค์เป็นงานมัดย้อม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

(1) ได้สีย้อมจากธรรมชาติที่เป็นแนวโน้มของตลาดทั้งในและต่างประเทศ

(2) เป็นการนำวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

(3) พัฒนาภูมิปัญญาในการย้อมสีธรรมชาติ

(4) เผยแพร่ในวารสารระดับนานาชาติ

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

สารช่วยติด หรือมอร์แดนต์ (mordant) หมายถึง สารประกอบที่ช่วยให้สีย้อมติดแน่นกับเส้นใยได้ดีขึ้น ในงานวิจัยนี้เป็นชนิดของโลหะไอออนที่เป็นตัวช่วยให้สีเกาะติดผ้าและซึมเข้าไปในเส้นใย ได้แก่ น้ำปูนใส กรดแอซิติก อลูมิเนียมซัลเฟต คอปเพอร์ซัลเฟต และเฟอร์รัสซัลเฟต

ความสว่าง (lightness) สมบัติในการสะท้อนหรือปล่อยให้แสงส่องผ่านของวัตถุที่มีสี โดยวัตถุที่แสงสามารถสะท้อนหรือส่องผ่านได้ดีจะมีความสว่างมาก

ความคงทนของสีต่อการซักล้าง (wash fastness : WF) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของสีย้อมบนผ้าที่ผ่านการย้อมสีแล้ว โดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง เพื่อทดสอบการตกสีของผ้า

เกรย์สเกล (grey scale) เป็นแผ่นภาพสีกลาง (สีดำไล่ไปถึงสีขาว) ที่จัดเรียงไว้เป็นคู่ ๆ แต่ละคู่มีความแตกต่างของสีที่เพิ่มขึ้น ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของสีในคู่ชิ้นตัวอย่าง ปกติจะใช้ในการประเมินความคงทนของสีต่อการซักล้างหรือการเปื้อนติด โดยประเมินความแตกต่างของสีบนผ้าก่อนและหลังการซักล้าง โดยเทียบกับเกรย์สเกล ซึ่งมีความแตกต่างของสีอยู่ 5 ระดับ คือ ระดับ 1-5

ค่าการเปลี่ยนแปลงสีและค่าการเปื้อนสี สำหรับประเมินผลการทดสอบความคงทนของสีย้อมต่อการใช้งานในด้านความคงทนของสีต่อการซักล้าง โดยประเมินผลการทดสอบเปรียบเทียบกับเกรย์สเกลสำหรับการเปลี่ยนแปลงสี และเกรย์สเกลสำหรับการเปื้อนสี ซึ่งผลการทดสอบ มี 9 ระดับ คือ 1, ½, 2. 2/3.3, ¾, 4, 4/5, และ 5 โดยผลการทดสอบที่ระดับ 5 ให้ผลการทดสอบที่มีความคงทนสูงที่สุด ส่วนผลการทดสอบที่ระดับ 1 ให้ผลการทดสอบที่มีความคงทนต่ำที่สุด

ค่าการเปลี่ยนแปลงสีของผลการทดสอบความคงทนของสีต่อแสงแดดเทียม เป็นการประเมินผลการทดสอบเปรียบเทียบกับผ้าขนสัตว์สีน้ำเงินมาตรฐาน (blue wool reference) ซึ่งมีทั้งหมด 8 ระดับ คือ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, และ 8 โดยผลการทดสอบที่ระดับ 8 ให้ผลการทดสอบที่มีความคงทนสูงที่สุด ส่วนผลการทดสอบที่ระดับ 1 ให้ผลการทดสอบที่มีความคงทนต่ำที่สุด

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สีย้อม (Dyestuff)

สีย้อม คือสีชนิดหนึ่งที่ใช้ในการย้อมวัสดุสิ่งทอ เป็นทั้งสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ก็ได้ มีลักษณะเป็นผลึกหรือผงละเอียด สามารถดูดซึม หรือดูดซับแสง โดยทำให้อยู่บน หรือในผิวหน้าของวัตถุ แล้วเกิดการแพร่แทรกซึมเข้าสู่ภายในโครงสร้างของวัตถุ ทำให้วัตถุนั้นมีสีขึ้นมา สีย้อมบางชนิดละลายน้ำได้ บางชนิดไม่สามารถละลายน้ำ แต่จะละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ได้ เมื่อนำสีย้อมไปใช้ในกระบวนการย้อมจะทำให้โมเลกุลของสีย้อมซึมผ่านเข้าไปในโมเลกุลของเส้นใย โดยจะทำลายโครงสร้างผลึกของวัตถุนั้นชั่วคราว ซึ่งอาจเกิดพันธะไอออนิก (ionic bond) หรือพันธะโควาเลนต์ (covalent bond) กับวัตถุที่ต้องการย้อมโดยตรง สีที่เห็นจากสีย้อมนั้นเกิดจากอิเล็กตรอนในพันธะคู่ซึ่งอยู่ในโมเลกุลของสีย้อมนั้นมีความสามารถดูดกลืนพลังงานในช่วงสเปคตรัมต่างกัน พลังงานแสงที่สายตามนุษย์มองเห็นจะมีความยาวคลื่นช่วง 400-700 นาโนเมตร สีย้อมที่มีโครงสร้างทางโมเลกุลต่างกันจะมีความสามารถในการดูดกลืนพลังงานแสงที่ช่วงความยาวคลื่นต่างๆ กันไป ทำให้มองเห็นสีได้แตกต่างกัน สีย้อมแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

(1) สีย้อมธรรมชาติ (natural dyestuffs) เป็นสีย้อมที่มาจากแหล่งธรรมชาติ โดยเฉพาะพืชและสัตว์ สีย้อมที่มาจากส่วนประกอบพืช เช่น ส่วนลำต้น ส่วนดอก ส่วนที่เป็นเปลือก ส่วนที่เป็นใบ เป็นต้น ตัวอย่างเช่น สีดำจากลูกมะเกลือ สีน้ำเงินจากต้นคราม สีเหลืองจากเนื้อไม้โอ๊ก สีแสดจากดอกกรรณิการ์ สีแดงจากรากต้นเข็ม ส่วนสีย้อมที่ได้จากสัตว์ เช่นสีม่วงแดงของครั่ง สีม่วงจากหอยสังข์หนาม เป็นต้น

(2) สีย้อมสังเคราะห์ (synthetic dyestuffs) เป็นสีย้อมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทางเคมี ตัวอย่างเช่น สีไดเร็กท์ (direct dye) สีรีแอคทีฟ (reactive dye) สีแอสิด (acid dye) สีดิสเพอร์ส (disperse dye) สีเบสิก (basic dye) สีแวต (vat dye) และสีซัลเฟอร์ (sulphur dye)

สมบัติที่ดีของสีย้อมผ้าคือ ไม่ตก ไม่ซีดเมื่อซักตาก ทนต่อเหงื่อ แสงแดดและความร้อน ไม่เป็นอันตรายต่อเนื้อผ้าและผิวหนัง

ข้อเสียของสีย้อมจากธรรมชาติ ซึ่งเป็นเหตุให้ไม่เป็นที่นิยมใช้ คือไม่สะดวกในการใช้งาน เนื่องจากต้องเตรียมสารละลายสีย้อมเสียก่อน อาจจะต้องโขลกบดคั้น ต้น จึงจะได้สีย้อม แล้วหากเก็บไว้เป็นเวลานานจะทำให้สีย้อมที่ได้เปลี่ยนแปลงไป ต่างจากการใช้สีสังเคราะห์ ซึ่งนำไปทำสารละลายสีย้อมได้เลย

2.2 การย้อมสี (dyeing)

การย้อมสี (dyeing) คือ การทำให้วัสดุสิ่งทอมีสี ซึ่งทั้งนี้สีย้อมเองจะต้องมีความสามารถในการติดสีกับเส้นใย (affinity) หรืออาจจะมีประจุที่ต่างกันทำให้สามารถยึดเหนี่ยวกันได้ เช่น สีเบสิกบนเส้นใยอะคริลิก หรืออาจมีประจุเดียวกันแต่เติมสารอื่นๆ เพื่อลดประจุบนเส้นใยแล้วจึงทำให้สีติดบนเส้นใยได้ เช่น สีไดเร็กท์บนเส้นใยเซลลูโลส หรือสีรีแอคทีฟบนเส้นใยเซลลูโลสเป็นต้น หรืออีกหลักการคือการที่สีติดภายในเส้นใยสังเคราะห์ เช่น สีดิสเพิร์สบนเส้นใยพอลิเอสเตอร์ เป็นต้น

การย้อมโดยปกติจะทำให้เกิดสีบนวัสดุสิ่งทอเพียงสีเดียว (ยกเว้นการมัดย้อม และการทำบาติก)

2.3 การย้อมสีด้วยสารสกัดจากธรรมชาติ

ในปัจจุบันแม้ว่าจะมีสีสังเคราะห์เกิดขึ้นมากมาย แต่ก็ได้เริ่มมีความนิยมที่จะกลับไปใช้สีธรรมชาติกันมากขึ้น แม้ว่าสีสังเคราะห์จะมีความสดสวย และคงทน แต่สีธรรมชาติมีความเย็นตามากกว่า นอกจากนี้สีธรรมชาติยังมีประวัติความเป็นมาของสีแต่ละชนิด ซึ่งบ่งบอกถึงภูมิปัญญาไทยได้เป็นอย่างดี อีกทั้งสมบัติที่สำคัญของสีธรรมชาติคือ ละลายน้ำได้และจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ง่าย ซึ่งจะช่วยลดภาวะแวดล้อมเป็นพิษ ต่างจากสีสังเคราะห์ที่ทำให้น้ำในแม่น้ำลำคลองเน่าเสีย ด้วยเหตุนี้จึงทำให้หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเกิดการตื่นตัว และหันมาวิจัยรวมทั้งส่งเสริมให้ใช้สีธรรมชาติกันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน

สีธรรมชาติจะดูดติดสีเส้นไหมได้ดีที่สุด รองลงมาคือฝ้าย และไม่เหมาะที่ใช้ย้อมเส้นใยสังเคราะห์ การย้อมสีธรรมชาติ จะได้ผลดีเมื่อน้ำย้อมสามารถแทรกซึมเข้าไปในเส้นใยได้อย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องกำจัดสิ่งเจือปน และสิ่งสกปรกที่ติดมากับเส้นใยออกเสียก่อน ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่า การเตรียมวัสดุก่อนการย้อม

การย้อมสีธรรมชาตินับเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทยที่มีมานาน จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสีย้อมธรรมชาติ เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติจากงานวิจัยด้านสีย้อมธรรมชาติที่มีการวิจัยอยู่ขณะนี้ พบว่ามีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสีย้อมธรรมชาติ ในด้านต่าง ๆ คือ โครงสร้างทางเคมี คุณสมบัติด้านเคมีและด้านกายภาพของสารให้สีจากวัตถุดิบธรรมชาติ ชนิดของสีย้อมที่ได้จากพืชแต่ละชนิด เทคนิคการย้อมสีธรรมชาติ และการทดสอบคุณภาพสีที่ได้ รวมถึงเทคนิคการแปรรูปสีย้อมธรรมชาติ จากการศึกษาพบว่า ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นการย้อมฝ้าย ไหม และผ้าพื้นเมืองของแต่ละท้องถิ่น

2.3.1 วัตถุดิบในการย้อมสีธรรมชาติ (ศูนย์วิชาการและเทคโนโลยีสิ่งทอพื้นบ้าน, 2554)

สีย้อมจากธรรมชาติแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

(1) สีย้อมธรรมชาติจากแร่ธาตุ (mineral dyes) สีธรรมชาติประเภทนี้เป็นสีที่เกิดจากสารประกอบออกไซด์ของโลหะ จำพวก เหล็ก โครเมียม ตะกั่ว แมงกานีส ทองแดง โคบอลต์ และนิกเกิล ซึ่งในอดีตเป็นกลุ่มสีที่มีความสำคัญมาก แต่ปัจจุบันไม่ปรากฏแหล่งผลิต และการใช้สีกลุ่มดังกล่าว สำหรับ

ประเทศไทยพบว่ายังมีการใช้สีธรรมชาติจากแร่ธาตุในการย้อมสีสิ่งทอ คือ สีจากโคลนและดินแดง ซึ่งเป็นวัสดุที่มีสารประกอบพวกอลูมิโนซิลิเกต และสารประกอบโลหะอยู่

(2) สีย้อมธรรมชาติจากสัตว์ (animal dyes) สีธรรมชาติจากสัตว์ คือ สารสีที่ได้จากสารที่ขับออกจากตัวสัตว์ หรือสีจากตัวสัตว์เอง สำหรับประเทศไทยมีการใช้สีจากแมลง ได้แก่ ครั่ง โดยตัวครั่งจะดูดกินน้ำเลี้ยงของต้นไม้แล้วขับสารสีแดงที่เรียกว่า ยางครั่ง ออกมาหุ้มรอบตัวเป็นรัง สารสีแดงที่ถูกขับออกมาจากตัวครั่งดังกล่าวมานี้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ ทั้งในการย้อมสิ่งทอ ผสมในอาหาร และใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท สำหรับเส้นใยที่ย้อมด้วยครั่งคือ ไหม ขนสัตว์ และฝ้าย เชื่อกันว่าคุณภาพของสีที่ได้จากการย้อมด้วยครั่งขึ้นกับชนิดของต้นไม้ที่ใช้เลี้ยงครั่ง

(3) สีย้อมธรรมชาติจากพืช (vegetable dyes) สีย้อมที่ได้จากพืชจัดเป็นกลุ่มสารสีหลักของสีย้อมธรรมชาติ โดยเป็นสีย้อมที่ได้จากทุกส่วนของพืชทั้ง ราก เปลือก ลำต้น เนื้อไม้ ใบ ดอก ผล และเมล็ด ซึ่งสีย้อมกลุ่มนี้มีความหลากหลาย สามารถแบ่งโดยใช้กรรมวิธีการย้อมเป็นเกณฑ์ได้ 3 ประเภทคือ (อนันต์เสวก, 2543)

- สีย้อมตรง (direct dyes) เป็นสีที่สามารถย้อมติดบนเส้นใยได้โดยตรง เช่นสีจากขมิ้น (Turmeric) และสีจากดอกคำฝอย (Safflower) เป็นต้น สีที่ได้ไม่ค่อยคงทน
- สีมอร์แดนต์ (mordant dyes หรือ indirect dyes) จัดเป็นกลุ่มใหญ่ที่สุดของสีธรรมชาติจากส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ราก เปลือกหุ้มราก ลำต้น แก่นไม้ ใบ ดอก ผล เปลือกผล เมล็ด ฯลฯ สีเหล่านี้เกาะติดบนเส้นใยได้น้อย สามารถเกาะติดได้ดีขึ้นเมื่อใช้สารอื่นช่วย เรียกสารช่วยในการติดสีนี้ว่ามอร์แดนต์ สีที่ได้จะมีระดับความคงทนแตกต่างกันไป
- สีแวต (vat dyes) ได้แก่สีน้ำเงินในกลุ่มคราม เป็นสีที่ต้องรีดิวซ์ให้เป็นสารไม่มีสีก่อนเพื่อให้ละลายน้ำได้ หลังจากเกาะติดบนเส้นใยแล้วจึงปล่อยให้ถูกออกซิไดส์กลับเป็นสารมีสีที่ไม่ละลายน้ำอีกครั้ง และตกตะกอนอยู่บนเส้นใยหรือในช่องว่างระหว่างโมเลกุลของเส้นใย

และหากแบ่งกระบวนการย้อมในแง่ของการใช้ความร้อนในการย้อมสี แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

- การย้อมเย็น หรือการย้อมแบบหมัก เป็นสีย้อมที่ได้จากพืช เช่น ผลมะเกลือ ฮ่อม และคราม เป็นการย้อมสีจากพืชที่มีกรรมวิธีการย้อมโดยไม่ใช้ความร้อน อาศัยสมบัติธรรมชาติของสารสี และปฏิกิริยาเคมีทางธรรมชาติช่วยให้สารสีติดกับเส้นใย โดยจะหมักเส้นใยไว้ในน้ำย้อมที่อุณหภูมิปกติ ซึ่งพืชแต่ละชนิดจะมีรายละเอียดวิธีการย้อมที่แตกต่างกันตามชนิดของสารสีที่ได้จากพืช ส่วนใหญ่เป็นการย้อมสีแวต
- การย้อมแบบร้อน สีย้อมธรรมชาติที่ใช้การย้อมแบบร้อน จะเป็นสีย้อมที่ได้จากพืชทั่วไปโดยนำวัตถุดิบย้อมสีมาสับให้ละเอียดแล้วต้มให้เดือดเพื่อสกัดสารสีออกจากพืช จากนั้นจึงย้อมกับเส้นใย โดยใช้ความร้อนและสารช่วยย้อมช่วยให้สารสีติดกับเส้นใย

สีจากพืชเป็นสารเคมีที่มีสมบัติเป็นสีย้อม สารสีบางชนิดสามารถมองเห็นได้ในพืชที่ยังมีชีวิต เช่น แซฟฟรอนสกัดจากยอดเกสรเพศเมียที่มีสีส้มของหญ้าฝรั่น (*Crocus sativus* L) ในขณะที่สารสีที่สำคัญบางชนิด เช่น คราม จากพรรณไม้ในสกุล Indigofera เมื่ออยู่ในต้นจะไม่มีสี (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) สารสีจากพืชให้สีเกือบทั้งหมดที่มีอยู่ เช่นสีน้ำเงินจากพรรณไม้ในสกุลคราม (Indigofera spp.) สีเหลืองจากหญ้าฝรั่น (*Haematoxylum campechianum* L) สีแดงจาก *Rubia cordifolia* L สีน้ำตาลจากนนทรี (*Peltophorum pterocarpum*(D.C.) Backer ex K. Heyne) และสีดำจากเม็ก (*Macararga tanarius* (L.) Muell. Arg)

สารสีในพืชมีความแตกต่างในด้านสูตรโครงสร้างทางเคมีอย่างชัดเจน ทั้งนี้กลุ่มใหญ่ ๆ ของสารสีจำแนกออกเป็น คลอโรฟิลล์ (chlorophlls) แคโรทีนอยด์ (carotenoids) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) และควิโนนส์ (quinines) (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544)

- คลอโรฟิลล์ เป็นชื่อทั่วไปของสารสีในพืชหลายชนิด ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ให้สีเขียวที่มีอยู่มากมายและทั่วไปในพืช
- แคโรทีนอยด์ มีลักษณะโครงสร้างทางเคมีเป็นอะลิฟาทิกพอลิอีน (aliphatic polyene) ที่มีสายโซ่ยาว ประกอบด้วยหน่วยของไอโซพรีน (isoprene units) ที่มีลักษณะโครงสร้าง และให้สีหลากหลาย เช่น สีเหลือง ส้ม แดง และม่วง ตัวอย่างสารสีแคโรทีนอยด์ เช่นบิซิน (bixin) จากคำแสด (*Bixa orellana* L) และโครซิน (crocin) ในหญ้าฝรั่น กรรณิการ์ (*Nyctanthes arbor-tristis* L) และพุดซ้อน (*Gardenia jasminoiders* Ellis)
- ฟลาโวนอยด์ ประกอบด้วยสารประกอบที่มีสูตรโครงสร้างพื้นฐานเป็นฟลาโวน (flavone) และฟลาเวน (flavane) ฟลาโวนอยด์จำแนกออกเป็นกลุ่มย่อย ได้แก่ ชาลโคนส์ (chalcones) ฟลาโวโนนส์ (flavanones) ฟลาโวนส์ (flavones) แอนโทไซยานินส์ (anthocyanins) ฟลาโวนอลส์ (flavonols) และไอโซฟลาโวนอยส์ (isoflavonoids)
- ควิโนนส์ เป็นกลุ่มของสารประกอบหลายชนิด มักให้สีเหลืองไปจนถึงแดง จำแนกออกเป็นกลุ่มย่อยได้แก่ เบนโซควิโนนส์ (benzoquinones) แนปโทควิโนนส์ (naphthoquinones) และแอนทราควิโนนส์ (anthraquinones)

2.3.2 ชนิดของสีย้อมธรรมชาติ

จากการตรวจสอบเอกสารพบว่า โดยส่วนใหญ่จะเป็นการรวบรวมสีธรรมชาติที่ใช้ในการย้อมสี โดยพืชแต่ละชนิดให้สีที่แตกต่างกัน ดังนี้ (ศิริและคณะ. 2536; นวพร. 2540)

สีน้ำเงินได้จาก ต้นคราม ต้นรากม่วง ฮ่อม ดอกอัญชัน ใบครามเถา ใบเถาคัน แก่นลำดวน

สีแดงได้มาจาก คำแสด ดอกคำฝอย แก่นประดู่ เปลือกต้นนุ่น รากยอป่า มะไฟ เปลือกที่หุ้มเมล็ดคำแสด แก่นฝาง เปลือกสมอ ไม้เหมือด เม็ดสะตี เปลือกสะเดา เปลือกของรากยอบ้าน ดอกมะลิวัลย์ แก่นมะกล่ำต้น เปลือกส้มเสี้ยว เนื้อหุ้มเมล็ดพุดซ้อน

สีส้ม ได้จาก รากยอ ดอกกรรณิการ์ เทียนกิ่ง ไม้ฝาง เปลือกหุ้มเมล็ดของคำเงาะ

สีน้ำตาลได้จาก เปลือกต้นรกฟ้า ใบสะเดา เปลือกต้นกระโดน เปลือกตะคียนหิน

สีเหลืองได้จาก ผิวของหอมหัวใหญ่ แก่นแกแล(แก่นเข) แก่นขนุน สุพรรณิการ์ รงทอง ขมิ้นชัน มะพูด เปลือกผลมะตูม แก่นไม้พุด ดอกกรรณิการ์ รากฝาง ใบมะขาม ผลดิบมะตูม ใบหรือเปลือกมะขามป้อม แก่นรากยอบ้าน ดอกผกากรอง เปลือกมะพูด(ปะโหด) แก่นแค แก่นฝรั่ง แก่นสุพรรณิการ์ หัวไพล ใบขี้เหล็ก

สีเขียวได้จาก ใบหูกวาง เปลือกเอกา เปลือกต้นมะริดต้น เปลือกสมอ เปลือกกระหูด ใบตะขบ เปลือกเพกา

สีดำได้จาก ลูกมะเกลือ กระเม็ง สมอไทย ลูกกระจาย ผลตะโก เปลือกรกฟ้า (คลี้) ผลตับเต่า(มะเมียง)

สีน้ำตาลได้จาก เปลือกไม้โกงกาง เปลือกสีเสียด เปลือกพยอม เปลือกของผลทับทิม เปลือกคาง เปลือกโปรงขาว เปลือกสนทะเล เปลือกแสมดำ เปลือกนนทรี เปลือกฝาดแดง เปลือกมะหาด เปลือกเคี่ยม เปลือกติ้วขน แก่นคูณ แก่นทองหลาง เปลือกมะพร้าวแก่

2.3.3 การสกัดสีจากวัตถุดิบ

การสกัดสีจากวัตถุดิบพบว่า การสกัดจะขึ้นกับ อัตราส่วนวัตถุดิบต่อน้ำ อุณหภูมิ ค่าพีเอช เวลา และ อื่น ๆ โดยส่วนใหญ่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย โดยภาวะที่เหมาะสมในการสกัดจะแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบ ดังนี้

การสกัดผงสีย้อมจากกลีบดาวเรือง ภาวะการสกัดที่เหมาะสมคืออัตราส่วนของกลีบดาวเรืองต่อน้ำเท่ากับ 1:20 อุณหภูมิ 80 $^{\circ}$C เวลาในการสกัด 30 นาที (กำจร, 2544)

การสกัดขมิ้นชัน ภาวะการสกัดที่เหมาะสมคืออัตราส่วนขมิ้นชันแห้งต่อน้ำเท่ากับ 1:30 อุณหภูมิ 90 $^{\circ}$C เวลาในการสกัด 45 นาที (จารุวรรณ, 2546)

การสกัดสีจากเปลือกมังคุด ภาวะการสกัดที่เหมาะสมคือใช้กรดซิทริกเข้มข้นร้อยละ 15 ในอัตราส่วนผงเปลือกมังคุด:ตัวทำละลาย เท่ากับ 1:4 ที่อุณหภูมิ 80 °C เวลาในการสกัด 60 นาที (Chairat et al., 2007)

การสกัดสีย้อมจากต้นขนุน ภาวะการสกัดที่เหมาะสม ใช้อุณหภูมิในการสกัดที่ 80 °C เวลาในการสกัด 45 นามี อัตราส่วนน้ำหนักไม้ขนุนต่อปริมาณเอทานนอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยปริมาตรที่ 1:40 กรัม:มิลลิลิตร และตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณสารมอรินที่สกัดได้ คือ อุณหภูมิในการสกัดมีผลมากที่สุด ถึง ร้อยละ 58.18 รองลงมา คือ เวลาในการสกัดมีผลร้อยละ 35.76 และ อัตราส่วนของน้ำหนักไม้ขนุนต่อปริมาตรทำละลายมีผลเพียงร้อยละ 2.95 (วสันต์, 2549)

การสกัดสารสีจากพืชทำได้ 2 วิธีคือ

(1) การโขลก ทุบ หรือ ปั่น ซึ่งได้น้ำสีโดยการนำส่วนที่โขลก ทุบ หรือปั่น แล้วไปผสมกับน้ำและกรอง จะได้น้ำสีที่ใส ไม่มีตะกอนกรือกาก สะดวกต่อการย้อม

(2) การต้ม ใช้เวลาในการต้มประมาณ 30-120 นาที ขึ้นกับลักษณะวัสดุที่นำมาใช้ หลังจากได้สีเข้มตามต้องการจึงกรองเอากากออก

การใช้น้ำสีจากพืชทำได้ 2 วิธีคือ

(1) น้ำสีที่สกัดแล้วนำไปใช้ทันที ซึ่งจะได้สีสว่างสดใส

(2) การแช่หรือหมักไว้ก่อน โดยใช้ระยะเวลาในการหมักไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง หรือหมักจนกระทั่งเกิดฟอง แล้วตักฟองออก แล้วนำน้ำสีใส ๆ ไปย้อม จะได้สีคล้ำกว่าการวิธีแรก

2.3.4 กระบวนการย้อมสีธรรมชาติ

กระบวนการย้อมมีการใช้สารช่วยให้สีติดหรือมอร์แดนต์ (mordant) ได้แก่ โครเมียม ดีบุก อลูมิเนียม เฟอรัสซัลเฟต ทองแดง และสารส้ม เติมลงไปในน้ำย้อมทำให้ได้เฉดสีต่างกัน ช่วยเพิ่มคุณสมบัติของเส้นใยให้ดีขึ้น และทำให้การยึดติดของสีกับเส้นใยมีความคงทนมากขึ้น ซึ่งสมบัติเหล่านี้จะแตกต่างกันตามชนิดของสารมอร์แดนต์ที่ใช้ (Moeyes, 1993) การย้อมแบบใช้มอร์แดนต์ทำได้ 3 วิธี คือ การย้อมมอร์แดนต์ก่อนการย้อมสี (premodanting) การย้อมมอร์แดนต์พร้อมการย้อมสี (comordanting) และการย้อมมอร์แดนต์หลังการย้อมสี (postmordanting) (Vigo, 1994) โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมในการย้อมอยู่ในช่วง 60-90 °C

การย้อมด้ายฝ้ายให้เป็นสีเขียวด้วยใบหญ้าหวาน ใบติ้วแดง ใบสาบเสือ ใบขี้เหล็ก ภาวะที่เหมาะสมในการย้อมคือ ใช้อัตราส่วนพืชให้สี:ด้าย:น้ำ เท่ากับ 1:1:10 ที่อุณหภูมิ 70 °C เวลา 1 ชั่วโมง แล้วย้อมทับด้วยมอร์แดนต์ทองแดงเข้มข้นร้อยละ 0.25-1.0 ของน้ำหนักด้าย ใช้อัตราส่วนด้าย:สารละลาย เท่ากับ 1:10 ที่อุณหภูมิ 40-50°C เวลา 30 นาที (อนันต์เสวก, 2543)

การย้อมด้ายฝ้ายให้เป็นสีน้ำตาล พบว่าสีน้ำตาลที่ได้มีเฉดสีแตกต่างกัน เนื่องจากพืชต่างชนิดกันมีสารพวกแทนนิน และสารฟีนอลิกแตกต่างกัน ส่วนมากสามารถย้อมติดได้โดยไม่ต้องใช้มอร์แดนต์ แต่สีจากพืชบางชนิดไม่ทนต่อแสง เช่น สะเดา และกาบมะพร้าว การใช้สารมอร์แดนต์ช่วยทำให้ความคงทนของสีต่อแสงดีขึ้น แต่เฉดสีจะเปลี่ยนไป ส่วนสีจากใบหูกวางและใบยูคาลิปตัสไม่มีผลต่อความคงทนของสีต่อแสง แต่ทำให้เฉดสีเปลี่ยน ภาวะที่เหมาะสมในการย้อมด้วยใบสะเดาคือ ใช้อัตราส่วนใบสะเดา:ด้าย:น้ำ เท่ากับ 1:1:10 ที่อุณหภูมิ 100 °C เวลา 1 ชั่วโมง แล้วย้อมทับด้วยมอร์แดนต์ทองแดงเข้มข้นร้อยละ 0.25-1.0 ของน้ำหนักด้าย ใช้อัตราส่วนด้าย:สารละลาย เท่ากับ 1:10 ที่อุณหภูมิ 40-50 °C เวลา 30 นาที สำหรับกาบมะพร้าวใช้อัตราส่วนกาบมะพร้าว:ด้าย:น้ำ เท่ากับ 0.5:1:10 ที่อุณหภูมิ 65 °C เวลา 1 ชั่วโมง ใช้มอร์แดนต์สารส้มโดยย้อมมอร์แดนต์พร้อมการย้อมสี สำหรับใบหูกวางใช้อัตราส่วนใบหูกวาง:ด้าย:น้ำ เท่ากับ 1:1:10 ที่อุณหภูมิ 75 °C เวลา 1 ชั่วโมง ใช้มอร์แดนต์สารส้มโดยย้อมมอร์แดนต์พร้อมการย้อมสี (อนันต์เสวก, 2543)

การย้อมขมิ้นชัน สามารถย้อมเส้นใยขนสัตว์ได้โดยไม่ต้องใช้มอร์แดนต์จะให้สีเหลืองมะนาว และถ้าใช้สารส้มเป็นสารมอร์แดนต์ให้สีส้มอ่อน ใช้เหล็กเป็นสารมอร์แดนต์จะให้สีเขียวอ่อน (Cannon และ Cannon, 1994)

การย้อมผ้าไหมด้วยสีจากเปลือกมะพร้าวแก่ โดยใช้สารมอร์แดนต์ 2 ชนิดคือ สารส้มและกรดน้ำส้ม ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.75, 2.0 และ 20 ของน้ำหนักผ้าหลังการย้อมสี พบว่าปริมาณและความเข้มข้นของสารมอร์แดนต์มีผลต่อความเข้มของสีบนผ้าอย่างมีนัยสำคัญ (จันทนี, 2550)

การย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายและไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเปลือกมังคุด ใช้อัตราส่วนเส้นด้ายต่อน้ำย้อมเท่ากับ 1:25 ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และพบว่าการย้อมสารช่วยติดภายหลังด้วยเฟอร์รัสซัลเฟต และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ไม่เพียงแต่จะช่วยให้สีเข้ม แต่ยังช่วยให้สีมีความคงทนต่อการซักและแสงแดดมากขึ้นด้วย (Chairat et al.,2007)

นอกจากนี้ การสำรวจเอกสาร พบว่า ประเด็นเรื่องการลดปัญหามลภาวะจากการใช้สีย้อมเคมีสังเคราะห์โดยการส่งเสริมการย้อมสีธรรมชาติ เป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจและให้ความสำคัญอย่างมาก ในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว อย่างเช่น ยุโรป อเมริกา และญี่ปุ่น มีการทำวิจัยในด้านนี้อย่างกว้างขวาง

2.3.5 สารช่วยย้อม (ศูนย์วิชาการและเทคโนโลยีสิ่งทอพื้นบ้าน, 2554)

พืชแต่ละชนิดที่นำมาย้อมใช้เส้นใยธรรมชาติมีการติดสี และคงทนต่อการขัดถูหรือแสงไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบภายในของพืชและเส้นใยที่นำมาใช้ย้อม จึงมีการใช้สารประกอบต่างๆ มาเป็นตัวช่วยในการทำให้เส้นใยดูดซับสีให้สีเกาะเส้นใยได้แน่นขึ้น มีความทนทานต่อแสง และการขัดถูเพิ่มขึ้น ซึ่งเรียกว่า สารช่วยย้อม หรือสารช่วยให้สีติด สารเหล่านี้นอกจากจะเป็นตัวจับยึดสี และเพิ่มการติดสีในเส้นใยแล้วยังช่วยเปลี่ยนเฉดสีให้เข้มจาง หรือสดใส สว่างขึ้น

(1) สารช่วยย้อม หรือ สารกระตุ้นสี เป็นสารที่ช่วยให้สีติดกับเส้นด้ายดีขึ้น และเปลี่ยนเฉดสีธรรมชาติให้เปลี่ยนแปลงไปจากสีเดิม ในสมัยโบราณจะใช้การเติมมูลหรือปัสสาวะสัตว์ลงไปในถังย้อม ปัจจุบันมีการใช้สารที่ได้จากทั้งสารเคมีและสารธรรมชาติดังนี้

(1.1) สารช่วยย้อมเคมีหรือมอร์แดนต์ (mordant) หมายถึง วัตถุธาตุที่ใช้ผสมสีเพื่อให้สีติดแน่นกับผ้าที่ย้อม ส่วนใหญ่เป็นเกลือของโลหะพวกอลูมิเนียม เหล็ก ทองแดง ดีบุก โครเมียม ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมทางเคมีระหว่างโมเลกุลสี และเส้นใย ทั้งนี้มอร์แดนต์จะมีผลต่อสีที่ได้จากการย้อม เพื่อให้สีติดแน่นทนทานยิ่งขึ้น (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544) สารมอร์แดนต์ ที่นิยมใช้มีดังนี้

- สารส้ม (อลูมิเนียมซัลเฟต) จะช่วยจับยึดสีกับเส้นด้ายและ ช่วยให้สีสด สว่างขึ้น มักใช้กับการย้อมสี น้ำตาล-เหลือง-เขียว
- จุนสี (ทองแดงหรือคอปเปอร์ซัลเฟต) ช่วยให้สีติดและเข้มขึ้น ใช้กับการย้อม สีเขียว-น้ำตาล ข้อแนะนำสำหรับการใช้มอร์แดนต์ทองแดง คือ ไม่ควรใช้ในปริมาณที่มากเกินไปเพราะจะทำให้เกิดการตกค้าง ของทองแดงในน้ำทิ้งหลังการย้อมได้
- เฟอรัสซัลเฟต (มอร์แดนต์เหล็ก) เหล็กจะช่วยให้สีติดเส้นด้ายและช่วยเปลี่ยนเฉดสีธรรมชาติเดิมจากพืชเป็นสีโทน เทา–ดำ ซึ่งมอร์แดนต์เหล็กมีข้อดี คือ สามารถควบคุมปริมาณการใช้ได้ แต่มีข้อควรระวังคือไม่ควรใช้ในปริมาณที่มากเกินไปเพราะเหล็กจะทำให้เส้นด้ายเปื่อย

(1.2) สารช่วยย้อมธรรมชาติ (มอร์แดนต์ธรรมชาติ) หมายถึง สารประกอบน้ำหมักธรรมชาติ ที่ช่วยในการยึดสีและบางครั้งทำให้เฉดสีเปลี่ยน เช่น น้ำปูนใส น้ำด่าง น้ำโคลน และน้ำบาดาล

- น้ำปูนใส ได้จากปูนขาวที่ใช้กินกับหมาก หรือทำจากปูนจากการเผาเปลือกหอย โดยละลายปูนขาวในน้ำสะอาด ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน จะได้น้ำปูนใสมาใช้เป็นสารช่วยย้อมต่อไป
- น้ำด่าง หรือน้ำขี้เถ้า ได้จากขี้เถ้าพืช เช่น ส่วนต่างๆ ของกล้วย ต้นผักขม เปลือกของผลนุ่น กากมะพร้าว เป็นต้น เลือกพืชชนิดใดชนิดหนึ่งที่ยังสดๆ นำมาผึ่งแดดให้หมาด จากนั้นเผาให้เป็นขี้เถ้าสีขาว นำขี้เถ้าไปใส่ในอ่างที่มีน้ำอยู่ กวนให้ทั่วทิ้งไว้ 4 – 5 ชั่วโมงขี้เถ้าจะตกตะกอน นำน้ำที่ได้ไปกรองให้สะอาดแล้วจึงนำไปใช้งาน เรียกว่า “น้ำด่างหรือน้ำขี้เถ้า” อีกวิธีหนึ่งนำขี้เถ้าที่ได้ไปใส่ในกระป๋องที่เจาะรูเล็กๆ รองก้นด้วยปุยฝ้าย หรือใยมะพร้าวใส่ขี้เถ้าจนเกือบเต็ม กดให้แน่นเติมน้ำให้ท่วมขี้เถ้า แขวนกระป๋องทิ้งไว้ รองเอาแต่น้ำด่างไปใช้งาน
- กรด ได้จากพืชที่มีรสเปรี้ยว เช่น น้ำมะนาว น้ำใบหรือฝักส้มป่อย น้ำมะขามเปียก

- น้ำบาดาล หรือ น้ำสนิมเหล็ก จะใช้น้ำบ่อบาดาลที่เป็นสนิม หรือนำเหล็กไปเผาไฟให้แดง แล้วนำไปแช่ในน้ำ ทิ้งไว้ 3 วันจึงนำน้ำสนิมมาใช้ได้ น้ำสนิมจะช่วยให้สีเข้มขึ้น ให้เฉดสีเทา-ดำเหมือนมอร์แดนต์เหล็ก แต่ถ้าสนิมมากเกินไปจะทำให้เส้นใยเปื่อยได้เช่นกัน
- น้ำโคลน เตรียมจากโคลนใต้สระ หรือบ่อที่มีน้ำขังตลอดปี ใช้ดินโคลนมาละลายในน้ำเปล่า สัดส่วนน้ำ 1 ส่วนต่อดินโคลน 1 ส่วนจะช่วยให้ได้โทนสีเข้มขึ้น หรือโทนสีเทา-ดำ เช่นเดียวกับน้ำสนิม

โดยสารดังกล่าวจะใช้ย้อมเส้นด้ายก่อนการย้อมสี หรือใช้ผสมในน้ำสีย้อม

- สารฝาด หรือ แทนนิน สารแทนนินจะมีอยู่ในส่วนต่างๆ ของพืชที่มีรสฝาดและขม เช่น ลูกหมาก เปลือกเพกา เปลือกสีเสียด เปลือกผลทับทิม เปลือกประดู่ ใบยูคา ใบเหมือดแอ เป็นต้น ซึ่งสารดังกล่าวมีคุณสมบัติช่วยให้สีติดกับเส้นด้ายได้ดีขึ้น โดยการต้มสกัด น้ำฝาด หรือแทนนินจากพืชดังกล่าว แล้วนำเส้นด้ายต้มย้อมกับน้ำฝาดก่อน จากนั้นจึงนำเส้นด้ายไปย้อมกับน้ำสีย้อมอีกครั้ง
- โปรตีนจากน้ำถั่วเหลือง ใช้ต้มกับเส้นด้ายก่อนการย้อมสีเพื่อช่วยในการเพิ่มโปรตีนบนเส้นด้ายทำให้สามารถย้อมสีติดได้ดีมากขึ้น ชาวญี่ปุ่นจะชุบฝ้ายไหมด้วยน้ำถั่วเหลืองก่อนเสมอ โดยแช่ไว้ 1 คืน ยิ่งทำให้สีติดมาก ในญี่ปุ่นการสีธรรมชาติทั้งหมดแช่เส้นใยด้วยน้ำถั่วเหลืองเสมอ
- เกลือแกง จะใช้ผสมกับน้ำสีย้อมเพื่อช่วยให้สีติดเส้นด้ายได้ง่ายขึ้น

2.3.6 ข้อดีและข้อจำกัดของสีย้อมธรรมชาติ (ศูนย์วิชาการและเทคโนโลยีสิ่งทอพื้นบ้าน, 2554)

(1) ข้อดีของสีธรรมชาติ

- ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภค
- น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม
- วัตถุดิบหาได้ง่ายในชุมชนไม่ต้องใช้สีเคมีที่นำเข้าจากต่างประเทศ
- การย้อมสีธรรมชาติสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นความรู้ที่เพิ่มพูนขึ้นตามประสบการณ์ สามารถ ถ่ายทอดให้แก่คนรุ่นหลัง เป็นภูมิปัญญาของท้องถิ่น
- สีธรรมชาติมีความหลากหลาย ตามชนิด อายุและส่วนของพืชที่ใช้ ตลอดจนชนิดของสารกระตุ้นหรือ ขั้นตอนการย้อม
- การย้อมสีธรรมชาติทำให้เห็นคุณค่าและรู้จักใช้ ประโยชน์ของทรัพยากรธรรมชาติ
- ความสัมพันธ์ระหว่างคนย้อมสีกับต้นไม้ ย่อมก่อให้ เกิดความรัก ความหวงแหน และเรียนรู้ที่จะอนุรักษ์ และปลูกทดแทนเพื่อการผลิตที่ยั่งยืน

(2) ข้อจำกัดของสีธรรมชาติ

- ปริมาณสารสีในวัตถุดิบย้อมสีมีน้อย ทำให้ย้อมได้สีไม่เข้ม หรือต้องใช้วัตถุดิบปริมาณมาก
- ปัญหาด้านการผลิต กล่าวคือไม่สามารถผลิตได้ในประมาณมาก และไม่สามารถผลิตสีตามที่ตลาดต้องการ
- สีซีดจางและมีความคงทนต่อแสงต่ำ
- คุณภาพการย้อมสีธรรมชาติขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ซึ่งควบคุมได้ยาก การย้อมสีให้เหมือนเดิมจึงทำได้ยาก
- ในการย้อมสีธรรมชาติถ้าไม่มีวิธีการ และจิตสำนึกในการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนย่อมจะกลายเป็นการทำลายสิ่งแวดล้อมได้

2.4 ระบบการวัดสี

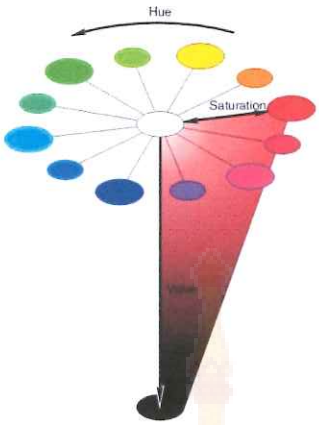
ผ้าที่ผ่านกระบวนการย้อมสี จะนำมาวัดค่าสี เพื่อบ่งบอกความแตกต่างของสีระหว่างชิ้นตัวอย่างกับชิ้นมาตรฐาน ว่าแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด อยู่ในมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ ทำให้สามารถควบคุมมาตรฐานผลิตภัณฑ์ได้ แต่เนื่องจาก การระบุลักษณะสีของวัตถุชิ้นเดียวกันที่มนุษย์มองเห็นนั้น มีความหลากหลายขึ้นกับประสบการณ์ เพศ อายุ อารมณ์ และสิ่งแวดล้อมในการมอง เป็นต้น ทำให้ไม่สามารถสื่อความหมายของสีให้เข้าใจตรงกันได้ และเกิดความผิดพลาดได้ เพื่อลดปัญหาดังกล่าว จึงมีการพัฒนาการจัดลำดับสี หรือการวัดสีให้สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ตรงกันในระดับสากล เพื่อให้มีการสื่อกสารและเข้าใจความหมายของสีได้ตรงกัน จึงมีการกำหนดค่าสีเป็นปริมาณที่วัดได้ เพื่อนำไปประเมินเป็นตัวเลข โดยระบบการวัดสีที่นิยมใช้มี 2 ระบบ คือ ระบบสีมันเซลล์ (Munsell) และ ระบบ CIE L*a*b* (CIE lab scale)

(1) ระบบสีมันเซลล์ (Munsell)

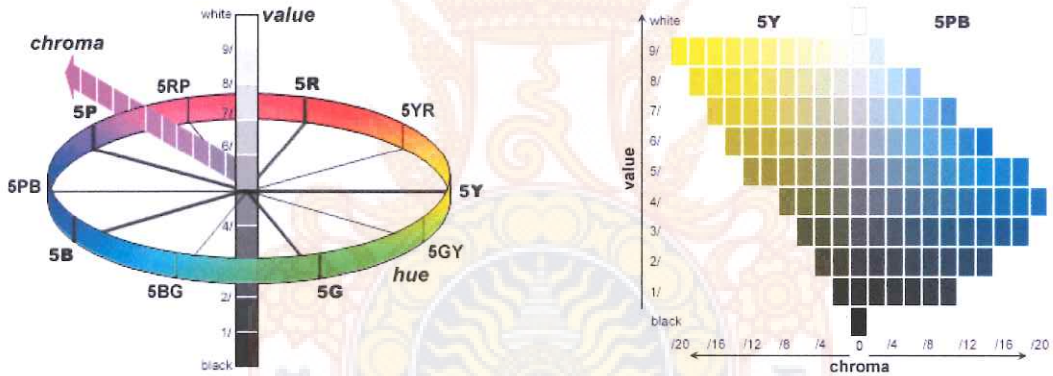
ระบบมันเซลล์ พัฒนาขึ้นโดย Albert H. Munsell อาศัยสมบัติการมองเห็นสีสามประการคือ เฉดสี (hue) ความสว่างของสี (value) และความบริสุทธิ์ของสี (chroma) (รูปที่ 2.4.1 – 2.4.2)

- เฉดสี (hue, h*) เป็นชื่อเรียกชนิดของสี ที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความยาวคลื่น หมายถึงความรู้สึกที่ต่างกันของการเห็นสี เช่น สีแดง สีเหลือง สีน้ำเงิน เป็นต้น
- ค่าความสว่างของสี (value, L*) เป็นค่าที่ใช้บอกความมืด หรือความสว่างของสี กำหนดให้สีดำมีความสว่างระดับ 0 และสีขาวมีความสว่างระดับ 10 ส่วน 1 - 9 เป็นระดับความสว่างสีเทา
- ความเข้มของสี (chroma, C*) เป็นค่าที่บอกความอิ่มตัว(saturation) หรือความบริสุทธิ์ของสี (purity)

มันเซลล์จัดเรียงลักษณะสีบนแกน 3 มิติ โดยแกน x เรียงตามความสว่าง (value) แกน y เรียงตามความเข้ม (chroma) และแกน z เรียงตามเฉดสี (hue)



รูปที่ 2.4.1 ลักษณะเฉดสี (hue) ความสว่างของสี (value) และความเข้มของสี (chroma)
ที่มา: www.ncsu.edu/scivis/index.html



รูปที่ 2.4.2 โครงสร้างสีของมันเซลล์
ที่มา: http//personales.upv.es

จากภาพโครงสร้างสีของมันเซลล์

- แผ่นกระดาษสีจะถูกจัดเรียงตามลักษณะเฉดสีต่าง ๆ ของแถบสเปคตรัม ไปตามเส้นรอบวง 10 สี คือ สีแดง (red, R) สีแดงออกเหลือง (yellow - red, YR) สีเหลือง (yellow, Y) สีเหลืองออกเขียว (green - yellow, GY) สีเขียว (green, G) สีเขียวออกน้ำเงิน (blue - green, BG) สีน้ำเงิน (blue, B) สีน้ำเงินออกม่วง (purple - blue, PB) สีม่วง (purple, P) และสีม่วงออกแดง (red - purple, RP)
- แผ่นกระดาษสีกลุ่มที่มีเฉดสีเดียวกัน จะถูกจัดเรียงในแนวดิ่ง ตามค่าความสว่างของสี (value) ที่แตกต่างกันจากสีที่มีความสว่างต่ำสุดจนถึงสูงสุด

- แผ่นกระดาษสีที่มีเฉดสี และค่าความสว่าง เดียวกันจะถูกจัดเรียงในแนวนอนตามลักษณะของสีที่มีความเข้มหรือความบริสุทธิ์ของสีที่แตกต่างกัน จากสีที่มีความสดน้อยที่สุดจนถึงมากที่สุด

ระบบสีของมันเซลล์ ระบุสีของวัตถุโดยใช้ตัวเลข และตัวอักษรในลักษณะ เฉดสี - ความสว่างของสี/ความบริสุทธิ์ของสี(hue - value/chroma) โดยสีที่มีเฉดเดียวกันมีค่าตั้งแต่ 1 – 10 และต่อท้ายด้วยตัวอักษรย่อของสีคือ R, YR, Y, GY, G, BG, B, PB, P ซึ่งเรียงลำดับไว้ดังแสดงในรูปที่ 2.4.2 สำหรับความสว่างของสีจะมีค่าตั้งแต่ 0 – 10 โดยสีที่มีความสว่างน้อย มีค่าต่ำ และจะต่ำลงไปจนถึงตำแหน่ง/0 ถ้าวัตถุนั้นมีสีดำ ส่วนสีที่มีความสว่างมาก หรือสีอ่อน มีค่าสูง และจะสูงไปจนถึงตำแหน่ง/10 ถ้าวัตถุนั้นมีสีขาว สำหรับความเข้มของสีจะมีค่าตั้งแต่ 0 – 12 หรือ 14 ขึ้นกับว่าแต่ละสีจะสดที่สุดได้เท่าไร

ดังนั้นถ้าสีในระบบมันเซลล์ ระบุว่า 5Y 8/10 หมายความว่า มีเฉดสี 5Y เป็นสีเหลือง มีค่าความสว่าง 8 เป็น สีเหลืองอ่อน มีค่าความบริสุทธิ์ของสี 10 แสดงถึงสีมีความสดค่อนข้างมาก

(2) ระบบ CIE L*a*b* (CIE lab scale) (Jr., F.W. Billmeyer and M. Saltzman.,1981)

ระบบ CIE พัฒนาขึ้นเมื่อปี คศ. 1931 เมื่อ Commission International de l'Eclairage(CIE) เห็นความจำเป็นของการพัฒนาระบบการวัดสี ที่ไม่ต้องอาศัยประสบการณ์หรือความคิดของมนุษย์ในการระบุสี โดยวัดสีออกมาเป็นตัวเลข ซึ่งมีข้อดีดังนี้

- เป็นระบบที่ไม่ขึ้นกับความเห็นของบุคคล ทำให้ลดปัญหาความขัดแย้งลงได้
- เป็นระบบที่วัดสีออกมาเป็นตัวเลข ดังนั้นถึงแม้ชิ้นงานจะซีดตามกาลเวลา แต่จากตัวเลขที่มีอยู่ ทำให้ทราบได้ว่าสีเดิมเป็นอย่างไร
- เป็นระบบที่สามารถนำไปคำนวณ และทำนายสูตรสีผสมได้

หลักการทำงานของเครื่องมือวัดสีตามมาตรฐานของระบบ CIE ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

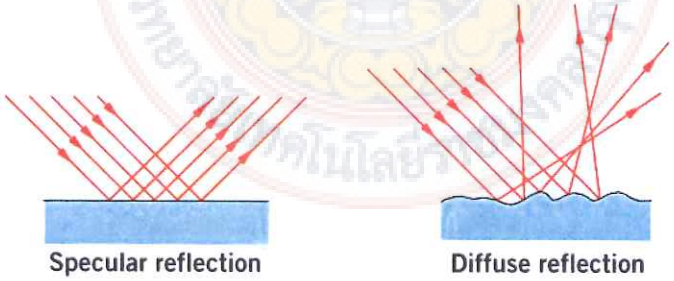
(2.1) แหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน(Illuminants)

แหล่งกำเนิดแสงที่ใช้วัดสี สามารถวัดการกระจายพลังงานที่แต่ละความยาวคลื่น (spectral power distribution, SPD) โดยใช้เครื่องวัดค่าการสะท้อนแสง เนื่องจากแหล่งกำเนิดแสง มีผลอย่างมากในการบรรยายสีของวัตถุ แหล่งกำเนิดแสงถ้ามีแสงแตกต่างจากสีขาว เมื่อตกกระทบกับวัตถุจะทำให้แสงที่สะท้อนกลับมาเกิดสีที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการตรวจสอบสีของตัวอย่างในอุตสาหกรรม จึงต้องใช้แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ที่มีคุณภาพของแสงคงที่ และเชื่อถือได้ และเพื่อให้การวัดสีมีมาตรฐาน CIE ได้กำหนดแหล่งกำเนิดแสงที่เป็นมาตรฐานดังนี้

- Illuminant A มีการกระจายพลังงานแต่ละความยาวคลื่นใกล้เคียงกับหลอดทังสเตน หรือแหล่งกำเนิดแสงอื่นที่มีอุณหภูมิของสี(color temperature) ประมาณ 2848 K
- Illuminant B มีการกระจายพลังงานแต่ละความยาวคลื่นใกล้เคียงกับหลอดทังสเตน หรือแหล่งกำเนิดแสง อื่นที่นำมาผ่านแผ่นกรองแสง มีอุณหภูมิของสี ประมาณ 4900 K ใช้แทนแสงแดดตอนเที่ยง
- Illuminant C มีการกระจายพลังงานแต่ละความยาวคลื่นใกล้เคียงกับหลอดทังสเตน หรือแหล่งกำเนิดแสง อื่นที่นำมาผ่านแผ่นกรองแสง มีอุณหภูมิของสี ประมาณ 6700 K ใช้แทนแสงแดดตอนกลางวัน
- Illuminant D มีการกระจายพลังงานแต่ละความยาวคลื่นใกล้เคียงกับแสงแดดตอนกลางวัน แต่จะแบ่งละเอียดตามอุณหภูมิของสี จากสีเหลืองจนถึงสีน้ำเงิน เช่น D55, D60, D65 และ D75 โดย Illuminant 65 เป็นที่นิยมใช้มากที่สุด

(2.2) วัตถุ (specimen)

วัตถุทึบแสง(opaque) ให้การสะท้อนแสง เพื่อเกิดสีแตกต่างจากวัตถุโปร่งแสง(translucent) และโปร่งใส(transparent) เมื่อวัตถุทึบแสง(opaque) ได้รับแสงกระทบจากภายนอก การสะท้อนแสงมี 2 ส่วน คือการสะท้อนแสงเสมือนจริง(specular reflection) และการสะท้อนแสงกระจาย(diffuse reflection) (รูปที่ 2.4.3) การสะท้อนแสงเสมือนจริง คือการสะท้อนแสงกลับจากวัตถุที่เหมือน และมีขนาดใกล้เคียงกับแสงตกกระทบแต่ทิศทางตรงข้าม การสะท้อนแสงเสมือนจริงแสดงออกมามากที่สุดเพียงร้อยละ 4 ของการสะท้อนแสงทั้งหมด (total reflection) ซึ่งเกิดในกรณีที่วัตถุมีผิวมันเงาร้อยละ 100 ดังนั้นการสะท้อนแสงเสมือนจริงในวัตถุที่ผิวมันเงาจะมากกว่าวัตถุผิวด้าน และผิวขรุขระตามลำดับ ส่วนการสะท้อนกระจายเป็นการสะท้อนแสงที่บริเวณผิวจากวัตถุไปทุกทิศทาง และมีขนาดเล็กกว่าแสงที่ตกกระทบมาก ซึ่งการสะท้อนแสงกระจายนี้ เป็นส่วนของการสะท้อนที่ใช้ในการวัดเฉดสี



รูปที่ 2.4.3 ลักษณะการสะท้อนแสงของวัตถุทึบแสง

แสงที่สะท้อนจากวัตถุสามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขได้ โดยใช้เครื่องมือวัดการสะท้อนแสงที่เรียกว่า สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ซึ่งจะวัดปริมาณการสะท้อนแสงของวัตถุเปรียบเทียบกับมาตรฐานอ้างอิง (reference) ได้เป็นกราฟของการสะท้อนแสง (reflectance curve) วัตถุที่มีสีต่างกันจะมีช่วงความยาวคลื่นที่สะท้อนแสงต่างกัน เช่น

วัตถุสีขาว แสงสะท้อนที่ทุกความยาวคลื่น 400 - 700 นาโนเมตร

วัตถุสีน้ำเงิน แสงสะท้อนมากที่ความยาวคลื่น 430 - 460 นาโนเมตร

วัตถุสีเขียว แสงสะท้อนมากที่ความยาวคลื่น 500 – 530 นาโนเมตร

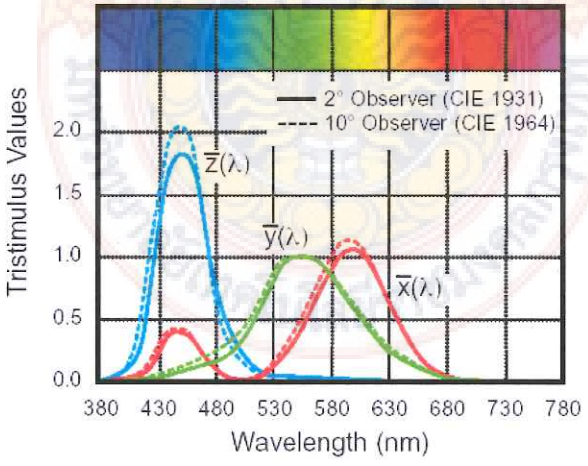
วัตถุสีเหลือง แสงสะท้อนมากที่ความยาวคลื่นของแสงสีเขียว เหลือง และแดง และจะมีการดูดกลืนแสงมากที่ความยาวคลื่นของแสงสีน้ำเงิน

วัตถุสีแดง แสงสะท้อนมากที่ความยาวคลื่น 620 – 700 นาโนเมตร

วัตถุสีดำ แสงสะท้อนต่ำมากที่ทุกความยาวคลื่น หรือมีการดูดกลืนแสงตลอดความยาวคลื่น

(2.3) ผู้สังเกตการณ์มาตรฐาน(observer)

การวัดสีต้องสามารถวัดค่าให้ได้สอดคล้องกับการสังเกตด้วยสายตาของมนุษย์ จากการทดลองของ Wright และ Guild สามารถหาค่าปริมาณการตอบสนองของดวงตามนุษย์ที่ไวต่อแสงสีแดง เขียว น้ำเงิน ได้ค่าสรุปเป็นตัวเลขตามมาตรฐาน 2° CIE Standard Observer 1964 และได้แก้ไขปรับปรุงให้มีค่าสอดคล้องกับการตอบสนองของดวงตาในช่วงแสงสีเขียว และสีน้ำเงินมากขึ้นเป็นมาตรฐาน 10° CIE Standard Observer 1964 ดังรูปที่ 2.4.4



รูปที่ 2.4.4 CIE 2° และ 10° standard observers

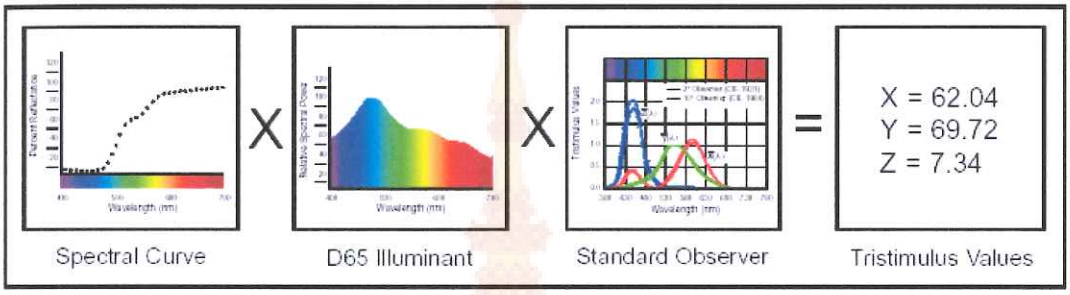
ที่มา: www.ncsu.edu/scivis/index.html

จากรูปที่ 2.4.4 $\bar{X}$ แสดงค่าเฉลี่ยการตอบสนองของตามนุษย์ที่ไวต่อแสงสีแดง

$\bar{Y}$ แสดงค่าเฉลี่ยการตอบสนองของตามนุษย์ที่ไวต่อแสงสีเขียว

$\bar{Z}$ แสดงค่าเฉลี่ยการตอบสนองของตามนุษย์ที่ไวต่อแสงสีน้ำเงิน

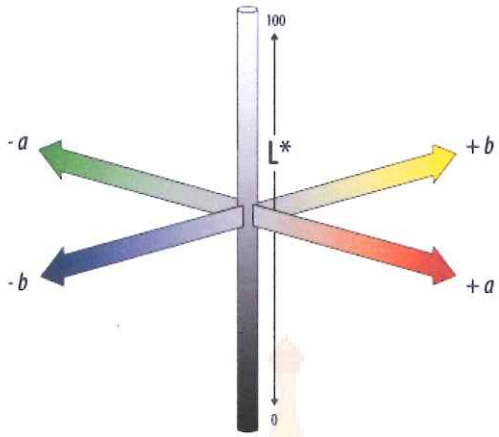
โดยผลลัพธ์ตัวเลขที่ได้เกิดจากการนำองค์ประกอบทั้งสามชนิด ได้แก่ การสะท้อนแสงของวัสดุ แหล่งกำเนิดแสง และค่าจากผู้สังเกตการณ์มาตรฐาน มาคูณกันได้เป็นค่าไตรสทิมูลัส ดังแสดงในรูปที่ 2.4.5



รูปที่ 2.4.5 ค่าไตรสทิมูลัส(tristimulus values)
ที่มา: www.ncsu.edu/scivis/index.html

ค่าไตรสทิมูลัส(tristimulus values) กำหนดสเกลวัดสีเป็น X-Y-Z ซึ่งใช้บรรยายสีแดง เขียว และน้ำเงิน ที่เมื่อนำมาผสมกันแบบรวม(additive mixture) จะให้สีที่เหมือนกับสีของวัสดุภายใต้ภาวะที่กำหนด แต่เนื่องจาก ระบบดังกล่าวไม่สามารถบรรยายลักษณะความมืดสว่างของสีได้ CIE จึงได้พัฒนาระบบสีต่อมาจนเป็นที่ยอมรับ และใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือ ระบบ CIE 1976 L*a*b (CIELAB) ซึ่งเป็นการกำหนดค่าโคออดิเนตของสีใน 3 มิติ

- แกน L* ใช้กำหนดค่าความสว่างของสี(lightness) จากค่า +L* แสดงถึงแสงสีขาว จนไปถึง -L* แสดงถึงสีดำ
- แกน a* บรรยายแกนสีจากเขียว (-a*) ไปจนถึงแดง (a*)
- แกน b* บรรยายแกนสีจากน้ำเงิน (-b*) ไปจนถึงเหลือง (b*)



รูปที่ 2.4.6 การบรรยายสีในระบบ CIE lab ในรูป 3 มิติ
ที่มา: www.ncsu.edu/scivis/index.html

จะเห็นว่าการวัดสีด้วยค่า L*, a*, b* ทำให้สามารถจินตนาการได้ว่าวัตถุนั้นมีสีอะไร และสามารถวัดความแตกต่างของสีได้สม่ำเสมอและมีขนาดเท่ากัน CIE จึงเสนอสมการดังต่อไปนี้

$$L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16 \quad (2.1)$$

$$a^* = 500\left[(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}\right] \quad (2.2)$$

$$b^* = 200\left[(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}\right] \quad (2.3)$$

โดยที่ Xn ,Yn, Zn คือ ค่าค่าไตรสทิมูลัส ของการสะท้อนแสงสีขาว(reference white) ภายใต้แหล่งกำเนิดแสงชนิดหนึ่ง(illuminant)

นอกจากการกำหนดโคออดิเนตแบบ L* a* b* แล้ว CIE ยังได้นำเสนอแนวความคิดในการมองเห็นสีเป็นเฉดสี (hue, h) และความเข้มของสี (chroma, C) ดังนี้

h* เป็นตัวเลขที่ระบุตำแหน่งของสีมีหน่วยเป็นองศา เรียงตามลำดับสี แดง แสด เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม ม่วง

$$h = \tan^{-1}(b/a) \quad (2.4)$$

C เป็นตัวเลขบ่งบอกความสดใสของเนื้อสีถ้ามีค่าน้อยสีจะทึบ และถ้ามีค่ามากเนื้อสีจะสดใส

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (2.5)$$

(3) การวัดปริมาณตามทฤษฎีคูเบลคา - มองค์(The Schuster Kubelka and Munk Theory) (Etters and Herwitz, 1986)

ทฤษฎีของชูสเตอร์ คูเบลคา และมองค์(The Schuster Kubelka and Munk Theory) หาความสัมพันธ์ของการสะท้อนแสงของวัตถุ กับปริมาณสีในผ้าได้ซึ่งแสดงใน ดังสมการต่อไปนี้

$$K/S = (1-R)^2/2R \qquad (2.6)$$

K= ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับแสง(absorption coefficient)

S= ค่าสัมประสิทธิ์การกระเจิงของแสง(scattering coefficient)

R= ค่าการสะท้อนแสงของสีบนผ้า ความยาวคลื่น 400 – 700 นาโนเมตร

จากค่า K/S โดย K และ S เป็นฟังก์ชันของการดูดซับแสง และการสะท้อนแสงบนวัตถุตามลำดับ เนื่องจากค่า K/S มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับความเข้มของสี จึงกล่าวได้ว่าเมื่อความเข้มข้นของสีมาก ส่งผลให้ K/S มีค่ามาก

2.5 กาแฟ

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กาแฟมีกำเนิดในบริเวณประเทศเอธิโอเปีย ทวีปอัฟริกา แต่ชาวอาหรับเป็นชนชาติแรกที่ชงกาแฟดื่ม ทำให้ชื่อภาษาลาตินของกาแฟใช้คำว่าอะราบิก้า (arabica) ซึ่งหมายถึงชาวอาหรับ

ส่วนของกาแฟที่นำมาใช้ผลิตเครื่องดื่ม คือเมล็ดจากต้นกาแฟซึ่งเป็นไม้พุ่มเขตร้อน โดยเก็บผลสุกแล้วเอาเนื้อออก เมล็ดกาแฟต้องผ่านการคั่วจึงจะเกิดกลิ่นหอม จากนั้นอาจจำหน่ายเมล็ดเพื่อใช้ชงทั้งเมล็ดในน้ำร้อนด้วยเครื่องชงกาแฟ หรือนำไปบดและผ่านกระบวนการสกัดด้วยความร้อนหลายขั้นตอนก่อนจะทำแห้งเป็นกาแฟผงสำเร็จรูป

ชื่อไทย กาแฟ

ชื่อสามัญ Coffee

ชื่อพฤกษศาสตร์ Coffea arabica L.

ชื่อวงศ์ RUBIACEAE

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น ไม้พุ่มขนาดเล็ก

ใบ เดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปไข่ กว้างประมาณ 6 เซนติเมตร ยาว 12-15 เซนติเมตร ปลายแหลม โคนแหลมเล็กน้อย ขอบใบเรียบ แผ่นใบเรียบเป็นมัน บางครั้งเป็นคลื่น

ดอก ออกเป็นกระจุกตามง่ามใบ มี 2-9 ดอก หรือมากกว่า สีขาว ก้านดอกสั้นมาก มีใบประดับเล็กๆ รูปไข่ โคนกลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นหลอดสั้น ๆ ปลายแยกเป็น 5 กลีบ ก้านเกสรเพศเมียพ้นหลอดดอกเล็กน้อย

ฝัก/ผล กลมรี ยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร สุกสีแดงหรือเหลือง ผนังผลหนา

เมล็ด แคบยาว มักมี 2 เมล็ด

ส่วนที่มีกลิ่นหอม ดอก

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 ผ้าทดลอง

ผ้าทอและผ้าถัก เป็นผ้าฝ้าย สีขาวที่ผ่านการขจัดกาว และการฟอกขาวแล้ว ใช้ผ้าในการทดลองหนัก 3 กรัม

3.1.2 สารมอร์แดนต์

สารมอร์แดนต์ที่ใช้ได้แก่ ได้แก่กรดแอซิติก (CH_3COOH) ปูนขาว ($Ca(OH)_2$) คอปเพอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) อะลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$) และเฟอร์รัสซัลเฟต ($Fe_2(SO_4)_3$)

3.1.3 อุปกรณ์การสกัดสีและอุปกรณ์การย้อม

(1) เครื่อง

(2) เครื่องชั่งละเอียด

(3) บีกเกอร์ กระบอกตวง แท่งแก้วคน

(4) ผ้าขาวบาง

3.1.4 อุปกรณ์ประเมินความคงทนของสี

(1) เครื่องวัดสี

(2) เครื่องทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก

(3) เกรย์สเกลใช้ในการประเมินการเปลี่ยนแปลงของสี

(4) เกรย์สเกลใช้ในการประเมินการเปื้อนการติดสี

(5) ตู้เทียบสีใช้แหล่งกำเนิดแสงกลางวัน

(6) ผงซักฟอกมาตรฐาน (standard reference detergent) สำหรับการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก

(7) ผ้ามาตรฐานสำหรับทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก (multifiber)

(8) ผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน (blue wool) สำหรับทดสอบความคงทนของสีต่อแสง

3.1.5 อุปกรณ์การมัดย้อม

(1) กะละมัง, ไม้พาย

(2) เชือกฟาง

(3) เตาแก๊ส

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทดลอง/เก็บข้อมูล

3.2.1 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารสีธรรมชาติจากกากกาแฟ

(1) การสกัดสารสีธรรมชาติจากกากกาแฟ

- ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างตัวทำละลาย 2 ชนิด คือน้ำ และเอทานอล
- ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัด
- ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัด

(2) วิเคราะห์ปริมาณสารที่สกัดได้ด้วยเครื่องยูวี/วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

3.2.2 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการย้อมผ้าฝ้ายจากน้ำสีที่สกัดได้จากกาแฟ

(1) ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของผ้าฝ้าย:น้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟ ใช้อะลูมิเนียมซัลเฟตเป็นสารมอร์แดนต์

(2) ศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการย้อมที่เหมาะสม

(2) ศึกษาผลของสารมอร์แดนต์

- ชนิดของสารมอร์แดนต์ (น้ำปูนใส กรดแอซิติก อลูมิเนียมซัลเฟต คอปเพอร์ซัลเฟต เฟอร์รัสซัลเฟต)
- ปริมาณของสารมอร์แดนต์ (0.5% 1.0% 1.5% และ 2% โดยน้ำหนักผ้า)
- ขั้นตอนการใส่สารมอร์แดนต์ (ใส่ก่อนย้อม ใส่หลังย้อม ใส่พร้อมกับการย้อม โดยมีตัวควบคุมคือการย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสี)

3.2.3 ศึกษาประสิทธิภาพของการย้อมผ้าฝ้าย จากน้ำสีที่ที่สกัดได้จากกาแฟ

(1) วัดการดูดซับสีย้อมโดยผ้าฝ้าย โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงของน้ำก่อน และหลังการย้อมด้วย เครื่องยูวี/วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

(2) วัดความเข้มของสีบนผ้าฝ้ายหลังการย้อมด้วยเครื่องวัดค่าการสะท้อนแสง ของ Data color รุ่น Spectral check plus โดยใช้ระบบ CIE L*a*b* (CIELab) ในการระบุสี

(3) ทดสอบความคงทนของผ้าย้อมต่อแสงด้วยวิธีมาตรฐาน ISO 105-B-02

(4) ทดสอบความคงทนของผ้าย้อมต่อการซักวิธีมาตรฐาน ISO 105-C01

3.2.4 การหาค่าความยาวคลื่นที่เหมาะสมสำหรับวัดการดูดกลืนแสงของน้ำย้อม

(1) เปิดเครื่องยูวี/วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที

(2) เตรียมน้ำย้อมที่สกัดได้ โดยเจือจางด้วยน้ำกลั่น 20 เท่า

(3) ตั้งค่าความยาวคลื่นของการดูดกลืนแสง 400-750 นาโนเมตร ปรับให้ค่าการดูดกลืนแสงเป็นศูนย์ด้วยน้ำกลั่น

(4) นำน้ำย้อมไปวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อหาค่าความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนแสงสูงที่สุด

3.2.5 ทดสอบความคงทนของผ้าย้อมต่อแสงด้วยวิธีมาตรฐาน ISO 105-B-02

(1) เตรียมผ้าขนสัตว์มาตรฐาน (blue wool) และผ้าย้อมด้วยสีที่สกัดจากกากกาแฟสด

(2) ตัดกระดาษแข็งขนาด 4.5 x 10 เซนติเมตร

(3) ติดผ้าขนสัตว์มาตรฐาน (blue wool) No. 1-8 และผ้าย้อมด้วยสีที่สกัดจากกากกาแฟสด ตามความกว้างของกระดาษแข็ง

(4) นำไปทดสอบความคงทนของสีต่อแสง โดยใช้เครื่อง Light fastness ตามวิธีมาตรฐาน จนผ้าขนสัตว์มาตรฐานเบอร์ 4 เปลี่ยนสีเท่ากับเกรย์สเกลระดับ 3

(5) อ่านค่าความคงทนของสีต่อแสงของผ้าขนสัตว์มาตรฐาน และผ้าย้อมด้วยสีที่สกัดจากกากกาแฟสด โดยใช้เกรย์สเกลสำหรับการทดสอบการเปลี่ยนสี

(6) นำค่าเกรย์สเกลของผ้าย้อมด้วยสีที่สกัดจากกากกาแฟสด ไปเปลี่นยเป็นค่าความคงทนของสีต่อแสงเทียบเท่ากับความคงทนของสีผ้าขนสัตว์มาตรฐาน

3.2.6 ทดสอบความคงทนของผ้าย้อมต่อการซักวิธีมาตรฐาน ISO 105-C01

ชิ้นทดสอบที่ประกบติดอยู่กับผ้าขาว 2 ชนิด (two single fiber adjacent fabrics) หรือประกบติดอยู่กับผ้าหลายเส้นใย (multifiber adjacent fabric) ถูกนำมาทดสอบความคงทนของสีต่อการซักในสารละลายน้ำสบู่มาตรฐาน ภายในอุณหภูมิ และเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นนำมาล้างน้ำ และทำให้แห้ง เพื่อประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของสี (colour change) บนชิ้นงานทดสอบ

การประเมินชิ้นงานทดสอบหลังจากที่ชิ้นงานทดสอบแห้งแล้ว

- ประเมินผลค่าการเปลี่ยนสีของ (colour change) บนชิ้นงานทดสอบ โดยใช้เกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของสี
- ประเมินค่าการติดเปื้อนสี (colour Staining) บนผ้า multifiber หรือผ้าขาวสองเส้นใยโดยใช้เกรย์สเกลสำหรับประเมินค่าการติดเปื้อนสี

3.2.7 ศึกษาความพึงพอใจในการนำผ้าฝ้ายย้อมด้วยสีธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรมาสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ

(1) จัดนิทรรศการแสดงผลงานสิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ประเมินผลความพึงพอใจในการนำผ้าฝ้ายย้อมด้วยสีธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรมาสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอโดยจัดนิทรรศการแสดงผลงานและใช้แบบสอบถาม (รายละเอียดแบบสอบถามในภาคผนวก ข) ซึ่งประกอบด้วย 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย

- ข้อมูลเกี่ยวกับ เพศ อายุ ตำแหน่งงาน รายได้ต่อเดือน
- ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากการย้อมสีธรรมชาติ

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่องานสิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ในด้านความสวยงาม ด้านการใช้สอย ด้านสิ่งแวดล้อม

(2) การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม นำมาประมวลค่าสถิติ ดังนี้

- ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ ตำแหน่งงาน รายได้ต่อเดือน นำมาหาค่าร้อยละ
- แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากการย้อมสีธรรมชาติ นำมาหาค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

- แบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่องานสิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร นำมาหาค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

เกณฑ์การประเมิน

4.51 – 5.00	หมายถึง มีความพอใจในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50	หมายถึง มีความพอใจในระดับมาก
2.51 – 3.50	หมายถึง มีความพอใจในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง มีความพอใจในระดับน้อย
0.00 – 1.50	หมายถึง มีความพอใจในระดับน้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ภาวะที่เหมาะสมในการสัดสารสีจากกากกาแฟ

(1) ศึกษาชนิดของตัวทำละลาย

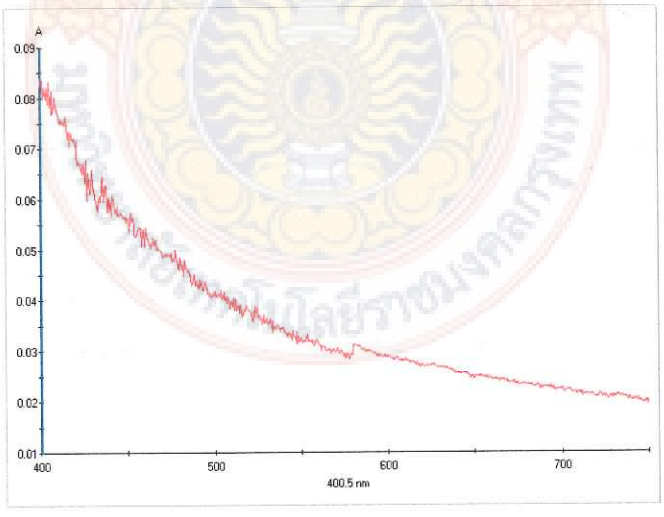
นำกากกาแฟสดเหลือทิ้งมาตากแดดไล่ความชื้น และอบแห้งที่ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ชั่งกากกาแฟ 1.00 กรัม สกัดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ ดังนี้ ละลาย ดังนี้ น้ำประปา น้ำประปาในภาวะด่าง น้ำประปาในภาวะกรด และตัวทำละลายผสมระหว่างเอทานอลและน้ำ หลังจากนั้นกรองสารสกัดที่ได้ นำน้ำกาแฟที่สกัดมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis spectrophotometer ได้ผลการทดลองแสดงในรูปที่ 4.1.1-4.1.5 และตารางที่ 4.1.1

รูปที่ 4.1.1 การสกัดสีจากกากแฟที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

รูปที่ 4.1.2 น้ำสีที่สกัดได้

รูปที่ 4.1.3 กรองน้ำสีหลังการสกัด

รูปที่ 4.1.4 น้ำสีที่สกัดได้มีความเข้มข้นสูงมากเจือจาง 50 เท่าก่อนวัดด้วย UV-VIS pectrophotometer



รูปที่ 4.1.5 ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดได้

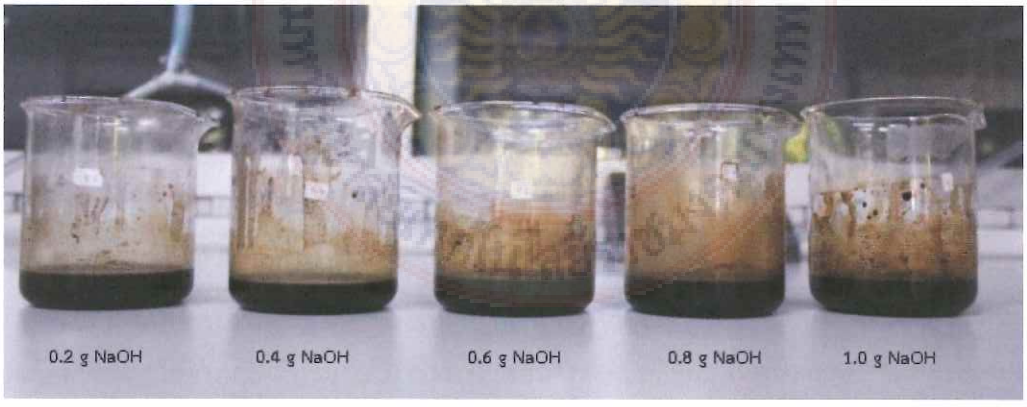
ตารางที่ 4.1.1 ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดได้ในภาวะต่างๆ

ภาวะในการสกัด	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 400.5 นาโนเมตร
1% NaOH 100 ml	15.40 (เจือจาง 50 เท่า)
1% H_2SO_4 100 ml	0.646
น้ำประปา 100ml	0.531
เอทานอล:น้ำ 50:50	6.15 (เจือจาง 50 เท่า)
เอทานอล:น้ำ 60:40	12.25 (เจือจาง 50 เท่า)
เอทานอล:น้ำ 70:30	7.00 (เจือจาง 50 เท่า)

ผลจากตารางที่ 4.1.1 พบว่าในภาวะด่างสามารถสกัดสารสีจากกากกาแฟ ได้มากที่สุด รองลงมาเป็นการสกัดด้วยเอทานอล โดยอัตราส่วนระหว่างเอทานอลกับน้ำต่างกัน มีประสิทธิภาพการสกัดสารสีจากกากกาแฟต่างกัน อัตราส่วน ระหว่างเอทานอลกับน้ำที่ให้ผลการสกัดสารสีจากกากกาแฟได้ดีที่สุดคือ เอทานอล:น้ำ เท่ากับ 60:40

(2) ศึกษาความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสม

ชั่งกากกาแฟ 1.00 กรัม สกัดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส แปรผันปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการสกัด 0.2, 0.4, 0.6, 1.0 กรัมต่อปริมาตรน้ำ 100 มิลลิลิตร เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นกรองสารสกัดที่ได้นำน้ำกาแฟที่สกัดมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis spectrophotometer ได้ผลการทดลองในรูปที่ 4.1.6 และตารางที่ 4.1.2 -4.1.3



รูปที่ 4.1.6 น้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟสดโดยใส่โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นต่างกัน

ตารางที่ 4.1.2 ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดได้ในภาวะด่างที่ความเข้มข้นต่างกัน

ปริมาณกากกาแฟ (กรัม)	ปริมาณน้ำ (มิลลิลิตร)	ปริมาณ NaOH (กรัม)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 400.5 นาโนเมตร			
			1	2	3	ค่าเฉลี่ย
1.0	100	0.2	13.60	13.45	13.72	13.59
1.0	100	0.4	17.40	17.25	17.45	17.37
1.0	100	0.6	17.05	17.2	17.3	17.18
1.0	100	0.8	16.85	17.2	17.15	17.07
1.0	100	1.0	16.55	16.6	16.5	16.55

ตารางที่ 4.13 การทดสอบค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดได้ในภาวะด่างที่ความเข้มข้นต่างกัน

ปริมาณ NaOH (กรัม)	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	P
0.2	13.59	0.14	<0.001*
0.4	17.37	0.10	
0.6	17.18	0.13	
0.8	17.07	0.19	
1.0	16.55	0.05	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (P<0.05)

ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า มีค่าความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์อย่างน้อย 2 ค่า ที่ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละการดูดกลืนแสงของน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟสดต่างกัน และทดสอบต่อเนื่องด้วยการจับคู่พหุคูณ (multiple comparison test) แบบเชฟเฟ (Scheffe) ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ 1ก

ผลการทดลองสรุปได้ว่าความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์มีผลต่อประสิทธิภาพการสกัดสีจากกากกาแฟสดอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยประสิทธิภาพในการสกัดจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 0.40 กรัม ต่อน้ำ100 มิลลิลิตร ให้ค่าการดูดกลืนสีสูงที่สุด อย่างไรก็ตามสรุปได้ว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์จนถึงระดับหนึ่ง ประสิทธิภาพในการสกัดสีจากกากกาแฟจะคงที่ และเริ่มลดลง เนื่องจากผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test พบว่า การสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัมต่อน้ำ100 มิลลิลิตร ให้ค่าการดูดกลืนสีไม่แตกต่างจากภาวะที่สกัดด้วยสารละลาย

โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.6 กรัมและ 0.8 กรัมต่อน้ำ100 มิลลิลิตร และเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มเป็น 1.0 กรัมต่อน้ำ100 มิลลิลิตรประสิทธิภาพในการสกัดเริ่มลดลง และกากกาแฟเริ่มเปื่อยยุ่ยกรองได้ยากขึ้น

(3) ศึกษาอุณหภูมิในการสกัดที่เหมาะสม

ชั่งกากกาแฟ 1.00 กรัม สกัดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัมต่อปริมาตรน้ำ 100 มิลลิลิตรแปรผันอุณหภูมิในการสกัดดังนี้ 70, 80 90, 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นกรองสารสกัดที่ได้นำน้ำกาแฟที่สกัดได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis spectrophotometer ได้ผลการทดลองในตารางที่ 4.1.4 – 4.1.5

ตารางที่ 4.1.4 ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดได้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ปริมาณกากกาแฟ (กรัม)	ปริมาณ NaOHต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร (กรัม)	อุณหภูมิในการสกัด (°C)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 400.5 นาโนเมตร			
			1	2	3	ค่าเฉลี่ย
1.0	0.4	70	14.40	14.50	14.50	14.47
1.0	0.4	80	15.70	15.30	15.50	15.50
1.0	0.4	90	16.70	16.50	16.80	16.67
1.0	0.4	100	17.40	17.25	17.45	17.37

ตารางที่ 4.1.5 การทดสอบค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดได้ในภาวะด่างที่ความเข้มข้นต่างกัน

อุณหภูมิในการสกัด (°C)	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	P
70	14.47	0.06	<0.001*
80	15.50	0.20	
90	16.67	0.15	
100	17.37	0.10	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (P<0.05)

ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า มีค่าอุณหภูมิในการสกัด อย่างน้อย 2 ค่า ที่ให้ค่าเฉลี่ยร้อยละการดูดกลืนแสงของน้ำสีที่สกัดได้จากกากกาแฟ

ต่างกัน และทดสอบต่อเนื่องด้วยการจับคู่พหุคูณ (multiple comparison test) แบบเชฟเฟ (Scheffe) ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ 2ก

ผลการทดลองสรุปได้ว่าอุณหภูมิมีผลต่อประสิทธิภาพการสกัดสีจากกากกาแฟสดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยประสิทธิภาพในการสกัดเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิ อุณหภูมิการสกัดที่ 100 องศาเซลเซียส .น้ำสีที่สกัดได้จากกากกาแฟสดมีความเข้มมากที่สุด

(4) ศึกษาปริมาณกากกาแฟในการสกัดที่เหมาะสม

ชั่งกากกาแฟ 1.00, 5.00, 10.00, 15.00, 20.00, 30.00 กรัม สกัดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัม ต่อปริมาตรน้ำ 100 มิลลิลิตรที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลาในการสกัด 30 นาที หลังจากนั้นกรองสารสกัดที่ได้ นำน้ำกาแฟที่สกัดมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer ได้ผลการทดลองตารางที่ 4.1.6 – 4.1.7

ตารางที่ 4.1.6 ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดได้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ปริมาณกากกาแฟ (กรัม)	ปริมาณ NaOH ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร (กรัม)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 400.5 นาโนเมตร			
		1	2	3	ค่าเฉลี่ย
1.00	0.4	17.40	17.25	17.45	17.37
5.00	0.4	49.00	47.50	50.20	48.9
10.00	0.4	60.35	60.00	59.55	59.97
15.00	0.4	82.00	80.00	83.50	81.83
20.00	0.4	92.80	90.50	93.00	92.10
30.00	0.4	88.75	90.00	91.50	90.08

ตารางที่ 4.1.7 การทดสอบค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดด้วยกากกาแฟสดปริมาณต่างกัน

ปริมาณกากกาแฟ (กรัม)	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	P
1.00	17.37	0.10	<0.001*
5.00	48.9	1.35	
10.00	59.97	0.40	
15.00	81.83	1.76	
20.00	92.10	1.39	
30.00	90.08	1.38	

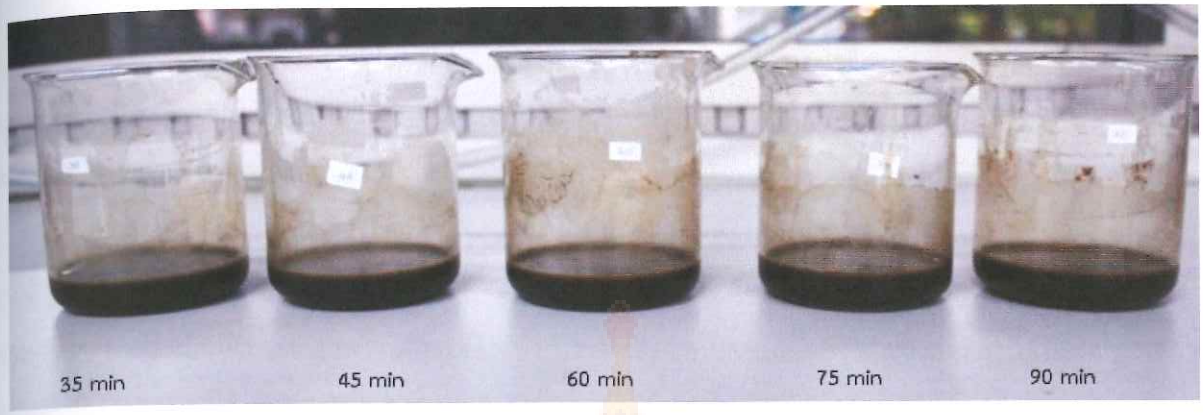
*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (P<0.05)

ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า มีปริมาณกากกาแฟสดที่ใช้สกัดอย่างน้อย 2 ค่า ที่ค่าเฉลี่ยร้อยละการดูดกลืนแสงของน้ำสีกาแฟที่สกัดได้ต่างกัน และทดสอบต่อเนื่องด้วยการจับคู่พหุคูณ (multiple comparison test) แบบเชฟเฟ (Scheffe) ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ 3ก

ผลการทดลองสรุปได้ว่าปริมาณกากกาแฟสดที่ใช้สกัดมีผลต่อประสิทธิภาพการสกัดสีจากกากกาแฟสดอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยประสิทธิภาพในการสกัดจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณกากกาแฟสด อย่างไรก็ตามสามารถสรุปได้ว่าเมื่อเพิ่มปริมาณกากกาแฟสดจนถึงระดับหนึ่ง ประสิทธิภาพในการสกัดสีจากกาแฟจะคงที่ เนื่องจากผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test พบว่า การสกัดกากกาแฟสดปริมาณ 20 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร ให้ค่าการดูดกลืนสีไม่แตกต่างจากการสกัดกากกาแฟสดปริมาณ 30 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร

(3) ศึกษาระยะเวลาในการสกัดที่เหมาะสม

ชั่งกากกาแฟ 20.00 กรัม สกัดด้วยน้ำโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัมต่อปริมาตรน้ำ 100 มิลลิลิตรที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส แปรผันเวลาในการสกัดดังนี้ 30 นาที 45 นาที 60 นาที 75 นาที และ 90 นาที หลังจากนั้นกรองสารสกัดที่ได้ นำน้ำกาแฟที่สกัดมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis spectrophotometer ได้ผลการทดลองในรูปที่ 4.1.7 และ ตารางที่ 4.1.8-4.1.9



รูปที่ 4.1.7 น้ำย้อมสีที่สกัด เวลา นาที 90 นาที และ 75 นาที 60 นาที 45 นาที 30

ตารางที่ 4.1.8 ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัด ณ เวลาต่าง ๆ

ปริมาณกากกาแฟ (กรัม)	ปริมาณ NaOH ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร (กรัม)	เวลาสกัด (นาที)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 400.5 นาโนเมตร			
			1	2	3	ค่าเฉลี่ย
20.0	0.4	30	92.80	90.50	93.00	92.10
20.0	0.4	45	92.80	90.50	93.00	92.10
20.0	0.4	60	93.50	94.50	93.95	93.98
20.0	0.4	75	95.00	96.75	96.00	95.92
20.0	0.4	90	96.50	95.50	95.50	95.83

ตารางที่ 4.1.9 การทดสอบค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีจากกากกาแฟที่สกัดด้วยระยะเวลาต่างกัน

เวลาในการสกัด (นาที)	ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	P
30	92.10	1.39	<0.001*
45	92.10	1.39	
60	93.98	0.50	
75	95.92	0.88	
90	95.83	0.58	

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (P<0.05)

ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า มีระยะเวลาที่ใช้สกัดอย่างน้อย 2 ค่า ที่ค่าเฉลี่ยร้อยละการดูดกลืนแสงของน้ำสีกาแฟที่สกัดได้ต่างกัน และทดสอบต่อเนื่องด้วยการจับคู่พหุคูณ (multiple comparison test) แบบเชฟเฟ (Scheffe) ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ 4ก

ผลการทดลองสรุปได้ว่าระยะเวลาที่ใช้สกัดมีผลต่อประสิทธิภาพการสกัดสีจากกากกาแฟสดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยประสิทธิภาพในการสกัดจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการสกัด อย่างไรก็ตามสามารถสรุปได้ว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาจนถึงระดับหนึ่ง ประสิทธิภาพในการสกัดสีจากกาแฟจะคงที่ เนื่องจากผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test พบว่า ระยะเวลาสกัด นาที 90 นาที และ 75 นาที 60 ให้ค่าการดูดกลืนแสงไม่ต่างกัน ดังนั้นในการทดลองนี้เลือกระยะเวลาการสกัด ที่ 60 นาที เรื่องจากเวลาที่นานมากขึ้น กากกาแฟจะเริ่มแปรสภาพทำให้กรองยาก และหากกรองแล้วมีเศษกากแฟตกค้างจะมีผลต่อประสิทธิภาพการย้อม

สรุปได้ว่า ภาวะในการสกัดกากกาแฟที่เหมาะสมคือ ใช้กากกาแฟ 20 กรัม โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัม น้ำ 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

4.2 ภาวะที่เหมาะสมในการย้อมผ้าฝ้ายจากน้ำสีที่สกัดได้จากกาแฟ

4.2.1 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของผ้าฝ้าย:น้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟ

(1) ปริมาณเกลือ

นำผ้าฝ้ายทอ และผ้าฝ้ายถัก น้ำหนักผ้า 5 กรัม ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟต่อปริมาณน้ำเท่ากับ 150:50 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที แปรผันปริมาณเกลือ 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 และ 2.00 กรัม ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง นำผ้าที่ผ่านการย้อม มาวัดค่าการสะท้อนแสงด้วยเครื่อง reflectance spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 - 700 นาโนเมตร ใช้แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ D65 ซึ่งให้แสงที่มีสเปคตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเหมือนกับแสงแดดในตอนกลางวัน ได้ผลรวมระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างของสี (CIE L) และเฉดสี (CIE a, CIE b) ตามตารางผนวกที่ 1ข – 2ข นำค่าเฉลี่ยระดับความเข้มสีบนผ้า ระดับค่าความสว่างสี และและเฉดสี บนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำย้อมในปริมาณเกลือต่าง ๆ มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว เพื่อทดสอบว่า ปริมาณเกลือในน้ำย้อมต่างกัน ทำให้ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มของสีบนผ้า ระดับค่าความสว่างสี และเฉดสี บนผ้าต่างกันหรือไม่ ได้ผลแสดงในตารางที่ 4.2.1-4.2.2 และรูปที่ 4.2.1-4.2.2

ตารางที่ 4.2.1 การทดสอบค่าระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างสี (CIE L) และเฉดสี (CIEa, CIEb) บนผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำย้อมในปริมาณเกลือต่าง ๆ

ปริมาณเกลือ (กรัม)	K/S			CIE L			CIE a			CIE b		
	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P
0.25	0.5911	0.0048	<0.001	55.54	0.94	<0.001	2.09	0.06	0.001	10.86	0.42	<0.001
0.50	0.6031	0.0072		60.42	0.65		2.14	0.10		11.34	0.14	
0.75	0.6818	0.0072		62.94	0.14		2.37	0.12		11.57	0.08	
1.00	0.7022	0.0240		63.40	0.36		2.52	0.40		11.89	0.14	
2.00	0.8873	0.0074		69.20	3.03		3.39	0.70		12.69	0.21	

หมายเหตุ: CIE lab coordinate L = ความสว่างของสี (L = 0 หมายถึงสีดำ L = 100 หมายถึงสีขาว)

a = ค่าบอกความเป็นสีแดง-เขียว (a เป็นบวก หมายถึงความเป็นสีแดง a เป็นลบ หมายถึงความเป็นสีเขียว)

b = ค่าบอกความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b เป็นบวก หมายถึงความเป็นสีเหลือง b เป็นลบหมายถึงความเป็นสีน้ำเงิน)

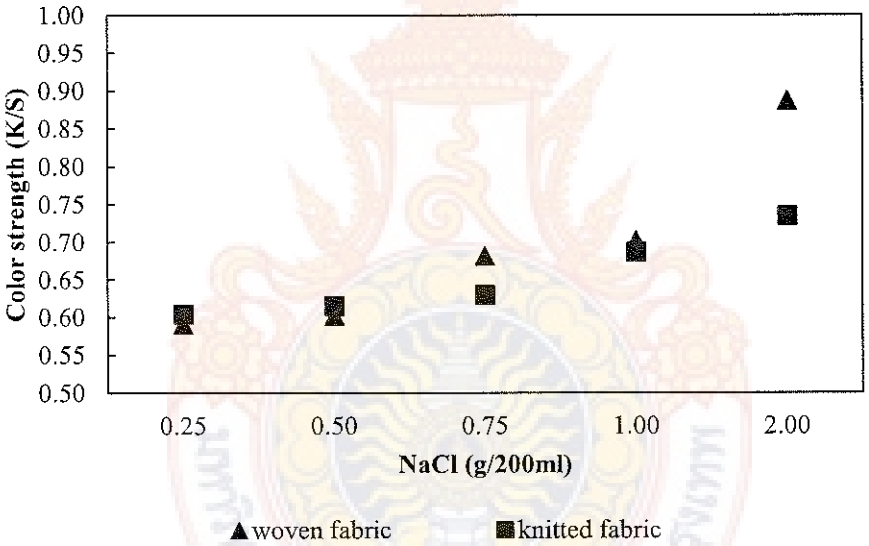
ตารางที่ 4.2.2 การทดสอบค่าระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างสี (CIE L) และเฉดสี (CIEa, CIEb) บนผ้าถักที่ย้อมด้วยน้ำย้อมในปริมาณเกลือต่าง ๆ

ปริมาณเกลือ (กรัม)	K/S			CIE L			CIE a			CIE b		
	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P
0.25	0.6046	0.0059	<0.001	62.98	0.31	<0.001	2.83	0.07	0.004	10.55	0.48	<0.001
0.50	0.6155	0.0055		64.58	0.38		3.01	0.01		11.44	0.16	
0.75	0.6300	0.0022		65.69	0.81		3.09	0.06		11.78	0.23	
1.00	0.6868	0.0119		66.20	1.07		3.19	0.01		11.86	0.08	
2.00	0.7348	0.0105		70.58	0.49		3.51	0.33		12.32	0.13	

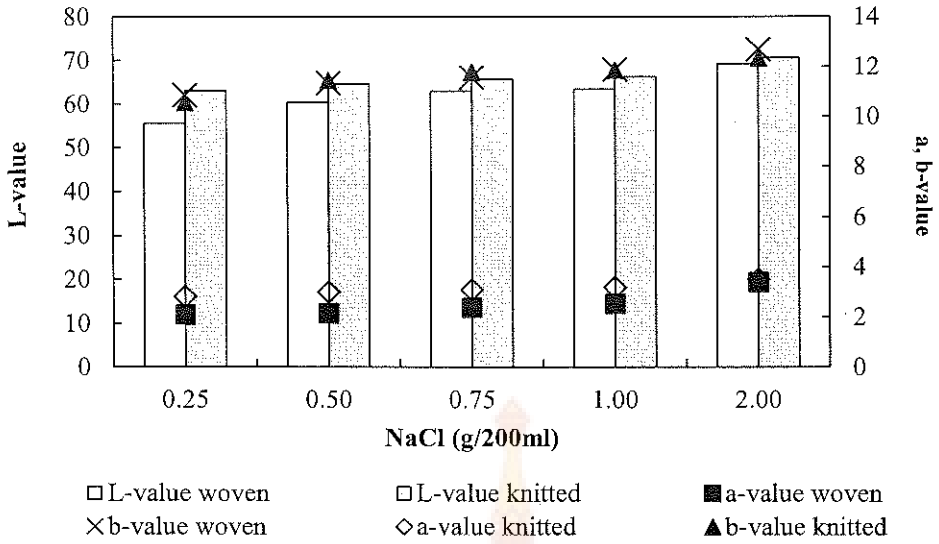
หมายเหตุ: CIE lab coordinate L = ความสว่างของสี (L = 0 หมายถึงสีดำ L = 100 หมายถึงสีขาว)

a = ค่าบอกความเป็นสีแดง-เขียว (a เป็นบวก หมายถึงความเป็นสีแดง a เป็นลบ หมายถึงความเป็นสีเขียว)

b = ค่าบอกความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b เป็นบวก หมายถึงความเป็นสีเหลือง b เป็นลบหมายถึงความเป็นสีน้ำเงิน)



รูปที่ 4.2.1 ระดับความเข้มของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟด้วยปริมาณเกลือต่างกัน



รูปที่ 4.2.2 ระดับความแตกต่างของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟด้วยปริมาณเกลือต่างกัน

ผลจากตารางที่ 4.2.1-4.2.2 และรูปที่ 4.2.1-4.2.2 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มสีบนผ้า ค่าเฉลี่ยระดับความแตกต่างของสีของผ้า (L* a* b*) ที่ย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกากกาแฟด้วยปริมาณเกลือต่างกัน มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้วิธีของเชฟเฟ่ ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ 1ค - 8ค มีผลทดสอบดังนี้

ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มสีของผ้า

- ปริมาณเกลือมากขึ้นทำให้ระดับความเข้มของสีบนผ้ามากขึ้น ($P<0.05$) ปริมาณเกลือ 2.0 กรัมต่อน้ำย้อม 200 มิลลิลิตร ให้ค่าระดับความเข้มของสีบนผ้าสูงที่สุด ผ้าทอมีระดับความเข้มของสีบนผ้าสูงกว่าผ้าถัก โดยผ้าทอมีระดับความเข้มสี 0.8873 ส่วนผ้าถักมีระดับความเข้มสี 0.7348

ค่าเฉลี่ยระดับความระดับความแตกต่างของสี

- ปริมาณเกลือมากขึ้นทำให้ผ้ามีความสว่างของสีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ปริมาณเกลือ 2.0 กรัมต่อน้ำย้อม 200 มิลลิลิตร ให้ผ้าที่ย้อมมีความสว่างสูงที่สุด สีของผ้าถักมีความสว่างสูงกว่าผ้าทอเล็กน้อย โดยผ้าถักมีระดับความสว่าง 70.58 ส่วนผ้าทอมีระดับความสว่าง 69.20

- ค่า a* ของผ้าทดลองมีค่าเป็นบวก แสดงว่าผ้าที่ย้อมได้แสดงความเป็นสีแดง ค่า b* ของผ้ามีค่าเป็นบวก แสดงว่าผ้าที่ย้อมได้แสดงความเป็นสีเหลือง ปริมาณเกลือมากขึ้นทำให้ผ้าย้อมมีเฉดสีออกไปทางสีแดง และสีเหลืองมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยเฉดสีของผ้าทอและผ้าถักจะใกล้เคียงกันมาก

(2) ปริมาณน้ำสีย้อม

นำผ้าฝ้ายทอ และผ้าฝ้ายถัก น้ำหนักผ้า 5 กรัม ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟต่อปริมาณน้ำเท่ากับ 100:100 125:75 150:50 175:25 และ 200:0 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ปริมาณเกลือ 2.00 กรัม ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง นำผ้าที่ผ่านการย้อม มาวัดค่าการสะท้อนแสงด้วยเครื่อง reflectance spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 - 700 นาโนเมตร ใช้แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ D65 ซึ่งให้แสงที่มีสเปคตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเหมือนกับแสงแดดในตอนกลางวัน ได้ผลรวมระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างของสี (CIE L) และเฉดสี (CIE a, CIE b) ตามตารางผนวกที่ 3ข – 4ข นำค่าเฉลี่ยระดับความเข้มสีบนผ้า ระดับค่าความสว่างสี และและเฉดสี บนผ้าที่ย้อมด้วยอัตราส่วนน้ำสีต่อน้ำ ในอัตราส่วนต่าง ๆ มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว เพื่อทดสอบว่า ปริมาณสีในน้ำย้อมต่างกัน ทำให้ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มของสีบนผ้า ระดับค่าความสว่างสี และและเฉดสี บนผ้าต่างกันหรือไม่ ได้ผลแสดงในตารางที่ 4.2.3 - 4.2.4 และรูปที่ 4.2.3 - 4.2.4

ตารางที่ 4.2.3 การทดสอบค่าระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างสี (CIE L) และเฉดสี (CIEa, CIEb) บนผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำย้อมในปริมาณต่าง ๆ

น้ำสี:น้ำ	K/S			CIE L			CIE a			CIE b		
(มิลลิลิตร)	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P
100:100	0.7030	0.0926	<0.001	72.10	1.18	0.002	2.30	0.06	<0.001	10.58	0.24	0.001
125:75	0.8217	0.1984		69.94	0.46		2.36	0.20		10.82	0.23	
150:50	0.8873	0.0074		69.20	3.03		3.39	0.70		12.69	0.21	
175:25	0.9155	0.0139		65.70	1.44		3.96	0.48		13.91	0.79	
200:0	1.0111	0.0327		63.89	1.95		4.38	0.07		14.76	0.25	

หมายเหตุ: CIE lab coordinate L = ความสว่างของสี (L = 0 หมายถึงสีดำ L = 100 หมายถึงสีขาว)

a = ค่าบอกความเป็นสีแดง-เขียว (a เป็นบวก หมายถึงความเป็นสีแดง a เป็นลบ หมายถึงความเป็นสีเขียว)

b = ค่าบอกความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b เป็นบวก หมายถึงความเป็นสีเหลือง b เป็นลบหมายถึงความเป็นสีน้ำเงิน)

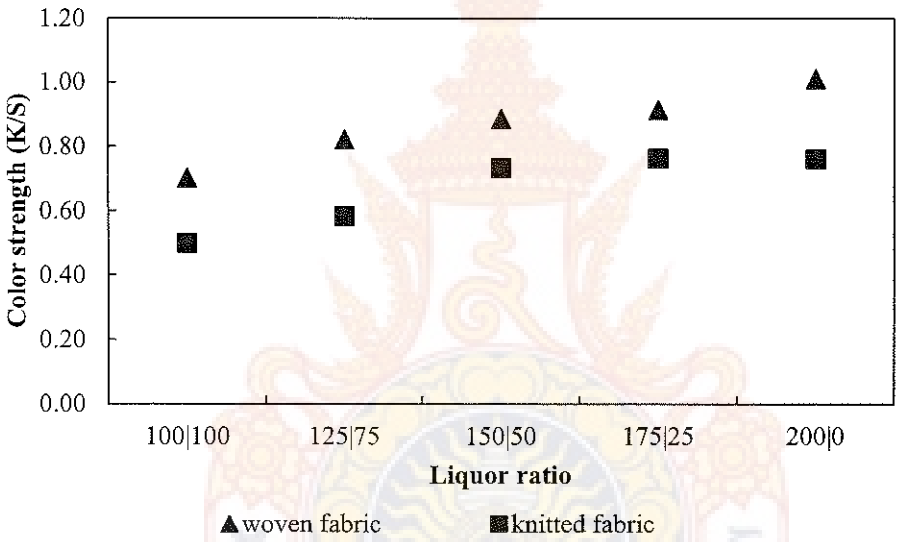
ตารางที่ 4.2.4 การทดสอบค่าระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างสี (CIE L) และเฉดสี (CIEa, CIEb) บนผ้าถักที่ย้อมด้วยน้ำย้อมในปริมาณต่าง ๆ

น้ำสี:น้ำ	K/S			CIE L			CIE a			CIE b		
(มิลลิตร)	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P
100:100	0.5001	0.0069	<0.001	91.07	1.31	<0.001	2.46	0.20	<0.001	11.47	0.38	<0.001
125:75	0.5829	0.0286		71.93	1.04		2.61	0.17		11.70	0.49	
150:50	0.7348	0.0105		70.58	0.49		3.51	0.33		12.32	0.13	
175:25	0.7653	0.0174		68.29	0.70		4.19	0.05		13.75	0.58	
200:0	0.7633	0.0299		64.89	4.56		4.27	0.08		14.78	0.40	

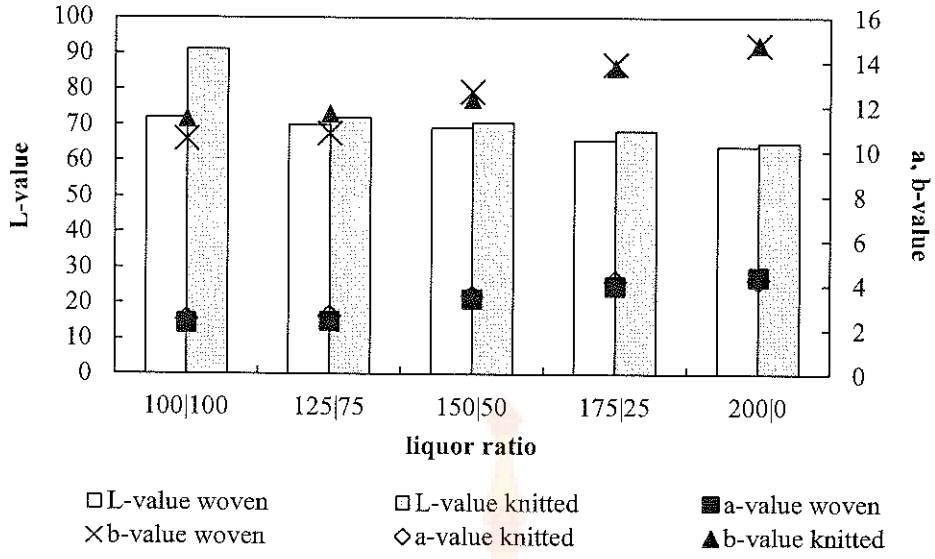
หมายเหตุ: CIE lab coordinate L = ความสว่างของสี (L = 0 หมายถึงสีดำ L = 100 หมายถึงสีขาว)

a = ค่าบอกความเป็นสีแดง-เขียว (a เป็นบวก หมายถึงความเป็นสีแดง a เป็นลบ หมายถึงความเป็นสีเขียว)

b = ค่าบอกความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b เป็นบวก หมายถึงความเป็นสีเหลือง b เป็นลบหมายถึงความเป็นสีน้ำเงิน)



รูปที่ 4.2.3 ระดับความเข้มของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟด้วยอัตราส่วนของน้ำสีต่างกัน



รูปที่ 4.2.4 ระดับความแตกต่างของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟอัตราส่วนของน้ำสีต่างกัน

ผลจากตาราง 4.2.3-4.2.4 และรูปที่ 4.2.3-4.2.4 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มสีบนผ้าทอ และค่าเฉลี่ยระดับความแตกต่างของสี (L* a* b*) ที่ย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกากกาแฟด้วยปริมาณน้ำสีสกัดจากกากกาแฟต่างกัน มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้วิธีของเชฟเฟ่ ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ 9ค - 16ค มีผลทดสอบดังนี้

ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มสีของผ้าทอ

- อัตราส่วนน้ำสีมากขึ้นทำให้ระดับความเข้มของสีบนผ้ามากขึ้น ($P<0.05$) ที่อัตราส่วน 200:0 มีค่าระดับความเข้มสีบนผ้าสูงที่สุด โดยผ้าทอมีค่าระดับความเข้มสี 1.0111 ผ้าถักมีค่าระดับความเข้มสี 0.7633 อย่างไรก็ตามสามารถสรุปได้ว่า อัตราส่วนของน้ำสีเมื่อเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง ระดับความเข้มสีบนผ้าจะเริ่มคงที่ เนื่องจากผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test พบว่า ผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำสี ที่อัตราส่วน 150:50 175:25 และ 200:0 ค่าระดับความเข้มสีบนผ้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนผ้าถักที่อัตราส่วน 175:25 และ 200:0 ค่าระดับความเข้มสีบนผ้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกอัตราส่วนน้ำสีต่อน้ำย้อมที่ 150:50

ค่าเฉลี่ยระดับความระดับความแตกต่างของสี

- ปริมาณน้ำสีมากขึ้นทำให้ผ้ามีความสว่างของสีลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ที่อัตราส่วน 200:0 ผ้ามีค่าความสว่างน้อยที่สุด โดยที่อัตราส่วน 200:0 ผ้าทอมีค่าความสว่างของผ้าเท่ากับ 63.89 ผ้าถักมีค่าความสว่างของผ้าเท่ากับ 64.89 อย่างไรก็ตามสามารถสรุปได้ว่า อัตราส่วนของน้ำสีเมื่อเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง ระดับความสว่างของผ้าจะเริ่มคงที่ เนื่องจากผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test พบว่า ผ้าทอและผ้าถักที่ย้อมด้วยน้ำสี ที่อัตราส่วน 150:50 175:25 และ 200:0 ค่าความสว่างของผ้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

- ปริมาณน้ำสีมากขึ้นทำให้ผ้าย้อมมีเฉดสีออกไปทางสีแดง และสีเหลืองมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$) อัตราส่วนของน้ำสีเมื่อเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงเฉดสีของผ้าจะเริ่มคงที่ เนื่องจากผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test พบว่า ผ้าทอและผ้าถักที่ย้อมด้วยน้ำสี ที่อัตราส่วน 150:50 175:25 และ 200:0 ค่า CIEa และ CIEb ของผ้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.2.2 ศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการย้อมที่เหมาะสม

(1) อุณหภูมิ

นำผ้าฝ้ายทอ น้ำหนักผ้า 5 กรัม ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟต่อปริมาณน้ำเท่ากับ 150:50 มิลลิลิตร เป็นเวลา 60 นาที ปริมาณเกลือ 2.00 กรัม ที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) และที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง นำผ้าที่ผ่านการย้อม มาวัดค่าการสะท้อนแสงด้วยเครื่อง reflectance spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 - 700 นาโนเมตร ใช้แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ D65 ซึ่งให้แสงที่มีสเปคตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเหมือนกับแสงแดดในตอนกลางวัน ได้ผลรวมระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างสี (CIE L) และเฉดสี (CIE a, CIE b) ตามตารางผนวกที่ 5ข นำค่าเฉลี่ยระดับความเข้มสีบนผ้า ระดับค่าความสว่างสี และและเฉดสี บนผ้าที่ย้อม ณ อุณหภูมิ ต่าง ๆ มาวิเคราะห์ t test เพื่อทดสอบว่า ที่อุณหภูมิการย้อมต่างกัน ทำให้ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มของสีบนผ้า ระดับค่าสี และและเฉดสี บนผ้าต่างกันหรือไม่ ได้ผลแสดงในตารางที่ 4.2.5 และรูปที่ 4.2.5

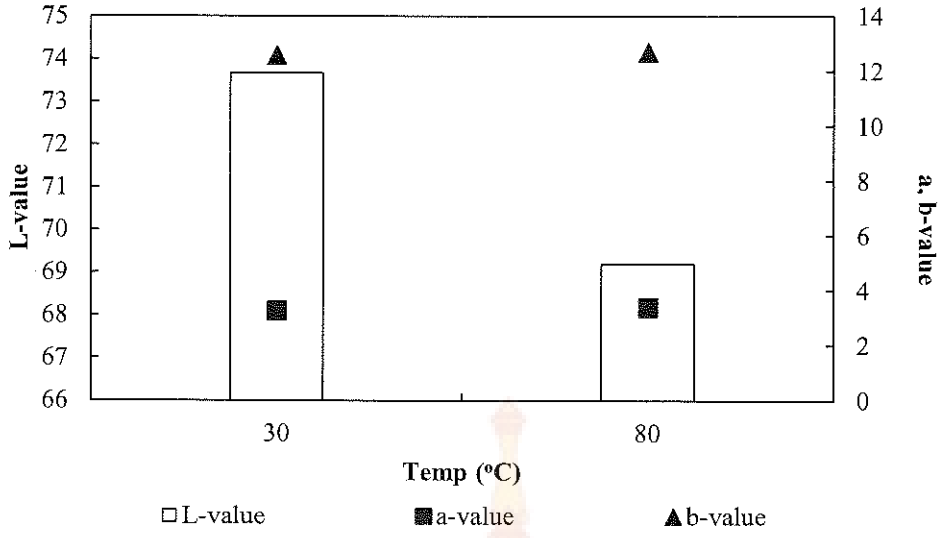
ตารางที่ 4.2.5 การทดสอบค่าระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างสี (CIE L) และเฉดสี (CIEa, CIEb) บนผ้าทอที่ย้อมที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	K/S			CIE L			CIE a			CIE b		
	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P
30	0.4395	0.0282	0.001	83.67	0.49	<0.001	3.26	0.06	0.772	12.56	0.38	0.611
80	0.8873	0.0074		69.20	3.03		3.39	0.70		12.69	0.21	

หมายเหตุ: CIE lab coordinate L = ความสว่างของสี (L = 0 หมายถึงสีดำ L = 100 หมายถึงสีขาว)

a = ค่าบอกความเป็นสีแดง-เขียว (a เป็นบวก หมายถึงความเป็นสีแดง a เป็นลบ หมายถึงความเป็นสีเขียว)

b = ค่าบอกความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b เป็นบวก หมายถึงความเป็นสีเหลือง b เป็นลบหมายถึงความเป็นสีน้ำเงิน)



รูปที่ 4.2.5 ระดับความแตกต่างของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟที่อุณหภูมิการย้อมต่างกัน

- ผลจากตารางที่ 4.2.5 และรูปที่ 4.2.5 แสดงว่าผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกากกาแฟ ณ อุณหภูมิต่างกัน มีค่าเฉลี่ยระดับความเข้มสีบนผ้าทอ และระดับความสว่างของสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ที่อุณหภูมิการย้อม 80 องศาเซลเซียส ผ้าย้อมที่ได้มีระดับความเข้มของสีบนผ้าเท่ากับ 0.8873 มีค่าความสว่างเท่ากับ 69.20
- อุณหภูมิของการย้อมไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยระดับการเปลี่ยนแปลงของเฉดสี (a* b*)

(2) เวลาย้อม

นำผ้าฝ้ายทอ น้ำหนักผ้า 5 กรัม ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟต่อปริมาณน้ำเท่ากับ 150:50 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ปริมาณเกลือ 2.00 กรัม แปรผันระยะเวลาย้อม 30, 45, และ 60 นาที ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง นำผ้าที่ผ่านการย้อม มาวัดค่าการสะท้อนแสงด้วยเครื่อง reflectance spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 - 700 นาโนเมตร ใช้แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ D65 ซึ่งให้แสงที่มีสเปคตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเหมือนกับแสงแดดในตอนกลางวัน ได้ผลรวมระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างสี (CIE L) และเฉดสี (CIE a, CIE b) ตามตารางผนวกที่ 6ข นำค่าเฉลี่ยระดับความเข้มสีบนผ้า ระดับค่าความสว่างสี และและเฉดสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำย้อมในเวลาการย้อมต่าง ๆ มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว เพื่อทดสอบว่าปริมาณน้ำสีในน้ำย้อมต่างกัน ทำให้ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มของสีบนผ้า ระดับค่าสี และและเฉดสีบนผ้าต่างกันหรือไม่ ได้ผลแสดงในตารางที่ 4.2.6 และรูปที่ 4.2.6-4.2.7

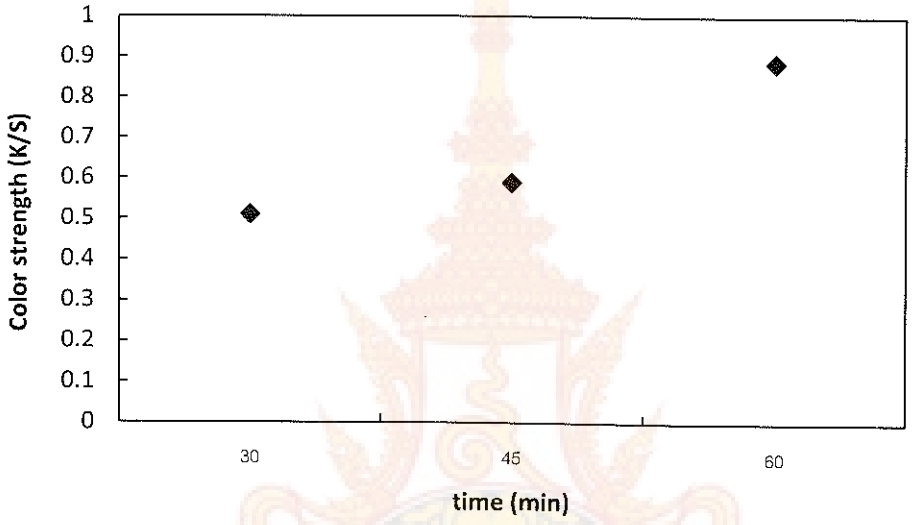
ตารางที่ 4.2.6 การทดสอบค่าระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างสี (CIE L) และเฉดสี (CIEa, CIEb) บนผ้าทอที่ย้อมที่ระยะเวลาต่าง ๆ

เวลา	K/S			CIE L			CIE a			CIE b		
(นาที)	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P
30	0.5108	0.0166	<0.001	69.78	0.31	0.904	3.04	0.51	0.650	12.38	0.28	0.282
45	0.5900	0.0112		69.78	0.31		3.37	0.09		12.73	0.20	
60	0.8873	0.0074		69.20	3.03		3.39	0.70		12.69	0.21	

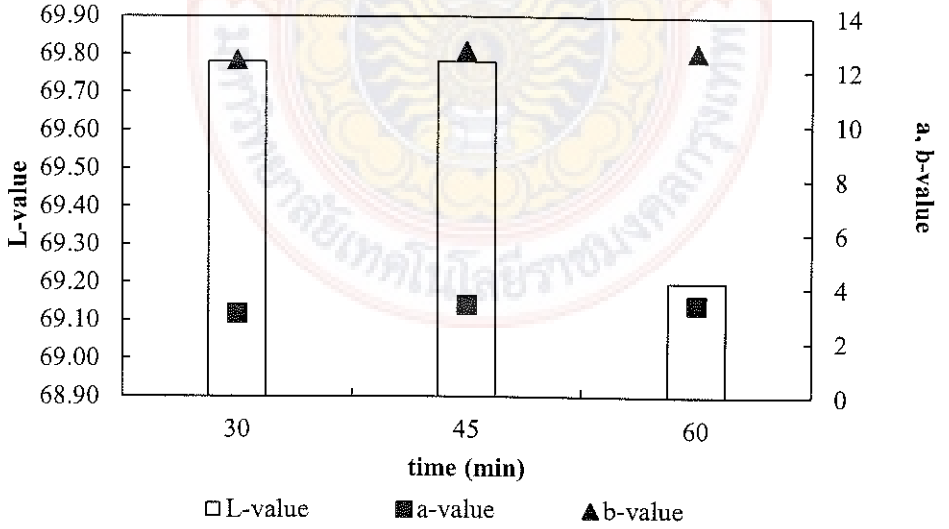
หมายเหตุ: CIE lab coordinate L = ความสว่างของสี (L = 0 หมายถึงสีดำ L = 100 หมายถึงสีขาว)

a = ค่าบอกความเป็นสีแดง-เขียว (a เป็นบวก หมายถึงความเป็นสีแดง a เป็นลบ หมายถึงความเป็นสีเขียว)

b = ค่าบอกความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b เป็นบวก หมายถึงความเป็นสีเหลือง b เป็นลบหมายถึงความเป็นสีน้ำเงิน)



รูปที่ 4.2.6 ระดับความเข้มของสีบนผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟที่เวลาการย้อมต่างกัน



รูปที่ 4.2.7 ระดับความแตกต่างของสีบนผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟที่เวลาการย้อมต่างกัน

- ผลจากตารางที่ 4.2.6 และรูปที่ 4.2.6-4.2.7 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มสีบนผ้าทอ ที่ย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกากกาแฟด้วยเวลาการย้อมต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยระดับความแตกต่างของสี (L* a* b*) ไม่แตกต่างกัน ที่เวลาย้อม 60 นาที ผ้าทอที่ย้อม ได้มีระดับความเข้มของสีบนผ้าเท่ากับ 0.8873 มีค่าความสว่างเท่ากับ 69.20

4.2.3 ศึกษาผลของสารช่วยติดสี

(1) ขั้นตอนในการเติมสารช่วยติดสี

นำผ้าฝ้ายทอ น้ำหนักผ้า 5 กรัม ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟต่อปริมาณน้ำเท่ากับ 150:50 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ปริมาณเกลือ 2.00 กรัม ระยะเวลาย้อม 60 นาที เติมสารช่วยติดสี (สารมอร์แดนต์) ได้แก่กรดแอซิติก (CH_3COOH) ปูนขาว ($Ca(OH)_2$) คอปเพอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) อะลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$) เฟอร์รัสซัลเฟต ($Fe_2(SO_4)_3$) เติมสารช่วยการติดสีปริมาณร้อยละ 0.5 โดยเติมสารช่วยติดก่อนการย้อม (pre-mordanting) เติมสารช่วยติดหลังการย้อม (post-mordanting) เติมสารช่วยติดพร้อมกับการย้อม (meta-mordanting) ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง นำผ้าที่ผ่านการย้อม มาวัดค่าการสะท้อนแสงด้วยเครื่อง reflectance spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 - 700 นาโนเมตร ใช้แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ D65 ซึ่งให้แสงที่มีสเปคตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเหมือนกับแสงแดดในตอนกลางวัน ได้ผลรวมระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างสี (CIE L) และเฉดสี (CIE a, CIE b) ตามตารางผนวกที่ 7ข – 9ข นำค่าเฉลี่ยระดับความเข้มสีบนผ้า ระดับค่าความสว่างของสี และและเฉดสี บนผ้าที่ย้อมด้วยการเติมสารช่วยติดชนิดต่าง ๆ มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว เพื่อทดสอบว่าขั้นตอนการเติมสารช่วยติด และชนิดของสารช่วยติดมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มของสีบนผ้า ระดับค่าความสว่างสี และและเฉดสี บนผ้าต่างกันหรือไม่ ได้ผลแสดงในตารางที่ 4.2.7 และรูปที่ 4.2.8 – 4.2.11

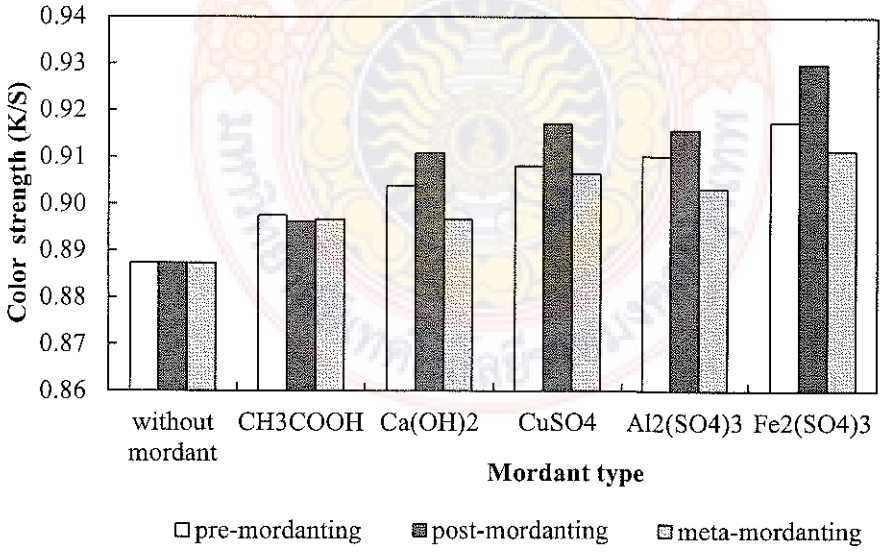
ตารางที่ 4.2.7 การทดสอบค่าระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าความสว่างสี (CIE L) และเฉดสี (CIEa, CIEb) บนผ้าทอที่ย้อมโดยการเติมสารช่วยติดสีชนิดต่าง ๆ

ชนิดของสารช่วยติด	ขั้นตอนการเติม	K/S			CIE L			CIE a			CIE b		
		$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P	$\bar{X}$	SD	P
CH_3COOH	pre	0.8975	0.0057	0.0957	72.26	0.59	0.052	4.49	0.11	0.392	15.01	0.19	0.052
	post	0.8962	0.0056		73.06	0.13		4.53	0.09		14.93	0.28	
	meta	0.8966	0.0059		73.06	0.13		4.60	0.05		14.35	0.30	
$Ca(OH)_2$	pre	0.9039	0.0071	0.147	66.48	1.04	0.614	4.32	0.11	0.465	12.01	0.53	0.510
	post	0.9109	0.0094		65.92	0.79		4.31	0.03		12.11	0.21	
	meta	0.8966	0.0057		65.66	1.11		4.40	0.10		11.77	0.20	
$CuSO_4$	pre	0.9081	0.0025	0.064	71.86	0.49	0.310	2.60	0.16	0.310	14.65	0.25	0.070
	post	0.9170	0.0047		71.44	0.52		2.54	0.05		14.60	0.36	
	meta	0.9064	0.0060		71.99	0.04		2.67	0.03		15.18	0.16	
$Al_2(SO_4)_3$	pre	0.9103	0.0044	0.055	72.94	0.57	0.226	3.95	0.14	0.795	14.29	0.34	0.973
	post	0.9159	0.0036		73.17	0.32		3.98	0.03		14.27	0.24	
	meta	0.9033	0.0064		72.30	0.71		4.00	0.01		14.23	0.25	
$Fe_2(SO_4)_3$	pre	0.9175	0.0068	0.007	65.29	0.14	<0.001	2.35	0.09	0.921	11.03	0.17	0.276
	post	0.9300	0.0041		64.42	0.45		2.32	0.15		10.73	0.47	
	meta	0.9114	0.0013		66.75	0.15		2.37	0.14		11.15	0.06	

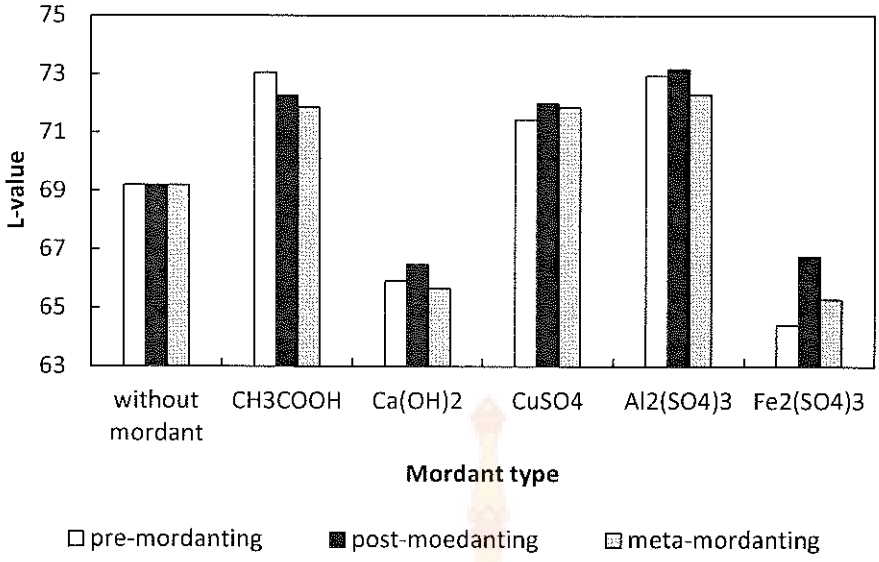
หมายเหตุ: CIE lab coordinate L = ความสว่างของสี (L = 0 หมายถึงสีดำ L = 100 หมายถึงสีขาว)

a = ค่าบอกความเป็นสีแดง-เขียว (a เป็นบวก หมายถึงความเป็นสีแดง a เป็นลบ หมายถึงความเป็นสีเขียว)

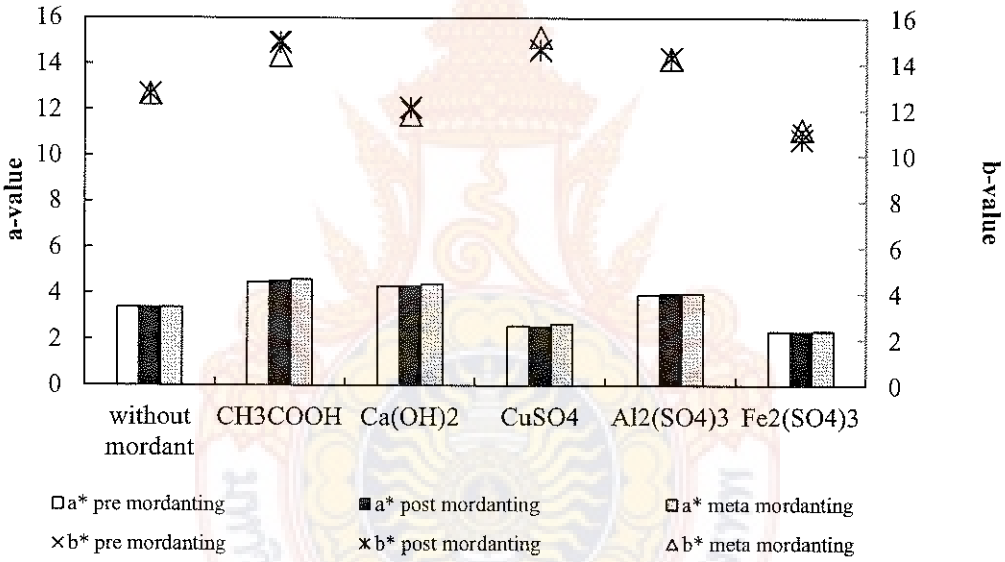
b = ค่าบอกความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b เป็นบวก หมายถึงความเป็นสีเหลือง b เป็นลบหมายถึงความเป็นสีน้ำเงิน)



รูปที่ 4.2.9 ระดับความเข้มของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟด้วยสารช่วยติดต่างกัน



รูปที่ 4.2.10 ระดับความสว่างของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟด้วยสารช่วยติดต่างกัน



รูปที่ 4.2.11 เฉดของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟด้วยสารช่วยติดต่างกัน

ผลจากตารางที่ 4.2.7 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มสีบนผ้าทอ ค่าเฉลี่ยระดับความแตกต่างของสี (L* a* b*) ที่ย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกากกาแฟด้วยสารช่วยติดสีต่างชนิดกัน ตลอดจนขั้นตอนในการเติมสารช่วยติดต่างกัน ทำให้ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มสีบนผ้าทอ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้วิธีของเชฟเฟ่ ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ 18ค – 29ค มีผลทดสอบดังนี้

ผลของขั้นตอนในการเติมสารช่วยติดสี

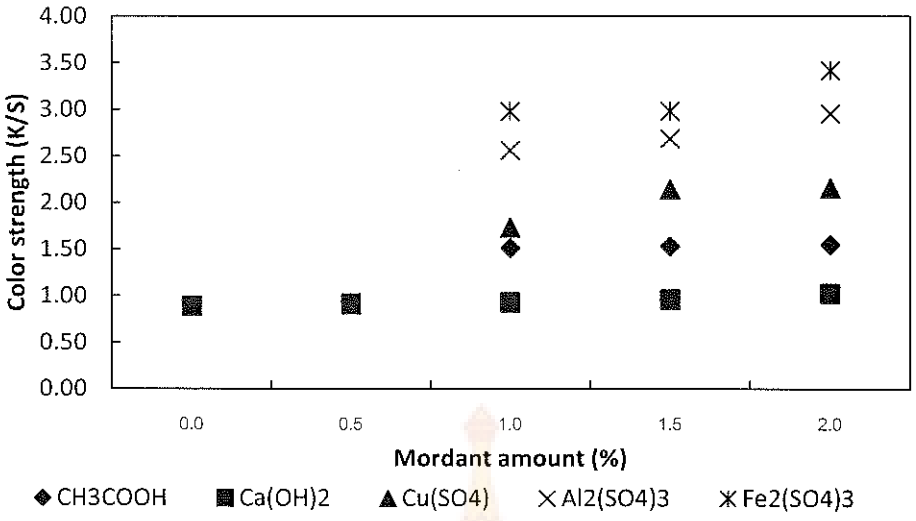
ขั้นตอนการเติมสารช่วยติดสีประเภท $Fe_2(SO_4)_3$ มีผลค่าระดับความเข้มและความสว่างของสีของผ้าที่ย้อมได้อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนการใช้ CH_3COOH, $Ca(OH)_2$, $CuSO_4$ และ $Al_2(SO_4)_3$ เป็นสารช่วยติดสีขั้นตอนในการเติมสารช่วยติดในการย้อมผ้าทอด้วยสีที่สกัดจากกากกาแฟ ไม่มีผลต่อค่าความเข้มสี ความสว่างของสี และเฉดสีของผ้าที่ย้อมได้

ผลของชนิดของสารช่วยติดสี

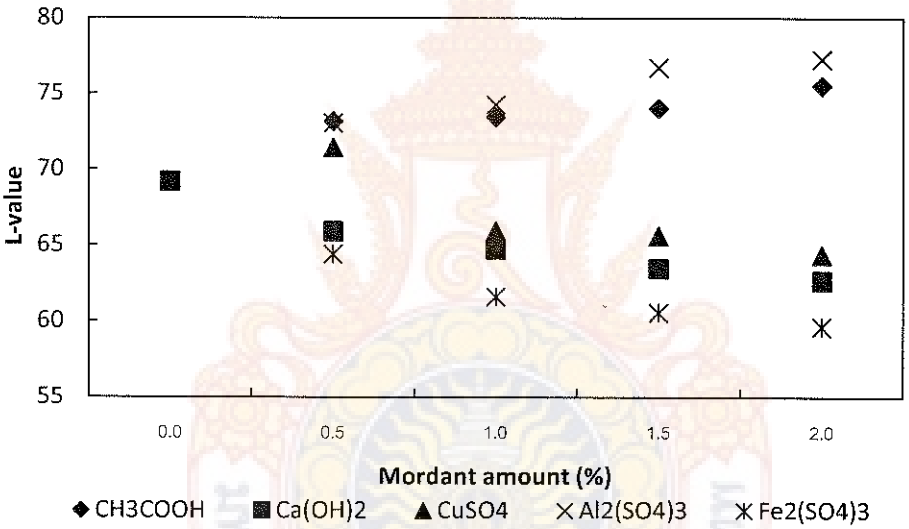
- ผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกากกาแฟ โดยใช้สารช่วยติดผ้าที่ย้อมได้มีค่าระดับความเข้มของสีความสว่างของสี และเฉดสี แตกต่างจากการย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสี อย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$)
- ผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกากกาแฟ โดยใช้สารช่วยติดต่างชนิดกัน ผ้าที่ย้อมได้มีค่าระดับความเข้มของสี ความสว่างของสี และเฉดสี แตกต่างจากการย้อมโดยไม่ใช้สารช่วยติดสีอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

(2) ปริมาณของสารมอร์แดนต์ (0.5% 1.0% 1.5% และ 2% โดยน้ำหนักผ้า)

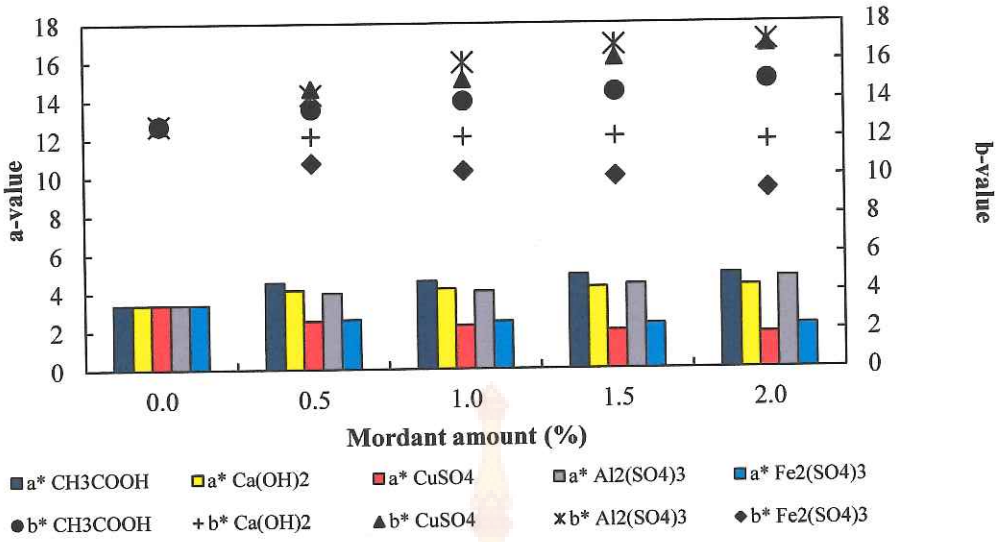
นำผ้าฝ้ายทอ น้ำหนักผ้า 5 กรัม ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟต่อปริมาณน้ำเท่ากับ 150:50 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ปริมาณเกลือ 2.00 กรัม ระยะเวลาย้อม 60 นาที เติมสารช่วยติดสี (สารมอร์แดนต์) ได้แก่กรดแอซิติก (CH_3COOH) ปูนขาว ($Ca(OH)_2$) คอบเพอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) อะลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$) เฟอร์รัสซัลเฟต ($Fe_2(SO_4)_3$) โดยเติมสารช่วยติดหลังการย้อม (post-mordanting) แปรผันปริมาณการเติมร้อยละ 0.5, 1.0, 1.5, และ 2.0 ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง นำผ้าที่ผ่านการย้อม มาวัดค่าการสะท้อนแสงด้วยเครื่อง reflectance spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 - 700 นาโนเมตร ใช้แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์ D65 ซึ่งให้แสงที่มีสเปคตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเหมือนกับแสงแดดในตอนกลางวัน ได้ผลรวมระดับความเข้มของสี (color yield, K/S) ระดับค่าสี (CIE L) และเฉดสี (CIE a, CIE b) ตามตารางผนวกที่ 10 ข และรูปที่ 4.2.9 – 4.2.11



รูปที่ 4.2.9 ระดับความเข้มของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟด้วยสารช่วยติดปริมาณต่างกัน



รูปที่ 4.2.10 ระดับความสว่างของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟด้วยสารช่วยติดปริมาณต่างกัน



รูปที่ 4.2.11 เฉดของสีบนผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟด้วยสารช่วยติดปริมาณต่างกัน

ผลจากตารางผนวกที่ 10ข และรูปที่ 4.2.9-4.2.11 แสดงว่า การย้อมผ้าทอด้วยน้ำสีสกัดจากกากกาแฟด้วยสารช่วยติดสีในปริมาณต่างกัน ให้ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มสีบนผ้าทอ (k/S) ระดับค่าความสว่างของสี และเฉดสี (L* a* b*) แตกต่างกัน

- ปริมาณสารช่วยติดมากขึ้นทำให้ผ้ามีระดับความเข้มของสีบนผ้าสูงขึ้น
- ปริมาณสารช่วยติดมากขึ้นทำให้ระดับความสว่างของผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีจากกากกาแฟมีค่าระดับความสว่างแตกต่างกัน โดย กรดแอซิติก และอะลูมิเนียมซัลเฟต ทำให้ผ้ามีระดับความสว่างมากขึ้น ส่วนการใช้ปูนขาว คอบเพอร์ซัลเฟต เฟอร์รัสซัลเฟต ทำให้ระดับความสว่างของผ้าลดลง

4.3 ประสิทธิภาพของการย้อมผ้าฝ้ายจากน้ำสีที่สกัดได้จากกากกาแฟ

ศึกษาความคงทนของสีต่อการซักล้างด้วยวิธีตามมาตรฐาน ISO 105-C06 :1994(E) ได้ผลแสดงในตารางผนวกที่ โดยนำผ้าที่ผ่านการซัก และไม่ซักมาเปรียบเทียบเพื่อประเมินค่าความคงทนของสีจากการเปื้อนติดสี โดยใช้ Gray scale for staining เป็นเกรย์สเกลเทียบชั้นคุณภาพของสีซึ่งประกอบด้วยแถบสีขาว 1 คู่ และแถบสีเทา-ขาว 8 คู่ ในแต่ละคู่ทำให้เกิดชั้นคุณภาพ 5 ชั้น ชั้นคุณภาพที่ตกอยู่ระหว่างกลางของชั้นอีก 4 ระดับ คือ 1-2, 2-3, 3-4, และ 4-5 รวมทั้งหมดเป็น 9 ระดับ (AATCC, 2002) ดังนี้

ระดับความคงทน	อัตราความคงทน
ระดับ 5	ดียอดเยี่ยม
ระดับ 4-5	ดีเลิศ
ระดับ 4	ดีมาก
ระดับ 3-4	ดี
ระดับ 3	เกือบดี
ระดับ 2-3	ดีพอใช้
ระดับ 2	พอใช้
ระดับ 1-2	แย่
ระดับ 1	แย่มาก

ตารางที่ 4.3.1 การทดสอบความคงทนของสีที่ย้อมได้จากสีที่สกัดจากน้ำกากกาแฟต่อการซักและต่อแสง

ชนิดของสารช่วยติด	วิธีย้อม	ระดับความคงทนของสีต่อการซัก[1]			ระดับความคงทนต่อแสง[2]
		การซีดของสี	การติดสีบนฝ้าย	การติดสีบน wool	Blue wool
Without mordant		1	3-4	4	1-2
CH_3COOH	Pre-mordanting	1	3-4	4	3-4
	Post-mordanting	1	4	4	3
	Meta-mordanting	1	3-4	4-5	3-4
$Ca(OH)_2$	Pre-mordanting	1-2	4-5	4	4
	Post-mordanting	1-2	4-5	4	3-4
	Meta-mordanting	1-2	4	4-5	3-4
$CuSO_4$	Pre-mordanting	1	3-4	3-4	4
	Post-mordanting	1-2	4-5	4	3-4
	Meta-mordanting	1	3-4	4	3
$Al_2(SO_4)_3$	Pre-mordanting	2	3	3-4	4
	Post-mordanting	2	3-4	4	4-5
	Meta-mordanting	2	4	4-5	4
$Fe_2(SO4)_3$	Pre-mordanting	2	4	4	4
	Post-mordanting	2	4-5	4-5	4
	Meta-mordanting	2	4	4-5	4

1 ระดับความคงทนของสีต่อการซักล้าง มีค่าตั้งแต่ระดับ 1-5 โดยที่ ระดับ 1 หมายถึงตัวอย่างมีความคงทนของสีต่อการซักล้างต่ำที่สุด และระดับ 5 หมายถึงตัวอย่างมีความคงทนของสีต่อการซักล้างสูงที่สุด

2 ระดับความคงทนของสีต่อแสง มีค่าตั้งแต่ระดับ 1-8 โดยที่ระดับ 1 หมายถึงตัวอย่างมีความคงทนของสีต่อแสงแดดต่ำที่สุด และระดับ 8 หมายถึงตัวอย่างมีความคงทนของสีต่อแสงแดดสูงที่สุด สำหรับสีธรรมชาติระดับความคงทนของสีต่อแสงแดดที่ยอมรับได้คือตั้งแต่ระดับ 3 ขึ้นไป

ผลการทดสอบการซักพบว่าผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำสกัดจากกากกาแฟ โดยไม่ใช้สารช่วยติดสี มีความคงทนต่อการซักและความคงทนต่อแสงต่ำ โดยหลังการซักสีตกมากให้ผลของเกรย์สเกลในระดับ 1 ให้ผลความคงทนต่อแสงในระดับ 1-2 ส่วนผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำสกัดจากกากกาแฟ และใช้สารช่วยติดสีทำให้ผ้ามีความคงทนต่อการซักและคงทนต่อแสงมากขึ้น เฟอร์รัสซัลเฟตและคอพเพอร์ซัลเฟต ช่วยให้ผ้ามีความคงทนต่อการซักและคงทนต่อแสงมากกว่า อะลูมิเนียมซัลเฟต ปูนขาว และกรดแอซีติก โดย เฟอร์รัสซัลเฟตและคอพเพอร์ซัลเฟต พบว่าการซีดของสีผ้า หลังการซักอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง กล่าวคือผลของเกรย์สเกลสำหรับการซักมีค่าระดับ 2 สีที่ตกจะไม่ติดสีบนผ้าฝ้ายและขนสัตว์

ตารางที่ 4.3.1 การทดสอบความคงทนของสีที่ย้อมได้จากสีที่สกัดจากน้ำกากกาแฟต่อการซักและต่อแสง

ชนิดของสารช่วยติด	วิธีย้อม	ระดับความคงทนของสีต่อการซัก[1]			ระดับความคงทนต่อแสง[2]
		การขีดของสี	การติดสีบนฝ้าย	การติดสีบน wool	Blue wool
Without mordant		1	3-4	4	1-2
CH_3COOH	Pre-mordanting	1	3-4	4	3-4
	Post-mordanting	1	4	4	3
	Meta-mordanting	1	3-4	4-5	3-4
$Ca(OH)_2$	Pre-mordanting	1-2	4-5	4	4
	Post-mordanting	1-2	4-5	4	3-4
	Meta-mordanting	1-2	4	4-5	3-4
$CuSO_4$	Pre-mordanting	1	3-4	3-4	4
	Post-mordanting	1-2	4-5	4	3-4
	Meta-mordanting	1	3-4	4	3
$Al_2(SO_4)_3$	Pre-mordanting	2	3	3-4	4
	Post-mordanting	2	3-4	4	4-5
	Meta-mordanting	2	4	4-5	4
$Fe_2(SO4)_3$	Pre-mordanting	2	4	4	4
	Post-mordanting	2	4-5	4-5	4
	Meta-mordanting	2	4	4-5	4

1 ระดับความคงทนของสีต่อการซักล้าง มีค่าตั้งแต่ระดับ 1-5 โดยที่ ระดับ 1 หมายถึงตัวอย่างมีความคงทนของสีต่อการซักล้างต่ำที่สุด และระดับ 5 หมายถึงตัวอย่างมีความคงทนของสีต่อการซักล้างสูงที่สุด

2 ระดับความคงทนของสีต่อแสง มีค่าตั้งแต่ระดับ 1-8 โดยที่ระดับ 1 หมายถึงตัวอย่างมีความคงทนของสีต่อแสงแดดต่ำที่สุด และระดับ 8 หมายถึงตัวอย่างมีความคงทนของสีต่อแสงแดดสูงที่สุด สำหรับสิธรรมชาติระดับความคงทนของสีต่อแสงแดดที่ยอมรับได้คือตั้งแต่ระดับ 3 ขึ้นไป

ผลการทดสอบการซักพบว่าผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำสกัดจากกากกาแฟ โดยไม่ใช้สารช่วยติดสี มีความคงทนต่อการซักและความคงทนต่อแสงต่ำ โดยหลังการซักสีตกมากให้ผลของเกรย์สเกลในระดับ 1 ให้ผลความคงทนต่อแสงในระดับ 1-2 ส่วนผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำสกัดจากกากกาแฟ และใช้สารช่วยติดสีทำให้ผ้ามีความคงทนต่อการซักและคงทนต่อแสงมากขึ้น เฟอร์รัสซัลเฟตและคอพเพอร์ซัลเฟต ช่วยให้ผ้ามีความคงทนต่อการซักและคงทนต่อแสงมากกว่า อะลูมิเนียมซัลเฟต ปูนขาว และกรดแอซีติก โดย เฟอร์รัสซัลเฟตและคอพเพอร์ซัลเฟต พบว่าการขีดของสีผ้า หลังการซักอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง กล่าวคือผลของเกรย์สเกลสำหรับการซักมีค่าระดับ 2 สีที่ตกจะไม่ติดสีบนผ้าฝ้ายและขนสัตว์

4.4 ศึกษาความพึงพอใจในการนำผ้าฝ้ายย้อมด้วยสีธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรมาสร้างสรรค์ เป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ

4.4.1 การทำผ้ามัดย้อมจากสีย้อมธรรมชาติจากกากกาแฟ

นำเสื้อผ้าฝ้ายมามัดทำเป็นลวดลายต่าง ๆ ใช้เชือกฟางมัดไขว้ โดยมัดให้แน่น เพื่อไม่ให้สีซึมเข้าส่วนที่ไม่ต้องการให้สีติด วิธีการมัดแสดงดังรูปที่ 4.4.1 นำเสื้อที่มัดแล้วไปย้อมด้วยสีที่สกัดจากกากกาแฟในภาวะที่ได้จากขั้นตอนที่ 4.2 หลังการย้อมนำผ้าที่ย้อมไปแช่ในน้ำสนิมเหล็ก น้ำขี้เถ้า และน้ำโคลน เพื่อช่วยให้สีย้อมติดมากขึ้น ได้ผลการย้อมแสดงในรูปที่ 4.4.2 - 4.4.4

รูปที่ 4.4.1 การทำลวดลายมัดย้อม

รูปที่ 4.4.2 ผ้ามัดย้อมสีสกัดจากกากกาแฟใช้น้ำปูนเป็นสารช่วยติดสี

รูปที่ 4.4.3 ผ้ามัดย้อมสีสกัดจากกากกาแฟใช้น้ำโคลนเป็นสารช่วยติดสี

รูปที่ 4.4.4 ผ้ามัดย้อมสีสกัดจากกากกาแฟใช้น้ำสนิมเป็นสารช่วยติดสี

4.4.2 จัดนิทรรศการแสดงผลงานสิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากกากกาแฟสด

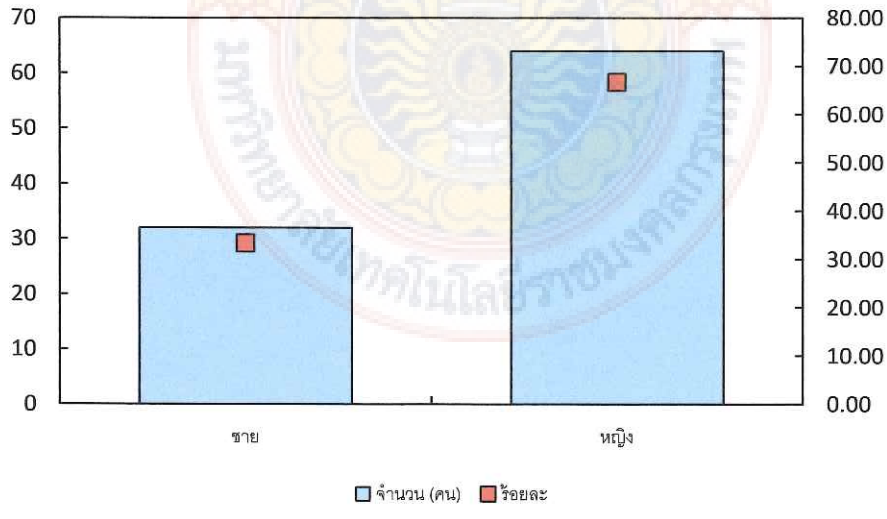
ประเมินผลความพึงพอใจในการนำผ้าฝ้ายย้อมด้วยสีธรรมชาติจากกากกาแฟสด มาสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอโดยจัดนิทรรศการแสดงผลงาน ดังรูป ที่ 4.4.5

รูปที่ 4.4.5 ผ้าฝ้ายย้อมด้วยสีธรรมชาติจากกากกาแฟสด

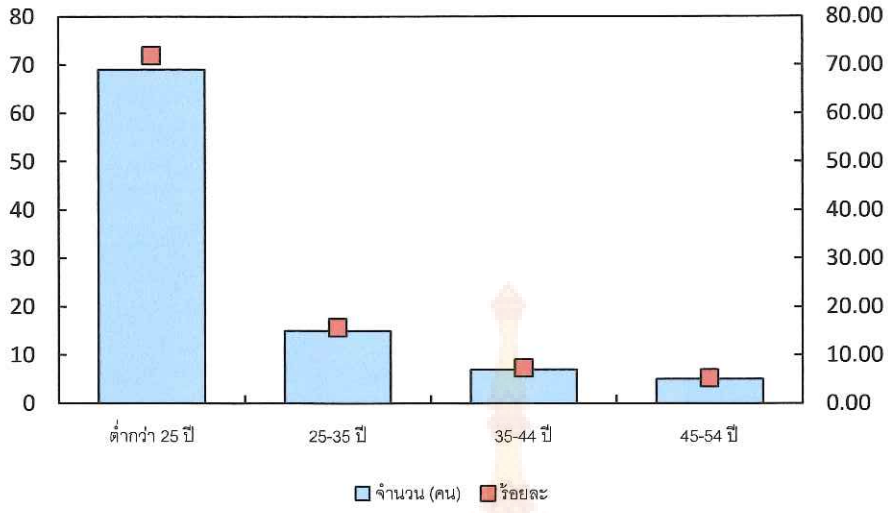
จากการจัดนิทรรศการแสดงผลงาน และใช้แบบสอบถาม (รายละเอียดแบบสอบถามในภาคผนวก ง) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าชมผลงานจำนวน 97 คน

(1) ข้อมูลทั่วไป

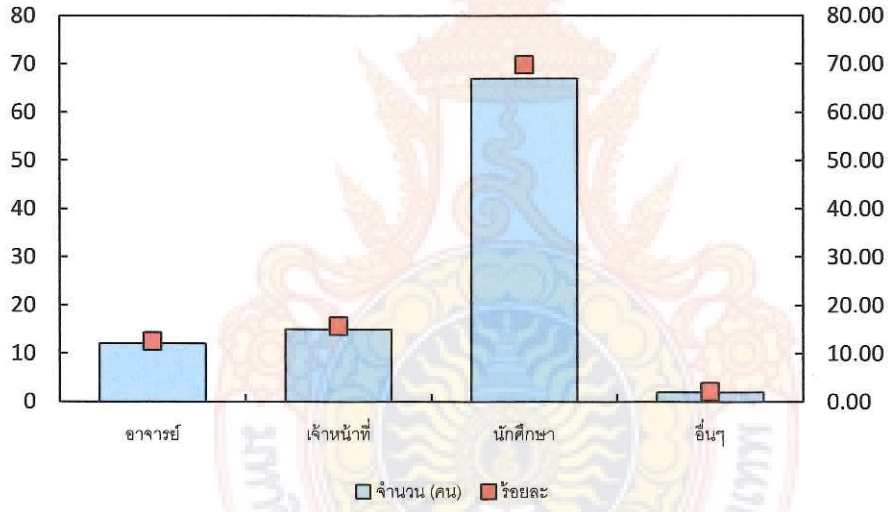
ผลการศึกษาข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง แสดงในรูปที่ 4.4.6-4.4.9 และตารางผนวกที่ 1ง



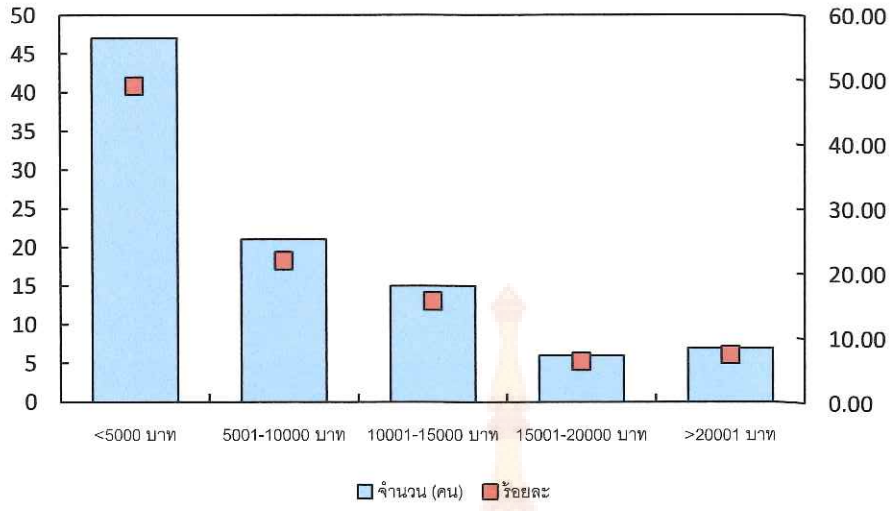
รูปที่ 4.4.6 เพศของกลุ่มตัวอย่าง



รูปที่ 4.4.7 ช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่าง



รูปที่ 4.4.8 สถานภาพของกลุ่มตัวอย่าง

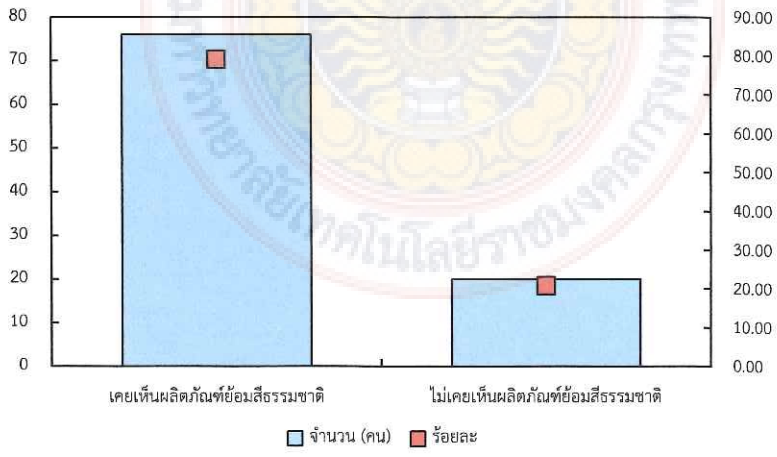


รูปที่ 4.4.9 รายได้ของกลุ่มตัวอย่าง

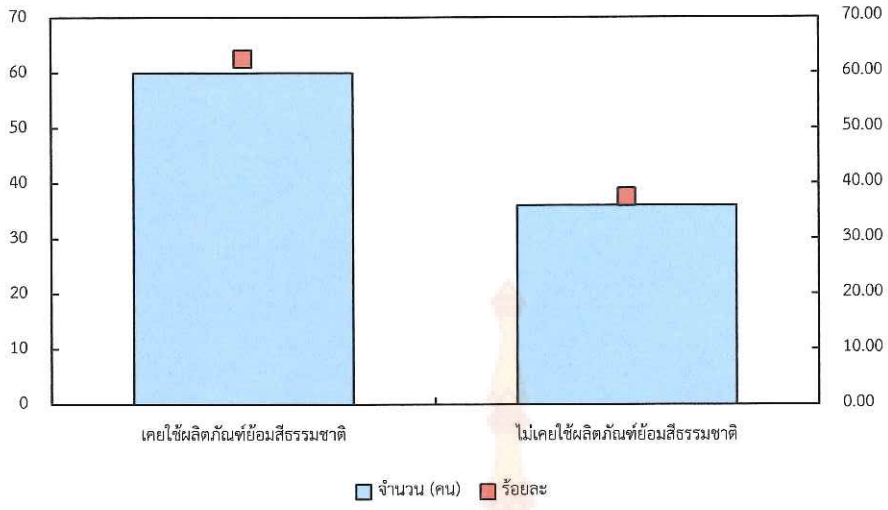
จากรูปที่ 4.4.4-4.4.9 พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เข้าชมผลงานและตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นผู้หญิง (ร้อยละ 64.0) ส่วนใหญ่มีอายุต่ำกว่า 25 ปี (ร้อยละ 71.88) โดยเป็นนักศึกษามากที่สุด รองลงมาเป็นเจ้าหน้าที่ อาจารย์ และลูกจ้าง คิดเป็นร้อยละ 69.79, 15.63, 12.50 และ 2.08 ตามลำดับ และมีรายได้ต่ำกว่า 5000 บาท คิดเป็นร้อยละ 48.96

(2) ความเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ

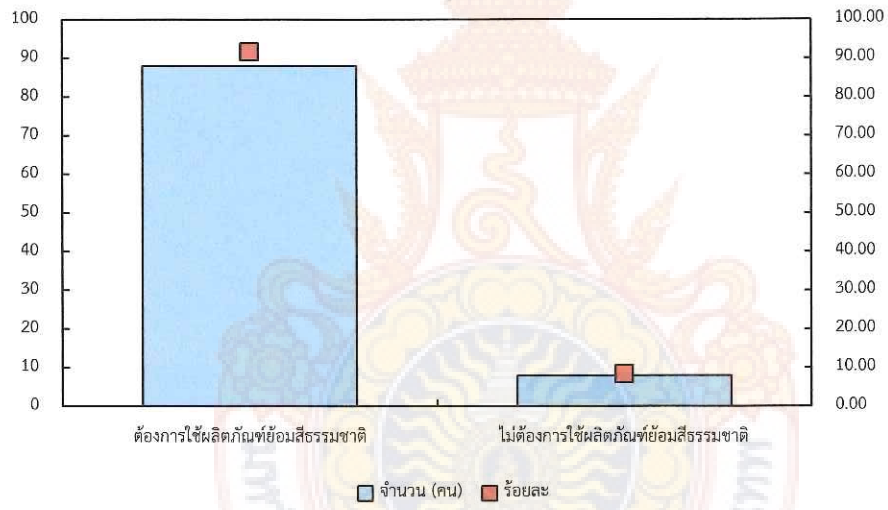
ผลการศึกษาความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ แสดงในรูปที่ 4.4.10 - 4.4.14 และตารางผนวกที่ 1ง



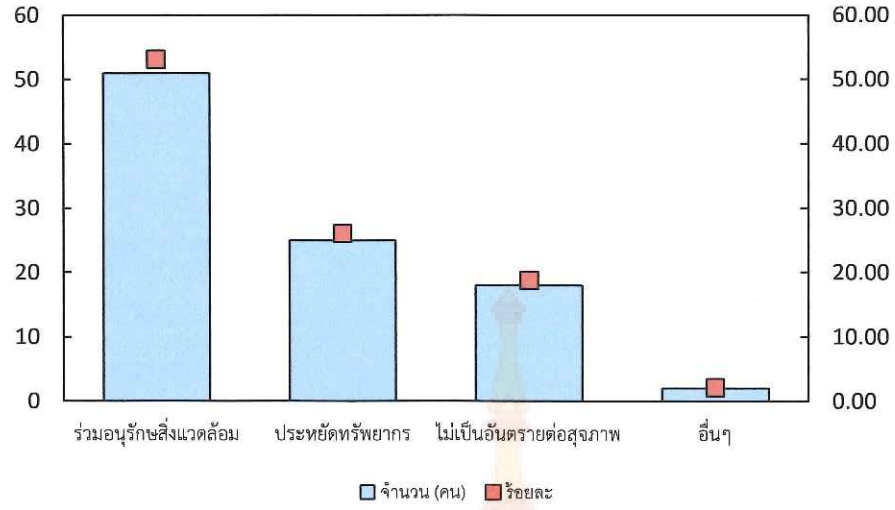
รูปที่ 4.4.10 การรู้จักผลิตภัณฑ์



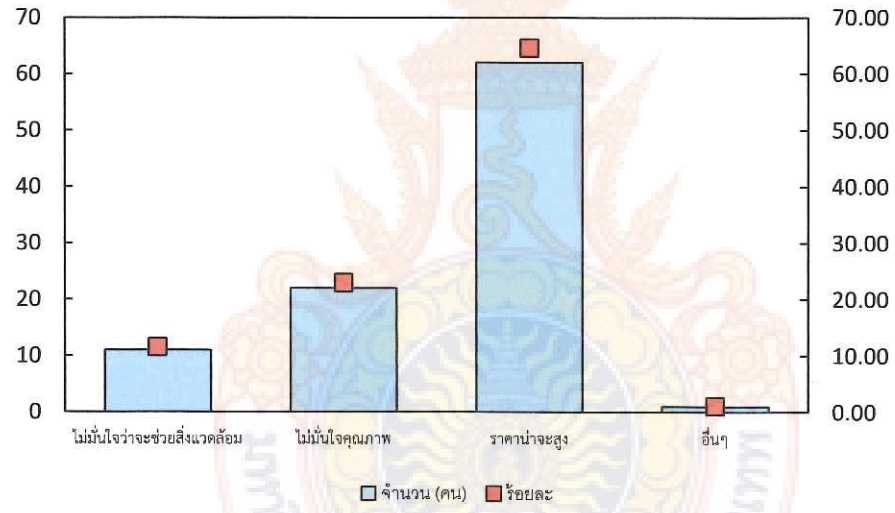
รูปที่ 4.4.11 การเคยใช้ผลิตภัณฑ์



รูปที่ 4.4.12 ความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์



รูปที่ 4.4.13 เหตุผลที่ความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์



รูปที่ 4.4.14 เหตุผลที่ไม่ต้องการใช้ผลิตภัณฑ์

จากรูปที่ 4.4.10-4.4.14 พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เคยเห็นและเคยใช้ผลิตภัณฑ์ที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 79.17 และร้อยละ 62.50 ตามลำดับ โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความประสงค์จะใช้ผลิตภัณฑ์ที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ (ร้อยละ 91.67) และเมื่อพิจารณาถึงเหตุผลที่จะเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ พบว่าส่วนใหญ่ต้องการเป็นส่วนหนึ่งของการร่วมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (ร้อยละ 53.13) และเหตุผลที่กลุ่มตัวอย่างไม่ประสงค์จะใช้ผลิตภัณฑ์ที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ (ร้อยละ 8.33) เนื่องจากคิดว่าราคาน่าจะสูงกว่าผลิตภัณฑ์ทั่วไป (ร้อยละ 64.58)

(3) ความพึงพอใจที่มีต่องานสิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากกากกาแฟสด

ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่องานสิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากกากกาแฟสด ของกลุ่มตัวอย่าง แสดงในตารางที่ 4.4.1 และตารางผนวกที่ 2ง

ตารางที่ 4.4.1 ความพึงพอใจที่มีต่องานสิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากกากกาแฟสด

ประเด็นความพึงพอใจ	จำนวน (คน)	คะแนนรวม	พิสัย	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
ผลิตภัณฑ์มีความสวยงามน่าใช้	96	420	3-5	4.38	0.53	มาก
ผลิตภัณฑ์สามารถดึงดูดความสนใจ	96	409	3-5	4.26	0.58	มาก
สีย้อมที่ได้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	96	406	3-5	4.23	0.59	มาก
ผลิตภัณฑ์เหมาะสำหรับเป็นของฝากของที่ระลึก	96	403	3-5	4.20	0.63	มาก
ผลิตภัณฑ์เหมาะสำหรับใช้ในชีวิตประจำวัน	96	407	3-5	4.24	0.63	มาก
ผลิตภัณฑ์ช่วยดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม	96	436	3-5	4.54	0.56	มากที่สุด
ผลิตภัณฑ์ไม่มีผลต่อสุขภาพ	96	426	3-5	4.44	0.61	มาก
ความพึงพอใจในภาพรวม		2907		4.33	0.42	มาก

จากตารางที่ 4.4.1 พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่องานสิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากกากกาแฟสดในภาพรวมในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.33) และเมื่อพิจารณาตามประเด็นที่มีผลต่อความพึงพอใจ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในประเด็นที่ผลิตภัณฑ์ช่วยดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.54)

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 ภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารสีธรรมชาติจากกากกาแฟ

ภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสีจากกากกาแฟคือ ใช้กากกาแฟ 20 กรัม โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัม น้ำ 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง โดยพบว่าความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ อุณหภูมิ เวลา และปริมาณกากกาแฟมีผลต่อประสิทธิภาพการสกัดสีจากกากกาแฟสดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

5.2 ภาวะที่เหมาะสมในการย้อมผ้าฝ้ายจากน้ำสีที่สกัดได้จากกาแฟ

จากการทดลองพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการย้อม คือ ระยะเวลาการย้อม อุณหภูมิ และสารช่วยย้อม โดยระยะเวลาย้อม เวลาในการย้อมเร็วเกินไป ผ้าจะมีรอยด่าง และสีที่ได้ไม่สม่ำเสมอ ถ้าระยะเวลาย้อมนานเกินไปผ้าจะติดสีได้ดีขึ้น แต่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก และทำให้เส้นใยหรือผ้ามีคุณภาพลดลงไป เพราะต้องแช่อยู่ในน้ำย้อมและความร้อนนานเกินไป ดังนั้นจำเป็นต้องหาทางควบคุมอัตราเร็วของการย้อม โดยการเปลี่ยนอุณหภูมิที่ใช้ย้อม หรือใช้สารช่วยย้อม (chemical auxiliary) ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้เกลือเป็นสารช่วยย้อม จากผลการทดลองพบว่าภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีธรรมชาติจากกากกาแฟคือ อัตราส่วนของน้ำสีต่อน้ำ 150:100 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลาย้อม 60 นาที โดยระหว่างการย้อมต้องหมั่นคนเพื่อให้ผ้าที่ย้อมมีสีติดอย่างสม่ำเสมอ ผ้าฝ้ายทอที่ย้อมได้มีระดับความเข้มของสีบนผ้าเท่ากับ 0.8873 และมีค่าความสว่างเท่ากับ 69.20

5.3 ผลของการใช้สารช่วยติดหรือมอร์แดนต์

(1) ผลของชนิดและขั้นตอนการเติมสารช่วยติด

ผลจากการย้อมผ้าฝ้ายทอ ด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟต่อปริมาณน้ำเท่ากับ 150:50 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ปริมาณเกลือ 2.00 กรัม ระยะเวลาย้อม 60 นาที เติมสารมอร์แดนต์ ได้แก่กรดแอซิติก (CH_3COOH) ปูนขาว ($Ca(OH)_2$) คอปเพอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) อะลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$) เฟอร์รัสซัลเฟต ($Fe_2(SO_4)_3$) เติมสารมอร์แดนต์ ปริมาณร้อยละ 0.5 โดยเติมสารมอร์แดนต์ก่อนการย้อม (pre-mordanting) เติมสารมอร์แดนต์ หลังการย้อม (post-mordanting) เติมสารมอร์แดนต์พร้อมกับการย้อม (meta-mordanting) ผลการทดลองพบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มสีบนผ้าทอ ค่าเฉลี่ยระดับความแตกต่างของสี (L* a* b*) ที่ย้อมด้วยน้ำสีสกัดจากกากกาแฟด้วยสารมอร์แดนต์ ต่างชนิดกัน ตลอดจนขั้นตอนในการเติมสารมอร์แดนต์ต่างกัน ทำให้ค่าเฉลี่ยระดับความเข้มสีบนผ้าทอ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) การเติมสารมอร์แดนต์หลังการย้อม

(post-mordanting) ส่วนใหญ่พบว่าให้สีที่มีความเข้มบนผ้าสูงกว่า การเติมสารมอร์แดนต์ก่อนย้อม และการเติมสารมอร์แดนต์พร้อมการย้อม

(2) ผลของปริมาณของสารมอร์แดนต์

ผลจากการย้อมผ้าฝ้ายทอ ด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟต่อปริมาณน้ำเท่ากับ 150:50 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ปริมาณเกลือ 2.00 กรัม ระยะเวลาย้อม 60 นาที เติมสารมอร์แดนต์ ได้แก่กรดแอซิติก (CH_3COOH) ปูนขาว ($Ca(OH)_2$) คอปเพอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) อะลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$) เฟอร์รัสซัลเฟต ($Fe_2(SO_4)_3$) เติมสารมอร์แดนต์หลังการย้อม (post-mordanting) แปรผันปริมาณการเติมร้อยละ 0.5, 1.0, 1.5, และ 2.0 ผลการทดลองพบว่า

- ปริมาณสารมอร์แดนต์ มากขึ้นทำให้ผ้ามีระดับความเข้มของสีบนผ้าสูงขึ้น

- ปริมาณสารมอร์แดนต์ มากขึ้นทำให้ระดับความสว่างของผ้าที่ย้อมด้วยน้ำสีจากกากกาแฟมีค่าระดับความสว่างแตกต่างกัน โดย กรดแอซิติก และอะลูมิเนียมซัลเฟต ทำให้ผ้ามีระดับความสว่างมากขึ้น ส่วนการใช้ปูนขาว คอปเพอร์ซัลเฟต เฟอร์รัสซัลเฟต ทำให้ระดับความสว่างของผ้าลดลง

ทั้งนี้เนื่องจากสารมอร์แดนต์ แต่ละชนิดมีสมบัติทำให้ได้ผ้าที่มีระดับความแตกต่างของสีแตกต่างกัน (Simpson,1986; Moeyes, 1993)

ดังนั้นถ้าต้องการให้ผ้าย้อมด้วยสีจากกากกาแฟมีความสว่างสดใสควรใช้กรดแอซิติก และอะลูมิเนียมซัลเฟต และหากต้องการให้ผ้ามีสีทึมควรใช้ปูนขาว คอปเพอร์ซัลเฟต เฟอร์รัสซัลเฟต สอดคล้องกับการศึกษาของเทียนศักดิ์, 2534; พูลทรัพย์และคณะ, 2542 ซึ่งรายงานว่าการใช้สารส้มหรืออะลูมิเนียมซัลเฟต เป็นสารมอร์แดนต์จะได้สีระดับอ่อน การใช้มะนาวหรือมะขามช่วยให้ย้อมได้สีสดใส การใช้โคลนหรือน้ำบาดาลช่วยให้ระดับสีมีความเข้ม และจากรายงานของ Parrott,1978; Moeyes, 1993 ซึ่งรายงานว่าการใช้อะลูมินัมเป็นสารมอร์แดนต์จะได้สีที่มีความสดใส การใช้เหล็กได้สีที่ไม่สดใส ส่วนการใช้ทองแดงได้สีทีเจือสีเขียว (Parrott,1978; Moeyes, 1993)

5.4 ประสิทธิภาพของการย้อมผ้าฝ้ายจากน้ำสีที่สกัดได้จากกากกาแฟ

จากการทดสอบความคงทนของสีต่อการซักล้างด้วยวิธีตามมาตรฐาน ISO 105-C06 :1994 และทดสอบความคงทนของแสง ด้วยวิธีมาตรฐาน ISO 105-B-02 ผลการทดสอบพบว่า ผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟ โดยไม่ใช้สารมอร์แดนต์ มีความคงทนต่อการซักและความคงทนต่อแสงต่ำ โดยหลังการซักสีตกมากให้ผลของเกรย์สเกลในระดับ 1 ให้ผลความคงทนต่อแสงในระดับ 1-2 ส่วนผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำสีที่สกัดจากกากกาแฟ และใช้สารมอร์แดนต์ ทำให้ผ้ามีความคงทนต่อการซักและคงทนต่อแสงมากขึ้น เฟอร์รัสซัลเฟตและคอพเพอร์ซัลเฟต ช่วยให้ผ้ามีความคงทนต่อการซักและคงทนต่อแสงมากกว่าอะลูมิเนียมซัลเฟต ปูนขาว และกรดแอซีติก โดย เฟอร์รัสซัลเฟตและคอพเพอร์ซัลเฟต พบว่าการซีดของสีผ้า หลังการซักอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง กล่าวคือผลของเกรย์สเกลสำหรับการซักมีค่าระดับ 2 สีที่ตกจะไม่ติด

สีบนผ้าฝ้ายและขนสัตว์ ทั้งนี้เนื่องจากสีที่สกัดได้เป็นสีธรรมชาติ ซึ่งสีธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นสีที่ละลายได้ในน้ำ และทำปฏิกิริยากับเส้นใยด้วยตนเอง จึงเป็นสีที่ย้อมติดง่ายและเมื่อนำไปซักล้าง สีก็สามารถละลายน้ำออกมาได้ง่ายเช่นกัน (เทียนศักดิ์ 2543 : 15) การใช้สารมอร์แดนต์ เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มคุณภาพความคงทนของสีย้อมจากธรรมชาติ สารมอร์แดนต์จะสามารถรวมกับโมเลกุลของสีเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับสี (metal dye complexes) สามารถผนึกอยู่ในเส้นใยได้ดีขึ้น ทำให้โมเลกุลของสีมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้มีความคงทนมากขึ้น โดยเฉพาะสารมอร์แดนต์ที่เป็นโลหะ จะช่วยทำให้สียึดติดกับเส้นใยได้ดีขึ้น เนื่องจากโลหะสามารถเกิดพันธะโคออร์ดเนตโควาเลนต์ เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่แข็งแรงระหว่างสีกับเส้นใยฝ้าย

5.5 ความพึงพอใจในการนำผ้าฝ้ายย้อมด้วยสีธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตรมาสร้างสรรค์ เป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ

นำเสื้อ และผ้าพันคอมามัดทำเป็นลวดลายต่าง ๆ ใช้เชือกฟางมัดไขว้ โดยมัดให้แน่น เพื่อไม่ให้สีซึมเข้าส่วนที่ไม่ต้องการให้สีติด นำผ้าที่มัดแล้วไปย้อมด้วยสีที่สกัดจากกากกาแฟ หลังจากนั้นประเมินผลความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผ้าฝ้ายย้อมด้วยสีธรรมชาติจากกากกาแฟสด โดยจัดนิทรรศการแสดงผลงาน และใช้แบบสอบถาม เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าชมผลงานจำนวน 97 คน พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เข้าชมผลงานและตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นผู้หญิง (ร้อยละ 64.0) มีอายุต่ำกว่า 25 ปี (ร้อยละ 71.88) โดยเป็นนักศึกษามากที่สุด รองลงมาเป็นเจ้าหน้าที่ อาจารย์ และลูกจ้าง คิดเป็นร้อยละ 69.79, 15.63, 12.50 และ 2.08 ตามลำดับ และมีรายได้ต่ำกว่า 5000 บาท คิดเป็นร้อยละ 48.96

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เคยเห็นและเคยใช้ผลิตภัณฑ์ที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 79.17 และร้อยละ 62.50 ตามลำดับ รวมทั้งมีความประสงค์จะใช้ผลิตภัณฑ์ที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ (ร้อยละ 91.67) และเมื่อพิจารณาถึงเหตุผลที่จะเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ พบว่าส่วนใหญ่ต้องการเป็นส่วนหนึ่งของการร่วมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (ร้อยละ 53.13) โดยเหตุผลที่กลุ่มตัวอย่างไม่ประสงค์จะใช้ผลิตภัณฑ์ที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ (ร้อยละ 8.33) เนื่องจากคิดว่าราคาน่าจะสูงกว่าผลิตภัณฑ์ทั่วไป (ร้อยละ 64.58)

กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่องานสิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากกากกาแฟสดในภาพรวมในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.33) และเมื่อพิจารณาตามประเด็นที่มีผลต่อความพึงพอใจ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในประเด็นที่ผลิตภัณฑ์ช่วยดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.54)

5.6 ข้อเสนอแนะ

ผลการทดลองได้วิธีการและสูตรในการสกัดสีจากกากกาแฟสดที่สามารถนำไปใช้เป็นสีย้อมร้อนสำหรับทำมัดย้อม อย่างไรก็ตามควรมีการทดลองนำน้ำย้อมไปทำให้ตกผลึกและทดสอบคุณภาพ เพื่อทำให้สะดวกในการนำไปใช้ย้อมและการเก็บรักษา รวมทั้งทดลองสกัดสีจากวัสดุเหลือใช้อื่นๆ เช่น กากชา เปลือกถั่ว เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

Aaron, C.C. 2007. Color Principle-Hue, Saturation, and Value. [Online].Available www.ncsu.edu./scivis/index.htm.. (July 1, 2007)

Cannon, M., Cannon, J. 1994. Dye Plants and Dyeing. London, The Herbert Press, Ltd.

Cobley, L.S. and Steele, W.M. 1976. An Introduction to the Botany of Tropical Crops. London : Longman Group Ltd. pp 202-207.

Chairat, M., Bremner, J.B., Chantrapromma,K. 2007. Dyeing of cotton and silk yarn with the extracted dye from the fruit hulls of mangisteen. Garcinia mangostana Linn. Fiber. Polym. 8, 613-619.

Jr., F. W. Billmeyer, and M. Saltzman. 1981. Principles of Color Technology. 2nd Edition. New York: Wiley.

J.N. Eetters and M.D. Hurwitz. 1986. Opaque Reflectance of Translucent Fabric. Textile Chemist and Colorist. 18(6): 19-26.

Haarer, A.E. 1970. Coffee Growing. London : Oxford University Press. pp. 127.

ISO 105 B02 Textiles-Test for color fastness-Part B02: Colour fastness to artificial: Xenon arc fading lamp test.

ISO 105 C06 Textiles-Tests for colour fastness- Part C06: Colour fastness to domestic and commercial laundering.

Moeyes, M. 1993. Natural Dyeing in Thailand. Bangkok: White lotus Co.Ltd., 173p.

Purseglove, J.W. 1972. Tropical Crops : Dicotyledons. London : Longman Group Ltd. pp. 458-492.

Vigo, T.L. 1994. Textile Processing and Properties: Preparation Dyeing Finishing and Performance. Amsterdam: Elservier Science,489p.

กำจร แซ่เจียง. 2544. ผงสีย้อมจากกลีบดาวเรือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารุวรรณ ดิศวัฒน์. 2546. การย้อมผ้าไหมด้วยสีจากขมิ้นชันแห้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จันทนี จันทรศร. 2550. การย้อมผ้าไหมด้วยสีจากเปลือกมะพร้าวแก่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นวพร โรจนนาค. 2540. สีจากธรรมชาติ. นิตยสารการท่าเรือ. 44(422): 43-47.

พูลทรัพย์ สวนเมือง, วารุณี พูลศิลป์ และสุชาดา บุญชู. 2542. การย้อมสีไหมด้วยวัสดุธรรมชาติในภาคอีสานของไทย. สามาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม.

วสันต์ รัตนประสาท. 2549. การสกัดสีย้อมจากต้นขนุน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์วิชาการและเทคโนโลยีสิ่งทอพื้นบ้าน. 2554. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.ist.cmu.ac.th/cotton/naturalColor (12 กันยายน 2554)

ศูนย์ส่งเสริมศิลปาชีพระหว่างประเทศ. 2554. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.sacict.net/th/sacictaboutus.asp?ntabmenu=2 (12 กันยายน 2554)

ศิริ ผาสุก, อัจฉรา ภานุรัตน์ และ เครือจิต ศรีบุญนาค. 2536. สุนินทร์มรดกโลกทางวัฒนธรรมของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: เอสแอนด์จีกราฟฟิก.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.2544. ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้:พืชที่ให้สีย้อมและแทนนิน.กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์,223 หน้า.

อนันต์เสวก เห่วซึ่งเจริญ. 2543. คู่มือการย้อมสีธรรมชาติฉบับชาวบ้าน สีเขียว สีน้ำตาล และสีดำเล่ม 1. วิชาการคณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภาคผนวก

รายงานสรุปการเงิน

เลขที่โครงการ 2555ฤ16662002

โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัย

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

โครงการสิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน รศ.ขนิษฐา เจริญลาภ

ชื่อผู้วิจัย ผศ.ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง

ผศ.เขมชาติ สุรกุล

นส.โสมวดี ฤทธิโชติ

นางภัทรานิษฐ์ สิทธินพพันธ์

นายกมลภัทร์ รักสวน

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2554 ถึงวันที่ 26 พฤศจิกายน 2555

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี 2 เดือน 15 วัน ตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน 2554 ถึงวันที่ 15 ธันวาคม 2555

หมวด	รายจ่าย		
	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่ายงวดปัจจุบัน	คงเหลือ (หรือเกิน)
1. ค่าตอบแทน	102,000.00	102,000.00	
2. ค่าจ้าง	73,100.00	78,000.00	
3. ค่าวัสดุ	115,000.00	96,749.11	
4. ค่าใช้สอย	-	-	
5. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ - ค่าสาธารณูปโภค	9,900.00	9,900.00	
รวม	**300,000.00**	**286,649.11**	**13,350.89**

จำนวนเงินที่ได้รับและจำนวนเงินคงเหลือ

จำนวนเงินที่ได้รับ

งวดที่ 1 180,000.00 บาท เมื่อ

งวดที่ 2 120,000.00 บาท เมื่อ

รวม 300,000.00 บาท

มีเงินเหลือคืน 13,350.89 บาท

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

วันที่ 14 มิ.ย 2555

ลงนามเจ้าหน้าที่การเงินโครงการ

วันที่ 14 มิถุนายน 2555

ตารางที่ 1 ก เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสงของน้ำสีกาแฟที่สกัดในภาวะต่างที่ความเข้มข้นต่างกัน

	0.20g/100ml (13.59)	1.00g/100ml (16.55)	0.80g/100ml (17.07)	0.60g/100ml (17.18)	0.40g/100ml (17.37)
0.20g/100ml (13.59)		2.9600*	3.4757*	3.5933*	3.7767*
1.00g/100ml (16.55)			0.5167*	0.6333*	0.8167*
0.80g/100ml (17.07)				0.1167	0.3000
0.60g/100ml (17.18)					0.1833
0.40g/100ml (17.37)					

ตารางที่ 2ก เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสงของน้ำสีกาแฟที่สกัด ณ อุณหภูมิต่างกัน

	70 °C (14.47)	80 °C (15.50)	90 °C (16.67)	100 °C (17.37)
70 °C (14.47)		1.0333*	2.2000*	2.9000*
80 °C (15.50)			1.1667*	1.8667*
90 °C (16.67)				0.7000*
100 °C (17.37)				

ตารางที่ 3 ก เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสงของน้ำสีกาแฟที่สกัดด้วยกากกาแฟสดที่ปริมาณต่างกัน

	1g/100ml (17.37)	5g/100ml (48.90)	10g/100ml (59.97)	15g/100ml (81.83)	30g/100ml (90.08)	20g/100ml (92.10)
1g/100ml (17.37)		31.5333*	42.6000*	64.4667*	72.7167*	74.7333*
5g/100ml (48.90)			11.0667*	32.9333*	41.18333*	43.2000*
10g/100ml (59.97)				21.8667*	30.1167*	32.1333*
15g/100ml (81.83)					8.2500*	10.26667*
30g/100ml (90.08)						2.0167
20g/100ml (92.10)						

ตารางที่ 4ก เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสงของน้ำสีกาแฟที่สกัดด้วยระยะเวลาต่างกัน

	30 นาที (92.10)	45 นาที (92.10)	60 นาที (93.98)	90 นาที (95.83)	75 นาที (95.92)
30 นาที (92.10)		0.0000	1.8833	3.733*	3.8167*
45 นาที (92.10)			1.8833	3.7333*	3.8167*
60 นาที (93.98)				1.8500*	1.9333
90 นาที (95.83)					0.0833
75 นาที (95.92)					

ตารางที่ 1ข ค่า K/S และ CIE ของผ้าทอที่ย้อมด้วยเกลือในอัตราส่วนต่างกัน

อัตราส่วนกาแฟ:น้ำ (มิลลิลิตร)	ปริมาณเกลือ	K/S	SD	CIE L	CIE a	CIE b
150:50	0.25	0.5963	0.3709	54.50	2.04	10.83
		0.5900	0.3563	56.34	2.15	10.91
		0.5869	0.3836	55.79	2.09	10.85
	0.50	0.5959	0.4509	61.17	2.09	11.26
		0.6102	0.4036	60.05	2.07	11.50
		0.6031	0.3591	60.05	2.26	11.26
	0.75	0.6779	0.4282	62.78	2.26	11.50
		0.6775	0.4300	62.98	2.50	11.57
		0.6900	0.3937	63.05	2.35	11.65
	1.00	0.6778	0.4336	63.71	2.25	12.03
		0.7030	0.3346	63.00	2.98	11.90
		0.7258	0.4790	63.50	2.32	11.75
	2.00	0.8808	0.52124	67.59	2.61	12.53
		0.8858	0.52600	67.32	3.58	12.62
		0.8954	0.51117	72.70	3.98	12.93

ตารางที่ 2ข ค่า K/S และ CIE ของผ้าถักที่ย้อมด้วยเกลือในอัตราส่วนต่างกัน

อัตราส่วนกาแฟ:น้ำ (มิลลิลิตร)		K/S	SD	CIE L	CIE a	CIE b
	0.25	0.6020	0.4414	63.28	2.76	10.75
		0.6113	0.3782	63.00	2.90	10.90
		0.6005	0.3783	62.66	2.84	10.00
	0.50	0.6215	0.3882	64.25	3.01	11.44
		0.6145	0.4420	64.99	3.01	11.60
		0.6106	0.4512	64.50	3.00	11.29
	0.75	0.6320	0.5231	65.54	3.03	11.71
		0.6304	0.3550	64.98	3.11	11.59
		0.6276	0.3723	66.57	3.14	12.03
	1.00	0.6990	0.5074	66.53	3.20	11.80
		0.6861	0.3783	67.07	3.19	11.83
		0.6752	0.3005	65.00	3.19	11.95
	2.00	0.7228	0.3708	71.06	3.43	12.39
		0.7398	0.3806	70.61	3.23	12.17
		0.7419	0.3772	70.08	3.88	12.39

ตารางที่ 3ข ค่า K/S และ CIE ของผ้าทอที่ย้อมด้วยน้ำย้อมในอัตราส่วนต่างกัน

อัตราส่วนกาแฟ:น้ำ (มิลลิลิตร)		K/S	SD	CIE L	CIE a	CIE b
100:100	1	0.6023	0.38545	72.46	2.25	10.84
	2	0.7223	0.42095	73.85	2.37	10.55
	3	0.7845	0.47124	70.00	2.29	10.36
125:75	1	0.7989	0.48524	68.36	2.25	10.94
	2	0.8315	0.45285	71.17	2.23	10.96
	3	0.8348	0.45505	70.29	2.59	10.55
150:50	1	0.8808	0.52124	67.59	2.61	12.53
	2	0.8858	0.52600	67.32	3.58	12.62
	3	0.8954	0.51117	72.70	3.98	12.93
175:25	1	0.9027	0.52911	65.69	4.33	13.27
	2	0.9136	0.53549	66.17	4.13	13.68
	3	0.9303	0.54915	65.25	3.42	14.79
200:0	1	0.9761	0.58306	65.13	4.43	14.93
	2	1.0164	0.63515	62.78	4.30	14.47
	3	1.0409	0.64436	63.78	4.41	14.89

ตารางที่ 4ข ค่า K/S และ CIE ของผ้าถักที่ย้อมด้วยน้ำย้อมในอัตราส่วนต่างกัน

อัตราส่วนกาแฟ:น้ำ (มิลลิลิตร)		K/S	SD	CIE L	CIE a	CIE b
100:100	1	0.4974	0.30049	85.80	2.23	11.89
	2	0.4949	0.29255	93.72	2.52	11.38
	3	0.5080	0.27654	93.68	2.62	11.14
125:75	1	0.5572	0.30855	71.14	2.80	11.95
	2	0.5778	0.35102	72.16	2.46	11.14
	3	0.6138	0.35885	72.48	2.56	12.02
150:50	1	0.7228	0.3708	71.06	3.43	12.39
	2	0.7398	0.3806	70.61	3.23	12.17
	3	0.7419	0.3772	70.08	3.88	12.39
175:25	1	0.7453	0.37346	69.36	4.14	13.11
	2	0.7735	0.39459	68.24	4.23	13.88
	3	0.7770	0.40377	67.28	4.19	14.25
200:0	1	0.7784	0.40172	65.53	4.20	14.49
	2	0.7826	0.38809	65.75	4.26	14.62
	3	0.7289	0.45180	63.38	4.35	15.24

ตารางที่ 5ข ค่า K/S และ CIE ของผ้าทอที่ย้อมที่อุณหภูมิต่างกัน

อุณหภูมิ	ครั้งที่	K/S	SD	CIE L	CIE a	CIE b
Room temp	1	0.4232	0.3351	63.87	3.30	11.54
	2	0.4721	0.3954	63.11	3.20	11.19
	3	0.4233	0.3422	64.02	3.29	11.94
80 องศา	1	0.8808	0.52124	67.59	2.61	12.53
	2	0.8858	0.52600	67.32	3.58	12.62
	3	0.8954	0.51117	72.70	3.98	12.93

ตารางที่ 6ข ค่า K/S และ CIE ของผ้าทอที่ย้อมที่เวลาย้อมต่างกัน

อุณหภูมิ	ครั้งที่	K/S	SD	CIE L	CIE a	CIE b
30 นาที	1	0.4999	0.3356	69.14	2.45	12.59
	2	0.5026	0.3332	70.62	3.38	12.49
	3	0.5300	0.4306	69.59	3.28	12.06
45 นาที	1	0.5775	0.4423	70.14	3.45	12.59
	2	0.5991	0.4520	69.62	3.38	12.49
	3	0.5934	0.4396	69.59	3.28	12.21
60 นาที	1	0.8808	0.52124	67.59	2.61	12.53
	2	0.8858	0.52600	67.32	3.58	12.62
	3	0.8954	0.51117	72.70	3.98	12.93

ตารางที่ 7ข ค่า K/S และ CIE ของผ้าทอที่มอร์แดนต์ก่อนย้อม

ชนิด	ครั้งที่	K/S	SD	CIE L	CIE a	CIE b
none	1	0.8808	0.52124	67.59	2.61	12.53
	2	0.8858	0.52600	67.32	3.58	12.62
	3	0.8954	0.51117	72.70	3.98	12.93
CH_3COOH	1	0.8911	0.2705	71.59	4.41	14.89
	2	0.9019	0.2515	72.70	4.46	14.91
	3	0.8996	0.2422	72.48	4.62	15.24
$Ca(OH)_2$	1	0.8978	0.2513	67.59	4.33	11.70
	2	0.9024	0.2646	66.31	4.43	12.62
	3	0.9117	0.2378	65.53	4.21	11.70
$CuSO_4$	1	0.9066	0.1918	72.15	2.69	14.55
	2	0.9110	0.2399	71.29	2.42	14.93
	3	0.9066	0.1918	72.15	2.69	14.46
$Al_2(SO_4)_3$	1	0.9067	0.3486	72.78	4.08	14.50
	2	0.9091	0.3783	72.46	3.98	14.47
	3	0.9152	0.4091	73.57	3.80	13.89
$Fe_2(SO_4)_3$	1	0.9253	0.2512	65.36	2.37	11.13
	2	0.9127	0.2474	65.13	2.25	10.84
	3	0.9146	0.2516	65.38	2.43	11.14

ตารางที่ 8ข ค่า K/S และ CIE ของผ้าทอที่ย้อมก่อนมอร์แดนต์

ชนิด	ครั้งที่	K/S	SD	CIE L	CIE a	CIE b
none	1	0.8808	0.52124	67.59	2.61	12.53
	2	0.8858	0.52600	67.32	3.58	12.62
	3	0.8954	0.51117	72.70	3.98	12.93
CH_3COOH	1	0.8898	0.2705	73.00	4.45	14.90
	2	0.9001	0.2515	72.96	4.50	14.67
	3	0.8986	0.2422	73.21	4.63	15.23
$Ca(OH)_2$	1	0.9008	0.2003	66.45	4.30	12.00
	2	0.9123	0.2692	66.30	4.29	12.36
	3	0.9196	0.2002	65.02	4.35	11.98
$CuSO_4$	1	0.9116	0.2450	71.59	2.50	15.00
	2	0.9196	0.2514	70.87	2.52	14.50
	3	0.9198	0.1900	71.87	2.60	14.31
$Al_2(SO_4)_3$	1	0.9119	0.2559	73.00	4.00	14.45
	2	0.9169	0.3334	73.54	4.00	14.35
	3	0.9190	0.2514	72.96	3.95	14.00
$Fe_2(SO_4)_3$	1	0.9339	0.2003	64.00	2.50	10.95
	2	0.9256	0.1999	64.90	2.25	10.19
	3	0.9305	0.1235	64.36	2.22	11.06

ตารางที่ 9ข ค่า K/S และ CIE ของผ้าทอที่ย้อมพร้อมมอร์แดนต์

ชนิด	ครั้งที่	K/S	SD	CIE L	CIE a	CIE b
		0.8808	0.52124	67.59	2.61	12.53
		0.8858	0.52600	67.32	3.58	12.62
		0.8954	0.51117	72.70	3.98	12.93
CH_3COOH	1	0.8899	0.5356	70.96	4.55	14.00
	2	0.9005	0.4626	72.59	4.60	14.50
	3	0.8996	0.3947	72.06	4.65	14.55
$Ca(OH)_2$	1	0.8900	0.4187	65.03	4.40	11.65
	2	0.9004	0.4112	66.95	4.50	11.66
	3	0.8993	0.3404	65.00	4.30	12.00
$CuSO_4$	1	0.8995	0.3076	72.00	2.70	15.00
	2	0.9095	0.3216	72.02	2.68	15.31
	3	0.9103	0.2981	71.95	2.64	15.22
$Al_2(SO_4)_3$	1	0.9001	0.5513	71.55	4.00	14.00
	2	0.8992	0.6575	72.40	3.99	14.50
	3	0.9107	0.5878	72.96	4.01	14.20
$Fe_2(SO_4)_3$	1	0.9104	0.3404	66.60	2.38	11.20
	2	0.9110	0.3037	66.89	2.22	11.09
	3	0.9129	0.4631	66.75	2.50	11.15

ตารางที่ 10ข ค่า K/S และ CIE ของผ้าทอที่ย้อมด้วยสารช่วยติดในอัตราส่วนต่างกัน

ชนิด	ปริมาณ	K/S	CIE L	CIE a	CIE b
CH_3COOH	0	0.8873	69.20	3.39	12.69
	0.5	0.9159	73.17	4.53	13.53
	1	1.5136	73.44	4.58	13.93
	1.5	1.5288	74.04	4.88	14.39
	2	1.5493	75.53	4.92	14.99
$Ca(OH)_2$	0	0.8873	69.20	3.39	12.69
	0.5	0.9109	65.92	4.13	12.11
	1	0.9297	64.76	4.18	12.07
	1.5	0.9608	63.45	4.25	12.06
	2	1.0270	62.67	4.31	11.82
$CuSO_4$	0	0.8873	69.20	3.39	12.69
	0.5	0.9171	71.44	2.54	14.60
	1	1.7331	65.96	2.26	15.04
	1.5	2.1438	65.62	1.98	16.16
	2	2.1582	64.39	1.85	16.83
$Al_2(SO_4)_3$	0	0.8873	69.20	3.39	12.69
	0.5	0.8962	73.06	3.98	14.27
	1	2.5618	74.29	4.05	16.94
	1.5	2.6881	76.72	4.38	15.94
	2	2.9557	77.29	4.74	16.83
$Fe_2(SO_4)_3$	0	0.8873	69.20	3.39	12.69
	0.5	0.9300	64.42	2.59	10.73
	1	2.9795	61.61	2.47	10.29
	1.5	2.9799	60.56	2.32	9.99
	2	3.4162	59.64	2.26	9.32

ตารางที่ 1ค ค่า K/S ของผ้าทอที่ย้อมด้วยเกลือในอัตราส่วนต่างกัน

	0.25 (0.5911)	0.50 (0.6031)	0.75 (0.6818)	1.00 (0.7022)	2.00 (0.8873)
0.25 (0.5911)		0.01200	0.090733*	0.111133*	0.296267*
0.50 (0.6031)			0.078733*	0.099133*	0.284267*
0.75 (0.6818)				0.020400	0.205533*
1.00 (0.7022)					0.185133*
2.00 (0.8873)					

ตารางที่ 2ค ค่า CIE L ของผ้าทอที่ย้อมด้วยเกลือในอัตราส่วนต่างกัน

	0.25 (55.5433)	0.50 (60.4233)	0.75 (62.9367)	1.00 (63.4033)	2.00 (69.2300)
0.25 (65.5433)		4.8800*	7.3933*	7.8600*	13.6600*
0.50 (70.4233)			2.5133	2.9800	8.7800*
0.75 (72.9367)				0.4667	6.2667*
1.00 (73.4033)					5.8000*
2.00 (69.2033)					

ตารางที่ 3ค ค่า CIE a ของผ้าทอที่ย้อมด้วยเกลือในอัตราส่วนต่างกัน

	0.25 (2.0933)	0.50 (2.1400)	0.75 (2.3700)	1.00 (2.5167)	2.00 (3.3900)
0.25 (4.0933)		0.0467	0.2767	0.4233	1.2967*
0.50 (4.1400)			0.2300	0.3767	1.2500*
0.75 (4.1833)				0.1467	1.0020
1.00 (2.5167)					0.8733
2.00 (3.3900)					

ตารางที่ 4ค ค่า CIE b ของผ้าทอที่ย้อมด้วยเกลือในอัตราส่วนต่างกัน

	0.25 (10.8633)	0.50 (11.3400)	0.75 (11.5733)	1.00 (11.8933)	2.00 (12.6933)
0.25 (10.8633)		0.4767*	0.7100*	1.0300*	1.8300*
0.50 (11.3400)			0.2333	0.5533*	1.3533*
0.75 (11.5733)				0.3200	1.1200*
1.00 (11.8933)					0.8000*
2.00 (12.6933)					

ตารางที่ 5ค ค่า K/S ของผ้าถักที่ย้อมด้วยเกลือในอัตราส่วนต่างกัน

	0.50 (0.6046)	0.25 (0.6155)	0.75 (0.6300)	1.00 (0.6868)	2.00 (0.7348)
0.50 (0.6046)		0.010933	0.025400*	0.082167*	0.130233*
0.25 (0.6155)			0.014467	0.071233*	0.119300*
0.75 (0.6300)				0.056757*	0.104833*
1.00 (0.6868)					0.048067*
2.00 (0.7348)					

ตารางที่ 6ค ค่า CIE L ของผ้าถักที่ย้อมด้วยเกลือในอัตราส่วนต่างกัน

	0.25 (62.9800)	0.50 (64.5800)	0.75 (65.6967)	1.00 (66.2000)	2.00 (70.5833)
0.25 (62.9800)		1.6000	2.7167*	3.2200*	7.6033*
0.50 (64.5800)			1.1167	1.6200	6.0033*
0.75 (65.6967)				0.5033	4.8867*
1.00 (66.2000)					4.3833*
2.00 (70.5833)					

ตารางที่ 7ค ค่า CIE a ของผ้าถักที่ย้อมด้วยเกลือในอัตราส่วนต่างกัน

	0.25 (2.8333)	0.50 (3.0067)	0.75 (3.0933)	1.00 (3.1933)	2.00 (3.5133)
0.25 (2.8333)		0.1733	0.2600	0.3600	0.6800*
0.50 (3.0067)			0.0867	0.1867	0.5067*
0.75 (3.0933)				0.1000	0.4200
1.00 (3.1933)					0.3200
2.00 (3.5133)					

ตารางที่ 8ค ค่า CIE b ของผ้าถักที่ย้อมด้วยเกลือในอัตราส่วนต่างกัน

	0.25 (10.5500)	0.50 (11.4433)	0.75 (11.7767)	1.00 (11.8600)	2.00 (12.3167)
0.25 (10.5500)		0.8933*	1.2267*	1.3100*	1.7667*
0.50 (11.4433)			0.3333	0.4167	0.8733*
0.75 (11.7767)				0.0833	0.5400
1.00 (11.8600)					0.4567
2.00 (12.3167)					

ตารางที่ 9ค ค่า K/S ของผ้าทอที่ย้อมด้วยกาแฟต่อน้ำย้อมในอัตราส่วนต่างกัน

	100:100 (0.7030)	125:75 (0.8217)	150:50 (0.8873)	175:25 (0.9155)	200:0 (1.0111)
100:100 (0.7030)		0.118700	0.184300*	0.212500*	0.308100*
125:75 (0.8217)			0.065600	0.093800	0.189400*
150:50 (0.8873)				0.028200	0.123800
175:25 (0.9155)					0.095600
200:0 (1.0111)					

ตารางที่ 10ค ค่า CIE L ของผ้าทอที่ย้อมด้วยกาแฟต่อน้ำย้อมในอัตราส่วนต่างกัน

	200:0 (63.8967)	175:25 (65.7033)	150:50 (69.2033)	125:75 (69.9400)	100:100 (72.1033)
200:0 (63.8967)		1.8067	5.3067	6.0433*	8.2067*
175:25 (65.7033)			3.5000	4.2367	6.4000*
150:50 (69.2033)				0.7367	2.9000
125:75 (69.9400)					2.1633
100:100 (72.1033)					

ตารางที่ 11ค ค่า CIE a ของผ้าทอที่ย้อมด้วยกาแฟต่อน้ำย้อมในอัตราส่วนต่างกัน

	100:100 (2.3033)	125:75 (2.3567)	150:50 (3.3900)	175:25 (3.9600)	200:0 (4.3800)
100:100 (2.3033)		0.0533	1.0867	1.6567*	2.0767*
125:75 (2.3567)			1.0333	1.6033*	2.0233*
150:50 (3.3900)				0.5700	0.9900
175:25 (3.9600)					0.4200
200:0 (4.3800)					

ตารางที่ 12ค ค่า CIE b ของผ้าทอที่ย้อมด้วยกาแฟต่อน้ำย้อมในอัตราส่วนต่างกัน

	100:100 (10.5833)	125:75 (10.8167)	150:50 (12.6933)	175:25 (13.9133)	200:0 (14.7633)
100:100 (10.5833)		0.2333	2.1100*	3.3300*	4.1800*
125:75 (10.8167)			1.8767*	3.0967*	3.9467*
150:50 (12.6933)				1.2200	2.0700*
175:25 (13.9133)					0.8500
200:0 (14.7633)					

ตารางที่ 13ค ค่า K/S ของผ้าถักที่ย้อมด้วยกาแฟต่อน้ำย้อมในอัตราส่วนต่างกัน

	100:100 (0.5001)	125:75 (0.5829)	150:50 (0.7348)	200:0 (0.7633)	175:25 (0.7653)
100:100 (0.5001)		0.082833*	0.234733*	0.263200*	0.265167*
125:75 (0.5829)			0.151900*	0.180367*	0.182333*
150:50 (0.7348)				0.028467	0.030433
200:0 (0.7633)					0.001967
175:25 (0.7653)					

ตารางที่ 14ค ค่า CIE L ของผ้าถักที่ย้อมด้วยกาแฟต่อน้ำย้อมในอัตราส่วนต่างกัน

	200:0 (64.8867)	175:25 (68.2933)	150:50 (70.5833)	125:75 (71.9267)	100:100 (91.0667)
200:0 (64.8867)		3.4067	5.6967	7.0400*	26.1800*
175:25 (68.2933)			2.2900	3.6333	22.7733*
150:50 (70.5833)				1.3433	20.4833*
125:75 (71.9267)					19.1400*
100:100 (91.0667)					

ตารางที่ 15ค ค่า CIE a ของผ้าถักที่ย้อมด้วยกาแฟต่อน้ำย้อมในอัตราส่วนต่างกัน

	100:100 (2.4567)	125:75 (2.6067)	150:50 (3.5133)	175:25 (4.1867)	200:0 (4.2700)
100:100 (2.4567)		0.1500	0.9067*	1.5800*	1.6633*
125:75 (2.6067)			1.0567*	1.7300*	1.8133*
150:50 (3.5133)				0.6733*	0.7567*
175:25 (4.1867)					0.0833
200:0 (4.2700)					

ตารางที่ 16ค ค่า CIE b ของผ้าถักที่ย้อมด้วยกาแฟต่อน้ำย้อมในอัตราส่วนต่างกัน

	100:100 (11.4700)	125:75 (11.7033)	150:50 (12.3167)	175:25 (13.7467)	200:0 (14.7833)
100:100 (11.4700)		0.2333	0.8467	2.2767*	3.3133*
125:75 (11.7033)			0.6133	2.0433*	3.0800*
150:50 (12.3167)				1.4300*	2.4667*
175:25 (13.7467)					1.0367
200:0 (14.7833)					

ตารางที่ 17ค ค่า k/s ของผ้าทอที่ย้อมด้วยเวลาต่างกัน

	30 (0.5108)	45 (0.5900)	60 (0.8873)
30 (0.5108)		0.079167*	0.376500*
45 (0.5900)			0.297333*
60 (0.8873)			

ตารางที่ 18ค ค่า k/s ของผ้าทอที่มอร์แดนต์ก่อนย้อม

	No mordant (0.8873)	$Al_2(SO_4)_3$ (0.8975)	$Ca(OH)_2$ (0.9039)	$CuSO_4$ (0.9081)	CH_3COOH (0.9103)	$Fe_2(SO_4)_3$ (0.9175)
No mordant (0.8873)		0.010200	0.016633	0.020733*	0.02300*	0.030200*
$Al_2(SO_4)_3$ (0.8975)				0.010533	0.01280	0.020000*
$Ca(OH)_2$ (0.9039)				0.004100	0.006367	0.013567
$CuSO_4$ (0.9081)					0.002267	0.009467
CH_3COOH (0.9103)						0.007200
$Fe_2(SO_4)_3$ (0.9175)						

ตารางที่ 19ค ค่า CIE L ของผ้าทอที่มอร์แดนต์ก่อนย้อม

	$Fe_2(SO_4)_3$ (64.42)	$Ca(OH)_2$ (65.92)	No mordant (69.20)	$CuSO_4$ (71.44)	CH_3COOH (72.94)	$Al_2(SO_4)_3$ (73.06)
$Fe_2(SO_4)_3$ (64.42)		1.5033	4.7833*	7.0233*	8.5167*	8.6367*
$Ca(OH)_2$ (65.92)			3.2800	5.5200*	7.0133*	7.1333*
No mordant (69.20)				2.2400	3.7333	3.8533
$CuSO_4$ (71.44)					1.4933	1.6133
CH_3COOH (72.94)						0.1200
$Al_2(SO_4)_3$ (73.06)						

ตารางที่ 20ค ค่า CIE a ของผ้าทอที่มอร์แดนต์ก่อนย้อม

	$Fe_2(SO_4)_3$ (2.35)	$CuSO_4$ (2.60)	No mordant (3.39)	$Al_2(SO_4)_3$ (3.95)	$Ca(OH)_2$ (4.32)	CH_3COOH (4.50)
$Fe_2(SO_4)_3$ (2.35)		0.2500	1.0400*	1.6033*	1.9733*	2.1467*
$CuSO_4$ (2.60)			0.7900	1.3533*	1.7233*	1.8967*
No mordant (3.39)				0.5633	0.9333	1.1067*
$Al_2(SO_4)_3$ (3.95)					0.3700	0.5433
$Ca(OH)_2$ (4.32)						0.1733
CH_3COOH (4.50)						

ตารางที่ 21ค ค่า CIE b ของผ้าทอที่มอร์แดนต์ก่อนย้อม

	$Fe_2(SO_4)_3$ (11.04)	$Ca(OH)_2$ (12.01)	No mordant (12.69)	$Al_2(SO_4)_3$ (14.29)	$CuSO_4$ (14.65)	CH_3COOH (15.01)
$Fe_2(SO_4)_3$ (11.04)		0.9700	1.6567*	3.2500*	3.6100*	3.9769*
$Ca(OH)_2$ (12.01)			0.6867	2.2800*	2.6400*	3.0067*
No mordant (12.69)				1.5933*	1.9533*	2.3200*
$Al_2(SO_4)_3$ (14.29)					0.3600	0.7267
$CuSO_4$ (14.65)						0.3667
CH_3COOH (15.01)						

ตารางที่ 22ค ค่า k/s ของผ้าทอที่ย้อมก่อนมอร์แดนต์

	No mordant (0.8873)	$Al_2(SO_4)_3$ (0.8962)	$Ca(OH)_2$ (0.9109)	CH_3COOH (0.9159)	$CuSO_4$ (0.9170)	$Fe_2(SO_4)_3$ (0.9300)
No mordant (0.8873)		0.008833	0.023567*	0.028600*	0.029667*	0.042667*
$Al_2(SO_4)_3$ (0.8962)			0.014733	0.019767	0.020833*	0.033833*
$Ca(OH)_2$ (0.9109)				0.005033	0.006100	0.019100
CH_3COOH (0.9159)					0.001067	0.014067
$CuSO_4$ (0.9170)						0.013000
$Fe_2(SO_4)_3$ (0.9300)						

ตารางที่ 23ค ค่า CIE L ของผ้าทอที่ย้อมก่อนมอร์แดนต์

	$Ca(OH)_2$ (66.48)	$Fe_2(SO_4)_3$ (66.75)	No mordant (69.20)	$CuSO_4$ (71.99)	$Al_2(SO_4)_3$ (72.26)	CH_3COOH (73.17)
$Ca(OH)_2$ (66.48)		0.2700	2.4567	5.5133*	5.5100*	6.4200*
$Fe_2(SO_4)_3$ (66.75)			2.7267	5.2433*	7.1333*	7.2433*
No mordant (69.20)				2.7867	3.0533	3.9633
$CuSO_4$ (71.99)					0.2667	1.1767
$Al_2(SO_4)_3$ (72.26)						0.9100
CH_3COOH (73.17)						

ตารางที่ 24ค ค่า CIE a ของผ้าทอที่ย้อมก่อนมอร์แดนต์

	$Fe_2(SO_4)_3$ (2.32)	$CuSO_4$ (2.54)	No mordant (3.39)	$Al_2(SO_4)_3$ (3.98)	$Ca(OH)_2$ (4.31)	CH_3COOH (4.53)
$Fe_2(SO_4)_3$ (2.32)		0.2167	1.0667*	1.6600*	1.9900*	2.2033*
$CuSO_4$ (2.54)			0.8500	1.4433*	1.7733*	1.9867*
No mordant (3.39)				0.5933	0.9233	1.1367*
$Al_2(SO_4)_3$ (3.98)					0.3300	0.5433
$Ca(OH)_2$ (4.31)						0.2133
CH_3COOH (4.53)						

ตารางที่ 25ค ค่า CIE b ของผ้าทอที่ย้อมก่อนมอร์แดนต์

	$Fe_2(SO_4)_3$ (10.73)	$Ca(OH)_2$ (12.11)	No mordant (12.69)	$Al_2(SO_4)_3$ (14.27)	$CuSO_4$ (14.60)	CH_3COOH (14.93)
$Fe_2(SO_4)_3$ (10.73)		1.3800*	1.9600*	3.5333*	3.8700*	4.2000*
$Ca(OH)_2$ (12.11)			0.5800	2.1533*	2.4900*	2.8200*
No mordant (12.69)				1.5733*	1.9100*	2.2400*
$Al_2(SO_4)_3$ (14.27)					0.3367	0.6667
$CuSO_4$ (14.60)						0.3300
CH_3COOH (14.93)						

ตารางที่ 26ค ค่า k/s ของผ้าทอที่ย้อมพร้อมมอร์แดนต์

	No mordant (0.8873)	$Ca(OH)_2$ (0.89657)	$Al_2(SO_4)_3$ (0.8967)	CH_3COOH (0.9033)	$CuSO_4$ (0.9064)	$Fe_2(SO_4)_3$ (0.9114)
No mordant (0.8873)		0.009233	0.009333	0.016000	0.019100*	0.024100*
$Ca(OH)_2$ (0.89657)				0.006767	0.009867	0.014867
$Al_2(SO_4)_3$ (0.8967)				0.006667	0.009767	0.014767
CH_3COOH (0.9033)					0.003100	0.008100
$CuSO_4$ (0.9064)						0.00500
$Fe_2(SO_4)_3$ (0.9114)						

ตารางที่ 27ค ค่า CIE L ของผ้าทอที่ย้อมพร้อมมอร์แดนต์

	$Ca(OH)_2$ (65.66)	$Fe_2(SO_4)_3$ (65.29)	No mordant (69.20)	$CuSO_4$ (71.86)	$Al_2(SO_4)_3$ (71.87)	CH_3COOH (72.30)
$Ca(OH)_2$ (65.66)		1.0867	3.5433	6.2033*	6.5800*	7.0133*
$Fe_2(SO_4)_3$ (65.29)			3.9133	6.5733*	6.5733*	5.5567*
No mordant (69.20)				2.6600	2.6667	3.10000
$CuSO_4$ (71.86)					0.0067	0.4333
$Al_2(SO_4)_3$ (71.87)						0.4400
CH_3COOH (72.30)						

ตารางที่ 28ค ค่า CIE a ของผ้าทอที่ย้อมพร้อมมอร์แดนต์

	$Fe_2(SO_4)_3$ (2.37)	$CuSO_4$ (2.67)	No mordant (3.39)	$Al_2(SO_4)_3$ (4.00)	$Ca(OH)_2$ (4.40)	CH_3COOH (4.60)
$Fe_2(SO_4)_3$ (2.37)		0.3067	1.0233*	1.6333*	2.0333*	2.2333*
$CuSO_4$ (2.67)			0.7167	1.3167*	1.7267*	1.9267*
No mordant (3.39)				0.6100	1.0100*	1.2100*
$Al_2(SO_4)_3$ (4.00)					0.4000	0.6000
$Ca(OH)_2$ (4.40)						0.2000
CH_3COOH (4.60)						

ตารางที่ 29ค ค่า CIE b ของผ้าทอที่ย้อมพร้อมมอร์แดนต์

	$Fe_2(SO_4)_3$ (11.15)	$Ca(OH)_2$ (11.77)	No mordant (12.69)	$Al_2(SO_4)_3$ (14.23)	CH_3COOH (14.35)	$CuSO_4$ (15.18)
$Fe_2(SO_4)_3$ (11.15)		0.6233	1.5467*	3.0867*	3.2033*	4.0300*
$Ca(OH)_2$ (11.77)			0.9233*	2.4633*	2.5800*	3.4067*
No mordant (12.69)				1.5400*	1.6567*	2.4833*
$Al_2(SO_4)_3$ (14.23)					0.1167	0.9433*
CH_3COOH (14.35)						0.8267*
$CuSO_4$ (15.18)						

แบบสอบถาม
สิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการพัฒนางานสิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยงบประมาณโครงการส่งเสริมการวิจัยใยอุดมศึกษาประจำปี พ.ศ. 2555

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

   ( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

   ( ) ต่ำกว่า 25 ปี ( ) 26 – 34 ปี ( ) 35 – 44 ปี ( ) 45 – 54 ปี ( ) 55 ปีขึ้นไป

3. ตำแหน่งงาน

   ( ) อาจารย์ ( ) เจ้าหน้าที่ ( ) นักศึกษา ( ) อื่น ๆ.....

4. รายได้ต่อเดือน

   ( ) <5,000 บาท ( ) 5,001 – 10,000 บาท ( ) 10,001 – 15,000 บาท

   ( ) 15,001 – 20,000 บาท ( ) >20,001 บาท

ตอนที่ 2 ความเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ

1. ท่านเคยเห็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติหรือไม่

   ( ) เคย ( ) ไม่เคย

2. ท่านเคยใช้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติหรือไม่

   ( ) เคย ( ) ไม่เคย

3. ท่านมีความประสงค์จะใช้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติหรือไม่

   ( ) ต้องการ ( ) ไม่ต้องการ

4. เหตุผลที่ท่านมีความประสงค์จะใช้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ

   ( ) มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

   ( ) ช่วยประหยัดทรัพยากรและวัตถุดิบในการผลิต

   ( ) ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

   ( ) อื่นๆ.....

5. เหตุผลที่ท่านไม่ประสงค์จะใช้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ

( ) ไม่มั่นใจว่าจะช่วยสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร

( ) ไม่มั่นใจในคุณภาพ (สีซีดจาง)

( ) คิดว่าราคาน่าจะสูงกว่าผลิตภัณฑ์ทั่วไป

( ) อื่นๆ .....

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจที่มีต่องานสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ประเด็น	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านความสวยงามของผลิตภัณฑ์ - สวยงาม น่าใช้ - ดึงดูดความสนใจ - สีย้อมที่ได้เหมาะกับผลิตภัณฑ์					
ด้านประโยชน์ใช้สอย - เหมาะสำหรับเป็นของฝาก/ของที่ระลึก - เหมาะสำหรับใช้ในชีวิตประจำวัน					
ด้านสิ่งแวดล้อม - ช่วยดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม - ไม่มีผลเสียต่อสุขภาพ					

ตารางที่ 1ง ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คน	เพศ	อายุ	ตำแหน่ง	รายได้ต่อเดือน	ท่านเคยเห็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติหรือไม่	ท่านเคยใช้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติหรือไม่	ท่านมีความประสงค์ที่จะทดลองใช้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ	เหตุผลที่ท่านประสงค์ใช้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ	เหตุผลที่ท่านไม่ประสงค์ใช้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ
1	2	3	1	5	1	2	1	3	3
2	2	2	4	4	1	1	1	1	3
3	2	3	1	5	1	1	1	3	3
4	1	3	2	4	1	1	1	1	3
5	2	2	1	4	1	2	1	1	3
6	2	2	1	5	1	1	1	2	3
7	2	3	1	5	1	1	1	2	2
8	2	3	1	5	1	1	1	3	2
9	1	4	1	5	1	1	1	1	3
10	2	2	1	4	1	2	1	1	3
11	2	1	3	1	2	2	1	2	3
12	1	1	3	2	2	2	2	1	1
13	1	4	2	3	2	2	1	3	2
14	2	3	2	3	2	2	1	1	2
15	1	1	3	2	2	2	1	3	3
16	1	1	3	1	1	1	1	1	3
17	1	1	2	1	1	1	2	2	2
18	1	2	2	5	2	2	1	2	2
19	1	2	3	2	1	1	1	1	3
20	2	1	3	1	1	1	1	2	1
21	1	1	2	2	1	1	1	2	3
22	1	1	3	1	1	1	1	1	3
23	2	1	3	1	1	1	1	3	3
24	1	1	3	1	1	1	1	2	3
25	2	1	3	1	1	1	1	2	3
26	2	1	3	1	1	1	1	1	2
27	2	1	3	1	1	2	1	1	2
28	2	1	3	1	1	2	1	2	3
29	2	1	3	2	1	1	1	1	2
30	2	1	3	2	1	1	1	4	3
31	2	1	3	1	1	2	2	1	1
32	2	1	3	1	1	2	1	2	2

คน	เพศ	อายุ	ตำแหน่ง	รายได้ต่อเดือน	ท่านเคยเห็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติหรือไม่	ท่านเคยใช้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติหรือไม่	ท่านมีความประสงค์ที่จะทดลองใช้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ	เหตุผลที่ท่านประสงค์ใช้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ	เหตุผลที่ท่านไม่ประสงค์ใช้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ
33	2	2	3	1	2	2	1	3	3
34	2	1	3	1	2	2	1	1	3
35	2	1	3	1	1	2	1	1	1
36	1	4	1	4	1	1	1	1	3
37	2	1	3	1	1	2	1	1	3
38	2	1	3	1	1	1	1	3	3
39	1	2	3	1	1	2	1	1	1
40	2	1	3	1	2	2	2	1	1
41	1	1	3	2	1	1	1	3	3
42	2	1	2	2	2	1	2	1	1
43	1	1	3	1	2	2	1	2	2
44	1	1	3	1	1	2	2	3	3
45	1	1	3	1	1	1	1	1	1
46	2	4	4	3	2	2	1	1	2
47	2	1	3	1	1	2	1	1	3
48	2	1	3	1	1	1	1	1	3
49	2	1	3	1	1	1	1	1	3
50	2	1	3	1	1	2	1	1	3
51	2	1	3	2	1	1	1	2	2
52	2	1	3	1	2	2	1	2	2
53	2	1	3	2	1	2	2	3	2
54	2	1	3	1	1	1	1	1	2
55	1	1	3	3	2	1	1	2	3
56	2	1	3	3	1	1	1	1	3
57	1	1	3	3	1	1	1	1	3
58	1	1	3	2	1	1	2	3	3
59	1	1	3	3	2	1	1	1	3
60	1	1	3	3	1	1	1	1	3
61	1	1	3	3	2	1	1	1	1
62	1	1	3	1	1	1	1	1	1
63	1	1	3	1	1	1	1	2	3
64	1	1	2	1	2	2	1	1	3
65	1	1	3	1	2	2	1	1	3
66	1	1	3	1	2	2	1	3	3

คน	เพศ	อายุ	ตำแหน่ง	รายได้ต่อเดือน	ท่านเคยเห็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติหรือไม่	ท่านเคยใช้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติหรือไม่	ท่านมีความประสงค์ที่จะทดลองใช้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ	เหตุผลที่ท่านประสงค์ใช้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ	เหตุผลที่ท่านไม่ประสงค์ใช้ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ
67	2	1	3	1	1	1	1	1	2
68	2	1	3	1	1	1	1	2	2
69	2	1	3	2	1	2	1	1	3
70	2	3	1	3	1	1	1	2	3
71	2	1	3	1	1	1	1	2	2
72	2	1	3	1	1	1	1	1	3
73	2	1	3	1	1	2	1	2	3
74	2	1	3	2	1	1	1	1	4
75	2	1	3	2	1	1	1	1	3
76	2	1	3	1	1	1	1	1	3
77	2	1	3	2	1	2	1	3	3
78	2	1	1	2	1	1	1	1	3
79	2	2	2	3	1	1	1	3	3
80	1	1	3	1	1	2	1	1	2
81	2	1	3	2	1	2	1	2	2
82	2	1	3	2	1	2	1	1	1
83	2	1	3	2	1	1	1	2	3
84	1	2	1	3	2	1	1	2	3
85	2	1	3	1	1	1	1	1	3
86	2	1	3	1	1	1	1	1	3
87	2	1	3	1	1	1	1	1	3
88	2	1	3	1	1	1	1	2	3
89	2	1	3	1	1	1	1	3	3
90	2	1	3	1	1	1	1	2	2
91	2	2	2	3	1	1	1	1	3
92	2	2	2	2	1	1	1	1	3
93	2	2	2	3	1	2	1	1	3
94	2	4	2	2	1	1	1	4	3
95	1	2	2	3	1	1	1	3	3
96	2	2	2	4	1	1	1	3	3

ตารางที่ 2ง ความพึงพอใจที่มีต่องานสิ่งทอสร้างสรรค์ด้วยสีย้อมธรรมชาติจากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร

คน	ด้านความสวยงาม			ด้านการใช้สอย		ด้านสิ่งแวดล้อม	
	ผลิตภัณฑ์มีความสวยงามน่าใช้	ผลิตภัณฑ์สามารถดึงดูดความสนใจ	สีมีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	ผลิตภัณฑ์เหมาะสำหรับเป็นของฝากหรือของที่ระลึก	ผลิตภัณฑ์เหมาะสำหรับนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	ผลิตภัณฑ์ช่วยดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม	ผลิตภัณฑ์ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย
1	4	4	4	5	5	5	4
2	5	4	4	5	4	5	5
3	4	4	4	4	4	5	5
4	4	4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	4	4	4
6	4	4	3	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	4	4
8	4	3	4	4	4	4	4
9	5	5	5	5	5	5	5
10	5	5	5	5	5	5	5
11	5	5	5	4	4	5	5
12	5	3	3	3	3	3	3
13	4	4	4	4	5	5	4
14	4	5	4	4	4	4	5
15	4	4	5	4	4	4	4
16	5	4	4	4	4	4	4
17	4	4	4	3	3	4	4
18	5	4	4	3	3	3	3
19	5	5	5	4	4	4	4
20	4	4	3	5	5	4	4
21	5	5	5	4	5	4	4
22	4	4	3	4	4	4	4
23	5	5	5	4	4	4	5
24	4	4	4	3	4	4	4
25	4	4	4	5	5	4	4
26	4	4	4	5	5	4	4
27	4	4	4	4	4	5	4
28	5	5	5	4	5	5	5

คน	ด้านความสวยงาม			ด้านการใช้สอย		ด้านสิ่งแวดล้อม	
	ผลิตภัณฑ์มีความสวยงามน่าใช้	ผลิตภัณฑ์สามารถดึงดูดความสนใจ	สีมีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	ผลิตภัณฑ์เหมาะสำหรับเป็นของฝากหรือของที่ระลึก	ผลิตภัณฑ์เหมาะสำหรับนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	ผลิตภัณฑ์ช่วยดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม	ผลิตภัณฑ์ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย
29	4	4	4	4	4	5	4
30	4	4	4	4	4	5	5
31	4	4	4	5	5	5	5
32	4	4	4	4	4	4	4
33	4	4	4	4	4	4	4
34	4	4	4	4	4	4	4
35	5	5	5	5	5	5	5
36	5	5	5	5	5	5	5
37	5	5	5	4	4	5	5
38	5	5	5	5	5	5	5
39	5	5	5	5	5	5	5
40	5	5	5	4	4	5	5
41	4	4	4	5	5	5	4
42	5	5	4	4	5	4	4
43	3	3	3	4	4	4	4
44	4	4	4	3	3	3	3
45	4	3	3	3	3	4	4
46	5	5	4	5	5	5	3
47	4	4	4	4	3	5	5
48	5	5	5	5	5	5	5
49	5	5	5	5	5	5	5
50	4	4	4	4	4	5	5
51	5	5	5	5	4	5	5
52	4	4	4	5	5	5	4
53	4	3	4	5	4	5	4
54	4	4	4	4	4	4	4
55	4	4	5	4	4	5	4
56	4	4	4	4	4	5	5
57	5	5	5	5	5	5	5

คน	ด้านความสวยงาม			ด้านการใช้สอย		ด้านสิ่งแวดล้อม	
	ผลิตภัณฑ์มีความสวยงามน่าใช้	ผลิตภัณฑ์สามารถดึงดูดความสนใจ	สีมีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	ผลิตภัณฑ์เหมาะสำหรับเป็นของฝากหรือของที่ระลึก	ผลิตภัณฑ์เหมาะสำหรับนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	ผลิตภัณฑ์ช่วยดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม	ผลิตภัณฑ์ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย
58	5	5	5	4	4	5	5
59	4	4	4	5	5	4	4
60	5	5	5	5	5	5	5
61	5	5	5	4	4	5	5
62	4	4	4	4	4	5	5
63	5	4	4	4	4	5	5
64	4	4	5	4	4	5	5
65	5	5	4	5	5	5	5
66	4	4	4	4	5	4	4
67	5	5	5	4	4	5	4
68	5	4	4	4	4	5	5
69	4	4	3	3	5	4	3
70	4	4	4	4	4	5	5
71	3	4	4	4	3	4	4
72	4	4	4	5	5	4	4
73	4	4	4	5	5	5	5
74	4	4	4	4	4	4	4
75	5	5	5	5	5	4	4
76	5	5	5	4	4	5	5
77	4	4	4	3	3	5	5
78	4	5	5	5	4	5	5
79	4	4	4	5	5	4	4
80	5	5	4	4	4	5	5
81	4	3	3	3	3	4	5
82	5	5	5	5	5	5	5
83	5	5	5	5	5	5	5
84	5	4	4	4	4	4	4
85	4	4	4	3	4	5	5
86	4	4	4	4	4	5	5

คน	ด้านความสวยงาม			ด้านการใช้สอย		ด้านสิ่งแวดล้อม	
	ผลิตภัณฑ์มีความสวยงามน่าใช้	ผลิตภัณฑ์สามารถดึงดูดความสนใจ	สีมีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์	ผลิตภัณฑ์เหมาะสำหรับเป็นของฝากหรือของที่ระลึก	ผลิตภัณฑ์เหมาะสำหรับนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	ผลิตภัณฑ์ช่วยดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม	ผลิตภัณฑ์ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย
87	4	4	4	4	4	5	5
88	4	4	4	4	4	5	5
89	4	4	4	4	4	5	5
90	5	5	5	4	4	5	5
91	5	3	4	4	3	4	3
92	4	4	4	4	4	5	5
93	4	4	4	4	4	4	4
94	4	4	4	4	4	4	4
95	4	4	4	3	5	5	5
96	4	4	4	4	4	4	4
97	4	4	4	4	4	4	4

ประวัตินักวิจัย และคณะ

หัวหน้าโครงการ

1. **ชื่อ – นามสกุล** นางขนิษฐา เจริญลาภ

   Mrs Khanittha Charoenlarp

2. **ตำแหน่งปัจจุบัน** รองศาสตราจารย์

4. **หน่วยงาน**

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ

2 ถนนนางลิ้นจี่ ทุ่งมหาเมฆ สาทร กรุงเทพฯ 10120

E.mail Khanit_C@hotmail.com

5. **ประวัติการศึกษา**

คุณวุฒิ	สถานศึกษา	สาขาวิชาเอก	ปริญญา	ปีที่จบ
ปริญญาตรี	ม.ศิลปากร	เคมี	วท.บ.	2529
ปริญญาโท	ม.เกษตรศาสตร์	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	วท.ม.	2539

6. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ**

   การบำบัดน้ำเสียสิ่งทอ

7. **หัวหน้าโครงการวิจัย**

   (1) การกำจัดสีดิสเพิร์ส สีไดเร็กท์ และสีรีแอคทีฟจากน้ำเสียย้อมผ้าโดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมี (งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ.2544)

   (2) การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดสีจากโรงงานย้อมผ้าโดยระบบแอคติเว็ดเต็ดสลัดจ์และระบบตกตะกอนทางเคมี (งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ.2545)

   (3) อิทธิพลของยีสต์ต่อการลอกแป้งด้วยเอนไซม์ (สกว. พ.ศ.2546)

   (4) การพัฒนาการจัดการบำบัดน้ำเสียจากการย้อมสี (งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ.2547)

   (5) การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของห้างหุ้นส่วนจำกัด เจริญชัยการย้อมให้อยู่ในมาตรฐานน้ำทิ้งโดยมีค่าใช้จ่ายลดลง (สกว. พ.ศ. 2547)

   (6) การบำบัดน้ำเสียเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่สำหรับโรงงานฟอกย้อม (งบผลประโยชน์พ.ศ. 2548)

(7) การนำน้ำย้อมกลับมาใช้ใหม่โดยการกำจัดสีด้วยโอโซน (งบประมาณแผ่นดินพ.ศ. 2549)

(8) ผลของโลหะในน้ำต่อกระบวนการย้อม (งบประมาณแผ่นดินพ.ศ. 2550)

(9) ผลของโลหะไอออนในน้ำต่อกระบวนการฟอกผ้าฝ้ายถัก(งบผลประโยชน์ พศ. 2550)

(10) การอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรป่าชายเลนอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี (งบผลประโยชน์ พศ. 550)

(11) การนำน้ำย้อมกลับมาใช้โดยการกำจัดสีด้วยกระบวนการไฟฟ้าเคมี (งบประมาณแผ่นดินพ.ศ. 2551)

(12) การบำบัดน้ำเสียโรงงานทอผ้าด้วยเครื่องวอเตอร์เจ็ตเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (งบประมาณแผ่นดินพ.ศ. 2552)

(13) ประสิทธิภาพของบึงประดิษฐ์ในการบำบัดน้ำทิ้งจากการฟอกย้อมเส้นด้ายอะคริลิก (งบประมาณแผ่นดินพ.ศ. 2553)

(14) การบำบัดน้ำเสียอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมด้วยเครื่องจักรชีวภาพ (งบวิจัยทุนนวมินทร์ พ.ศ.2553)

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

การเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ (สกว. พ.ศ.2545)

8. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อผลงานวิจัย ปีที่ตีพิมพ์ การเผยแพร่

ขนิษฐา เจริญลาภ. 2001. การกำจัดสีดิสเพิร์ส สีไดเร็กท์ และสีรีแอคทีฟ จากน้ำทิ้งย้อมผ้าโดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมี. Textile Journal:Colour way, 7(34): 32-38.

บุญศรี คู่สุขธรรม, ขนิษฐา เจริญลาภ, และสมชาย อุดร. 2003. การเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ ตอน 1. Textile Journal:Colour way, 8(45): 18-20.

บุญศรี คู่สุขธรรม, ขนิษฐา เจริญลาภ, และสมชาย อุดร. 2003. การเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ . Textile Journal:Colour way, 8(46): 47-50.

ขนิษฐา เจริญลาภ. 2003. ระบบน้ำใช้ในอุตสาหกรรม. Textile Journal:Colour way, 9(47) : 23-26

ขนิษฐา เจริญลาภ. 2003. แนวทางการเลือกใช้สารเคมี. Textile Journal:Colour way, 9(47) : 65-67

ขนิษฐา เจริญลาภ, พริยะ แก่นทับทิม. 2003. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดสีจากโรงงานย้อมผ้าโดยระบบแอคติเว็ดเต็ดสลัดจ์และระบบตกตะกอนทางเคมี . Textile Journal:Colour way, 10(47).

ขนิษฐา เจริญลาภ, พริยะ แก่นทับทิม. 2003. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดสีจากโรงงานย้อมผ้าโดยระบบแอคติเว็ดเต็ดสลัดจ์และระบบตกตะกอนทางเคมี . Textile Journal:Colour way, 11(47).

ขนิษฐา เจริญลาภ. 2005. อิทธิพลของยีสต์ต่อการลอกแป้งด้วยเอนไซม์. Textile Journal:Colour way, 10(48): 40-45

ขนิษฐา เจริญลาภ.2005. การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานฟอกย้อมให้อยู่ในมาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรมโดยมีค่าใช้จ่ายลดลง Textile Journal:Colour way, 11(48): 84-88.

Charoenlarp, K., Narongchai, C., and Numphet, J., 2009, "Effects of metal in water on cotton knitted bleaching process", The commemorative international conference of the occasion of the 4th cycle anniversary of KMUTT sustainable development to save the earth: Technologies and strategies vision 2050 (SDSE2008), Millennium Hilton Bangkok Hotel, Bangkok, Thailand. 7-9 April 2009, pp 364-366.

Charoenlarp, K and Choyphan,W. 2009. Reuse of dye wastewater through colour removal with electrocoagulation process. As.J. Energy Env. 10(04), 250-260.

Charoenlarp,K., Thongpob,K., Matmoosaw, K., Kaewkhew,W., and Lanchakawin,S. 2010. Treatment of textile industrial wastewater from water jet loom machine, Journal of chemistry and chemical engineering. 4(05), 23-28.

ผู้ร่วมวิจัย

1. **ชื่อ-นามสกุล** นางสาวปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง

   Miss Pathumthip Tonthubthimthong

2. **ตำแหน่งปัจจุบัน** ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. **หน่วยงาน**

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

โทรศัพท์ 0 2286 3991 – 5 ต่อ 9734, 1210, 1201 โทรสาร 0 2286 3991 – 5 ต่อ 1210

e-mail : pathumthip.t@rmutk.ac.th, tpathumthip@hotmail.com,
tpathumthip@yahoo.com

5. **ประวัติการศึกษา**

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2545	เอก	วศ.ด. วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต	วิศวกรรมเคมี	วิศวกรรมเคมี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	ไทย
2538	โท	วท.ม. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	เคมีเทคนิค	เคมีเทคนิค	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ไทย
2531	ตรี	วท.บ. วิทยาศาสตรบัณฑิต	เคมี	เคมี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ไทย

6. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ**

   การดูดซับ การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด

7. **หัวหน้าโครงการวิจัย**

   (1) การพัฒนากระถางต้นไม้จากใยมะพร้าว

   (2) การสกัดสารนิมบินจากเมล็ดสะเดา

   (3) กระถางต้นไม้ชำร่วยจากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร

   (4) การผลิตกระถางเพาะชำจากธรรมชาติ

(5) กระถางต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร

(6) สกัดสารออกฤทธิ์จากฟ้าทะลายโจรด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยิ่งยวด

(7) การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากไม้กฤษณา

(8) การพัฒนาการผลิตน้ำอบไทย

(9) การพัฒนาวิธีการอบควันเทียน

(10) การสกัดน้ำมันจากเมล็ดชะมดต้น (*Hibiscus abelmoschus* Linn.)

8. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

International & Regional Conference

Tonthubthimthong, P., Ajchariyapagorn, A., Douglas, S., Douglas, P. L. and Pongamphai, S. 2005. "Simulation of Nimbin Extraction by Using Aspen Plus" **the 88th Canadian Chemistry Conference and Exhibition.** May 28-June 1. Saskatoon Centennial Convention Centre Saskatoon Saskatchewan Canada. (ผู้ร่วมวิจัย)

Tonthubthimthong, P., Chinadit, M., Boonpung, S., Supanya, C., Tanuwong, S. and Tanakulrungsank, W. 2005. "Cultivate Flowerpot Production from Agricultural Waste Materials", **The 3rd EMSES International Symposium Eco-Energy and Material Science and Engineering Symposium**. April 6-9. Lotus Hotel Pang Suan Kaew Chiangmai Thailand. (ผู้วิจัย)

Local Conference

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง. 2551. "การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากไม้กฤษณา" **มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลวิชาการ ครั้งที่ 1** "ถ่ายทอดงานวิจัยสู่สังคม เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน". 27–29 สิงหาคม. โรงแรมธรรมรินทร์ ธนา จังหวัดรัง.

เจษฎา มณีพงษ์สวัสดิ์, สุชาวดี วาสิกบุตร, ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง และมาริสา จินะดิษฐ์. 2550. "การสกัดสารออกฤทธิ์ทางยาจากฟ้าทะลายโจรด้วยคาร์บอนไดออกไซด์วิกฤตยวดยิ่ง" **การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 45 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. 30 มกราคม - 2 กุมภาพันธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. (ผู้วิจัย)

ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง, มาริสา จินะดิษฐ์, สุรัตน์ บุญพึ่ง, วราภรณ์ ธนะกุลรังสรรค์, ธิดารัตน์ มานิตย์ และอุษาวดี ไม้คง. 2548. "การผลิตกระถางต้นไม้จากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร" **การประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 21**. 28–30 มีนาคม. โรงแรมเชียงใหม่ภูคำ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. (ผู้วิจัย)

ชัชวาลย์ สุขมั่น, ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง, กฤษณ์ หวังเจริญกุลชัย และ คมเดช งามสมจิตร. 2548. "การศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไวน์สะระแหน่" **การประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 21**. 28–30 มีนาคม. โรงแรมเชียงใหม่ภูคำ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. (ผู้ร่วมวิจัย)

ผู้ร่วมวิจัย

1. **ชื่อ – นามสกุล** นายเขมชาติ สุรกุล

   Mr Kemmachart Surakul

2. **ตำแหน่งปัจจุบัน** ผู้ช่วยศาสตราจารย์

3. **หน่วยงาน**

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ

2 ถนนนางลิ้นจี่ ทุ่งมหาเมฆ สาทร กรุงเทพฯ 10120

E.mail Khanit_C@hotmail.com

4. **ประวัติการศึกษา**

คุณวุฒิ	สถานศึกษา	สาขาวิชาเอก	ปริญญา	ปีที่จบ
ปริญญาตรี	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล	วิศวกรรมเคมีสิ่งทอ	วศ.บ.	
ปริญญาโท	Leed University	Textile Chemistry	MSc.	

5. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ**

   การย้อมสีสิ่งทอ

ผู้ร่วมวิจัย

1. **ชื่อ – นามสกุล** นางสาวโสมวดี ฤทธิโชติ

   Mss.Somvadee Rittichote

2. **ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์

4. **สถานที่ทำงาน**

   คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

   2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10121

   โทรศัพท์ 02-2879600 ต่อ 2190

   โทรสาร 02-2879600 ต่อ 1253

   ไปรษณีย์อิเล็คโทรนิกส์(e-mail) Ann_design01@hotmail.com

5. **ประวัติการศึกษา**

คุณวุฒิ	สถานศึกษา	สาขาวิชาเอก	ปริญญา	ปีที่จบ
ปริญญาตรี	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	ศิลปกรรม	ศษ.บ.	
ปริญญาโท	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร	ศิลปศึกษา	กศ.ม.	

6. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ**

   การออกแบบสิ่งทอ การพิมพ์ผ้า

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล นางภัทรานิษฐ์ สิทธินพพันธ์

Mrs. PATTHARNIT SITTINOPPAN

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

3. สถานที่ทำงาน

คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10121

โทรศัพท์ 02-2863991-5,02-2879600 ต่อ 2190 ,1255

โทรสาร 02-2863596

ไปรษณีย์อิเล็คโทรนิกส์(e-mail) SITTINOPPAN@HOTMAIL.COM

4. ประวัติการศึกษา

คุณวุฒิ	สถานศึกษา	สาขาวิชาเอก	ปริญญา	ปีที่จบ
ปริญญาตรี	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	ศิลปกรรม	ศษ.บ.	
ปริญญาโท	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร	ศิลปศึกษา	กศ.ม.	

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ สอนสาขาวิชา

- การออกแบบสิ่งทอ การทำผ้ามัดย้อมและบาติก

ผู้ร่วมวิจัย

1. **ชื่อ – นามสกุล** นายกมลภัทร์ รักสวน

Mr. Kamonbhat Raksuan

2. **ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์ระดับ

3. **หน่วยงาน**

สาขาวิชาออกแบบสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ โทรศัพท์ 02-287-3991

e-mail : k_raksuan@yahoo.com

4. **ประวัติการศึกษา**

คุณวุฒิ	สถานศึกษา	สาขาวิชาเอก	ปริญญา	ปีที่จบ
ปริญญาตรี	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	ศิลปกรรม	ศษ.บ.	2540
ปริญญาโท	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรเชียงใหม่	ศิลปศึกษา	ศษ.ม.	2543

5. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ**

ออกแบบสิ่งทอ, ออกแบบแฟชั่น, คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบสิ่งทอ