

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยการศึกษาข้อมูลด้วยการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ให้กับกลุ่มสตรีทอผ้าชาวไทยทรงดำ บ้านวังน้ำ ตำบลวังยาง อำเภอคลองขลุง จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 20 คน มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดคำแสด ร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์
2. เพื่อศึกษาผลของนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดคำแสด
3. เพื่อศึกษาความคงทนของสีเส้นไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดคำแสดร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์
4. เพื่อศึกษาการย้อมสีในระดับต้นแบบที่ใช้นาโนซิงค์ออกไซด์

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัย การศึกษาผลของนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดคำแสด สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดคำแสดร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ การย้อมสีเส้นไหมเป็นการย้อมเส้นไหมด้วยน้ำย้อมสีจากเมล็ดคำแสดที่มีผลการย้อมที่ดีที่สุด คือ ย้อมด้วยน้ำย้อมสีจากเมล็ดคำแสด ดังนี้

1.1 ปรับสภาพเส้นไหมด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (1%, 2%) ตามด้วยการย้อมน้ำย้อมสีพร้อมสารละลายสารส้ม 0.01%, 0.025%, 0.05%

1.2 ปรับสภาพเส้นด้ายไหมด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (1%, 2%) ตามด้วยการย้อมน้ำย้อมสีพร้อมสารละลายสารส้ม 0.01%, 0.025%, 0.05% ตามด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.1%, 0.4%, 0.8%

1.3 ปรับสภาพเส้นด้ายไหมด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (1%) ตามด้วยการย้อมน้ำย้อมสีพร้อมสารละลายสารส้ม 0.01%, 0.025%, 0.05% พร้อมด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.1%, 0.4%, 0.8%

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดคำแสด ร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ คือ Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% พร้อมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.4 % และ Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสีพร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.4% เส้นไหมที่ผ่านการย้อมทั้ง 2 แบบ จะมีคุณภาพได้มาตรฐานมีความคงทนต่อการซักและแสงค่อนข้างดี

2. ศึกษาผลของนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดค้ำแสด

การศึกษาค่าสีย้อมธรรมชาติบนเส้นไหมจากเมล็ดค้ำแสดย้อมนาโนซิงค์ออกไซด์ แล้วนำมาวัดค่าสีในระบบ CIELAB ของเส้นไหมจากการย้อมสีด้วยน้ำย้อมสีจากเมล็ดค้ำแสดใช้โหมด Color plot D65/10° มีผลดังนี้

2.1 สีเส้นไหมที่ได้มีความสว่าง (L^*) อยู่ระหว่าง 75.33-75.69 ซึ่งตัวอย่างที่มีความสว่างมากที่สุด คือ ตัวอย่างหมายเลข 37 เกิดจากกรรมวิธีการย้อมด้วย Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8% และเส้นไหมที่มีความสว่างน้อยที่สุด อยู่ระหว่าง 69.14-69.26 คือ ตัวอย่างหมายเลข 54 เกิดจากกรรมวิธีการย้อมด้วย Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8%

2.2 ค่าสีแดง – เขียว (a^*) อยู่ระหว่าง 30.12 – 30.65 เป็นช่วงสีแดง ตัวอย่างที่มีสีแดงมากที่สุดคือ ตัวอย่างหมายเลข 56 เกิดจากกรรมวิธีการย้อมด้วย Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8 % ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% และตัวอย่างที่มีค่าสีแดงน้อยที่สุดคือ ตัวอย่างหมายเลข 22 อยู่ระหว่าง 22.86-22.90 เกิดจากกรรมวิธีการย้อมด้วย Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05%

2.3 ค่าสีเหลือง – น้ำเงิน (b^*) อยู่ระหว่าง 62.58-63.10 เป็นช่วงสีเหลือง คือ ตัวอย่างหมายเลข 56 มีสีเหลืองมากที่สุด เกิดจากกรรมวิธีการย้อม Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% และตัวอย่างที่มีค่าสีเหลืองน้อยที่สุด คือ ตัวอย่างหมายเลข 33 อยู่ระหว่าง 42.95-43.22 คือ เกิดจากกรรมวิธีการย้อมด้วย Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% ตามด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.4%

3. การทดสอบความคงทนของสีย้อมจากน้ำย้อมสีเมล็ดค้ำแสดร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการซักและแสง จะเห็นว่า ตัวอย่างเส้นไหมที่มีความคงทนดีที่สุด มี 3 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างลำดับที่ 2 ลำดับที่ 18 และลำดับที่ 17 ตามลำดับ มีการตกสีของสีซักที่ 40 องศาเซลเซียส ดี สีซีดเล็กน้อย การเปื้อนติดสีดี สีเปื้อนติดเส้นไหมเล็กน้อย ติดเชลลูโลสอาซิเตตปานกลาง ความคงทนต่อแสง พอใช้-ค่อนข้างดี

4. ศึกษาการย้อมสีในระดับต้นแบบที่ใช้นาโนซิงค์ออกไซด์ พบว่า สีเส้นไหมที่ได้จากการย้อมในระดับต้นแบบเมื่อเปรียบเทียบกับสีจากการย้อมสีเส้นไหมในห้องปฏิบัติการ ให้สีเหมือนเดิมไม่แตกต่างกัน ส่วนการประเมินผลการอบรมเชิงปฏิบัติการวิจัยถ่ายทอดความรู้ให้กับชุมชน พบว่า ทักษะและความสามารถที่ได้รับเพิ่มมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.91 รองลงมาคือ ความประโยชน์ของความรู้จากการอบรมต่อผู้เข้าอบรมและกลุ่ม มีค่าเฉลี่ย 4.90 น้อยที่สุดคือ ความเหมาะสมของสถานที่จัดอบรม มีค่าเฉลี่ย 4.62 ตามลำดับ

อภิปรายผล

1. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดค้ำแสดร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ คือ Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% พร้อมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.4 % และ Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสีพร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4% เส้นไหมที่ผ่านการย้อมทั้ง 2 แบบ จะมีคุณภาพได้มาตรฐานมีความคงทนต่อการซักและแสงค่อนข้างดี

2. ศึกษาค่าสีย้อมธรรมชาติบนเส้นไหมจากเมล็ดค้ำแสดย้อมนาโนซิงค์ออกไซด์ แล้วนำมาวัดค่าสีในระบบ CIELAB ของเส้นไหมจากการย้อมสีด้วยน้ำย้อมสีจากเมล็ดค้ำแสดใช้โหมด Color plot D65/10° มีผลดังนี้ คือ สีเส้นไหมที่ได้มีความสว่าง (L*) อยู่ระหว่าง 75.33-75.69 ซึ่งตัวอย่างที่มีความสว่างมากที่สุด คือ ตัวอย่างหมายเลข 37 เกิดจากกรรมวิธีการย้อมด้วย Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสีพร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025 % พร้อมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.8 % และเส้นไหมที่มีความสว่างน้อยที่สุดอยู่ระหว่าง 69.14-69.26 คือ ตัวอย่างหมายเลข 54 เกิดจากกรรมวิธีการย้อมด้วย Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.4% ส่วนค่าสีแดง - เขียว (a*) อยู่ระหว่าง 27.21 – 27.28 เป็นช่วงสีแดง ตัวอย่างที่มีสีแดงมากที่สุดคือ ตัวอย่างหมายเลข 52 เกิดจากกรรมวิธีการย้อมด้วย Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.1% และตัวอย่างที่มีค่าสีแดงน้อยที่สุดคือ ตัวอย่างหมายเลข 22 อยู่ระหว่าง 22.86-22.90 เกิดจากกรรมวิธีการย้อมด้วย Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% ตามด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.1% และค่าสีเหลือง - น้ำเงิน (b*) อยู่ระหว่าง 63.60-64.04 เป็นช่วงสีเหลือง คือ ตัวอย่างหมายเลข 56 มีสีเหลืองมากที่สุด เกิดจากกรรมวิธีการย้อม Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05 % พร้อมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.8 % และตัวอย่างที่มีค่าสีเหลืองน้อยที่สุด คือ ตัวอย่างหมายเลข 24 อยู่ระหว่าง 44.08-44.09 คือ เกิดจากกรรมวิธีการย้อมด้วย Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025 % ตามด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.1 % มีสีเหลืองต่ำที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของณภัทร ยศยิ่งยง (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาความคงทนของสีและเฉดสีของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยวัสดุสีธรรมชาติ วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาคุณภาพการย้อมผ้าฝ้ายด้วยวัสดุสีธรรมชาติให้มีสีหลากหลายและมีความคงทนของสี โดยใช้สีจากวัสดุธรรมชาติ 4 ชนิด คือ เปลือกมะพร้าวอ่อน, เปลือกต้นโกงกาง, ใบโกงกาง และใบ ลิ้นจี่ที่สกัด โดยใช้อัตราส่วน วัสดุ : น้ำ 1 : 5 และ 1 : 7 เวลาที่ใช้สกัดสี และเวลาย้อม 60 นาที สารช่วย ย้อม 3 ชนิด คือ น้ำตาล, น้ำปูนใส และสารส้ม โดยใช้วิธีย้อมแบบหลังย้อมที่เวลา 20 นาที 40 นาที จากการวิเคราะห์ค่าความสว่าง (CIEL*) ผลการวิจัยพบว่า ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยใบลิ้นจี่ที่ใช้อัตราส่วนสกัด 1 : 7 ใช้สารส้มเป็นสารช่วยย้อมที่เวลา 40 นาที มีค่าความสว่างสูงสุด คือ 70.56 ผ้าฝ้ายได้สีครีมน้ำตาล ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (CIEa*) พบว่า ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยใบโกงกาง ที่ใช้อัตราส่วนสกัด 1 : 5 ใช้ น้ำปูนใสและสารส้ม เป็นสารช่วยย้อมที่เวลา 40 นาที มีค่าความเป็นสีแดงสูงสุดคือ 20.83 ได้ผ้าฝ้ายสีน้ำตาลแดง และน้ำตาลอมส้ม ตามลำดับ ค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (CIEb*) พบว่า ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยใบโกงกาง ที่ใช้อัตราส่วนสกัด 1 : 5 ใช้สารส้มเป็นสารช่วยย้อมที่เวลา 40 นาที มีค่าความเป็นสีเหลืองสูงสุดคือ 31.86 ผ้าฝ้ายได้สีน้ำตาลอมเหลือง ค่าความสดใสของสี (CIEc*) พบว่า ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยใบโกงกางที่ใช้อัตราส่วนสกัด 1 : 5 ใช้สารส้มเป็นสารช่วยย้อมที่เวลา 40 นาที มีค่าความสดใส สูงสุดคือ 38.07 ผ้าฝ้ายได้สีน้ำตาลอมส้ม เฉดสีของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยเปลือกมะพร้าวอ่อน ได้สีน้ำตาลแดง ถ้าไม่ใช้สารช่วยย้อมจะมีสีชมพูอ่อน ผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยเปลือกโกงกางได้สีน้ำตาลทอง และน้ำตาลอมส้ม แต่เมื่อย้อมด้วยใบโกงกางได้เฉดสีเป็นสีส้ม และสีน้ำตาลทอง และเฉดสีของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยใบลิ้นจี่ ผ้าฝ้ายได้สีครีมน้ำตาลและสีเหลืองนวล และสอดคล้องกับงานวิจัยของปัทมาพร วงศ์แสงเทียน (2561) ได้ศึกษาการย้อมสีเส้นไหมจากเมล็ดค้ำแสดสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือน วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมี ค่าสีของเส้นไหม ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อสีเส้นไหม ความคงทนของสีเส้นไหมที่ผู้ใช้มีความพึงพอใจมากที่สุด และกระบวนการย้อมต้นแบบเพื่อการย้อมสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือนและเปรียบเทียบสีกับการย้อมในห้องปฏิบัติการของน้ำย้อมสีจากเมล็ดค้ำแสด ผลการวิจัยพบว่า ค่าสีของเส้นไหมที่ย้อมด้วยน้ำย้อมสีจาก

เมล็ดค่าแสด สีเส้นไหมที่ได้มีความสว่าง (L^*) อยู่ระหว่าง 67.32 – 73.41 ซึ่งตัวอย่างที่มีความสว่างมากที่สุด ตามด้วยน้ำย้อมสี ค่าสีแดง – เขียว (a^*) อยู่ระหว่าง 24.77 – 32.02 เป็นช่วงสีแดง ส่วนค่าสีเหลือง – น้ำเงิน (b^*) อยู่ระหว่าง 53.69 – 64.17 เป็นช่วงสีเหลือง จากการที่ค่าสีเป็นสีผสมของสีแดงกับสีเหลือง ทำให้สีของเส้นไหมทั้งหมดมีสีส้ม-เหลือง และความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อสีเส้นไหมที่ย้อมด้วยน้ำย้อมสีจากเมล็ดค่าแสด มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 3.82

3. ความคงทนของสีต่อการซักโดยวิธี ISO 105 – C01 : 1989 และต่อแสง (แสงซินอนอาร์ก) โดยวิธี ISO 105 – B02 : 1994 ตัวอย่างเส้นไหมที่มีความคงทนดีที่สุด คือ ตัวอย่างลำดับที่ 2 ลำดับที่ 18 และลำดับที่ 17 ตามลำดับ มีการตกสีของสีซักที่ 40 องศาเซลเซียส สีซีดเล็กน้อย การเปื้อนติดสีดี สีเปื้อนติดเส้นไหมเล็กน้อย ติดเซลลูโลสอาซิเตตปานกลาง ความคงทนต่อแสง พอใช้-ค่อนข้างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรเพ็ญ โขชัย และระมัด โขชัย (2559) ได้ทำการศึกษาผลของนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ต่อการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติ งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อมธรรมชาติร่วมกับนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ ผลของนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ต่อการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อมธรรมชาติ และการย้อมสีธรรมชาติ ในระดับต้นแบบที่ใช้นาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ โดยใช้ฝ้ายย้อมสีจากเปลือกประดู่ ใช้เหล็ก (II) ซัลเฟตเป็น มอร์แดนต์ การย้อมนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์มีทั้งการย้อมร้อนและย้อมเย็น แล้วให้กลุ่มทอผ้าประเมิน ความพึงพอใจต่อสีเส้นด้ายฝ้ายแล้วนำตัวอย่างที่ได้รับ ความพึงพอใจมากที่สุด จำนวน 23 ตัวอย่างทดสอบ ความคงทนของสีและนำตัวอย่างที่มีความคงทนดีที่สุดไปทำการย้อมระดับต้นแบบ ผลการวิจัยพบว่า การย้อมสี เส้นด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติร่วมกับนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ซึ่งมีฐานวิทยาศาสตร์ที่เป็นเอกพันธ์ทรงกลม ที่เชื่อมต่อกันช่วยให้ดูดซึมสีย้อมได้ดีขึ้นไม่ทำให้สีของเส้นด้ายฝ้ายเปลี่ยนแปลง แต่มีผลทำให้สีเส้นด้ายฝ้าย มีความคงทนดีขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของปัทมาพร วงศ์แสงเทียน (2561) ได้ศึกษาการย้อมสีเส้นไหมจากเมล็ดค่าแสดสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือน ผลการวิจัยพบว่า ความคงทนของสีเส้นไหม มีความคงทนต่อการซักส่วนใหญ่ในระดับดี แต่ความคงทนต่อแสง อยู่ในระดับพอใช้ – พอใช้ค่อนข้างดี และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรุณชานาคชาติ และคณะ ได้ศึกษาการย้อมสีไหมด้วยเมล็ดมะขามและเปลือกหุ้มเมล็ดมะขาม เพื่อเพิ่มมูลค่าเชิงพาณิชย์ พบว่า สก๊ตน้ำย้อมจากเมล็ดมะขาม และเปลือกหุ้มเมล็ดมะขามโดยใช้อัตราส่วนเมล็ดมะขาม 1 กิโลกรัม ต่อน้ำสะอาด 7 ลิตร ต้มสก๊ตเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที เมื่อนำไปย้อมเส้นไหมจะให้เฉดสีน้ำตาลทองถึงเทาขึ้นอยู่กับสารช่วยติดสี เส้นไหมมี ความแข็งแรง คงทนต่อการกดทับด้วยความร้อน คงทนต่อการขัดถูและความคงทนต่อเหงื่อในระดับ คุณภาพค่อนข้างดีถึงค่อนข้างดีมากที่สุด (2/3-4/5) แต่ความคงทนต่อการตกสีมีคุณภาพต่ำ

4. ศึกษาการย้อมสีในระดับต้นแบบที่ใช้นาโนซิงค์ออกไซด์ พบว่า สีเส้นไหมที่ได้จากการย้อมในระดับต้นแบบเมื่อเปรียบเทียบกับสีจากการย้อมสีเส้นไหมในห้องปฏิบัติการ ให้สีเหมือนเดิมไม่แตกต่างกัน ส่วนการประเมินผลการอบรมเชิงปฏิบัติการวิจัยถ่ายทอดความรู้ให้กับชุมชน พบว่า ทักษะและความสามารถที่ได้รับเพิ่มมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.91 รองลงมาคือ ความประโยชน์ของความรู้จากการอบรมต่อผู้เข้าอบรมและกลุ่ม มีค่าเฉลี่ย 4.90 น้อยที่สุดคือ ความเหมาะสมของสถานที่จัดอบรม มีค่าเฉลี่ย 4.62 ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ระมัด โขชัย และพรเพ็ญ โขชัย (2560) ได้ทำการศึกษาการใช้นาโนซิงค์ออกไซด์ในการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อมธรรมชาติ งานวิจัยครั้งนี้ ทำการทดสอบความคงทนของสีตัวอย่างเส้นด้ายฝ้ายที่ได้รับ ความพึงพอใจมากที่สุด 26 ตัวอย่าง และนำตัวอย่างที่สีมีความคงทนที่สุดทำการย้อมระดับต้นแบบ ผลการวิจัย พบว่า การใช้นาโนซิงค์ออกไซด์ในการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อม

ธรรมชาติ ความเข้มข้นของนาโนซิงค์ออกไซด์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนสีและค่าสีของเส้นด้ายฝ้าย แต่มีผลต่อความคงทนของสีทั้งจากการซักและแสง ทั้งนี้เนื่องจากนาโนซิงค์เป็นผลึกมีโครงสร้างแบบปริซึมหกเหลี่ยม (hexagonal prism) มีพื้นที่ผิวมากช่วยให้ดูดซึมสีย้อมได้ดีขึ้น สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากเปลือกประดู่ร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์มี 3 สภาวะ คือ การย้อมแคลเซียม 1% แล้วตามด้วยน้ำย้อมประดู่ 0.5% และนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.02% การย้อมแคลเซียม 2% แล้วตามด้วยน้ำย้อมประดู่ พร้อมเหล็ก 0.25% พร้อมนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.08% และการย้อมน้ำย้อมประดู่พร้อมนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.06% ตามด้วยแคลเซียม 1% และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พัชรภรณ์ พิมพ์จันทร์ (2562) ได้ทำการศึกษาการเพิ่มการติดสีและความคงทนของสีย้อมธรรมชาติสำหรับเส้นใยจากกก วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเพิ่มการติดสีและความคงทนของสีสำหรับเส้นกกที่ย้อมด้วย พิษสองชนิดคือขมิ้นและฝางโดยใช้โพแทสเซียมอะลูมิเนียมซิลิเกตและการหมักโคลนจากธรรมชาติ สารสกัดสีที่เตรียมจากขมิ้นและฝางให้สีเหลืองและสีแดง ทำการวิเคราะห์เฉดสีเส้นกกหลังย้อมด้วย Chroma meter Konica Minolta CR-400 ผลการวิจัยพบว่า กกที่ย้อมด้วยขมิ้นและฝางให้เฉดสีเหลืองและแดง ตามลำดับ โดยเมื่อย้อมร่วมกับโพแทสเซียมอะลูมิเนียมซิลิเกตและการหมักโคลนจะให้สีเข้มขึ้น ให้ค่า L^* ลดลง และ ให้ค่า a^* หรือ b^* สูงขึ้นเมื่อเทียบกับการย้อมด้วยขมิ้น หรือฝางเพียงอย่างเดียว (ค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 60.29 5.42 และ 36.07 สำหรับย้อมด้วยขมิ้นและ 65.04 6.01 และ 18.41 สำหรับการย้อมด้วยฝาง) แสดงว่าโพแทสเซียมอะลูมิเนียมซิลิเกตและโคลนสามารถเพิ่มการยึดเกาะและความ เข้มของสีให้กับสีย้อมธรรมชาติได้โดยโพแทสเซียมอะลูมิเนียมซิลิเกตจะสร้างพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ ระหว่างโมเลกุลสีกับหมู่ -OH ของเส้นใยกกในขณะที่โคลนสามารถเพิ่มความเข้มสีหลังย้อมได้โดย การเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะหรือไอออนบวกกับโมเลกุลของสีและหมู่ H - OH ของเส้นใยกก สอดคล้องกับการศึกษาความคงทนของสีต่อแสงแดด (ISO 105-B02 : 1994) ซึ่งพบว่าเส้นใยกกที่ย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติร่วมกับโพแทสเซียมอะลูมิเนียมซิลิเกตและการหมักโคลนอยู่ในระดับดี เมื่อทำการตากแดด 20 วันพบว่าให้ค่า L^* a^* และ b^* ใกล้เคียงกับเริ่มต้น โดยค่าการเปลี่ยนแปลงสี (ΔE^*) ของ เส้นกกที่ย้อมด้วยขมิ้นรวมกับการหมักโคลนมีค่า 5.35 และย้อมฝางรวมกับการหมักโคลนมีค่า 2.82 ซึ่ง ต่ำกว่าการย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติเพียงอย่างเดียวแสดงว่าเส้นใยธรรมชาติที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ สามารถเพิ่มความคงทนการติดสีด้วยโพแทสเซียมอะลูมิเนียมซิลิเกตและโคลนได้

ข้อเสนอแนะ

การนำไปใช้

1. ผลของนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดคำแสด ใช้เป็นสีย้อมเส้นไหมได้ สามารถนำไปใช้ทอเป็นผ้าที่มีสีสวยงามและนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น ผ้าพันคอ ผ้าคลุมไหล่ กระเป๋าโทรศัพท์ กระเป๋าใส่เงิน เสื้อผ้า ผ้า่าน และผ้าปูโต๊ะ เป็นต้น
2. นำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาเคมี วิชามนุษย์กับสิ่งแวดล้อม และวิชาชีวเคมี เกี่ยวกับสีจากธรรมชาติและเป็นแนวทางการวิจัยของนักศึกษาที่สนใจการพัฒนาสีย้อมจากธรรมชาติ

การศึกษาครั้งต่อไป

1. การศึกษาการย้อมสีจากสีย้อมธรรมชาติ น่าจะใช้วิธีการวิจัยแบบมีส่วนร่วมเพื่อให้กลุ่มทอผ้ามีส่วนในการทำการศึกษา จนสามารถพึ่งตนเองได้
2. การศึกษาวิธีการเก็บรักษาสีที่ได้จากเมล็ดคำแสด
3. การศึกษาสีจากพืชธรรมชาติในท้องถิ่นที่นำมาใช้ทดแทนสีที่ได้จากสารเคมี
4. ควรศึกษาวิธีการเก็บรักษาสีน้ำย้อมจากธรรมชาติให้อยู่ในรูปแบบที่สะดวกต่อการใช้งาน เพื่อพัฒนาสู่การนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ต่อไป