

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลของนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดคำแสด ซึ่งเป็นการวิจัยที่ศึกษาในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์มีผลการวิจัยดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดคำแสดร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์
2. เพื่อศึกษาผลของนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดคำแสด
3. เพื่อศึกษาความคงทนของสีเส้นไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดคำแสดร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์
4. เพื่อศึกษาการย้อมสีในระดับต้นแบบที่ใช้นาโนซิงค์ออกไซด์

ความหมายของสัญลักษณ์

Ca	หมายถึง โลหะแคลเซียมในแคลเซียมไฮดรอกไซด์
Cu	หมายถึง โลหะคอปเปอร์ในคอปเปอร์ซัลเฟต
Al	หมายถึง โลหะอะลูมิเนียม
Na ₂ CO ₃	หมายถึง โซเดียมคาร์บอเนต (โซดาแอช)
ZnO	หมายถึง นาโนซิงค์ออกไซด์
L*	หมายถึง ค่าความสว่างของสี
a*	หมายถึง ค่าสี แดง – เขียว
b*	หมายถึง ค่าสี เหลือง – น้ำเงิน
C*	หมายถึง ค่าความเข้มของสี
h	หมายถึง ค่ามุมเฉดสี
ΔL^*	หมายถึง ค่าความเปลี่ยนแปลงของความสว่างของสี
Δa^*	หมายถึง ค่าความเปลี่ยนแปลงของสี แดง – เขียว
Δb^*	หมายถึง ค่าความเปลี่ยนแปลงของสี เหลือง – น้ำเงิน
ΔC^*	หมายถึง ค่าความเปลี่ยนแปลงของความเข้มของสี
Δh	หมายถึง ค่าความเปลี่ยนแปลงของมุมเฉดสี

ผลการศึกษาวิจัย

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดกาแฟสดร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์

การย้อมสีเส้นไหมเป็นการย้อมเส้นไหมด้วยน้ำย้อมสีจากเมล็ดกาแฟสดที่มีผลการย้อมที่ดีที่สุด คือ ย้อมด้วยน้ำย้อมสีจากเมล็ดกาแฟสด ดังนี้

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

2. ปรับสภาพเส้นไหมด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (1%, 2%) ตามด้วยการย้อมน้ำย้อมสีพร้อมสารละลายสารส้ม 0.01%, 0.025%, 0.05% ตามด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.1%, 0.4%, 0.8%

3. ปรับสภาพเส้นไหมด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (1%, 2%) ตามด้วยการย้อมน้ำย้อมสีพร้อมสารละลายสารส้ม 0.01%, 0.025%, 0.05% พร้อมด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.1%, 0.4%, 0.8% จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดกาแฟสดร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ และจะได้ตัวอย่างเส้นไหมตามเงื่อนไขการย้อมทั้งหมด จำนวน 56 ตัวอย่าง ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การเตรียมน้ำย้อมสีเส้นไหมจากเมล็ดกาแฟสด จำนวน 56 ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม
1	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี
2	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01 % ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1 %
3	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01 % พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.1 %
4	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1 % ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01 %
5	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01 % ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4 %
6	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01 % พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4 %
7	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4 % ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01 %
8	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01 % ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8 %
9	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01 % พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8 %
10	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8 % ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01 %
11	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025 % ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1 %
12	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025 % พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.1 %
13	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1 % ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025 %
14	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025 % ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4 %
15	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025 % พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4 %
16	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4 % ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025 %
17	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025 % ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8 %
18	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025 % พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8 %
19	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8 % ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025 %
20	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05 % ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1 %

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม
54	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05 % ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8 %
55	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05 % พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8 %
56	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8 % ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05 %

ตารางที่ 4.2 สีของเส้นไหมที่ได้จากการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดคำแสตร่วมกับนาโนซิงค์ ออกไซด์ จำนวน 56 ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม	สีเส้นไหมย้อมนาโน
1	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี	
2	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1%	
3	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.1%	
4	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01%	
5	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4%	
6	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4%	

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม	สีเส้นไหมย้อมนาโน
7	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01%	
8	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8%	
9	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8%	
10	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01%	
11	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1%	
12	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.1%	
13	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025%	
14	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4%	

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม	สีเส้นไหมย้อมนาโน
15	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4%	
16	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025%	
17	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8%	
18	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8%	
19	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025%	
20	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1%	
21	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.1%	
22	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05%	

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม	สีเส้นไหมย้อมนาโน
23	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4%	
24	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4%	
25	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4 % ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05%	
26	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8%	
27	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8 %	
28	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05%	
29	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี	
30	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1%	
31	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.1%	

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม	สีเส้นไหมย้อมนาโน
32	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01%	
33	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4%	
34	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4%	
35	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01%	
36	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8%	
37	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8%	
38	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01%	
39	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1%	

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม	สีเส้นไหมย้อมนาโน
40	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.1%	
41	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025%	
42	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4%	
43	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4%	
44	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025%	
45	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8%	
46	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8%	
47	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025%	

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม	สีเส้นไหมย้อมนาโน
48	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1%	
49	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.1%	
50	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05%	
51	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4%	
52	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4%	
53	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05%	
54	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8%	
55	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8%	
56	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05%	

จากตารางที่ 4.2 พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดคำแสด ร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ คือ Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% พร้อมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.4 % และ Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสีพร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4% เส้นไหมที่ผ่านการย้อมทั้ง 2 แบบ จะมีคุณภาพได้มาตรฐานมีความคงทนต่อการซักและแสงค่อนข้างดี

2. ศึกษาผลของนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการย้อมสีเส้นไหมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดคำแสด

การศึกษาค่าสีย้อมธรรมชาติบนเส้นไหมจากเมล็ดคำแสดย้อมนาโนซิงค์ออกไซด์ แล้วนำมาวัดค่าสีในระบบ CIELAB ของเส้นไหมจากการย้อมสีด้วยน้ำย้อมสีจากเมล็ดคำแสดใช้โหมด Color plot D65/10° มีผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าสีในระบบ CIELAB ของเส้นไหม

ตัวอย่างที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี	L*	73.12	73.36	74.32	73.60
		a*	23.76	23.66	23.22	23.55
		b*	46.36	45.93	44.52	45.60
		C*	52.09	51.29	52.86	52.08
		h	62.87	61.77	61.80	62.15
2	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1%	L*	73.54	72.95	73.39	73.29
		a*	24.26	24.62	24.43	24.44
		b*	45.19	46.10	45.40	45.56
		C*	50.27	55.02	54.02	53.10
		h	60.35	61.69	62.15	61.40
3	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.1%	L*	71.24	71.30	70.59	71.04
		a*	24.98	25.00	25.52	25.17
		b*	46.59	46.70	48.91	47.40
		C*	52.08	54.07	53.41	53.19
		h	62.53	61.44	60.42	61.46
4	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01%	L*	71.69	70.26	70.58	70.84
		a*	24.87	25.66	25.57	25.37
		b*	43.69	45.58	45.04	44.77
		C*	53.45	51.67	52.26	52.46
		h	60.50	62.75	61.90	61.72
5	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4 %	L*	71.14	70.61	71.55	71.10
		a*	26.09	26.26	25.91	26.09
		b*	48.44	49.74	49.61	49.26
		C*	52.97	52.31	56.25	53.84
		h	61.84	60.62	62.17	61.54

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ตัวอย่าง ที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
6	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4 %	L*	72.29	71.78	72.36	72.14
		a*	25.24	25.47	25.25	25.32
		b*	47.76	48.12	47.68	47.85
		C*	54.44	51.62	53.56	53.21
		h	62.11	62.36	61.12	61.86
7	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01%	L*	73.89	74.09	73.67	73.88
		a*	24.02	23.95	24.31	24.09
		b*	46.21	45.73	45.57	45.84
		C*	55.20	54.89	50.22	53.44
		h	61.30	60.63	62.45	61.46
8	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8%	L*	72.46	72.43	72.42	72.44
		a*	25.85	25.87	25.90	25.87
		b*	47.49	46.90	47.17	47.19
		C*	51.56	55.16	51.79	52.84
		h	61.71	62.45	60.42	61.53
9	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8%	L*	71.73	71.48	71.29	71.50
		a*	26.36	26.50	26.83	26.56
		b*	46.45	48.42	48.70	47.86
		C*	55.97	53.96	51.65	53.86
		h	62.43	62.10	61.92	62.15
10	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01%	L*	72.58	71.65	72.11	72.11
		a*	26.32	26.92	26.98	26.74
		b*	46.51	47.84	47.40	47.25
		C*	53.81	55.60	54.54	54.65
		h	61.23	61.15	60.36	60.91
11	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1%	L*	73.67	73.67	73.73	73.69
		a*	24.23	24.24	24.20	24.22
		b*	45.54	45.53	45.48	45.52
		C*	51.58	52.47	51.93	51.99
		h	61.99	61.27	61.88	61.71

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ตัวอย่าง ที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
12	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.1%	L*	72.40	72.41	72.41	72.41
		a*	25.22	25.20	25.21	25.21
		b*	46.01	46.01	45.97	46.00
		C*	50.89	52.31	53.27	52.16
		h	61.13	62.18	61.15	61.49
13	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1 % ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025%	L*	73.51	73.50	73.50	73.50
		a*	24.47	24.48	24.48	24.48
		b*	45.81	45.82	45.77	45.80
		C*	55.44	52.79	54.49	54.24
		h	61.36	61.96	61.38	61.57
14	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4%	L*	73.75	73.78	73.80	73.78
		a*	24.57	24.55	24.53	24.55
		b*	44.57	44.55	44.56	44.56
		C*	54.76	51.57	52.46	52.93
		h	60.65	61.97	61.29	61.30
15	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4%	L*	72.99	72.97	72.96	72.97
		a*	24.41	24.42	24.42	24.42
		b*	46.27	46.23	46.27	46.26
		C*	51.95	50.87	52.28	51.70
		h	61.89	61.14	62.16	61.73
16	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025%	L*	73.08	73.09	73.10	73.09
		a*	25.70	25.68	25.67	25.68
		b*	46.65	46.66	46.68	46.66
		C*	53.26	55.44	52.81	53.84
		h	61.17	61.34	61.97	61.49
17	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8%	L*	71.52	71.51	71.51	71.51
		a*	26.57	26.59	26.57	26.58
		b*	48.66	48.65	48.62	48.64
		C*	54.51	54.73	51.52	53.59
		h	61.41	60.65	61.98	61.35

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ตัวอย่าง ที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
18	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8%	L*	73.17	73.18	73.18	73.18
		a*	24.82	24.82	24.83	24.82
		b*	46.59	46.62	46.61	46.61
		C*	52.43	51.91	50.87	51.74
		h	61.26	61.86	61.17	61.43
19	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025%	L*	71.97	71.96	71.94	71.96
		a*	26.10	26.08	26.12	26.10
		b*	47.84	47.86	47.84	47.85
		C*	52.32	53.27	55.41	53.67
		h	62.18	61.20	61.34	61.57
20	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1%	L*	71.12	71.13	71.13	71.13
		a*	26.84	26.83	26.84	26.84
		b*	47.73	47.71	47.68	47.71
		C*	52.81	54.51	54.72	54.01
		h	61.96	61.37	60.62	61.32
21	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.1%	L*	73.32	73.33	73.34	73.33
		a*	23.00	23.01	23.01	23.01
		b*	44.87	44.86	44.86	44.86
		C*	50.42	50.22	50.21	50.28
		h	62.86	62.87	62.12	62.62
22	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05%	L*	74.07	74.09	74.10	74.09
		a*	22.90	22.86	22.87	22.88
		b*	44.69	44.71	44.71	44.70
		C*	50.14	51.40	50.66	50.73
		h	61.57	62.50	62.01	62.03
23	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4%	L*	73.30	73.28	73.24	73.27
		a*	23.48	23.51	23.53	23.51
		b*	44.38	44.38	44.43	44.40
		C*	52.69	53.04	52.26	52.66
		h	62.01	62.66	61.81	62.16

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ตัวอย่าง ที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
24	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4%	L*	73.01	73.02	73.02	73.02
		a*	23.87	23.87	23.85	23.86
		b*	44.09	44.08	44.08	44.08
		C*	56.10	50.42	50.22	52.25
		h	62.24	62.84	62.92	62.67
25	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05%	L*	73.11	73.10	73.11	73.11
		a*	23.74	23.73	23.73	23.73
		b*	45.59	45.62	45.61	45.61
		C*	50.22	50.12	51.42	50.59
		h	62.09	61.57	62.52	62.06
26	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8%	L*	74.41	74.43	74.44	74.43
		a*	23.78	23.74	23.74	23.75
		b*	44.73	44.72	44.71	44.72
		C*	50.64	52.66	53.05	52.12
		h	62.04	62.03	62.67	62.25
27	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8%	L*	74.05	74.09	74.09	74.08
		a*	24.73	24.70	24.70	24.71
		b*	46.52	46.51	46.47	46.50
		C*	52.27	55.83	50.42	52.84
		h	61.82	62.23	62.85	62.30
28	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05%	L*	72.14	72.14	72.14	72.14
		a*	24.36	24.35	24.35	24.35
		b*	47.11	47.12	47.14	47.12
		C*	50.22	50.28	50.11	50.20
		h	62.91	62.10	61.58	62.20
29	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี	L*	69.60	69.85	69.75	69.73
		a*	26.13	26.01	26.06	26.07
		b*	49.65	49.40	49.42	49.49
		C*	53.06	52.24	55.87	53.72
		h	62.68	61.79	62.20	62.22

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ตัวอย่าง ที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
30	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1%	L*	73.08	73.09	73.09	73.09
		a*	24.69	24.69	24.69	24.69
		b*	46.06	46.08	46.03	46.06
		C*	51.41	50.62	52.63	51.55
		h	62.51	62.03	62.00	62.18
31	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.1%	L*	73.36	73.37	73.37	73.37
		a*	23.64	23.63	23.63	23.63
		b*	45.11	45.12	45.13	45.12
		C*	50.93	49.85	49.00	49.93
		h	62.34	62.40	61.90	62.21
32	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01%	L*	74.77	74.77	74.76	74.77
		a*	23.10	23.09	23.11	23.10
		b*	44.18	44.15	44.15	44.16
		C*	50.24	50.58	53.07	51.30
		h	61.31	62.99	62.62	62.31
33	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4%	L*	74.21	74.43	74.43	74.36
		a*	23.08	23.00	22.98	23.02
		b*	43.22	42.96	42.95	43.04
		C*	50.45	51.91	54.76	52.37
		h	62.13	62.10	61.96	62.06
34	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4%	L*	72.42	72.15	72.39	72.32
		a*	24.12	24.27	24.15	24.18
		b*	44.08	44.40	44.07	44.18
		C*	53.13	50.94	49.82	51.30
		h	60.85	62.37	62.39	61.87
35	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01%	L*	74.18	74.16	74.18	74.17
		a*	22.97	22.99	22.97	22.98
		b*	45.07	45.03	45.03	45.04
		C*	48.73	50.60	50.56	49.96
		h	61.84	61.33	62.96	62.04

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ตัวอย่าง ที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
36	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8%	L*	72.64	72.65	72.66	72.65
		a*	24.41	24.40	24.40	24.40
		b*	47.13	47.11	47.09	47.11
		C*	53.06	50.42	51.92	51.80
		h	62.62	62.11	62.12	62.28
37	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8%	L*	75.34	75.33	75.69	75.45
		a*	23.59	23.58	23.42	23.53
		b*	44.59	44.57	44.20	44.45
		C*	54.77	53.15	50.94	52.95
		h	62.01	60.85	62.36	61.74
38	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01%	L*	73.93	73.93	73.93	73.93
		a*	24.29	24.28	24.27	24.28
		b*	45.88	45.90	45.91	45.90
		C*	49.83	48.71	50.25	49.60
		h	62.37	61.86	61.28	61.84
39	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1%	L*	70.73	70.75	70.74	70.74
		a*	25.74	25.71	25.74	25.73
		b*	48.33	48.36	48.31	48.33
		C*	50.55	53.04	50.02	51.20
		h	62.97	62.61	62.09	62.56
40	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.1%	L*	71.89	71.89	71.89	71.89
		a*	25.88	25.89	25.89	25.89
		b*	46.40	46.42	46.41	46.41
		C*	51.93	54.74	53.15	53.27
		h	62.14	61.95	60.84	61.64
41	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025%	L*	73.53	73.56	73.57	73.55
		a*	23.87	23.83	23.84	23.85
		b*	45.12	45.09	45.06	45.09
		C*	51.05	50.15	51.00	50.73
		h	62.11	62.73	61.80	62.21

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ตัวอย่าง ที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
42	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4%	L*	74.77	74.77	74.76	74.77
		a*	22.98	22.97	22.97	22.97
		b*	44.58	44.57	44.59	44.58
		C*	49.62	52.92	52.99	51.84
		h	61.85	61.83	61.81	61.83
43	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4%	L*	73.16	73.17	73.18	73.17
		a*	24.10	24.08	24.08	24.09
		b*	44.95	44.92	44.92	44.93
		C*	54.95	52.53	56.67	54.72
		h	60.94	61.48	62.05	61.49
44	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025%	L*	74.53	74.54	74.54	74.54
		a*	23.41	23.37	23.39	23.39
		b*	43.75	43.77	43.76	43.76
		C*	53.88	51.00	50.14	51.67
		h	60.96	62.14	62.74	61.95
45	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8%	L*	72.90	72.90	72.91	72.90
		a*	24.99	24.98	24.99	24.99
		b*	46.65	46.60	46.60	46.62
		C*	50.97	49.62	52.87	51.15
		h	61.80	61.90	61.81	61.84
46	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8%	L*	72.90	72.89	72.90	72.90
		a*	25.03	25.03	25.02	25.03
		b*	46.70	46.73	46.73	46.72
		C*	53.01	54.94	52.56	53.50
		h	61.83	60.96	61.49	61.43
47	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025%	L*	71.09	71.12	71.11	71.11
		a*	26.69	26.67	26.67	26.68
		b*	48.04	48.03	48.04	48.04
		C*	56.60	53.87	50.98	53.82
		h	62.03	60.97	62.12	61.71

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ตัวอย่าง ที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
48	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1%	L*	72.11	72.10	72.10	72.10
		a*	25.08	25.08	25.08	25.08
		b*	46.15	46.18	46.20	46.18
		C*	50.16	50.97	49.62	50.25
		h	62.74	61.80	61.87	62.14
49	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.1%	L*	70.29	70.33	70.32	70.31
		a*	26.56	26.54	26.56	26.55
		b*	50.06	49.99	49.98	50.01
		C*	52.88	53.00	54.95	53.61
		h	61.79	61.84	60.96	61.53
50	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05%	L*	71.30	71.33	71.32	71.32
		a*	26.15	26.14	26.14	26.14
		b*	47.11	47.10	47.06	47.09
		C*	52.56	56.60	53.84	54.33
		h	61.50	62.01	60.95	61.49
51	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4%	L*	71.77	71.63	71.58	71.66
		a*	27.26	27.28	27.12	27.22
		b*	59.27	59.33	58.95	59.18
		C*	65.24	65.30	64.89	65.14
		h	65.30	65.31	65.29	65.30
52	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4%	L*	72.06	72.38	72.56	72.33
		a*	27.25	27.28	27.21	27.25
		b*	56.99	57.44	57.29	57.24
		C*	63.17	63.59	63.43	63.40
		h	64.45	64.59	64.60	64.55
53	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05%	L*	69.93	69.95	69.94	69.94
		a*	28.83	28.83	28.75	28.80
		b*	59.67	59.61	59.70	59.66
		C*	66.27	66.21	66.27	66.25
		h	64.21	64.19	64.28	64.23

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ตัวอย่าง ที่	ขั้นตอนกระบวนการย้อม		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
54	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8%	L*	69.26	69.25	69.14	69.22
		a*	29.87	29.93	29.84	29.88
		b*	58.91	59.64	59.28	59.28
		C*	66.05	66.73	66.37	66.38
		h	63.11	63.36	63.28	63.25
55	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8%	L*	69.24	69.43	71.59	70.09
		a*	29.95	29.86	29.06	29.62
		b*	62.16	62.23	61.78	62.06
		C*	68.99	69.02	68.28	68.76
		h	64.28	64.36	64.81	64.48
56	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05%	L*	70.51	70.42	69.92	70.28
		a*	30.12	30.24	30.65	30.34
		b*	62.58	62.65	63.10	62.78
		C*	69.46	69.56	70.15	69.72
		h	64.30	64.23	64.10	64.21

จากตารางที่ 4.3 พบว่า สีเส้นไหมที่ได้มีความสว่าง (L*) อยู่ระหว่าง 75.33-75.69 ซึ่งตัวอย่างที่มีความสว่างมากที่สุด คือ ตัวอย่างหมายเลข 37 เกิดจากกรรมวิธีการย้อมด้วย Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% พร้อมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.8% และเส้นไหมที่มีความสว่างน้อยที่สุด อยู่ระหว่าง 69.14-69.26 คือ ตัวอย่างหมายเลข 54 เกิดจากกรรมวิธีการย้อมด้วย Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% ตามด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.8%

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% ตามด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ 0.1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05%

ค่าสีเหลือง - น้ำเงิน (b*) อยู่ระหว่าง 62.58-63.10 เป็นช่วงสีเหลือง คือ ตัวอย่างหมายเลข 56 มีสีเหลืองมากที่สุด เกิดจากกรรมวิธีการย้อม Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ 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. เพื่อศึกษาความคงทนของสีเส้นไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเมล็ดกาแฟร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์

การศึกษาความคงทนของสีต่อการซักโดยวิธี ISO 105 – C01 : 1989 และต่อแสง (แสงซินอนอาร์ก) โดยวิธี ISO 105 – B02 : 1994 จำนวน 20 ตัวอย่าง ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบความคงทนของสีย้อมจากน้ำย้อมสีเมล็ดกาแฟร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ ต่อการซักและแสง

ลำดับ ที่	ตัวอย่าง อัตราส่วนการย้อม Ca 2 %	การซีด ของสีซัก ที่ 40°C	การเปื้อนติดสีบนผ้าประเภทติด				ความ คงทนของ สีต่อแสง
			ผ้าขน สัตว์	ไนลอน	เส้นไหม	เซลลูโลส อะซิเตต	
1	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1 % ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01 %	3 ปานกลาง	5 ดี	4 เล็กน้อย	4 เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	3 พอใช้ได้
2	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01 % พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4 %	4 ดี	5 ดี	5 ดี	4 เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	4 ดี
3	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01 % ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8 %	3 – 4 ปานกลาง ค่อนข้างดี	5 ดี	5 ดี	4 เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	3 พอใช้ได้
4	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8 % ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01 %	2 – 3 ปานกลาง ค่อนข้างม าก	5 ดี	4เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	2 ค่อนข้าง มาก	3/4 พอใช้ได้ ค่อนข้างดี
5	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1 % ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025 %	3 – 4 ปานกลาง ค่อนข้างดี	5 ดี	5 ดี	4 เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	3 พอใช้ได้
6	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025 % พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4 %	3 – 4 ปานกลาง ค่อนข้างดี	5 ดี	5 ดี	4 เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	4 ดี
7	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025 % ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8 %	2 – 3 ปานกลาง ค่อนข้างม าก	5 ดี	4เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	2 ค่อนข้าง มาก	3 พอใช้ได้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ตัวอย่าง อัตราส่วนการย้อม Ca 2 %	การขีด ของสีซัก ที่ 40°C	การเปื้อนติดสีบนผ้าประเภทติด				ความ คงทนของ สีต่อแสง
			ผ้าขน สัตว์	ไนลอน	เส้นไหม	เซลลูโลส อะซิเตต	
8	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05 % ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1 %	2 – 3 ปานกลาง ค่อนข้างม าก	5 ดี	4เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	2 ค่อนข้าง มาก	3 พอใช้ได้
9	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1 % ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อม กับย้อมสารส้ม 0.05 %	2 – 3 ปานกลาง ค่อนข้างม าก	5 ดี	4เล็กน้อย	4 เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	3/4 พอใช้ได้ ค่อนข้างดี
10	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4 % ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อม กับย้อมสารส้ม 0.05 %	2 – 3 ปานกลาง ค่อนข้างม าก	5 ดี	4เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	2 ค่อนข้าง มาก	3 พอใช้ได้
11	Ca 1% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8 % ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อม กับย้อมสารส้ม 0.05 %	2 – 3 ปานกลาง ค่อนข้างม าก	5 ดี	5 ดี	4 เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	3/4 พอใช้ได้ ค่อนข้างดี
12	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01 % พร้อมกับนานาโนซิงค์ 0.1 %	3 – 4 ปานกลาง ค่อนข้างดี	5 ดี	5 ดี	4 เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	3 พอใช้ได้
13	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01 % ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8 %	2 – 3 ปานกลาง ค่อนข้างม าก	5 ดี	4เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	2 ค่อนข้าง มาก	3/4 พอใช้ได้ ค่อนข้างดี
14	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025 % ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.1 %	3 – 4 ปานกลาง ค่อนข้างดี	5 ดี	5 ดี	4 เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	3 พอใช้ได้
15	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025 % พร้อมกับนานาโนซิงค์ 0.4 %	2 – 3 ปานกลาง ค่อนข้างม าก	5 ดี	4เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	2 ค่อนข้าง มาก	3 พอใช้ได้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ตัวอย่าง อัตราส่วนการย้อม Ca 2 %	การซีด ของสีซัก ที่ 40°C	การเปื้อนติดสีบนผ้าประเภทติด				ความ คงทนของ สีต่อแสง
			ผ้าขน สัตว์	ไนลอน	เส้นไหม	เซลลูโลส อะซิเตด	
16	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.025 % ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8 %	2 – 3 ปานกลาง ค่อนข้างม าก	5 ดี	4เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	2 ค่อนข้าง มาก	3 พอใช้ได้
17	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05 % พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.1 %	4 ดี	5 ดี	5 ดี	4 เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	3/4 พอใช้ได้ ค่อนข้างดี
18	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05 % พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.4 %	4 ดี	5 ดี	5 ดี	4 เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	4 ดี
19	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05 % ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8 %	2 – 3 ปานกลาง ค่อนข้างม าก	5 ดี	4เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	2 ค่อนข้าง มาก	3/4 พอใช้ได้ ค่อนข้างดี
20	Ca 2% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.8 % ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อม กับย้อมสารส้ม 0.05 %	3 – 4 ปานกลาง ค่อนข้างดี	5 ดี	5 ดี	4 เล็กน้อย	3 ปาน กลาง	3 พอใช้ได้

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ผลการทดสอบความคงทนของสีย้อมจากน้ำย้อมสีเมล็ดค้ำแสดร่วมกับนาโนซิงค์ออกไซด์ต่อการซักและแสง จะเห็นว่า ตัวอย่างเส้นไหมที่มีความคงทนดีที่สุด มี 3 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างลำดับที่ 2 ลำดับที่ 18 และลำดับที่ 17 ตามลำดับ มีการตกซีดของสีซักที่ 40 องศาเซลเซียส ดี สีซีดเล็กน้อย การเปื้อนติดสีดี สีเปื้อนติดเส้นไหมเล็กน้อย ติดเซลลูโลสอะซิเตดปานกลาง ความคงทนต่อแสง พอใช้-ค่อนข้างดี

4. ศึกษาการย้อมสีในระดับต้นแบบที่ใช้นาโนซิงค์ออกไซด์

ผลศึกษาการย้อมสีในระดับต้นแบบ จากการนำตัวอย่างที่มีกรรมวิธีการย้อม ดังนี้

1. Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.01% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4%
2. Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8%
3. Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.1% มาทำการย้อมในระดับต้นแบบ ได้เส้นไหมที่มีสีดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบสีจากการย้อมเส้นไหมในห้องปฏิบัติการการกับการย้อมในระดับต้นแบบ

หมายเลข	อัตราส่วนของสารช่วยติดสี และลำดับการย้อม	สีย้อมเส้นไหมใน ห้องปฏิบัติการ	สีย้อมเส้นไหม ต้นแบบ
1 (ตย.6)	Ca 1% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับ ย้อมสารส้ม 0.01% ตามด้วยนาโนซิงค์ 0.4%		
2 (ตย.49)	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับ ย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.8%		
3 (ตย.52)	Ca 2% ตามด้วยย้อมน้ำย้อมสี พร้อมกับ ย้อมสารส้ม 0.05% พร้อมกับนาโนซิงค์ 0.1%		

จากตารางที่ 4.5 พบว่า สีเส้นไหมที่ได้จากการย้อมในระดับต้นแบบเมื่อเปรียบเทียบกับสีจากการย้อมสีเส้นไหมห้องปฏิบัติการ ให้สีเหมือนเดิมไม่แตกต่างกัน

5. ประเมินผลการอบรมเชิงปฏิบัติการการเผยแพร่ผลการวิจัยสู่ชุมชน

ผลการวิจัยถ่ายทอดความรู้ให้กับชุมชน ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การประเมินผลการอบรมเชิงปฏิบัติการวิจัยถ่ายทอดความรู้ให้กับชุมชน

รายการ	\bar{X}	S.D.	ความพึงพอใจ
1. ความสนใจในการเข้ารับการอบรม	4.87	.367	มากที่สุด
2. ความรู้ที่ได้รับจากการอบรม	4.86	.362	มากที่สุด
3. ทักษะและความสามารถที่ได้รับเพิ่ม	4.91	.332	มากที่สุด
4. ประโยชน์ของความรู้จากการอบรมต่อผู้เข้าอบรมและกลุ่ม	4.90	.387	มากที่สุด
5. การนำความรู้จากการอบรมไปใช้พัฒนางานย้อมผ้า	4.79	.403	มากที่สุด
6. ความเหมาะสมของระยะเวลาที่จัดการอบรม	4.78	.465	มากที่สุด
7. ความเหมาะสมของสถานที่จัดอบรม	4.62	.532	มากที่สุด
8. ความเหมาะสมของวิทยากรที่ให้การอบรม	4.79	.449	มากที่สุด
9. การให้คำปรึกษาแนะนำ	4.77	.474	มากที่สุด
10. ความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการย้อม	4.84	.386	มากที่สุด
รวม	4.81	0.416	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.6 พบว่า การประเมินผลการอบรมเชิงปฏิบัติการวิจัยถ่ายทอดความรู้ให้กับกลุ่มสตรีทอผ้าชาวไทยทรงดำ บ้านวังน้ำ ตำบลวังยาง อำเภอลองหลวง จังหวัดกำแพงเพชร มีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.81 (S.D. 0.416) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อได้ผู้วิจัยจัดลำดับความพึงพอใจจากกลุ่มสตรีทอผ้าชาวไทยทรงดำ บ้านวังน้ำ ตำบลวังยาง อำเภอลองหลวง จังหวัดกำแพงเพชร ดังนี้ ทักษะและความสามารถที่ได้รับเพิ่ม มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 4.91 รองลงมาคือ ความประโยชน์ของความรู้จากการอบรมต่อผู้เข้าอบรม และกลุ่ม มีค่าเฉลี่ย 4.90 และน้อยที่สุดคือ ความเหมาะสมของสถานที่จัดอบรม มีค่าเฉลี่ย 4.62 ตามลำดับ