

การพัฒนาสมบัติของเส้นไหมด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ย้อมด้วยสีธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือ
Development of Silk Fibroin Properties by Nanozinc Oxide Dyeing with Natural Dyes Powder
from Eupatorium odoratum L.

ศศิธร โนนสังข์ (Sasithorn Nonsung)* ดร.สุดาพร ตั้งควนิช (Dr.Sudaporn Tangkawanit)**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาสมบัติของเส้นไหมด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ย้อมด้วยสีธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือ โดยใช้สารช่วยกระจายตัวนาโนซิงค์ออกไซด์คือสารอะครีลิกและสารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟต เคลือบเส้นไหมด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์โดยใช้เครื่องอัลตราโซนิก ผลิตสีผงจากใบสาบเสือและวัดค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด (λ_{max}) ของสีด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ นำเส้นไหมที่ผ่านการเคลือบด้วยนาโนซิงค์ ออกไซด์ในสารอะครีลิกและสารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟตมาย้อมด้วยสีธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือที่อุณหภูมิ 80 - 100 °C เป็นเวลา 15 นาที นำเส้นไหมไปวัดความเข้มสีด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter) CIELAB 1976 วัดความคงทนของสีต่อแสงตามมาตรฐานอุตสาหกรรม ISO 105-B02:1994 (E) และการซักตามมาตรฐาน ISO 105-C10:2006(E) ตรวจสอบสัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด การต้านไฟฟ้าสถิต การคืนตัวต่อการยับ การซึมผ่านของอากาศ การทนต่อแรงดึงขาด การทนต่อความร้อน ผลการวิจัยพบว่า ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงสูงสุดของสีย้อมแบบผงจากใบสาบเสือมีค่าเท่ากับ 348.26 nm เส้นไหมที่เคลือบด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ในสารอะครีลิก ให้ค่าความเข้มสีสูงสุดเท่ากับ 6.08 เมื่อเติมสารส้มเป็นสารช่วยติดและมีค่าความสว่างสูงสุดเท่ากับ 68.20 เมื่อเติมมะขามเปียกเป็นสารช่วยติด ส่วนเส้นไหมที่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ในสารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟตให้ค่าความเข้มสีสูงสุดเท่ากับ 6.04 เมื่อเติมสนิมเหล็กเป็นสารช่วยติดและมีค่าความสว่างสูงสุดเท่ากับ 67.33 เมื่อเติมสารส้มเป็นสารช่วยติด เส้นไหมที่เคลือบด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ในสารอะครีลิกและสารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟตมีค่าความคงทนของสีต่อแสงในระดับดีเมื่อเติมสนิมเหล็กเป็นสารช่วยติดสีเส้นไหมที่ผ่านการเคลือบด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ในสารอะครีลิก และสารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟต มีค่าความคงทนของสีต่อการซักอยู่ในระดับดีเมื่อเติมจุนสีเป็นสารช่วยติดสี

ABSTRACT

This research was an extensive study on development of Silk Fibroin properties by Nanozinc Oxide dyeing with natural dyes powder from Eupatorium odoratum L. Dispersing agent of Nanozinc Oxide were acrylic and polyetherphosphate. Coated the silk with Nanozinc Oxide by ultrasonic. Produced natural dyes powder from Eupatorium odoratum L. The maximum absorption (λ_{max}) was measured by UV-visible Spectrophotometer. Then dyeing silk which coated by acrylic and polyetherphosphate dispersing agent at 80 °C for 15 minutes. Silk Fibroin such as the color intensity, the color stability of light, the color stability of wash,

* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

scanning Electron Microscope, electrostatic test, airpermeability, wrinkle recovery, tensile strength, the stability of heat were measured. The results showed that the maximum absorption spectrum of the dye equal to 348.26 nm. The maximum intensity of silk coated by acrylic added potash alum as mordant was 6.08 and 68.20 when added tamarind as mordant. The maximum intensity of silk coated by polyetherphosphate mordanted ferrous (II)sulphate and mordanted potash alum was 6.04 and 67.3 respectively. Light fastness properties of silks dyed that coated by Nanozinc Oxide used acrylic and polyetherphosphate as dispersing agent mordanted ferrous(II)sulphate was good level. Washing fastness properties of silks dyed that coated by Nanozinc Oxide used acrylic and polyetherphosphate as dispersing agent mordanted copper(II)sulphate was good level.

คำสำคัญ: เส้นไหม สีธรรมชาติแบบผง นาโนซิงค์ออกไซด์

Key Words: Silk fibroin, Natural dyes powder, Nanozinc oxide

บทนำ

เส้นไหมเป็นเส้นใยโปรตีน ประกอบด้วยหน่วยโมเลกุลเล็ก ๆ ของกรดอะมิโนที่เรียกว่า มอนอเมอร์จำนวนมาก โมเลกุลเหล่านี้มีลักษณะเป็นเส้นยาวเรียกว่า พอลิเมอร์ ปัจจุบันผ้าไหมยังมีข้อเสีย คือ ยืดหยุ่นได้น้อย ขยับง่าย ซักยาก ไม่อยู่ตัวเมื่อซักบ่อย ๆ เกิดไฟฟ้าสถิต ข้อมติดสีไม่คงทน จึงมีนักวิจัยพยายามที่จะปรับปรุงสมบัติของเส้นใยไหมเพื่อให้มีสมบัติที่ดีกว่าเดิมโดยใช้สารจากธรรมชาติและสารเคมี เช่น ไคโตซาน ซิลิกา พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ โซเดียมอัลจิเนต ไททาเนียมไดออกไซด์ นาโนซิงค์ออกไซด์ และนาโนซิลเวอร์ เป็นต้น นาโนเทคโนโลยีเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มสมบัติทางกายภาพของเส้นใยได้ เช่น ด้านเชื้อแบคทีเรีย กันน้ำ กันความสกปรก กันยับ ด้านรังสีอินฟราเรด ทนไฟ ช่วยในการติดสีข้อมและเพิ่มความคงทนของสี ทำให้เส้นใยมีความแข็งแรง (Yadav et al., 2006) ซึ่งสอดคล้องกับ Feng et al. (2006) กล่าวว่า การปรับปรุงสมบัติของเส้นใยพอลิเมอร์ด้วยอนุภาคนาโน เช่น อนุภาคนาโนของสารอินทรีย์กับสารอนินทรีย์ สามารถปรับปรุงสมบัติการทนความร้อน ทนไฟ ลดไฟฟ้าสถิตได้สูงกว่าพอลิเมอร์บริสุทธิ์ การเคลือบผิวเส้นใยด้วยอนุภาคนาโนมีผลทำให้สมบัติการติดสีข้อม

ดีขึ้น ความแข็งแรง การทนต่อการยับและการผ่านของอากาศดีขึ้น (Jin et al., 2004) และ Lamb et al. (2004) กล่าวว่า การเคลือบผิวหน้าของเส้นใย จะทำให้ผิวของเส้นใยมีสมบัติด้านรังสียูวี ด้านเชื้อแบคทีเรีย และมีสมบัติในการทำความสะอาดตัวเอง (self-cleaning) การทำความสะอาดตนเองใช้นาโนไททาเนียมไดออกไซด์หรือนาโนซิงค์ออกไซด์เคลือบบนเส้นใย สมบัติการด้านเชื้อแบคทีเรียใช้นาโนซิลเวอร์ นาโนซิงค์ออกไซด์ (ZnO) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมในประเทศไทย ราคาไม่แพง หากสามารถนำนาโนซิงค์ออกไซด์มาปรับปรุงสมบัติของเส้นไหมจะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผ้าไหมเนื่องจากมีลักษณะเป็นผงอนุภาคละเอียด มีความบริสุทธิ์สูง มีสีขาวและไม่เปลี่ยนสี สามารถป้องกันรังสียูวีเอและยูวีบี ด้านเชื้อแบคทีเรีย ระงับกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้ ใช้ในการบำบัดสิ่งแวดล้อมใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสี การที่นาโนซิงค์ออกไซด์สามารถเคลือบบนเส้นใย เนื่องจากเป็นอนุภาคนาโนและมีการกระจายตัวจับกับเส้นใย ดังนั้นการนำเส้นใยที่ผ่านการเคลือบด้วยอนุภาคนาโนมาข้อมด้วยสีธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกใหม่ที่ทำนายสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์และสร้างมูลค่าให้กับผ้าไหม

การซ่อมเส้นไหมด้วยสีธรรมชาติ มีข้อดีคือ สีอ่อน เหนือสีน้อย ไม่คงทนต่อแสงและการซักล้าง ซ้อมแล้วได้สีไม่เหมือนเดิมการซ่อมไหมด้วยสีธรรมชาติแบบผง เป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหา (สุดาพรและคณะ, 2551) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนชนทอผ้าดั้งเดิมตำบลหนองสูงเหนือ อำเภอหนองสูง จังหวัดมุกดาหาร เป็นกลุ่มที่ผลิตผ้าไหมซ่อมด้วยสีธรรมชาติที่ได้รับความนิยมไว้วางใจให้นำผลิตภัณฑ์ไปเสนอในงานการประชุมสุดยอดผู้นำกลุ่มสมาชิกประชาชาติเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (นรินทิพย์ สิงหะดา, อาเซียน 2552) ณ โรงแรมดุสิตธานี อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และคุณนรินทิพย์ สิงหะดา ประธานกลุ่มกลุ่มวิสาหกิจชุมชนชนทอผ้าดั้งเดิมตำบลหนองสูงเหนือ พยายามหารูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ เพื่อสร้างจุดต่างแล้วนำมาเป็นจุดขายผลิตภัณฑ์อยู่เสมอ ๆ จึงต้องการให้ผู้วิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์และสร้างจุดขายให้กับผ้าไหม และจากการวิจัยของวิภาวรรณและอนุสร (ทุนวิจัย IRPUS, 2552) ศึกษาการซ่อมไหมที่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ด้วยสีธรรมชาติแบบผงพบว่าเจดสีของเส้นไหมที่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์เข้มกว่าไหมที่ไม่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ ค่าความคงทนต่อแสงและการซักล้างพบว่า เส้นไหมที่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์อยู่ในระดับดี (>4) สูงกว่าไหมที่ไม่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ซึ่งอยู่ในระดับดี (4) เล็กน้อย แต่ยังไม่มีการศึกษาสมบัติของเส้นไหม เช่น การทนต่อแรงดึงขาด การทนต่อการยับของเนื้อผ้า การเกิดไฟฟ้าสถิต การวัดลมผ่าน การทนต่อความร้อน และใบสาบเสือเป็นวัชพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ทุกที่ ทุกฤดูกาลมีปริมาณมาก อีกทั้งยังให้เจดสีที่สวยงาม และเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาสมบัติของเส้นไหมด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ซ่อมด้วยสีธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือ ศึกษาสมบัติทางกายภาพของเส้นไหมที่เคลือบด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ ซึ่งจะทำได้ผ้าไหมที่มีสมบัติการทนต่อแรงดึงขาด การทนต่อการยับ

ของเนื้อผ้า การเกิดไฟฟ้าสถิต การวัดลมผ่าน การทนต่อความร้อน เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่ม

ขั้นตอนการทดลอง

1. นำใบสาบเสือมาผลิตสีซ่อมแบบผง โดยชั่งใบสาบเสือมา 100 g เติมน้ำ 300 ml ต้มที่อุณหภูมิ 80-100 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วกรองเอาใบสาบเสือออกให้เหลือแต่น้ำสี แล้วต้มจนปริมาตรลดลงเหลือ 1 ใน 3 (สุดาพรและคณะ, 2551) นำน้ำสีไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 102 °C จนแห้งนำมาบดให้ละเอียด จะได้สีซ่อมแบบผงสำหรับการซ่อมเส้นไหม
2. นำสีซ่อมแบบผงมาวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงสูงสุด (λ_{max}) ด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
3. การเคลือบเส้นไหมด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ โดยสารละลายที่ความเข้มข้น 250 ppm ซึ่งมีการกระจายตัวของนาโนซิงค์ออกไซด์ได้ดีที่สุดในสารอะคริลิกและสารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟต นำเส้นไหมมาเคลือบโดยใช้เครื่องอัลตราโซนิก เป็นเวลา 15 นาที ล้างเส้นไหมให้สะอาดในน้ำอุ่น ผึ่งเส้นไหมให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง
4. นำเส้นไหมที่ผ่านการเคลือบไปตรวจสอบสัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
5. นำเส้นไหมที่ผ่านการเคลือบด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ในสารช่วยกระจายตัวคือสารอะคริลิกและสารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟต มาซ่อมโดยชั่งสีซ่อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือ 1.5 g ต่อน้ำ 50 ml
6. ชั่งเส้นไหมมา 1.5 g ทำการซ่อมที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 15 นาที โดยเติมสารช่วยติดสี มะขามเปียก จุนสี สนิมเหล็ก จีแอล สารส้มและเกลืออย่างละ 15 ml ล้างเส้นไหมให้สะอาดจนน้ำล้างใส ผึ่งเส้นไหมให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

7. นำเส้นไหมไปวัดความเข้มของสีด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter) CIELAB 1976 วัดความคงทนของสีต่อแสง (Light fastness) ตามมาตรฐาน ISO 105-B02:1994(E) และความคงทนของสีต่อการซัก (Wash fastness) ตามมาตรฐาน ISO 105-C10:2006 (E) วัดความคงทนของสีต่อแสง ความคงทนของสีต่อการซักล้าง ตรวจสอบสัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) การต้านไฟฟ้าสถิต การคืนตัวต่อการยับ การทนต่อแรงดึงขาด การทนต่อความร้อน

ผลการทดลอง

จากตารางที่ 1 พบว่าเส้นไหมที่เคลือบด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ใน สารอะคริลิก โดยใช้มะขามเปียก เป็นสารช่วยติดสี มีความค่าความสว่าง (L*) มากที่สุดคือ 68.20 และความเข้มสี (K/S) มากที่สุดเมื่อใช้สารส้อมเป็นสารช่วยติดสีคือ 6.08 ส่วนเส้นไหมที่เคลือบด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ในสารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟต โดยใช้สารส้อมเป็นสารช่วยติดสีมีค่าความสว่าง (L*) มากที่สุด คือ 67.33 และค่าความเข้มสี (K/S) มากที่สุด เมื่อใช้สนิมเหล็กเป็นสารช่วยติดสีเท่ากับ 6.04 ส่วนเส้นไหมที่ไม่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์พบว่ามีค่าความสว่าง (L*) สูงสุดเท่ากับ 69.67 เมื่อใช้สารส้อมเป็นสารช่วยติดสีและให้ความเข้มสี (K/S)มากที่สุดคือ 5.68 เมื่อใช้สารส้อมเป็นสารช่วยติดสี

ตารางที่ 1 ค่าความเข้มสีและเจดสีของเส้นไหมที่ไม่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์และเคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ด้วยสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือ โดยเติมสารช่วยติดชนิดต่างๆ

สารช่วยติดสี	ค่าความเข้มสีของเส้นไหม											
	ไม่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์				เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์							
					สารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟต				สารอะคริลิก			
	L*	a*	b*	K/S	L*	a*	b*	K/S	L*	a*	b*	K/S
มะขามเปียก	65.71	5.28	41.43	3.83	58.99	8.63	38.56	3.76	68.20	3.78	39.10	4.03
จุนสี	42.04	6.89	20.39	3.24	39.86	7.29	19.96	3.41	38.02	10.37	20.58	2.92
สนิมเหล็ก	38.34	0.99	13.37	3.25	37.77	1.33	12.42	6.04	37.77	1.57	12.80	3.55
จีเถ้า	52.74	16.88	28.30	5.44	53.62	17.01	30.12	4.70	56.81	15.32	31.63	5.73
สารส้อม	69.67	3.99	38.42	5.68	67.33	6.23	38.99	5.75	67.55	5.47	41.10	6.08
เกลือ	60.97	10.77	38.90	4.43	55.57	12.00	38.83	3.45	62.91	8.78	41.53	4.22

ค่า L* แสดงถึง ความสว่างของสี a* แสดงถึง ความเป็นสีแดง (ค่าบวก) หรือสีเขียว ส่วน b* แสดงถึงความเป็นสีเหลือง (ค่าบวก) หรือสีน้ำเงิน (ค่าลบ)

ตารางที่ 2 ความคงทนของสีต่อแสงและความคงทนของสีต่อการซักของเส้นไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือ

สารช่วยติดสี	ไม่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์				เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ในสารอะคริลิก				เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ในสารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟต			
	ความคงทนของสีต่อแสง	สีเปลี่ยนจากเดิม (ระดับ)	ความคงทนของสีต่อการซัก		ความคงทนของสีต่อแสง	สีเปลี่ยนจากเดิม (ระดับ)	ความคงทนของสีต่อการซัก		ความคงทนของสีต่อแสง	สีเปลี่ยนจากเดิม (ระดับ)	ความคงทนของสีต่อการซัก	
			สีตกติดผ้าขาว (ระดับ)				สีตกติดผ้าขาว (ระดับ)				สีตกติดผ้าขาว (ระดับ)	
			cotton	silk			cotton	silk			cotton	silk
สนิมเหล็ก	> 4	3 - 4	4	4	> 4	3 - 4	4	4	>4	3 - 4	4	4
สารส้ม	4	4	4	4	4	4	4	4	>4	3 - 4	4	4
จุนสี	> 4	4	4	4	> 4	4	4	4	4	4	4	4

ตารางที่ 3 ค่าการนำไฟฟ้าสถิต การซึมผ่านของอากาศ การทนต่อแรงดึงขาดและการทนต่อการยับของเนื้อผ้าของเส้นไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือ

ค่าการนำไฟฟ้าสถิต ใช้สนิมเหล็กเป็นสารช่วยติดสี			การซึมผ่านของอากาศ ใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสี (ลบ.ชม./วินาที/ตร.ชม.)			การทนต่อการยับของเนื้อผ้า ใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีมุมของการคืนตัว (องศา) เส้นด้ายยืนด้านหน้าผ้า		
Blank	Ac	Poly	Blank	Ac	Poly	Blank	Ac	Poly
355.2×10^{10}	352.2×10^{10}	355.8×10^{10}	1.25	4.11	0.92	141	134	146

หมายเหตุ: Blank หมายถึง เส้นไหมที่ไม่ได้เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ Ac หมายถึง เส้นไหมที่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์โดยใช้สารช่วยกระจายตัวคือสารอะคริลิก ส่วน Poly หมายถึง เส้นไหมที่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์โดยใช้สารช่วยกระจายตัวคือสารพอลิเอทเธอร์ฟอสเฟต

จากตารางที่ 2 พบว่า เส้นไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือที่ไม่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์มีค่าความคงทนของสีต่อแสงในระดับดี

ถึงดีมากกลางคือ (> 4), 4 และ (> 4) เมื่อเติมสนิมเหล็ก สารส้มและจุนสีเป็นสารช่วยติดสีตามลำดับ เส้นไหมที่ย้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือ

ที่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ในสารอะคริลิก มีค่าความคงทนของสีต่อแสงในระดับดีถึงดีมาก (> 4) , 4 และ (> 4) เมื่อเติมสนิมเหล็ก สารส้มและจุนสีเป็นสารช่วยติดสีตามลำดับ และเส้นไหมที่ข้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือที่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ใน สารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟต มีค่าความคงทนของสีต่อแสงอยู่ในระดับดีถึงดีมาก (> 4) , (> 4) และ 4 เมื่อเติมสนิมเหล็ก สารส้มและจุนสีเป็นสารช่วยติดสีตามลำดับ

จากตารางที่ 3 พบว่าเส้นไหมที่ข้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือเคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ในสารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟต โดยใช้สนิมเหล็กเป็นสารช่วยติดสีมีการนำไฟฟ้าสถิตมากที่สุดเท่ากับ 355.8×10^{10} ส่วนเส้นไหมที่สาบเสือเคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ โดยใช้สารอะคริลิกเป็นสารช่วยกระจายตัวข้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือ โดยใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีมีการซึมผ่านของอากาศมากที่สุดเท่ากับ 4.11 ลบ.ซม./วินาที/ตร.ซม. และเส้นไหมที่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์โดยใช้สารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟตเป็นสารช่วยกระจายตัวข้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือโดยใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีมีมุมของก้นตัวของเส้นด้ายขึ้นด้านหน้าผ้าเท่ากับ 146 องศา แสดงว่ามีการคืนตัวต่อการยับได้ดีที่สุด

สรุป

การผลิตสีธรรมชาติในรูปแบบผงจากใบสาบเสือได้ค่า %yield เท่ากับ 5.3941 และสีในรูปแบบผงที่ได้ให้สีน้ำตาลเข้ม เมื่อนำสีธรรมชาติในรูปแบบผงที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด (λ_{max}) ด้วยเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer พบว่าค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด (λ_{max}) ของสีธรรมชาติในรูปแบบผงจากใบสาบเสือมีค่าเท่ากับ 348.26 nm การศึกษาการกระจายตัวของนาโนซิงค์ออกไซด์ใน สารอะคริลิก และสารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟต ที่ความเข้มข้น 250 ppm,

500 ppm, 1000 ppm และ 1500 ppm พบว่าที่ความเข้มข้น 250 ppm มีการกระจายตัวของนาโนซิงค์ออกไซด์ทั้งใน สารอะคริลิกและสารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟตได้ดีที่สุด จากนั้นจึงนำไปเคลือบเส้นไหมโดยใช้เครื่องอัลตราโซนิกและทำการข้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือ เมื่อนำเส้นไหมที่ข้อมเสร็จแล้วมาวัดความเข้มของสีด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter) CIELAB 1976 พบว่าเส้นไหมที่เคลือบด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ในสารอะคริลิก โดยใช้มะขามเปียกเป็นสารช่วยติดสี มีความค่าความสว่าง (L^*) มากที่สุดคือ 68.20 และความเข้มสี (K/S) มากที่สุดเมื่อใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีคือ 6.08 ส่วนเส้นไหมที่เคลือบด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ใน สารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟต โดยใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีมีความค่าความสว่าง (L^*) มากที่สุด คือ 67.33 และค่าความเข้มสี (K/S) มากที่สุด เมื่อใช้สนิมเหล็กเป็นสารช่วยติดสีเท่ากับ 6.04 ส่วนเส้นไหมที่ไม่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์พบว่ามีค่าความสว่าง (L^*) สูงสุดเท่ากับ 69.67 เมื่อใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีและให้ความเข้มสี (K/S)มากที่สุดคือ 5.68 เมื่อใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีเมื่อนำเส้นไหมที่ข้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือไปวัดค่าความคงทนของสีต่อแสง (Light fastness) ตามมาตรฐาน ISO105-BO2:1994(E) และความคงทนของสีต่อการซัก (Wash fastness) ตามมาตรฐาน ISO 105 - C10:2006 (E) พบว่าเส้นไหมที่ข้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือที่ไม่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์มีค่าความคงทนของสีต่อแสงในระดับปานกลาง (>4) เมื่อเติมสนิมเหล็กและจุนสีเป็นสารช่วยติดสี ส่วนเส้นไหมที่ข้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือที่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ใน สารอะคริลิก มีค่าความคงทนของสีต่อแสงในระดับปานกลาง (>4) เมื่อเติมสนิมเหล็กและจุนสีเป็นสารช่วยติดสี ส่วนเส้นไหมที่ข้อมด้วยสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือที่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ใน สารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟต มีค่าความคงทน

ของสีต่อแสงในระดับสีปานกลาง (>4) เมื่อเติมสนิมเหล็กและสารส้มเป็นสารช่วยติดสี เส้นไหมที่เชื่อมด้วยสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือที่ไม่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์มีค่าความคงทนของสีต่อการซักมากที่สุดระดับสีปานกลาง (>4) ส่วนเส้นไหมที่เชื่อมด้วยสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือที่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ในสารอะคริลิกและสารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟต มีค่าความคงทนของสีต่อการซักมากที่สุดระดับสีปานกลาง (>4)

อภิปรายผลการทดลอง

การผลิตสีย้อมธรรมชาติแบบผงจากใบสาบเสือได้ค่า % yield เท่ากับ 5.3941 และสีผงที่ได้มีสีน้ำตาลเข้ม เมื่อนำสีย้อมธรรมชาติในรูปแบบผงไปวัดค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด (λ_{max}) ด้วยเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer มีค่าเท่ากับ 348.26 nm การศึกษาการกระจายตัวของนาโนซิงค์ออกไซด์ในสารอะคริลิกและสารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟตที่ความเข้มข้น 250 ppm, 500 ppm, 1000 ppm และ 1500 ppm พบว่าพบว่าที่ความเข้มข้น 250 ppm มีการกระจายตัวของนาโนซิงค์ออกไซด์ทั้งในสารอะคริลิกและสารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟตได้ดีที่สุด เมื่อนำเส้นไหมที่เชื่อมเสร็จแล้วมาวัดความเข้มของสีด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter) CIELAB 1976 พบว่าเส้นไหมที่เคลือบด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ในสารอะคริลิก โดยใช้มะขามเปียกเป็นสารช่วยติดสี มีความค่าความสว่าง (L^*) มากที่สุดคือ 68.20 และความเข้มสี (K/S) มากที่สุดเมื่อใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีคือ 6.08 ส่วนเส้นไหมที่เคลือบด้วยนาโนซิงค์ออกไซด์ในสารพอลิเอเทอร์ฟอสเฟตโดยใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีมีความค่าความสว่าง (L^*) มากที่สุด คือ 67.33 และค่าความเข้มสี (K/S) มากที่สุด เมื่อใช้สนิมเหล็กเป็นสารช่วยติดสีเท่ากับ 6.04 ส่วนเส้นไหมที่ไม่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์พบว่ามีความค่าความสว่าง (L^*) สูงสุดเท่ากับ 69.67

เมื่อใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสีและให้ความเข้มสี (K/S) มากที่สุดคือ 5.68 เมื่อใช้สารส้มเป็นสารช่วยติดสี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุนวิจัยมหาวิทยาลัยโครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัย ทุนสกว.-อุตสาหกรรม (MAC Window 1) ประจำปี 2553 ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- วิภาวรรณ ประไพ และ อนุสตรา การะวงศ์. 2552. การพัฒนาการย้อมไหมที่เคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์ด้วยสีย้อมธรรมชาติแบบผง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. (ทุนวิจัย IRPUS 2552)
- สุดาพร ตั้งควนิช และคณะ. 2551. การพัฒนาการย้อมสีธรรมชาติในรูปแบบผงสำหรับอุตสาหกรรมผ้าฝ้ายและผ้าไหมในเขตจังหวัดอุบลราชธานี. ทุนวิจัย วช. คณะวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ประจำปีงบประมาณ 2550.
- นรินทร์พิศ สิงหะตา. 2551. ผ้าหมักโคลนย้อมสีธรรมชาติ. กลุ่มวิสาหกิจชุมชนทอผ้าดั้งเดิม. เลขที่ 26 หมู่ที่ 2 ต.หนองสูงเหนือ อ.หนองสูง จ.มุกดาหาร.
- A Yadav, Virendra Prasad, A A Kathe, Sheela Raj, Deepti Yadav, C Sundaramoorthy and N Vigneshwaran. Functional finishing in cotton fabrics using zinc oxide nanoparticles. November 2006.
- Jin H, Liu L, Gu L and Gu L 2004 *Proc. 83rd TIWC*, Shanghai, China p. 39.

Lamb R, Zhang H, Jones A and Postle R 2004
Proc. 83rd TIWC, Shanghai, China
p. 682.

Xin-Xing, & Feng et al. 2006. Preparation and
characterization of novel nanocomposite
films from silk fibroin and
nano-TiO₂, p 105-b111.