

การเพิ่มประสิทธิภาพของโซเดียมซิลิเกตด้วยน้ำปูนใสเพื่อการเพนท์ผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอคทีฟ

Optimization of Sodium Silicate with Limewater (Calcium Hydroxide) for Painted Cotton with Reactive Dyes

ผ่องศรี รอดโพธิ์ทอง¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของโซเดียมซิลิเกตด้วยน้ำปูนใสเพื่อการเพนท์ผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอคทีฟ สูตรโซเดียมซิลิเกตและระยะเวลาในการหมักผ้าเพนท์ที่เหมาะสม และเปรียบเทียบความเข้มของสีที่ติดบนผ้าที่ใช้สูตรและระยะเวลาที่ต่างกัน โดยใช้สีรีแอคทีฟจำนวน 6 สี คือ สีเหลือง สีชมพู สีแดง สีฟ้า น้ำทะเล สีน้ำเงิน ที่ระดับความเข้มของสี 5 เปอร์เซ็นต์ และสีดำ ที่ระดับความเข้มของสี 8 เปอร์เซ็นต์ น้ำปูนใสเตรียมจากปูนขาว อัตราส่วนปูนขาวต่อน้ำเท่ากับ 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 10 ลิตร ผ้าที่ใช้ในการทดลองเป็นผ้าฝ้ายเนื้อบางสีขาว ผ้าเพนท์สีหมักด้วยโซเดียมซิลิเกต 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 โซเดียมซิลิเกตเข้มข้น สูตรที่ 2 โซเดียมซิลิเกตเข้มข้นผสมน้ำอัตราส่วน 4:1 สูตรที่ 3 โซเดียมซิลิเกตเข้มข้นผสมน้ำปูนใสอัตราส่วน 3:2 ระยะเวลาในการหมักผ้า 3 ระดับ คือ 1 3 และ 6 ชั่วโมง การวิเคราะห์ผลกระทำโดยการดูจากความเข้มของสีที่ติดบนผ้าฝ้ายด้วยสายตาภายใต้แสงธรรมชาติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของสีผ้าที่ปรากฏ ผลการศึกษาพบว่า สูตรโซเดียมซิลิเกตทั้ง 3 สูตร และระยะเวลามีผลต่อการติดสีของผ้าฝ้าย สูตรที่ 1 การติดสีเหลืองของผ้าฝ้ายดีทั้ง 3 ระยะเวลา ส่วนสีชมพู สีแดง สีฟ้า น้ำทะเล สีน้ำเงิน ติดสีดีที่เวลา 6 ชั่วโมง และสีดำติดสีดีที่เวลา 1 และ 6 ชั่วโมง สูตรที่ 2 การติดสีทั้ง 6 สี ของผ้าฝ้าย ติดสีดีที่เวลา 6 ชั่วโมง สูตรที่ 3 การติดสีเหลืองของผ้าฝ้ายดีทั้ง 3 ระยะเวลา ส่วนสีชมพู สีแดง สีน้ำเงิน ติดสีดีที่เวลา 3 และ 6 ชั่วโมง สีฟ้า น้ำทะเล ติดสีดีที่เวลา 6 ชั่วโมง และสีดำติดสีดีที่เวลา 1 และ 6 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าโซเดียมซิลิเกตสูตรที่ 3 การติดสีของผ้าฝ้ายดีกว่าสูตรที่ 1 และ 2 ใช้เวลาในการหมักผ้าสั้น ใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่าย สูตรที่ 3 จึงเป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการหมักผ้าเพนท์ น้ำปูนใส จึงเป็นสารเพิ่มประสิทธิภาพของโซเดียมซิลิเกตในการเพนท์ผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอคทีฟ

คำสำคัญ: น้ำปูนใส โซเดียมซิลิเกต สีรีแอคทีฟ ปูนขาว ผ้าฝ้าย

Abstract

The purpose of this research is to investigate the optimization of sodium silicate with limewater for cotton painted with reactive dyes, formula of sodium silicate and appropriate time for ferment, and comparison of color intensity on the fabric by using different formula and time. Reactive dyes had 6 colors: yellow, pink, red, turquoise, and blue at 5 percent and black at 8 percent. Limewater is from 1 kg. of lime per 10 liters of water. The painted fabric was fermented by sodium silicate formulas: 1) concentrated sodium silicate, 2) the ratio of sodium silicate to water was 4:1 and 3) the ratio of sodium silicate to limewater was 3:2. The duration of fermentation have 3 levels, 1, 3 and 6 hours. The analysis was done by looking at the intensity of the color on the painted fabric in natural light to compare the difference. The results showed that all 3 sodium silicate formulas and ferment duration affect the color intensity of the painted fabric. For the first formula, yellow was effective at all 3 periods, but pink, red, turquoise and blue were efficient at 6 hours. Black was good at 1 and 6 hours. For the second formula, all 6 colors were active at 6 hours. For the third formula, yellow was efficient at 3

¹ ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

periods, but pink, red and blue were effective at 3 and 6 hours. Turquoise was good at 6 hours and black was effective at 1 and 6 hours. It can be seen that the third formula was more successful than the first and second formulas. It saves time and cost for fermentation as well as is easy to use. The third formula, then, was the best. The limewater, thus, optimizes the efficiency of sodium silicate as reactive dyes on painted fabric.

Keywords: Limewater, Sodium Silicate, Reactive Dye, Lime, Cotton

1. บทนำ

1.1 ความจำเป็นและความสำคัญของปัญหา

การตกแต่งผืนผ้าให้เกิดลวดลายที่สวยงาม เพื่อดึงดูดให้ผู้บริโภคสนใจนั้น มีเทคนิคในการทำหลายแบบ ถ้าเป็นการตกแต่งบนพื้นผิวของผ้าที่นิยมทำกันได้แก่ การเพนท์ผ้า การทำผ้ามัดย้อม การทำผ้าบาติก การย้อมสี และการพิมพ์ลวดลายบนผืนผ้า ซึ่งสามารถทำได้ในระบบครัวเรือนและในระบบอุตสาหกรรม การทำลวดลายบนผืนผ้าในครัวเรือนหรืออุตสาหกรรมขนาดย่อม มักเป็นช่างฝีมือที่มีความชำนาญเฉพาะด้าน โดยเฉพาะการทำผ้าบาติก การเพนท์ผ้า ผลงานที่ทำออกมาก็มักไม่ค่อยมีข้อผิดพลาด แต่ในสถานศึกษาที่มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับการเพนท์ผ้า มักประสบปัญหาด้านการทำให้สีติดบนผืนผ้าตามความเข้มของสีที่ต้องการ สีที่ปรากฏบนผืนผ้าซีดจาง ทำให้ได้ผลงานออกมาไม่ตรงตามที่ต้องการ

หลักสูตร สด.บ. (ศิลปอุตสาหกรรม) มีการเรียนการสอนวิชาพื้นฐานการออกแบบสิ่งทอ มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับการย้อมและการทำลวดลายผ้าด้วยการเพนท์สีและการทำผ้าบาติก ซึ่งในขั้นตอนหลังการเพนท์สีเสร็จแล้ว คือ การทำให้สีรีแอคทีฟติดบนผืนผ้าด้วยโซเดียมซิลิเกต โดยใช้วิธีการทาโซเดียมซิลิเกตบนผืนผ้าหรือนำผ้าที่เพนท์สีเสร็จแล้วไปชุบในโซเดียมซิลิเกต แล้วหมักไว้เพื่อให้สีติดผ้า โซเดียมซิลิเกตที่ผลิตขายทั่วไปมีความเข้มข้นตั้งแต่ร้อยละ 20-50 (นิรนาม, 2561) ในกรณีที่มีความหนืดมากต้องทำให้โซเดียมซิลิเกตมีความหนืดน้อยลงโดยการเติมน้ำลงไป ทำให้ค่า pH ของโซเดียมซิลิเกต ลดลง ซึ่งในการทำให้สีรีแอคทีฟติดผ้าได้ดีต้องมีค่าที่เหมาะสมมาช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยาโคเวเลนต์ระหว่างโมเลกุลของสีกับเส้นใยอย่างสมบูรณ์ สีจึงจะติดบนผืนผ้าอย่างคงทนถาวร และเนื่องจากการเพนท์สีลงบนผืนผ้าไม่ใช่การย้อมผืนผ้าลงในน้ำย้อม เปอร์เซนต์การติดสีย่อมน้อยกว่าการย้อม ดังนั้นจะต้องทำให้สภาวะในการใช้สีรีแอคทีฟเพนท์ผ้ามีความสมบูรณ์มากที่สุด ทำได้โดยใช้โซเดียมซิลิเกตที่มีประสิทธิภาพ

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีแนวคิดในการเพิ่มประสิทธิภาพของโซเดียมซิลิเกตด้วยน้ำปูนใสเพื่อการเพนท์ผ้าด้วยสีรีแอคทีฟ โดยศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของน้ำปูนใสที่ผสมกับโซเดียมซิลิเกต สูตรและระยะเวลาในการหมักผ้าเพนท์ที่เหมาะสมเพื่อให้สีรีแอคทีฟติดผ้าเข้มตามที่ต้องการ และเปรียบเทียบความเข้มของสีที่ติดบนผ้าในแต่ละสูตรในระยะเวลาที่ต่างกัน เพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในการเรียนการสอนและเผยแพร่โดยตีพิมพ์บทความวิชาการลงในวารสารต่อไป

1.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 โซเดียมซิลิเกต ผลิตออกมาในรูปของแข็งหรือของเหลวก็ได้มีสูตรทางเคมีเป็น Na_2SiO_3 เป็นสารประกอบของโซเดียมออกไซด์ (Na_2O) กับซิลิกา มีหลายอัตราส่วนและเรียกชื่อได้ต่างกัน ถ้าอัตราส่วนของโซเดียมออกไซด์ ต่อซิลิกาเป็น 1:1 เรียกว่าโซเดียมเมตาซิลิเกต (Sodium Metasilicate) ถ้าเป็นอัตราส่วน 3:2 เรียกว่าโซเดียมเซสควิซิลิเกต (Sodium Sesquisilicate) ส่วนที่ใช้ในอุตสาหกรรมย้อมผ้า อัตราส่วนเป็น 1:2.4 โดยทั่วไปมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น มีลักษณะเป็นแก้วไม่มีสีฐาน เป็นผลึกที่มีน้ำผลึกอยู่ด้วย เป็นผงแห้งและเป็นของเหลวข้นซึ่งผลิตและจำหน่ายเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20-50 ซึ่งเรียกว่า วอเตอร์กลาส (Soluble Glass) การแบ่งเกรดของโซเดียมซิลิเกตจะแบ่งตามปริมาณโซเดียมออกไซด์และซิลิกา อัตราส่วนของโซเดียมออกไซด์ต่อซิลิกาจะมีค่าตั้งแต่ 1:1.6 ถึง 1:3.75 และปริมาณของแข็งทั้งหมดจะมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 37 ถึงร้อยละ 54 โดยน้ำหนัก โซเดียมซิลิเกตเหลวถ้ามีความเข้มข้นมากเท่าไรจะยิ่งทำให้เหนียวข้นมากขึ้น และถ้าปริมาณซิลิกาสูงก็ยิ่งมีความหนืดมากแม้จะมีความเข้มข้นน้อย (นิรนาม, 2561) ใช้เป็น

สารเคมีสำหรับอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมผงซักฟอก อุตสาหกรรมฟอกสี อุตสาหกรรมผลิตสารทำความสะอาด (มยุรี ปาลวงศ์ และ อภิรัฐ ธีรภาพพิเศษพงษ์, 2559)

1.2.2 ปูนขาว ชนิดปูนเผาที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า แคลเซียมออกไซด์ (CaO) ได้จากหินปูนหรือเปลือกหอยนำมาเผาจนสุก ปล่อยให้เย็นแล้วบดละเอียด มีความเป็นด่างสูง มีแร่ธาตุอาหารมาก ใช้ปรับสภาพน้ำที่มีความเป็นกรดมาก (ศรีนรา แมะเระ, 2545)

1.2.3 สีย้อมที่ฟ (Reactive Dye) กลุ่มไวนิลซัลโฟน (Vinyl Sulfone) เป็นสีย้อมที่ประกอบด้วยหมู่ที่ว่องไวต่อปฏิกิริยาชนิดไวนิลซัลโฟน ($-SO_2-CH=CH_2$) ในโมเลกุล (อรุณี คงดี อัลเตรด, 2559) ใช้ย้อมเส้นใยเซลลูโลสและโปรตีน (ฝ้ายและไหม) เป็นสีย้อมง่าย สีสดใส เมื่อละลายน้ำจะได้ประจุลบ และจะติดเส้นใยได้ดีในสภาวะเป็นด่างที่เหมาะสม มีสีให้เลือกหลายเฉดสี สามารถทำระดับสีได้หลายระดับ ความคงทนของสีอยู่ในเกณฑ์ดีโดยเฉพาะความคงทนต่อการซัก ส่วนข้อจำกัดของสีย้อมที่ฟ คือ ไม่ค่อยทนต่อแสงแดด และไม่ทนต่อสารฟอกขาวประเภทคลอรีน และเปอร์เซนต์การฟีนิกสีค่อนข้างต่ำมีการสูญเสียสีค่อนข้างมาก 30–40 เปอร์เซ็นต์ การจำแนกประเภทของสีย้อมที่ฟแบ่งตามอุณหภูมิที่ใช้ในการย้อมได้ 2 กลุ่มดังนี้ คือ กลุ่มย้อมเย็นที่อุณหภูมิ 20–40 องศาเซลเซียส เนื่องจากย้อมที่อุณหภูมิห้อง สีย้อมจะมีการเคลื่อนตัวจากน้ำย้อมเข้าไปในเส้นใยได้มาก และกลุ่มย้อมร้อนที่อุณหภูมิ 60–80 องศาเซลเซียส เนื่องจากย้อมที่อุณหภูมิสูง สีย้อมจะมีการเคลื่อนตัวจากน้ำย้อมเข้าไปในเส้นใยได้น้อย จึงควรเลือกใช้สีย้อมที่มีแรงดึงดูดกับเส้นใยสูง การย้อมร้อนมีข้อดี คือ ทำให้ย้อมได้สีสม่ำเสมอ และสีย้อมมีการแทรกซึมเข้าไปในเส้นใยได้อย่างทั่วถึงดีกว่าการย้อมเย็น (ผ่องศรี รอดโพธิ์ทอง, 2558)

1.2.4 ผ้าฝ้ายชนิดบาง (Lawn Fabric) lawn มาจากคำว่า Laon เป็นชื่อเมืองในฝรั่งเศส เป็นผ้าฝ้ายหรือผ้าลินินทอหลายชนิดเนื้อดี ลื่น น้ำหนักเบา ผลิตจากเส้นด้ายหวี (Combed Yarn) ตั้งแต่เบอร์ 80 ถึง 100 ความถี่ของเส้นยืนและเส้นพุ่งประมาณ 80 ถึง 90 หรือผลิตจากเส้นด้ายสาว (Carded Yarn) ส่วนมากผลิตเป็นผ้าชนิดฟอกขาว บางชนิดตกแต่งสำเร็จแบบผิวกรอบกระด้าง และมีบางชนิดตกแต่งสำเร็จแบบให้เนื้อเป็นมันนุ่ม กรณีที่เป็นผ้า Linen Lawn จะใช้เส้นด้ายลินินชนิดละเอียด เรียกว่าผ้า Batiste หรือ Nainsook ประโยชน์ใช้สำหรับตัดชุดสุภาพสตรี ชุดเด็กอ่อน เสื้อสตรี ชุดชั้นใน ชุดนอน และผ้าเช็ดหน้า (สนั่น บุญลา, 2555) ฝ้ายมีคุณสมบัติการดูดซึมน้ำและความชื้นและนำความร้อนได้ดีทำให้สวมใส่สบาย การคืนตัวจากแรงอัดต่ำทำให้ฝ้ายยับง่าย เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ไม่เหมาะสมประจุไฟฟ้า ทนต่ออุณหภูมิสูง ทนต่อแมลงง่ายต่อการเก็บรักษา ถูกทำลายได้ด้วยกรดแร่ (Mineral Acid) แต่มีผลเล็กน้อยกับกรดอินทรีย์ ทนต่อสารฟอกขาวได้ดี ไม่ทนต่อรา จุดติดไฟได้ง่าย (ผ่องศรี รอดโพธิ์ทอง, 2558)

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของโซเดียมซัลไฟต์ด้วยน้ำปูนใสเพื่อการเพนท์ผ้าฝ้ายด้วยสีย้อมที่ฟ
- 2.2 เพื่อทดลองสูตรและระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักโซเดียมซัลไฟต์
- 2.3 เพื่อเปรียบเทียบความเข้มของสีที่ติดบนผ้าในแต่ละสูตรที่ใช้หมักผ้าเพนท์ด้วยสีย้อมที่ฟ
- 2.4 เพื่อเปรียบเทียบความเข้มของสีที่ติดบนผ้าในแต่ละระยะเวลาที่ใช้หมักผ้าเพนท์ด้วยสีย้อมที่ฟ

3. วิธีการวิจัย เครื่องมือวิจัย และระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การวิจัยมีขั้นตอน ดังนี้

- 3.1.1 ค้นคว้าเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 3.1.2 วิเคราะห์ข้อมูล และวางแผนการทดลอง
- 3.1.3 ทำการทดลองตามแผน
- 3.1.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง
- 3.1.5 อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง

3.2 การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์

3.2.1 การเตรียมน้ำปูนใส ใช้ปูนขาว (แคลเซียมออกไซด์) ในอัตราส่วนปูนขาวต่อน้ำที่ 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 10 ลิตร (การทดลองเบื้องต้นเกี่ยวกับอัตราส่วนปูนขาวต่อน้ำระดับต่าง ๆ) วิธีการเตรียมใส่ปูนขาวในถังพลาสติกเติมน้ำแล้วคนให้ละลายทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 12 ชั่วโมง เทน้ำใส ๆ แยกใส่ภาชนะปิดฝาเอาไว้ใช้ต่อไป

3.2.2 การเตรียมสูตรโซเดียมซิลิเกต ในการทดลองนี้ใช้โซเดียมซิลิเกตเข้มข้นร้อยละ 49 เตรียมจำนวน 3 สูตรในการหมักผ้าเพนท์สีรีแอคทีฟ คือ

สูตรที่ 1 โซเดียมซิลิเกตเข้มข้น

สูตรที่ 2 โซเดียมซิลิเกตเข้มข้น ผสมน้ำ อัตราส่วน 4:1

สูตรที่ 3 โซเดียมซิลิเกตเข้มข้น ผสมน้ำปูนใส อัตราส่วน 3:2

3.2.3 การเตรียมสีรีแอคทีฟ สีรีแอคทีฟที่ใช้เพนท์ผ้า ใช้จำนวน 6 สี คือ สีแดง สีชมพู สีเหลือง สีฟ้า น้ำทะเล สีน้ำเงิน และสีดำ ความเข้มข้นของสี จะใช้ที่ความเข้มข้น 5 % ทุกสี ยกเว้นสีดำใช้ที่ความเข้มข้น 8 % ละลายสีด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (ผ่องศรี รอดโพธิ์ทอง, 2558)

3.2.4 การเตรียมผ้าฝ้าย นำผ้าฝ้ายเนื้อบางสีขาว (Lawn) มาซึ่งบนบล็อกไม้ขนาด 90x90 เซนติเมตร แล้วใช้แปลงทาสีจุ่มน้ำกรองเพนท์น้ำลงบนผ้าให้ทั่วแล้วทิ้งไว้ให้ผ้าหมาดจึงเพนท์สีรีแอคทีฟลงไป

3.3 การวางแผนการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ มีการวางแผนการทดลองดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดแผนการทดลอง

สีรีแอคทีฟ		ความเข้มข้นของสี (%)	ใช้สูตรโซเดียมซิลิเกต 3 สูตร			เวลาในการหมักผ้าเพนท์ 3 ระดับ (ชม.)			ชิ้นผ้าทดลอง
สี	รหัส		1	2	3	1	3	6	
1.สีเหลือง	312	5	1	2	3	1	3	6	9
2.สีชมพู	231	5	1	2	3	1	3	6	9
3.สีแดง	342	5	1	2	3	1	3	6	9
4.สีฟ้า น้ำทะเล	361	5	1	2	3	1	3	6	9
5.สีน้ำเงิน	381	5	1	2	3	1	3	6	9
6.สีดำ	303	8	1	2	3	1	3	6	9
รวมชิ้นผ้าทดลองทั้งหมด									54

ที่มา: ผู้วิจัย (2561)

3.4 สมมุติฐานงานวิจัย

3.4.1 การเพิ่มประสิทธิภาพของโซเดียมซิลิเกตด้วยน้ำปูนใสเพื่อการเพนท์ผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอคทีฟ มีผลต่อการติดสีของผ้าฝ้าย

3.4.2 ระยะเวลาในการหมักโซเดียมซิลิเกตมีผลต่อการติดสีรีแอคทีฟของผ้าฝ้าย

3.4.3 สูตรโซเดียมซิลิเกตมีผลต่อการติดสีรีแอคทีฟของผ้าฝ้าย

3.5 การวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ผลการเพิ่มประสิทธิภาพของโซเดียมซิลิเกตด้วยน้ำปูนใสเพื่อการเพนท์ผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอคทีฟ 6 สี กระทำโดยการดูจากความเข้มของสีที่ติดบนผ้าฝ้ายด้วยสายตาภายใต้แสงธรรมชาติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของสีผ้าที่ปรากฏ (เปรียบเทียบกับผ้าควบคุม)

4. ผลการวิจัย

ในการวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพของโซเดียมซัลไฟด์ด้วยน้ำปูนใสเพื่อการเพนท์ผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอกทีฟจำนวน 6 สี คือ สีเหลือง (รหัส 312) สีชมพู (รหัส 231) สีแดง (รหัส 342) สีฟ้าน้ำทะเล (รหัส 361) สีนํ้าเงิน (รหัส 381) ที่ระดับความเข้มข้นของสี 5 เปอร์เซ็นต์ และสีดำ (รหัส 303) ที่ระดับความเข้มข้นของสี 8 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเพนท์สีลงบนผ้าแล้วทิ้งไว้ให้แห้งนาน 24 ชั่วโมง จึงนำผ้าไปหมักโซเดียมซัลไฟด์จำนวน 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 โซเดียมซัลไฟด์เข้มข้น สูตรที่ 2 โซเดียมซัลไฟด์เข้มข้น ผสมน้ำในอัตราส่วน 4:1 และสูตรที่ 3 โซเดียมซัลไฟด์เข้มข้นผสมน้ำปูนใสในอัตราส่วน 3:2 หมักผ้าเพนท์นาน 3 ระดับ คือ ที่ระยะเวลา 1 3 และ 6 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาแล้วนำผ้าเพนท์ที่หมักโซเดียมซัลไฟด์ไปล้างน้ำจนน้ำที่ล้างใสไม่มีสีตก นำผ้าไปตากให้แห้งรีดให้เรียบแล้วนำไปเปรียบเทียบการติดสี 2 ประเด็น คือ 1) ระยะเวลาที่มีผลต่อการติดสีผ้าหรือไม่ 2) สูตรโซเดียมซัลไฟด์ทั้ง 3 สูตรมีผลต่อการติดสีผ้าแตกต่างกันหรือไม่

4.1 ผลการทดลองด้านระยะเวลาที่มีผลต่อการติดสีของผ้า

4.1.1 ผลการติดสีของผ้าฝ้ายเพนท์สีรีแอกทีฟ จำนวน 6 สี ใช้โซเดียมซัลไฟด์สูตรที่ 1 มีค่าระดับการติดสี 3 ระดับ คือ ระดับ 3 ติดสีเข้มที่สุด ระดับ 2 ติดสีปานกลาง ระดับ 1 ติดสีอ่อนที่สุด (ดังแสดงในตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงผลการติดสีของผ้าฝ้ายเพนท์สีรีแอกทีฟจำนวน 6 สี โดยใช้โซเดียมซัลไฟด์สูตรที่ 1

สีรีแอกทีฟ	ระยะเวลา		
	1 ชม.	3ชม.	6 ชม.
สีเหลือง	3*	3	3
สีชมพู	2	2	3*
สีแดง	1	2	3*
สีฟ้าน้ำทะเล	1	1	2
สีน้ำเงิน	2	2	3*
สีดำ	3*	2	3

* หมายถึง เวลาที่เหมาะสมในการหมักโซเดียมซัลไฟด์

ที่มา: ผู้วิจัย (2561)

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่า

สีเหลือง การติดสีเข้มที่สุดเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟด์ไว้นาน 1 3 และ 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 3 แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟด์ไม่มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้นถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีเหลืองควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟด์สูตรที่ 1 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มตามต้องการซึ่งใช้เวลาให้น้อยที่สุด

สีชมพู การติดสีเข้มที่สุดเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟด์ไว้นาน 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 3 รองลงมา คือ หมักนาน 1 และ 3 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 2 แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟด์มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้นถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีชมพู ควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟด์สูตรที่ 1 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มตามต้องการ

สีแดง การติดสีเข้มที่สุดเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟด์ไว้นาน 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 3 รองลงมา คือ หมักนาน 3 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 2 และติดสีอ่อนที่สุดเมื่อหมักผ้าไว้นาน 1 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 1 แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟด์มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้นถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีแดงควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟด์สูตรที่ 1 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มตามต้องการ

สีฟ้าน้ำทะเล การติดสีเข้มปานกลางเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟด์ไว้นาน 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 2 และติดสีอ่อนที่สุดเมื่อหมักผ้าไว้นาน 1 และ 3 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 1 แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟด์

มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้นถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีฟ้าน้ำทะเล ควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟด์ที่ 1 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มปานกลาง

สีน้ำเงิน การติดสีเข้มที่สุดเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟด์ไว้นาน 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 3 รองลงมา คือ หมักนาน 1 และ 3 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 2 แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟด์มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้นถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีน้ำเงิน ควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟด์ที่ 1 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มตามต้องการ

สีดำ การติดสีเข้มที่สุดเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟด์ไว้นาน 1 และ 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 3 รองลงมา คือ หมักนาน 3 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 2 แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟด์ไม่มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้นถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีดำ ควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟด์ที่ 1 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มตามต้องการ

ในการทดลองพบว่า การเคลือบโซเดียมซัลไฟด์เข้มข้น ใช้เวลานานในการเคลือบ ไม่สะดวกในการใช้งาน สิ้นเปลือง เวลาล้างโซเดียมซัลไฟด์ออกต้องใช้น้ำและเวลามากกว่าสูตรอื่น เนื่องจากโซเดียมซัลไฟด์มีความหนืดสูง มีความเป็นด่างสูง (ค่า pH14) อาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อมได้ นอกจากนี้การทำความสะอาดสถานที่และภาชนะที่ใช้ใส่โซเดียมซัลไฟด์ทำได้ยากเพราะโซเดียมซัลไฟด์แข็งตัว

4.1.2 ผลการติดสีของผ้าฝ้ายเพนท์สีจำนวน 6 สี ใช้โซเดียมซัลไฟด์ที่ 2 โดยมีค่าระดับการติดสี 3 ระดับ คือ ระดับ 3 ติดสีเข้มที่สุด ระดับ 2 ติดสีปานกลาง ระดับ 1 ติดสีอ่อนที่สุด (ดังแสดงในตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงผลการติดสีของผ้าฝ้ายเพนท์สีรีแอคทีฟจำนวน 6 สี โดยใช้โซเดียมซัลไฟด์ที่ 2

(อัตราส่วน โซเดียมซัลไฟด์:น้ำ เท่ากับ 4:1)

สีรีแอคทีฟ	ระยะเวลา		
	1 ชม.	3 ชม.	6 ชม.
สีเหลือง	1	3*	3
สีชมพู	1	2	3*
สีแดง	1	2	3*
สีฟ้าน้ำทะเล	1	1	2
สีน้ำเงิน	1	2	3*
สีดำ	2	2	3*

* หมายถึง เวลาที่เหมาะสมในการหมักโซเดียมซัลไฟด์

ที่มา: ผู้วิจัย (2561)

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่า

สีเหลือง การติดสีเข้มที่สุดเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟด์ไว้นาน 3 และ 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 3 และติดสีอ่อนที่สุดเมื่อหมักผ้าไว้นาน 1 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 1 แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟด์มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้นถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีเหลืองควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟด์ที่ 2 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มตามต้องการ

สีชมพู การติดสีเข้มที่สุดเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟด์ไว้นาน 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 3 รองลงมา คือ หมักนาน 3 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 2 และติดสีอ่อนที่สุดเมื่อหมักผ้าไว้นาน 1 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 1 แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟด์มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้นถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีชมพูควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟด์ที่ 2 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มตามต้องการ

สีแดง การติดสีเข้มที่สุดเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟด์ไว้นาน 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 3 รองลงมา คือ หมักนาน 3 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 2 และติดสีอ่อนที่สุดเมื่อหมักผ้าไว้นาน 1 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 1

แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟต์มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้นถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีแดงควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟต์สูตรที่ 2 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มตามต้องการ

สีฟ้า น้ำทะเล การติดสีเข้มปานกลางเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟต์ไว้นาน 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 2 และติดสีอ่อนที่สุดเมื่อหมักผ้าไว้นาน 1 และ 3 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 1 แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟต์มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้นถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีฟ้า น้ำทะเล ควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟต์สูตรที่ 2 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มปานกลาง

สีน้ำเงิน การติดสีเข้มที่สุดเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟต์ไว้นาน 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 3 รองลงมา คือหมักนาน 3 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 2 และติดสีอ่อนที่สุดเมื่อหมักผ้าไว้นาน 1 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 1 แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟต์มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้นถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีน้ำเงิน ควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟต์สูตรที่ 2 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มตามต้องการ

สีดำ การติดสีเข้มที่สุดเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟต์ไว้นาน 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 3 รองลงมา คือหมักนาน 1 และ 3 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 2 แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟต์มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้นถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีดำ ควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟต์สูตรที่ 2 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มตามต้องการ

ในการทดลองพบว่า การเคลือบโซเดียมซัลไฟต์สูตรที่ 2 (โซเดียมซัลไฟต์: น้ำ เท่ากับ 4:1) ใช้เวลาในการเคลือบน้อยลง รวดเร็ว สะดวกต่อการใช้งาน สิ้นเปลืองน้อยกว่าสูตรที่ 1 เวลาล้างโซเดียมซัลไฟต์ออกจากผ้าทำได้ง่ายและเร็วกว่าสูตรที่ 1 เนื่องจากโซเดียมซัลไฟต์มีความหนืดน้อยลง นอกจากนี้การทำความสะอาดสถานที่และภาชนะที่ใช้ใส่โซเดียมซัลไฟต์ทำได้ง่ายขึ้น

4.1.3 ผลการติดสีของผ้าฝ้ายเพนท์สีจำนวน 6 สี ใช้โซเดียมซัลไฟต์สูตรที่ 3 โดยมีค่าระดับการติดสี 3 ระดับ คือ ระดับ 3 ติดสีเข้มที่สุด ระดับ 2 ติดสีปานกลาง ระดับ 1 ติดสีอ่อนที่สุด (ดังแสดงในตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงผลการติดสีของผ้าฝ้ายเพนท์สีรีแอคทีฟจำนวน 6 สี โดยใช้โซเดียมซัลไฟต์สูตรที่ 3

(อัตราส่วน โซเดียมซัลไฟต์:น้ำปูนใส เท่ากับ 3:2)

สีรีแอคทีฟ	เวลา	ระยะเวลา		
		1 ชม.	3 ชม.	6 ชม.
สีเหลือง		3*	3	3
สีชมพู		2	3*	3
สีแดง		1	3*	3
สีฟ้า น้ำทะเล		1	2	3*
สีน้ำเงิน		1	3*	3
สีดำ		3*	2	3

* หมายถึง เวลาที่เหมาะสมในการหมักโซเดียมซัลไฟต์

ที่มา: ผู้วิจัย (2561)

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่า

สีเหลือง การติดสีเข้มที่สุดเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟต์ไว้นาน 1 3 และ 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 3 แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟต์ไม่มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้นถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีเหลืองควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟต์สูตรที่ 3 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มตามต้องการ

สีชมพู การติดสีเข้มที่สุดเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟต์ไว้นาน 3 และ 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 3 รองลงมา คือ หมักนาน 1 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 2 แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟต์มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้น ถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีชมพูควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟต์สูตรที่ 3 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มตามต้องการ

สีแดง การติดสีเข้มที่สุดเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟต์ไว้นาน 3 และ 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 3 รองลงมา คือ หมักนาน 1 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 1 แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟต์มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้น ถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีแดงควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟต์สูตรที่ 3 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มตามต้องการ

สีฟ้าน้ำทะเล การติดสีเข้มที่สุดเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟต์ไว้นาน 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 3 รองลงมา คือ หมักนาน 3 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 2 และติดสีอ่อนที่สุดเมื่อหมักผ้าไว้นาน 1 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 1 แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟต์มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้นถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีฟ้าน้ำทะเล ควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟต์สูตรที่ 3 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มตามต้องการ

สีน้ำเงิน การติดสีเข้มที่สุดเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟต์ไว้นาน 3 และ 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 3 และติดสีอ่อนที่สุดเมื่อหมักผ้าไว้นาน 1 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 1 แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟต์มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้นถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีน้ำเงิน ควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟต์สูตรที่ 3 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มตามต้องการ

สีดำ การติดสีเข้มที่สุดเมื่อหมักโซเดียมซัลไฟต์ไว้นาน 1 และ 6 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 3 รองลงมา คือ หมักนาน 3 ชั่วโมง มีระดับคะแนนการติดสีที่ 2 แสดงว่าระยะเวลาในการหมักโซเดียมซัลไฟต์ไม่มีผลต่อการติดสีผ้า ดังนั้น ถ้าเพนท์ผ้าด้วยสีดำ ควรใช้เวลาหมักโซเดียมซัลไฟต์สูตรที่ 3 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก็จะได้สีเข้มตามต้องการ

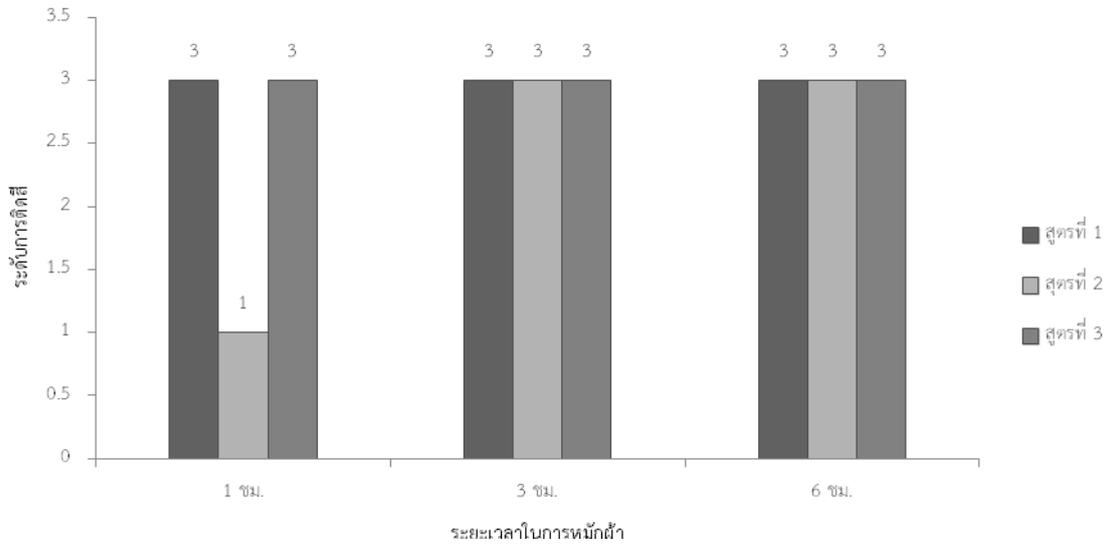
ในการทดลองพบว่า การเคลือบโซเดียมซัลไฟต์สูตรที่ 3 (โซเดียมซัลไฟต์: น้ำปูนใส เท่ากับ 3: 2) ใช้เวลาในการเคลือบน้อยลง รวดเร็ว สะดวกต่อการใช้งาน สิ้นเปลืองน้อยกว่าสูตรที่ 1 และ 2 เวลาล้างโซเดียมซัลไฟต์ออกจากผ้าทำได้ง่ายและเร็วกว่าสูตรที่ 1 และ 2 เนื่องจากการผสมโซเดียมซัลไฟต์กับน้ำปูนใสในอัตราส่วน 3: 2 เป็นอัตราส่วนที่ได้ค่า pH14 และมีความหนืดที่เหมาะสมในการใช้งาน (จากการทดลองเบื้องต้น) นอกจากนี้การทำความสะอาดสถานที่และภาชนะที่ใช้ใส่โซเดียมซัลไฟต์ทำได้ง่ายขึ้น

4.2 การเปรียบเทียบการติดสีรีแอคทีฟของผ้าฝ้ายโดยใช้สูตรโซเดียมซัลไฟต์ที่แตกต่างกัน

โดยมีค่าระดับการติดสี 3 ระดับ คือ ระดับ 3 ติดสีเข้มที่สุด ระดับ 2 ติดสีปานกลาง ระดับ 1 ติดสีอ่อนที่สุด

4.2.1 สีเหลือง การเปรียบเทียบการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีเหลือง หมักด้วยโซเดียมซัลไฟต์ 3 สูตร ที่ระยะเวลา 1 3 6 ชั่วโมง ไม่เห็นความแตกต่างกันระหว่างสูตรที่ 1 และ 3 ทั้ง 3 ระยะเวลา และสูตรที่ 2 ที่หมักนาน 3 และ 6 ชั่วโมง ส่วนสูตรที่ 2 ระยะเวลาการหมักนาน 1 ชั่วโมงติดสีอ่อนที่สุด (แสดงในรูปที่ 1 และตารางที่ 5)

คะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีเหลืองหมักด้วยโซเดียมซลิเกต 3 สูตร



รูปที่ 1 คะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีเหลืองหมักด้วยโซเดียมซลิเกต 3 สูตร
ที่มา: ผู้วิจัย (2561)

ตารางที่ 5 แสดงระดับคะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีเหลืองหมักด้วยโซเดียมซลิเกต 3 สูตร
ที่ระยะเวลา 1 3 และ 6 ชั่วโมง

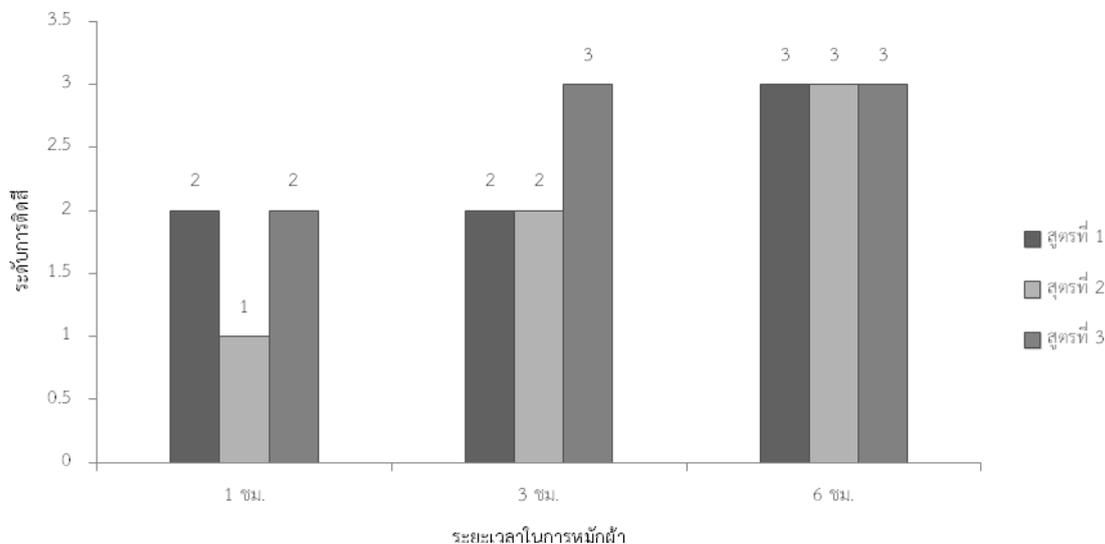
สูตรโซเดียมซลิเกต	เวลาในการหมักผ้าเพนท์		
	1 ชม.	3 ชม.	6 ชม.
1*	3	3	3
2	1	3	3
3*	3*	3	3

*หมายถึง สูตรโซเดียมซลิเกตที่เหมาะสมในการหมักผ้าเพนท์
ที่มา: ผู้วิจัย (2561)

จากรูปที่ 1 และตารางที่ 5 จะเห็นว่าสูตรโซเดียมซลิเกตที่เหมาะสมในการหมักผ้าเพนท์สีเหลือง คือ สูตรที่ 1 และ 3 ทั้ง 3 ระยะเวลา สรุปได้ว่าสูตรที่เหมาะสมที่สุด คือ สูตรที่ 3 เพราะติดสีเข้มใช้เวลาในการหมักเพียง 1 ชั่วโมง ประหยัดโซเดียมซลิเกตได้ถึง 2 ส่วน การใช้งานง่าย สะดวกรวดเร็ว ปลอดภัยต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม

4.2.2 สีชมพู การเปรียบเทียบการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีชมพู หมักด้วยโซเดียมซลิเกต 3 สูตร ที่ระยะเวลา 1 3 6 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันทั้ง 3 สูตร (แสดงในรูปที่ 2 และตารางที่ 6)

คะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีชมพูหมักด้วยโซเดียมซัลไฟด์ 3 สูตร



รูปที่ 2 คะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีชมพูหมักด้วยโซเดียมซัลไฟด์ 3 สูตร
ที่มา: ผู้วิจัย (2561)

ตารางที่ 6 แสดงระดับคะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีชมพูหมักด้วยโซเดียมซัลไฟด์ 3 สูตร
ที่ระยะเวลา 1 3 6 ชั่วโมง

สูตรโซเดียมซัลไฟด์	เวลาในการหมักผ้าเพนท์		
	1 ชม.	3 ชม.	6 ชม.
1	2	2	3
2	1	2	3
3*	2	3*	3

*หมายถึง สูตรโซเดียมซัลไฟด์ที่เหมาะสมในการหมักผ้าเพนท์
ที่มา: ผู้วิจัย (2561)

จากรูปที่ 2 และตารางที่ 6 จะเห็นว่า
สูตรที่ 1 การติดสีของผ้าฝ้ายขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการหมัก คือ หมักผ่านาน 6 ชั่วโมง ติดสีเข้มที่สุด รองลงมาคือ 1 และ 3 ชั่วโมง ติดสีปานกลางเท่ากัน

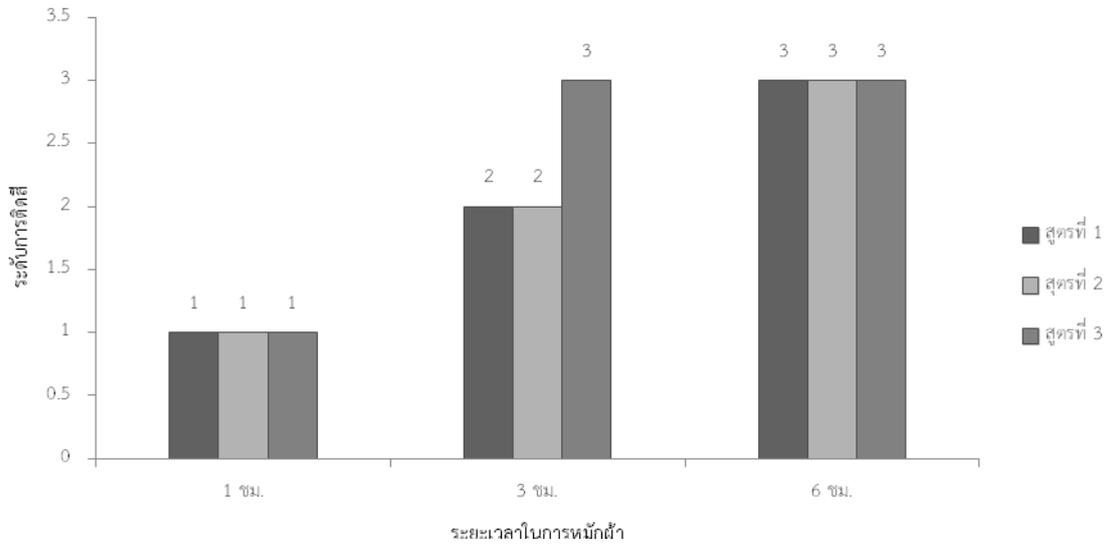
สูตรที่ 2 การติดสีของผ้าฝ้ายขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการหมัก คือ หมักผ่านาน 6 ชั่วโมง ติดสีเข้มที่สุด รองลงมาคือ 3 ชั่วโมง ติดสีปานกลาง และ 1 ชั่วโมง ติดสีอ่อนที่สุด

สูตรที่ 3 การติดสีของผ้าฝ้ายขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการหมัก คือ หมักผ่านาน 3 และ 6 ชั่วโมง ติดสีเข้มที่สุด รองลงมาคือ 1 ชั่วโมง ติดสีปานกลาง

สรุป สูตรโซเดียมซัลไฟด์ที่เหมาะสมในการหมักผ้าเพนท์สีชมพู คือ สูตรที่ 3 เพราะการติดสีเข้ม ใช้เวลาในการหมัก 3 ชั่วโมง น้อยกว่าสูตรที่ 1 และ 2 ประหยัดโซเดียมซัลไฟด์ได้ถึง 2 ส่วน การใช้งานง่าย สะดวกรวดเร็ว ปลอดภัยต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม

4.2.3 สีแดง การเปรียบเทียบการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีแดง หมักด้วยโซเดียมซัลไฟด์ 3 สูตร ที่ระยะเวลา 1 3 และ 6 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันทั้ง 3 สูตร (แสดงในรูปที่ 3 และตารางที่ 7)

คะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีแดงหมักด้วยโซเดียมซลิเกต 3 สูตร



รูปที่ 3 คะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีแดงหมักด้วยโซเดียมซลิเกต 3 สูตร
ที่มา: ผู้วิจัย (2561)

ตารางที่ 7 แสดงระดับคะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีแดงหมักด้วยโซเดียมซลิเกต 3 สูตร ที่ระยะเวลา 1 3 และ 6 ชั่วโมง

สูตรโซเดียมซลิเกต	เวลาในการหมักผ้าเพนท์		
	1 ชม.	3 ชม.	6 ชม.
1	1	2	3
2	1	2	3
3*	1	3*	3

*หมายถึง สูตรโซเดียมซลิเกตที่เหมาะสมในการหมักผ้าเพนท์
ที่มา: ผู้วิจัย (2561)

จากรูปที่ 3 และตารางที่ 7 จะเห็นว่า สูตรที่ 1 การติดสีของผ้าฝ้ายขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการหมัก คือ หมักผ่านาน 6 ชั่วโมง ติดสีเข้มที่สุด รองลงมาคือ 3 ชั่วโมง ติดสีปานกลาง และ 1 ชั่วโมง ติดสีอ่อนที่สุด

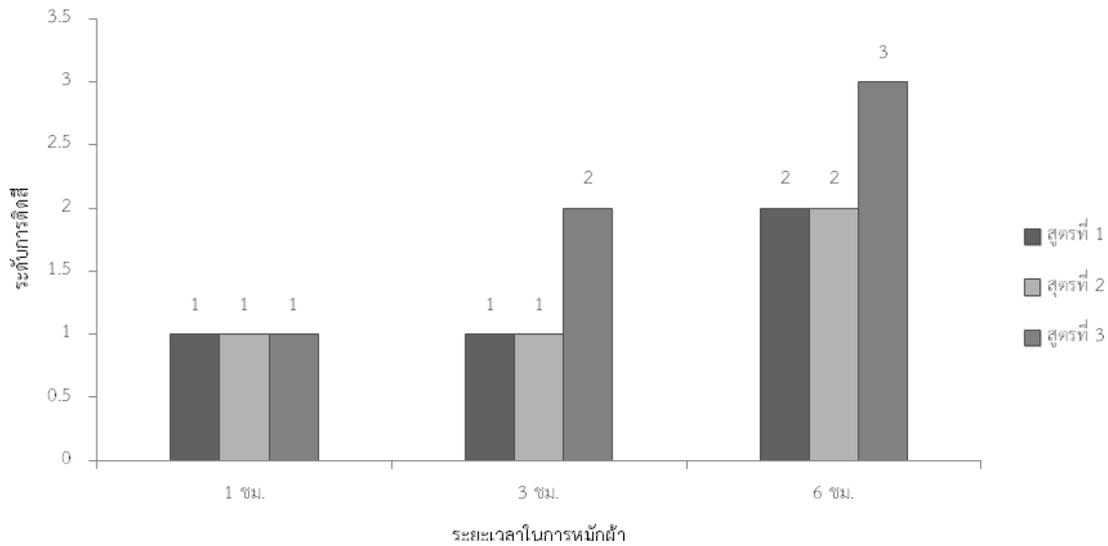
สูตรที่ 2 การติดสีของผ้าฝ้ายขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการหมัก คือ หมักผ่านาน 6 ชั่วโมง ติดสีเข้มที่สุด รองลงมาคือ 3 ชั่วโมง ติดสีปานกลาง และ 1 ชั่วโมง ติดสีอ่อนที่สุด

สูตรที่ 3 การติดสีของผ้าฝ้ายขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการหมัก คือ หมักผ่านาน 3 และ 6 ชั่วโมง ติดสีเข้มที่สุด รองลงมาคือ 1 ชั่วโมง ติดสีอ่อนที่สุด

สรุป สูตรโซเดียมซลิเกตที่เหมาะสมในการหมักผ้าเพนท์สีแดง คือ สูตรที่ 3 เพราะติดสีเข้ม ใช้เวลาในการหมัก 3 ชั่วโมง น้อยกว่าสูตรที่ 1 และ 2 ประหยัดโซเดียมซลิเกตได้ถึง 2 ส่วน การใช้งานง่าย สะดวกรวดเร็ว ปลอดภัยต่อผู้ใช้ และสิ่งแวดล้อม

4.2.4 สีฟ้าน้ำทะเล การเปรียบเทียบการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีฟ้าน้ำทะเล หมักด้วยโซเดียมซลิเกต 3 สูตร ที่ระยะเวลา 1 3 และ 6 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันทั้ง 3 สูตร (แสดงในรูปที่ 4 และตารางที่ 8)

คะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีฟ้าน้ำทะเลหมักด้วยโซเดียมซัลเฟต 3 สูตร



รูปที่ 4 คะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีฟ้าน้ำทะเลหมักด้วยโซเดียมซัลเฟต 3 สูตร
ที่มา: ผู้วิจัย (2561)

ตารางที่ 8 แสดงระดับคะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีฟ้าน้ำทะเล หมักด้วยโซเดียมซัลเฟต 3 สูตร ที่ระยะเวลา 1 3 และ 6 ชั่วโมง

สูตรโซเดียมซัลเฟต	เวลาในการหมักผ้าเพนท์		
	1 ชม.	3 ชม.	6 ชม.
1	1	1	2
2	1	1	2
3*	1	2	3*

*หมายถึง สูตรโซเดียมซัลเฟตที่เหมาะสมในการหมักผ้าเพนท์
ที่มา: ผู้วิจัย (2561)

จากรูปที่ 4 และตารางที่ 8 จะเห็นว่า

สูตรที่ 1 การติดสีของผ้าฝ้ายขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการหมัก คือ หมักผ้านาน 6 ชั่วโมง ติดสีปานกลาง รองลงมา หมักผ้านาน 1 และ 3 ชั่วโมง ติดสีอ่อนเท่ากัน

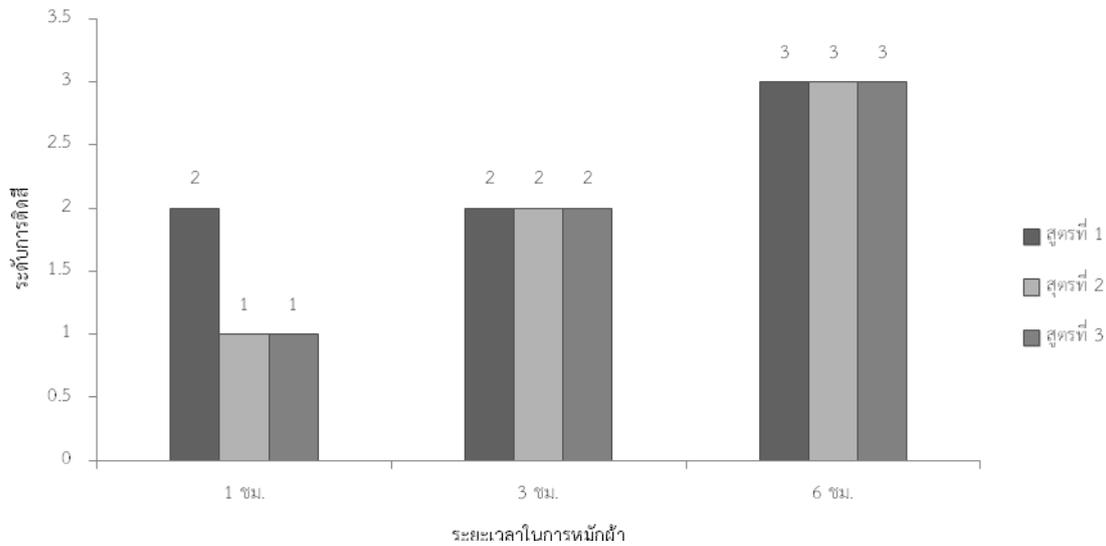
สูตรที่ 2 การติดสีของผ้าฝ้ายขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการหมัก คือ หมักผ้านาน 6 ชั่วโมง ติดสีปานกลาง รองลงมา หมักผ้านาน 1 และ 3 ชั่วโมง ติดสีอ่อนเท่ากัน

สูตรที่ 3 การติดสีของผ้าฝ้ายขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการหมัก คือ หมักผ้านาน 6 ชั่วโมง ติดสีเข้มที่สุด รองลงมาคือ 3 ชั่วโมง ติดสีปานกลาง และ 1 ชั่วโมง ติดสีอ่อนที่สุด

สรุป สูตรโซเดียมซัลเฟตที่เหมาะสมในการหมักผ้าเพนท์สีฟ้าน้ำทะเล คือ สูตรที่ 3 เพราะติดสีเข้มที่สุด โดยใช้ เวลา 6 ชั่วโมง ส่วนสูตรที่ 1 และ 2 ที่เวลา 6 ชั่วโมง ติดสีเข้มเท่ากับสูตรที่ 3 เมื่อหมักผ้าไว้ 3 ชั่วโมง

4.2.5 สีน้ำเงิน การเปรียบเทียบการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีน้ำเงิน หมักด้วยโซเดียมซัลเฟต 3 สูตร ที่ระยะเวลา 1 3 และ 6 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันทั้ง 3 สูตร (แสดงในรูปที่ 5 และตารางที่ 9)

คะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีน้ำเงินหมักด้วยโซเดียมซัลเฟต 3 สูตร



รูปที่ 5 คะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีน้ำเงินหมักด้วยโซเดียมซัลเฟต 3 สูตร
ที่มา: ผู้วิจัย (2561)

ตารางที่ 9 แสดงระดับคะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีน้ำเงิน หมักด้วยโซเดียมซัลเฟต 3 สูตร ที่ระยะเวลา 1 3 และ 6 ชั่วโมง

สูตรโซเดียมซัลเฟต	เวลาในการหมักผ้าเพนท์		
	1 ชม.	3 ชม.	6 ชม.
1	2	2	3
2	1	2	3
3*	1	3*	3

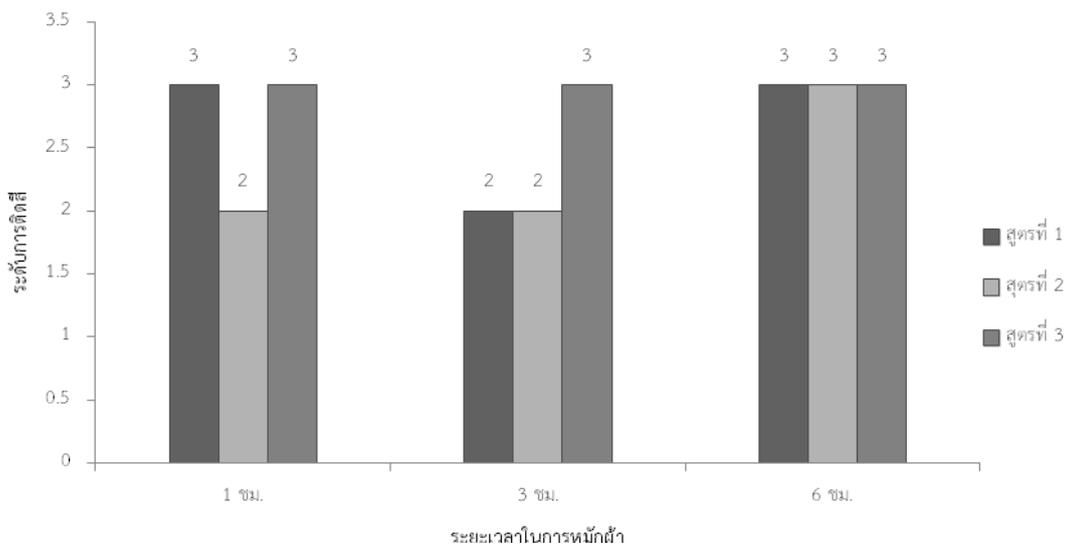
*หมายถึง สูตรโซเดียมซัลเฟตที่เหมาะสมในการหมักผ้าเพนท์
ที่มา: ผู้วิจัย (2561)

จากรูปที่ 5 และตารางที่ 9 จะเห็นว่า
สูตรที่ 1 การติดสีของผ้าฝ้ายขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการหมัก คือ หมักผ่านาน 6 ชั่วโมง ติดสีเข้มที่สุด รองลงมาคือ 1 และ 3 ชั่วโมง ติดสีปานกลางเท่ากัน
สูตรที่ 2 การติดสีของผ้าฝ้ายขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการหมัก คือ หมักผ่านาน 6 ชั่วโมง ติดสีเข้มที่สุด รองลงมาคือ 3 ชั่วโมง ติดสีปานกลาง และ 1 ชั่วโมง ติดสีอ่อนที่สุด
สูตรที่ 3 การติดสีของผ้าฝ้ายขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการหมัก คือ หมักผ่านาน 3 และ 6 ชั่วโมง ติดสีเข้มที่สุด และ 1 ชั่วโมง ติดสีอ่อนที่สุด

สรุป สูตรโซเดียมซัลเฟตที่เหมาะสมในการหมักผ้าเพนท์สีน้ำเงิน คือ สูตรที่ 3 เพราะติดสีเข้ม ใช้เวลาในการหมัก 3 ชั่วโมง น้อยกว่าสูตรที่ 1 และ 2 ประหยัดโซเดียมซัลเฟตได้ถึง 2 ส่วน

4.2.6 สีดำ การเปรียบเทียบการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีดำ หมักด้วยโซเดียมซัลเฟต 3 สูตร ที่ระยะเวลา 1 3 และ 6 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันทั้ง 3 สูตร (แสดงในรูปที่ 6 และตารางที่ 10)

คะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีดำหมักด้วยโซเดียมซัลเฟต 3 สูตร



รูปที่ 6 คะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีดำหมักด้วยโซเดียมซัลเฟต 3 สูตร
ที่มา: ผู้วิจัย (2561)

ตารางที่ 10 แสดงระดับคะแนนการติดสีของผ้าฝ้ายที่เพนท์ด้วยสีดำ หมักด้วยโซเดียมซัลเฟต 3 สูตร ที่ระยะเวลา 1 3 และ 6 ชั่วโมง

สูตรโซเดียมซัลเฟต	เวลาในการหมักผ้าเพนท์		
	1 ชม.	3 ชม.	6 ชม.
1	3	2	3
2	2	2	3
3*	3*	2	3

*หมายถึง สูตรโซเดียมซัลเฟตที่เหมาะสมในการหมักผ้าเพนท์
ที่มา: ผู้วิจัย (2561)

จากรูปที่ 6 และตารางที่ 10 จะเห็นว่า

สูตรที่ 1 และ สูตรที่ 3 การติดสีของผ้าฝ้ายไม่ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการหมัก คือ หมักผ่านาน 1 ชั่วโมง กับ 6 ชั่วโมง มีระดับการติดสีเข้มที่สุดเท่ากันที่ระดับ 3 รองลงมาคือ 3 ชั่วโมง ติดสีปานกลาง

สูตรที่ 2 การติดสีของผ้าฝ้ายขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการหมัก คือ หมักผ่านาน 6 ชั่วโมง ติดสีเข้มที่สุด รองลงมาคือ 1 และ 3 ชั่วโมง ติดสีปานกลาง

สรุป สูตรโซเดียมซัลเฟตที่เหมาะสมในการหมักผ้าเพนท์สีดำ คือ สูตรที่ 3 เพราะติดสีเข้มใช้เวลาในการหมักเพียง 1 ชั่วโมง ประหยัดโซเดียมซัลเฟตได้ถึง 2 ส่วน การใช้งานง่าย สะดวกรวดเร็ว ปลอดภัยต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม

จากผลการทดลองทั้งหมดสามารถสรุปสูตรและเวลาที่เหมาะสมในการเพนท์ผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอคทีฟ โดยมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 11 ดังนี้

ตารางที่ 11 แสดงผลการเพนท์ผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอคทีฟจำนวน 6 สี โดยใช้สูตรโซเดียมซิลิเกตและเวลาที่ต่างกัน

สูตร เวลา (ชม.) สี	สูตร 1			สูตร 2			สูตร 3		
	1	3	6	1	3	6	1	3	6
เหลือง	3	3	3	1	3	3	3	3	3
ชมพู	2	2	3	1	2	3	2	3	3
แดง	1	2	3	1	2	3	1	3	3
ฟ้าน้ำทะเล	1	1	2	1	1	2	1	2	3
น้ำเงิน	2	2	3	1	2	3	1	3	3
ดำ	3	2	3	2	2	3	3	2	3

ที่มา: ผู้วิจัย (2561)

จากตารางที่ 11 สามารถสรุปสูตรและเวลาที่เหมาะสมในการเพนท์ผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอคทีฟ 6 สี ได้ดังนี้

สีเหลือง ควรใช้สูตรที่ 1 และ 3 เพราะให้ผลการติดสีเท่ากันทั้ง 3 ระยะเวลา

สีชมพู ควรใช้สูตรที่ 3 เพราะให้ผลการติดสีที่ระดับ 3 เท่ากัน ที่เวลา 3 และ 6 ชั่วโมง

สีแดง ควรใช้สูตรที่ 3 เพราะให้ผลการติดสีที่ระดับ 3 เท่ากัน ที่เวลา 3 และ 6 ชั่วโมง

สีฟ้าน้ำทะเล ควรใช้สูตรที่ 3 เพราะให้ผลการติดสีที่ระดับ 3 ที่เวลา 6 ชั่วโมง

สีน้ำเงิน ควรใช้สูตรที่ 3 เพราะให้ผลการติดสีที่ระดับ 3 เท่ากัน ที่เวลา 3 และ 6 ชั่วโมง

สีดำ ควรใช้สูตรที่ 1 และ 3 เพราะให้ผลการติดสีเท่ากัน ที่เวลา 1 และ 6 ชั่วโมง

จากผลสรุปการทดลองข้างบนจะเห็นว่า สีบางสีผลการติดสีเท่ากันแต่เวลาในการหมักไม่เท่ากัน ดังนั้นควรเลือกเวลาน้อยในการหมักผ้าเพื่อให้ทำงานได้รวดเร็วขึ้น ส่วนการเลือกใช้สูตรโซเดียมซิลิเกตสำหรับสีเหลืองและสีดำ ควรเลือกสูตรที่ 3 เพราะสูตรที่ 3 ใช้โซเดียมซิลิเกต 3 ส่วน ผสมกับน้ำปูนใส 2 ส่วน ทำให้ประหยัดต้นทุน เวลาและน้ำในการล้างโซเดียมซิลิเกตออกจากผ้า น้ำทิ้งไม่มีสารเคมีตกค้างมากทำให้ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 1 ดังนั้นการใช้น้ำปูนใสผสมกับโซเดียมซิลิเกตให้ผลการติดสีดีกว่าการใช้โซเดียมซิลิเกตอย่างเดียวและสูตรที่ผสมน้ำ น้ำปูนใสจึงเป็นสารเพิ่มประสิทธิภาพของโซเดียมซิลิเกตในการเพนท์ผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอคทีฟ เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ทั้ง 3 ข้อ

5. การอภิปราย สรุป และข้อเสนอแนะ

5.1 การอภิปรายและสรุปผลการวิจัย การเพิ่มประสิทธิภาพของโซเดียมซิลิเกตด้วยน้ำปูนใสเพื่อการเพนท์ผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอคทีฟ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารเพิ่มประสิทธิภาพ (น้ำปูนใส) ที่ผสมกับโซเดียมซิลิเกต สูตรและระยะเวลาในการหมักผ้าเพนท์ที่เหมาะสมเพื่อให้สีรีแอคทีฟติดผ้าเข้มตามที่ต้องการ และเปรียบเทียบความเข้มของสีที่ติดบนผ้าโดยใช้สูตรโซเดียมซิลิเกตและระยะเวลาที่ต่างกัน สีรีแอคทีฟที่ใช้มีจำนวน 6 สี คือ สีเหลือง (รหัส 312) สีชมพู (รหัส 231) สีแดง (รหัส 342) สีฟ้าน้ำทะเล (รหัส 361) สีน้ำเงิน (รหัส 381) ที่ระดับความเข้มของสี 5 เปอร์เซ็นต์ และสีดำ (รหัส 303) ที่ระดับความเข้มของสี 8 เปอร์เซ็นต์ สูตรโซเดียมซิลิเกต เตรียมจำนวน 3 สูตรในการหมักผ้าเพนท์ คือ สูตรที่ 1 โซเดียมซิลิเกตเข้มข้น สูตรที่ 2 โซเดียมซิลิเกตเข้มข้นผสมน้ำในอัตราส่วน 4:1 สูตรที่ 3 โซเดียมซิลิเกตเข้มข้นผสมน้ำปูนใสในอัตราส่วน 3:2 ระยะเวลาในการหมักผ้ามี 3 ระดับ คือ 1 3 และ 6 ชั่วโมง การวิเคราะห์ผลของการเพิ่มประสิทธิภาพของโซเดียมซิลิเกตด้วยน้ำปูนใสเพื่อการเพนท์ผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอคทีฟ กระทำโดยการดูจากความเข้มของสีที่ติดบนผ้าฝ้ายด้วยสายตาภายใต้แสงธรรมชาติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของสีผ้าที่ปรากฏ

จากการทดลอง การเพิ่มประสิทธิภาพของโซเดียมซัลไฟด์ด้วยน้ำปูนใสเพื่อการเพนท์ผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอคทีฟพบว่า

สูตรที่ 1 ระยะเวลาที่มีผลต่อการติดสีของผ้าฝ้าย ถ้าใช้เวลานาน 1 ชั่วโมง จะได้ผ้าสีเข้มที่สุด 2 สี คือ สีเหลืองและสีดำ เวลานาน 3 ชั่วโมง จะได้สีผ้าเข้มที่สุด 1 สี คือ สีเหลือง เวลานาน 6 ชั่วโมง จะได้สีผ้าเข้มที่สุด 5 สี คือ สีเหลือง สีชมพู สีแดง สีน้ำเงิน และสีดำ ยกเว้นสีฟ้า น้ำทะเล

สูตรที่ 2 ระยะเวลาที่มีผลต่อการติดสีของผ้าฝ้าย ถ้าใช้เวลานานที่ 6 ชั่วโมงจะได้สีผ้าเข้มที่สุดทั้ง 6 สี เกิดจากความเจือจางโซเดียมซัลไฟด์ด้วยน้ำจึงทำให้ค่า pH ไม่เหมาะสมและค่าความหนืดลดลง

สูตรที่ 3 ระยะเวลาที่มีผลต่อการติดสีของผ้าฝ้าย ถ้าใช้เวลานาน 1 ชั่วโมง จะได้ผ้าสีเข้มที่สุด 2 สี คือ สีเหลืองและสีดำ เวลานาน 3 ชั่วโมง จะได้สีผ้าเข้มที่สุด 4 สี คือ สีเหลือง สีชมพู สีแดง และสีน้ำเงิน เวลานาน 6 ชั่วโมง จะได้สีผ้าเข้มที่สุดทั้ง 6 สี

จะเห็นว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ให้ผลใกล้เคียงกันเป็นเพราะว่าค่า pH ของโซเดียมซัลไฟด์ทั้ง 2 สูตร เท่ากัน เพราะใช้น้ำปูนใส (pH 8) มาผสมกับโซเดียมซัลไฟด์ค่าความเป็นด่างไม่ได้เจือจางลงเหมือนสูตรที่ 2 ซึ่งตรงกับผ่องศรี รอดโพธิ์ทอง (2558) ที่กล่าวไว้ว่า เส้นใยฝ้ายจะติดสีรีแอคทีฟได้ดีในสภาวะเป็นด่างที่เหมาะสม

สรุปผลการวิจัยได้ว่า สารเพิ่มประสิทธิภาพของโซเดียมซัลไฟด์ในการเพนท์ผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอคทีฟ คือ น้ำปูนใส มีประสิทธิภาพในการทำให้สีรีแอคทีฟติดผ้าเข้มขึ้นโดยใช้เวลาน้อยลง ดังนั้นในการใช้โซเดียมซัลไฟด์เข้มข้นควรผสมน้ำปูนใสในอัตราส่วน 3:2 ในการหมักผ้าเพนท์นาน 3 ชั่วโมง เป็นสูตรและเวลาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสีรีแอคทีฟทั้ง 6 สี และยังมีข้อดีในการใช้งาน คือ เคลือบง่าย สะดวกรวดเร็ว สิ้นเปลืองโซเดียมซัลไฟด์น้อยกว่าสูตรที่ 1 และ 2 เวลาล้างโซเดียมซัลไฟด์ออกจากผ้าทำได้ง่ายและเร็วกว่าสูตรที่ 1 และ 2 เนื่องจากโซเดียมซัลไฟด์มีความหนืดลดลง นอกจากนี้การทำความสะอาดสถานที่และภาชนะที่ใช้ใส่โซเดียมซัลไฟด์สามารถทำได้ง่ายขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.2.1 ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ผ้าฝ้ายเพียงชนิดเดียวในการวิจัยครั้งต่อไปควรใช้ผ้าไหมและผ้าใยสังเคราะห์ในการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบการติดสี

5.2.2 ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยใช้สีรีแอคทีฟกลุ่มย้อมร้อนที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการทดลองใช้สีรีแอคทีฟกลุ่มย้อมเย็นที่อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส

5.2.3 ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวัดด้วยสายตา ถ้าจะให้ได้ผลที่ชัดเจนควรวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี และควรมีการวิเคราะห์เทียบสีในภาวะตู้แสงมาตรฐาน D65

5.2.4 ควรมีการเทียบ Visual Brightness Comparison โดยใช้ Gray Scale (N1- N10, Munsell) วัดเปรียบเทียบค่าสีเพื่อบ่งบอกถึงความเข้มสีเพิ่มขึ้นในการวิจัยครั้งต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณผู้บริหาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์เป็นอย่างสูงที่เห็นความสำคัญของการวิจัยเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพของโซเดียมซัลไฟด์ด้วยน้ำปูนใสเพื่อการเพนท์ผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอคทีฟ ผลสำเร็จคือองค์ความรู้ใหม่ที่จะนำไปพัฒนาการเรียนการสอนวิชาพื้นฐาน การออกแบบสิ่งทอ หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาศิลปอุตสาหกรรม สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการใช้งานสิ่งทออย่างอื่นได้หลากหลายและนำไปใช้ในการประกอบอาชีพต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- นิรนาม. (2561). โขติยมชิลิเกต-วัตถุติดสำหรับอุตสาหกรรมหลายประเภท. เข้าถึงได้จาก: http://www.lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2525_100_22.pdf.
- ผ่องศรี รอดโพธิ์ทอง. (2558). เอกสารประกอบการสอนรายวิชาพื้นฐานการออกแบบสิ่งทอ ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- มยุรี ปาลวงศ์ และ อภิรัฐ ธีรภาพวิเศษพงษ์. (2559). ทรายแก้วเป็นสารเคมีได้อย่างไร. เข้าถึงได้จาก: <http://www.dpim.go.th/service/download?articleid=358&F=418>.
- ศรีนรา แมะเร้าะ. (2545). ดินและน้ำ. เข้าถึงได้จาก: http://www.natres.psu.ac.th/radio/radio_article/radio44-45/44-450030.html.
- สนั่น บุญลา. (2555). ผ้าฝ้าย. เข้าถึงได้จาก: <https://www.thaitextile.org/index.php/blog/2016/02/th>.
- อรุณี คงดี อัลเดรด. (2559). เอกสารประกอบการสอนรายวิชาคอ 362 กระบวนการทางเคมีสิ่งทอ. เข้าถึงได้จาก: <http://www.science.mju.ac.th/chemistry/download>.