

การบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการทำผ้าบาติกโดยวิธีการตกตะกอนทางเคมี

Wastewater Treatment of Batik Process by Chemical Precipitation

เพ็ญศิริ จิตนาธรรม (Pensiri Jitnatum)* ดร. วรวิทย์ วงศ์นिरามัยกุล (Dr. Worawit Wongniramaikul)**

ภทรธร เอื้อกฤดาธิการ (Pataratorn Ua-kritdathikarn)***

บทคัดย่อ

น้ำเสียจากกระบวนการผลิตผ้าบาติกแบ่งได้เป็นน้ำเสียจากขั้นตอนการลอกเทียน (น้ำต้มเทียน) และจากขั้นตอนการทำความสะอาดผ้า (น้ำล้างผ้า) ซึ่งมีลักษณะและปริมาณของน้ำเสียที่แตกต่างกัน งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตผ้าบาติกทั้งสองขั้นตอนโดยวิธีตกตะกอนทางเคมี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารที่ใช้และสภาวะที่เหมาะสมในการตกตะกอนทางเคมีด้วยวิธีจาร์เทสต์ โดยทำการกวนเร็วที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที และทำการกวนช้าที่ความเร็ว 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนแล้วนำส่วนน้ำใสไปทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ การทดลองทำโดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตกตะกอนทางเคมี ได้แก่ ชนิดและปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอน พีเอช และอุณหภูมิ ผลการทดลองพบว่า การบำบัดน้ำต้มเทียน Poly Aluminum Chloride (PAC) มีประสิทธิภาพการบำบัดสีดีที่สุด (81.52 %) และการบำบัดน้ำล้างผ้าสารส้ม (Alum) มีประสิทธิภาพบำบัดสีดีที่สุด (90.93%)

ABSTRACT

Wastewater from batik production processes can be divided into 2 types, which one wastewater from stripping and wastewater from cloth cleaning, which are difference in quantity and characteristics. This research study the treatment of both batik wastewater using chemical precipitation. Objectives of this study are to investigate chemical and optimum conditions to precipitate wastewater by jar test experiment with a rapid mixing speed of 100 rpm for 1 minute and a slow mixing speed of 30 rpm for 5 minutes and let it settled down. Supernatant was used for analysis of water quality. Experiments were conducted to study the factors which affecting the chemical precipitation, i.e., type, quantity of chemical, pH, and temperature. The results found that the highest color removal efficiency of stripping wastewater treatment was PAC (81.52%) while for cloth cleaning wastewater treatment was alum (90.93%).

คำสำคัญ: บาติก การตกตะกอนทางเคมี น้ำเสีย

Keywords: Batik, Chemical Precipitation, Wastewater

* นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

*** อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทนำ

ผ้าบาติกเป็นสิ่งสำคัญทางวัฒนธรรมอย่างหนึ่งของชุมชนที่อาศัยในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อาทิ มาเลเซีย อินโดนีเซีย รวมถึงประเทศไทย โดยเฉพาะชุมชนที่อยู่ทางภาคใต้ของไทยที่มีการผลิตผ้าบาติกซึ่งเป็นวิถีชีวิตของชาวบ้านและชุมชน นอกจากนี้ผ้าบาติกยังส่งออกไปเป็นสินค้าในอุตสาหกรรมสิ่งทอซึ่งมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน (Hamid et al., 2013) อย่างไรก็ตามอุตสาหกรรมผ้าบาติกที่ผลิตส่วนใหญ่ยังคงเป็นหัตถกรรมระดับครัวเรือน โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้คือ 1. การออกแบบลวดลายที่ต้องการ แล้วใช้ปากกาเขียนเทียนวาดตามลวดลายที่ไม่ต้องการให้ติดสี 2. ทำการลงสีที่ต้องการลงในลายผ้า แล้วรองจนสีแห้งสนิท 3. นำผ้าที่ระบายสีและแห้งสนิทไปเคลือบโซเดียมซัลไฟด์เพื่อป้องกันการหลุดลอกของสีย้อม หลังจากนั้นทิ้งไว้ 6 – 8 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี 4. นำผ้าไปต้มเพื่อลอกเทียนออก และ 5. นำผ้าไปล้างเมื่ออกของโซเดียมซัลไฟด์ให้หลุดออกไปจนกว่าน้ำที่ล้างจะใสและไม่ลื่นมือ น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตผ้าบาติกส่วนใหญ่ถูกนำไปเททิ้งลงบนพื้นดิน ตามโคนต้นไม้ หรือปล่อยลงในรางระบายน้ำสาธารณะ โดยไม่ได้มีการบำบัดที่ถูกต้อง ซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดผลกระทบต่างๆ เช่น ดินปนเปื้อนด้วยโลหะหนักและสูญเสียคุณภาพ ทำให้ปลูกพืชไม่เจริญเติบโต หรือแหล่งรองรับน้ำทิ้งอาจมีกลิ่นเหม็น มีสีที่น้ำเสียทำให้เกิดความเป็นพิษต่อระบบนิเวศในน้ำ (สายรุ่ง, 2554) การตกตะกอนทางเคมีเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการบำบัดน้ำเสียได้ทำการเติมสารเคมีต่างๆลงในน้ำเสียเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้เกิดการแยกสารปนเปื้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้สิ่งสกปรกที่ละลายน้ำเกิดเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ โดยได้สร้างตะกอนเล็กๆให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้สามารถตกตะกอนได้ง่าย ซึ่งมีข้อดีคือ ใช้งานง่าย สะดวก มีขั้นตอนไม่ซับซ้อน ราคาถูก ค่าใช้จ่ายต่ำ (สันทด, 2552) ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้ จึงศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการทำผ้าบาติกของขั้นตอนการล้างผ้า (น้ำล้างผ้า) และขั้นตอนการลอกเทียน (น้ำต้มเทียน) ด้วยการตกตะกอนทางเคมี โดยใช้สารสำหรับการตกตะกอนคือ อะลูมิเนียมซัลเฟต (Alum), โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ (Poly Aluminum Chloride) และอะลูมิเนียมจากกระป๋องน้ำอัดลมที่ละลายในกรดไนตริก 20% V/V

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1 เพื่อศึกษาชนิดของสารเคมีและปริมาณที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการทำผ้าบาติกโดยการตกตะกอนทางเคมี
- 2 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสม (Optimum conditions) ได้แก่ ปริมาณสารเคมี, พีเอช และอุณหภูมิ ของการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตผ้าบาติกโดยการตกตะกอนทางเคมี

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยวิธีการตกตะกอนทางเคมี

น้ำเสียที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้น้ำเสียจริงจากกระบวนการผลิตผ้าบาติก โดยทำการเก็บน้ำเสียตัวอย่างจากกระบวนการทำความสะอาดผ้า (น้ำล้างผ้า) และกระบวนการต้มการลอกเทียน (น้ำต้มเทียน) จากร้านผลิตผ้าบาติกในจังหวัดภูเก็ต

สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

สารเคมีที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ อะลูมิเนียมซัลเฟต ($Alum, Al_2(SO_4)_3$), โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ ($PAC, Al_2Cl(OH)_6$) ซึ่งหาซื้อได้ตามท้องตลาด และอะลูมิเนียมจากกระป๋องน้ำอัดลมที่ละลายในกรดไนตริก 20% V/V โดยนำกระป๋องน้ำอัดลมมาขูดสีออก ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 1 x 1 เซนติเมตร แล้วนำไปล้างน้ำและอบที่อุณหภูมิ $150^\circ C$ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตั้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น นำอะลูมิเนียมที่เตรียมไว้ (5, 10, 15, 20, 25 30) กรัมละลายในกรดไนตริก 20 mL สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเป็น analytical grade

ขั้นตอนการวิจัย

1. การศึกษาปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมในการตกตะกอน (Optimum dose) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ดวงตัวอย่างน้ำดื่มเทียบในใส่ลงในบีกเกอร์ ทั้ง 5 ใบ บีกเกอร์ละ 1,000 มิลลิลิตร นำไปวางในเครื่อง Jar test เติมอะลูมิเนียมซัลเฟต ($Alum$) แล้วทำการกวนเร็วด้วยความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที และทำการกวนช้าโดยใช้ความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน ประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำน้ำใสที่อยู่เหนือตะกอนมาวิเคราะห์ค่าสี ทำการทดลองแบบเดียวกับข้างต้นแต่เปลี่ยนสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนเป็น โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ และ อะลูมิเนียมจากกระป๋องน้ำอัดลม ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนในการศึกษานี้ ได้แก่

- อะลูมิเนียมซัลเฟต 10, 15, 20, 25 และ 30 กรัม
 - โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ 20, 40, 60, 80 และ 100 มิลลิกรัม
 - อะลูมิเนียมจากกระป๋องน้ำอัดลมที่ละลายในกรดไนตริก 20% V/V 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 กรัม
- เปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดสีและปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนแต่ละชนิดจากสูตร

$$\% \text{Removal} = \frac{\text{initial concentration} - \text{final concentration}}{\text{initial concentration}} \times 100\%$$

2. การหา pH ที่เหมาะสม (Optimum pH) ในการตกตะกอน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ดวงตัวอย่างน้ำดื่มเทียบในใส่ลงในบีกเกอร์ ทั้ง 5 ใบ บีกเกอร์ละ 1,000 มิลลิลิตร โดยปรับ pH เป็น 3 แล้วนำไปวางในเครื่อง Jar test เติมสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอน โดยปริมาณที่ใช้ได้มาจากการทดลองข้างต้น ทำการกวนเร็วโดยใช้ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที และทำการกวนช้าโดยใช้ความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน ประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำน้ำใสที่อยู่เหนือตะกอนมาวิเคราะห์ค่าสี ทำการทดลองแบบเดียวกับข้างต้นแต่เปลี่ยนค่า pH เป็น 5, 7, 9 และ 11 ตามลำดับ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียและค่า pH ของสารที่ใช้ในการตกตะกอนแต่ละชนิด

3. การหาอุณหภูมิที่เหมาะสม (Optimum temperature) ในการตกตะกอนมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ดวงตัวอย่างน้ำดื่มเทียบในใส่ลงในบีกเกอร์ ทั้ง 5 ใบ บีกเกอร์ละ 1,000 มิลลิลิตร โดย pH และปริมาณสารที่ใช้ในการตกตะกอนได้มาจากการทดลองก่อนหน้า นำไปวางในเครื่อง Jar test และ hot plate ปรับอุณหภูมิเป็น 30 องศาเซลเซียส ทำการกวนเร็วด้วยความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที และทำการกวนช้าด้วยความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน ประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำน้ำใสที่อยู่เหนือตะกอนมาวิเคราะห์ค่าสี ทำการทดลองแบบเดียวกับข้างต้นแต่เปลี่ยนอุณหภูมิเป็น 40, 60, 80 และ 90 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียและอุณหภูมิของสารที่ใช้ในการตกตะกอนแต่ละชนิด

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตผ้าบาติก

น้ำเสียจากกระบวนการผลิตผ้าบาติกแบ่งได้เป็นน้ำเสียจากการต้มลอกเทียน (น้ำต้มเทียน) และน้ำเสียจากการล้างผ้า (น้ำล้างผ้า) ซึ่งมีลักษณะดังแสดงในตารางที่ 1 น้ำเสียจากทั้งสองชั้นตอนมีความสกปรกเกินกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ซึ่งหากปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่างๆ ได้

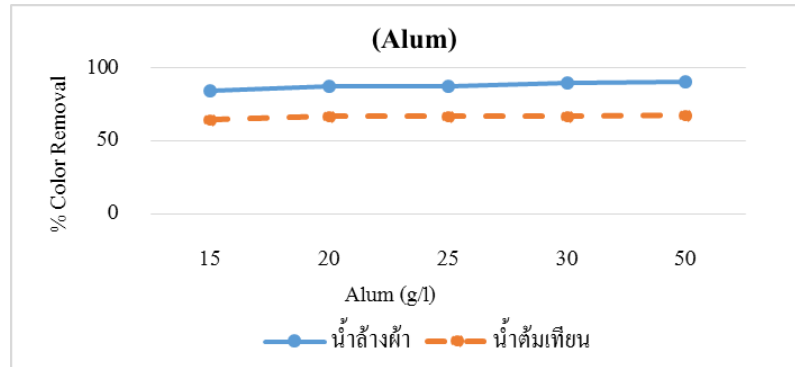
ตารางที่ 1 ลักษณะน้ำเสียของน้ำต้มเทียนและน้ำล้างผ้าจากกระบวนการผลิตผ้าบาติก

พารามิเตอร์	หน่วย	น้ำต้มเทียน	น้ำล้างผ้า	มาตรฐานน้ำทิ้ง ¹
อุณหภูมิ (Temperature)	°C	27	24	□40
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	10	11	5.5-9.0
สี (Color)	SU	529	528	ไม่รังเกียจ
ความขุ่น (Turbidity)	NTU	610	61	-
ซีโอดี (COD)	mg/L	1298	589	□120
บีโอดี (BOD)	mg/L	111	37	□20
ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS)	mg/L	1859	925	□50
ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมด (TDS)	mg/L	22860	87368	□3000

¹แหล่งที่มา ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

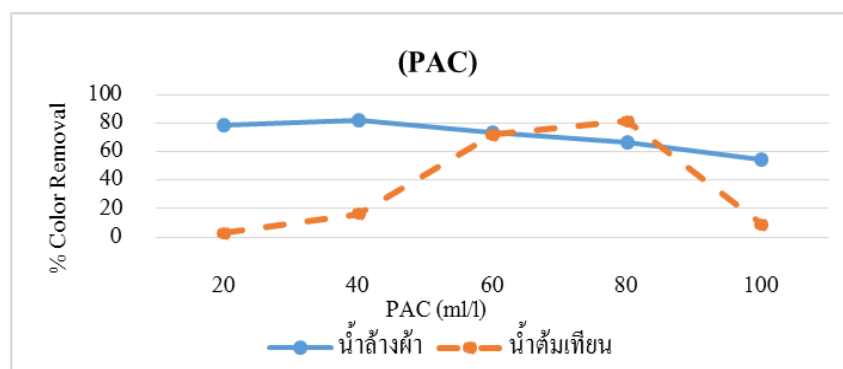
2. ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการตะกอนที่เหมาะสม (Optimum dose)

การศึกษาปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟตที่ความเข้มข้น 15, 20, 25, 30 และ 50 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตผ้าบาติก ผลการทดลอง พบว่า ปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟตที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดสีน้ำล้างผ้าและน้ำต้มเทียนอยู่ที่ 50 กรัมต่อลิตร สอดคล้องกับงานวิจัยของ N.Nasir and Z. Daud (2014) และ กาญจนนา (2552) เนื่องจากปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟต น้อยเกินไปทำให้เกิดตะกอนน้อยมีผลทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดสีต่ำ เมื่อถึงจุดหนึ่งที่มีปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟตเกิดการตกตะกอนน้ำเสียที่พอดี ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดสีสูงขึ้นตาม และเมื่อใส่อะลูมิเนียมซัลเฟตลงไปใต้น้ำในปริมาณที่มากขึ้น พบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดสีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีประสิทธิภาพการบำบัดสีในน้ำเสียน้ำล้างผ้าเท่ากับ 67.61% และน้ำต้มเทียนเท่ากับ 90.39% ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 1



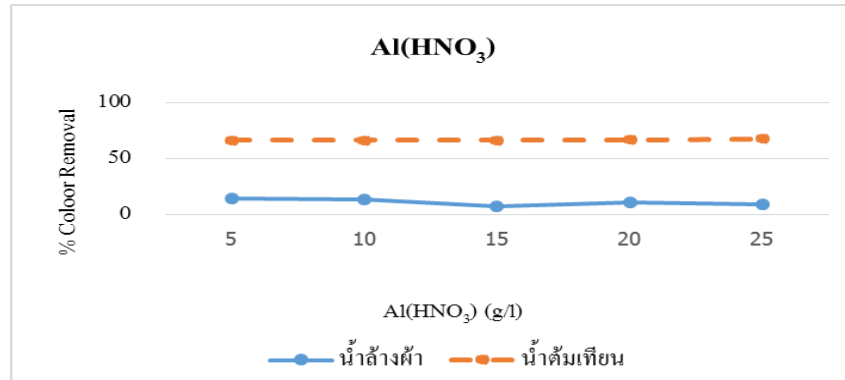
ภาพที่ 1 แสดงปริมาณ % Color Removal เมื่อใช้อะลูมิเนียมซัลเฟตที่ปริมาณต่างกัน

การศึกษาปริมาณโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ (PAC) ที่ความเข้มข้น 20, 40, 60, 80 และ 100 มิลลิลิตรต่อลิตร ตามลำดับ ในการบำบัดน้ำเสียจากระบวนการผลิตผ้าบาติก ผลการทดลองพบว่า การบำบัดสีน้ำล้างผ้า ปริมาณ PAC เหมาะสมอยู่ที่ 40 มิลลิลิตรต่อลิตร สอดคล้องกับงานวิจัยของ (กฤษดา, 2553) PAC มีประสิทธิภาพการบำบัดที่สูง และแนวโน้มลดลงไปในทิศทางเดียวกัน และงานวิจัยของ ปิยวรรณ (2553) อธิบายว่า PAC จะทำลายเสถียรภาพของอนุภาคคอลลอยด์ ด้วยการดูดติดผิวและทำลายประจุไฟฟ้า ทำให้เกิดแรงดึงดูดระหว่างอนุภาคมากขึ้น ซึ่งผลึกสามารถห่อหุ้มอนุภาคคอลลอยด์ไว้ ทำให้ผลึกมีขนาดใหญ่ขึ้น มีน้ำหนักมากขึ้นและอนุภาคคอลลอยด์สูญเสียเสถียรภาพจนสามารถตกตะกอนได้ สำหรับการบำบัดสีน้ำต้มเหียนแสดงปริมาณโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ ที่เหมาะสมอยู่ที่ 80 มิลลิลิตรต่อลิตร พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดสีในน้ำเสียจากน้ำล้างผ้าเท่ากับ 82.34% และ น้ำต้มเหียนเท่ากับ 81.52% ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณ % Color Removal เมื่อใช้โพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ ที่ปริมาณต่างกัน

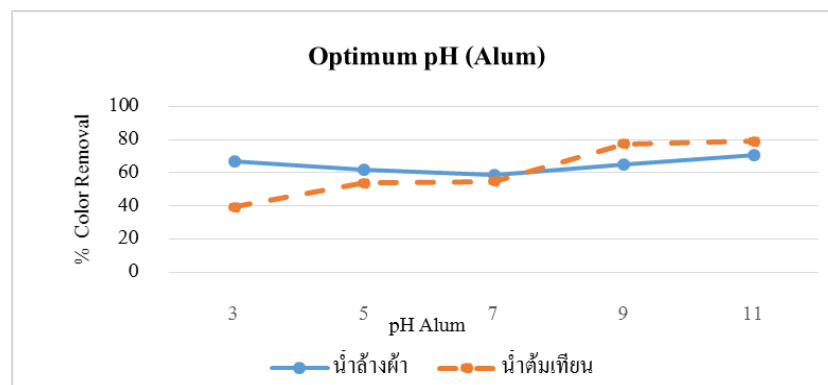
การศึกษาปริมาณของอะลูมิเนียมจากกระป๋องน้ำอัดลมที่ละลายในกรดไนตริก 20% V/V ที่ความเข้มข้น 5, 10, 15, 20, 25 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในการบำบัดสีในน้ำเสียจากระบวนการผลิตผ้าบาติก ผลการทดลองพบว่า การบำบัดสีน้ำล้างผ้า แสดงปริมาณ $Al(HNO_3)$ เหมาะสมอยู่ที่ 5 กรัมต่อลิตร และการบำบัดสีน้ำต้มเหียนแสดงปริมาณ $Al(HNO_3)$ เหมาะสมอยู่ที่ 10 กรัม/ลิตร โดยมีประสิทธิภาพการบำบัดสีในน้ำเสียจากน้ำล้างผ้าเท่ากับ 14.57% และ น้ำต้มเหียนเท่ากับ 64.50% ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงปริมาณ % Color Removal เมื่อใช้ Al(HNO₃) 20% V/V ที่ปริมาณต่างกัน

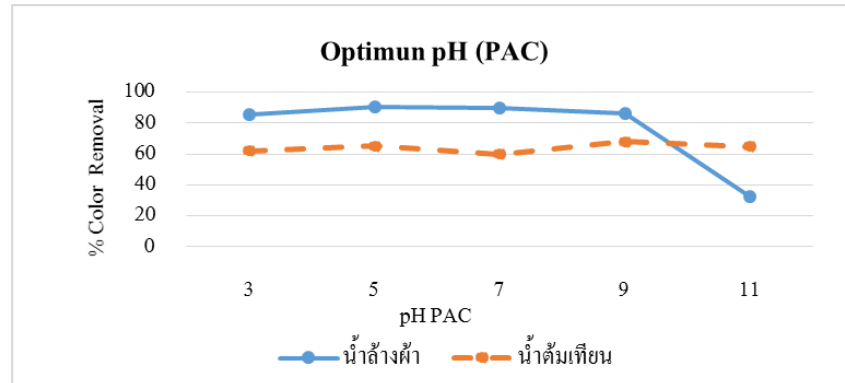
1. ปริมาณ pH ที่เหมาะสม (Optimum pH)

การศึกษาปริมาณ pH ที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตผ้าบาติกโดยกำหนดและปรับค่า pH เป็น 3, 5, 7, 9 และ 11 ตามลำดับ ผลการทดลอง pH ที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพการบำบัดสีของอะลูมิเนียมซัลเฟต พบว่าการบำบัดสีในน้ำเสียจากน้ำล้างผ้าและการบำบัดสีน้ำต้มเหียนแสดง pH เหมาะสมเท่ากับ 11 โดยมีประสิทธิภาพการบำบัดสีในน้ำเสียจากน้ำล้างผ้าเท่ากับ 70.53% และน้ำต้มเหียนเท่ากับ 79.05% ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ D. Faust and M. Aly (1998) อ้าง โดย กาญจนนา (2552) ซึ่งได้อธิบายว่าเมื่ออะลูมิเนียมอยู่ในสภาวะที่เป็นด่าง จะอยู่ในรูปของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ (Al(OH)₃) ซึ่งจะเกาะตัวเป็นสายยาวและอยู่ในรูปเจล จึงทำให้อนุภาคของคอลลอยด์จากตะกอนแยกออกจากน้ำได้ ดังแสดงในภาพที่ 4



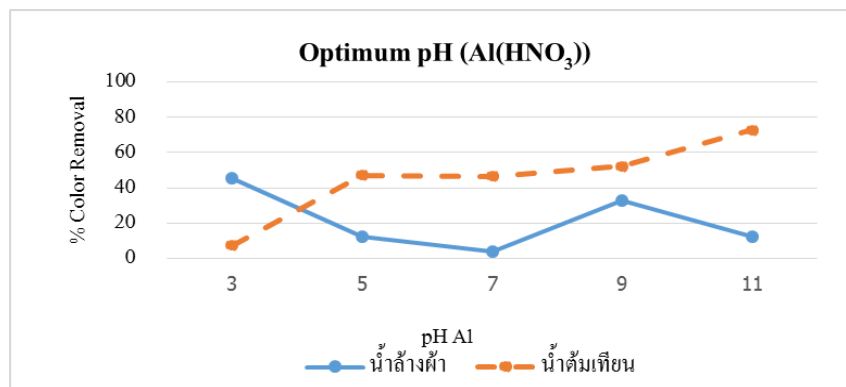
ภาพที่ 4 แสดงปริมาณ % Color Removal เมื่อใช้อะลูมิเนียมซัลเฟตที่พีเอชต่างกัน

ผลการทดลองสภาวะที่เหมาะสมของโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ พบว่า การบำบัดสีในน้ำล้างผ้าแสดง pH เหมาะสมเท่ากับ 5 และ การบำบัดสีในน้ำต้มเหียนแสดง pH เหมาะสมเท่ากับ 9 โดยมีประสิทธิภาพการบำบัดสีในน้ำเสียจากน้ำล้างผ้าเท่ากับ 90.55% และน้ำต้มเหียนเท่ากับ 67.88% ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัญชลี (2556) ที่ได้อธิบายว่าโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์จะอยู่ในรูปคอลลอยด์ของเกลืออะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ เมื่อละลายน้ำเกิดเป็นอะลูมิเนียมเชิงซ้อนมากมาย โดยค่า pH เป็นปัจจัยที่สำคัญของปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการตกตะกอน ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงปริมาณ % Color Removal เมื่อใช้โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ ที่พีเอชต่างกัน

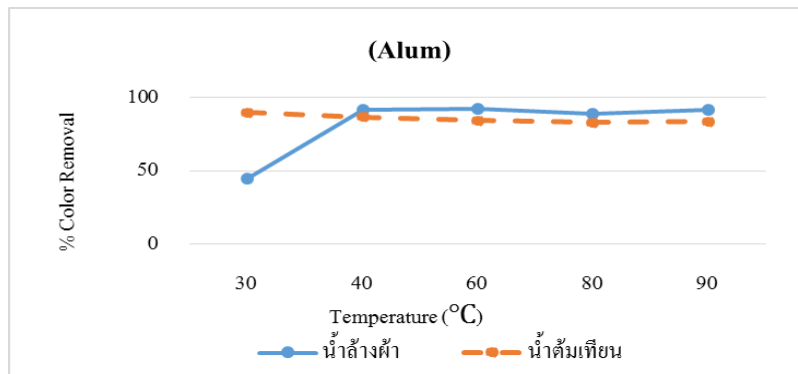
และผลการทดลองสภาวะที่เหมาะสมของ อะลูมิเนียมจากกระป๋องน้ำอัดลมที่ละลายในกรดไนตริก 20% V/V พบว่า การบำบัดสีน้ำล้างผ้าแสดง pH เหมาะสมเท่ากับ 3 และการบำบัดสีน้ำต้มเหียนแสดง pH เหมาะสมเท่ากับ 11 ซึ่ง น้ำล้างผ้าและน้ำต้มเหียน โดยมีประสิทธิภาพการบำบัดสีในน้ำเสียจากน้ำล้างผ้าเท่ากับ 45.74% และน้ำต้มเหียนเท่ากับ 72.68% ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงปริมาณ % Color Removal เมื่อใช้ Al(HNO₃) 20% V/V ที่พีเอชต่างกัน

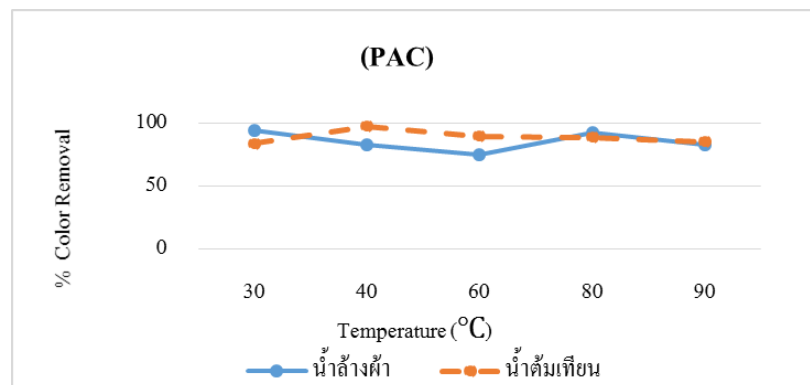
1. ปริมาณอุณหภูมิที่เหมาะสม (Optimum temperature)

การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบำบัดสีในน้ำเสียจากระบวนการผลิตผ้าผาดิก ของน้ำล้างผ้าและน้ำต้มเหียน โดยกำหนดอุณหภูมิที่ใช้ในการศึกษาที่ 30, 40, 60, 80 และ 90 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า อะลูมิเนียมซัลเฟต สำหรับการบำบัดสีในน้ำล้างผ้าแสดงอุณหภูมิที่เหมาะสมเท่ากับ 60 องศาเซลเซียส และการบำบัดสีในน้ำต้มเหียนแสดงอุณหภูมิที่เหมาะสมเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส โดยมีประสิทธิภาพการบำบัดสีในน้ำเสียจากน้ำล้างผ้าเท่ากับ 92.54% และน้ำต้มเหียนเท่ากับ 89.96% ดังแสดงในภาพที่ 7

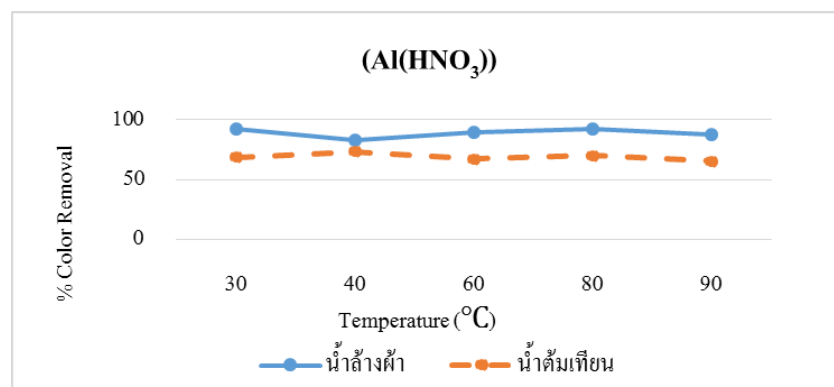


ภาพที่ 7 แสดงปริมาณ % Color Removal เมื่อใช้อะลูมิเนียมซัลเฟตที่อุณหภูมิต่างกัน

สำหรับโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ พบว่า การบำบัดสีในน้ำล้างผ้า อุณหภูมิที่เหมาะสมเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส และการบำบัดสีในน้ำดื่มเทียน อุณหภูมิที่เหมาะสมเท่ากับ 40 องศาเซลเซียส ดังแสดงในภาพที่ 8 โดยมีประสิทธิภาพการบำบัดสีในน้ำล้างผ้าเท่ากับ 93.91% และ น้ำดื่มเทียนเท่ากับ 97.36% สำหรับอะลูมิเนียมจากกระป๋องน้ำอัดลมที่ละลายในกรดไนตริก 20% V/V ผลการทดลองพบว่า การบำบัดสีในน้ำล้างผ้า อุณหภูมิที่เหมาะสมเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส และการบำบัดสีในน้ำดื่มเทียนอุณหภูมิที่เหมาะสมเท่ากับ 40 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพการบำบัดสีในน้ำล้างผ้าเท่ากับ 92.41% และน้ำดื่มเทียนเท่ากับ 73.22% ดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 8 แสดงปริมาณ % Color Removal เมื่อใช้โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ ที่อุณหภูมิต่างกัน



ภาพที่ 9 แสดงปริมาณ % Color Removal เมื่อใช้ Al(HNO₃) 20% V/V ที่อุณหภูมิต่างกัน

สรุปผลการวิจัย

การบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตผ้าบาติก พบว่า สารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนได้ดีที่สุดในการบำบัดสีในน้ำเสียจากขั้นตอนการทำความสะอาดผ้า (น้ำผ้าล้างผ้า) คือ อะลูมิเนียมซัลเฟต (Alum) ที่ปริมาณ 50 กรัม/ลิตร ที่สภาวะ pH เท่ากับ 11 และอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยมีประสิทธิภาพการบำบัดสีเท่ากับ 90.93% ส่วนสารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนได้ดีที่สุดในการบำบัดสีในน้ำเสียจากขั้นตอนต้มลอกเทียน (น้ำต้มเทียน) คือ โพธิ์อะลูมิเนียมคลอไรด์ ที่ปริมาณ 80 มิลลิลิตร/ลิตร ที่สภาวะ pH เท่ากับ 9 และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยมีประสิทธิภาพการบำบัดสีเท่ากับ 81.52% ผลจากการวิจัยชิ้นนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบำบัดสีจากกระบวนการผลิตผ้าบาติกได้ นอกจากนี้การตกตะกอนทางเคมีนี้ยังช่วยลดปริมาณสารอินทรีย์และสารแขวนลอยได้ในปริมาณหนึ่งด้วยซึ่งจะสามารถช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณร้านภูเกิดบาติกที่เอื้อเฟื้อให้น้ำเสียจากผ้าบาติกมาใช้ในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา ธนิกกุล. การปรับปรุงกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมีของโรงงานฟอกย้อมเส้นใยธรรมชาติ กรณีตัวอย่างโรงงานในจังหวัดราชบุรี [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม]. ศิลปาคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร; 2552.
- กฤษดา ทองนาถ. การกำจัดสารอินทรีย์ธรรมชาติซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการเกิดสารไดรฮาโลมีเทนในระบบประปาด้วยกระบวนการสร้างและรวมตะกอน กรณีตัวอย่างแม่น้ำคลองและแม่น้ำท่าจีน. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม]. ศิลปาคร: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศิลปากร; 2553.
- กระทรวงอุตสาหกรรม. กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 กรมโรงงานอุตสาหกรรม; 2539.
- ปิยวรรณ ประมวลรัตน์. การกำจัดสีจากน้ำโรงงานฟอกย้อมด้วยโพธิ์อะลูมิเนียมคลอไรด์ และไลโดซาน. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม]. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2553.
- สันทัต ศิริอนันต์ไพบูลย์. ระบบบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพฯ. ท็อป จำกัด; 2552.
- สายรุ่ง นพუნทด. การกำจัดสีอ้อมรีแอคทีฟจากน้ำเสียด้วยหินดินดาน. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม]. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2554.
- อัญชลี ตันคู่ย์. การบำบัดน้ำเสียจากการผลิตเคมีภัณฑ์ดูแลรถยนต์ด้วยกระบวนการสร้างและรวมตะกอนทางเคมีและกระบวนการออกซิเดชันทางเคมี. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม]. ศิลปาคร: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศิลปากร; 2556.
- D. Faust Samuel, M. Aly Osman. Chemistry of water treatment. Chelsea : ANN ARBOR PRESS; 1998.
- Hamid Reza Rashidia, Nik Meriam Nik Sulaimana, Nur Awanis Hashima, Che Rosmani Che Hassana, Sina Davazdah Emamia. Synthetic batik wastewater pretreatment progress by using physical Treatment. Advanced Materials Research. 627: 394-398; 2013.
- N. Nasir and Z. Daud. Performance of Aluminium Sulphate and Polyaluminium Chloride in biodiesel wastewater. J MECH ENG SCI. 7: 1189-119; 2014.