วารสารเกษตรนเรศวร
ISSN : 0859-3027
ISSN (Online) : 2730-356X

บทความวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากกระบวนการย้อมผ้าคราม: กรณีศึกษาวิสาหกิจชุมชนย้อมผ้าคราม จังหวัดสกลนคร

พัชราวลัย ศรียะศักดิ์[1] วาสนา แผลติตะ[2] เอกวิทย์ หายักวงษ์[3] และสุพันธ์ณี สุวรรณภักดี[1*]

[1]สาขาวิชาประมง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
[2]สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
[3]สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
[*]Corresponding author's e-mail: supannee.sw@rmuti.ac.th
(Received: January 21, 2025; Revised: May 30, 2025; Accepted: June 1, 2025)

บทคัดย่อ

ผ้าครามธรรมชาติเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้โครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ของจังหวัดสกลนครที่มีชื่อเสียงและได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก การผลิตผ้าย้อมครามจะนำเส้นด้ายไปย้อมกับเนื้อครามและนำมาล้างทำความสะอาดให้สีส่วนเกินหลุดออก ก่อให้เกิดน้ำเสียในกระบวนการย้อมและล้างผ้าย้อมคราม งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากกระบวนการย้อมผ้าครามเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากสถานประกอบการขนาดเล็กที่ผลิตสินค้าหรือให้บริการบางประเภท พ.ศ. 2564 โดยเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีการย้อมผ้าครามในพื้นที่จังหวัดสกลนคร ใน 8 อำเภอ จำนวน 40 ตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) มีค่าเฉลี่ย 2.51±1.68 mg/l ค่าพีเอช 8.84±1.15 การนำไฟฟ้า (EC) 1,019.63±1088.81 µS/cm สี 1,732.29±2338.41 PCU ค่าบีโอดี 2.04±1.58 mg/l ค่าซีโอดี 397.20±633.42 mg/l ปริมาณของแข็งรวมทั้งหมด (TS) 1,442.33±1831.84 mg/l ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) 535.15±941.82 mg/l ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) 931.05±1,171.85 mg/l ตะกอนหนัก (Settable solids) 3.98±8.03 mg/l ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TN) 5.10±8.62 mg/l ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) 0.30±0.22 mg/l และปริมาณสารอินทรีย์ 238.03±337.92 mg/l เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งของประเทศไทยพบว่าค่าสี ค่าซีโอดี ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) และค่าตะกอนหนัก มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

คำสำคัญ: ผ้าคราม; การย้อมสี; น้ำทิ้ง; น้ำเสีย; มาตรฐานน้ำทิ้ง

NARESUAN AGRICULTURE JOURNAL
ISSN : 0859-3027
ISSN (Online) : 2730-356X

Research Article

The study of effluent quality from indigo dyeing process: A case study of the indigo dyeing community enterprise, Sakon Nakhon province

Patcharawalai Sriyasak[1], Wasana Phlaetita[2], Ekkawid Hayakwong[3] and Supannee Suwanpakdee[1*]

[1]Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus, Sakon Nakhon 47160, Thailand

[2]Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus, Sakon Nakhon 47160, Thailand

[3]Department of Electrical Engineering, Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus, Sakon Nakhon 47160, Thailand

[*]Corresponding author's e-mail: supannee.sw@rmuti.ac.th

(Received: January 21, 2025; Revised: May 30, 2025; Accepted: June 1, 2025)

Abstract

The natural indigo-dyed fabric is a renowned and highly popular product under the One Tambon One Product (OTOP) initiative of Sakon Nakhon Province. In the production of indigo-dyed fabric, yarns are dyed with indigo pigment and then washed to remove excess dye. This washing stage results in the generation of wastewater in the indigo dyeing process. This research was a survey study aimed at investigating the wastewater quality from the indigo dyeing process compared with the announcement of the Ministry of Natural Resources and Environment on the determination of standards for controlling wastewater discharge from small businesses that produce certain types of goods or services, 2021. Wastewater samples were collected from community enterprises engaged in indigo dyeing in Sakon Nakhon Province, covering 8 districts, with a total of 40 samples. The study found that the average dissolved oxygen (DO) concentration was 2.51±1.68 mg/l, pH 8.84±1.15, electrical conductivity (EC) 1019.63±1088.81 µS/cm, and color 1732.29±2338.41 PCU. The biochemical oxygen demand (BOD) was 2.04±1.58 mg/l, chemical oxygen demand (COD) 397.20±633.42 mg/l, total solids (TS) 1442.33±1831.84 mg/l, total suspended solids (TSS) 535.15±941.82 mg/l, and total dissolved solids (TDS) 931.05±1171.85 mg/l. The settable solids were 3.98±8.03 mg/l, total nitrogen (TN) 5.10±8.62 mg/l, total phosphorus (TP) 0.30±0.22 mg/l, and organic matter content

was 238.03±337.92 mg/l. The color value, COD, TSS, and settable solids values exceeded the permissible limits when compared to Thailand's wastewater discharge standard.

Keywords: Indigo dyes; Dyeing process; Effluent; Wastewater; Standard for wastewater

บทนำ

ผ้าครามธรรมชาติสกลนครเป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ของจังหวัดสกลนคร ทำให้มีแนวโน้มการประกอบอาชีพทอผ้าย้อมครามเพิ่มมากขึ้นในหมู่บ้านหลายแห่งทุกอำเภอในจังหวัดสกลนคร กลุ่มผ้าย้อมครามปัจจุบันมีการขยายตัวจากวิสาหกิจระดับครอบครัวเป็นวิสาหกิจระดับชุมชนและเครือข่ายมากขึ้น (ภาวิณี และคณะ, 2561) ในพื้นที่จังหวัดสกลนครมีผู้ประกอบการย้อมผ้าครามจำนวน 143 กลุ่ม มีลักษณะเป็นวิสาหกิจชุมชน และวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) อย่างไรก็ตามการย้อมผ้าครามเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดน้ำทิ้งในปริมาณมาก เนื่องจากต้องอาศัยน้ำเป็นตัวกลางในกระบวนการผลิตเกือบทุกขั้นตอน ซึ่งการย้อมผ้าฝ้าย 1 กิโลกรัมต้องใช้น้ำสะอาดในกระบวนการประมาณ 100 ลิตร สีย้อมครามธรรมชาติเป็นการนำส่วนของต้นครามมาหมักแช่ในน้ำให้เน่าเปื่อย แล้วแยกเอาส่วนของเนื้อสีออกมา โดยการตกตะกอนด้วยปูนขาวหรือปูนแดงและกวนให้สัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ ปล่อยให้ตะกอนแล้วจึงแยกส่วนที่เป็นน้ำออก จะได้เนื้อครามเป็นตะกอนข้นเหนียวเหมือนโคลน เก็บไว้ใช้ได้เป็นปี (กันต์กนิษฐ์ และคณะ, 2562) การย้อมสีครามเป็นการย้อมเย็นไม่ต้องใช้ความร้อนในการย้อมเหมือนผ้าชนิดอื่น โดยการใช้เส้นด้าย ผ้าฝ้ายหรือผ้าเรยอนที่ผ่านการทำความสะอาด นำไปย้อมกับเนื้อครามในสภาวะที่เป็นด่าง โดยนำเส้นด้ายหรือผ้าใส่ลงในเนื้อครามและขยำประมาณ 15-20 นาที จากนั้นบิดและนำไปล้างน้ำหลาย ๆ ครั้งจนสีส่วนเกินหลุดออกไป ในขั้นตอนนี้จะทำให้เส้นด้ายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน หากต้องการสีย้อมเฉดเข้มจะต้องย้อมซ้ำหลายครั้ง (รัตนพล และคณะ, 2560) กระบวนการย้อมสีผ้าจะมีสีย้อมเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ซึมเข้าสู่เนื้อผ้า ในขณะที่สีอีกส่วนหนึ่งที่ไม่เกาะเนื้อผ้าเมื่อซักล้างเสร็จก็ถูกปล่อยออกมาเป็นน้ำทิ้งซึ่งมีลักษณะเป็นสีที่กำจัดได้ยาก แม้ว่าสีย้อมครามจากน้ำทิ้งจะมีความเป็นพิษต่ำ แต่ก็ส่งผลกระทบทำให้แหล่งรองรับน้ำมีสภาพไม่น่าดู มีสีเป็นที่น่ารังเกียจของผู้พบเห็นได้ นอกจากนี้น้ำทิ้งจากการย้อมผ้าครามยังมีปริมาณตะกอนหนักและตะกอนแขวนลอยปริมาณมากในน้ำ (Suwanpakdee et al., 2024) ซึ่งสีและตะกอนดังกล่าวสามารถบดบังการแพร่กระจายของแสงลงสู่แหล่งน้ำได้ หากมีการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำจำนวนมากอาจทำให้สมดุลของระบบนิเวศในน้ำเปลี่ยนแปลงไป การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งจากกระบวนการย้อมผ้าคราม เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดการน้ำทิ้งที่เหมาะสม และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

วิธีการวิจัย

สถานที่และกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างน้ำจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีการผลิตผ้าย้อมครามในพื้นที่จังหวัดสกลนคร ใน 8 อำเภอ (อำเภอสว่างแดนดิน วานรนิวาส พรรณานิคม เมืองสกลนคร กุดบาก อากาศอำนวย เต่างอย และส่องดาว) จำนวน 40 กลุ่ม (Figure 1) จากประชากรจำนวน 143 กลุ่ม โดยวิธีเฉพาะเจาะจง เพื่อให้ครอบคลุมทุกขนาดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยแบ่งวิสาหกิจชุมชนตามจำนวนหม้อย้อมดังนี้ วิสาหกิจชุมชนขนาดเล็ก (หม้อย้อม 1-5 หม้อ) จำนวน 6 กลุ่ม วิสาหกิจชุมชนขนาดกลาง (หม้อย้อม 6-24 หม้อ) จำนวน 30 กลุ่ม วิสาหกิจชุมชนขนาดใหญ่ (หม้อย้อม 25-49 หม้อ) จำนวน 2 กลุ่ม และวิสาหกิจชุมชนขนาด

ใหญ่มาก (หม้อย้อมมากกว่า 50 หม้อ) จำนวน 2 กลุ่ม วิสาหกิจชุมชนขนาดเล็กและกลางเป็นแหล่งที่มีการปฏิบัติงานด้านการย้อมเพียงคนเดียว ในขณะที่วิสาหกิจชุมชนขนาดใหญ่และใหญ่มากเป็นโรงย้อมที่มีลักษณะเป็นงานมัดย้อมและย้อมเส้นรายใหญ่ของจังหวัดสกลนคร ทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในกระบวนการย้อมผ้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยศึกษาข้อมูลสภาพแวดล้อมในกระบวนการย้อมผ้าของวิสาหกิจชุมชนประกอบด้วยความถี่ของการย้อมผ้า การจัดการน้ำทิ้งจากกระบวนการย้อมผ้า ระยะห่างจากแหล่งน้ำสาธารณะของโรงย้อมผ้าคราม และประเภทน้ำที่ใช้ในการย้อมคราม

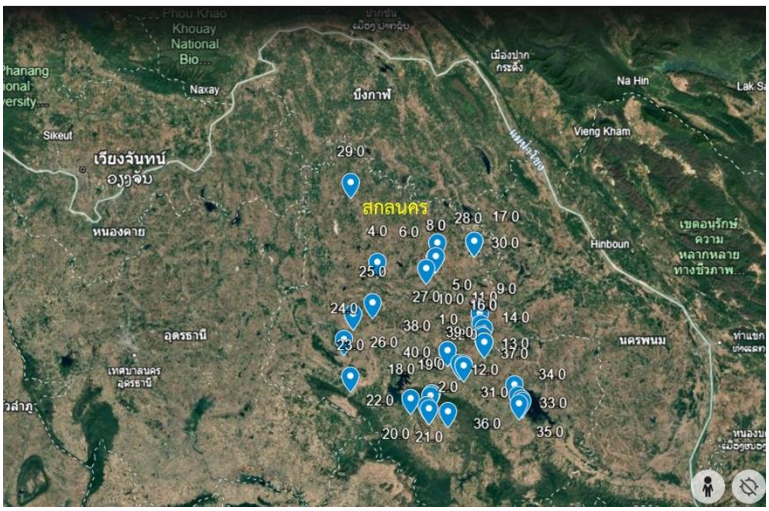


Figure 1. Map of sample point

การเก็บตัวอย่างและตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง

ดำเนินการเก็บตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยรวบรวมตัวอย่างน้ำทิ้งจากขั้นตอนการย้อมและขั้นตอนการล้างของกระบวนการย้อมผ้าคราม และน้ำที่ใช้ก่อนนำมาล้างผ้าย้อมครามจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนย้อมผ้าคราม จังหวัดสกลนคร จำนวน 40 ตัวอย่าง และวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ คุณภาพน้ำที่ตรวจวัดภาคสนาม ได้แก่ ค่า pH ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved oxygen: DO) และการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity: EC) ด้วย multi probe meter (YSI 556MPS, USA) จากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากกระบวนการย้อมผ้าครามโดยใช้ขวดเก็บตัวอย่างพลาสติกชนิดพอลิโพรพีลีน (polypropylene: PP) จำนวน 5 ลิตร/ตัวอย่าง และทำการเก็บรักษาสภาพน้ำตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 °C ในกล่องรักษาความเย็นก่อนนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ดังนี้ (Table 1)

Table 1. Parameters and methods for water quality analysis

Parameter	Method	Standard
pH	multi probe meter (YSI 556MPS, USA)	[1]Wastewater quality standards discharge from small businesses
Total suspended solid (TSS) (mg/l)	Filter through glass fiber filter paper and dry at 105 °C (APHA, 1980)	[1]Wastewater quality standards discharge from small businesses
Biochemical Oxygen Demand (BOD (mg/l)	Azide modification (APHA, 1980)	[1]Wastewater quality standards discharge from small businesses
Chemical Oxygen Demand (COD) (mg/l)	Close reflux with potassium dichromate (APHA, 1980)	[1]Wastewater quality standards discharge from small businesses
Total dissolved solid (TDS) (mg/l)	Filter through glass fiber filter paper and evaporate at 180 °C (APHA, 1980)	[2]Wastewater quality standards set for factories and industrial estates
DO (mg/l)	multi probe meter (YSI 556MPS, USA)	[3]Wastewater quality standards discharged to irrigation canals
EC (µS/cm)	multi probe meter (YSI 556MPS, USA)	[3]Wastewater quality standards discharged to irrigation canals
Apparent color (Platinum-cobalt unit: PCU)	Colorimeter (Hanna-HI 727, Romania)	[3]Wastewater quality standards discharged to irrigation canals [6]Wastewater quality standards discharged to groundwater
Settable Solids (mg/l)	Imhoff cone	[4]Wastewater quality standards set for some building types and sizes
Total Nitrogen (TN) (mg/l)	Persulfate oxidation (Grasshoft et al., 1983)	[5]Wastewater quality standards discharge from local community wastewater treatment system
Total Phosphorus (TP) (mg/l)	Persulfate oxidation (Grasshoft et al., 1983)	[5]Wastewater quality standards discharge from local community wastewater treatment system
Total solids (mg/l)	Evaporate at 105 °C (APHA, 1980)	[6]Wastewater quality standards discharged to groundwater
Salinity	Refractometer	-
Organic matter (mg/l)	Applied from Walkley-Black Method (Boyd, 1995)	-

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นสภาพแวดล้อมในกระบวนการย้อมผ้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนโดยสถิติพรรณนา (Descriptive statistic) ด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) และวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทิ้งด้วย One sample t-test โดยเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งจากการย้อมผ้าครามกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากสถานประกอบการขนาดเล็กที่ผลิตสินค้าหรือให้บริการบางประเภท พ.ศ. 2564 (กรมควบคุมมลพิษ, 2564) เป็นหลัก เนื่องจากการย้อม ฟอก กัดสีผ้า และสิ่งทออื่น ๆ จัดเป็นสถานประกอบการขนาดเล็กที่ผลิตสินค้าหรือให้บริการกลุ่มที่ 1 ตามประกาศของกระทรวง ส่วนค่าคุณภาพน้ำอื่น ๆ ที่ไม่ได้กำหนดในประกาศดังกล่าว เพื่อให้เห็นความชัดเจนจึงจะเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมนิคมอุตสาหกรรมและเขตประกอบการอุตสาหกรรม พ.ศ. 2559 (กรมควบคุมมลพิษ, 2559) คำสั่งกรมชลประทานเรื่องการป้องกันและแก้ไขการระบายน้ำที่มีคุณภาพต่ำทางน้ำชลประทานและทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทานในเขตพื้นที่โครงการชลประทาน พ.ศ. 2561 (กรมชลประทาน, 2561) ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด พ.ศ. 2547 (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน พ.ศ. 2553 (กรมควบคุมมลพิษ, 2553) และประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 5 พ.ศ. 2521 ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เรื่องกำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, ม.ป.ป.)

ผลและวิจารณ์

ข้อมูลสภาพแวดล้อมในกระบวนการย้อมผ้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ข้อมูลเบื้องต้นสภาพแวดล้อมในกระบวนการย้อมผ้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน พบว่ากลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีความถี่ในการย้อมผ้าคราม 3-5 วัน/สัปดาห์ น้ำที่นำมาใช้ในกระบวนการย้อมผ้าครามส่วนใหญ่ใช้น้ำบาดาล (75%) และน้ำประปา (25%) ในกระบวนการย้อมผ้าครามใช้ปริมาตรน้ำ 150-200 ลิตร/ครั้ง การจัดการน้ำทิ้งจากกระบวนการย้อมผ้าพบว่าส่วนใหญ่ทิ้งน้ำบริเวณจุดซักล้าง (92.5%) ทิ้งลงธนาคารน้ำใต้ดิน (2.5%) และทิ้งลงสู่คลองระบายน้ำทิ้ง (5%) ตามลำดับ และพบว่ากลุ่มวิสาหกิจชุมชนส่วนใหญ่อยู่ไกลจากแหล่งน้ำสาธารณะ (70%) และอยู่ใกล้แหล่งน้ำสาธารณะ (30%) ข้อมูลสภาพแวดล้อมในกระบวนการย้อมผ้าที่แบ่งตามขนาดกลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้แสดงใน Table 2

Table 2. Information on community enterprise groups

Information	Size of community enterprise				Mean
	Small (n=6)	Medium (n=6)	Large (n=2)	Extra-large (n=2)	
frequency of indigo dyeing	2-3 time/week	3-4 time/week	3-4 time/week	5-6 time/week	3-5 time/week
Types of water used for dyeing fabrics	Groundwater (100%)	-Groundwater (73.4%) - Tap water (26.6%)	Groundwater (100%)	- Tap water (100%)	- Groundwater (75%) - Tap water (25%)
Water volume used in fabric dyeing	136 l/time	154 l/time	210 l/time	375 l/time	220 l/time
Wastewater management from the fabric dyeing process	- Drain to washing point (100%)	- Drain to washing point (95%) - Drain to drainage canal (2.5%) - Drain to groundwater bank (2.5%)	- Drain to washing point (100%)	- Drain to drainage canal (50%) - Drain to washing point (50%)	- Drain to washing point (92.5%) - Drain to drainage canal (5%) - Drain to groundwater bank (2.5%)

คุณภาพน้ำทิ้งในกระบวนการย้อมผ้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนนำไปใช้ในกระบวนการย้อมผ้าครามของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 ตัวอย่าง พบว่าคุณภาพน้ำก่อนนำมาใช้ในกระบวนการย้อมผ้าครามมีค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ 3.39±0.75 mg/l ค่าพีเอช 6.80±0.91 ความเค็ม 0.10±0.38 ppt และค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 400.95±241.84 µS/cm

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากขั้นตอนการย้อมและการล้างของกระบวนการย้อมผ้าคราม เปรียบเทียบเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากสถานประกอบการขนาดเล็กที่ผลิตสินค้าหรือให้บริการบางประเภท พ.ศ. 2564 พบว่าค่าพีเอชมีค่าเฉลี่ยไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (T=0.906, df=39, P=.371) ค่าบีโอดี มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (T=-232.65, df=39,

P=.000) ส่วนค่าซีโอดี มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (*T*=2.768, *df*=39, *P*=.009) และปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (*T*=3.258, *df*=39, *P*=.002) (Table 3)

คุณภาพน้ำทิ้งจากกระบวนการย้อมผ้าครามเทียบกับประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรมและเขตประกอบการอุตสาหกรรม พ.ศ. 2559 พบว่าปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) มีค่าเฉลี่ยไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้ง และเมื่อเทียบกับคำสั่งกรมชลประทานเรื่องการป้องกันและแก้ไขการระบายน้ำที่มีคุณภาพต่ำทางน้ำชลประทานและทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทานในเขตพื้นที่โครงการชลประทาน พ.ศ. 2561 พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (*T*=1.996, *df*=39, *P*=.053) และค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (*T*=-5.695, *df*=39, *P*=.000) (Table 3)

คุณภาพน้ำทิ้งจากกระบวนการย้อมผ้าครามเทียบกับประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด พ.ศ. 2547 พบว่าตะกอนหนักมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (*T*=2.739, *df*=39, *P*=.009) (Table 3)

คุณภาพน้ำทิ้งจากกระบวนการย้อมผ้าครามเทียบกับประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน พ.ศ. 2553 พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (*T*=-10.748, *df*=39, *P*=.000 และ *T*=-52.162, *df*=39, *P*=.000) และเมื่อเทียบกับประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2521) ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เรื่องกำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล พบว่าปริมาณของแข็งรวมทั้งหมด (TS) มีค่าเฉลี่ยไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (*T*=1.806, *df*=39, *P*=.079) ส่วนค่าสีมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (*T*=4.526, *df*=39, *P*=.000) (Table 3)

การที่ค่าซีโอดี ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) สี และตะกอนหนักมีค่าเฉลี่ยสูงเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง เนื่องจากในการย้อมผ้าครามนั้นเป็นการย้อมโดยใช้เนื้อครามจากธรรมชาติ ในกระบวนการทำเนื้อครามจะมีการใช้ปูนขาว และในกระบวนการก่อหม้อครามเตรียมน้ำย้อมจะใช้น้ำขี้เถ้าและมะขามเปียก (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2555) ดังนั้นจึงทำให้มีสี ตะกอนคราม และสารอินทรีย์ส่วนเกินหลุดออกมาจากกระบวนการย้อมและล้างผ้าคราม การศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Suwanpakdee et al. (2024) ที่รวบรวมตัวอย่างน้ำล้างผ้าย้อมครามจากแหล่งผลิตครามขนาดกลางในพื้นที่จังหวัดสกลนคร นครพนม และมุกดาหาร พบว่าค่าคุณภาพน้ำของน้ำล้างผ้าย้อมครามที่มีค่าเกินมาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด โดยมีค่าเฉลี่ยสี 1,040.86±744.83 PCU ค่าซีโอดี 711.59±695.07 mg/l

Table 3. Wastewater quality from the indigo dyeing process (Mean±S.D.) compared with the standard of wastewater (n=40)

Parameter	Wastewater quality from the indigo dyeing process	Wastewater standard	Types of wastewater standard
pH	8.84±1.15	5.5-9.0	[1]Wastewater quality standards discharge from small businesses
Total suspended solid (TSS: mg/l)	535.15±941.82	≤ 50 mg/l	[1]Wastewater quality standards discharge from small businesses
COD (mg/l)	397.20±633.42	≤ 120 mg/l	[1]Wastewater quality standards discharge from small businesses
BOD (mg/l)	2.04±1.58	≤ 60 mg/l	[1]Wastewater quality standards discharge from small businesses
Total dissolved solid (TDS: mg/l)	931.05±1,171.85	≤ 3,000 mg/l	[2]Wastewater quality standards set for factories and industrial estates
Dissolved oxygen (DO: mg/l)	2.53±1.68	> 2.0 mg/l	[3]Wastewater quality standards discharged to irrigation canals
Electrical conductivity (EC: µS/cm)	1,019.63±1,088.81	< 2,000 µS/cm	[3]Wastewater quality standards discharged to irrigation canals
Color (PCU)	1,732.29±2,338.41	[3] Not objectionable [6]< 50 PCU	[3]Wastewater quality standards discharged to irrigation canals [6]Wastewater quality standards discharged to groundwater
Settable Solids (mg/l)	3.98±8.03	≤ 0.5 mg/l	[4]Wastewater quality standards set for some building types and sizes
Total Nitrogen (TN: mg/l)	5.10±8.62	≤ 20 mg/l	[5]Wastewater quality standards discharge from local community wastewater treatment system

Table 3. (continue)

Parameter	Wastewater quality from the indigo dyeing process	Wastewater standard	Types of wastewater standard
Total Phosphorus (TP: mg/l)	0.3029±0.22	≤ 2 mg/l	[5]Wastewater quality standards discharge from local community wastewater treatment system
Total solids (TS: mg/l)	1,442.33±1,831.84	≤ 2,000 mg/l	[6]Wastewater quality standards discharged to groundwater
Salinity (ppt)	0.61±1.32	-	-
Organic matter (mg/l)	238.03±337.92	-	-

[1]Announcement of the Ministry of Natural Resources and Environment on the determination of standards for controlling wastewater discharge from small businesses that produce certain types of goods or services, 2021

[2]Announcement of the Ministry of Natural Resources and Environment on the determination of standards for controlling wastewater discharge from industrial factories, industrial estates and industrial zones, 2016

[3]Order of Royal Irrigation Department on prevention and correction of low-quality water drainage from irrigation canals and waterways connected to irrigation canals in the irrigation project area, 2018

[4]Announcement of the Ministry of Natural Resources and Environment on the determination of standards for controlling wastewater discharge from some building types and sizes, 2004

[5]Announcement of the Ministry of Natural Resources and Environment on the determination of standards for controlling the discharge of wastewater from local community wastewater treatment system, 2010

[6]Announcement of Ministry of Industry No. 5 (1978) issued under the groundwater act on the determination of academic criteria and measures for the discharge of water into groundwater

ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) 1,495.87±1,583.17 mg/l และ ตะกอนหนัก 20.52±25.85 mg/l และสอดคล้องกับการศึกษาของอมรพล และคณะ (2558) ที่สำรวจน้ำทิ้งจากกระบวนการย้อมผ้าไหมด้วยสีเคมี พบว่าค่าซีโอดี ของแข็งแขวนลอย (suspended solids) และของแข็งที่ละลายทั้งหมด (TDS) มีค่าเกินมาตรฐานกำหนด และมีค่าความเข้มสีเกินค่าแนะนำ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่พบว่าสารแขวนลอยหรือตะกอนที่มีในปริมาณสูงในน้ำล้างผ้าย้อมครามเป็นสาเหตุทำให้ปลาตายได้ เนื่องจากตะกอนจะไปอุดตันที่เหงือกมีผลต่อการขนส่งออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายส่งผลต่อการตายของปลา โดยน้ำล้างผ้าย้อมครามที่ความเข้มข้น 0.137 µg/ml มีความเป็นพิษที่ทำให้ลูกปลาตะเพียนขาวตาย 50% ที่เวลา 96 ชั่วโมง (Senasri et al., 2022)

ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งพบว่าค่าพีเอชเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด มีผู้ประกอบการจำนวน 13 กลุ่ม (32.5%) ที่มีค่าพีเอชสูงเกินกว่ามาตรฐานน้ำทิ้ง (Figure 2A) ค่าพีเอชที่สูงเกินค่ามาตรฐานเนื่องจากปูนขาวในเนื้อครามและน้ำขี้เถ้าต่างก็เป็นด่าง (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2555) เมื่อทำการย้อมผ้าครามจึงทำให้ค่าพีเอชของน้ำหลังย้อมครามมีค่าสูงขึ้น ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) ของตัวอย่างน้ำทิ้งเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานพบว่ามีค่าเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง โดยมีตัวอย่างจำนวน 36 กลุ่ม (90%) ที่มีค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดสูงเกินกว่ามาตรฐานน้ำทิ้ง (Figure 2B) ค่าซีโอดีของตัวอย่างน้ำทิ้งเมื่อเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่ต้องมีค่าซีโอดีไม่เกิน 120 mg/l พบว่ามีค่าเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง โดยมีตัวอย่างจำนวน 28 กลุ่ม (70%) ที่มีค่าซีโอดีสูงเกินกว่ามาตรฐานน้ำทิ้ง (Figure 2C) ค่าบีโอดีของตัวอย่างน้ำทิ้งเมื่อเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งพบว่าทุกตัวอย่างมีค่าไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้ง (Figure 2D) ในกลุ่มที่ค่าซีโอดีและปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดสูงเกินกว่ามาตรฐาน เนื่องจากในวันที่เก็บตัวอย่างน้ำผู้ประกอบการได้ย้อมผ้าครามเฉดสีเข้มซึ่งจะมีการย้อมซ้ำหลายครั้ง จึงทำให้มีตะกอนคราม สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ส่วนเกินหลุดออกมาจากกระบวนการย้อมและล้างผ้าคราม

ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ของตัวอย่างน้ำทิ้งเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง พบว่ามีค่าไม่เกินมาตรฐาน โดยมีตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่ม (7.5%) ที่มีปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดสูงเกินกว่ามาตรฐาน (Figure 3A) เนื่องจากในกระบวนการทำเนื้อครามของผู้ประกอบการในกลุ่มที่ 2 3 และ 13 ไม่ได้ใส่มะขามเปียกในการผลิต จะใส่เฉพาะน้ำครามและน้ำด่างจากขี้เถ้าเท่านั้น และมีการย้อมผ้าครามเฉดสีเข้ม จึงทำให้มีไอออนในน้ำล้างผ้าย้อมครามในปริมาณสูง ซึ่งค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดจะสอดคล้องกับค่าการนำไฟฟ้าที่มีค่าสูงเช่นกัน ค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด แต่มีผู้ประกอบการจำนวน 14 กลุ่ม (35%) ที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำกว่ามาตรฐานกำหนด (Figure 3B) ทั้งนี้เนื่องจากน้ำที่นำมาใช้ล้างผ้าย้อมครามส่วนใหญ่เป็นน้ำบาดาลซึ่งมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำค่อนข้างต่ำ เมื่อนำมาซักล้างผ้าย้อมครามที่มีครามที่ผ่านการหมักจึงทำให้ออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลง ค่าการนำไฟฟ้า (EC) เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด แต่มีผู้ประกอบการจำนวน 4 กลุ่ม (10%) ที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงเกินกว่า

(A) pH

B) Total suspended solid (TSS)

(C) COD

(D) BOD

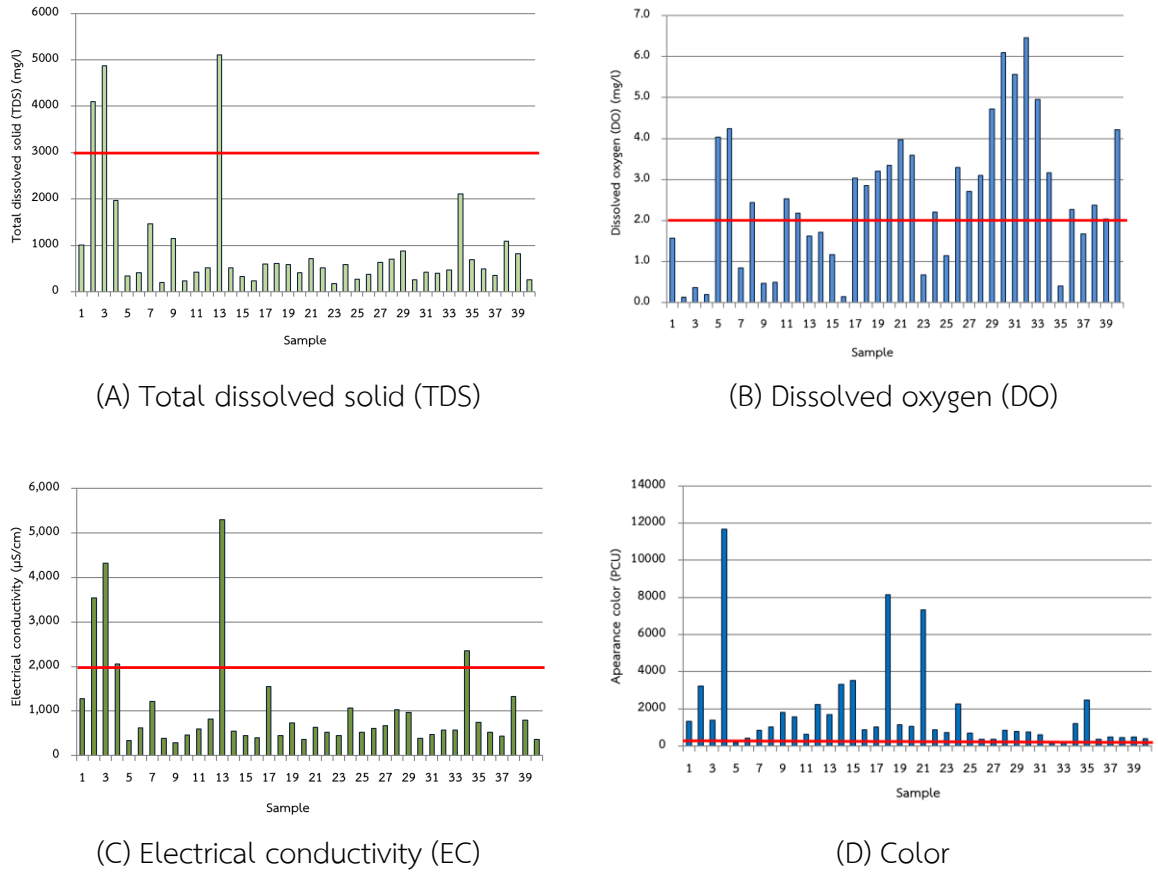
Figure 2. Wastewater quality from indigo dyeing process compared with wastewater standard criteria (A) pH (B) Total suspended solid (C) COD (D) BOD

[Sample no. 1-6 represent small-scale enterprises, no. 7-36 represent medium-scale, no. 37-38 represent large-scale, and no. 39-40 represent extra-large scale]

มาตรฐานน้ำทิ้ง (Figure 3C) จากการเก็บข้อมูลพบว่าผู้ประกอบการในกลุ่มที่ 2, 3 และ 13 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงเกินกว่ามาตรฐาน เนื่องจากในวันที่เก็บตัวอย่างผู้ประกอบการได้ย้อมผ้าครามเฉดสีเข้มซึ่งจะมีการย้อมซ้ำหลายครั้ง และในกระบวนการทำเนื้อครามของผู้ประกอบการกลุ่มดังกล่าวไม่ได้ใส่มะขามเปียกในการผลิต จะใส่เฉพาะน้ำครามและน้ำด่างจากขี้เถ้าเท่านั้น อาจทำให้ไม่มีความสมดุลของไอออน จึงมีไอออนในน้ำทิ้งในปริมาณสูง ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำทิ้งที่มีค่าสูงจะสอดคล้องกับค่าความเค็ม และปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ที่มีค่าสูงเช่นกัน

ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งพบว่าค่าเฉลี่ยของสีน้ำทิ้งจากกระบวนการย้อมครามเมื่อเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งลงบ่อน้ำบาดาลที่กำหนดค่าสีไม่เกิน 50 PCU พบว่าผู้ประกอบการทุกกลุ่มมีค่าสีสูงเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง (Figure 3D) สีในน้ำล้างผ้าย้อมครามเกิดจากเนื้อครามส่วนเกินที่หลุดออกมาจากกระบวนการย้อม สีน้ำล้างจะเข้มหรืออ่อนขึ้นกับเฉดสีที่ต้องการย้อม ในกลุ่มที่ค่าสีสูงเกินกว่ามาตรฐานเนื่องจากในวันที่เก็บ

ตัวอย่างน้ำผู้ประกอบการได้ย้อมผ้าครามเฉดสีเข้ม ซึ่งจะมีการย้อมซ้ำหลายครั้ง นอกจากนี้ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในทางน้ำชลประทานได้กำหนดไว้ว่าสีไม่เป็นที่พึงรังเกียจ แม้ว่าสีจากครามเป็นสีจากธรรมชาติไม่ได้เป็นสีสังเคราะห์ แต่สีน้ำทิ้งจากกระบวนการย้อมผ้าครามนั้นมีสีน้ำเงินอ่อนจนถึงน้ำเงินเข้ม สีที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมสามารถเห็นได้ง่ายแม้จะมีความเข้มข้นต่ำ ทำให้เกิดสภาพที่ไม่น่าดู และหากมีการระบายทิ้งลงสู่แหล่งน้ำในจำนวนมากอาจส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมได้



(A) Total dissolved solid (TDS)

(B) Dissolved oxygen (DO)

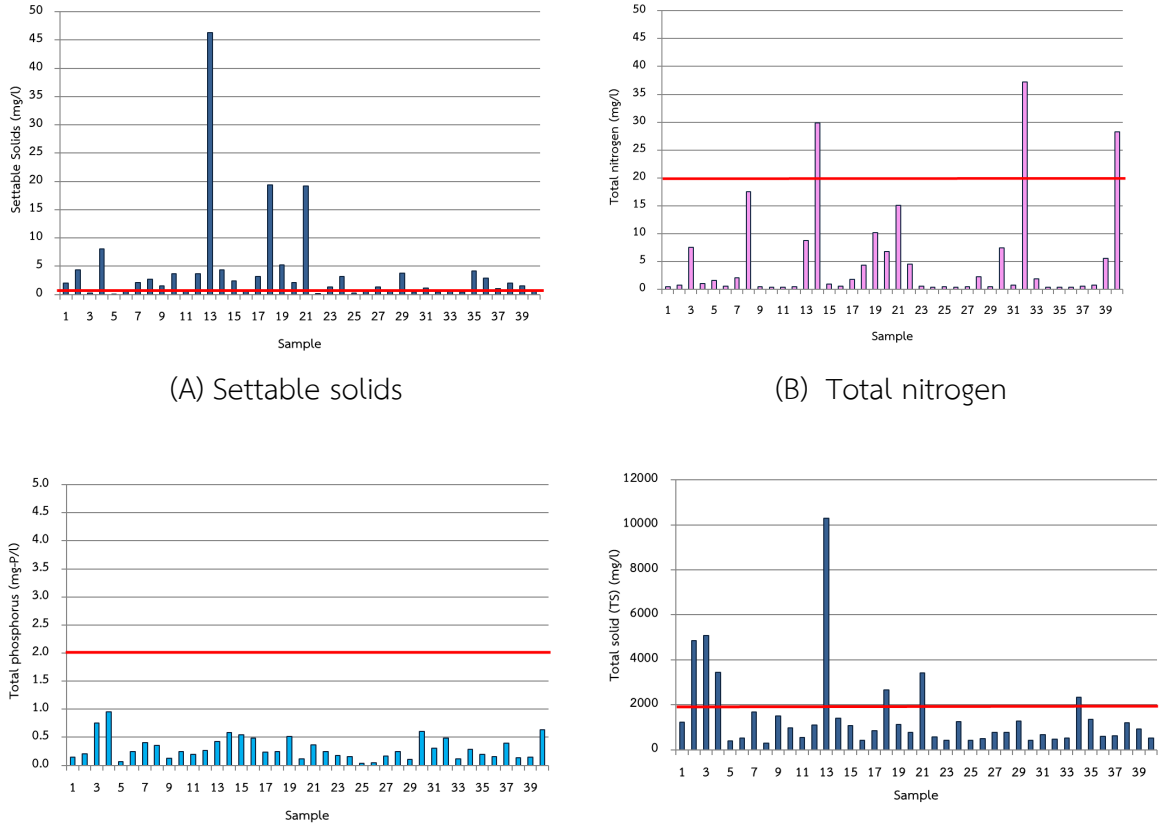
(C) Electrical conductivity (EC)

(D) Color

Figure 3. Wastewater quality from indigo dyeing process compared with wastewater standard criteria (A) Total dissolved solid (B) Dissolved oxygen (C) Electrical conductivity (D) Color [Sample no. 1-6 represent small-scale enterprises, no. 7-36 represent medium-scale, no. 37-38 represent large-scale, and no. 39-40 represent extra-large scale]

ค่าตะกอนหนักของตัวอย่างน้ำทิ้งเมื่อเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานพบว่ามีค่าเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง โดยมีตัวอย่างจำนวน 34 กลุ่ม (85%) ที่มีค่าตะกอนหนักสูงเกินกว่ามาตรฐานน้ำทิ้ง (Figure 4A) สำหรับผู้ประกอบการกลุ่มที่ 13 พบว่ามีการใช้เนื้อครามในปริมาณที่มากในการเตรียมน้ำย้อม อีกทั้งไม่ได้กรองเก็บเนื้อครามในการล้างน้ำแรกไว้ใช้ต่อเหมือนรายอื่น ๆ จึงทำให้มีตะกอนในน้ำทิ้งปริมาณสูงมาก ปริมาณ

ไนโตรเจนทั้งหมดของตัวอย่างน้ำเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่ต้องมีค่าไนโตรเจนในรูปทีเอ็น (TN) ไม่เกิน 20 mg/l พบว่ามีค่าเฉลี่ยไม่เกินมาตรฐาน โดยมีตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่ม (7.5%) ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงเกินกว่ามาตรฐานน้ำทิ้ง (Figure 4B) เนื่องจากในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างผู้ประกอบการอยู่ระหว่างการเปลี่ยนหม้อย้อมครามใหม่ หม้อย้อมครามที่ใช้อยู่ไม่มีการใช้งาน ถูกทิ้งให้นิ่งอยู่นานและมีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย คาดว่าอาจทำให้กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ไนโตรเจนในการหมักครามเกิดไม่สมบูรณ์ จึงทำให้พบปริมาณไนโตรเจนในน้ำล้างผ้าย้อมครามในปริมาณสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของตัวอย่างน้ำทิ้งเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานพบว่าทุกตัวอย่างมีค่าไม่เกินมาตรฐาน (Figure 4C) สำหรับค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งรวมทั้งหมด (TS) ของตัวอย่างน้ำทิ้งเมื่อเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานพบว่ามีค่าไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้ง แต่มีตัวอย่างจำนวน 7 กลุ่ม (17.5%) ที่มีปริมาณของแข็งรวมทั้งหมดสูงเกินกว่ามาตรฐานน้ำทิ้ง (Figure 4D)



(A) Settable solids (B) Total nitrogen

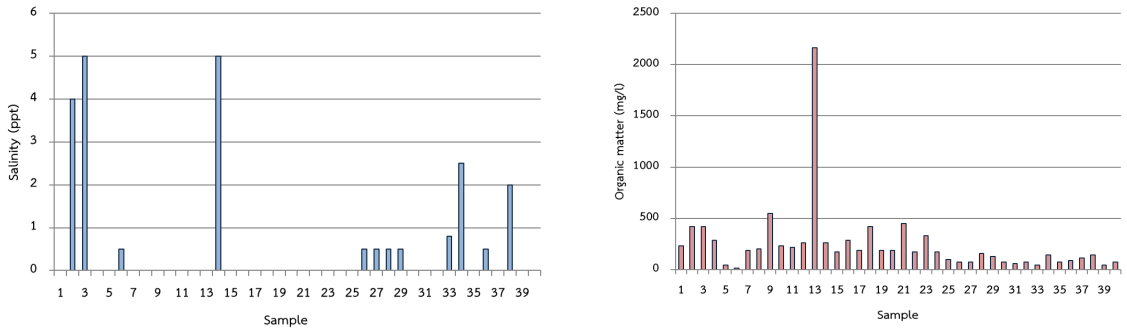
(C) Total phosphorus (D) Total solid (TS)

Figure 4. Wastewater quality from indigo dyeing process compared with wastewater standard criteria (A) Settable solids (B) Total nitrogen (C) Total phosphorus (D) Total solid

[Sample no. 1-6 represent small-scale enterprises, no. 7-36 represent medium-scale, no. 37-38 represent large-scale, and no. 39-40 represent extra-large scale]

ความเค็มของตัวอย่างน้ำทิ้งมีค่าเฉลี่ย 0.61±1.32 ppt ซึ่งไม่ได้มีการกำหนดความเค็มของน้ำในมาตรฐานน้ำทิ้ง (Figure 5A) สำหรับปริมาณสารอินทรีย์ของตัวอย่างน้ำล้างผ้าย้อมครามมีค่าเฉลี่ย 238.03±337.92 mg/l สำหรับผู้ประกอบการกลุ่มที่ 13 ที่มีค่าปริมาณสารอินทรีย์สูงมาก เนื่องจากมีการใช้เนื้อครามในปริมาณมากในการเตรียมน้ำย้อมคราม และทำการย้อมเฉดสีเข้มจึงมีการย้อมซ้ำหลายครั้ง อีกทั้งไม่ได้กรองเก็บเนื้อครามในการล้างน้ำแรกไว้ใช้ต่อเหมือนรายอื่น ๆ จึงทำให้มีสารอินทรีย์ในน้ำย้อมครามในปริมาณสูง (Figure 5B)

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง พบว่าขนาดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนไม่มีผลต่อคุณภาพน้ำทิ้ง การที่วิสาหกิจชุมชนบางแห่งมีค่าคุณภาพน้ำทิ้งเกินเกณฑ์มาตรฐานเกิดจากกระบวนการในการย้อมผ้าครามที่แตกต่างกัน การย้อมผ้าเฉดสีน้ำเงินเข้มที่ต้องใช้ปริมาณเนื้อครามมากและมีการย้อมซ้ำหลายครั้งจะทำให้มีค่าซีโอดี ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด สี และตะกอนหนักสูงเกินมาตรฐานน้ำทิ้ง ดังนั้นผู้ประกอบการที่ใช้วิธีการย้อมดังกล่าวควรมีแนวทางในการจัดการคุณภาพน้ำทิ้ง เช่น การกรองตะกอนครามที่เหลือในน้ำทิ้งโดยใช้ถ่านบดละเอียด ทรายละเอียด และผ้าใยแก้ว หรือการใช้สารส้ม หรือการใช้วัสดุปูนและคลอรีน เพื่อกำจัดตะกอนและสีในน้ำ (Suwanpakdee et al., 2024) การใช้พืชน้ำหรือบึงประดิษฐ์ในการบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้รากของพืชและวัสดุปลูกในระบบบึงประดิษฐ์ช่วยดูดซับสารอินทรีย์ ช่วยกรองตะกอนและสีของน้ำทิ้ง (สุรศักดิ์, 2552; Dogdu and Yalcuk, 2015) ซึ่งวิธีดังกล่าวจะช่วยลดค่าซีโอดี ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) ตะกอนหนัก และความเข้มสีของน้ำก่อนปล่อยทิ้งออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะ



(A) Salinity (B) Organic matter

Figure 5. Wastewater quality from indigo dyeing process (A) Salinity (B) Organic matter
[Sample no. 1-6 represent small-scale enterprises, no. 7-36 represent medium-scale, no. 37-38 represent large-scale, and no. 39-40 represent extra-large scale]

สรุป

การศึกษาน้ำทิ้งที่เกิดจากกระบวนการย้อมผ้าครามพบว่าในการย้อมผ้าครามแต่ละครั้งจะใช้น้ำประมาณ 150-200 ลิตร และจากการวิเคราะห์น้ำทิ้งจากการย้อมผ้าครามเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งพบว่ามีค่าซีโอดี ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) ตะกอนหนัก และสีสูงเกินกว่ามาตรฐานกำหนด ทั้งนี้ตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในทางน้ำชลประทานได้กำหนดไว้ว่าสีไม่เป็นที่พึงรังเกียจ แต่สีน้ำทิ้งจากกระบวนการย้อมผ้าครามนั้นมีสีน้ำเงินอ่อนจนถึงน้ำเงินเข้ม หากมีการระบายทิ้งลงสู่แหล่งน้ำในจำนวนมากอาจส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมได้ ในกระบวนการทำเนื้อครามมีการหมักต้นครามและตกตะกอนด้วยปูนขาว เมื่อนำมาใช้ในกระบวนการย้อมครามจึงทำให้มีสีส่วนเกิน ตะกอนจากเนื้อครามและปูนเหลือออกมาในน้ำ ดังนั้นน้ำทิ้งจากกระบวนการย้อมผ้าครามจึงควรมีการบำบัดก่อนปล่อยทิ้งสู่สิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะทิ้งลงแหล่งน้ำสาธารณะ เพื่อลดผลกระทบที่อาจเกิดต่อสิ่งแวดล้อมในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการประยุกต์ใช้ศาสตร์พระราชาในการจัดการน้ำทิ้งหลังย้อมผ้าด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบควบรวมบึงประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหามลพิษทางน้ำในชุมชนอย่างยั่งยืน ได้รับการสนับสนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม จากสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม โดยธัชชา และสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ พ.ศ. 2567

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2564). *ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากสถานประกอบการขนาดเล็กที่ผลิตสินค้าหรือให้บริการบางประเภท พ.ศ. 2564*. https://www.pcd.go.th/laws/25317/

กรมควบคุมมลพิษ. (2559). *ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรม และเขตประกอบการอุตสาหกรรม พ.ศ. 2559*. https://www.pcd.go.th/laws/4378/

กรมควบคุมมลพิษ. (2553). *ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน พ.ศ. 2553*. https://www.pcd.go.th/laws/4508/

กรมควบคุมมลพิษ. (2547). *ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด พ.ศ. 2547*. https://www.pcd.go.th/laws/4403/

กรมชลประทาน. (2561). *คำสั่งกรมชลประทาน เรื่องการป้องกันและแก้ไขการระบายน้ำที่มีคุณภาพต่ำทางน้ำชลประทานและทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทานในเขตพื้นที่โครงการชลประทาน พ.ศ. 2561*. http://irrigation.rid.go.th/rid10/Book/Book%202561/Book/1093.pdf

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (ม.ป.ป.). *ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2521) ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เรื่องกำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล*. https://www.dgr.go.th/law/th/newsAll/314/4748

กันต์กนิษฐ์ สุขขะ, เฉลิมวุธ สมปาก, ธีระชัย ธนานันต์ และนิรมล ศากยวงศ์. (2562). การคัดแยกแบคทีเรียจากน้ำย้อมครามในหม้อย้อมและดินบริเวณย้อมครามเพื่อประยุกต์ใช้ในการย้อมและบำบัดน้ำเสีย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 8*(5), 552-564.

ภาวิณี แสนชนม์, น้ำทิพย์ วิภาวิน, ฉันทนา เวชโอสถศักดา และพธู คูศรีพิทักษ์. (2561). สภาพและปัญหาการจัดการสารสนเทศผ้าย้อมครามของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าย้อมคราม. *อินเฟอร์เมชั่น, 25*(2), 13-20.

รัตนพล มงคลรัตนาสิทธิ์, จรูญ คล้ายจ้อย, วาสนา ช้างม่วง, นงนุช ศศิธร, เกษม มานะรุ่งวิทย์, ก้องเกียรติ มหาอินทร์, นฤพน ไพศาลตันติวงศ์, ณัฐดนย์ รุ่งเรืองกิจไกร, ทองใส จำนงการ, วิรัช วงศ์ภักดี และสมพร ติยะศรี. (2560). *คู่มือองค์ความรู้ การย้อมสีครามจากธรรมชาติแบบใหม่บนเส้นด้ายไหมและฝ้ายในเชิงพาณิชย์*. ก-ฮ.

สุรศักดิ์ นุ่มมีศรี. (2552). การใช้ระบบบึงประดิษฐ์บำบัดน้ำเสียจากการผลิตกระดาษสา. *วารสารวิจัยราชภัฏเชียงใหม่, 10*(1), 1-10.

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (2555). *คู่มือการผลิตผ้าย้อมคราม* (พิมพ์ครั้งที่ 2). เม้นท์ เจน ทรี.

อมรพล ช่างสุพรรณ, เทพวิทูรย์ ทองศรี, สุรัตน์ เพชรเกษม, วราภรณ์ กิจชัยนุกูล, ชนินทร์ เลิศคณาวนิชกุล, ณตะวัน ทิพย์วิเศษ, วสันต์ ธีระพิทยานนท์, กัญญา ม่วงแก้ว, นิมิต พาลี, จิระฉัตร ศรีแสน, วีรภัทร์ ทองอนันต์ และพรวิภา นารถมณี. (2558). การสำรวจคุณลักษณะน้ำทิ้งจากกระบวนการย้อมผ้าไหมด้วยสีเคมี : กรณีศึกษา สถานประกอบการโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) จังหวัดสุรินทร์. *วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์ กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 4*(4), 45-51.

APHA. (1980). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association.

Boyd, C. E. (1995). *Bottom soil, Sediment and Pond Aquaculture*. Chapman & Hall Book.

Dogdu, G., & Yalcuk, A. (2015). Indigo dyeing wastewater treatment by eco-friendly constructed wetlands using different bedding media. *Desalination Water Treat, 57*, 1-13.

Grasshoff, K., Ehrhardt, M. & Kremling, K. (1983). *Method of seawater analysis*. Wiley-VCH.

Senasri, N., Sriyasak, P., Suwanpakdee, S., Chumnanka, N., Tongkasee, P., & Sriputhorn, K. (2022). Toxicity of indigo dye-contaminated water on silver barbs (*Barbonymus gonionotus*) and pathology in the gills. *Environment Asia, 15*(3), 106-115.

Suwanpakdee, S., Senasri, N., Chumnanka, N., Simawan, J., Phlaetita, W., Pimolrat, P., & Sriyasak, P. (2024). Water quality and wastewater treatment methods from the process of dyeing cloth with Indigo dye in Northeastern Thailand. *Trends in Sciences, 21*(2), 7215.