

การกำจัดสีจากน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงพยาบาล ด้วยกระบวนการฉายรังสียูวีร่วมกับสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ตรีเนตร เจริญสุวรรณ¹, ศักดิ์นฤณ ถนอมไทย¹, พิจิตร เจียมวรารัง² และขวัญเนตร มนูญพงศ์^{1*}

¹ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ

²คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ

* Corresponding author: kwannate.m@cit.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาความสามารถในการกำจัดสีในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงพยาบาลด้วยกระบวนการฉายรังสียูวีร่วมกับสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) โดยศึกษาหาปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และระยะเวลาฉายรังสียูวีที่เหมาะสมในการกำจัดสี ในการศึกษาใช้ปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 0.1, 0.3, 0.5 และ 1 ml และการฉายรังสียูวีที่ระยะเวลา 1, 3, 5 และ 10 นาที จากการศึกษาพบว่า น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงพยาบาลมีค่าสีเท่ากับ 24 ADMI ปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และระยะเวลาการฉายรังสียูวี ที่เหมาะสมเท่ากับ 0.3 ml และเวลา 5 นาที ตามลำดับ สามารถลดค่าสีให้เหลือปริมาณ 6 ADMI ซึ่งคิดเป็นประสิทธิภาพในการกำจัดสีเท่ากับ 75% สำหรับการบำบัดโดยใช้แสงยูวีเพียงอย่างเดียวสามารถลดค่าสีได้เพียงเล็กน้อยที่ทุกระยะเวลาการฉายรังสี สำหรับที่ระยะเวลา 5 นาที สามารถลดค่าสีคิดเป็น 13% ค่าความขุ่นมีค่าน้อยกว่า 1.5 NTU ที่ทุกสภาวะการทดลอง การใช้กระบวนการฉายรังสียูวีร่วมกับสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (UV/H_2O_2) ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้า และค่าความเป็นกรด - ด่าง การใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 30% ที่ปริมาณและสภาวะที่เหมาะสม คิดเป็นค่าใช้จ่าย 5.22 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

คำสำคัญ: การกำจัดสี / น้ำทิ้งโรงพยาบาล / รังสียูวี / ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ / ค่ากรด - ด่าง

The Removal of Color from Treated Hospital Wastewater Using UV Hydrogen Peroxide Process

Trinead Charoensuwan¹, Saknarin Thanomthai¹, Pijit Jiemvarangkul² and Kwannate Manoonpong^{1*}

¹*Department of Civil and Environmental Engineering Technology Faculty of Industrial Technology
King Mongkut's University of Technology North Bangkok Wongsawang Sub-district Bangsue District, Bangkok, Thailand.*

²*Faculty of Engineering King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Wongsawang Sub-district Bangsue District, Bangkok, Thailand.*

* Corresponding author: kwannate.m@cit.kmutnb.ac.th

Abstract

This research investigates the efficiency of color removal from treated hospital wastewater using a UV irradiation process combined with hydrogen peroxide (H_2O_2). The study focuses on determining the optimal concentration of hydrogen peroxide and UV exposure time for effective color removal. Hydrogen peroxide was applied in volumes of 0.1, 0.3, 0.5, and 1 ml, and UV exposure times were set at 1, 3, 5, and 10 minutes. The initial color level of the treated wastewater was measured at 24 ADMI. The results indicate that the optimal conditions for color removal were 0.3 ml of hydrogen peroxide and a UV exposure time of 5 minutes, under which the color level was reduced to 6 ADMI, corresponding to a 75% removal efficiency. In comparison, using UV irradiation alone led to only minor reductions in color, with a maximum removal efficiency of 13% at 5 minutes of exposure. The turbidity remained below 1.5 NTU under all experimental conditions. The combined UV/ H_2O_2 process did not affect the conductivity or pH of the treated water. Using 30% hydrogen peroxide at the optimal dosage and conditions resulted in a treatment cost of 5.22 THB per cubic meter.

Keywords: Color removal / Hospital wastewater / UV irradiation / Hydrogen peroxide / pH value

1. บทนำ

น้ำทิ้งจากโรงพยาบาลเป็นหนึ่งในแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่มีความซับซ้อน เนื่องจากมีสารปนเปื้อนหลายประเภท รวมถึงยาปฏิชีวนะ สารเคมีฆ่าเชื้อ และสีย้อมจากกระบวนการวินิจฉัยทางการแพทย์ เช่น การตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์และการทดสอบทางห้องปฏิบัติการ สีเหล่านี้มักมีความคงทนสูง ยากต่อการย่อยสลายตามธรรมชาติ และอาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน้ำหากไม่ได้รับการบำบัดอย่างเหมาะสม ปัจจุบัน มีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อกำจัดสีในน้ำทิ้งหลากหลายวิธีซึ่งแต่ละวิธีมีข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ได้แก่ วิธีบำบัดทางกายภาพ เช่น การดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) วัสดุมีรูพรุน มีคุณสมบัติในการดูดซับสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ เป็นวิธีการบำบัดที่มีประสิทธิภาพสูง แต่มีข้อจำกัดคือการนำกลับมาใช้ใหม่จะต้องฟื้นฟูสภาพถ่านกลับมาด้วยการเผาที่ความร้อนสูง ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง [1] ยังมีวิธีบำบัดทางเคมี เช่น การตกตะกอน (Coagulation) นิยมใช้โอโซน เกลืออะลูมิเนียม และโอโซนเกลือของเหล็กสร้างตะกอน เช่น อะลูมิเนียมซัลเฟต และเฟอร์ริกคลอไรด์ โดยสาร Coagulant ทั้ง 2 นี้ช่วยกำจัดอนุภาคคอลลอยด์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดสีที่ปิดกั้นการกระจายของแสง ส่งผลให้การส่องผ่านแสงเพิ่มขึ้น [2] มีการใช้กระบวนการโอโซนเนชั่นที่มีตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้โอโซน ร่วมกับตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการออกซิเดชันของสารมลพิษโดยช่วยให้โอโซนแตกตัวเป็นอนุมูลไฮดรอกซิล ซึ่งมีศักยภาพในการทำลายสารอินทรีย์สูงกว่าการใช้โอโซนเพียงอย่างเดียว [3] นอกจากนี้ยังมีอีกวิธีที่สามารถกำจัดสีได้โดยไม่เกิดตะกอน และสารตกค้าง อีกทั้งใช้ระยะเวลาในกระบวนการสั้นสามารถกำจัดสีในน้ำได้และไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมนั่นคือ การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ร่วมกับรังสียูวี (UV) ซึ่งสามารถสร้างอนุมูลไฮดรอกซิล ($\cdot OH$) ที่มีศักยภาพสูงในการทำลายพันธะของโมเลกุลสารอินทรีย์ รวมถึงโครงสร้างของโมเลกุลสี ทำให้สามารถลดสีและความเป็นพิษของน้ำทิ้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นของเหลวใส เมื่อเจือจางแล้วจะได้เป็นสารละลายที่ไม่มีสี สามารถสลายตัวได้เมื่อถูกแสงและความร้อน เมื่อทำปฏิกิริยาร่วมกับรังสีอัลตราไวโอเล็ตแล้ว จะสามารถกำจัดสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่ทำให้เกิดสี ในน้ำได้ ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูงในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ยากต่อการย่อยสลาย การประยุกต์ใช้กระบวนการ UV/ H_2O_2 กับน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดเบื้องต้นแล้วจากโรงพยาบาล จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจและสามารถยกระดับคุณภาพน้ำให้อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างปลอดภัย ซึ่งไม่เพียงช่วยลดปริมาณการใช้น้ำประปา แต่ยังส่งเสริมการจัดการน้ำอย่างยั่งยืนภายในสถานพยาบาลเพื่อให้ น้ำทิ้งจากโรงพยาบาลไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และยังเป็นแนวทางนำไปใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงพยาบาลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกระบวนการไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับการฉายรังสียูวี (UV/ H_2O_2) ในการกำจัดสีในน้ำทิ้งโรงพยาบาลที่ผ่านการบำบัดแล้ว
2. เพื่อศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อประสิทธิภาพในการกำจัดสีในน้ำทิ้งโรงพยาบาลที่ผ่านการบำบัดแล้ว ด้วยกระบวนการไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับการฉายรังสียูวี (UV/ H_2O_2)

3. ขอบเขตของการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม ดังนี้

1. เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงพยาบาลที่ผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการ Activated Sludge
2. ศึกษาปัจจัยในการกำจัดสีในน้ำทิ้งจากโรงพยาบาลที่ผ่านการบำบัดแล้ว ดังนี้
 - 2.1 ระยะเวลาการฉายรังสียูวีที่ 1, 3, 5 และ 10 นาที และไม่ได้ฉายรังสียูวี
 - 2.2 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0, 0.1, 0.3, 0.5 และ 1 มิลลิลิตร/ลิตร
 - 2.3 ปริมาณน้ำทิ้งที่ใช้ในการทดสอบ 20 ลิตร
3. วิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัด ได้แก่ ค่าสี การนำไฟฟ้า pH และความขุ่น

4. วิธีการศึกษา

4.1 อุปกรณ์

- 4.1.1 ชุดผลิตรังสียูวีขนาด 16 วัตต์ ช่วงคลื่น 100 – 280 นาโนเมตร
- 4.1.2 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าและความเป็นกรด - ด่าง ยี่ห้อ Hach รุ่น HQ440d multi
- 4.1.3 เครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ Hach รุ่น DR6000
- 4.1.4 เครื่องวัดความขุ่น (Turbidity Meter) ยี่ห้อ Hach รุ่น TL2300

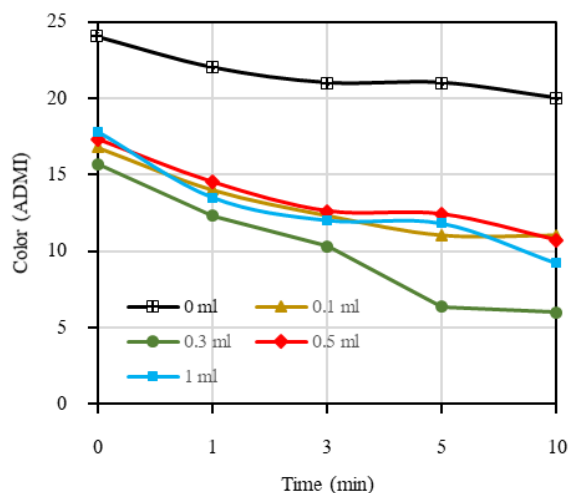
4.2 วิธีดำเนินการ

เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงพยาบาลที่ผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการทางชีวภาพ Activated sludge โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 4 องศาเซลเซียส ในการทดลองแต่ละครั้งจะนำน้ำตัวอย่างมาทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิห้องก่อนนำมาทดสอบ จากนั้นเตรียมน้ำตัวอย่างโดยทำการกรองน้ำตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง GF/C ใส่ในบีกเกอร์ จำนวน 5 บีกเกอร์ บีกเกอร์ละ 1 ลิตร ใช้ไมโครปิเปตดูดสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้น 30% ปริมาณ 0, 0.1, 0.3, 0.5 และ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในแต่ละบีกเกอร์ ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องกวนสารที่ความเร็วรอบ 100 rpm เป็นเวลา 30 วินาที นำน้ำที่ผสมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ใส่ลงในเครื่องฉายรังสียูวีเป็นเวลา 1, 3, 5 และ 10 นาที ตามลำดับ ในแต่ละช่วงเวลาแบ่งน้ำออกมา 100 มิลลิลิตร เพื่อทำการวัดค่าสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Hach รุ่น DR6000) และวัดค่าความขุ่นด้วยเครื่อง Turbidity Meter (Hach รุ่น TL2300) วัดค่าการนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด-ด่าง (Hach รุ่น HQ440d multi) และบันทึกผลของน้ำตัวอย่างที่เติมสารปริมาณต่างๆ ทั้งก่อนและหลังจากเข้าเครื่องฉายรังสียูวี เพื่อศึกษาระยะเวลาและปริมาณของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหมาะสมในการกำจัดสี

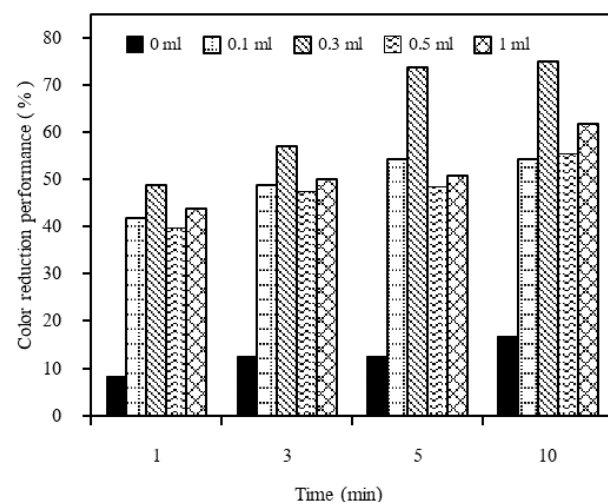
5. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงพยาบาล มาทำการศึกษาการบำบัดสีด้วยกระบวนการเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับการฉายรังสียูวี (UV/H₂O₂) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ดังนี้

5.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสี



รูปที่ 1 แสดงค่าสีที่ผ่านการฉายรังสียูวีที่ระยะเวลา 1, 3, 5 และ 10 นาที ร่วมกับการเติมสาร H₂O₂ ปริมาณต่างๆ

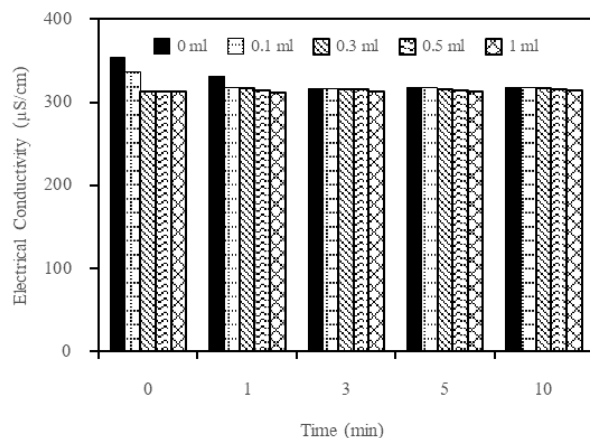


รูปที่ 2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดสีที่ผ่านกระบวนการ (UV/H₂O₂) ที่เวลา 1, 3, 5 และ 10 นาที ที่ปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่างๆ

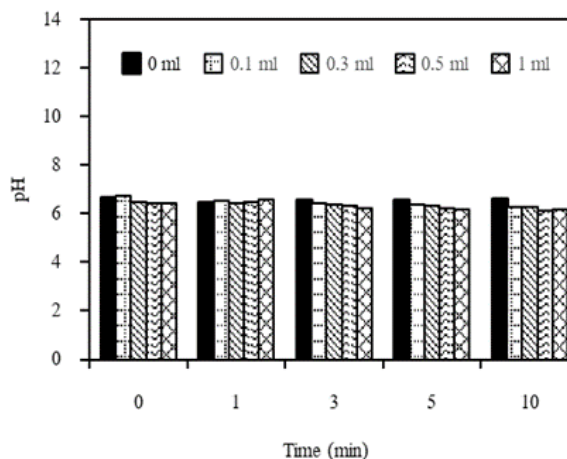
รูปที่ 1 แสดงผลการเติมสาร H_2O_2 ปริมาณ 0, 0.1, 0.3, 0.5 และ 1 มิลลิลิตร ที่ระยะเวลา 1, 3, 5 และ 10 นาที จะเห็นได้ว่าค่าสีมีแนวโน้มลดลงตามลำดับ เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น ที่ระยะเวลาที่เหมาะสมในการฉายรังสีอยู่ที่ 5 นาที โดยมีค่าสีเท่ากับ 21, 11, 6, 13 และ 12 DMI เมื่อเติมสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 0, 0.1, 0.3, 0.5 และ 1 มิลลิลิตร ตามลำดับ ถ้าพิจารณาปริมาณสาร H_2O_2 ที่เหมาะสมพบว่า การเติมสาร H_2O_2 ที่ปริมาณ 0.3 มิลลิลิตร จะเหลือค่าสีน้อยที่สุด

รูปที่ 2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดสีของน้ำตัวอย่างที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงพยาบาลที่เติมสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 0, 0.1, 0.3, 0.5 และ 1 มิลลิลิตร ร่วมกับการฉายรังสีที่เวลา 1, 3, 5 และ 10 นาที พบว่า เมื่อระยะเวลาในการฉายแสงยูวีเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการกำจัดสีมีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับ เมื่อพิจารณาปริมาณการเติมสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ พบว่า ปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 0.3 มิลลิลิตร ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีได้ดีที่สุด เมื่อพิจารณาระยะเวลาที่ 1, 3, 5 และ 10 นาที ให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีเท่ากับ 49, 57, 74 และ 75% ตามลำดับ นั้นแสดงให้เห็นว่าระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการฉายรังสีอยู่ที่ 5 นาที

5.2 ผลการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าและ ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)



รูปที่ 3 แสดงค่าการนำไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงพยาบาล ที่เวลา 1, 3, 5 และ 10 นาที ร่วมกับการเติมสาร H_2O_2 ปริมาณต่างๆ

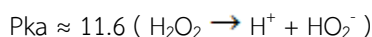


รูปที่ 4 แสดงค่าความเป็นกรด - ด่างของตัวอย่างน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงพยาบาล ที่เวลา 1, 3, 5 และ 10 นาที ร่วมกับการเติมสาร H_2O_2 ปริมาณต่างๆ

จากรูปที่ 3 แสดงค่าการนำไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงพยาบาล โดยการเติมสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 0, 0.1, 0.3, 0.5 และ 1 มิลลิลิตร ร่วมกับการฉายรังสีที่เวลาต่างๆ มีค่าใกล้เคียงกันที่ทุกสภาวะการทดลอง และมีการนำไฟฟ้าต่ำกว่า $350 \mu S/cm$ ซึ่งเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาที่มีค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน $800 \mu S/cm$ [4] กระบวนการ (UV/ H_2O_2) ไม่ส่งผลต่อค่าการนำไฟฟ้า เนื่องจากโมเลกุล H_2O_2 เมื่อมีการแตกตัวเป็น H_2O และ O_2 ไม่มีการแตกตัวเป็นไอออนในน้ำดังสมการที่ 1



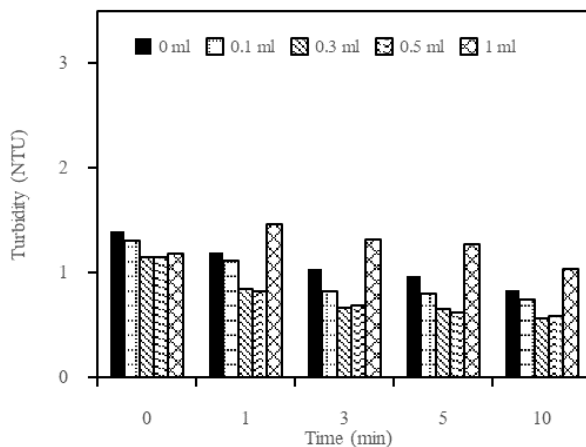
และสมการค่าคงที่สมดุล (pka) ของ H_2O



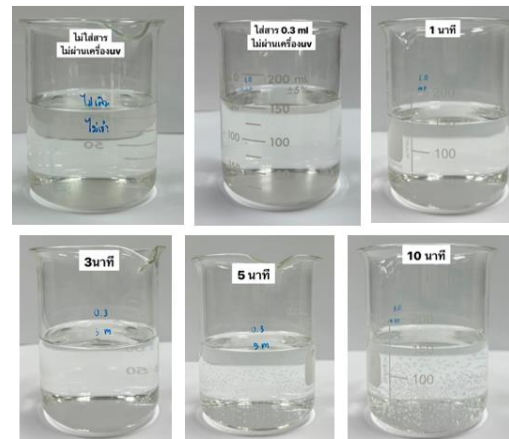
อย่างไรก็ตามการเติมสาร H_2O_2 สามารถแตกตัวเป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้โดยขึ้นอยู่กับปัจจัย pH ของสารละลาย ถ้าสารละลายมีค่า pH สูงกว่า 11.6 จะเกิด OH^- มากทำให้การแตกตัวเป็น H^+ มากขึ้น จากการทดลองนี้ ค่า pH ของน้ำไม่เปลี่ยนแปลงดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งในการทดลองใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 30% ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้า ถ้าหากใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้นมากกว่า 30% จึงจะทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าในน้ำ [5]

รูปที่ 4 แสดงค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของตัวอย่างน้ำที่โรงพยาบาลที่ผ่านการบำบัดแล้วที่เติมสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 0, 0.1, 0.3, 0.5 และ 1 มิลลิลิตร เมื่อทำการฉายรังสียูวีที่เวลา 1, 3, 5 และ 10 นาที พบว่าค่า pH มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 6.2-6.7 โดยค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มาตรฐานน้ำที่จากระบบบำบัดน้ำเสียอยู่ที่ 5.5 – 9.0 [6] ซึ่งค่าความเป็นกรด - ด่างของน้ำที่ทำการทดลองมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยปกติสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะแตกตัวเป็น H_2O และ O_2 จึงส่งผลให้ค่า pH ของสารละลายไม่เปลี่ยนแปลง เพราะน้ำที่เกิดขึ้นไม่ทำให้สารละลายเป็นกรดหรือด่างจึงส่งผลต่อค่า pH น้อย

5.3 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำทางกายภาพ



รูปที่ 5 แสดงค่าความขุ่นของตัวอย่างน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงพยาบาล ที่เวลา 1, 3, 5 และ 10 นาที ร่วมกับการเติม สาร H_2O_2 ปริมาณต่างๆ



รูปที่ 6 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของตัวอย่างน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงพยาบาล และเติมสาร H_2O_2 ปริมาณ 0.3 มิลลิลิตร ร่วมกับการฉายรังสียูวีที่เวลาต่างๆ

รูปที่ 5 แสดงค่าความขุ่นของตัวอย่างน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงพยาบาล พบว่าความขุ่นเริ่มต้นอยู่ในช่วงประมาณ 1.1 – 1.4 NTU เมื่อเติมสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร่วมกับการฉายแสงยูวี พบว่าความขุ่นมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องที่ทุกสภาวะการทดลอง ยกเว้นที่ การเติมสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ปริมาณเติมสารปริมาณ 1 มิลลิลิตร มีค่าความขุ่นเพิ่มขึ้น เนื่องจากการใส่สารปริมาณมาก ทำให้ในน้ำมี O_2 มากกว่าปกติ ส่งผลทำให้เกิดฟองและเกิดความขุ่นมัวในน้ำ เมื่อทำการวัดค่าความขุ่นจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดัชนีหักเหของแสง ซึ่งทำให้มีค่าความขุ่นเกิดขึ้นถึงแม้ในน้ำจะไม่มีตะกอนอยู่ [7] อย่างไรก็ตามค่าความขุ่นมีค่าไม่เกิน 1.5 NTU

รูปที่ 6 แสดงลักษณะน้ำทางกายภาพ จะเห็นได้ว่าการใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ร่วมกับรังสียูวีในการกำจัดสีในน้ำเป็นกระบวนการที่เรียกว่า UV/H_2O_2 process ซึ่งเป็นกระบวนการทางเคมีที่ใช้แสงยูวีและสารเคมี ทำให้สีในน้ำหายไป โดยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในน้ำจะปล่อยสารอนุมูลอิสระที่มีความสามารถในการทำลายสารเคมีต่างๆ รวมถึงสารที่ทำให้เกิดสีในน้ำ ความเข้มข้นของสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการกระบวนการ อีกทั้งรังสียูวีจะช่วยกระตุ้นให้สารไฮโดรเจน

เปอร์ออกไซด์แตกตัวเป็นอนุมูลอิสระ ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำลายพันธะเคมีในสารที่ทำให้เกิดสีทำให้สีในน้ำหายไปหรือจางลง กระบวนการนี้ทำให้น้ำที่มีสีจากสารเคมีหรือสิ่งปนเปื้อนกลายเป็นน้ำใสและสะอาดขึ้น

เมื่อพิจารณาราคาค่าใช้จ่ายในการเติมสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เกรดอุตสาหกรรม (Commercial grade) ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัม/ลิตร คิดเป็นราคา 5.22 บาท/ลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ 1 ปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ทดลองและราคาต่อลูกบาศก์เมตร

ปริมาณ H ₂ O ₂ 30% ที่เติมในน้ำ 1 ลิตร	ราคาปริมาณ H ₂ O ₂ 30% ที่ใช้ต่อน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร
0.1 มิลลิกรัม	1.74 บาท
0.3 มิลลิกรัม	5.22 บาท
0.5 มิลลิกรัม	8.70 บาท
1 มิลลิกรัม	17.40 บาท

6. สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ศึกษาการกำจัดสีในน้ำทิ้งโรงพยาบาลโดยใช้กระบวนการฉายรังสียูวีร่วมกับสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) พบว่า พบว่าตัวอย่างน้ำที่เติมสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณ 0.3 มิลลิกรัม ผ่านการฉายรังสียูวีเป็นเวลา 5 นาที มีความสามารถในการกำจัดสีในน้ำได้มากที่สุด ทำให้ค่าสีลดลงจาก 24 ADMI เหลือ 6 ADMI คิดเป็นประสิทธิภาพในการกำจัดสีเท่ากับ 75% ค่าความขุ่นมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง มีค่าน้อยกว่า 1.5 NTU ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 6.14 และมีค่าสูงสุดเท่ากับ 6.74 ค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่า 350 μ S/cm ไม่เกิน 800 μ S/cm กระบวนการ UV/H₂O₂ ใช้ความเข้มข้นของสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 30% ที่ปริมาณและสภาวะที่เหมาะสม ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้า คิดเป็นค่าใช้จ่าย 5.22 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

เอกสารอ้างอิง

- [1] วณิดา ชูอักษร. (2555). เทคโนโลยีกำจัดสีในน้ำเสียอุตสาหกรรม. วารสารมหาวิทยาลัยบูรพา 17, 181-191.
- [2] ศุภรามาส ทาฤ และธัญลักษณ์ ราชภูริภักดี. (2564). การกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากโรงงานน้ำตาลด้วยกระบวนการยูวีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และยูวีเปอร์ซัลเฟตเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่. วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์, 14(4), 141-149.
- [3] ธัญวรรณ กฤษณะพุกต์ และชลอ จารสุทธธีรักษ์. (2551). การบำบัดสีในน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์ด้วยกระบวนการโอโซนเข้มข้นที่มีตัวเร่งปฏิกิริยา. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54, 1107-1114.
- [4] ธรรารัตน์ ตั้งจิตร์ และคณะ. (2562). ค่าการนำไฟฟ้ากับการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม, 22 กุมภาพันธ์ 2568. www.nimt.or.th
- [5] วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ. (2559). สมดุลกรด-เบสและสมดุลไอออน. เคมีสำหรับวิศวกร, 303.
- [6] กองบริหารการสาธารณสุข. (2564). คู่มือควบคุมและบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล. สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข.
- [7] กระทรวงสาธารณสุข. เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้กรมอนามัย พ.ศ. 2563, 25 กุมภาพันธ์ 2568. <https://phld.anamai.moph.go.th/th/water-quality-standards>