การศึกษาประสิทธิภาพของถังบำบัดน้ำเสียโดยกระบวนการอิเล็กโตรลิซิส

A Study on Efficiency of Wastewater Treatment Tank by Electrolysis Process

✯ **ดร. สนอง ทองปาน**[1]
ชาติชาย ชาติตระกูล[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียโดยกระบวนการอิเล็กโตรลิซิสโดยใช้ถังบำบัดน้ำเสียปริมาตร 80 ลิตร ในการบำบัดบีโอดี ซีโอดี และสารแขวนลอย ในน้ำเสียจากโรงอาหารของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในการบำบัดน้ำเสียใช้ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาดแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 30 แอมแปร์ จ่ายผ่านแผ่นอิเล็กโตรดที่ทำจากแผ่นอลูมิเนียม งานวิจัยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดี จากการทดลองพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดี ได้แก่ ระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็กโตรด จำนวนแผ่นอิเล็กโตรด และการจัดเรียงแผ่นอิเล็กโตรด ในส่วนที่ 2 ออกแบบถังบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็กโตรด 2 เซนติเมตร แผ่นอิเล็กโตรดจำนวน 4 คู่ และการจัดเรียงอิเล็กโตรดแบบโมโนโพลาร์แบบขนาน และการศึกษาประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสีย ภายในระยะเวลา 2.5 ชั่วโมง สามารถบำบัดบีโอดีได้ 77.24 % บำบัดซีโอดีได้ 96.32 % บำบัดสารแขวนลอยได้ 98.45 % และสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 296 วัตต์ /ชั่วโมง

คำสำคัญ : อิเล็กโตรด ; บำบัดน้ำเสีย ; ถังบำบัดน้ำเสีย ; แผ่นอิเล็กโตรด ; มาตรฐานน้ำทิ้ง

✯ [1]อาจารย์ ดร. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา กลุ่มการสอนสิ่งแวดล้อม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
[2]ผู้วิจัยนิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Abstract

The purpose of this research was to determine the efficiency of wastewater treatment tank by electrolysis process, The wastewater treatment tank had the holding volume of 80 liters for the treatment of Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD) and Suspended Solids (SS) in 50 Liters wastewater from Srinakharinwirot University's canteen. In wastewater treatment direct current voltage of 24 volts, was used current of 30 amperes the electrode was made of aluminium. This research was divided into 2 parts. First part was studying factors on efficiency of the treatment of COD. From the experimental results, Second part was designing wastewater treatment tank, inter electrode distance 2 centimeters, 4 pairs of electrode and set monopolar parallel electrode. Studying on efficiency of wastewater treatment tank in 2.5 hours, which yielded BOD, COD, and SS treatment efficiencies of 77.24 % , 96.32 % , and 98.45 % , respectively and energy consumption was 296 W/hr

คำนำ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะมนุษย์ใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค และใช้ประโยชน์ในกิจการด้านต่าง ๆ เช่นการเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์ การประมง อุตสาหกรรม และการชลประทาน ในอดีตสภาพน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ มีคุณภาพดี ประชาชนสามารถนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการบำบัดด้วยวิธีการใด ๆ แต่ในสภาพการณ์ ปัจจุบันสภาวะแวดล้อมได้มีการเปลี่ยนแปลงไปจนเกิดวิกฤตการณ์เรื่องน้ำ ไม่ว่าจะเป็นการขาดแคลนน้ำหรือการเสื่อมคุณภาพของน้ำจนเกิดการเน่าเสียขึ้น นับว่าเป็นปัญหาที่มีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างมาก เพราะสภาวการณ์ดังกล่าวเกี่ยวข้องกับสุขภาพอนามัยและคุณภาพชีวิตของประชาชนโดยส่วนรวม อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อการพัฒนาประเทศชาติเป็นสำคัญ

ปัจจุบันการขยายตัวของชุมชนได้ก่อให้เกิดปัญหาการเสื่อมคุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ เนื่องจากการเพิ่มจำนวนของประชากรอย่างรวดเร็วทำให้ปริมาณการใช้น้ำในการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น ปริมาณของเสียที่ปนมากับน้ำซึ่งจะต้องกำจัดมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปเสื่อมโทรมลงตามลำดับ สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดมลภาวะทางน้ำ (Water Pollution) มีหลายประการ เช่น น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำเสียจากเกษตรกรรม น้ำเสียจากกองขยะ และน้ำเสียจากแหล่งชุมชนต่าง ๆ น้ำเสียเหล่านี้จะถูกระบายลงสู่ลำคลองต่าง ๆ โดยตรงซึ่งสัดส่วนของปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ของน้ำเสียจากแหล่งชุมชนส่งผลกระทบต่อความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำเป็นสัดส่วนร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับน้ำเสียที่ปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรม (กรมควบคุมมลพิษ. 2545 : 28)และสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์มากที่สุด คือ การระบายน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่าง ๆ ในเขต

พื้นที่ที่เป็นเมืองใหญ่ อันได้แก่ กิจกรรมภัตตาคาร ร้านอาหาร ตลาดสด โรงพยาบาล โรงแรม หอพัก และความสกปรกจากบ้านพักอาศัยอีกประมาณ 74,182 กก.บีโอดี/วัน หรือร้อยละ 54.1 ของปริมาณความสกปรกทั้งหมดที่ระบายลงสู่คูคลองต่าง ๆ (กรมควบคุมมลพิษ 2545 : 18)

วิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหามลภาวะทางน้ำได้ คือ การปรับสภาพน้ำเสียให้อยู่ในเกณฑ์ที่แหล่งน้ำธรรมชาติจะสามารถรองรับได้ โดยการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกต่าง ๆ ในน้ำทิ้งให้มีปริมาณอยู่ในระดับที่จะสามารถระบายลงสู่แหล่งน้ำได้โดยไม่ทำให้คุณภาพของน้ำเสื่อมลง ซึ่งวิธีการบำบัดน้ำเสียที่นิยมปฏิบัติกันในยุคปัจจุบันอาจแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือ การบำบัดด้วยวิธีทางกายภาพ การบำบัดโดยวิธีทางเคมีและการบำบัดด้วยวิธีทางชีวภาพ สำหรับน้ำเสียที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ นิยมทำการบำบัดโดยวิธีชีวภาพ เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการบำบัดค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีบำบัดทางกายภาพและวิธีบำบัดทางเคมี การบำบัดโดยวิธีทางชีวภาพ อาจแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ แบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Process) และแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Process) โดยแบบใช้ออกซิเจนสารอินทรีย์ในน้ำเสีย จะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต ส่วนการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน สารอินทรีย์ในน้ำเสียจะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต จนเกิดก๊าซชีวภาพซึ่งประกอบด้วยก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นในลำดับสุดท้าย สำหรับระบบบำบัดแบบชีวภาพทั้งแบบใช้ออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจนได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสียชุมชน และในระบบอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย (Mctcalf and Eddy 1991: 24) แต่ระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าวต้องใช้พื้นที่ในการก่อสร้างมาก ต้องใช้งบประมาณในการจัดสร้างสูง ทำให้ผู้ประกอบการบางรายหลีกเลี่ยงการบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จึงก่อให้เกิดผลเสียในโอกาสต่อไป

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพื่อหาวิธีบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย และต้นทุนในการบำบัดต่ำ โดยการนำวิธีการอิเล็กโตรลิซิล (Electrolysis) ซึ่งเป็นกระบวนการใช้อิเลคตรอนจากไฟฟ้ากระแสตรงในการทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน เพื่อกำจัดสารอินทรีย์ ในรูปบีโอดี ซีโอดี และสารแขวนลอย ที่ปะปนอยู่ในน้ำ ให้หมดไป ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะสิ้นเปลืองพลังงานน้อยกว่าระบบอื่น ๆ ระบบบำบัดมีขนาดเล็กกว่าการบำบัดโดยวิธีทางชีวภาพมาก และระยะเวลาในการบำบัดน้อย ทำให้ต้นทุนในการบำบัดต่ำ โดยผู้วิจัยมีความคาดหวังว่า ผลการศึกษาที่ได้รับจะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียที่มีรูปแบบใหม่ ๆ ให้มีความหลากหลายมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้กระบวนการบำบัดน้ำเสียถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการออกแบบถังบำบัดน้ำเสีย และศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของถังบำบัดน้ำเสียต้นแบบที่ใช้กระบวนการอิเล็กโตรลิซิลวัสดุอุปกรณ์

1. ถังบำบัด เป็นถังพลาสติกขนาดความจุ 80 ลิตร ใช้บรรจุน้ำเสียจากโรงอาหารภายในมหาวิทยาลัย ปริมาตร 50 ลิตร เพื่อใช้ทดลองทำการบำบัด

2. แผ่นอิเล็กโตรดเป็นแผ่นอลูมิเนียมหนา 0.8 มิลลิเมตร ทำหน้าที่เป็นขั้วบวกและขั้วลบ ขนาดกว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร

3. แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า เป็นเครื่องแปลงไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 0 – 30 แอมแปร์ ขนาดแรงดันไฟฟ้า 0 – 24 โวลต์

4. ขวดพลาสติกใส่ตัวอย่างน้ำ ขนาด 500 มิลลิลิตร จำนวน 6 ใบ ขนาด 1500 มิลลิลิตร จำนวน 6 ใบ

5. เครื่องวิเคราะห์ค่า ซีโอดี ยี่ห้อ Merck รุ่น SQ 118

6. สารเคมีและเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ บีโอดี โดยวิธี เอไซด์โมดิฟิเคชัน (Azide Modification Method)

7. เครื่องมือวัดปริมาณสารแขวนลอยโดยวิธีหาน้ำหนักแห้ง

วิธีการ

ดำเนินการทดลองเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ตอนที่ 1

สร้างระบบบำบัดน้ำเสียจำลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารภายในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ในด้านของการลดปริมาณสารอินทรีย์ในรูปซีโอดี โดยใช้กระบวนการอิเล็กโตรลิซีส ซึ่งปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ ระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็กโตรด จำนวนแผ่นอิเล็กโตรด และรูปแบบการจัดเรียงแผ่นอิเล็กโตรด โดยดำเนินการทดลอง ดังนี้คือ

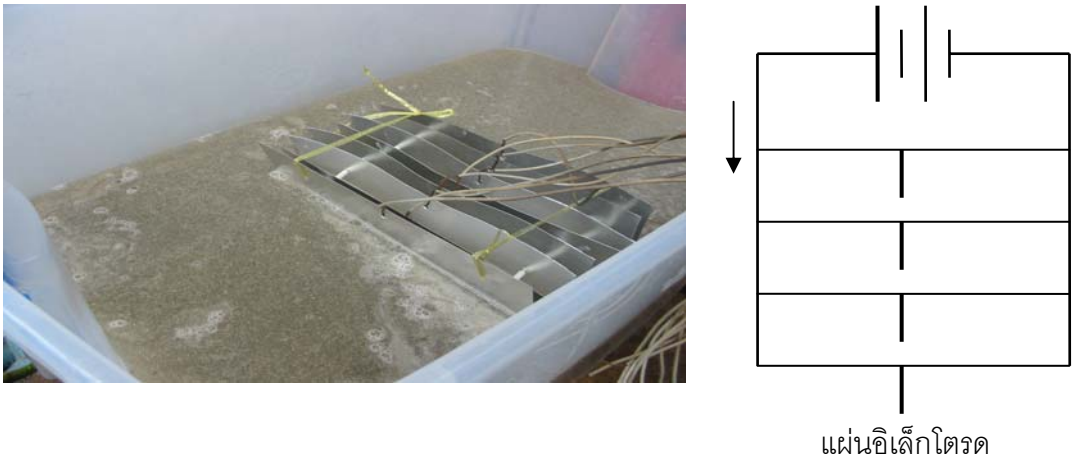
วัดค่าซีโอดีในน้ำเสียจากโรงอาหารก่อนทำการทดลองและบันทึกค่าแล้วใส่น้ำเสียจากโรงอาหารปริมาตร 50 ลิตร ลงในถังบำบัด จากนั้นวางแผ่นอิเล็กโตรดขนาด 20 × 30 เซนติเมตร ในถังบำบัดต่อแผ่นอิเล็กโตรดเข้าเครื่องแปลงไฟฟ้ากระแสตรง กำหนดขนาดแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ และขนาดกระแสไฟฟ้า 30 แอมแปร์

ทำการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการบำบัดน้ำเสีย โดยกระบวนการอิเล็กโตรลิซิสแบบสหสัมพันธ์ โดยปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วยระยะห่างของแผ่นอิเล็กโตรดเป็น 3, 2, 1 เซนติเมตร การต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากับแผ่นอิเล็กโตรดแบบไบโพลาร์ และโมโนลาร์แบบขนาน จำนวนแผ่น อิเล็กโตรด 2 คู่, 3 คู่, 4 คู่ นำปัจจัยที่ศึกษามาจับกลุ่มกันแบบไม่ซ้ำกัน ทำการทดลองบำบัด บันทึกค่าซีโอดี และคำนวณหาประสิทธิภาพในการลดซีโอดี โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้ ผลการทดลองดังตาราง 1

$$\text{ประสิทธิภาพในการลดซีโอดี} = \frac{(\text{ซีโอดีก่อนบำบัด} - \text{ซีโอดีหลังบำบัด}) \times 100\%}{\text{ซีโอดีก่อนบำบัด}}$$

ภาพ 1 แสดงการจัดวางอุปกรณ์การบำบัดน้ำเสีย โดยกระบวนการอิเล็กโตรลิซิส

ภาพที่ 2 แสดงการต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากับแผ่นอิเล็กโตรดแบบไบโพลาร์ซึ่งกำลังทำการบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 2 แสดงการต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากับแผ่นอิเล็กโตรดแบบโมโนโพลาร์แบบขนาน ซึ่งกำลังทำการบำบัดน้ำเสีย

ตอนที่ 2

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองในตอนที่ 1 มาทำการออกแบบถังบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการอิเล็กโตรลิซิส ปริมาตร 80 ลิตร ใช้บำบัดน้ำเสีย 50 ลิตร โดยเลือกตัวแปรจากการทดลองที่มีประสิทธิภาพในการลดซีโอดีมากที่สุด คือถังบำบัดออกแบบให้มีระยะห่างของแผ่นอิเล็กโตรด 2 เซนติเมตร การเรียงอิเล็กโตรดแบบโมโนโพลาร์แบบขนาน แผ่นอิเล็กโตรดจำนวน 4 คู่ มาทดลองบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหาร ปริมาตร 50 ลิตร เป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง ตรวจสอบคุณภาพน้ำทุก 0.5 ชั่วโมง โดยดัชนีที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย หลังผ่านการบำบัดโดยถังน้ำเสียโดยใช้กระบวนการอิเล็กโตรลิซิสที่ออกแบบตามพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้ ค่าซีโอดี ค่าบีโอดี ปริมาณสารแขวนลอย และคำนวณประสิทธิภาพในการลดจากสูตรประสิทธิภาพในการลด และศึกษาปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการบำบัด ผลการทดลองดังตารางที่ 2

$$\text{ประสิทธิภาพในการลด} = \frac{(\text{ดัชนีคุณภาพน้ำก่อนบำบัด} - \text{ดัชนีคุณภาพน้ำหลังบำบัด}) \times 100\%}{\text{ดัชนีคุณภาพน้ำก่อนบำบัด}}$$

ผลการทดลองและวิจารณ์

ตารางที่ 1 ผลการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการบำบัดน้ำเสีย

จำนวนแผ่นอิเล็กโตรด (ระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็กโตรด)	ค่าซีโอดีเริ่มต้น (mg/l)	***รูปแบบการต่อแหล่งจ่ายไฟกับแผ่นอิเล็กโตรด***			
		โมโนโพลาร์แบบขนาน		ไบโพลาร์	
		ซีโอดีที่ผ่านการบำบัด (mg/l)	ประสิทธิ ภาพในการลดซีโอดี (mg/l)	ซีโอดีที่ผ่านการบำบัด (mg/l)	ประสิทธิภาพในการลดซีโอดี
4 คู่ (1 ซม.)	2101	1105	47.40%*	365	82.62%
4 คู่ (2 ซม.)	**2211**	**170**	**92.31%**	393	82.26%
4 คู่ (3 ซม.)	2272	326	85.65%	439	80.68%
3 คู่ (1 ซม.)	2025	1091	46.12%*	375	81.48%
3 คู่ (2 ซม.)	2460	395	83.94%	475	80.69%
3 คู่ (3 ซม.)	2510	404	83.90%	543	78.37%
2 คู่ (1 ซม.)	2522	466	81.52%	531	78.95%
2 คู่ (3 ซม.)	2550	482	81.09%	550	78.43%
2 คู่ (3 ซม.)	2780	583	79.03%	791	71.55%

* กรณีที่เกิดฟิวส์ขาดขณะเริ่มทำการทดลอง

จากตารางที่ 1 ในการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการบำบัดน้ำเสีย พบว่าการจัดเรียงอิเล็กโตรดโมโนโพลาร์แบบขนาน ใช้แผ่นอิเล็กโตรดจำนวน 4 คู่ ระยะห่างระหว่างอิเล็กโตรด 2 เซนติเมตร มีประสิทธิภาพในการลดซีโอดีได้มากที่สุด มีค่า 92.31 %

จากนั้นนำผลการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการบำบัดน้ำเสีย จากตารางที่ 1 โดยคัดเลือกจากการทดลองที่มีประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีมากที่สุด คือ การจัดเรียงอิเล็กโตรดแบบโมโนโพลาร์แบบขนาน แผ่นอิเล็กโตรดจำนวน 4 คู่ ระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็กโตรดที่ 2 เซนติเมตร มาทำการทดลองต่อในตอนที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหาร

ระยะเวลา (Hr)	บีโอดี (mg/l)	ประสิทธิภาพในการลดบีโอดี (%)	สารแขวนลอย (mg/l)	ประสิทธิภาพในการลดสารแขวนลอย (%)	ซีโอดี (mg/l)	ประสิทธิภาพในการลดซีโอดี (%)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (W)
0	870	0	1740	0	6789	0	0
0.5	**333**	**61.72**	**65**	**96.26**	**358**	**94.37**	**68**
1	276	68.28	52	97.01	329	95.15	132
1.5	237	72.76	47	97.30	300	95.58	192
2	207	76.21	31	98.22	288	95.76	244
2.5	**198**	**77.24**	**27**	**98.45**	**250**	**96.32**	**296**
							-

จากตารางที่ 2 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพการบำบัดพบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัด 2.5 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการลดบีโอดี สารแขวนลอย และซีโอดี ได้สูงสุด คือ 77.24 %, 98.45 %และ 96.32 % ตามลำดับ โดยสูญเสียพลังงานไฟฟ้า 296 วัตต์ ในการบำบัดน้ำเสีย 50 ลิตร ข้อสังเกตช่วงเวลาที่ใช้ในการบำบัดตั้งแต่ 1 – 2.5 ชั่วโมง ประสิทธิภาพในการบำบัด บีโอดี สารแขวนลอย และซีโอดี เริ่มช้าลงตามช่วงเวลา โดยช่วงเวลาที่มีประสิทธิภาพในการลดบีโอดี สารแขวนลอย และซีโอดี ได้อย่างรวดเร็วคือช่วงเวลา 0.5 ชั่วโมง

ภาพที่ 3 แสดงลักษณะทางกายภาพของ น้ำก่อนการบำบัด น้ำที่ใช้เวลาทำการบำบัด 0.5, 1.0 ,1.5, 2.0 และ 2.5 ชั่วโมง ตามลำดับ เรียงจากซ้ายมาขวา

สรุปและวิจารณ์ผล

จากผลการทดลองตอนที่ 1 ตารางที่ 1 ในการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการบำบัดน้ำเสีย พบว่า การจัดเรียงแผ่นอิเล็กโตรดโมโนโพลาร์แบบขนาน ใช้แผ่นอิเล็กโตรดจำนวน 4 คู่ ระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็กโตรด 1 เซนติเมตร และการจัดเรียงแผ่นอิเล็กโตรดในโมโนโพลาร์แบบขนาน ใช้แผ่นอิเล็กโตรดจำนวน 3 คู่ ระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็กโตรด 1 เซนติเมตร ฟิวส์ขาดทันทีเมื่อเริ่มทำการทดลอง เนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่น้ำเสียในปริมาณมาก ทำให้ฟิวส์ไม่สามารถทนทานได้ จึงทำให้เกิดความร้อนและขาดได้ นอกจากนี้ในการทดลองตอนที่ 1 ทำให้ทราบถึงองค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อการบำบัดน้ำเสียโดยกระบวนการอิเล็กโตรลิซิส มีหลายประการด้วยกัน คือ ระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็กโตรด จำนวนแผ่นอิเล็กโตรด และการจัดเรียงแผ่นอิเล็กโตรด โดยเฉพาะจำนวนแผ่นอิเล็กโตรดจะมีผลมาก กล่าวคือ ถ้าพื้นที่ผิวของแผ่นอิเล็กโตรดมาก จะทำให้การนำไฟฟ้าได้ดี ดังนั้น จำนวนแผ่นอิเล็กโตรดมาก จะทำให้ความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ดี ซึ่งตรงกับผลการทดลองตอนที่ 1 ตารางที่ 1 พบว่าการทดลองที่ใช้แผ่นอิเล็กโตรดจำนวน 4 คู่ จะมีประสิทธิภาพในการลดซีโอดีได้มากที่สุด ส่วนการทดลองที่ใช้แผ่นอิเล็กโตรดจำนวน 2 คู่ จะมีประสิทธิภาพในการลดซีโอดีได้น้อยที่สุด ยกเว้นกรณีที่เกิดฟิวส์ขาด

ระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็กโตรดก็มีผลต่อการบำบัดเช่นกัน กล่าวคือ ระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็กโตรดน้อยจะทำให้การนำไฟฟ้าได้ดี ในทางกลับกันถ้าระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็กโตรดมาก จะทำให้การนำไฟฟ้าได้ไม่ดีส่งผลให้ประสิทธิภาพในการลดซีโอดีต่ำ จากผลการทดลองตอนที่ 1 ระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็กโตรดที่ 1 เซนติเมตร ฟิวส์จะขาดเนื่องกระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่น้ำเสียในปริมาณมากเกินไป ทำให้วงจรไม่สามารถทนปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผ่านจำนวนมากได้ จึงทำให้ฟิวส์ขาด ดังนั้น ระยะห่างระหว่างแผ่นอิเล็กโตรดที่ 2 เซนติเมตร จึงเป็นระยะที่เหมาะสมที่สุดในการทดลอง

การจัดเรียงแผ่นอิเล็กโตรดแบบโมโนโพลาร์แบบขนานทำให้ประสิทธิภาพในการนำกระแส ไฟฟ้าเข้าสู่น้ำเสียได้ปริมาณมาก เนื่องจากการจัดเรียงแผ่นอิเล็กโตรดแบบโมโนโพลาร์แบบขนานทำให้กระแสไฟฟ้าเข้าสู่น้ำเสียโดยผ่านแผ่นอิเล็กโตรดได้ปริมาณมากเท่า ๆ กันทุกแผ่นจึงทำให้ประสิทธิภาพการลดซีโอดีสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดเรียงแผ่นอิเล็กโตรดแบบไบโพลาร์ ที่ทำให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ปริมาณน้อย

จากการทดลองตอนที่ 2 พบว่าในช่วง 0.5 ชั่วโมงแรก มีประสิทธิภาพในการลด บีโอดี สารแขวนลอย และซีโอดี ได้ดีที่สุด เมื่อเทียบกับพลังงานที่ใช้ไป แต่เมื่อระยะเวลาที่บำบัดเพิ่มขึ้นพลังงานไฟฟ้าบางส่วนถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนทำให้เกิดการสูญเปล่า รวมทั้งหลังจากการบำบัดไปแล้ว 0.5 ชั่วโมง ประสิทธิภาพในการลด บีโอดี สารแขวนลอย และซีโอดี เริ่มลดลงอย่างช้า ๆ หากนำการบำบัดน้ำเสียโดยกระบวนการอิเล็กโตรลิซิสไปใช้งานต่อไปจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง ในกรณีที่น้ำเสียมีค่าบีโอดี สารแขวนลอย และค่าซีโอดีปริมาณมาก ๆ จึงควรนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว มาทำการบำบัดโดยวิธีทางชีวภาพต่อเพื่อลดค่าบีโอดี สารแขวนลอย และซีโอดี ให้มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดต่อไป ซึ่งจะช่วยลดขนาดระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพให้มีขนาดเล็กลงได้กว่าครึ่งหนึ่งจากเดิม และลดเวลาการบำบัดได้มากกว่า

ครั้งหนึ่งเช่นกัน หรืออาจนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดโดยกระบวนการอิเล็กโตรลิซิสแล้วสูบกลับมาบำบัดใหม่อีกครั้งจะช่วยลดค่าบีโอดี สารแขวนลอย และซีโอดี ที่เหลืออยู่ให้มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตราฐานที่กำหนดต่อไป

สำหรับกระบวนการอิเล็กโตรลิซิสมีจุดเด่นตรงที่สามารถนำมาใช้บำบัดน้ำเสียชุมชนซึ่งมีค่าบีโอดีอยู่ระหว่าง 250 – 300 mg/l ได้อย่างดีซึ่งจะใช้ระยะเวลาในการบำบัดต่ำและต้นทุนในการจัดสร้างระบบบำบัดต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบบำบัดที่ใช้อยู่ จากการทดลอง ตอนที่ 2 จะพบว่าสามารถลดค่าบีโอดี สารแขวนลอย และซีโอดี ได้ 61.72 %, 96.26 % และ 94.37 % ตามลำดับ โดยสิ้นเปลื้องพลังงานไฟฟ้าเพียง 68 W ใช้เวลาเพียง 0.5 ชั่วโมง สามารถบำบัดน้ำเสียได้ 50 ลิตรซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพและระยะเวลาในการบำบัดน้ำเสียของระบบต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียและระยะเวลาการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียแบบต่าง ๆ

ระบบบำบัด	ระยะเวลาในการบำบัด	ประสิทธิภาพในการบำบัดบีโอดี(%)
แอโรบิคแบบอัตราต่ำ	10-40 วัน	80-95
แอโรบิคแบบอัตราสูง	4-6 วัน	80-95
แอโรบิคแบบบ่ม	5-20 วัน	60-80
แฟคัลเททีฟ	5-30 วัน	80-95
แอนแอโรบิค	20-30 วัน	50-85
แอกทิเวเต็ดสลัดจ์	1-4 ชั่วโมง	80-90
กระบวนการอิเล็กโตรลิซิส	0.5-2.5 ชั่วโมง	60-75

ที่มา : Metcalf. (1991)

นอกจากนี้ยังมีจุดเด่นในการบำบัดสีและสารแขวนลอยได้ดีมากจึงเหมาะสำหรับน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม โรงพิมพ์ ได้อีกด้วย

สำหรับจุดด้อยของระบบบำบัดโดยกระบวนการอิเล็กโตรลิซิส คือประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดี สูงสุดยังมีค่าเพียง 75 % ดังนั้นน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วควรนำกลับมาบำบัดอีกครั้งโดยใช้ปั้มสูบกลับจะทำให้ประสิทธิภาพการลดบีโอดี มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

****

บรรณานุกรม

กัณฑรีย์ ศรีพงศ์พันธุ์. (2540). **มลพิษทางน้ำ**. นครปฐม : ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยศิลปากร.

กรมควบคุมมลพิษ (2545) **คุณภาพน้ำและการจัดการ** : กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

คมเพชร ปักคำวงษ์สังข์. (2545). **การวิเคราะห์การนำกลับมาใช้ใหม่ของโมเลกุลโปรตีนในน้ำเสียโดยวิธีไฟไนต์อิเลเมนต์**. วิทยานิพนธ์ปริญญา วศ.ม. (วิศวกรรมไฟฟ้า). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า คุณทหาลาดกระบัง. ฉบับอัดสำเนา.

ชาติชาย ชายตระกูล (2548) **การศึกษาประสิทธิภาพของถังบำบัดน้ำเสียโดยกระบวนการอิเล็ก โตลิซิส** ปริญญานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ฉบับอัดสำเนา.

ศิศิโรฒม์ เกตุแก้ว. (2542). **เครื่องบำบัดน้ำเสียด้วยระบบไฟฟ้า**. วิทยานิพนธ์ปริญญา วศ.ม (วิศวกรรมไฟฟ้า). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง. ฉบับอัดสำเนา.

สนอง ทองปาน (2547) **การศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงชำแหละสุกรสหกรณ์ผู้ค้าสุกรชำแหละกรุงเทพมหานคร** รายงานการวิจัย สาขาการมัธยมศึกษา กลุ่มการสอนสิ่งแวดล้อม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ฉบับอัดสำเนา.

Ding, Z. ; Min, C.W. ; & Hui, W.Q. (1987). **A study on the use of bipolar – particles electrodes in decolorization of dyeing effluents.** Wat. Sci. *Tech*. 19 : 391 – 400.

Metcalf.; Eddy.(1991).**wastewater Engineering : Treament, Disposal and Reuse**. New York : Mc Graw – Hill.

Krause, W.A. ; & Shea, E.P. (1979). **System for electrocatalytic treatment of waste waterstreams.** U.S.Pat 4, 179, 347.

Pretorius, W.; Johannes, W. ; & lempert, G. (1991). **Electrolytic iron flocculants production with a bipolar electrode in series arranement. Water** . SA. *17* : 133 – 138.

Rojo , S.A. (1979). **Apparatus for removing impurities from waste water.** U.S.Pat 4, 149, 953.