Research Article
Journal of Technological & Innovative Vocational Education: TIVE Vol. 1 * No. 1 * January – June 2024

เครื่องบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสร่วมกับระบบนาโนโอโซนและรังสียูวีซี

LIVESTOCK WASTEWATER TREATMENT SYSTEM WITH ELECTROLYSIS COMBINED WITH NANO OZONE AND UVC

ประสงค์ วงศ์แก้[1*] และ ธาดา อุ่นใจ[1]
Prasong Wongkaew[1*] and Tada Unjai[1]

Received: 20 March 2024
Revised: 15 May 2024
Accepted: 27 June 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสร่วมกับระบบนาโนโอโซนและรังสียูวีซี; เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเครื่องบำบัดน้ำเสียโดยทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าปริมาณสารของแข็งทั้งหมด (TS) ค่าความนำไฟฟ้า (EC) และอุณหภูมิของน้ำ; และเพื่อทดสอบการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำก่อน-หลังการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ ทำการวิเคราะห์ค่าสถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าทดสอบ t (t-test) ผลการวิจัยพบว่า

โครงสร้างเครื่องบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสร่วมกับระบบนาโนโอโซนและรังสียูวีซีที่มีประสิทธิภาพประกอบด้วย ชุดถังน้ำเสีย ชุดกรองหยาบและกรองละเอียด ชุดถังบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิส ชุดบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิส ควบคุมด้วยสวิตช์ S1 ชุดบำบัดน้ำเสียด้วยก๊าซโอโซน ควบคุมด้วยสวิตช์ S2 ชุดถังน้ำดี ชุดบำบัดน้ำเสียด้วยรังสียูวีซี ควบคุมด้วยสวิตช์ S3 ชุดกรองน้ำ 5 ขั้นตอน และ ชุดเก็บกากของเสีย ในส่วนผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสร่วมกับระบบนาโนโอโซนและรังสียูวีซี โดยวิเคราะห์ค่า pH ค่า TDS ค่า EC และค่าอุณหภูมิน้ำ ก่อน-หลังการบำบัด พบว่าค่า pH เฉลี่ย 4.00±0.5 และ 7.87±0.12, ค่า TDS เฉลี่ย 470.67±4.04 ppm และ 352.33±2.52 ppm, ค่า EC เฉลี่ย 934.67±5.03 µS/cm และ 674.33±4.04 µS/cm และ ค่าอุณหภูมิน้ำ เฉลี่ย 29.43± 4.04 ^{o}C และ 28.57±0.51^{o}C ตามลำดับ และพบว่าค่าเฉลี่ย ก่อน-หลัง ทั้ง 4 ค่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) และผลวิเคราะห์การปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย พบการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำดี 1 และน้ำดี 2 ลดลงเปรียบกับน้ำดื่มปกติที่ไม่มีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

คำสำคัญ : น้ำเสีย; อิเล็กโทรไลซิส; โอโซน; ยูวีซี

[1] วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50000
[1]Chaingmai Technical College Chiang Mai, Thailand 50000
*Corresponding Author; E-mail: nui.prasong@gmail.com

Abstract

The objectives of this research are to design and build a machine to treat wastewater from livestock farms using an electrolysis system combined with nano-ozone and UVC radiation; test the efficiency of wastewater from livestock farms using an electrolysis system combined with a nano-ozone system and UVC rays; and test the difference between the pH value (pH), total solid content (TS) and electrical conductivity (EC) between before and after wastewater treated of the livestock farm wastewater. Electrolysis system combined with nano ozone system and UVC radiation. By using water samples from wastewater from livestock farms. The tool used to collect data is a form recording the results of testing the efficiency of wastewater from livestock farms using an electrolysis system combined with a nano-ozone system and UVC radiation. Statistics used in data analysis are mean, standard deviation, and t-test statistics. The research results found that.

Results of the design and construction of a wastewater from a livestock farm using an electrolysis system combined with nano-ozone and UVC radiation, consisting of 1) a structural system consisting of 1) a wastewater tank set, 2) a coarse filter set and Fine filter 3) Wastewater tank set with electrolysis system 4) Wastewater treated set with electrolysis system Controlled by switch S1 5) Wastewater set with ozone gas Controlled by switch S2 6) Water tank set 7) Wastewater set with UVC rays Controlled by switch S3 8) 5-step water filter set and 9) wastewater waste collection set. In the performance test of the wastewater treat machine with electrolysis system combined with nano-ozone and UVC radiation by analyzing pH, TDS, EC and water temperature before and after treated showed that the average pH values were 4.00 ± 0.5 and 7.87 ± 0.12, the average TDS values were 470.67 ± 4.04 ppm and 352.33 ± 2.52 ppm, The average water temperature was 29.43 ± 4.04^{o}C and 28.57 ± 0.51^{o}C respectively, and it was found that the four before-after averages were highly significant ($p<0.01$). and the results of the analysis of coliform contamination by evaluating the color change of water after testing with the field coliform bacteria test kit showed that the wastewater before treatment had color values indicating contamination and after treated of wastewater by electrolysis system with nano-ozone system and UVC radiation. Coliform bacterial contamination in bile 1 and bile 2 was found to be reduced compared to normal drinking water without coliform bacterial contamination.

Keywords : Wastewater; electrolysis; ozone; UVC

บทนำ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย เป็นแหล่งกำเนิดของสัตว์น้ำและพืชพรรณหลากหลายชนิด น้ำยังมีบทบาทสำคัญในภาคการเกษตร อุตสาหกรรม และครัวเรือน มนุษย์ใช้ประโยชน์จากน้ำในการดื่มกิน ประกอบอาหาร ชำระล้างร่างกายและสิ่งสกปรกต่างๆ น้ำยังช่วยให้เกิดความอุดมสมบูรณ์แก่สิ่งมีชีวิต โดยน้ำบริสุทธิ์เป็นสิ่งที่จำเป็นต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ ในอดีตเราสามารถใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติได้ แต่ปัจจุบันปัญหาน้ำเสียกลายเป็นปัญหาใหญ่ที่เราต้องเผชิญ ซึ่งน้ำเสียนั้นเป็นของเหลวที่ผ่านการใช้แล้วทั้งที่มีกากและไม่มีกากหรือของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลว

รวมทั้งมวลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนในของเหลวนั้นจนไม่สามารถใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติได้ โดยปัญหาน้ำเสียนั้นเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ ดังนี้ 1) น้ำเสียจากชุมชน เป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันของประชาชน มาจาก อาคารบ้านเรือน ร้านค้าพาณิชย์ ตลาดสด ร้านอาหาร สถานศึกษา สถานที่ราชการ โรงแรม โรงเรียน ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น ความสกปรกในชุมชนส่วนใหญ่เป็นอินทรีย์สารที่ย่อยสลายได้โดยกระบวนการธรรมชาติ 2) น้ำเสียจากอุตสาหกรรม เป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำล้างในกระบวนการผลิตต่างๆ ซึ่งมีสมบัติแตกต่างกันตามประเภทของอุตสาหกรรม น้ำเสียอุตสาหกรรมบางแห่งอาจปนเปื้อนโลหะหนักหรือสารประกอบที่ต้องอาศัยกระบวนการบำบัดที่ซับซ้อนกว่าน้ำเสียชุมชน 3) น้ำเสียจากการเกษตร เป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตร เช่น น้ำเสียจากการล้างคอกสัตว์เลี้ยง จากนาข้าว จากฟาร์มเลี้ยงกุ้ง โดยน้ำเสียจากเกษตรกรรม ส่วนใหญ่จะปนเปื้อนสารเคมี ยาฆ่าแมลง หรือปุ๋ย และ 4) น้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์เป็นน้ำเสียจากการเกษตรที่ส่งกลิ่นเหม็นสร้างมลภาวะเป็นพิษ ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญให้กับชุมชนเป็นอย่างมากรวมทั้งเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรค ฉะนั้นจึงควรทำการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ เพื่อทำลายตัวการที่ทำให้เกิดโรค เปลี่ยนสภาพน้ำเสียให้อยู่ในสภาพที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ ไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ เช่น กลิ่นของน้ำเสีย หรือสีที่เป็นที่น่ารังเกียจ และป้องกันไม่ให้เกิดภาวะมลพิษ

ดังนั้นเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ผู้วิจัยจึงทำการบำบัดน้ำเสียด้วยหลาย ๆ วิธีร่วมกัน ได้แก่ วิธีทางไฟฟ้า การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิส โดยจะทำการแยกสารละลายต่าง ๆ ออกจากน้ำเสีย วิธีทางกายภาพ การบำบัดน้ำเสียด้วยการกรองหยาบและการกรองละเอียด และ วิธีทางเคมี การบำบัดน้ำเสียด้วยก๊าซโอโซนและรังสียูวีซี เพื่อทำการฆ่าเชื้อโรคและสลายสารพิษ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสร่วมกับระบบนาโนโอโซนและรังสียูวีซี

2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของเครื่องบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสร่วมกับระบบนาโนโอโซนและรังสียูวีซีโดยวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าปริมาณสารของแข็งทั้งหมด (TS) และค่าความนำไฟฟ้า (EC)

3. ทดสอบการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำก่อน-หลังการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์

ทบทวนวรรณกรรม

น้ำเสีย หมายถึง ของเหลวซึ่งผ่านการใช้แล้วทั้งที่มีกากและไม่มีกาก หรือของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลวรวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนในของเหลวนั้น กรมควบคุมมลพิษ (2563)

1. แหล่งกำเนิดน้ำเสีย บริษัท กรีน วอเทอร์ ทรีท จำกัด กล่าวถึงแหล่งกำเนิดน้ำเสียว่า โดยทั่วไปแล้วแบ่งแหล่งกำเนิดของน้ำเสียได้ 3 แหล่ง ได้แก่ น้ำเสียจากชุมชน เป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ใน

ชีวิตประจำวันของประชาชน น้ำเสียจากอุตสาหกรรม เป็นน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม และน้ำเสียจากการเกษตร เป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตร

2. ลักษณะและสมบัติน้ำเสีย บริษัท กรีน วอเทอร์ ทรีท จำกัด แบ่งน้ำเสียออกได้ 3 ลักษณะ คือ

2.1 ลักษณะทางกายภาพ (Physicals Characteristics) ได้แก่ สี กลิ่น อุณหภูมิ ของแข็งต่าง ๆ ความขุ่น และความหนาแน่น

2.2 ลักษณะทางเคมี (Chemicals Characteristics) ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง สารอินทรีย์ ไขมัน สารซักฟอก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ และโลหะหนัก

2.3 ลักษณะทางชีวภาพ (Biological Characteristics) จุลินทรีย์มีความสำคัญต่อการบำบัดน้ำเสียเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพราะในน้ำเสียมีจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ ในขณะเดียวกันในระบบบำบัดน้ำเสียก็ใช้จุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่งเป็นตัวย่อยสลายสิ่งสกปรกต่าง ๆ ได้แก่ แบคทีเรีย ซึ่งเป็นตัวที่ช่วยย่อยสลายสิ่งสกปรกในน้ำเสีย 95% นอกนั้นก็จะเป็น รา สาหร่าย และโปรโตซัว

3. องค์ประกอบของน้ำเสีย วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี (2563) รายงานถึงองค์ประกอบของน้ำเสีย ไว้ดังนี้น้ำ > 90 เปอร์เซ็นต์ จะถูกเทหรือราดลงไปตอนชำระล้างเพื่อส่งของเสียลงท่อระบายน้ำ ปนเปื้อนเชื้อโรค เช่นแบคทีเรีย ไวรัส พรีออนและพยาธิ แบคทีเรียที่ไม่ทำให้เกิดโรค; อนุภาคอินทรีย์ เช่นอุจจาระ ขน อาหาร อาเจียน เส้นใยกระดาษ วัสดุจากพืช ปุ๋ยอินทรีย์; สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ เช่นยูเรีย น้ำตาลผลไม้ โปรตีนที่ละลายน้ำได้ ยา; อนุภาคอนินทรีย์ เช่นทราย กรวด อนุภาคโลหะ เซรามิก; สารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ เช่น แอมโมเนีย เกลือทะเล ไซยาไนด์ ก๊าซไข่เน่า thiocyanates, thiosulfates; สัตว์ เช่นโปรโตซัว แมลง ปลาขนาดเล็ก; ของแข็ง เช่นผ้าอนามัย ผ้าอ้อม ถุงยางอนามัย เข็ม ของเล่นเด็ก สัตว์ที่ตายหรือพืช; แก๊ส เช่นแก๊สไข่เน่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน อิมัลชัน เช่นสี กาว มายองเนส สีผม emulsified น้ำมัน และสารพิษ เช่นสารกำจัดศัตรูพืช สารพิษ สารเคมีกำจัดวัชพืช

4. พารามิเตอร์ของน้ำเสีย

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้กล่าวถึง พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ มีดังนี้

4.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) เป็นค่าที่บอกถึงค่าความเป็นกรด–ด่างของน้ำเสียโดยทั่วไป

4.2 บีโอดี (BOD : Biochemical Oxygen Demand) เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้โดยวิธีทางชีววิทยาให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ดังนั้นแหล่งน้ำที่มีค่าบีโอดีสูงย่อมหมายถึงมีความสกปรกหรือสารอินทรีย์ ในน้ำสูงเนื่องจากจุลินทรีย์ ต้องใช้ปริมาณออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำปริมาณมาก

4.3 ซีโอดี (COD : Chemical Oxygen Demand) เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการเพื่อใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยวิธีทางเคมีให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำโดยที่สารอินทรีย์เกือบทั้งหมด (95-100%) จะสามารถย่อยสลายได้ ซึ่งค่าซีโอดีที่วิเคราะห์ได้จากแหล่งน้ำเดียวกัน

จะสูงกว่าค่าบีโอดีเนื่องจากความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยวิธีทางเคมีจะสูงกว่าความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์หรือวิธีทางชีววิทยา เนื่องจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยวิธีทางชีววิทยาไม่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์จำพวกสารประกอบแอลิฟาติก (Straight-chain aliphatic compound) อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Aromatic hydrocarbon) ไพรีดีน (Pyridine) บีเทน (Betaine) แต่การย่อยสลายสารอินทรีย์โดยวิธีทางเคมีสามารถย่อยสลายได้

4.4 ปริมาณสารของแข็งทั้งหมด (Total Solids: TS) ปริมาณสารที่เป็นของแข็งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำเสียทั้งหมดทั้งที่ละลายน้ำได้และไม่ละลายน้ำประกอบด้วยของแข็งตกตะกอน (Settle able solids) ของแข็งละลาย (Dissolved Solids) ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) และของแข็งระเหยง่าย (Volatile solids) ซึ่งหากในน้ำเสียมีปริมาณของแข็งดังกล่าวอยู่ในปริมาณมากก่อให้เกิดการตื้นเขินของบ่อน้ำหรือแหล่งน้ำ นอกจากนี้ของแข็งที่มีอยู่ในน้ำจะบดบังแสงแดดที่ส่องลงสู่แหล่งน้ำโดยสังเกตเห็นความสกปรกและความขุ่นในแหล่งน้ำได้อย่างชัดเจน

4.5 ไนโตรเจน (Nitrogen) และฟอสฟอรัส (Phosphorus) เป็นธาตุอาหารสำคัญสำหรับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตดังนั้นการปล่อยน้ำเสียที่มีสารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงทำให้เกิดการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณของสาหร่าย อย่างรวดเร็ว (Algal Bloom) เป็นผลให้ระดับออกซิเจนในน้ำลดต่ำมากในช่วงกลางคืนและอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น

4.6 โคลิแบคทีเรีย (Coliform Bacteria) แม้จะไม่ใช่พารามิเตอร์ที่ถูกกำหนดมาตรฐานเพื่อควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรแต่ก็เป็นดัชนีที่สำคัญเพราะใช้บ่งชี้ถึงความสกปรกที่ปนเปื้อนมาจากสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์โดยที่แบคทีเรียกลุ่มโคลินี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์ โดยไม่ก่อให้เกิดโรค แต่หากพบแบคทีเรียกลุ่มนี้ในแหล่งน้ำมาก ๆ อาจจะแสดงได้ว่าแหล่งน้ำนั้นมีโอกาสที่จะมีเชื้อโรคบางชนิดแพร่กระจายปะปนอยู่ในแหล่งน้ำได้ เช่น อหิวาต์บิดและไทฟอยด์ เป็นต้น

4.7 ค่าความนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity: EC) คือ ค่าความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าเกลือหรือสารเคมีอื่น ๆ ที่ละลายในน้ำ ซึ่งช่วยในการระบุความบริสุทธิ์ของน้ำ ยิ่งน้ำบริสุทธิ์ ค่าการนำไฟฟ้ายิ่งต่ำ เช่น น้ำกลั่นเกือบจะเป็นฉนวน แต่น้ำเค็มเป็นตัวนำไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพมาก

สรุปได้ว่า พารามิเตอร์ของน้ำเสียประกอบด้วย ความเป็นกรด-ด่าง บีโอดี ซีโอดี ปริมาณสารของแข็งทั้งหมด ไนโตรเจน (Nitrogen) และฟอสฟอรัส โคลิแบคทีเรีย และค่าความนำไฟฟ้า

วรากรณ์ พูลจันทร์ และ กรองกาญจน์ มหาชนะวงศ (2563) รายงานผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีถังกรองไร้อากาศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและทดลองหาระยะเวลาเก็บกักที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีถังกรองไร้อากาศทำการทดลองโดยการสร้างถังบำบัดน้ำเสียซึ่งคำนวณจาก BOD loading ของตัวกลางกรองและใช้น้ำเสียจากบ่อหมักไขมันของโรงประกอบอาหารโรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราชที่มีค่า BOD 400–500 มิลลิกรัมต่อลิตรกำหนดอัตราการไหลอยู่ที่ 150 ลิตรต่อวันใช้ตัวกลางกรองรูปทรงถังเบียร์ขนาดพื้นที่ผิว 170 ตารางเมตรต่อลูกบาศก์เมตรมีค่าอัตราการกำจัด BOD = 0.63 kg-BOD/m^2/d ทดลองที่ระยะเวลาเก็บกัก 29, 30, 31 และ 32 ชั่วโมงตามลำดับผลการทดลองพบว่า

ระยะเวลาการเก็บกัก 29 ชั่วโมงค่า BOD-removal= 63%, ระยะเวลาการเก็บกัก 30 ชั่วโมงค่า BOD-removal = 66% ระยะเวลาการเก็บกัก 31 ชั่วโมงค่า BOD-removal = 70% และระยะเวลาการเก็บกัก 32 ชั่วโมงค่า BOD-removal = 72% โดยระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดของการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีถังกรองไร้อากาศคือระยะเวลาการเก็บกักที่ 31 ชั่วโมงเนื่องจากได้ค่า BOD-removal = 70% และค่า pH = 7.17 ถึงแม้จะเพิ่มระยะเวลาการเก็บกักเป็น 32 ชั่วโมงแต่ค่าเปอร์เซ็นต์ของ BOD-removal เพิ่มขึ้นเพียง 2% ซึ่งไม่คุ้มค่ากับงบประมาณและระยะเวลากักเก็บที่เพิ่มขึ้นโดยผลการวิจัยในครั้งนี้เป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบขนาดที่เหมาะสมของถังบำบัดแบบกรองไร้อากาศซึ่งมีผลทำให้ต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียลดลง

มงคล พัชรวงศ์สิริ (2564) รายงานวิจัยประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากโรงแรมและรีสอร์ทโดยใช้พื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์แบบผสม ระบบบำบัดน้ำเสียชีวภาพ ที่ทำการวิจัยนี้เพื่อแก้ไขปัญหาการปล่อยน้ำเสียของโรงแรมและรีสอร์ท ที่มีลักษณะของน้ำเสียจากการประกอบอาหาร เศษอาหาร เครื่องปรุง คราบน้ำมัน การชำระล้าง ผงซักฟอกและน้ำยาล้างห้องน้ำ ดังนั้นการใช้พื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์แบบผสมทดลอง สลับใช้พืช 4 ชนิด ผักกูด บัวอเมซอล เตยหอม และบัวบก เพื่อหาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงแรมและรีสอร์ทของพืชแต่ละชนิด ซึ่งพบว่า น้ำเสียที่ไหลผ่านระบบบำบัดพื้นที่ชุมน้ำประดิษฐ์ผสม โดยพื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์แบบไหลผ่านผิวดิน 1 ถัง ที่อัตราการไหล 0.1221 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และพื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์แบบไหลผ่านตัวกลาง 2 ถัง ที่อัตราการไหล 0.1361 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ระยะเวลาผ่านระบบ 9 วัน การทดลองพบว่าพืชที่มีผลบำบัดดีที่สุด คือ ผักกูด โดยมีประสิทธิภาพการบำบัด ค่าบีโอดี ร้อยละ 94.27 ค่าซีโอดี ร้อยละ 96.67 ค่าของแข็งละลายน้ำ ร้อยละ 25.72 ค่าสารแขวนลอย ร้อยละ 95.62 ค่าน้ำมันและไขมัน ร้อยละ 99.60 ค่าทีเคเอ็น ร้อยละ 92.67 และค่าความเป็นกรดและด่าง อยู่ที่ 6.70 และมีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ดำเนินการสร้างเครื่องบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสร่วมกับระบบนาโนโอโซนและรังสียูวีซี ตามแบบ พร้อมกับปรับปรุงแก้ไขตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยกำหนดคุณลักษณะของโครงสร้างและการทำงาน ดังนี้

1) ระบบโครงสร้าง ประกอบด้วย (1) ชุดถังน้ำเสีย (2) ชุดกรองหยาบและกรองละเอียด (3) ชุดถังบำบัดน้ำเสีย (4) ชุดบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิส (5) ชุดบำบัดน้ำเสียด้วยก๊าซโอโซน (6) ชุดถังน้ำดี (7) ชุดบำบัดน้ำเสียด้วยรังสียูวีซี (8) ชุดกรองน้ำ 5 ขั้นตอน และ (9) ชุดเก็บกากของเสียของน้ำเสีย

2) ระบบการทำงาน มีดังนี้ (1) ปั๊มน้ำดูดนำน้ำเสียมาบรรจุในชุดถังน้ำเสีย (2) ปั๊มน้ำดูดน้ำเสียจากชุดถังน้ำเสียเข้าสู่ชุดถังบำบัดน้ำเสียผ่านชุดกรองหยาบประมาณ 30 ลิตร (3) ชุดบำบัดน้ำเสียด้วยอิเล็กโทรไลซิส จะทำการแยกสารละลายในน้ำเสียออกจากน้ำเสีย โดยสารละลายที่เบาจะลอยขึ้นบนผิวน้ำ ส่วนสารละลายที่หนักจะตกลงข้างล่างถังบำบัดน้ำเสีย ทำให้น้ำเสียมีลักษณะใสขึ้น (4) ทำการเปิดวาล์วจากชุดถังบำบัดน้ำ

เสียผ่านชุดกรองหยาบและกรองละเอียดเข้าสู่ชุดบำบัดน้ำเสียด้วยก๊าซโอโซน เพื่อทำการฆ่าเชื้อโรคและสลายสารพิษ (5) เปิดวาล์วจากชุดบำบัดน้ำเสียด้วยก๊าซโอโซนเข้าสู่ชุดถังน้ำดี ซึ่งน้ำจากถังน้ำดีนี้กำหนดให้เป็นน้ำดี 1 สามารถนำไปใช้ในการอุปโภค (6) ทำการเปิดวาล์วสามทางอันที่ 1 ของชุดถังน้ำดี จะทำให้ปั๊มน้ำปั๊มน้ำให้ไหลเวียนเข้าสู่ชุดบำบัดน้ำเสียด้วยรังสียูวีซีเพื่อฆ่าเชื้อโรคซ้ำอีกครั้งหนึ่ง แล้วปล่อยลงสู่ชุดถังน้ำดีวนเวียนไปเช่นนี้จนกว่าจะฆ่าเชื้อโรคให้หมดไป (7) เมื่อทำการปิดวาล์วสามทางอันที่ 1 เปิดวาล์วสามทางอันที่ 2 ปั๊มน้ำจะทำการปั๊มน้ำในชุดถังน้ำดีให้ไหลผ่านชุดกรองน้ำ 5 ขั้นตอน เพื่อทำการกรองน้ำให้กลายเป็นน้ำสะอาดที่สามารถบริโภคหรือใช้ดื่มได้ กำหนดให้เป็นน้ำดี 2

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการรวบรวมข้อมูลการทดสอบดังนี้

2.1 จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสร่วมกับระบบนาโนโอโซนและรังสียูวีซี เครื่องบำบัดน้ำเสียฯ จะทำการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบต่าง ๆ ตามหัวข้อ 2.2) โดย (1) ชุดบำบัดน้ำเสียด้วยอิเล็กโทรไลซิส จะทำการแยกสารละลายต่าง ๆ ในน้ำเสียออกจากน้ำเสีย ทำให้น้ำเสียมีลักษณะใสขึ้น (2) ระบบก๊าซโอโซนและแสง UVC จะทำการฆ่าเชื้อโรคและสลายสารพิษ กำหนดให้เป็นน้ำดี 1 และ (3) ชุดกรองน้ำ 5 ขั้นตอน จะทำการกรองน้ำให้กลายเป็นน้ำสะอาดที่สามารถบริโภคได้ กำหนดให้เป็นน้ำดี 2

2.2 นำน้ำดี 1 (ก่อนการบำบัด) และน้ำดี 2 (หลังการบำบัด) มาทำการตรวจวัดค่าต่างๆ ดังนี้

2.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้กระดาษลิตมัส

2.2.2 ปริมาณสารของแข็งทั้งหมด (TDS) ด้วยเครื่องวัด TS และ EC

2.2.3 ปริมาณ EC ด้วยเครื่องวัด TS และ EC

2.2.4 ปริมาณเชื้อโรคโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ด้วยชุดตรวจสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรียภาคสนาม โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ทำความสะอาดมือด้วยสำลีชุบแอลกอฮอลล์ 70% เพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อโรค

2) ใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้หมุนคลายฝาขวดทดสอบโดยไม่ให้นิ้วมือโดนปากขวดทดสอบ และใช้นิ้วนางและนิ้วก้อยหนีบฝาขวดไว้โดยไม่วางฝาขวดบนพื้น

3) เติมน้ำตัวอย่างที่ต้องการทดสอบจนถึงขีดที่ 4 ของขวดทดสอบ ใช้นิ้วชี้รับน้ำหนักของภาชนะสำหรับรินน้ำในขณะเทตัวอย่างน้ำลงในขวดทดสอบ อย่าให้ภาชนะหรือปากก๊อกน้ำโดนปากขวดทดสอบและให้อยู่ห่างจากปากขวดทดสอบประมาณ 1 เซนติเมตร

4) ปิดฝาขวดทดสอบ โดยหมุนขวดทดสอบเบา ๆ ระวังอย่าให้อาหารตรวจเชื้อสัมผัสปากขวดทดสอบ ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-40^{o}C) เป็นเวลานาน 24-48 ชั่วโมง

5) ทำการอ่านผลการทดสอบ

5.1) ถ้าสีของน้ำในขวดทดสอบมีสีเป็นสีม่วงหรือไม่เปลี่ยนสีแสดงว่าไม่มีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

5.2) ถ้าสีของน้ำในขวดทดสอบเปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองแสดงว่ามีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

2.2.5 วัดอุณหภูมิของน้ำ ด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิ

2.3 ทำการทดลองวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ (ตั้งแต่ข้อ 2.2.1-2.2.5) ของน้ำที่ได้จากการบำบัดน้ำเสีย จำนวน 3 ครั้ง และทำการบันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย

2.4 ทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

3. การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. ผลการออกแบบและสร้างเครื่องบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสร่วมกับระบบนาโนโอโซนและรังสียูวีซี ประกอบด้วย ชุดถังน้ำเสีย ชุดกรองหยาบและกรองละเอียด ชุดถังบำบัดน้ำเสีย ชุดบำบัดน้ำเสียด้วยอิเล็กโทรไลซิส ชุดบำบัดน้ำเสียด้วยก๊าซโอโซน ชุดถังน้ำดี ชุดบำบัดด้วยรังสียูวีซี และชุดกรองน้ำ 5 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสฯ

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของเครื่องบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสร่วมกับระบบนาโนโอโซนและรังสียูวีซี ผลการทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย ก่อนและหลังการบำบัด พบว่า ค่า pH (ก่อน) การบำบัดเฉลี่ย 4.00±0.5 (หลัง) มีค่าเฉลี่ย 7.87±0.12 ค่า TDS (ก่อน) การบำบัดเฉลี่ย 470.67±4.04 ppm (หลัง) เฉลี่ย 352.33±2.52 ppm ค่า EC (ก่อน) การบำบัดเฉลี่ย 934.67±5.03 µS/cm (หลัง) เฉลี่ย 674.33±4.04 µS/cm ค่าอุณหภูมิน้ำเสีย (ก่อน) การบำบัดเฉลี่ย 29.43±4.04°C อุณหภูมิ (หลัง) เฉลี่ย 28.57±0.51°C (ตารางที่ 1) ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ พบว่า ค่าที่วัดทั้ง 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของเครื่องบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสร่วมกับระบบนาโนโอโซนและรังสียูวีซี

ครั้งที่	ชนิดของน้ำทดสอบ	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	TS (ppm)	EC (µS/cm)	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	อุณหภูมิ (°C)
1	น้ำเสีย (Before)	4.5	467	934	มีเชื้อโรค	29.80
		3.5	470	940	มีเชื้อโรค	29.00
		4.0	475	930	มีเชื้อโรค	29.50
		$\bar{X}$ 4.00±0.50	470.67±4.04	934.67±5.03	มีเชื้อโรค	29.43±0.40
2	น้ำดี 1 (After 1)	7.6	317	664	ไม่มีเชื้อโรค	29.00
		7.5	310	670	ไม่มีเชื้อโรค	29.50
		7.5	319	680	ไม่มีเชื้อโรค	29.70
		$\bar{X}$ 7.53±0.06	315.33±4.73	671.33±8.08	ไม่มีเชื้อโรค	29.40±0.36
3	น้ำดี (After 2)	7.8	352	678	ไม่มีเชื้อโรค	28.00
		8.0	355	675	ไม่มีเชื้อโรค	29.00
		7.8	350	670	ไม่มีเชื้อโรค	28.70
		$\bar{X}$ 7.87± 0.12	352.33± 2.52	674.33±4.04	ไม่มีเชื้อโรค	28.57±0.51
4	น้ำดื่มปกติ	7.0	27	54	ไม่มีเชื้อโรค	27
		7.0	28	55	ไม่มีเชื้อโรค	27
		7.0	27	53	ไม่มีเชื้อโรค	27
		$\bar{X}$ 7.00±0.01	27.33±0.58	54.00±1.0	ไม่มีเชื้อโรค	27±0.01

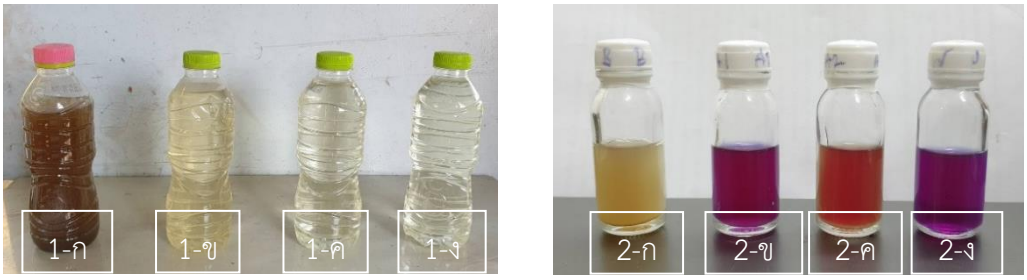
หมายเหตุ: *เริ่มทดลอง 11:30 นาฬิกา เสร็จสิ้นเวลา 13:15 นาฬิกา รวมเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง 45 นาที ใช้แรงดันไฟฟ้า 21.9 V 50.7 A คิดเป็นกำลังไฟฟ้า 1,110.33 Watt คิดเป็นพลังงานไฟฟ้า 1.94308 kW-h*

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบค่า pH ค่า TS และค่า EC ระหว่างก่อนและหลังการบำบัดน้ำเสียของเครื่องบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสร่วมกับระบบนาโนโอโซนและรังสียูวีซี

รายการทดสอบ	การทดสอบ	n	$\bar{X}$	SD	df	t-value	Sig.
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ก่อน (Before)	3	4.00	0.50	2	11.11	0.01
	หลัง (After)	3	7.87	0.12			
ค่าปริมาณสารของแข็งทั้งหมด (TS)	ก่อน (Before)	3	470.67	4.04	2	35.50	0.01
	หลัง (After)	3	352.33	2.52			
ค่าความนำไฟฟ้า (EC)	ก่อน (Before)	3	934.67	5.03	2	100.00	0.01
	หลัง (After)	3	674.33	4.04			

ผลการทดสอบการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรียก่อนและหลังการบำบัดน้ำเสีย ด้วยเครื่องบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสร่วมกับระบบนาโนโอโซนและรังสียูวีซี ซึ่งการวิเคราะห์การปนเปื้อนของโคลิฟอร์ม อธิบายจากสีของน้ำในขวด หากมีสีเป็นสีม่วงหรือไม่เปลี่ยนสีแสดงว่าไม่มีการปนเปื้อนของโคลิ

ฟอร์มแบคทีเรียและหากเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแสดงว่ามีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งการทดสอบพบว่า น้ำเสียก่อนการบำบัด (1-ก) มีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (2-ก) น้ำดี 1 (1-ข) ไม่มีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (2-ข) น้ำดี 2 (1-ค) ไม่มีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (2-ค) และ น้ำดื่มปกติ (1-ง) ไม่มีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (2-ง)



(1) ก่อนการทดสอบ (2) หลังการทดสอบ

ภาพที่ 2 ผลการทดสอบการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรียก่อนและหลังการบำบัดน้ำเสีย

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

2.1 จากผลการวิจัยที่พบว่า ผลการออกแบบและสร้างเครื่องบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสร่วมกับระบบนาโนโอโซนและรังสียูวีซี ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ 1.1 ระบบโครงสร้าง ประกอบด้วย 1) ชุดถังน้ำเสีย 2) ชุดกรองหยาบและกรองละเอียด 3) ชุดถังบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิส 4) ชุดบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิส 5) ชุดบำบัดน้ำเสียด้วยก๊าซโอโซน 6) ชุดถังน้ำดี 7) ชุดบำบัดน้ำเสียด้วยรังสียูวีซี 8) ชุดกรองน้ำ 5 ขั้นตอน และ 9) ชุดเก็บกากของเสียของน้ำเสีย และ 1.2 ระบบการทำงาน ซึ่งมีการทำงาน ดังนี้ 1) ปั๊มน้ำดูดนำน้ำเสียมาบรรจุในชุดถังน้ำเสีย 2) ปั๊มน้ำดูดน้ำเสียจากชุดถังน้ำเสียเข้าสู่ชุดถังบำบัดน้ำเสียผ่านชุดกรองหยาบประมาณ 30 ลิตร 3) ชุดบำบัดน้ำเสียด้วยอิเล็กโทรไลซิส จะทำการแยกสารละลายต่าง ๆ ออกจากน้ำเสีย โดยสารละลายที่เบาจะลอยขึ้นบนผิวน้ำ ส่วนสารละลายที่หนักจะตกลงข้างล่างถังบำบัดน้ำเสีย ทำให้น้ำเสียมีลักษณะใสขึ้น 4) น้ำที่ผ่านการบำบัดด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสจะไหลเข้าสู่ชุดถังบำบัดด้วยก๊าซโอโซนผ่านชุดกรองหยาบและกรองละเอียดเพื่อฆ่าเชื้อโรคและสลายสารพิษด้วยชุดบำบัดน้ำเสียด้วยก๊าซโอโซน ทำให้กลายเป็นน้ำที่สะอาดปราศจากเชื้อโรคและสารพิษ 5) เปิดวาล์วจากชุดถังบำบัดน้ำเสียด้วยก๊าซโอโซนน้ำที่สะอาดปราศจากเชื้อโรคและสารพิษจะไหลเข้าสู่ชุดถังน้ำดี เมื่อทำการเปิดวาล์วสามทางอันที่ 1 ของชุดถังน้ำดี ปั๊มน้ำจะดูดน้ำในถังน้ำดีให้ไหลเวียนเข้าสู่ชุดบำบัดน้ำเสียด้วยรังสียูวีซีเพื่อฆ่าเชื้อโรคซ้ำอีกครั้งหนึ่ง แล้วปล่อยลงสู่ชุดถังน้ำดีวนเวียนไปเช่นนี้จนกว่าจะฆ่าเชื้อโรคให้หมดไป น้ำดีที่ได้จะสะอาดสามารถนำไปใช้เพื่อการอุปโภคได้ 6) เมื่อทำการปิดวาล์วสามทางอันที่ 1 เปิดวาล์วสามทางอันที่ 2 ปั๊มน้ำจะดูดน้ำในชุดถังน้ำดีให้ไหลผ่านชุดกรองน้ำ 5 ขั้นตอน เพื่อทำการกรองน้ำให้กลายเป็นน้ำสะอาดที่สามารถบริโภคหรือใช้ดื่มได้ และ 7) เมื่อเปิดวาล์วของชุดถังบำบัดน้ำ

เสียด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิส กากของเสียเหลืออยู่ในจะไหลลงสู่ชุดเก็บกากของเสีย เพราะว่า เครื่องบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสร่วมกับระบบนาโนโอโซนและรังสียูวีซี ทำงานโดยใช้ระบบอิเล็กโทรไลซิส โดยเมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงขั้วบวกเข้าที่ขั้วแอโนด (+) และขั้วลบเข้าที่ขั้วแคโถด (-) สารละลายต่าง ๆ ของน้ำเสียจะเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ที่นำไฟฟ้าได้ ไอออนบวกวิ่งไปรับอิเล็กตรอนที่ขั้วลบ เกิดปฏิกิริยารีดักชัน และไอออนลบ วิ่งไปให้อิเล็กตรอนที่ขั้วบวกเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยาทั้งสองทำให้สารละลายรวมตัวกันเป็นสารประกอบที่แยกตัวออกจากน้ำ โดยสารประกอบที่เบาจะลอยขึ้นด้านบน และสารประกอบหนักจะตกลงด้านล่าง จึงทำให้น้ำเสียมีลักษณะใสขึ้น กลายเป็นน้ำดีที่สะอาด ต่อมาผ่านชุดกรองหยาบและการกรองละเอียด จึงทำให้ได้น้ำดีที่สะอาดยิ่งขึ้นแต่ยังมีเชื้อโรคและสารเคมีปนเปื้อนอยู่ เมื่อนำมาผ่านการบำบัดด้วยวิธีทางเคมี ได้แก่ การบำบัดน้ำเสียด้วยก๊าซโอโซนและรังสียูวีซีเพื่อทำการฆ่าเชื้อโรคและสลายสารพิษ ซึ่งจะทำให้ได้น้ำดีที่ปราศจากเชื้อโรคและสารพิษปนเปื้อนซึ่งสามารถนำไปใช้ในการอุปโภคได้ทันที แต่หากต่อมาทำการกรองในขั้นสุดท้ายด้วยเครื่องกรอง 5 ขั้นตอน จะทำให้ได้น้ำสะอาดที่สามารถนำไปบริโภคได้ในที่สุด

2.2 จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของเครื่องบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ด้วยระบบอิเล็กโทรไลซิสร่วมกับระบบนาโนโอโซนและรังสียูวีซี พบว่า ผลการทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย พบว่า ค่า pH (ก่อน) การบำบัดเฉลี่ย 4.00±0.5 หลังบำบัด มีค่าเฉลี่ย 7.87±0.12 ค่า TDS (ก่อน) การบำบัดเฉลี่ย 470.67±4.04 ppm หลังบำบัด เฉลี่ย 352.33±2.52 ppm ค่า EC (ก่อน) การบำบัดเฉลี่ย 934.67±5.03 µS/cm หลังบำบัดเฉลี่ย 674.33±4.04 µS/cm ค่าอุณหภูมิน้ำเสีย (ก่อน) การบำบัดเฉลี่ย 29.43±4.04^{o}C อุณหภูมิหลังบำบัด เฉลี่ย 28.57±0.51^{o}C ซึ่งผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การวัดค่าทั้ง 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) และผลการทดสอบการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียพบว่าหลังการบำบัดการปนเปื้อนลดลง โดยประเมินค่าจากสีของน้ำที่เปลี่ยนแปลงสีของน้ำใกล้เคียงกับน้ำปกติที่ไม่มีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ทั้งนี้เพราะว่า ระบบอิเล็กโทรไลซิสสามารถแยกสารละลายออกจากน้ำจึงทำให้น้ำเสียกลายเป็นน้ำดี รวมทั้ง ก๊าซโอโซนทำหน้าที่ฆ่าเชื้อโรคและสลายสารพิษ และรังสียูวีซีทำหน้าที่ในการฆ่าเชื้อโรคและชุดกรอง 5 ขั้นตอน ทำหน้าที่กรองน้ำให้สะอาดยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ วรากรณ์ พูลจันทร์ และกรองกาญจน์ มหาชนะวงศ์ (2563) ที่รายงานผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีถังกรองไร้อากาศ และสอดคล้องกับ มงคล พัชรวงศ์สิริ ที่รายงานผลประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากโรงแรมและรีสอร์ทโดยใช้พื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์แบบผสมที่พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างที่มีค่าใกล้เคียงกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ภายใต้โครงการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์เพื่อเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรม

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2563). *คู่มือการจัดการน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์โดยใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ เอบีอาร์*. https://www.pcd.go.th/publication

บริษัท กรีน วอเทอร์ ทรีท จำกัด. (2558). *น้ำเสียหมายถึง*. https://www.greenwatertreat.com

มงคล พัชรวงศ์สิริ. (2564). ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากโรงแรมและรีสอร์ทโดยใช้พื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์แบบผสม. *วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 11*(2), 1-13.

วรากรณ์ พูลจันทร์ และ กรองกาญจน์ มหาชนะวงศ์. (2563). การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีถังกรองไร้อากาศ. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 15*(2), 57-68.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2563). *น้ำเสีย*. https://th.wikipedia.org/wiki