

ผลการศึกษาไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย RESULTS OF STUDY OF PREFABRICATED FILTERS FOR WASTEWATER TREATMENT

ทิพรัตน์ ขุนรักษ์¹ ราชนัย ไชยภาค² บัณฑิตศักดิ์ ศรีโสภา³

Thiparat Khunruk¹ Rachan Chaiyakat² Bandidsak Srisopa³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวัสดุและสารที่มีคุณสมบัติในการดูดซับสารพิษตกค้างไม่พึงประสงค์ มีคุณสมบัติในการกรองสารแขวนลอย และคุณสมบัติในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำเพื่อนำมาเป็นวัสดุในการทำไส้กรองน้ำสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย วัสดุที่นำมาศึกษา ได้แก่ แมกนีสิโอไลต์ แอนทราไซด์ โพลีเอสเตอร์เรซิน ถ่านกัมมันต์ ถ่านไม้ อีเอ็มซีท และทรายทะเล มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำไส้กรองสำเร็จรูป และมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพน้ำที่ผ่านการกรองด้วยไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย โดยศึกษาทั้งลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางเคมี และลักษณะทางชีวภาพซึ่งลักษณะทางกายภาพ ศึกษาจากความขุ่นของน้ำที่เกิดจากของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ อุณหภูมิ และ ค่า pH ลักษณะทางเคมีศึกษาจากปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ด้วยวิธีการตรวจแบบ Azide Modification of Iodometric Method ลักษณะทางชีวภาพศึกษาจากปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ ผลการทดลองพบว่า วัสดุและสารแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการกรองน้ำเสียแตกต่างกัน และเมื่อนำวัสดุที่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติแล้ว มาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสียพบว่า น้ำที่ผ่านการกรองด้วยไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสียมีลักษณะที่ดีขึ้น ทั้งทางกายภาพ ลักษณะทางเคมี และลักษณะทางชีวภาพ

คำสำคัญ : น้ำเสีย ไส้กรอง ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

¹⁻³ วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย, สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

*Corresponding Author, E-mail : khwanburi@gmail.com

Abstract

The purpose of this research is to study materials and substances that have toxic adsorption properties. Has the ability to absorb unwanted odors in filtering suspended solids and the ability to eliminate microorganisms in the water to be used as materials for making ready-made water filters for wastewater treatment The materials used in the study were manganese zeolite, anthracite, polyester resin, activated carbon, wood charcoal, EM sheet and sea sand. The objective is to study the optimum ratio for making ready-made filter cartridges. And the objective is to study water efficiency. that is filtered by a pre-filtered wastewater treatment by studying both physical characteristics chemical nature and biological characteristics which physical Study from turbidity of water caused by suspended solids, temperature and pH. Chemical characteristics are studied from the amount of dissolved oxygen (DO) by Azide Modification of Iodometric Method. Be sure to study the amount of coliforms in the water to determine the mixture and the individual substances that have purification properties. Filter ready-made information on your website. Here comes the water that needs to be filtered with ready-made filter blocks. This will make both the analytical information provided. and have downloadable characteristics

Keywords : Wastewater Filter Dissolved oxygen

1. บทนำ

สภาพปัจจุบันปัญหาการปล่อยน้ำเสียจากครัวเรือนของแต่ละชุมชนยังเป็นปัญหาสำคัญ ในแต่ละชุมชนมีการใช้น้ำในการอุปโภค บริโภคภายในครัวเรือน มีการปล่อยน้ำเสีย จากการใช้ในชีวิตประจำวัน ลงสู่แม่น้ำลำคลอง โดยไม่มีการกรองหรือการบำบัดก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำ [1] การรายงานคุณภาพแหล่งน้ำในประเทศไทย ปี 2559 กรมควบคุมมลพิษได้รายงานการตรวจสอบแหล่งน้ำทั่วประเทศไทย 65 แห่ง จากจุดตรวจวัดคุณภาพน้ำ 366 จุด ในประเทศ ดำเนินการตรวจวัด 4 ครั้ง ตั้งแต่เดือนมกราคม - ธันวาคม 2558 พบว่า คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี มีร้อยละ 34 คุณภาพน้ำพอใช้ มีร้อยละ 41 และคุณภาพน้ำอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม มีถึงร้อยละ 25 แต่ในรายงานของ ปี 2562 โดยกรมควบคุมมลพิษ ได้กล่าวถึงภาพรวมของแหล่งน้ำในประเทศไทยที่สำรวจปี 2561 อยู่ในเกณฑ์ที่ดีขึ้น มีแหล่งน้ำที่มีดัชนีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี ร้อยละ 45 คุณภาพน้ำพอใช้ มีร้อยละ 43 และคุณภาพน้ำเสื่อมโทรม มีร้อยละ 12 [2]

สาเหตุที่ทำให้แม่น้ำลำคลองกลายเป็นน้ำเน่าเสียมาจากน้ำเสีย 3 แหล่ง คือ น้ำเสียที่เกิดจากชุมชน (Domestic Wastewater) ได้แก่ การทิ้งขยะลงแม่น้ำลำคลองอยู่เป็นประจำจึงทำให้ออกซิเจนในอากาศไม่สามารถละลายน้ำได้ทำให้น้ำเสีย แหล่งน้ำเสียที่เกิดจากอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater) ได้แก่ การปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งปนเปื้อนสารเคมีต่าง ๆ เช่น กากน้ำตาล สารย้อมผ้า เป็นต้น และแหล่งน้ำเสียที่เกิดจากเกษตรกรรม (Agricultural Wastewater) ได้แก่ การระบายน้ำจากไร่นาที่มีการปนเปื้อนเคมีจากการเกษตร เช่นยาฆ่าแมลง ยากำจัดศัตรูพืช และปุ๋ยเคมี ลงสู่แม่น้ำลำคลอง [3]

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นผู้จัดทำได้ตระหนักถึงปัญหาน้ำเน่าเสียและทำให้สูญเสียโอกาสที่จะได้ใช้ทรัพยากรน้ำที่มีคุณค่า ดังนั้นจึงจัดทำวิจัยเรื่อง ผลการศึกษาไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสียขึ้นเพื่อศึกษาคุณสมบัติของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย รวมถึงศึกษาประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้ไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย เพื่อนำผลการวิจัยมาเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา น้ำเน่าเสียบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม ให้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ และอนาคตเป็นการต่อยอดเชิงพาณิชย์ เป็นการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ต่อไป

2. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัย เรื่อง“ผลการศึกษาไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย” คณะผู้จัดทำวิจัยได้ศึกษาเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยจำแนกเป็นหัวข้อ ดังนี้

1. ไส้กรอง

ไส้กรองน้ำสำหรับเครื่องกรองน้ำ ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากที่สุด ด้วยไส้กรองนั้นเป็นอุปกรณ์สำคัญสำหรับการกรอง หากขาดไส้กรองแล้วเครื่องกรองน้ำจะไม่สามารถกรองน้ำให้สะอาดได้

1.1 คุณสมบัติของไส้กรองน้ำ

คุณสมบัติของไส้กรองน้ำจะแตกต่างกันไปตามรูปแบบของเครื่องกรองน้ำแต่ละประเภทแต่โดยปกติหลักการทำงานของไส้กรองจะมี 2 แบบด้วยกัน คือ ไส้กรองแบบปล่อยให้ น้ำไหลผ่านและไส้กรองแบบที่น้ำผสมทำปฏิกิริยากับสารกรอง

1.2 ประเภทของไส้กรองและความสามารถในการใช้งานได้ ดังนี้

1.2.1 ไส้กรองหยاب มีความสามารถในการกรองและขนาดที่ต้องการ เป็นไส้กรองเบื้องต้นที่เครื่องกรองน้ำทุกเครื่องต้องมี จึงมักอยู่ที่ขั้นตอนแรกเพื่อกรองฝุ่นผง สารแขวนลอย สนิมเหล็กโคลนและสิ่งสกปรกต่าง ๆ

1.2.2 ไส้กรองน้ำคาร์บอนบล็อก มีคุณสมบัติในการดูดซับกลิ่น สี สารเคมี คลอรีน และสิ่งสกปรกต่าง ๆ

1.2.3 ไส้กรองน้ำเรซิน ช่วยลดปริมาณหินปูน ช่วยให้น้ำไม่กระด้าง

1.2.4 ไส้กรองน้ำเซรามิก ช่วยลดและกรองเชื้อแบคทีเรียได้

1.2.5 ไส้กรองน้ำโพลีคาร์บอน ช่วยปรับสภาพน้ำ ปรับค่าพีเอช และปรับรสชาติของน้ำให้ดียิ่งขึ้น

2. แอนทราไซต์ (Anthracite)

มีประสิทธิภาพดีเนื่องจากความสามารถของถ่านแอนทราไซต์ในการเรียงตัวเป็นชั้นโครงสร้างที่แข็ง และความบริสุทธิ์สูงกว่าสารกรองชนิดอื่น สามารถใช้ร่วมกับสารกรองชนิดอื่นได้โดยเป็นชั้นกรองแรกก่อนถึงสารกรองชนิดอื่น ไม่ทำให้น้ำไหลช้าลง เนื่องจากมีช่องว่างระหว่างเม็ดถ่านที่มากกว่าสารกรองอื่น ๆ [4]

3. ถ่านกัมมันต์

เป็นสารดูดซับประเภทหนึ่งที่มีลักษณะเป็นของแข็งสีดำอาจอยู่ ในรูปผงหรือเม็ดก็ได้ โดยมีการสังเคราะห์ขึ้นเป็นพิเศษ เพื่อให้มีพื้นที่ผิวมากที่สุดซึ่งทำได้โดยการทำให้มีรูพรุนหรือโพรงภายในเนื้อคาร์บอนมากเท่าที่จะทำได้ เทคโนโลยีในปัจจุบันสามารถทำให้ถ่านกัมมันต์ 1 กรัม มีพื้นที่ผิวได้ประมาณ 600 – 1,000 ตารางกิโลเมตร

4. แร่แมงกานีส

ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมถลุงแร่แมงกานีสและอุตสาหกรรมแยกแมงกานีส โดยกระบวนการทางไฟฟ้า เพื่อแยกเอาโลหะแมงกานีสสำหรับใช้เป็นส่วนผสมในกระบวนการผลิตเหล็กกล้า ซึ่งทำให้เหล็กกล้ามีความแข็งแรงและความเหนียวเพิ่มมากขึ้น และเป็นตัวลดออกซิเจนและกำมะถันในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กกล้า

5. อีเอ็มบอล (EM Ball)

ย่อมาจากคำว่า Effective Microorganisms เป็นลูกบอล ที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ชนิดดี ประสิทธิภาพการทำงานของ EM Ball มีใช้การบำบัดน้ำเสียโดยตรง แต่ใช้หลักการนำเอาจุลินทรีย์ชนิดดี มีประสิทธิภาพไปแย่งอาหารจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในน้ำที่กำลังจะเน่าหรือในน้ำเสีย สกัดกัน การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ธรรมชาติที่เป็นสาเหตุของน้ำเน่าเสีย

6. เรซินแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange Resin)

เรซินแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange Resin) เป็นสารแลกเปลี่ยนไอออนที่สังเคราะห์ขึ้นโดยกระบวนการทางเคมี มีลักษณะเป็นเม็ดกลม ๆ ขนาดเล็ก (โดยทั่วไปขนาด 0.3-1.2 มม.) การทำให้เรซินที่หมดอำนาจไปแล้วกลับฟื้นตัวขึ้นมามีอำนาจในการแลกเปลี่ยนไอออนใหม่อีก การที่เรซินหมดอำนาจ

เป็นเพราะว่าไอออนอิสระส่วนใหญ่ในเรซิน ถูกนำไปแลกเปลี่ยนกับไอออนอื่นในน้ำจนหมดสิ้น การทำรีเจนเนอเรชันได้แก่การขับไล่ไอออนในเรซินที่แลกมาจากน้ำ และเติมไอออนอิสระให้กับเรซิน ทำให้เรซินกลับสู่สภาพเดิม และมีอำนาจในการแลกเปลี่ยนไอออนอีกครั้งหนึ่ง สารเคมีที่ใช้เติมไอออนอิสระให้กับเรซินที่เสื่อมอำนาจไปแล้วเรียกว่าสารรีเจนเนอเรนต์

7. การตรวจวัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DISSOLVED OXYGEN : DO)

ในการตรวจวัดออกซิเจนละลายน้ำสามารถทำได้โดยวิธีการไตเตรต ซึ่งอาจเก็บน้ำตัวอย่างมาตรวจวัดทันทีในห้องปฏิบัติการ หรืออาจตรวจวัดในภาคสนามโดยชุดตรวจวัด ออกซิเจนที่ละลายในน้ำหรือใช้เครื่องวัด DO METER ในการตรวจซึ่งจะมีคู่มือแสดงขั้นตอนการตรวจวัดอย่างชัดเจน ซึ่งค่ามาตรฐานออกซิเจนในน้ำ dissolved oxygen โดยทั่วไป 0-2 มิลลิกรัม/ลิตร ออกซิเจนไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิต 2-4 0-2 มิลลิกรัม/ลิตร ปลาและแมลงเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่สามารถอยู่รอดได้ 4-7 มิลลิกรัม/ลิตร ใช้ได้กับปลาน้ำอุ่น 7-11 มิลลิกรัม/ลิตร ดีมากสำหรับปลาส่วนใหญ่ สำหรับเปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวต่ำกว่า 60% ขาดออกซิเจนเนื่องจากน้ำอุ่นเกินไปหรือมีปริมาณแบคทีเรียมาทำให้ออกซิเจนน้อย 60-79% ยอมรับได้สำหรับสิ่งมีชีวิตในน้ำส่วนใหญ่ 80-125% เหมาะสำหรับ สัตว์น้ำส่วนใหญ่ 112% ขึ้นไปสูงไปอาจเป็นอันตรายต่อปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ

8. การตรวจหาเชื้อโคลิฟอร์ม (Coliform)

เชื้อโคลิฟอร์มที่เป็นที่รู้จักมากที่สุด คือ เอสเชอริเชีย โคลิ (Escherichia coli, E. coli) เป็นเชื้อที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น แต่ก็สามารถพบได้ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติและแพร่กระจายไปยังสถานที่ผลิตอาหารตลอดจนแหล่งน้ำดื่ม เชื้ออีโคไล (E. coli) ส่วนมากจะไม่มีอันตราย แต่บางสายพันธุ์อาจทำให้เกิดอาหารเป็นพิษและโรคที่รุนแรงได้

9. ทรายทะเล

ทราย หรือ ซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO₂, ควอตซ์) สามารถที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง ตัวอย่างเช่น ผลิตเป็นแก้ว โดยการเป่าแล้วขึ้นรูป (แก้วควอตซ์ที่ได้นั้นเป็นของแข็งที่ไม่เป็นผลึก หมายถึง อนุภาคที่เป็นองค์ประกอบภายในจัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบนั่นเอง) ผลิตเป็น Silica Alumina หรือ Silica Gel ซึ่งเป็น “สารดูดความชื้น” ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป เช่น ที่ผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรม มาบตาพุด จังหวัดระยอง

10. น้ำเสีย

น้ำเสีย หมายถึง ของเหลวซึ่งผ่านการใช้แล้วทั้งที่มีกากและไม่มีกาก หรือของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลวรวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนในของเหลวนั้น

ในปัจจุบันนี้ได้เกิดปัญหาการขาดแคลนแหล่งน้ำธรรมชาติที่จะนำมาใช้เพื่อการอุปโภค บริโภคและแหล่งน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดในปัจจุบันนี้ก็เกิดปัญหามลภาวะมลพิษต่าง ๆ ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เหมือนแต่ก่อน ซึ่งจำเป็นต้องนำมาบำบัดก่อนนำมาใช้เพื่อการอุปโภค บริโภค

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นประเภทการวิจัยสิ่งประดิษฐ์/ผลิตภัณฑ์ ที่ใช้วิธีวิจัยแบบทดลอง และมีการใช้แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีโครงสร้างแน่นอน สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลและใช้วิเคราะห์ผลในการวิจัย

1. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ได้แก่ ผู้บริหาร ครู เจ้าหน้าที่ ที่พักอาศัยบ้านพักครูของวิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย จังหวัดระยอง จำนวนทั้งสิ้น 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ แบบบันทึกการสังเกตผลการทดลอง มี 4 แบบ ดังนี้

2.1 แบบสังเกตการทดลองคุณสมบัติของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

2.2 แบบสังเกตการทดลองอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูป

2.3 แบบสังเกตการทดลองหาค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (DO) โดยวิธีการไทเทรต

2.4 แบบสังเกตการทดลองหาค่าปริมาณของเชื้อโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนในน้ำ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

1. ขั้นตอนการเก็บน้ำตัวอย่าง ใช้ขวด BOD ตักน้ำจากแหล่งน้ำเสีย โดยคว่ำขวด BOD ลงให้น้ำเข้าไปจนเต็มขวด ระวังไม่ให้มีฟองอากาศเข้าไปในขวดระหว่างการเก็บตัวอย่างน้ำ หลังจากนั้นปิดจุกขวด BOD ให้สนิทเพื่อป้องกันอากาศเข้าไปภายในขวด พักน้ำไว้ 48 ชั่วโมง

2. เตรียมวัสดุและสารที่จะนำมาใช้ในการทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย ดังนี้

2.1 แมงกานีสซัลไฟด์ 100 กรัม

2.2 แอนทราไซด์ 100 กรัม

2.3 ถ่านกัมมันต์ 100 กรัม

2.4 ถ่านไม้ 100 กรัม

2.5 โพลีเอสเตอร์เรซิน 100 กรัม

2.6 ทราเยทะเล 100 กรัม

2.7 อีเอ็มซีที 1 แผ่น ประกอบด้วย

2.7.1 น้ำอีเอ็ม 100 มิลลิลิตร

2.7.2 ถ่านกัมมันต์ 300 มิลลิลิตร

2.7.3 ทรายทะเล 300 กรัม

3. เหน้าที่เตรียมไว้จำนวน 500 มิลลิลิตร ผ่านวัสดุและสารที่เตรียมไว้ทีละชนิด เพื่อทดสอบคุณสมบัติของสาร

4. ศึกษาลักษณะทางกายภาพของน้ำ ได้แก่ กลิ่น ความขุ่น อุณหภูมิ และค่าพีเอช เพื่อเป็นการทดสอบคุณสมบัติในการดูดซับสารพิษ ดูดกลิ่นไม่พึงประสงค์ คุณสมบัติในการกรองสารแขวนลอย ของวัสดุและสารที่ต้องการนำมาทำให้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย โดยการกรองผ่านวัสดุต่าง ๆ ได้แก่ แอนทราไซด์ แมงกานีสซีโอไลท์ ถ่านไม้ ถ่านกัมมันต์โพลีเอสเตอร์เรซิน ทรายทะเล และอีเอ็มซีที

5. จัดบันทึกผลการทดลองลงในแบบฟอร์มคุณสมบัติของวัสดุและสารที่นำมาทำให้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

การทดลองที่ 2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุและสารที่นำมาทำให้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

1. เตรียมวัสดุและสารที่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติการเป็นตัวกรองของไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสียในขั้นตอนการทดลองที่ 1 ได้แก่ แมงกานีสซีโอไลท์ แอนทราไซด์ ถ่านกัมมันต์โพลีเอสเตอร์เรซิน ทรายทะเล ถ่านไม้ และอีเอ็มซีที

2. เตรียมตัวประสาน (Polymethyl Carbamate) ไว้สำหรับขึ้นรูปไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

3. ทดลองเปลี่ยนอัตราส่วนของวัสดุและสารที่จะนำมาทำเป็นไส้กรองแต่ละชนิดปริมาณตัวประสาน (Polymethyl Carbamate) และปริมาตรของน้ำเปล่าไปจนได้สูตรที่เหมาะสม

4. จัดบันทึกการทดลองลงในแบบฟอร์มอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุและสารที่นำมาทำให้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

การทดลองที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

1. การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำของไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย โดยใช้ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเป็นเกณฑ์ (Dissolved oxygen, DO) ในการทดลองครั้งนี้ใช้วิธีการตรวจวิเคราะห์ออกซิเจนละลายโดยวิธี Azide Modification of Iodometric Method แบ่งขั้นตอน ออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

1.1 ขั้นตอนการเตรียมสารเพื่อไทเทรตหาค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Dissolved oxygen, DO)

1.1.1 เตรียมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต (Manganese sulfate solution) ชั่งแมงกานีสซัลเฟตเตตระไฮเดรต (Manganese sulfate tetrahydrate, $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 480 กรัม ละลายในน้ำกลั่น จากนั้นนำไปกรองและปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร

1.1.2 เตรียมสารละลายอัลคาไลด์ไอโอไดด์เอไซด์ (Alkali-iodide Azide solution) ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH) 500 กรัม และโซเดียมไอโอไดด์ (Sodium iodide, NaI) 135 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และเติมโซเดียมเอไซด์ (Sodium azide, NaN_3) ลงในสารละลายอัลคาไลด์ ไอโอไดด์ (Alkali-iodide) และปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร

1.1.3 เตรียมสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต (Standard sodium thiosulfate titrant) ชั่งโซเดียมไธโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต (Sodium thiosulfate pentahydrate, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 6.205 กรัม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร

1.1.4 เตรียมน้ำแป้ง (Starch solution) ชั่งแป้ง (Soluble starch) ชนิด laboratory grade 20 กรัม ละลายในน้ำกลั่นร้อน 1,000 มิลลิลิตร

1.1.5 จัดเตรียมชุดอุปกรณ์สำหรับการไทเทรตเพื่อหาค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Dissolved oxygen, DO)

1.2 ขั้นตอนการไทเทรตสารเพื่อหาค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Dissolved oxygen, DO) เติม Manganese Sulfate 1 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเติม Alkali-iodide-Azide 1 มิลลิลิตร และ เติมน้ำแป้ง 1 มิลลิลิตร

2. ผลการศึกษาใส่กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสียโดยการหาปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนในน้ำ

2.1 ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมอาหาร

2.1.1 นำหลอดทดลองอบฆ่าเชื้อ ในอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส

2.1.2 อาหารที่ใช้มี 2 สูตร Brilliant 14.24 มิลลิลิตร และ Luryl 10.20 มิลลิลิตร

2.1.3 ใช้น้ำกลั่นเป็นสารทำละลายในอาหาร ในอัตราส่วน 400 มิลลิลิตร

2.1.4 นำน้ำกลั่นและอาหารผสมรวมกัน คนให้ละลาย

2.1.5 ใช้ปิเปตแก้วในการตวงปริมาณ 10 มิลลิลิตร หยดใส่หลอดทดลอง

15 หลอด

2.1.6 นำเข้าเครื่องอบ ในอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที

2.2 ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการเลี้ยงเชื้อโคลิฟอร์มจากน้ำตัวอย่าง

2.2.1 ใส่ตะแกรงแฉะ 5 หลอด โดยกำหนด ประมาณ 10, 1 และ 0.1 มิลลิลิตร

2.2.2 นำขวดตัวอย่างน้ำสนไฟบริเวณปากขวดเพื่อฆ่าเชื้อ

2.2.3 ลนไฟบริเวณรอยต่อฝากระบอกเก็บปิเปต นำปิเปตที่ใช้มาลนไฟ

2.2.4 นำปิเปตน้ำตัวอย่างมาใส่ในอาหารในหลอดทดลองเขย่าให้เข้ากัน

ทำเหมือนกันทั้ง 3 ปริมาณ โดยใช้หลอดทดลองตามขนาด

2.2.5 บ่มอาหาร 48 ชั่วโมง เพื่ออ่านผลการเกิดก๊าซใน Durham tube

หากพบเชื้อโคลิฟอร์มจะเกิดฟองก๊าซในหลอด Durham tube

2.3 ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการยืนยันการพบเชื้อ (Confirmed test)

2.3.1 นำหลอดที่เกิดก๊าซ มาทำการวิเคราะห์ต่อ หลอดที่ไม่เกิดก๊าซไม่ต้องทำการวิเคราะห์

2.3.2 นำหลอดอาหารชนิด Brilliant green มาวิเคราะห์โดยการถ่ายเชื้อที่อยู่ในหลอด Durham tube ไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 - 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน

2.3.3 อ่านผล ผลบวก คือ มีก๊าซ อาหารเลี้ยงเชื้อขุ่น ผลลบคือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

4. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นสอบถามไปยังกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้บริหาร ครู เจ้าหน้าที่ที่พักอาศัยบ้านพักครูของวิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย จำนวนทั้งสิ้น 30 คน

4.2 เก็บข้อมูลรวบรวม และเก็บแบบสอบถามคืนทุกฉบับ

4.3 ตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของแบบสอบถามทุกฉบับ

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำข้อมูลจากแบบสอบถามตอนที่ 1 มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละ

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 2 โดยนำข้อมูลความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามมาวิเคราะห์ โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย

4. ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย โดยน้ำเสียมีค่า pH 5.4 และอุณหภูมิคงที่ 31 องศาเซลเซียส

ลักษณะทางกายภาพ ชนิดวัสดุ/สาร	ความชุ่ม	กลิ่น
ถ่านกัมมันต์ 	น้ำหลังผ่านไส้กรองมีลักษณะ ใสกว่าน้ำก่อนกรอง	กลิ่นฉุนลดน้อยลงกว่าน้ำ ก่อนการกรอง
ถ่านไม้ 	น้ำหลังผ่านไส้กรองมีลักษณะ ใสกว่าน้ำก่อนกรอง	กลิ่นฉุนลดน้อยลงกว่าน้ำ ก่อนการกรอง
ทรายทะเล 	น้ำหลังผ่านไส้กรองมีลักษณะ ใสกว่าน้ำก่อนกรอง	มีกลิ่นไม่พึงประสงค์
โพลีเอสเตอร์เรซิน 	น้ำหลังผ่านไส้กรองมีลักษณะ ใสกว่าน้ำก่อนกรอง	กลิ่นไม่พึงประสงค์ลดลง
อีเอ็มซีท 	น้ำหลังผ่านไส้กรอง ใสกว่าก่อนการกรองเล็กน้อย	มีกลิ่นหอมเปรี้ยวของอีเอ็ม กลิ่นไม่พึงประสงค์ลดลง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากตารางที่ 1 พบว่า วัสดุและสารทุกชนิดที่นำมาทดสอบประสิทธิภาพในการนำมาทำไส้กรอง สามารถทำให้น้ำใสขึ้นได้ โดยทรายทะเลมีประสิทธิภาพทำให้น้ำใสมากที่สุด อีเอ็มซีทมีประสิทธิภาพทำให้น้ำใส่น้อยที่สุด และสารที่สามารถลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้แก่ ถ่านกัมมันต์ ถ่านไม้ โพลีเอสเตอร์เรซิน และ อีเอ็มซีท

การทดลองที่ 2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 2 แสดงอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย โดยใช้อัตราส่วนของปริมาณตัวประสาน 200 กรัม ต่อ อัตราส่วนของน้ำ 100 มิลลิลิตร มีผลดังนี้

วัสดุและสาร /ปริมาณ	ลักษณะไส้กรอง	หมายเหตุ
แอนทราไซด์ 700 กรัม		ไส้กรองมีสีดำสนิทที่มีความเงาที่เป็นลักษณะเฉพาะตัวของแอนทราไซด์ จับตัวกันเป็นก้อน มีรูพรุนของเหลวไหลผ่านได้
แมงกานีสซีโอไลต์ 1,000 กรัม		ไส้กรองมีสีดำทองขนาดของอนุภาค มีขนาดเล็กกว่าชั้นของแอนทราไซด์ ทำให้จับตัวกันเป็นก้อนมีความหนาแน่นมากกว่าชั้นของแอนทราไซด์ ของเหลวยังสามารถไหลผ่านได้
ถ่านกัมมันต์ 400 กรัม		ไส้กรองจับตัวกันได้หลวม ๆ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของถ่านกัมมันต์มีน้อยกว่าชั้นแมงกานีส-ซีโอไลต์ และชั้นของแอนทราไซด์ ของเหลวไหลผ่านได้
อีเอ็มซีท 700 กรัม		ไส้กรองมีการจับตัวกันเป็นก้อนได้ดี แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารที่เป็นองค์ประกอบค่อนข้างมาก ของเหลวมีการไหลผ่านได้ แต่มีอัตราการไหลผ่านของน้ำช้ากว่าชั้นอื่น ๆ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

วัสดุและสาร /ปริมาณ	ปริมาณ ตัวประสาน	ปริมาตรน้ำ	ลักษณะ ไส้กรอง	หมายเหตุ
ทรายทะเล 1,000 กรัม	-	-		ไม่มีส่วนผสมของตัวประสาน (Polymethyl Carbamide) และน้ำ เนื่องจากไม่สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้
โพลีเอสเตอร์เรซิน 500 กรัม	-	-		ไม่มีส่วนผสมของตัวประสาน (Polymethyl Carbamide) และน้ำ เนื่องจากไม่สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้
ถ่านไม้ 500 กรัม	-	-		ไม่มีส่วนผสมของตัวประสาน (Polymethyl Carbamide) และน้ำ เนื่องจากไม่สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้

* หมายเหตุ อัตราส่วนของวัสดุและสารแต่ละชนิดขึ้นรูปไส้กรอง ขนาด $12 \times 12 \times 4 = 576$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากตารางที่ 2 พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย จะใช้อัตราส่วนของน้ำ 100 มิลลิลิตรต่ออัตราส่วนของตัวประสาน (Polymethyl Carbamide) 200 กรัม โดยใช้อัตราส่วนของแอนทราไซด์ แมงกานีสซีโอไลต์ ถ่านกัมมันต์ อีเอ็มซีท ในอัตราส่วน 700 กรัม 1,000 กรัม 400 กรัม 700 กรัม ตามลำดับ โดยทรายทะเล โพลีเอสเตอร์เรซิน ถ่านไม้ ไม่มีส่วนผสมของตัวประสาน (Polymethyl Carbamide) และน้ำ เนื่องจากไม่สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้

การทดลองที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 3 แสดงประสิทธิภาพไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสียในการเพิ่มค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)

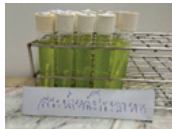
ตัวอย่างน้ำเสียก่อนการกรอง			ผลการวิเคราะห์คุณภาพ	ตัวอย่างน้ำหลังผ่านไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย			ผลการวิเคราะห์คุณภาพ
ไทเทรตครั้งที่ 1	ไทเทรตครั้งที่ 2	ค่า Do	การแปรผล	ไทเทรตครั้งที่ 2	ไทเทรตครั้งที่ 2	ค่า Do	การแปรผล
2.70	3.40	3.05	น้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำ สิ่งมีชีวิตเพียงไม่กี่ชนิดที่สามารถดำรงชีวิตได้	5.50	4.70	5.10	น้ำมีปริมาณออกซิเจนเพียงพอให้สิ่งมีชีวิตประเภทปลาอาศัยอยู่ได้

* หมายเหตุ สูตรการหาค่า $DO = \frac{B \times 0.025 \times 8 \times 1000}{200}$ มิลลิกรัมต่อลิตร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากตารางที่ 3 พบว่า จากการไทเทรตน้ำเพื่อวิเคราะห์หาค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen , DO) พบว่า ตัวอย่างน้ำเสียก่อนการกรองมีค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 3.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ตัวอย่างน้ำหลังผ่านไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย มีค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 5.10 มิลลิกรัมต่อลิตร

การทดลองที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 4 แสดงประสิทธิภาพไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย ในการหาปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนในน้ำ

ตัวอย่างน้ำ	ปริมาณน้ำที่ใช้	หลอดทดลองที่	การเกิดเชื้อ	ภาพตัวอย่าง
น้ำก่อนการกรอง	0.1 มิลลิตร	1	ไม่เกิด	
		2	ไม่เกิด	
		3	ไม่เกิด	
		4	ไม่เกิด	
		5	ไม่เกิด	

ตารางที่ 4 แสดงประสิทธิภาพไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย ในการหาปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนในน้ำ (ต่อ)

ตัวอย่างน้ำ	ปริมาณน้ำที่ใช้	หลอดทดลองที่	การเกิดเชื้อ	ภาพตัวอย่าง
น้ำก่อนการกรอง	1 มิลลิลิตร	1	ไม่เกิด	
		2	ไม่เกิด	
		3	ไม่เกิด	
		4	ไม่เกิด	
		5	ไม่เกิด	
	10 มิลลิลิตร	1	เกิด	
		2	เกิด	
		3	เกิด	
		4	เกิด	
		5	ไม่เกิด	
น้ำที่ผ่านไส้กรอง	0.1 มิลลิลิตร	1	ไม่เกิด	
		2	ไม่เกิด	
		3	ไม่เกิด	
		4	ไม่เกิด	
		5	ไม่เกิด	
	1 มิลลิลิตร	1	ไม่เกิด	
		2	ไม่เกิด	
		3	ไม่เกิด	
		4	ไม่เกิด	
		5	ไม่เกิด	
	10 มิลลิลิตร	1	เกิด	
		2	ไม่เกิด	
		3	ไม่เกิด	
		4	ไม่เกิด	
		5	ไม่เกิด	

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากตารางที่ 4 พบว่า ตัวอย่างน้ำเสียก่อนการกรอง และน้ำหลังผ่านไส้กรอง สำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย ที่ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร 1 มิลลิลิตร ไม่พบเชื้อโคลิฟอร์มปนเปื้อน แต่ที่ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ตัวอย่างน้ำเสียก่อนการกรองพบเชื้อโคลิฟอร์มปนเปื้อน 4 หลอด จากหลอดทดลองทั้งสิ้น 5 หลอด ส่วนตัวอย่างน้ำหลังผ่านไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสียพบเชื้อโคลิฟอร์มปนเปื้อน 1 หลอด จากหลอดทดลองทั้งสิ้น 5 หลอด

5. การอภิปรายผลการวิจัย

ไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย จากองค์ประกอบของสารทั้ง 7 ชนิด ได้แก่ แอนทราไซด์ทรายทะเล เมงกานีสซีโอไลท์ ถ่านกัมมันต์ อีเอ็มซีพี โพลีเอสเตอร์เรซิน ผงถ่าน มีคุณสมบัติในการบำบัดน้ำเสีย ได้โดยแอนทราไซด์มีโครงสร้างที่แข็งแรงแต่น้ำหนักเบา ไม่เกาะตัวจับกันแน่นมากเกินไป จึงเปิดช่องว่างให้น้ำซึมผ่านได้ง่ายและรวดเร็ว ดักรองสารแขวนลอยต่าง ๆ เป็นคุณสมบัติของตัวกรองที่ดี โพลีเอสเตอร์เรซิน มีคุณสมบัติเป็นเรซินแลกเปลี่ยนไอออน กำจัดสารละลายต่าง ๆ ที่อยู่ในรูปของไอออน ลดความกระด้างของน้ำ กำจัดเกลือแร่ และดูดกลืนไม่พึงประสงค์ ผ่านกัมมันต์ และถ่านไม้ มีรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมาก ทำให้มีคุณสมบัติในการดูดซับกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ได้ดี ในส่วนของอีเอ็มซีพีใช้หลักการทำงานของจุลินทรีย์ชนิดดี ทำลายจุลินทรีย์ในธรรมชาติที่เป็นสาเหตุของน้ำเสียโดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในชั้นของอีเอ็มจะสามารถลดปริมาณของแบคทีเรียต่าง ๆ ในน้ำเสีย รวมถึงแบคทีเรียในกลุ่มของโคลิฟอร์ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย “ประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพในการบำบัดน้ำเสีย” : กรณีศึกษาโรงลำเลียงน้ำเสียของมูลนิธิสิริกรรมธรรมชาติมาบเอื้อง ของ วรมน สุนทรภัก [5] ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้นไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย จึงมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางเคมีและลักษณะทางชีวภาพ

6. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ควรมีการพัฒนาเครื่องกรองน้ำที่มีเทคโนโลยีที่ทันสมัย สามารถนำมาใช้ควบคู่กับไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย เพื่อเป็นการพัฒนาและต่อยอดเชิงพาณิชย์

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สุเมธ อวสกุลสุทธิ. “ปัญหาน้ำเน่าเสียในประเทศไทย,” วารสาร อพวช. 11(3): 23-50 ; 18 กรกฎาคม 2564. Assist-impact.com. (2 กรกฎาคม 2565). การตรวจโคลิฟอร์มแบคทีเรีย <https://www.assist-impact.net/th/articles/>.
- [2] กรมควบคุมมลพิษ. (1 กรกฎาคม 2565).สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย. http://www.pcd.go.th/file/Thailand%20Pollution%20Report%202018_Thai.pdf.
- [3] Scienceanalys. (2 กรกฎาคม 2565). ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการวัดค่าออกซิเจนในน้ำ. <http://www.scienceanalys.com/index.php?lite=article&qid=41934738>.
- [4] โรสลีนา จาราแวง และคณะ. “วารสารวิทยาศาสตร์” การศึกษาคุณภาพทางกายภาพของน้ำบาดาลที่ผ่านเครื่องกรองน้ำแบบง่าย. 14(1) : 1-12 ; 1 มกราคม-มิถุนายน 2560.
- [5] วรมน สุนทรภักค. 2550. ประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพในการบำบัดน้ำเสีย : กรณีศึกษารางลำเลียงน้ำเสียของมูลนิธิ กสิกรรมธรรมชาติมาบเอื้อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิตสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์