Received: Sep 29, 2020 **Revised:** Dec 07, 2020 **Accepted:** Dec 12, 2020

ปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์

HEAVY METALS OF WASTEWATER AND EFFLUENT IN WASTEWATER TREATMENT SYSTEM OF SOMDET HOSPITAL, SOMDET DISTRICT, KALASIN PROVINCE

อนุรักษ์ ปิ่นทอง[1] ดาราวัลย์ วิลัย[2]
[12] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
Anurak Pinthong[1] Darawan Wilai[2]
[12] Faculty of Science and Health Technology, Kalasin University
E-mail: anurakpintong@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรมและเขตประกอบการอุตสาหกรรมและเกณฑ์คุณภาพเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด และเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียกับน้ำทิ้งเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในการบำบัดโลหะหนัก โดยใช้เทคนิค Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) ตามวิธีของ Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนสิงหาคม – กันยายน พ.ศ.2562

จากการศึกษา พบว่า ปริมาณโครเมียม ตะกั่ว สังกะสีและเหล็ก ในน้ำเสีย เท่ากับ 0.021 $\pm$ 0.006 ppm, 0.086 $\pm$ 0.003 ppm, 0.816 $\pm$ 0.339 ppm และ 1.606 $\pm$ 0.824 ppm ตามลำดับ และในน้ำทิ้ง เท่ากับ 0.014 $\pm$ 0.003 ppm, 0.052 $\pm$ 0.005 ppm, 0.603 $\pm$ 0.096 ppm และ 0.459 $\pm$ 0.026 ppm ตามลำดับ ส่วนปริมาณปรอทในน้ำเสียและน้ำทิ้งมีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจวัดได้ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งกับค่ามาตรฐาน พบว่า ปริมาณโครเมียม ตะกั่วและสังกะสี มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรมและเขตประกอบการอุตสาหกรรม ส่วนปริมาณเหล็กมีค่าเกินค่ามาตรฐานเกณฑ์คุณภาพเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด การเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้ง โดยใช้สถิติ Pair Sample T-test พบว่า ปริมาณโครเมียม ตะกั่ว สังกะสีและเหล็ก มีค่า p-value < 0.05 ซึ่งหมายความว่า ปริมาณโครเมียม ตะกั่ว สังกะสีและเหล็ก ในน้ำเสียและน้ำทิ้งมีค่าแตกต่างกัน นั่นแสดงให้เห็นว่าระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จมีค่าประสิทธิภาพในการบำบัดเหล็ก ตะกั่ว โครเมียมและสังกะสี เท่ากับ 71.42 %, 39.54 %, 33.33 % และ 21.10 % ตามลำดับ

คำสำคัญ : น้ำเสีย, น้ำทิ้ง, โลหะหนัก, ระบบบำบัดน้ำเสีย

Abstract

The objectives of this research were to analyze the heavy metals in wastewater and effluent of wastewater treatment system in Somdet Hospital, Somdet District, Kalasin Province, to compare the amount of heavy metals in the wastewater with the Industrial effluent standards Industrial estates and industrial zones and the quality criteria for the protection of freshwater animal resources and compared the heavy metals in the wastewater and effluent in order to efficiency of the wastewater treatment system. The Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) was used to analyze following the Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. The samples were collected during August - September 2019.

The result showed that the amount of chromium, lead, zinc and iron in wastewater were 0.021 ± 0.006 ppm, 0.086 ± 0.003 ppm, 0.816 ± 0.339 ppm and 1.606 ± 0.824 ppm respectively. And effluents were 0.014 ± 0.003 ppm, 0.052 ± 0.005 ppm, 0.603 ± 0.096 ppm and 0.459 ± 0.026 ppm respectively. However, the amount of mercury in wastewater and effluents was very low and non-detected. It was found that most of heavy metals in the effluent were lower than the Industrial effluent standards Industrial estates and industrial zones except iron was higher than the standard of the quality criteria for the protection of freshwater animal resources. The result of heavy metals in the wastewater and effluent were compered by using Pair Sample T-test statistic and the result indicated that statistic significant (p-valve < 0.05) of different mean valves. The results show that the wastewater treatment system of Somdet Hospital had the efficiency of heavy metals treatment for iron, lead, chromium and zinc and were 71.42 %, 39.54 %, 33.33 % and 21.10 % respectively.

Keywords : Wastewater, Effluent, Heavy Metals, Wastewater Treatment System

บทนำ

น้ำมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ เช่น การอุปโภค บริโภค เกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ ย่อมแตกต่างกันออกไป ทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพ น้ำที่เหมาะสมกับการอุปโภคต้องบริสุทธิ์ สะอาด ปราศจากเชื้อโรคและสารพิษเจือปน น้ำที่ใช้ในการเกษตรและน้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมย่อมมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป แล้วแต่ประเภทของกิจกรรม ปริมาณการใช้น้ำในแต่ละช่วงเวลาในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับความจำเป็นของผู้ใช้และความอุดมสมบูรณ์ของน้ำ ปัจจุบันการเพิ่มขึ้นของประชากรและการขยายตัวของชุมชน รวมถึงการพัฒนาเศรษฐกิจและเทคโนโลยี ทำให้เกิดการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้นและผลกระทบที่ตามมาจากการใช้น้ำคือการเกิดน้ำเสีย ซึ่งตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 ได้กล่าวถึง “น้ำเสีย” ว่าเป็นของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ อาทิเช่น การใช้น้ำอุปโภค บริโภค การชำระล้าง ใช้ในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรม รวมทั้งน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมในการรักษาพยาบาลของโรงพยาบาล หากปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะโดยที่ไม่ผ่านการบำบัดน้ำเสียจะส่งผลให้เกิดมลพิษทางน้ำ ซึ่งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต ดังนั้นจึงควรที่จะทำการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อม

โลหะหนักเป็นธาตุที่พบได้ตามธรรมชาติ อาทิเช่น เหล็กแมงกานีส ทองแดง สังกะสี ตะกั่ว ปรอท สารหนู แคดเมียม โคเมียม เป็นต้น ซึ่งมีการนำมาใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร อุตสาหกรรม การทำเหมืองแร่ รวมถึงการผลิตยารักษาโรค โลหะหนักที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำทำให้เกิดการสะสมในห่วงโซ่อาหาร ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อมได้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, ม.ป.ป.) โรงพยาบาลเป็นแหล่งรวมผู้ป่วยด้วยโรคชนิดต่าง ๆ ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งรวมเชื้อโรคและอาจเกิดการแพร่กระจายได้ถ้าขาดการสุขาภิบาลที่ดี ซึ่งกระทรวงสาธารณสุขได้จัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียภายในโรงพยาบาล เป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ.2516 และคาดว่าจะจัดสร้างระบบบำบัดน้ำเสียของสถานพยาบาลของรัฐในสังกัดกระทรวงสาธารณสุขครบ 100 % ในปี พ.ศ.2541 โดยรูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลของกระทรวงสาธารณสุข ที่ได้ดำเนินการนั้นมี 3 รูปแบบ คือ ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) ระบบบ่อผันสภาพ (Stabilization Pond) และระบบถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) นอกจากนี้ในช่วงปี พ.ศ.2538 เป็นต้นมา ได้มีการนำรูปแบบอื่น ๆ มาใช้ เช่น ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) และระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) แต่ระบบคลองวนเวียนและระบบบ่อผันสภาพ มีการนำมาใช้มากกว่าระบบอื่น ทั้งนี้น้ำเสียจากโรงพยาบาลมีความสกปรกสูงกว่าน้ำเสียจากบ้านเรือน โดยมีทั้งน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมการให้บริการรักษาผู้ป่วยต่าง ๆ ภายในโรงพยาบาล ดังนี้ สถานที่ตรวจคนไข้นอก สถานที่ตรวจคนไข้ใน โรงซักผ้า ห้องผ่าตัด ห้องคลอด ห้องเก็บศพ อาคารบ้านพักภายในโรงพยาบาลและอาคารสถานที่ทำการต่าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดคุณลักษณะของน้ำเสียโรงพยาบาลมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ จุลินทรีย์ สารพิษและโลหะหนัก (สมชาย สกุลอิริยาภรณ์, 2540)

โรงพยาบาลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ เป็นโรงพยาบาลขนาดกลาง ที่มีจำนวน 120 เตียง และมีแหล่งกำเนิดน้ำเสียหลายจุดด้วยกัน เช่น แผนกผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน โรงครัวและโรงอาหาร ห้องปฏิบัติการ ห้องผ่าตัด ห้อง

คลอด รวมทั้งที่พักอาศัยของบุคลากรในโรงพยาบาลสมเด็จ การมีผู้มาใช้บริการเป็นจำนวนมากในแต่ละวันจึงทำให้มีน้ำเสียที่มาจากอาคารผู้ป่วยต่าง ๆ จำนวนมาก ปัจจุบันระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสมเด็จเป็นแบบชีวภาพแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Biological Treatment Process) มีอัตราน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัดน้ำมีปริมาณ 87.25 ลบ.ม/วัน และมีการระบายน้ำทิ้งลงสู่ท่อน้ำทิ้งของเทศบาลสมเด็จ ดังนั้นการศึกษาปริมาณของโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จ เพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน รวมถึงใช้เป็นข้อมูลในการประเมินและปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์
2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ กับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรมและเขตประกอบการอุตสาหกรรมและเกณฑ์คุณภาพเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด
3. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์
4. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ ในการบำบัดโลหะหนัก

การดำเนินการวิจัย

1. การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างการเก็บตัวอย่างน้ำเสียและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยทำการเก็บตัวอย่าง 2 จุด คือ จุดรวมรวบน้ำเสียและจุดระบายน้ำทิ้ง ด้วยวิธีเก็บแบบจ้วง ทั้งหมด 8 ครั้ง ครั้งละ 3 ตัวอย่าง ในช่วงเดือนสิงหาคม – กันยายน พ.ศ.2562

2. การวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำตัวอย่าง ซึ่งโลหะหนักที่ศึกษา ได้แก่ โครเมียม ตะกั่ว สังกะสี เหล็กและปรอท โดยขั้นตอนการวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำตัวอย่าง

ขั้นตอน	วิธีการ
วิธีการเก็บตัวอย่าง	เก็บตัวอย่างตามขั้นตอน Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater
การเตรียมตัวอย่าง	เตรียมตัวอย่างตามขั้นตอน Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater
การวิเคราะห์ตัวอย่าง	เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น Pin AAcle 900F

3. การประมวลผล

1) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติ Paired Sample t-Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2) การศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, ม.ป.ป.) ใช้สูตร

$$\text{ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย (\%)} = \frac{\text{ปริมาณโลหะหนักในน้ำเสีย} - \text{ปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้ง}}{\text{ปริมาณโลหะหนักในน้ำเสีย}} \times 100$$

ผลการวิจัย

1. ปริมาณโลหะหนัก

1.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำเสีย

โลหะหนัก / ครั้งที่	โครเมียม (Cr) ppm	ตะกั่ว (Pb) ppm	สังกะสี (Zn) ppm	เหล็ก (Fe) ppm	ปรอท (Hg) ppb
1	0.014 ± 0.006	0.090 ± 0.003	0.953 ± 0.253	0.891 ± 0.433	ND
2	0.023 ± 0.002	0.085 ± 0.002	0.915 ± 0.267	1.016 ± 0.461	ND
3	0.011 ± 0.006	0.083 ± 0.003	0.890 ± 0.317	1.641 ± 1.160	ND
4	0.024 ± 0.007	0.078 ± 0.001	0.800 ± 0.088	1.800 ± 0.727	ND
5	0.018 ± 0.006	0.078 ± 0.004	0.708 ± 0.986	2.042 ± 1.663	ND
6	0.033 ± 0.013	0.094 ± 0.002	0.762 ± 0.102	2.420 ± 1.554	ND
7	0.020 ± 0.011	0.087 ± 0.001	0.784 ± 0.248	0.628 ± 0.052	ND
8	0.024 ± 0.002	0.091 ± 0.004	0.712 ± 0.454	2.416 ± 0.546	ND
ค่าเฉลี่ย	0.021 ± 0.006	0.086 ± 0.003	0.816 ± 0.339	1.606 ± 0.824	ND

หมายเหตุ ND = Not Detected

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำเสีย พบว่า ปริมาณของโครเมียม ตะกั่ว สังกะสี และเหล็ก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.021 ± 0.006 ppm, 0.086 ± 0.003 ppm, 0.816 ± 0.339 ppm และ 1.606 ± 0.824 ppm ตามลำดับ ซึ่งปริมาณของปรอทในน้ำเสียมีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจวัดได้

1.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้ง

โลหะหนัก / ลำดับ	โครเมียม (Cr) ppm	ตะกั่ว (Pb) ppm	สังกะสี (Zn) ppm	เหล็ก (Fe) ppm	ปรอท (Hg) ppb
1	0.012 ± 0.004	0.047 ± 0.002	0.607 ± 0.045	0.365 ± 0.027	ND
2	0.012 ± 0.006	0.050 ± 0.007	0.920 ± 0.325	0.465 ± 0.020	ND
3	0.011 ± 0.003	0.043 ± 0.001	0.743 ± 0.222	0.421 ± 0.112	ND
4	0.012 ± 0.009	0.049 ± 0.006	0.515 ± 0.044	0.541 ± 0.001	ND
5	0.017 ± 0.010	0.052 ± 0.016	0.524 ± 0.041	0.472 ± 0.003	ND
6	0.018 ± 0.004	0.058 ± 0.001	0.556 ± 0.043	0.420 ± 0.012	ND
7	0.013 ± 0.002	0.060 ± 0.002	0.498 ± 0.029	0.479 ± 0.008	ND
8	0.016 ± 0.002	0.063 ± 0.009	0.461 ± 0.019	0.512 ± 0.027	ND
ค่าเฉลี่ย	0.014 ± 0.003	0.052 ± 0.005	0.603 ± 0.096	0.459 ± 0.026	ND

หมายเหตุ ND = Not Detected

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้ง พบว่า ปริมาณของโครเมียม ตะกั่ว สังกะสี และเหล็ก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.014 ± 0.003 ppm, 0.052 ± 0.005 ppm, 0.603 ± 0.096 ppm และ0.459 ± 0.026 ppm ตามลำดับ ซึ่งปริมาณของปรอทในน้ำทิ้งมีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจวัดได้

2. การเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งกับค่ามาตรฐาน

ผลการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์กับค่ามาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งกับค่ามาตรฐาน

โลหะหนัก	ค่าเฉลี่ย	ค่ามาตรฐาน
โครเมียม	0.014 $\pm$ 0.003 ppm	ไม่เกิน 0.250 ppm*
ตะกั่ว	0.052 $\pm$ 0.005 ppm	ไม่เกิน 0.200 ppm*
สังกะสี	0.603 $\pm$ 0.096 ppm	ไม่เกิน 5.000 ppm*
เหล็ก	0.459 $\pm$ 0.026 ppm	ไม่เกิน 0.300 ppm**
ปรอท	ND	ไม่เกิน 0.005 ppm*

หมายเหตุ ND = Not Detected

* ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรมและเขตประกอบการอุตสาหกรรมของกรมควบคุมมลพิษ ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2559

** เกณฑ์คุณภาพเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ ฉบับที่ 75 พ.ศ. 2530

ผลการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งกับค่ามาตรฐาน พบว่า ปริมาณเหล็กมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.459 $\pm$ 0.026 ppm เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเกณฑ์คุณภาพเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืดมีค่าเกินค่ามาตรฐาน ส่วนปริมาณโครเมียม ตะกั่วและสังกะสี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.014 $\pm$ 0.003 ppm, 0.052 $\pm$ 0.005 ppm และ 0.603 $\pm$ 0.096 ppm ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรมและเขตประกอบการอุตสาหกรรมมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐาน

3. การเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้ง

ผลการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ ใช้สถิติ Pair Sample T-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้ง

โลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนักในน้ำเสีย	ปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้ง	p-value
โครเมียม	0.021 $\pm$ 0.006 ppm	0.014 $\pm$ 0.003 ppm	0.009*
ตะกั่ว	0.086 $\pm$ 0.003 ppm	0.052 $\pm$ 0.005 ppm	0.000*
สังกะสี	0.816 $\pm$ 0.339 ppm	0.603 $\pm$ 0.096 ppm	0.001*
เหล็ก	1.606 $\pm$ 0.824 ppm	0.459 $\pm$ 0.026 ppm	0.002*

หมายเหตุ * มีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้ง พบว่า ปริมาณของโครเมียม ตะกั่ว สังกะสีและเหล็ก ในน้ำเสีย และน้ำทิ้ง มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (p-value < 0.05) แสดงให้เห็นว่าระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จสามารถบำบัดโครเมียม ตะกั่ว สังกะสีและเหล็ก ในน้ำเสียได้

4. ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

โลหะหนัก	ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย (%)
โครเมียม	33.33
ตะกั่ว	39.54
สังกะสี	21.10
เหล็ก	71.42

ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ ในการบำบัดโครเมียม ตะกั่ว สังกะสีและเหล็ก มีค่าเท่ากับ 33.33%, 39.53%, 21.10% และ 71.42% ตามลำดับ

สรุปผลวิจัยและอภิปรายผล

ผลการการตรวจวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ พบ ปริมาณโครเมียม ตะกั่ว สังกะสีและเหล็ก ในน้ำเสียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.021 $\pm$ 0.006 ppm, 0.086 $\pm$ 0.003 ppm, 0.816 $\pm$ 0.339 ppm และ 1.606 $\pm$ 0.824 ppm ตามลำดับ และในน้ำทิ้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.014 $\pm$ 0.003 ppm, 0.052 $\pm$ 0.005 ppm, 0.603 $\pm$ 0.096 ppm และ 0.459 $\pm$ 0.026 ppm ตามลำดับ ส่วนปริมาณปรอทในน้ำเสียและน้ำทิ้งมีปริมาณน้อยมากไม่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ ผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของสมหวัง แดนชัยวิจิตร และคณะ (2548) ได้ศึกษาการปนเปื้อนทางจุลินทรีย์และโลหะหนักในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดของโรงพยาบาลในประเทศไทย พบว่า มีปริมาณโลหะหนัก 3 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว โครเมียมและแคดเมียม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.012 $\pm$ 0.007 ppm, 0.014 $\pm$ 0.011 ppm และ 0.002 $\pm$ 0.002 ppm ตามลำดับ ซึ่ง Evens Emmanuel และคณะ (2005) ได้กล่าวถึงน้ำเสียจากโรงพยาบาลว่าประกอบไปด้วยเชื้อโรค ยารักษา สารพิษ ผงซักฟอก สารละลาย โลหะหนักและยาฆ่าเชื้อโรค แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมต่าง ๆ ในการรักษาพยาบาลและน้ำเสียจากอาคารต่าง ๆ ของโรงพยาบาล รวมทั้งบ้านพักของบุคลากรในโรงพยาบาลมีการปล่อยของเสียที่มีโลหะหนักปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสีย

การเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียกับค่ามาตรฐาน พบว่า ปริมาณโครเมียม, ตะกั่ว และสังกะสี มีค่าไม่เกินเกณฑ์ค่ามาตรฐาน ส่วนเหล็กมีค่าเกินค่ามาตรฐาน ซึ่งงานวิจัยของพุฒิพงศ์ วรสุมันต์ (2546) ได้ศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักบางชนิดในน้ำทิ้งและตะกอนที่ผ่านจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลก ซึ่งโลหะหนักที่ทำการศึกษา ได้แก่ ตะกั่ว แมงกานีส สังกะสี นิกเกิล ทองแดง โครเมียม แคดเมียมและเงิน มีค่าเฉลี่ย 0.050 ppm, 0.430 ppm, 0.090 ppm, 0.033 ppm, 0.060 ppm, 0.020 ppm, 0.005 ppm และ 0.020 ppm ตามลำดับ ซึ่งโลหะหนักทุกชนิดมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐาน และงานวิจัยของประเวศ เสรีเชษฐพงษ์ และคณะ (2549) ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งภายในบริเวณคณะทันตแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในน้ำทิ้งของอาคารต่าง ๆ ภายในคณะฯ มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นค่าเฉลี่ยของปรอทในน้ำทิ้งของอาคารทันต 10, ทันต 5 และทันต 15 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

การเปรียบเทียบปริมาณน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยใช้สถิติ Paired Samples T-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ปริมาณโครเมียม ตะกั่ว สังกะสีและเหล็ก มีค่า p-value < 0.05 ซึ่งหมายความว่าปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดในน้ำเสียและน้ำทิ้งมีค่าแตกต่างกัน โดยน้ำเสียมีปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดมากกว่าน้ำทิ้ง แสดงให้เห็นว่าระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสมเด็จ ซึ่งเป็นแบบชีวภาพแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Biological Treatment Process) มีหน่วยบำบัดด้วยพืช คือ จอก สามารถบำบัดโลหะหนักทั้ง 4 ชนิดในน้ำเสียได้ โดยมีประสิทธิภาพในการบำบัดดีสุด คือ เหล็ก มีค่าเท่ากับ 71.42 % รองลงมา คือ ตะกั่ว โครเมียมและสังกะสี มีค่าเท่ากับ 39.54%, 33.33 % และ 21.10 % ตามลำดับ ซึ่ง Adamu Yunusa Ugya และคณะ (2015) ได้ศึกษาการใช้จอก (*Pistia stratiotes*) ในการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสีย โดยจอกมีประสิทธิภาพในการกำจัดปรอท แคดเมียม แมงกานีส เงินและสังกะสีได้

การลดปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในน้ำเสียของโรงพยาบาลสมเด็จ จำเป็นที่จะต้องมีมาตรการลดสารมลพิษที่มีองค์ประกอบของโลหะหนักที่แหล่งกำเนิด โดยกำหนดวิธีการใช้ การเก็บรักษาและวิธีการกำจัดสารเคมี เวชภัณฑ์ยาและวัตถุอันตรายให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อลดการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำเสีย และมาตรการในการทำงานและการบำรุงรักษาของระบบบำบัดน้ำเสียที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (ม.ป.ป.). ระบบบำบัดมลพิษน้ำ. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม.

[2] ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรม และเขตประกอบการอุตสาหกรรม ลงวันที่ 29 มีนาคม 2559.

[3] ประเวศ เสรีเชษฐพงษ์, เอมอร เบญจวงศ์กุลชัย, สุพจน์ พัฒนะศรี และจันทรวรรณ ตันเจริญ. (2549). การศึกษาวิจัยคุณภาพน้ำทิ้งภายในบริเวณคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ : โครงการศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งภายในบริเวณทันตแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[4] พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 ลงวันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2535.

[5] พุฒิพงศ์ วรสุมันต์. (2546). ชนิดและความเข้มข้นของโลหะหนักบางชนิดในน้ำทิ้งและตะกอนที่ผ่านจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลก. ศูนย์วิจัยข้อมูล Digital วช,2561.

[6] สถาบันประมงน้ำจืดแห่งประเทศไทย ฉบับที่ 75/2530 เรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรน้ำจืด.

[7] สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี). (2560). คู่มือมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. ชลบุรี : กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

[8] สมชาย สกุลอิริยาภรณ์. (2540). การพัฒนารูปแบบการจัดการน้ำเสียในโรงพยาบาลของกระทรวงสาธารณสุข. วารสารส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม. 20 (3), 37-57.

[9] สมหวัง แดนชัยวิจิตร, วิชัย วงศ์ชนะภัย, สุสัน อาศนะเสน และดวงพร จิตรโนทัยถาวร. (2548). การปนเปื้อนทางจุลินทรีย์และโลหะหนักในน้ำเสียโรงพยาบาลที่ผ่านการบำบัดในประเทศไทย. วารสารสมาคมแพทย์แห่งประเทศไทย, 88(10), 59-64.

[10] Adamu Yunusa Ugya, Tijjani Sabiu Imam and Salisu Muhammad Tahir. The Use of *Pistia stratiotes* to Remove Some Heavy Metals From Romi Stream: A Case Study of Kaduna Refinery and Petrochemical Company Polluted Stream. IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology. 2015;9(1):48-51.

[11] American public Health Association. (2005). Standard Methods for the Examination of water and Wastewater. 21st Edition. American Public Health Association.

[12] Evens Emmanuel, Khalil Hanna, Christine Bazin, Gérard Keck, Bernard Clément and Yves Perrodin. Fate of glutaraldehyde in hospital wastewater and combined effects of glutaraldehyde and surfactants on aquatic organisms. Environment International. 2005;31(3):399-406.