Received: Feb 8, 2021 **Revised:** May 19, 2021 **Accepted:** May 27 2021

ปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลนามน อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์

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

อนุรักษ์ ปิ่นทอง
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
Anurak Pintong
Faculty of Science and Health Technology, Kalasin University
E-mail: anurakpintong@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลนามน อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์ เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรมและเขตประกอบการอุตสาหกรรม และเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียกับน้ำทิ้งเพื่อหาความสามารถของระบบบำบัดน้ำเสียในการบำบัดโลหะหนัก โดยใช้เทคนิค Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) ตามวิธีของ Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนมีนาคม – เมษายน พ.ศ.2563

จากการศึกษา พบว่า ปริมาณแคดเมียม ทองแดง แมงกานีสและสารหนู ในน้ำเสีย เท่ากับ 0.008$\pm$0.001 ppm, 0.018$\pm$0.006 ppm, 0.041$\pm$0.008 ppm และ 0.357$\pm$0.281 ppb ตามลำดับ และในน้ำทิ้ง เท่ากับ 0.012±0.001 ppm, 0.017±0.004 ppm, 0.054±0.006 ppm และ 0.614+0.564 ppb ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งกับค่ามาตรฐาน พบว่า ปริมาณแคดเมียม ทองแดง แมงกานีสและสารหนู มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรมและเขตประกอบการอุตสาหกรรม การเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้ง โดยใช้สถิติ Pair Sample T-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ปริมาณแคดเมียมและแมงกานีสในน้ำเสีย มีค่า p-value < 0.05 แสดงว่าปริมาณแคดเมียมและแมงกานีสในน้ำเสียและน้ำทิ้งมีค่าแตกต่างกัน แต่ปริมาณแคดเมียมและแมงกานีสในน้ำเสียมีค่าน้อยกว่าในน้ำทิ้ง และปริมาณทองแดงและสารหนูในน้ำเสีย มีค่า p-value > 0.05 แสดงว่าปริมาณทองแดงและสารหนูในน้ำเสียและน้ำทิ้งมีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งหมายความว่าระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลนามนไม่สามารถบำบัดแคดเมียม ทองแดง แมงกานีสและสารหนูได้

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 Namon Hospital, Namon District, Kalasin Province, to compare the amount of heavy metals in the wastewater with the Industrial effluent standards Industrial estates and industrial zones 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 March - April 2020.

The result showed that the amount of cadmium, copper, manganese and arsenic in wastewater were 0.008±0.001 ppm, 0.018±0.006 ppm, 0.041±0.008 ppm and 0.357±0.281 ppb respectively. And effluent were 0.012±0.001 ppm, 0.017±0.004 ppm, 0.054±0.006 ppm and 0.614±0.564 ppb respectively. It was found that most of heavy metals in the effluent were lower than the Industrial effluent standards Industrial estates and industrial zones. The results of the heavy metals in the wastewater and the effluent were compared by using Pair Sample T-test statistic at significance 0.05. It was found that cadmium and manganese had p-value less than 0.05. Which cadmium and manganese in wastewater and effluent were different. It showed that the wastewater contains cadmium and manganese lower than those in the effluent. The copper and arsenic had a p-value more than 0.05. Which copper and arsenic in wastewater and effluent were no different. Therefore, it was showed that the wastewater treatment system of the hospital cannot reduce the amount of cadmium, copper, manganese and arsenic in the wastewater.

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

บทนำ

น้ำเสียเป็นของเสียที่อยู่ในสภาพของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปนและปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น (พระราชบัญญัติสงเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดลอมแหงชาติ พ.ศ.2535) น้ำเสียจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตในน้ำและการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ของมนุษย์ น้ำเสียเกิดจากการปล่อยน้ำเสียในการทำการเกษตร อุตสาหกรรม การทิ้งขยะจากครัวเรือน ชุมชนและสถานที่สาธารณะ เช่น โรงเรียน โรงแรม โรงพยาบาล ฯลฯ ทำให้มลสาร อาทิเช่น น้ำมัน สารเคมี สารพิษ สารอินทรีย์ เชื้อโรคและพยาธิ ที่ไม่ได้รับการบำบัดหรือมีการจัดการกำจัดที่ถูกต้องถูกปล่อยหรือถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำ ดังนั้น น้ำเสียจึงจำเป็นที่จะต้องมีการบำบัดก่อนปล่อยลงสู่แหล่งสาธารณะเพื่อป้องกันปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

น้ำเสียจากโรงพยาบาลมีความสกปรกสูงกว่าน้ำเสียจากบ้านเรือน เนื่องจากโรงพยาบาลเป็นสถานบริการการรักษาพยาบาลผู้เจ็บป่วย การควบคุมป้องกันโรค การฟื้นฟูสภาพและการทดลองวิจัย ดังนั้นโรงพยาบาลจึงเป็นแหล่งผลิตของเสียที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพทั้งที่เป็นด้านชีวภาพและสารเคมี เช่น ยารักษาโรค วัสดุอุดฟัน ยาฆ่าเชื้อโรคและสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ ทั้งจากการชำระล้างและของเสียจากตัวอย่างส่งตรวจที่เหลือจากห้องปฏิบัติการและการทดลองวิจัย ของเสียที่เป็นของเหลวทั้งหมดจะถูกเทลงไปรวมกันที่ระบบบำบัดน้ำเสีย หากการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลเป็นไปอย่างไม่ได้มาตรฐาน ขาดการจัดการและดูแลที่ดี จะทำให้โรงพยาบาลกลายเป็นแหล่งแพร่กระจายโรคภัยต่างๆ ไปสู่ประชาชนที่มารับบริการ เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในสถานบริการ ประชาชนและชุมชนที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียง ดังนั้นการบริหารจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาล จึงเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพโรงพยาบาลให้ได้มาตรฐานและปลอดภัยแก่ประชาชนผู้รับบริการ เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน รวมทั้งประชาชนและชุมชนที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียง โรงพยาบาลทุกแห่งจะต้องดำเนินการบำบัดน้ำเสียให้ได้มาตรฐานและเป็นไปตามกฎหมายที่กำหนด เพื่อลดความเสี่ยงดังกล่าวและเป็นการลดปริมาณสารมลพิษและเชื้อโรคที่จะถูกระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม (สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2557)

โลหะหนักและสารพิษอาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ที่สามารถสะสมอยู่ในห่วงโซ่อาหารของสัตว์หรือพืชได้และเกิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ปรอท โครเมียม แคดเมียม ทองแดง ปกติจะอยู่ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชที่ปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตร สำหรับในเขตชุมชนอามีสารมลพิษนี้มาจากอุตสาหกรรมหรือในครัวเรือนบางประเภท เช่น อู่ซ่อมรถ ร้านชุบโลหะและน้ำเสียจากโรงพยาบาล เป็นต้น (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ, 2560)

โรงพยาบาลนามน อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์เป็นโรงพยาบาลขนาดเล็ก ที่มีจำนวน 30 เตียง และมีแหล่งกำเนิดน้ำเสีย ได้แก่ แผนกผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน โรงครัวและโรงอาหาร ห้องปฏิบัติการ ห้องผ่าตัด ห้องคลอด ที่พักอาศัยของเจ้าหน้าที่และสถานที่ทำการต่าง ๆ ซึ่งโรงพยาบาลนามนมีผู้มาใช้บริการเป็นจำนวนมากในแต่ละวันจึงทำให้มีน้ำเสียที่มาจาก

อาคารผู้ป่วยต่างๆ จำนวนมาก ปัจจุบันระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลนามนเป็นแบบบึงประดิษฐ์แบบผสม มีอัตราน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย 30 ลบ.ม/วัน ดังนั้นการศึกษาปริมาณของโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลนามน ทำให้ทราบถึงปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้งและความสามารถของระบบบำบัดน้ำเสียในการบำบัดโลหะหนัก ซึ่งผลการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลนามน อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลนามน อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์
2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลนามน อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์ กับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรมและเขตประกอบการอุตสาหกรรม
3. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลนามน อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์

ระเบียบการวิจัย

1. การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างน้ำเสียและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลนามน อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยทำการเก็บตัวอย่าง 2 จุด คือ จุดรวมรวบน้ำเสียและจุดระบายน้ำทิ้ง ด้วยวิธีเก็บแบบจ้วง ทั้งหมด 8 ครั้ง ครั้งละ 3 ตัวอย่าง ในช่วงเดือนมีนาคม – เมษายน พ.ศ.2563

2. การวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำตัวอย่าง ซึ่งโลหะหนักที่ศึกษา ได้แก่ แคดเมียม ทองแดง แมงกานีสและสารหนู โดยขั้นตอนการวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำตัวอย่าง

ขั้นตอน	วิธีการ
วิธีการเก็บตัวอย่าง	เก็บตัวอย่างตามขั้นตอน Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater (American public Health Association, 2005)
การเตรียมตัวอย่าง	เตรียมตัวอย่างตามขั้นตอน Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater (American public Health Association, 2005)
การวิเคราะห์ตัวอย่าง	เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น Pin AAcle 900F

3. เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลนามน อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์ กับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรมและเขตประกอบการอุตสาหกรรมของกรมควบคุมมลพิษ ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2559

4. เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลนามน อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์

5. การประมวลผล

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

ผลการดำเนินงาน

1. ปริมาณโลหะหนัก

1.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลนามน อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำเสีย

ตัวอย่างที่	แคดเมียม (ppm)	ทองแดง (ppm)	แมงกานีส (ppm)	สารหนู (ppb)
1	0.010	0.020	0.040	0.086
2	0.010	0.021	0.039	0.399
3	0.009	0.019	0.039	0.172
4	0.010	0.020	0.035	0.107
5	0.006	0.014	0.034	ND
6	0.009	0.010	0.048	0.268
7	0.007	0.028	0.045	0.507
8	0.008	0.019	0.044	0.473
9	0.006	0.021	0.054	0.043
10	0.006	0.013	0.033	0.365
11	0.009	0.011	0.033	0.093
12	0.009	0.012	0.033	0.537
13	0.009	0.023	0.051	1.042
14	0.008	0.031	0.063	0.684
15	0.008	0.024	0.048	0.986
16	0.010	0.022	0.041	0.042
17	0.008	0.021	0.039	0.343
18	0.007	0.021	0.040	0.311
19	0.007	0.013	0.045	0.283
20	0.008	0.012	0.037	0.353
21	0.008	0.013	0.034	0.216
22	0.008	0.015	0.038	0.748
23	0.008	0.013	0.036	0.218
24	0.009	0.014	0.036	0.298
ค่าเฉลี่ย	0.008±0.001	0.018±0.006	0.041±0.008	0.357±0.281

หมายเหตุ ND = Not Detected

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำเสีย พบว่า ปริมาณแคดเมียม ทองแดง แมงกานีสและสารหนู มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.008±0.001 ppm, 0.018±0.006 ppm, 0.041±0.008 ppm และ 0.357±0.281 ppb ตามลำดับ

1.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลนามน อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้ง

ตัวอย่างที่	แคดเมียม (ppm)	ทองแดง (ppm)	แมงกานีส (ppm)	สารหนู (ppb)
1	0.014	0.016	0.054	1.724
2	0.015	0.017	0.053	1.601
3	0.012	0.018	0.039	0.369

4	0.013	0.017	0.061	1.393
5	0.011	0.015	0.056	ND
6	0.011	0.015	0.054	0.107
7	0.013	0.014	0.055	1.036
8	0.011	0.016	0.054	0.754
9	0.011	0.016	0.057	0.860
10	0.012	0.014	0.054	1.219
11	0.012	0.014	0.056	1.611
12	0.013	0.013	0.057	0.352
13	0.010	0.013	0.048	0.678
14	0.010	0.014	0.048	0.036
15	0.013	0.015	0.048	0.345
16	0.010	0.027	0.060	0.650
17	0.012	0.028	0.062	ND
18	0.010	0.028	0.066	ND
19	0.010	0.016	0.049	ND
20	0.011	0.015	0.052	0.403
21	0.014	0.015	0.051	0.718
22	0.012	0.018	0.051	0.044
23	0.013	0.017	0.051	0.174
24	0.011	0.017	0.050	0.660
ค่าเฉลี่ย	0.012±0.001	0.017±0.004	0.054±0.006	0.614±0.564

หมายเหตุ ND = Not Detected

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้ง พบว่า ปริมาณแคดเมียม ทองแดง แมงกานีสและสารหนู มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.012±0.001 ppm, 0.017±0.004 ppm, 0.054±0.006 ppm และ 0.614±0.564 ppb ตามลำดับ

2. การเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งกับค่ามาตรฐาน

ผลการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลนามน อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์กับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรมและเขตประกอบการอุตสาหกรรมของกรมควบคุมมลพิษ ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2559 ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งกับค่ามาตรฐาน

โลหะหนัก	ค่าเฉลี่ย	ค่ามาตรฐาน
แคดเมียม	0.012±0.001 ppm	ไม่เกิน 0.03 ppm
ทองแดง	0.017±0.004 ppm	ไม่เกิน 2.00 ppm
แมงกานีส	0.054±0.006 ppm	ไม่เกิน 5.00 ppm
สารหนู	0.614±0.564 ppb	ไม่เกิน 0.25 ppm

ผลการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งกับค่ามาตรฐาน พบว่า ปริมาณแคดเมียม ทองแดง แมงกานีสและสารหนู มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.012±0.001 ppm, 0.017±0.004 ppm, 0.054±0.006 ppm และ 0.614±0.564 ppb ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรมและเขตประกอบการอุตสาหกรรมมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐาน

3. การเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้ง

ผลการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลนามน อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์ ใช้สถิติ Pair Sample T-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้ง

โลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนักในน้ำเสีย	ปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้ง	ค่าสถิติ	
			t	p-value
แคดเมียม	0.008±0.001 ppm	0.012±0.001 ppm	-11.219	0.000*
ทองแดง	0.018±0.006 ppm	0.017±0.004 ppm	0.703	0.489
แมงกานีส	0.041±0.008 ppm	0.054±0.006 ppm	-5.907	0.000*
สารหนู	0.357±0.281 ppb	0.614±0.564 ppb	-1.829	0.080

หมายเหตุ * มีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้ง พบว่า ปริมาณแคดเมียมและแมงกานีสในน้ำเสีย (0.008±0.001 ppm และ 0.041±0.008 ppm ตามลำดับ) และในน้ำทิ้ง (0.012±0.001ppm และ 0.054±0.006 ppm ตามลำดับ) โลหะหนักที่ 2 ชนิด มีค่า p-value เท่ากับ 0.000 แสดงว่าปริมาณแคดเมียมและแมงกานีสในน้ำเสียและน้ำทิ้งมีค่าแตกต่างกัน โดยปริมาณแคดเมียมและแมงกานีสในน้ำเสียมีค่าน้อยกว่าในน้ำทิ้ง ซึ่งหมายความว่าระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลนามนไม่สามารถบำบัดแคดเมียมและแมงกานีสได้ และปริมาณทองแดงและสารหนูในน้ำเสีย (0.018±0.006 ppm และ 0.357±0.281 ppb ตามลำดับ) และในน้ำทิ้ง (0.017±0.004 ppm และ 0.614±0.564 ppb ตามลำดับ) มีค่า p-value เท่ากับ 0.489 และ 0.080 ตามลำดับ แสดงว่าปริมาณทองแดงและสารหนูในน้ำเสียและน้ำทิ้งมีค่าไม่แตกต่างกัน นั้นหมายความว่าระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลนามนไม่สามารถบำบัดทองแดงและสารหนูในน้ำเสียได้

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลนามน อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์ พบ ในน้ำเสียมีปริมาณแคดเมียม ทองแดง แมงกานีสและสารหนู เท่ากับ 0.008±0.001 ppm, 0.018±0.006 ppm, 0.041±0.008 ppm และ 0.357±0.281 ppb ตามลำดับ ผลการศึกษาสอดคล้องงานวิจัยของพิบูลย์ เกิดโภคทรัพย์ และคณะ (2551) พบว่า น้ำเสียจากอาคารต่าง ๆ ของคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีปริมาณแคดเมียม 0.00095 – 0.00353 ppm ตะกั่ว 0.01969 – 0.03341 ppm และปรอท 0.00390 – 0.01100 ppm ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสีย และ Beril Salman Akin (2016) ได้ศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนัก 9 ชนิด ได้แก่ แคดเมียม ตะกั่ว สังกะสี ทองแดง โครเมียม โคบอลต์ นิกเกิล อะลูมิเนียมและแมงกานีส ของน้ำเสียในห้องปฏิบัติการของโรงพยาบาล พบว่า มีค่าความเข้มข้นของทองแดงสูงสุด มีค่าอยู่ระหว่าง 0.44 - 0.85 ppm และโลหะหนักที่มีความเข้มข้นรองลงมาตามลำดับ คือ โครเมียม สังกะสี ตะกั่ว อะลูมิเนียม แคดเมียม นิกเกิล แมงกานีสและโคบอลต์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.07 ppm, 0.07 ppm, 0.07 ppm, 0.06 ppm, 0.02 ppm, 0.007 ppm, 0.004 ppm และ 0.003 ppm ตามลำดับ ซึ่งน้ำเสียจากโรงพยาบาลประกอบไปด้วยเชื้อโรค ยารักษา สารพิษ ผงซักฟอก สารละลาย โลหะหนักและยาฆ่าเชื้อโรค ซึ่งกิจกรรมต่าง ๆ ในการรักษาพยาบาล และน้ำเสียจากอาคารต่าง ๆ ของโรงพยาบาล รวมทั้งบ้านพักของบุคลากรในโรงพยาบาลมีการปล่อยของเสียที่มีโลหะหนักปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสีย (Evens Emmanuel และคณะ, 2005) และในน้ำทิ้งมีปริมาณแคดเมียม ทองแดง แมงกานีสและสารหนู เท่ากับ 0.012±0.001 ppm, 0.017±0.004 ppm, 0.054±0.006 ppm และ 0.614±0.564 ppb ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรมและเขตประกอบการอุตสาหกรรม พบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐาน ผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของสมหวัง แดนชัยวิจิตร และคณะ (2548) ได้ศึกษาโลหะหนักในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดของโรงพยาบาลในประเทศไทย พบว่า มีปริมาณตะกั่ว โครเมียมและแคดเมียม ซึ่งมีเท่ากับ 0.012±0.007 ppm, 0.014±0.011 ppm และ0.002 ±0.002 ppm ตามลำดับ ซึ่งโลหะหนักทั้ง 3 ชนิดมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐาน และงานวิจัยของพิบูลย์ เกิดโภคทรัพย์ และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาปริมาณแคดเมียม ตะกั่ว และปรอท ในน้ำทิ้งจากอาคาร

ต่าง ๆ ของคณะทันตแพทยศาสตร์ พบว่า มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นปริมาณปรอทในน้ำทิ้งของอาคารทันต10 ทันต5 และทันต15 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

การเปรียบเทียบปริมาณน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลนามน อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยใช้สถิติ Paired Samples T-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ปริมาณแคดเมียมและแมงกานีสในน้ำเสียและน้ำทิ้ง มีค่า p-value < 0.05 แสดงว่าปริมาณแคดเมียมและแมงกานีสในน้ำเสียและน้ำทิ้งมีค่าแตกต่างกัน แต่ผลการศึกษาพบว่าปริมาณแคดเมียมและแมงกานีสในน้ำเสียมีค่าน้อยกว่าในน้ำทิ้ง นั้นหมายความว่าระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลนามนไม่สามารถบำบัดแคดเมียมและแมงกานีสได้ และปริมาณทองแดงและสารหนูในน้ำเสียและน้ำทิ้ง มีค่า p-value > 0.05 แสดงว่าปริมาณทองแดงและสารหนูในน้ำเสียและน้ำทิ้งมีค่าไม่แตกต่างกัน นั้นหมายความว่าระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลนามนไม่สามารถบำบัดทองแดงและสารหนูในน้ำเสียได้ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลนามน ไม่สามารถบำบัดแคดเมียม ทองแดง แมงกานีสและสารหนู ในน้ำเสียได้ เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลนามนเป็นแบบบึงประดิษฐ์แบบผสม ซึ่งเป็นระบบที่มีการปรับปรุงจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง ในปี พ.ศ.2535 มีหน่วยบำบัดน้ำเสีย 5 หน่วย ได้แก่ 1) หน่วยบำบัดไร้อากาศ 2) หน่วยบำบัดเติมอากาศ 3) หน่วยบำบัดด้วยดิน 4) หน่วยบำบัดด้วยพืช (ต้นกก) และ 5) หน่วยฆ่าเชื้อโรค ซึ่งทางโรงพยาบาลนามนไม่มีการเปลี่ยนดินในหน่วยบำบัดด้วยดินและหน่วยบำบัดด้วยพืชตั้งแต่เริ่มมีการใช้งานระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์แบบผสม ดังนั้นแคดเมียม ทองแดง แมงกานีสและสารหนู สามารถสะสมอยู่ในตะกอนดินได้ ซึ่งเบญจวรรณ นิลวงค์ และกรรณิการ์ แก้วกิ้ม (2559) ได้อธิบายถึงการบำบัดโลหะหนักในน้ำเสียด้วยพืชว่าการตรึงด้วยพืชเป็นวิธีการกำจัดโลหะหนักโดยลดการเคลื่อนไหวของสารพิษในสิ่งแวดล้อม โดยใช้ส่วนรากของพืชตรึงโลหะไว้กับดิน และพิบูลย์ เกิดโภคทรัพย์ และคณะ (2551) ได้อภิปรายผลเกี่ยวกับธรรมชาติของโลหะหนักในน้ำเสียจะตกตะกอนและจับตัวกับสารอินทรีย์หรือตะกอนดินที่อยู่ก้นบ่อเมื่อมีปัจจัยอื่นมากระทำ เช่น ความร้อน ภาวะความเป็นกรดเบส โลหะหนักที่อยู่ในรูปของอะมัลกัมหรือโลหะหนักที่จับตัวกับสารอินทรีย์และตะกอนดินสามารถแตกตัวออกจากกันและฟุ้งกระจายไปตามน้ำได้

ซึ่งมาตรการในการลดปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในน้ำเสียของโรงพยาบาลนามนสามารถทำได้โดย 1) การลดสารมลพิษที่มีองค์ประกอบของโลหะหนักที่แหล่งกำเนิด โดยกำหนดวิธีการใช้ การเก็บรักษาและวิธีการกำจัดสารเคมี เวชภัณฑ์ยาและวัตถุอันตรายให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ 2) มีการเปลี่ยนดินที่ใช้ในหน่วยบำบัดด้วยดินและหน่วยบำบัดด้วยพืชของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์แบบผสม เพื่อป้องกันการสะสมของโลหะหนักในดินเป็นระยะ ๆ และ 3) มีการบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ

เอกสารอ้างอิง

[1] เบญจวรรณ นิลวงค์และกรรณิการ์ แก้วกิ้ม. (2559). การกำจัดโลหะหนักจากน้ำเสียด้วยระบบบึงประดิษฐ์และตัวดูดซับทางชีวภาพ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. 2(2):52-61.

[2] ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรม และเขตประกอบการอุตสาหกรรม ประกาศในราชกิจจานุเบกษา พ.ศ.2559 เล่ม 133 ตอนพิเศษ 129 ง วันที่ 29 มีนาคม 2559.

[3] พระราชบัญญัติสงเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดลอมแหงชาติ พ.ศ.2535. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา พ.ศ.2535 เล่ม 109 ตอนที่ 37 วันที่ 4 เมษายน 2535.

[4] พิบูลย์ เกิดโภคทรัพย์, ประเวศ เสรีเชษฐพงษ์, เอมอร เบญจวงศ์กุลชัย, สุพจน์ พัฒนะศรี พิชญ รัชฎาวงส์, วรรณดารา อินทรปัญญาและจันทรวรรณ ตันเจริญ. (2551). การศึกษาวิจัยคุณภาพน้ำทิ้งภายในคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วารสารทันตแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 31: 283-94.

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

[6] สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. (2560). ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

[7] สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม. (2557). คู่มือมาตรฐานการสุขาภิบาลและความปลอดภัยในโรงพยาบาล. พิมพ์ครั้งที่ 5. โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ. นนทบุรี.

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

[9] Beril Salman Akin. (2016). Contaminant Properties of Hospital Clinical Laboratory Wastewater : A Physiochemical and Microbiological Assessment. Journal of Environmental Protection. 7(5):635-642.

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