Original Article **นิพนธ์ต้นฉบับ**

การปรับปรุงคุณภาพน้ำอุปโภคด้านชีวภาพของหัวใจสิริกิติ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
Improvement of biological quality of water supply of Queen Sirikit Heart Center in the Northeast

ณัชพล นากสีนวน[1], ศุภฤทธิ์ ศิลารัตน์[2]
Natchaphon Naksrinuan[1], Suparit Silarat[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าศักยภาพการเกิดออกซิเดชัน รีดักชัน (Oxidation Reduction Potential, ORP) ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำอุปโภคด้านชีวภาพของศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวางแผนการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Experimental in Research and Development) ใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำสำหรับอุปโภคในศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปีงบประมาณ 2562 (1 ตุลาคม 2561 – 30 กันยายน 2562) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและทำการวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยสถิติการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการศึกษา พบว่า เมื่อทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำอุปโภค จำนวน 329 จุด แยกเป็นจุดปลายท่อที่ต้นทาง จำนวน 10 จุด จุดที่มีความเสี่ยง จำนวน 319 จุด พบจุดที่คุณภาพของน้ำอุปโภคที่ผ่านเกณฑ์ประเมินทางกายภาพจำนวน 322 จุด คิดเป็นร้อยละ 97.87 ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมินจำนวน 7 จุด คิดเป็นร้อยละ 2.13 เมื่อทำการประเมินคุณภาพทางด้านชีวภาพ พบว่า ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโดยพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน (>500 CFU/ml) จำนวน 2 จุด คิดเป็นร้อยละ 0.61 พบ Coliform และ Fecal coliform เกินมาตรฐาน (>1.1 MPN/100 ml) จำนวน 7 และ 3 จุด คิดเป็นร้อยละ 2.13 และ 0.91 ตามลำดับ เมื่อทำการประเมินมาตรฐานทั้ง 2 ด้าน พบว่า คุณภาพของน้ำอุปโภคที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 314 จุด คิดเป็นร้อยละ 95.44 ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมินจำนวน 15 จุด คิดเป็นร้อยละ 4.56 เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า ORP, pH และปริมาณสารคลอรีนในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำอุปโภค พบว่า ค่า ORP และ pH ที่เหมาะสมในการทำลายเชื้อโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง 690 - 700 mV และ 8.5 - 9 ตามลำดับ และหากเติมปริมาณคลอรีน 12 ppm ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อโคลิฟอร์มในน้ำจะสูงที่สุด

คำสำคัญ : คุณภาพด้านชีวภาพ, น้ำอุปโภค, ค่าศักยภาพการเกิดออกซิเดชัน รีดักชัน

[1] **วิศวกร ระดับชำนาญการ, งานซ่อมบำรุง ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**
[2] **วิสัญญีแพทย์, รองผู้อำนวยการฝ่ายกายภาพ ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**

Abstract

The purpose of this research was to study the relationship between the Oxygen Reduction Potential (ORP) and amount of chlorine for improvement of biological quality of water supply of Queen Sirikit Heart Center in the Northeast (QSHC). Studies design in experimental of research and development by collecting water quality data in QHSC. Faculty of Medicine. Khon Kaen University during in 2019 (1^{st} October 2018 – 30^{th} September 2019). Data were analyzed using descriptive statistics and data analysis with statistics for frequency distribution, percentage, mean, standard deviation. The research findings quality of water for 329 points, separating into the end of the pipe at the source of 10 points, the risk point of 319 points found that the quality of water that passed the physical evaluation criteria was 322 points, equal to 97.87 percent. Passed the evaluation criteria of 7 points, equal to 2.13 percent. When evaluating the biological quality, it was found that the standards were not met, with the total plate counts (TPC) > 500 CFU / ml) 2 points, representing 0.61%, found Coliform and Fecal coliform exceeded the standard (> 1.1 MPN / 100 ml) in the amount of 7 and 3 points, equivalent to 2.13 and 0.91% respectively. When evaluating standards in both aspects, it was found that the quality of water supply that passed the criteria of 314 points, equivalent to 95.44 percent, did not pass the evaluation criteria of 15 points, equivalent to 4.56 percent. When studying the relationship between ORP, pH and chlorine content decreasing of microorganisms in water supply, it was found that the optimum ORP and pH for decreasing of coliforms are in the range 690-700 mV and 8.5-9 respectively. If adding 12 ppm of chlorine, the efficiency of coliforms in water is highest.

Keywords: Biological quality, Water supply, Oxidation Reduction Potential (ORP)

บทนำ

ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นโรงพยาบาลเฉพาะทางด้านโรคหัวใจและหลอดเลือดขนาด 200 เตียง และมีการใช้น้ำประปาที่ผลิตขึ้นเองภายใต้การดูแลของกองจัดการสาธารณูปโภค พลังงานและสิ่งแวดล้อม สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งได้มีการตรวจสอบมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาก่อนส่งจ่ายใช้ในโรงพยาบาลอยู่เป็นประจำตามมาตรฐานของกรมอนามัยและมาตรฐานระดับสากล JCI แต่เนื่องจากศูนย์หัวใจสิริกิติ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีที่ตั้งอยู่ปลายทางของระบบจ่ายน้ำประปาของมหาวิทยาลัย มีสถานที่ตั้งห่างจากแหล่งผลิตและจ่ายน้ำประปา จึงทำให้มีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียระหว่างเส้นทางการจ่ายน้ำ โดยอาจจะเกิดจากการที่ท่อส่งจ่ายน้ำประปาชำรุด การซ่อมแซมท่อส่งจ่ายน้ำประปา หรือการที่ท่อส่งจ่ายน้ำประปามีอายุการใช้งานยาวนาน จึงทำให้เป็นสาเหตุของการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียภายในน้ำประปาที่นำมาใช้งาน จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นความสำคัญเกี่ยวกับความสะอาดปลอดภัยของระบบน้ำอุปโภคในศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ จึงได้ทำการวิจัยส่งเสริมพัฒนาคุณภาพน้ำอุปโภคในโรงพยาบาลให้สะอาดปลอดภัยได้มาตรฐาน ตลอดจนเป็นการคุ้มครองสุขภาพของผู้ป่วย รวมถึงบุคลากรที่อยู่ในโรงพยาบาล และยังเป็นการป้องกันการเจ็บป่วยจากโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำสำหรับอุปโภคด้านชีวภาพ ของศูนย์หัวใจสิริกิติ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2. เพื่อเปรียบเทียบค่าศักยภาพการเกิดออกซิเดชัน รีดักชันกับปริมาณของคลอรีนที่เหมาะสม เพื่อกำจัดเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform Bacteria) และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform Bacteria) ในน้ำอุปโภค

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้วางแผนการวิจัยแบบวิจัยและพัฒนา โดยใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำสำหรับอุปโภคในศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นและได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. สำรวจระบบน้ำอุปโภคในศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ ด้านโครงสร้างระบบประปา การบริหารจัดการโดยการตรวจสอบแหล่งน้ำอุปโภคแนวเส้นท่อ

2. ตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้นโดยการวัดค่าคลอรีนอิสระในน้ำด้วยชุดทดสอบ ณ จุดปลายท่อระบบประปาของศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ และตรวจสอบแบคทีเรียที่จุดเสี่ยง ด้วยชุดทดสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

3. เก็บตัวอย่างน้ำตรวจสอบคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำอุปโภคของกรมอนามัยทางห้องปฏิบัติการ จำนวน 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เป็นจุดเดียวกัน และสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำดังนี้

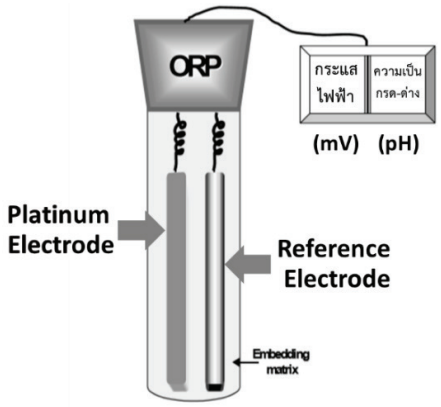
- จุดต้นท่อระบบจ่ายน้ำ เก็บที่ก๊อกของท่อจากหอถังสูงภายในระบบผลิต จำนวน 1 ตัวอย่าง เพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ทั้งด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านแบคทีเรีย ตามเกณฑ์น้ำบริโภค กรมอนามัย ปี พ.ศ. 2553[1]

- จุดปลายท่อระบบจ่ายน้ำ สุ่มเก็บที่จุดปลายท่อหลักจ่ายน้ำประปาที่เป็นจุดเสี่ยง จำนวน 4 จุด โดยตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านชีวภาพทางห้องปฏิบัติการ

4. การเฝ้าระวังและรักษามาตรฐาน

- ตรวจสอบคุณภาพน้ำ ทางด้านจุลชีววิทยา เดือนละ 1 ครั้ง โดยใช้ชุดทดสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

- ตรวจวิเคราะห์น้ำตามเกณฑ์คุณภาพน้ำอุปโภคของกรมอนามัย ทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยส่งตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 1 ครั้งต่อปี



ภาพที่ 1 เครื่องมือสำหรับเติมคลอรีนเพื่อวัดค่า ORP (Oxidation Reduction Potential) ในตัวอย่างน้ำ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำ ข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษา

1. ผลการสำรวจระบบน้ำอุปโภคในศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ ด้านโครงสร้างระบบประปา การบริหารจัดการ

ในการเก็บรวมรวมข้อมูลการวิจัยเพื่อนำมาค้นหาแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพน้ำอุปโภคด้านชีวภาพ ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูล พบว่า การจัดการน้ำอุปโภคของศูนย์หัวใจสิริกิติ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้น มหาวิทยาลัยขอนแก่นได้รับจัดสรรน้ำน้ำดิบในการมาผลิตเป็นน้ำประปาเพื่อการอุปโภคและบริโภคจากเขื่อนอุบลรัตน์ โดยกระจายผ่านโครงการชลประทานหนองหวาย เป็นระยะทางประมาณ 35 กิโลเมตร ปริมาตรวันละประมาณ 10,000 ลูกบาศก์เมตร โดยมากักเก็บไว้ในบ่อน้ำดิบบ้านโกทาก่อนส่งต่อมาโรงผลิตน้ำประปามหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งมีคุณภาพน้ำค่อนข้างไม่ดี พบสาหร่ายเจือปนอยู่จำนวนมาก ทางโรงผลิตน้ำประปา มหาวิทยาลัยขอนแก่น จึงต้องทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำเบื้องต้นก่อนทำการผลิตเป็นน้ำประปาเพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภคไปยังคณะและส่วนงานต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่นต่อไป

2. การตรวจสอบคุณภาพน้ำและแบคทีเรียเบื้องต้น

ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ใช้น้ำประปาที่ส่งตามเส้นท่อหลักที่จ่ายมาจากโรงผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นระยะทางประมาณ 3 กิโลเมตร และได้มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ ก่อนนำมาใช้ภายในโรงพยาบาล จากการตรวจสอบเบื้องต้น พบว่าพบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform Bacteria) และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform Bacteria) ในน้ำประปาเกินค่ามาตรฐาน (<1.1 MPN/100 ml)[2]

3. ตรวจสอบคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำอุปโภค

เมื่อทำการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นและปรับปรุงคุณภาพน้ำอุปโภคให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำอุปโภคก่อนแจกจ่ายสำหรับกิจกรรมภายในศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ แล้ว ทางผู้วิจัยได้ทำการติดตามและตรวจสอบคุณภาพของน้ำยังจุดใช้งาน จำนวน 329 จุด แยกเป็น จุดปลายท่อที่ต้นทาง

จำนวน 10 จุด จุดที่มีความเสี่ยง จำนวน 319 จุด พบว่า คุณภาพของน้ำอุปโภคที่ผ่านเกณฑ์ประเมินทางกายภาพ จำนวน 322 จุด คิดเป็นร้อยละ 97.87 ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน จำนวน 7 จุด คิดเป็นร้อยละ 2.13 เมื่อทำการประเมินคุณภาพทางด้านชีวภาพ พบว่า ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโดยพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน (>500 CFU/ml) จำนวน 2 จุด คิดเป็นร้อยละ 0.61 พบ Coliform และ Fecal coliform เกินมาตรฐาน (>1.1 MPN/100 ml) จำนวน 7 และ 3 จุด คิดเป็นร้อยละ 2.13 และ 0.91 ตามลำดับ เมื่อทำการประเมินมาตรฐานทั้ง 2 ด้าน พบว่า คุณภาพของน้ำอุปโภคที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 314 จุด คิดเป็นร้อยละ 95.44 ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมินจำนวน 15 จุด คิดเป็นร้อยละ 4.56 (ดังแสดงในตารางที่ 1)

4. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า ORP, pH และปริมาณสารคลอรีนในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำอุปโภค

จากภาพ A พบว่า เมื่อเติมปริมาณคลอรีนในปริมาณที่สูงขึ้นจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อโคลิฟอร์มในน้ำได้สูงขึ้นและเพิ่มปริมาณคลอรีนอิสระในน้ำเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังพบว่าค่า ORP และ pH ที่เหมาะสมในการทำลายเชื้อโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง 690-700 mV และ 8.5-9 ตามลำดับ และหากเติมปริมาณคลอรีน 12 ppm ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อโคลิฟอร์มในน้ำจะสูงที่สุด (ภาพ B)

ตารางที่ 1 การประเมินเกณฑ์คุณภาพน้ำอุปโภค ทางกายภาพและทางจุลชีววิทยาในศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ

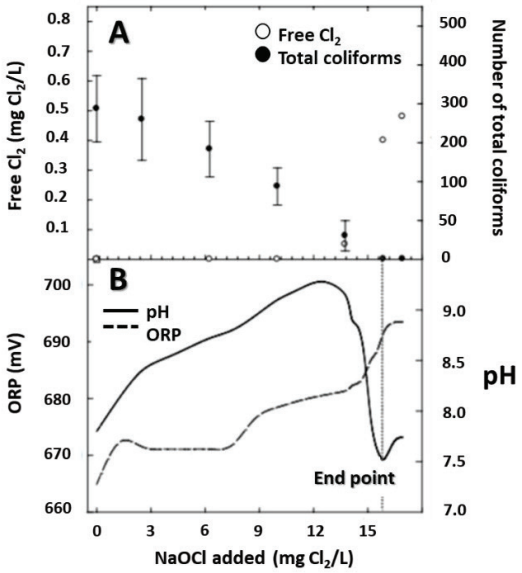
คุณภาพของน้ำอุปโภค	หน่วย	เกณฑ์มาตรฐาน	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน		ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน	
			จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ทางกายภาพ						
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	6.5–8.5	322	97.87	7	2.13
ทางชีวภาพ						
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC)	CFU/ml	< 500	327	99.39	2	0.61
โคลิฟอร์ม (Coliform)	MPN/100 ml	< 1.1	322	97.87	7	2.13
ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal coliform)	MPN/100 ml	< 1.1	326	99.09	3	0.91
Escherichia coli (E. coli)	MPN/100 ml	ไม่พบ	329	100.00	0	0.00
มาตรฐานทั้ง 2 ด้าน			314	95.44	15	4.56

หมายเหตุ: ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามเกณฑ์คุณภาพน้ำอุปโภคของกรมอนามัย พ.ศ. 2553

ตารางที่ 2 การพัฒนาหาประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อแบคทีเรียในน้ำอุปโภค ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ

ความเข้มข้นของคลอรีนในน้ำอุปโภค (มิลลิกรัม/ลิตร; ppm)	ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ			ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ (ร้อยละ)		
	TPC (CFU/ml)	Fecal coliform (MPN/100 ml)	*E. coli* (MPN/100 ml)	TPC	Fecal coliform	*E. coli*
0	520±2.25	9.27±0.93	1.50±0.11	-	-	-
6	320±1.19	1.03±0.36	0.72±0.25	74.42	88.89	75.33
9	196±2.76	0.51±0.33	0.54±0.16	86.73	94.50	84.67
12	48±0.54	0.22±0.28	0.25±0.31	98.46	97.63	92.67

หมายเหตุ: ใช้จำนวนตัวอย่างโดยการสุ่มจากก๊อกน้ำจำนวน 10 จุด ๆ ละ 3 ซ้ำ



ภาพที่ 1 A ความสัมพันธ์ระหว่างคลอรีนอิสระและจำนวนเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดเมื่อเติมสารคลอรีนในน้ำในปริมาณที่ต่างกัน B ความสัมพันธ์ระหว่างค่า ORP และค่า pH เมื่อเติมสารคลอรีนในน้ำในปริมาณที่ต่างกัน

อภิปรายผล

การวิเคราะห์ผลคุณภาพน้ำอุปโภคในภาพรวม พบว่า น้ำอุปโภคจากแหล่งน้ำต้นทางยังมีคุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่กรมอนามัยกำหนด เนื่องจากพบเชื้อก่อโรคจำพวกโคลิฟอร์มและมีค่า pH ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นทางศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ จึงได้ทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับอุปโภคให้มีความเหมาะสมก่อนนำมาใช้สำหรับกิจกรรมภายในศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ ต่อไป

ข้อมูลที่ได้นี้ ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการติดตามและตรวจสอบไปยังจุดที่ไม่ผ่านมาตรฐานทั้ง 15 จุด เพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาและปรับปรุงคุณภาพของน้ำอุปโภค โดยทำการศึกษาหาปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารคลอรีน ที่มีประสิทธิภาพในการลดหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ จากการศึกษา (ตารางที่ 2) พบว่า ความเข้มข้นที่เหมาะสมของปริมาณคลอรีนที่เติมลงในน้ำอุปโภค คือ 12 มิลลิกรัม/ลิตร (ppm) โดยมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ TPC, Fecal coliform และ E. coli ร้อยละ 98.46, 97.63 และ 92.67 ตามลำดับ

เนื่องจากการเติมปริมาณคลอรีนที่มากพอจะทำให้คลอรีนเกิดการแตกตัวเป็น Cl- ซึ่งจะเพิ่ม ion ในน้ำทำให้ประจุไฟฟ้าซึ่งวัดได้จากค่า ORP และ pH ซึ่งค่า pH ที่สูงขึ้นนี้ทำให้เชื้อเชื้อแบคทีเรียจำพวก โคลิฟอร์มไม่สามารถเจริญเติมโตได้[3-6]

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่ได้ทำการศึกษาและพัฒนานี้ทางศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ ได้สะท้อนปัญหาของคุณภาพน้ำไปยังหน่วยงานของมหาวิทยาลัย เพื่อวางแนวทางและแก้ปัญหาร่วมกัน ตลอดจนการควบคุมดูแลการทำงานของระบบประปาให้มีประสิทธิภาพในอนาคตการตรวจพบแบคทีเรียอาจมีสาเหตุจากการไม่มี ระบบฆ่าเชื้อโรคหรือชำรุดขาดการล้างทำความสะอาดระบบฯ ระบบท่อส่งจ่าย

ชำรุด การแก้ไขปัญหาแบคทีเรียสามารถทำได้โดยการเติมสารคลอรีนในถังน้ำใสก่อนดำเนินการจ่ายไปยังส่วนต่างๆ ของมหาวิทยาลัย

การแก้ปัญหาด้านกายภาพและเคมี ควรเติมสารคลอรีนในปริมาณที่เหมาะสม มีการล้างทำความสะอาดระบบ ควบคุมการทำงานและบำรุงรักษาระบบประปาให้มีสภาพที่ดี พร้อมใช้งาน อีกทั้งยังควรมีการเฝ้าระวังและตรวจสอบคุณภาพของน้ำอุปโภคให้มีค่าคลอรีนอิสระอยู่ระหว่าง 0.2-0.5 ppm.[7] และควรเก็บตัวอย่างน้ำประปาส่งตรวจวิเคราะห์ผลทางห้องปฏิบัติการ อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อเป็นข้อมูลเชิงสถิติเสนอต่อผู้บริหารและเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาด้านคุณภาพ รองรับการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. ประกาศกรมอนามัย. เรื่องเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ พ.ศ. 2553
2. กรมอนามัย. คู่มือการพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภคในโรงพยาบาล. สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ. 2016
3. Ryu, R.-F. Feed-forward dose control of wastewater chlorination using on-line pH and ORP titration. Chemosphere, 56, 973 –980. 2004.
4. Kim, Y.H. and Hensley, R. Effective control of chlorination and de-chlorination at wastewater treatment plants using redox potential. Water Envir. Res.; 1997. 69(5), 1008– 1014.
5. Kopchynski, K.M., Palmer, T.M., Ross, M.C. and Nutt, S.G. Comparisons of on-line ORP and chlorine residual monitoring/ control systems for wastewater treatment final effluent chlorination. WERTEC 2001, Atlanta GA USA, October. 2001.
6. Chen, W. and Jensen, J.N. Effect of chlorine demand on the ammonia breakpoint curve: Model development, validation with nitrite, and application to municipal wastewater. Water Envir. Res.; 2001. 73(6), 721 –727.
7. นัยนา หาญวโรดม,พนมพันธ์ จันทร์สูง. การพัฒนาคุณภาพน้ำประปาโรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพฯ: สำนักงานสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กรมอนามัย; 2561.