การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำทิ้งในโรงพยาบาลในช่วงการระบาดโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19)

นางสาวสัจมาน ตรันเจริญ
นางสาวอรัญญา ดวงบุ

สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการวิจัยได้สำเร็จลุล่วงได้ต้องขอขอบพระคุณ พี่ ๆ และน้องๆ กลุ่มพัฒนาการสุขาภิบาล รวมทั้งเจ้าหน้าที่สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ได้ให้ขวัญกำลังใจและกระตุ้นให้การดำเนินการวิจัยสำเร็จลุล่วงและสมบูรณ์ แม้จะมีการปรับแก้อยู่หลายครั้งแต่ก็ดำเนินการมาได้จนลุล่วง ขอขอบพระคุณ กรมอนามัยที่ได้เห็นความสำคัญของ “การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำทิ้งในโรงพยาบาลในช่วงการระบาดโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19)” ขอขอบคุณโรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุขที่ให้ความร่วมมือในการส่งตัวอย่างน้ำทิ้ง และศูนย์ห้องปฏิบัติการ กรมอนามัยที่ได้ดำเนินการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งให้กับโรงพยาบาลรวมทั้งผู้อำนวยการสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อมที่ให้การสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้อันเป็นประโยชน์ต่อไป

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษาครั้งนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่องานด้านวิชาการและการพัฒนางานนำไปการป้องกันและสุขภาวะที่ดีของประชาชนต่อไป

สัจมาน ตรันเจริญ

2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำทิ้งในโรงพยาบาลในช่วงการระบาดโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) และปริมาณ (Quantitative Research) โดยสุ่มตัวอย่างโรงพยาบาล 727 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 66.76 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงพยาบาลชุมชน จำนวน 595 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 82.30 มีวัตถุประสงค์เพื่อเฝ้าระวังคุณภาพน้ำทิ้งในโรงพยาบาลในช่วงการระบาดโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ผลการศึกษา พบว่า เมื่อพิจารณาจำนวนโรงพยาบาลที่ผ่านค่ามาตรฐานน้ำทิ้งแยกตามพารามิเตอร์ พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง (pH) จำนวน 695 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 95.73 สารที่ละลายได้ทั้งหมด จำนวน 415 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 57.16 สารแขวนลอย จำนวน 643 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 88.57 ตะกอนหนัก จำนวน 706 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 97.25 น้ำมันและไขมัน จำนวน 727 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 100 ปริมาณไนโตรเจน จำนวน 660 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 90.91 ซัลไฟด์ จำนวน 725 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 99.86 ซีโอดี จำนวน 693 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 95.45 บีโอดี จำนวน 684 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 94.21 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย จำนวน 452 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 62.269 ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย จำนวน 475 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 65.43 เมื่อพิจารณาผล การตรวจน้ำเสียทางชีวภาพของโรงพยาบาลที่รับผู้ป่วย Covid-19 พบว่า โรงพยาบาลที่รับผู้ป่วย Covid-19 ที่ผ่านโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform Bacteria) จำนวน 231 แห่ง คิดเป็นร้อยละ61.76 ไม่ผ่าน จำนวน 143 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 38.24 โรงพยาบาลที่รับผู้ป่วย Covid-19 ที่ผ่านฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform Bacteria) จำนวน 246 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 65.78 ไม่ผ่าน 128 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 34.22 โรงพยาบาลที่รับผู้ป่วยโควิด-19 ไม่มีความสัมพันธ์ กับผลผ่านทางด้านชีวภาพ (โคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ข้อเสนอแนะ โรงพยาบาลที่รับผู้ป่วย Covid-19และไม่ผ่านทางด้านชีวภาพควรให้มีการปรับปรุงระบบการฆ่าเชื้อโรคให้มีระยะเวลาสัมผัสคลอรีนอย่างน้อย 30 นาที

ABSTRACT

The research on the surveillance of hospital effluent quality during the coronavirus disease (COVID-19) outbreak was qualitative research and quantitative research by randomly sampling 727 hospitals, representing 66.76%. Most of them are 595 community hospitals, representing 82.30%. The objective is to monitor the quality of hospital effluents during the coronavirus disease (COVID-19) outbreak. Passed the effluent standard by parameters, it was found that acidity - alkalinity (pH) of 695 hospital to 95.73%, Total Dissolve solids of 415 hospitals, equivalent to 57.16%, Suspended solids in 643 hospitals, accounting for 88.57%. Settleable solid, 706 hospitals, representing 97.25 %, Oil and Grease, 727 sites, representing 100%, Nitrogen content 660 hospitals, 90.91 %, Sulfide, 725 hospitals, 99.86 %, COD 693 hospitals. is 95.45% BOD 684 hospitals to 94.21 %, coliform bacteria 452 hospitals 62.269 % of fecal coliform bacteria in 475 hospital to 65.43% when considering the results. Biological wastewater testing of hospitals accepting Covid-19 patients found that of the 143 hospitals that received Covid-19 patients who had passed coliform bacteria 61.76 % had failed. 38.24% hospitals that received Covid-19 patients who passed fecal coliform bacteria, of which 246 hospitals accounted for 65.78%, were not passed 128 hospitals to 34.22%. The hospitals accepting Covid-19 patients no relationship with results through biological (Coliform bacteria and fecal coliform bacteria) at a significance level of 0.05. hospitals accepting Covid-19 patients and not through biologics, should be improved disinfection system to have a period of at least 30 minutes of chlorine contact time.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูปภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 นิยามศัพท์	2
1.5 ระยะเวลาทำการวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 กรอบแนวคิด	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1ฎหมายและความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล	4
2.2 ไวรัสโคโรนาและไวรัส SARS-Cov-2	13
2.3 แบคทีเรียชี้แนะ(Bacteriological indicator)	20
2.4 การเฝ้าระวังติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำเสีย	21
2.5 หลักการเฝ้าระวังการระบาดด้วยน้ำเสีย	23

หน้า

2.6 กรณีศึกษาการใช้ประโยชน์การเฝ้าระวังโควิดในน้ำเสียทางสาธารณสุขในต่างประเทศ 24

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25

บทที่ 3 วิธีการศึกษา 27

3.1 รูปแบบการศึกษา 27

3.3 วิธีดำเนินการศึกษา 28

3.4 ประชากรและตัวอย่างที่ศึกษา 28

3.5 เครื่องมือที่ใช้ศึกษา 28

3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล 32

บทที่ 4 ผลการศึกษา 33

4.1 ข้อมูลททั่วไป 33

4.2 ข้อมูลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง 34

4.3.ความสัมพันธ์ระหว่างโรงพยาบาลที่รับผู้ป่วยโควิด19กับผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งด้านชีวภาพ 37

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 38

เอกสารอ้างอิง 40

ภาคผนวก 42

สารบัญ – ตาราง

ตารางที่	**หน้า**
ตาราง 2-1 สัดส่วนของเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ในโรงพยาบาลและมลพิษหลักที่พบ	5
ตาราง2-2 ลักษณะน้ำเสียของโรงพยาบาล มาตรฐานน้ำทิ้งและข้อกำหนดน้ำทิ้งของโรงพยาบาลขนาด 30 เตียงขึ้นไป	6
ตารางที่ 2-3 สายพันธุ์กลายพันธุ์ของไวรัส SARS-CoV-2 ข้อมูล ณ วันที่ 17 กันยายน พ.ศ.2564 (WHO, 2021b)	14
ตาราง 2-4 ปริมาณสารพันธุกรรมของไวรัส SARS-CoV-2 ในน้ำเสียที่ยังไม่ผ่านการบำบัดในประเทศต่างๆ	17
ตาราง 2-5 ปริมาณสารพันธุกรรมของไวรัส SARS-COV-2 ในแหล่งน้ำประเทศต่าง ๆ	17
ตาราง 2-6 ความคงทนของไวรัสโคโรนาในตัวอย่างน้ำชนิดต่าง ๆ	19
ตาราง 3-1 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด	31
ตาราง 4-1 แสดงจำนวนโรงพยาบาลที่ผ่านและไม่ผ่านค่ามาตรฐานน้ำทิ้งแยกตามพารามิเตอร์	36
ตาราง 4-2 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างโรงพยาบาลที่รับผู้ป่วยโควิด-19กับผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งทางด้านชีวภาพ	37

สารบัญ – ภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ภาพ 1-1 กรอบแนวคิด (Conceptual framework) 3

ภาพ 3-1 รูปแบบการศึกษา (Research Design) 27

ภาพ 4-1 กราฟแสดงจำนวนโรงพยาบาลแยกตามประเภทหน่วยงาน 33

ภาพ 4-2 กราฟแสดงจำนวนโรงพยาบาลที่ส่งผลตรวจแยกตามเขตสุขภาพ 34

ภาพ 4-3 แผนภูมิวงกลมแสดงผลน้ำเสียเทียบโรงพยาบาลกับเกณฑ์มาตรฐาน 34

ภาพ 4-4 จำนวนโรงพยาบาลที่ผ่านมาตรฐาน GREEN & CLEAN Hospital 35

ภาพ 4-5 แผนภูมิแสดงจำนวนโรงพยาบาลที่ผ่านและไม่ผ่านค่ามาตรฐานน้ำทิ้งแยกตามพารามิเตอร์ 35

ภาพ 4-6 แผนภูมิวงกลมแสดงจำนวนโรงพยาบาลที่ส่งตัวอย่างน้ำเสียและรับผู้ป่วยCOVID-19 36

ภาพ 4-7 แผนภูมิแสดงผลการตรวจน้ำเสียทางชีวภาพของโรงพยาบาลที่รับผู้ป่วย Covid-19 37

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ไวรัสโคโรนาเป็นไวรัสในวงศ์ใหญ่ที่เป็นสาเหตุของโรคทั้งในสัตว์และคน ในคนนั้น ไวรัสโคโรนาหลายสายพันธุ์ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจตั้งแต่โรคหวัดธรรมดาจนถึงโรคที่มีอาการรุนแรง เช่น โรคทางเดินหายใจตะวันออกกลาง (MERS) และโรคระบบทางเดินหายใจเฉียบพลันร้ายแรง (SARS) ไวรัสโคโรนาที่ค้นพบล่าสุดทำให้เกิดโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือโควิด 19 การระบาดโรคนี้เริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ณ เมืองอู่ฮั่น สาธารณรัฐประชาชนจีน ในปี 2563 พบการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID -19) โดยในประเทศไทยพบว่ามีผู้ติดเชื้อสะสม 1,219,539 คน หายแล้ว 1,040,768 คน เสียชีวิต 11,841 คน (ข้อมูล ณ วันที่ 1 กันยายน 2564) [1] โดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organization) ได้ประกาศให้โรคโควิด-19เป็นโรคติดต่ออันตรายในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2563 ประเทศไทยได้ดำเนินมาตรการสาธารณสุขในการป้องกันและควบคุมการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 เช่นกรณีผู้เดินทางเข้าประเทศจัดให้มาตรการตรวจคัดกรองทางสาธารณสุข การมีระบบติดตามเพื่อเฝ้าระวังหรือติดตามอาการการเข้ารับการกักกัน และการตรวจหาไวรัส SARS-CoV-2 ด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสแบบย้อนกลับเชิงปริมาณ (Reverse-transcription quantative polymerase chain reaction หรือ RT-qPCR) ต่อเนื่องหลายครั้ง และเมื่อตรวจพบผู้ติดเชื้อโควิด-19 ยืนยันที่แสดงการระบาดเป็นกลุ่มก้อนหรือคลัสเตอร์ก็จัดให้มีมาตรการทางสาธารณสุขในการตรวจเชิงรุกและดำเนินการควบคุมและป้องกันการแพร่ระบาดในวงกว้างแต่ก็ยังต้องใช้ทรัพยากรทางสาระณสุขจำนวนมาก ได้แก่ บุคลากร ชุดตรวจทางการแพทย์ โรงพยาบาลสนาม เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงของการระบาดที่จำนวนบุคลากรและทรัพยากรทางสาธารณสุขมรอย่างจำกัดโดยค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องดังกล่าวที่ผ่านมาในปี2563-2564 นั้นสูงถึง 30,972 ล้านบาทตามประกาศในราชกิจจานุเบกษา ปี พ.ศ. 2563 (เป็นตัวเลขไม่รวมค่ารักษา ค่าจัดตั้ง state Quarantine ค่าวัคซีน

การเฝ้าระวังการระบาดของโรคโควิด-19 ด้วยน้ำเสียเป็นหนึ่งในเครื่องมือที่สำคัญในการพิจารณาการแพร่กระจายของเชื้อไวรัสที่หมุนเวียนในกลุ่มประชากร โดยการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อมควบคู่กับการเฝ้าระวังทางการแพทย์นี้ได้ประสบความสำเร็จในการลดการระบาดของไวรัสโปลิโอในอดีตจนใกล้จะหมดไปจากโลกนี้ได้ [๒] แม้ว่าองค์การอนามัยโลก ยังไม่มีหลักฐานที่ยืนยันว่าเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 แพร่กระจายทางระบบน้ำโสโครก ซึ่งมีหรือไม่มีการบำบัดน้ำเสีย[๓] นั้นแต่ทั้งนี้โรงพยาบาลนับว่าเป็นสถานที่ที่เชื้อโรคอยู่เป็นจำนวนมากหากระบบบำบัดน้ำเสียไม่ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งก็อาจจะเป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อโรคได้ ดังนั้นในสถานการณ์ช่วงมีการระบาดโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) สำนักข่าวซินหัว รายงานว่าเมื่อวันพุธ (8 ก.ค.63) และหนังสือพิมพ์เลอมงด์ (Le Monde) ของฝรั่งเศสรายงานว่า การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียที่พบล่าสุดในภูมิภาคเกรตปารีส (Great Paris) ได้เผยให้เห็นแนวโน้มการระบาดครั้งใหม่ของไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ ต้นตอโรคโควิด-19 นอกจากนี้มีการรายงานว่ากลุ่มวิจัยจากมหาวิทยาลัยสหพันธ์ซานตากาตารีนา (UFSC) ของบราซิล ระบุในรายงานที่เผยแพร่บนเว็บไซต์ทางการของมหาวิทยาลัยว่า “อนุภาคของไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ (SARS-CoV-2) ถูกค้นพบใน 2 ตัวอย่างน้ำเสียจากเมืองฟลอเรียโนโปลิสซึ่งเก็บรวบรวมเมื่อวันที่ 27 พฤศจิกายน 2019 [4-5] ในรอบปีที่ผ่านมาได้มีงานวิจัยเพื่อศึกษาการใช้การเฝ้าระวังด้วยน้ำเสียในการป้องกันการแพร่ระบาดของไวรัส SARS-CoV-2 ในหลายพื้นที่โดยเฉพาะในเขตประเทศที่พัฒนาแล้วโดยเป็นการศึกษาทางระบาดวิทยาน้ำเสีย (Wastewater-based epidemiology; WBE) เพื่อทราบการแพร่กระจายของเชื้อไวรัสที่หมุนเวียนอยู่ในกลุ่มประชากร เนื่องจากผู้ติดเชื้อโควิด-19 สามารถปลดปล่อยไวรัส SARS-

CoV-2 ทั้งที่สามารถติดเชื้อได้และไม่สามารถติดเชื้อได้ผ่านทางอุจจาระและปนเปื้อนลงสู่น้ำเสียในที่สุด ณ ปัจจุบันมีการตรวจทางระบาดวิทยาน้ำเสียของโรคโควิด-19 ใน 55 ประเทศทั่วโลก ครอบคลุมสถานที่เก็บตัวอย่าง 2,302 สถานที่ [6]

กรมอนามัย ในฐานะหน่วยงานหลักที่ดูแลอนามัยสิ่งแวดล้อมของประเทศและเป็นหน่วยงานของกระทรวงสาธารณสุขที่ต้องดูแลสุขอนามัยของคนทั้งประเทศ จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) จึงได้เฝ้าระวังคุณภาพน้ำทิ้งของโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข เพื่อทำการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อมควบคู่กับการเฝ้าระวังทางสาธารณสุข เพื่อลดผลกระทบของเชื้อสู่สิ่งแวดล้อม รวมทั้งเชื้อก่อโรคอื่นๆ ที่มากับระบบบำบัดน้ำเสียโดยใช้แบคทีเรียชี้แนะคือเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในการตรวจสอบระบบ

1.2 วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อเฝ้าระวังคุณภาพน้ำทิ้งในโรงพยาบาลในช่วงการระบาดโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19)

2.2 เพื่อได้ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการเกี่ยวกับการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียให้กับโรงพยาบาล

1.3 ขอบเขตการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) และปริมาณ (Quantitative Research) โดยสุ่มตัวอย่างโรงพยาบาลแบบสะดวก (Convenience)เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งในห้องปฏิบัติการ โดยวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่หนึ่ง ข้อมูลทั่วไป ส่วนที่สอง ขข้อมูลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งและใช้สถิติเชิงพรรณนา ค่าร้อยละ (Percentage)ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และสถิติอนุมาณ ค่าไคว์ แสคว (Chi – square)

ประชากรที่ศึกษาคือโรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข มีขอบเขตเนื้อหาศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งตามมาตรฐานน้ำทิ้งโรงพยาบาล ของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการวิเคราะห์ทางด้านชีววิทยา ที่มีตัวชี้วัดถึงเชื้อก่อโรค คือโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นแบคทีเรียชี้แนะ และนำผลมาเปรียบเทียบกับผู้ป่วยโควิด-19 ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล

1.4 นิยามศัพท์

น้ำทิ้ง หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันภายในโรงพยาบาล ได้แก่ สถานที่ตรวจผู้ป่วยนอก/ผู้ป่วยใน ห้องน้ำ ห้องผ่าตัด ห้องคลอด ห้องเก็บศพ ห้องปฏิบัติการ โรงซักผ้า โรงครัว อาคารบ้านพักภายในโรงพยาบาล เป็นต้น จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยน้ำทิ้งต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ตามประกาศประกาศกระทรวงทรัพย์ยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 122 ตอนที่ 125ง วันที่ 29 ธันวาคม 2548

โรงพยาบาล หมายถึง สถานที่สำหรับตรวจ รักษา และป้องกันโรค รวมทั้งมีเตียงให้คนไข้นอนพักรักษาตัวด้วย ในที่นี้หมายถึงโรงพยาบาลของรัฐในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข

โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) หมายถึง โรคติดต่อซึ่งเกิดจากไวรัสโคโรนาชนิดที่มีการค้นพบล่าสุด ไวรัสและโรคอุบัติใหม่จะมีการระบาดในเมืองอู่ฮั่น ประเทศจีนในเดือนธันวาคมปี 2019 ขณะนี้โรคโควิด 19 มีการระบาดใหญ่ไปทั่ว ส่งผลกระทบแก่หลายประเทศทั่วโลก

1.5 ระยะเวลาทำการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใชระยะเวลาศึกษาเดือนกรกฎาคม ๒๕๖๓ – เดือนกันยายน ๒๕๖๔

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

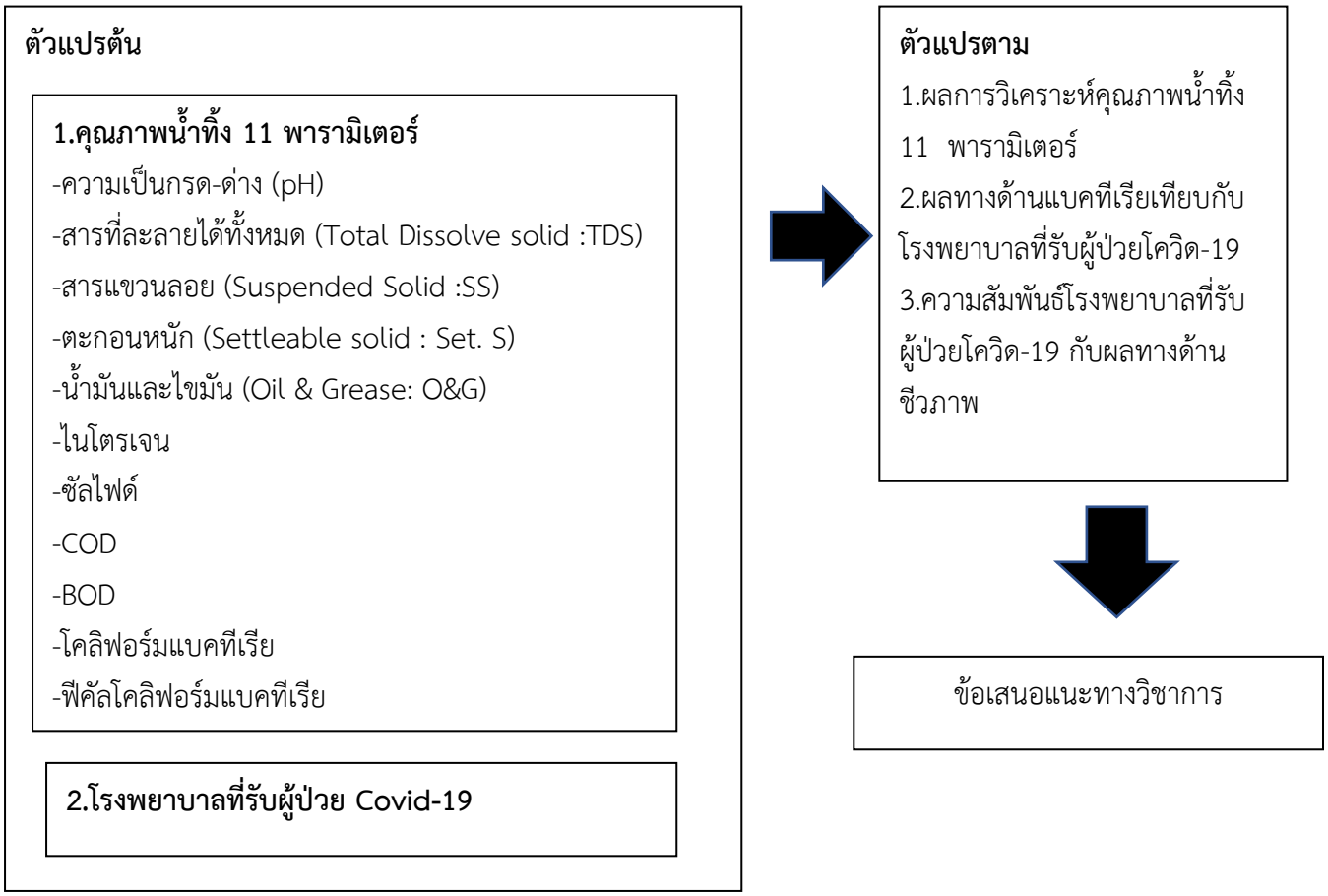
6.1 ได้ทราบสถานการณ์คุณภาพน้ำทิ้งของโรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข

6.2 เป็นข้อเสนอทางวิชาการเพื่อให้มีการปรับปรุงการปฏิบัติงานสูบขนสิ่งปฏิกูลให้เป็นไปโดยสุขลักษณะ

6.3 เพื่อได้แนวทางในการแก้ไขปัญหากรณีคุณภาพน้ำทิ้งของโรงพยาบาลที่ไม่ผ่านมาตรฐาน

6.4 นำไปจัดทำคู่มือการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลในสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19)

1.7 กรอบแนวคิด



ภาพ 1-1 กรอบแนวคิด (Conceptual framework)

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้อง

2.1 กฎหมายและความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล [7-8]

2.1.1 ประเภทน้ำเสีย

การแบ่งประเภทของน้ำเสีย สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1.1 น้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater)

ได้แก่ น้ำเสียจากบ้านเรือน, อาคารสำนักงาน, โรงพยาบาล, โรงแรม เป็นต้น ต้องปฏิบัติตามมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารของกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

1.2 น้ำเสียจากอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater)

ได้แก่ น้ำเสียจากโรงงานและนิคมอุตสาหกรรม ต้องปฏิบัติตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรม

2.1.2 แหล่งกำเนิดน้ำเสียโรงพยาบาล

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่ผ่านการใช้จากการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การชำระล้างร่างกายและสิ่งของการขับถ่าย การประกอบอาหาร แล้วทำให้มีสิ่งเจือปนและความสกปรกต่าง ๆ ในปริมาณมากจนไม่เป็นที่ต้องการ และน่ารังเกียจ แหล่งที่มาของน้ำเสียในโรงพยาบาลมีดังต่อไปนี้

1) อาคารผู้ป่วย เกิดจากกิจกรรมการรักษาพยาบาล และการใช้ห้องน้ำห้องส้วมของญาติและผู้ป่วย โดยน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากส่วนนี้จะมีการปนเปื้อนสารอินทรีย์และจุลินทรีย์ ทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคหรือไม่ก่อโรค และการปนเปื้อนสารเคมีจากน้ำยาฆ่าเชื้อโรค น้ำยาล้างแผล เป็นต้น

2) บ้านพักของเจ้าหน้าที่/สถานที่ทำการต่าง ๆ ลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้นคล้ายกับน้ำเสียชุมชน โดยกิจกรรมส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมการอุปโภคบริโภคจากการชำระล้างร่างกาย การขับถ่าย เป็นต้น น้ำเสียส่วนนี้มักปนเปื้อนสิ่งสกปรกจำพวกสารอินทรีย์

3) โรงซักฟอก กิจกรรมส่วนใหญ่เกิดจากการซักฟอกเสื้อผ้าผู้ป่วย ซึ่งมีทั้งติดเชื้อและไม่ติดเชื้อ น้ำเสียจึงมีการปนเปื้อนสารอินทรีย์และจุลินทรีย์จากคราบเศษอาหาร คราบเลือด คราบเสมหะ เป็นต้น และนอกจากนี้ในการซักล้างยังมีการปนเปื้อนจากผงซักฟอก น้ำยาซักผ้าปรับผ้านุ่ม เป็นต้น

4) โรงครัวและโรงอาหาร ประกอบด้วย อาหารที่มีไขมัน เศษอาหาร ซึ่งเป็นสารพวกอินทรีย์ที่ปะปนมาในน้ำทิ้ง ทำให้เกิดปัญหาการอุดตันของเศษอาหาร อาจก่อให้เกิดปัญหาการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ในระบบ

5) ห้องปฏิบัติการ ลักษณะของน้ำเสียประกอบด้วยจุลินทรีย์จากการเพาะเลี้ยงเชื้อในห้องปฏิบัติการ มีทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคและไม่ก่อโรค นอกจากนี้ยังมีสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งสารอินทรีย์ เช่น เลือดสด ปัสสาวะ อุจจาระ ชิ้นเนื้อของผู้ป่วย เป็นต้น

6) น้ำเสียจากห้องผ่าตัด ห้องคลอด และห้องเก็บรักษาศพ ลักษณะของน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะมีการปนเปื้อนของเลือด จากการทำคลอดทารก และที่เกิดจากการใช้สารเคมี น้ำยาฆ่าเชื้อโรค

7) ห้องจ่ายยา/ห้องผลิตยา ลักษณะของน้ำเสียที่จากการปนเปื้อนของเภสัชภัณฑ์

8) หน่วยล้างไต ลักษณะของน้ำเสียมีสารละลายเกลือสูง ถ้าจัดการไม่อาจส่งผลให้ค่าของแข็งละลายน้ำ (TDS) ของน้ำทิ้งเกินมาตรฐาน

9) สวนอื่น ๆ เชน รานคาสวัสดิการตาง ๆ เปนตน ลักษณะของน้ำเสียที่เกิดขึ้นคลายกับน้ำเสียชุมชน โดยกิจกรรมสวนใหญเกิดจากกิจกรรมการอุปโภคบริโภค

อัตราการใชน้ำเฉลี่ยของโรงพยาบาลที่มีการสำรวจในตางประเทศมีคาอยูในชวง 200 - 1200 ลิตร/เตียง-วัน ซึ่งอัตราการเกิดน้ำเสียจะขึ้นกับจำนวนเตียง อัตราการครองเตียง สภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ ศาสนา สังคมและวัฒนธรรม และอายุของโรงพยาบาล สำหรับในประเทศไทยใชอัตราการใชน้ำที่ 800 - 1200 ลิตร/เตียง-วัน การประมาณปริมาณน้ำเสียนิยมคิดจากอัตราการใชน้ำโดยคิดที่รอยละ 80 ของปริมาณน้ำใช ที่จดจากมิเตอร ทำใหปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยมีคาเทากับ 800 ลิตร/เตียง-วัน

จากการลงพื้นที่สำรวจระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลในชวงป พ.ศ. 2562 - 2563 พบวา อัตราการใชน้ำของโรงพยาบาลหลายแหงมีคาสูงขึ้นกวาคาดังกลาว 2 - 3 เทา ตรวจสอบพบวาเกิดจากระบบทอประปาแตกหักจากความเกาของโรงพยาบาลที่ใชงานนานกวา 20 ป ดังนั้นการคิดปริมาณน้ำเสียจากคาการใชน้ำจากมิเตอรอาจทำใหเขาใจผิดพลาดในเรื่องของการประมาณปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจริง จึงควรตรวจสอบความถูกตองของการใชน้ำประปา การรั่วไหลของน้ำประปา ดังนั้นตรวจสอบปริมาณน้ำเสียที่เขาระบบบำบัดน้ำเสียจริงจากบอสูบน้ำเสีย

2.1.3 ลักษณะของเสียโรงพยาบาล

น้ำเสียโรงพยาบาลประกอบดวยน้ำเสียจากกิจกรรมตาง ๆ ที่มีมลพิษหลักแตกตางกันตามกิจกรรมที่ใชน้ำตารางที่ 2-1 แสดงสัดสวนของน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมตาง ๆ ในโรงพยาบาล (ไมมีรวมน้ำหลอเย็นของระบบปรับอากาศของโรงพยาบาลขนาดใหญ) และมลพิษหลักที่พบ เนื่องจากมลพิษที่เกิดขึ้นมีความแตกตางกันตามกิจกรรม จึงควรพิจารณาติดตั้งระบบบำบัดขั้นตนเพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากมลพิษเหลานี้ เชน การติดตั้งถังดักไขมันที่โรงครัว เปนตน

ตาราง 2-1 สัดส่วนของเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ในโรงพยาบาลและมลพิษหลักที่พบ

กิจกรรมใช้น้ำ	ร้อยละ	ประเภทของมลพิษหลัก
สิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขาภิบาล (อ่างล้าง,อาบน้ำ,ห้องส้วม)	60	สารอินทรีย์ (BOD COD),SS,TKN,(NH4+-N,org-N) แบคทีเรีย,ไวรัส,ฮอร์โมน,สารเมตาโบไลท์
การรักษาพยาบาล	20	สารเคมี,ยา,สารกัมมันตรังสี,โลหะหนัก,ยาปฏิชีวนะ, สารฆ่าเชื้อโรค
ห้องอาหาร/ครัว	12	สารอินทรีย์,TKN,น้ำมันและไขมัน
การซักผ้า	7	สารซักฟอก,สารฆ่าเชื้อโรค
การล้างไต	1	TDS

น้ำเสียจากกิจกรรมตาง ๆ จะไหลเขาทอรวบรวมและมารวมกันที่ระบบบำบัดน้ำเสีย ตารางที่ 2-2 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะของน้ำเสียที่มีการสำรวจในหลายประเทศในระยะเวลามากกวา 20 ป กับมาตรฐานน้ำทิ้งอาคารประเภท ก ของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดลอมและขอกำหนดน้ำทิ้งของกรมอนามัย น้ำเสียของโรงพยาบาลจะตองถูกบำบัดใหไดตามมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษและขอกำหนดของกรมอนามัยกอนระบายออกสูแหลงน้ำสาธารณะ

ตาราง2-2 ลักษณะน้ำเสียของโรงพยาบาล มาตรฐานน้ำทิ้งและข้อกำหนดน้ำทิ้งของโรงพยาบาลขนาด 30 เตียงขึ้นไป

พารามิเตอร์	ช่วงค่า	มาตรฐานน้ำทิ้งอาคารประเภท ก	ข้อกำหนดน้ำทิ้งกรมอนามัย
ความเป็นกรดด่าง(pH)	6-9	5-9	
BOD5 (มก./ล)	100-400	≤20	
ปริมาณของแข็ง (มก./ล)			
-ปริมาณสารแขวนลอย (SS) -ปริมาณตะกอนหนัก (Settleable Solids) -สารที่ละลายได้ทั้งหมด (TDS)	116-500 - 80-400	≤30 ≤0.5 500 (TDSน้ำใช้)	
ซัลไฟด์ (Sulfide) (มก./ล)	-	≤1	
ไนโตรเจนในรูป TKN(มก./ล)	60-230	≤35	
น้ำมันและไขมัน (Fat,Oil $ Grease) (มก./ล)	50-210	≤20	
ไข่หนอนพยาธิ (ฟอง/ล.)	-	-	<1
แบคทีเรียอีโคไล (MPN/100มล.)	103-104	-	<1000

คุณลักษณะของน้ำเสียจากโรงพยาบาลสามารถจำแนกออกไดเปนลักษณะทางกายภาพ ทางเคมีและชีวภาพ มีรายละเอียดดังตอไปนี้

1. ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ ลักษณะทางกายภาพใชอธิบายถึงลักษณะทางกายภาพของน้ำเสีย ไดแก ปริมาณของแข็งทั้งหมด กลิ่น สีและอุณหภูมิ

1) อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิใชสำหรับวัดระดับความรอนของน้ำเสีย เปนตัวแปรชนิดหนึ่งที่สำคัญสำหรับระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงเกินไปจะสงผลกระทบตอจุลินทรียในระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ ไมควรเกิน 35 องศาเซลเซียส และออกซิเจนจะละลายน้ำไดลดลงเมื่ออุณหภูมิน้ำสูงขึ้น

2) กลิ่น (Odor) การรับรูกลิ่นจะแตกตางกันตามความไวตอกลิ่นของแตละคน อยางไรก็ตาม การตรวจสอบกลิ่นของน้ำเสียเปนประโยชนตอการตรวจสอบสภาพของน้ำเสียและการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียน้ำเสียสดที่ยังไมผานการบำบัดจะมีกลิ่นเหม็นสาบ แตน้ำเสียที่อยูในสภาวะไรอากาศจะมีกลิ่นเหม็นของกาซไฮโดรเจนซัลไฟดหรือกาซไขเนา สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส การเกิดกลิ่นเหม็นนี้แสดงถึงสภาวะที่ระบบเติมอากาศไมสามารถทำงานได้ตามปกติ และไมสามารถบำบัดน้ำเสียได้

3) ของแข็ง (Solids) ของแข็งที่พบในน้ำเสียจำแนกออกไดเปนของแข็งลอยน้ำ (Scum) ตกตะกอนหนัก(Settleable solids) ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids) และของแข็งละลายน้ำ (Total dissolved solids) ของแข็งลอยน้ำแสดงถึงการเกิดสภาวะมลพิษของแหลงน้ำ วิธีกำจัดแบบงายที่สุดคือการตักออก การวิเคราะหหาความเขมขนของแข็งประเภทตาง ๆ มีความสำคัญในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียให้ไดตามมาตรฐานน้ำทิ้ง

3.1) ตะกอนหนัก (Settleable solids) คือของแข็งที่ตกตะกอนดวยแรงโนมถวงของโลกในสภาวะที่น้ำนิ่ง ปกติจะไมมีการวิเคราะหหาตะกอนหนักในน้ำเสีย แตจะวิเคราะหในน้ำทิ้งเนื่องจากในมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษกำหนดใหปริมาณตะกอนหนักในน้ำทิ้งตองมีคาไมเกิน 0.5 มล./ล. การวิเคราะหจะใช

กรวยอิมฮอฟฟ (Imhoff) ขนาด 1 ลิตรที่มีขีดบอกปริมาตรชัดเจน โดยเทน้ำทิ้งลงไป 1 ลิตร และตั้งทิ้งไว้ 1 ชม.

3.2) ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids, SS) คือของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเสียและไมตกตะกอน ต้องทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการโดยกรองน้ำเสียหรือน้ำทิ้งผ่านกระดาษกรองแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก นำน้ำหนักกระดาษกรองมาเปรียบเทียบเพื่อหาน้ำหนักของ SS ที่เพิ่มขึ้นบนกระดาษกรอง ในน้ำเสียจากโรงพยาบาลมีความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 160 มก./ล. [1] ในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจะต้องมีค่า SS ไม่เกิน 30 มก. /ล.

3.3) ของแข็งละลายน้ำ (Total dissolved solids, TDS) คือของแข็งที่เหลืออยู่ในน้ำที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง วิเคราะห์ได้ด้วยการนำน้ำที่ผ่านการกรองไประเหยน้ำออกแล้วชั่งน้ำหนัก ของแข็งละลายน้ำเป็นของแข็งที่ไม่สามารถบำบัดหรือกำจัดให้ความเข้มข้นลดลงได้ด้วยกระบวนการบำบัดทางชีวภาพแบบปกติ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีบริหารจัดการด้วยการเจือจางน้ำทิ้งจากแหล่งต่าง ๆ ในสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้น้ำทิ้งที่มีค่า TDS ไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้ง มาตรฐานน้ำทิ้งกำหนดให้น้ำทิ้งจากโรงพยาบาลจะต้องมีค่า TDS ไม่เกิน 500 มก./ล. จากค่า TDS น้ำประปาที่ใช้ในโรงพยาบาล ตัวอย่างเช่น ถ้าน้ำประปาของโรงพยาบาลมีค่า TDS เท่ากับ 400 มก./ล. ค่า TDS ของน้ำทิ้งจะต้องมีค่าไม่เกิน 900 มก./ล. เป็นต้น

4) อัตราการไหลของน้ำเสีย อัตราการไหลของน้ำเสียที่เกิดขึ้นในโรงพยาบาลมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาและตามจำนวนผู้ใช้น้ำในโรงพยาบาล จำแนกออกได้เป็นอัตราการไหลต่อชั่วโมง และอัตราการไหลต่อวัน อัตราการไหลของน้ำเสียสูงสุดจะเกิดขึ้นในช่วง 8.00 - 15.00 น. ซึ่งอัตราการไหลต่อชั่วโมงสูงสุดนี้อาจมีค่าระหว่าง 1.5 - 2.5 เท่าของอัตราการไหลเฉลี่ยซึ่งคำนวณจากอัตราการไหลต่อวันหารด้วย 24 ชม.

2. ลักษณะน้ำเสียทางเคมี ลักษณะน้ำเสียทางเคมีหาได้จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของสารอินทรียและสารอนินทรียทั้งที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำที่มีในน้ำเสีย

1) สารอินทรีย สารอินทรียในน้ำเสียประกอบด้วยแป้ง น้ำตาล น้ำมัน ไขมัน เส้นใยจากพืช รวมทั้งสารอินทรียจากการใช้ยา ได้แก่ ฮอร์โมน สารเมตาโบไลท์และยาปฏิชีวนะ ฯลฯ สารอินทรียบางชนิดย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย และบางชนิดย่อยสลายไม่ได้ ในแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำที่อยู่ในสภาวะมีออกซิเจน ความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen, DO) อาจมีค่าประมาณ 4 มก./ล. เมื่อมีการระบายน้ำเสียที่มีสารอินทรียลงสู่แหล่งน้ำ จุลินทรียที่ใช้ออกซิเจนจะเริ่มย่อยสลายสารอินทรียที่ย่อยสลายได้และใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำ

ถ้าสารอินทรียที่ย่อยสลายได้ในน้ำเสียมีปริมาณมากเกินไปจะทำให้ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำถูกจุลินทรียใช้ไปจนหมด แหล่งน้ำนั้นจะเข้าสู่สภาวะไร้อากาศ (Anaerobic condition) จากนั้นจุลินทรียกลุ่มที่สอง ซึ่งเป็นจุลินทรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะเริ่มย่อยสลายสารอินทรียที่ย่อยสลายได้และเปลี่ยนให้เป็นกรดอินทรีย แอลกอฮอล กาซมีเทนและกาซไข่เน่า เป็นต้น ดังสมการที่ 1-2 ส่งผลให้เกิดกลิ่นเหม็น แหล่งน้ำมีสีดำที่เกิดจาก FeS และมีสภาพนารังเกียจ

1.1) BOD (Biochemical oxygen demand, BOD) หมายถึงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรียที่ย่อยสลายได้ในสภาวะที่มีออกซิเจน (Aerobic condition) การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารอินทรียที่ย่อยสลายได้ในน้ำเสียทำโดยตรงไม่ได้ จึงต้องวิเคราะห์หาทางอ้อมแทน โดยวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายอินทรียดังสมการที่ 1-1 จากความสัมพันธ์นี้ทำให้เราสามารถแปรผล

ขอมูล BOD เปนสารอินทรียได คา BOD จึงเปนคาที่แสดงถึงความสกปรกในรูปสารอินทรียที่ยอยสลายไดที่มีในน้ำเสีย ถาคา BOD สูงแสดงวาน้ำเสียมีความเขมขนสารอินทรียที่ยอยสลายไดสูง

การทดสอบหาคา BOD ทำในหองปฏิบัติการที่ 20 °C เปนเวลา 5 วัน ดังนั้นคา BOD 5 วันหรือ BOD_5 เปนเพียงสวนหนึ่งของคา BOD ทั้งหมด (BOD ultimate, BOD_U) เนื่องจากในขวดทดสอบ BOD มีความเขมขนของจุลินทรียนอยและทดสอบที่ 20 °C จุลินทรียจะตองใชเวลาเกือบ 30 วันจึงจะยอยสลายสารอินทรียไดทั้งหมด และพบวาคา BOD ในเวลา 5 วัน หรือ BOD_5 มีคาประมาณรอยละ 70 ของ BOD_U

นอกจากนี้ พบวาในการทดสอบ BOD มีจุลินทรียในน้ำเสียที่สามารถใชออกซิเจนในการออกซิไดซแอมโมเนียในปฏิกิริยาไนตริฟเคชัน แตปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นหลังจาก 10 วันของการทดสอบเนื่องแบคทีเรียกลุมนี้เจริญเติบโตไดชา คา BOD ควรเปนตัวแทนของสารอินทรียที่ยอยสลายไดเทานั้น จึงนิยมใชคา BOD_5 ใชสำหรับการประมาณความเขมขนของน้ำเสียในรูปของความตองการออกซิเจนที่ใชสำหรับการยอยสลายสารอินทรียที่มีอยูในน้ำเสียนั้น และเปนวิธีทดสอบชนิดเดียวที่ใชสำหรับการวัดปริมาณสารอินทรียที่ยอยสลายไดทางชีวภาพ คา BOD ของน้ำเสียเปนขอมูลสำคัญสำหรับการพิจารณาออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย และใชสำหรับคำนวณหาขนาดหนวยบำบัดตาง ๆ โดยเฉพาะในระบบแอ็กติเวเต็ดสลัดจหรือระบบเอเอส และใชสำหรับตรวจสอบคุณภาพของน้ำทิ้งและประเมินประสิทธิภาพของระบบ จากการสอบถามผูควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลในชวงปพ.ศ. 2562 - 2563 พบวาคา BOD_5 ของน้ำเสียของโรงพยาบาลอยูในชวง 100 - 200 มก./ล.

สำหรับน้ำเสียที่มีคา BOD_5 เทากับ 150 มก./ล. หรือเทากับ 150 ก./ลบ.ม. หมายความวาน้ำเสีย 1 ลิตร ตองการออกซิเจน 150 มก. หรือน้ำเสีย 1 ลบ.ม. ตองการออกซิเจน 150 ก. สำหรับจุลินทรียใชในการยอยสลายสารอินทรีย ถาโรงพยาบาลมีน้ำเสีย 60 ลบ.ม./วัน ความตองการออกซิเจนตอวันหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งวาอัตราภาระ BOD ตอวัน

ดังนั้นในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจะตองติดตั้งเครื่องเติมอากาศที่สามารถใหปริมาณออกซิเจนละลายลงในน้ำเสียไดมากกวาอัตราภาระ BOD_U ตอชั่วโมงดังกลาว และเนื่องจากอัตราไหลของน้ำเสียในชวงกลางวันอาจมีคาสูงกวาในชวงกลางคืนถึง 2 เทาใน 1 ชม. ดังนั้นเครื่องเติมอากาศจะตองใชออกซิเจนไดเปน 2 เทาของอัตราภาระ BOD_U เฉลี่ยตอชม. ซึ่งควรมีคามากกวา 2 x 0.535 = 1.07 กก.O2/ชม. คา BOD_5 เฉลี่ยของน้ำเสียจากโรงพยาบาลจากการสำรวจในหลายประเทศมีคาเทากับ 200 มก./ล. สำหรับในเทศไทยไดรับขอมูลที่ไดจากหลายโรงพยาบาลและจากการลงพื้นที่สำรวจโรงพยาบาลมากกวา 70 แหงในชวงปพ.ศ. 2562 - 2563 พบวามีคาอยูในชวง 100 - 200 มก./ล.

1.2) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) หมายถึงปริมาณออกซิเจนที่ใชสำหรับการยอยสลายสารอินทรียทางเคมี ในการทดสอบหาคา COD ใชสารเคมีที่เปนสารออกซิไซดที่รุนแรง คือ K_2CrO_7 ภายใตสภาวะที่เปนกรด ทำใหสารอินทรียเกือบทุกชนิดรวมทั้งสารอนินทรียบางชนิดในน้ำเสียถูกออกซิไดซไปดวย โดยสารอินทรียที่ยอยสลายไดจะถูกเปลี่ยนไปเปนคารบอนไดออกไซดและน้ำเชนเดียวกับการยอยสลายดวยจุลินทรีย รวมทั้งสารอินทรียที่จุลินทรียยอยสลายไมได เชน ลิกนิน จะถูกออกซิไดซไดสมบูรณดวยเชนกัน ดังนั้นจึงทำใหคา COD สูงกวาคา BOD_U และทั้งสองคานี้จะแตกตางกันมากขึ้นถาในน้ำมีองคประกอบของสารอินทรียที่ยอยสลายทางชีวภาพไมไดเปนจำนวนมาก

ขอจำกัดที่สำคัญของการวิเคราะหหาคา COD คือไมสามารถแบงแยกระหวางสารอินทรียที่ยอยได และสารอินทรียที่ยอยสลายไมไดทางชีวภาพ แตขอไดเปรียบคือสามารถหาคาไดในเวลา 3 ชั่วโมงแทนที่จะเปน 5 วันของการวิเคราะหหาคา BOD_5 ดวยเหตุนี้จึงนิยมใชแทนการวิเคราะหหาคา BOD_5 ในหลายกรณี ซึ่งสามารถนำคา COD มาประมาณเปนคา BOD_5 ดวยการวิเคราะหขอมูลจำนวนมากจนได อัตราสวนของ COD/ BOD_5 ที่เชื่อถือได

ถึงแมวาในมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารของกรมควบคุมมลพิษไมมีคา COD ของน้ำทิ้งกำหนดไว แตมีกำหนดไวในมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมใหไมเกิน 120 มก./ล.

2) สารอนินทรีย คือสารประกอบของธาตุตาง ๆ ที่ไมมีสารอินทรียคารบอนรวมอยูดวย สารอนินทรียที่พบในน้ำเสียประกอบดวย กรวด ทรายและแรธาตุตาง ๆ ทั้งที่อยูในรูปของแข็งแขวนลอยและของแข็งละลายน้ำ สารเหลานี้ไดแก คลอไรด ไฮโดรเจนไอออน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โลหะหนักและสารประกอบที่มีฤทธิ์เปนดาง สารประกอบของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเปนธาตุอาหารที่จำเปนสำหรับการเจริญเติบโตจุลินทรียในระบบบำบัดน้ำเสีย สารอนินทรียชนิดอื่น เชน โลหะหนัก ถามีความเขมขนสูงเกินไปจะเปนพิษตอระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ

2.1) ความเปนกรด-ดาง (pH) เปนคาที่บอกถึงความเปนกรด-ดางของน้ำเสีย คา pH จะเริ่มตั้ง 1 ถึง 14 และคา pH ที่ต่ำกวา 7 ถือมีสภาวะเปนกรด และคา pH ที่สูงกวา 7 ถือวามีสภาวะเปนดาง จุลินทรียในระบบบำบัดน้ำเสียสามารถทำงานไดดีในชวงคา pH เปนกลางในชวงคา 6 - 8 และพบวาปฏิกิริยาการไนตริฟเคชันที่เกิดขึ้นในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอเอส จะสรางกรดขึ้นจากการเปลี่ยนแอมโมเนียใหเปนไนเตรทและทำให้คา pH ของน้ำในถังเติมอากาศลดต่ำลงและอาจทำใหคา pH ต่ำกวา 6 ได

2.2) สภาพความเปนดาง (Alkalinity) เปนการวัดความสามารถในการปองกันการเปลี่ยนแปลงของคา pH ของน้ำเสียหรือบัฟเฟอร ไดจากการทำปฏิกิริยาของกรดหรือดางกับกับไอออนของไบคารบอเนต (HCO^-) คารบอเนต (CO^{2-}) และไฮดรอกไซด (OH^-) ปกติน้ำเสียของโรงพยาบาลที่มีความเขมขนของสภาพความเปนดางต่ำ อาจทำใหคา pH ของน้ำเสียเปลี่ยนแปลงอยางรวดเร็วเมื่อมีการเพิ่มของกรดหรือดางอยางกะทันหัน

2.3) ไนโตรเจน สารประกอบไนโตรเจนที่พบในระบบบำบัดน้ำเสียมีอยู 4 รูปแบบ ไดแก สารอินทรียไนโตรเจน (Org-N) แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_4^+ -N) ไนไตรทไนโตรเจน (NO_2^- -N) และไนเตรทไนโตรเจน (NO_3^- -N) ในน้ำเสียดิบจะพบสารประกอบไนโตรเจนในรูปของ Org-N เปนสวนใหญ และพบ NH_4^+ -N เปนสวนนอย และพบ NO_2^- -N และ NO_3^- -N ปริมาณนอยมากในน้ำเสีย ทั้ง Org-N และ NH_4^+ -N สามารถวิเคราะหหาความเขมขนรวมกันไดในรูปของคา TKN ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอส Org-N ทั้งหมดจะถูกยอยสลายโดยแบคทีเรียแลวเปลี่ยนใหเปน NH_4^+ - N และจากการลงพื้นที่สำรวจโรงพยาบาลมากกวา 70 แหงในชวงปพ.ศ. 2562 - 2563 พบวาความเขมขนของ TKN ในน้ำเสียจากโรงพยาบาลมีคาเทากับ 30 ถึง 60 มก./ล.

ในระบบเอเอสถาปลอยใหสลัดจคางอยูในถังตกตะกอนเปนเวลานานจนทำใหเกิดสภาวะไรอากาศ ทั้ง NO_3^- - N และ NO_2^- - N จะถูกรีดิวซและเปลี่ยนใหเปนกาซไนโตรเจน (N_2) โดยแบคทีเรียในถังตกตะกอน เรียกกระบวนการนี้วา ดีไนตริฟเคชัน (Denitrification) ถาในถังตกตะกอนมีความเขมขน NO_3^- - N เพียงพอและมีคา DO ต่ำจะทำใหเกิดกาซ N_2 ซึ่งฟองกาซจะไปจับกับสลัดจแลวลอยขึ้นผิวน้ำถังตกตะกอน

2.4) ฟอสฟอรัส เปนธาตุอาหารที่จำเปนสำหรับกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลินทรียในการสรางเซลลใหม ในน้ำเสียจะพบฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต การปลอยน้ำทิ้งที่มีฟอสเฟตสูงจะทำใหสาหรายบางชนิดเจริญเติบโตอยางรวดเร็วจะเกิดเปนปรากฏการณยูโทรฟเคชัน (Eutrophication) ทำใหเกิดน้ำเนาเสียได ปกติในน้ำเสียของโรงพยาบาลจะมีฟอสเฟตในความเขมขนที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย

2.5) กำมะถันหรือซัลเฟอร (Sulfur) ในน้ำเสียจะพบสารประกอบของซัลเฟอรในรูปของซัลเฟต (SO_4^{2-}) ในสภาวะไรอากาศซัลเฟตจะถูกรีดิวซใหเปนซัลไฟด (S^{2-}) โดยแบคทีเรีย ซัลไฟดจะจับตัวกับไฮโดรเจนไอออนเปนไฮโดรเจนซัลไฟดซึ่งทำใหเกิดกลิ่นเหม็น

2.6) โลหะหนัก (Heavy Metals) และสารกัมมันตรังสี สารโลหะหนักเปนสารพิษตอสิ่งมีชีวิต เชน ปรอท แคดเมียม ตะกั่ว ฯลฯ โลหะหนักที่มีความเขมขนสูงจะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรียในระบบบำบัดน้ำเสีย

3. ลักษณะน้ำเสียทางชีวภาพ

1) แบคทีเรีย (Bacteria) แบคทีเรียเปนจุลินทรียที่มีความสำคัญที่สุดในระบบบำบัดน้ำเสีย ทำหนาที่ยอยสลายสารอินทรียและทำใหเกิดการรวมตัวเปนฟล็อก คุณลักษณะของสารอินทรียที่มีในน้ำเสียจะเปนตัวกำหนดชนิดของแบคทีเรียที่มีความเดนเหนือชนิดอื่น น้ำเสียประเภทโปรตีนจะพบ Alcaligenes, Flavobacteriam และ Bacillus สวนน้ำเสียประเภทคารโบไฮเดรทหรือไฮโดรคารบอนจะพบ Pseudomonas เปนตน แตเดิมคิดวาสลัดจฟล็อกในถังเติมอากาศเกิดจาก Zoogloea ramigena ซึ่งเจริญเติบโตเปนสายคลายนิ้ว แตตอมาพบวาฟล็อกของสลัดจเกิดขึ้นจากแบคทีเรียทุกชนิด

เชื้อโรคหลายชนิดแพรกระจายทางน้ำ จุลินทรียที่เปนเชื้อโรคไมสามารถเจริญเติบโตและขยายพันธุในน้ำเสียหรือน้ำสะอาดแตสามารถอยูรอดไดหลายวัน เซลลที่มีชีวิตจะตายอยางรวดเร็ว แตสปอรและ cyst สามารถคงทนอยูไดนาน แบคทีเรียที่เปนเชื้อโรคที่พบในน้ำ ไดแก Salmonella typhosa, Shigella dysenteriaeและ Vibrio comma นอกจากนี้ยังพบแบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะในน้ำเสียจากโรงพยาบาลในหลายประเทศ

2) โปรโตซัว (Protozoa) และโรติเฟอร (Rotifer) โปรโตซัวเปนจุลินทรียเซลลเดียว ไมมีสวนในการยอยสลายสารอินทรียในระบบเอเอส มีดวยกันหลายประเภท เชน Free–swimming ciliated, Suctoia และ Stalked ciliate เปนตน สวนใหญกินแบคทีเรียทั้งที่มีชีวิตและตายแลวเปนอาหาร ใชเปนดัชนีชี้วัดสภาวะของสลัดจในระบบเอเอส สวน Rotifer เปนสัตวหลายเซลลพบเปนจำนวนมากในระบบเอเอสประเภทที่มีการยอยสลายสารอินทรียอยางสมบูรณ (อายุสลัดจสูงและคา F/M ต่ำ) โรติเฟอรสามารถใชของแข็งแขวนลอยที่เปนสวนที่แตกออกจากสลัดจเปนอาหารและเปนตัวชี้วัดวาของระบบเอเอสอยูในสภาพที่มีสารอินทรียเหลืออยูนอยทั้งสองชนิดชวยทำใหน้ำลนถังตกตะกอนใส นอกจากนี้พบวาโปรโตซัวบางชนิดเปนเชื้อโรค เขน Endamoeba histolytica พบไดในระบบทอน้ำประปาในบางประเทศ

3) ไวรัส (Virus) เปนสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่สุด ไมมีลักษณะเปนเซลล มีชีวิตแบบปรสิต โดยเชื้อไวรัสกอใหเกิดโรคดวยการแพรระบาดทางน้ำ ไดแก โปลิโอ ไวรัสตับอักเสบ เปนตน เนื่องจากไวรัสมีขนาดเล็กและลักษณะการเจริญเติบโตที่ตองการ host จึงทำใหหลุดลอดจากการฆาเชื้อโรคไดงาย และการตรวจสอบไวรัสทำไดยาก

4) แบคทีเรียชี้วัด (Indicator bacteria) ในการควบคุมการแพรกระจายของเชื้อโรคในน้ำทิ้ง ควรตรวจสอบวาในน้ำมีเชื้อโรคหรือไม แตการวิเคราะหหาแบคทีเรียที่เปนเชื้อโรคมีอันตรายและยุงยาก แบคทีเรียที่เปนเชื้อโรคเพาะเลี้ยงไดยากกวาแบคทีเรียทั่วไป จึงทำใหวิธีการตรวจสอบแบคทีเรียแบบปกติไม สามารถทำได และพบวากลุมของแบคทีเรียที่มีจุดตนกำเนิดมาจากทางเดินอาหารสามารถใชเปนตัวชี้วัดการ ปนเปอนของอุจจาระหรือการคงอยูของเชื้อโรคได เรียกวาโคลิฟอรมแบคทีเรีย (Coliform bacteria) จึงใช วิธีการตรวจหาโคลิฟอรมแบคทีเรียแทน โคลิฟอรมแบคทีเรียอยูในแฟมมิลิ Enterobactoriaceae ซึ่งไดแก Escherichia และ Aerobactor แตเดิมคิดวาโคลิฟอรมแบคทีเรียทั้งหมดมีตนกำเนิดมาจากอุจจาระทั้งหมด แตพบวา Aerobactor และ Escherichia บางชนิดสามารถเจริญเติบโตไดในดิน ดังนั้นการพบโคลิฟอรมแบค ทีเรียในน้ำจึงไมไดหมายความวาเกิดการปนเปอนจากอุจจาระทั้งหมด จึงไดมีความพยายามในการแยกความ แตกตางระหวางโคลิฟอรมที่มาจากอุจจาระหรือฟคัลโคลิฟอรม (Fecal coliform) และโคลิฟอรมที่ไมไดมา จากอุจจาระ และมีขอสรุปวา Escherichia coli (E. coli) ทั้งหมดเปนฟคัลโคลิฟอรม และ Escherichia บาง ชนิดและ Aerobactor มีตนกำเนิดมาจากดิน ในการควบคุมความสะอาดของน้ำจึงวิเคราะหหาโคลิฟอรมทั้ง หมดคือโคลิฟอรมและฟคัลโคลิฟอรมรวมกัน เนื่องจากวงจรชีวิตของพยาธิสวนหนึ่งจะอาศัยอยูในดิน

2.1.4 กฎหมายน้ำเสียของโรงพยาบาล

ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติพ.ศ. 2535 โรงพยาบาลทาง ราชการหรือสถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาล ที่มีเตียงสำหรับผู้ป่วยไว้ค้างคืนรวมกันทุกชั้น ของอาคารหรือกลุ่มอาคาร ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุม ห้ามมิให้เจ้าของหรือผู้ครอบครอง ปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม เว้นแต่จะได้ทำการบำบัดน้ำเสียให้เป็นไปตาม มาตรฐานระบายน้ำทิ้งจากอาคาร ที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

ประเภทของอาคารแบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ อาคารประเภท ก, อาคารประเภท ข, อาคาร ประเภท ค, อาคารประเภท ง, อาคารประเภท จ รายละเอียดประเภทของอาคารดูได้จากตารางสรุปประเภท ของอาคารเป็นแหล่งกำเนินมลพิษที่ต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่ สิ่งแวดล้อม และค่าแสดงมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

โดยทั้งนี้น้ำเสียจากโรงพยาบาลต้องควบคุมเชื้อแบคทีเรียเพิ่มเติมก่อนปล่อยน้ำออก คือ Total Coliform Bacteria ไม่เกิน 5,000 MPN/100 ml., Fecal Coliform Bacteria ไม่เกิน 1,000 MPN/100 ml. และ Residual Chlorine ควรอยู่ระหว่าง 0.2-1.0 mg/l. as Cl2

ตามมาตรฐานของการรับรองคุณภาพโรงพยาบาล (Hospital Accreditation, HA) ของสถาบัน พัฒนาและรับรองคุณภาพโรงพยาบาล (พรพ) (The Institute of Hospital Quality Improvement & Accreditation) ของกระทรวงสาธารณสุข

1.มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

-ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุม การระบายน้ำ ทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 122 ตอนที่ 125ง วันที่ 29 ธันวาคม 2548

-ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม ลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 122 ตอนที่ 125ง วันที่ 29 ธันวาคม 2548

2.โรงพยาบาลของทางราชการ หรือสถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาลที่มีเตียงสำหรับผู้ป่วยไว้ค้างคืนรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มอาคาร

ตั้งแต่ 30 เตียงขึ้นไป จัดเป็นอาคารประเภท ก

ตั้งแต่ 10 เตียงแต่ไม่ถึง 30 เตียง จัดเป็นอาคารประเภท ข

3.กรมควบคุมมลพิษออกกฎกระทรวง "กำหนดหลักเกณฑ์วิธีการ และแบบการเก็บสถิติและข้อมูล การจัดทำบันทึกรายละเอียด และรายงานสรุปผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย พ.ศ. 2555“

วัตถุประสงค์เพื่อให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษจัดเก็บ สถิติข้อมูล และรายงานสรุปการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของตนเอง ตามมาตรา 80 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติพ.ศ. 2535 และมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 2 สิงหาคม 2555

4.การตรวจสอบและควบคุม

มาตรา 80 เจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษ ซึ่งมีระบบบำบัดอากาศเสีย อุปกรณ์หรือเครื่องมือสำหรับควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสีย หรือมลพิษอื่น ระบบบำบัดน้ำเสีย หรือระบบกำจัดของเสียเป็นของตนเองมีหน้าที่

1) ต้องเก็บสถิติและข้อมูลซึ่งแสดงผลการทำงาน ของระบบหรืออุปกรณ์และเครื่องมือตามแบบ ทส.1 ทุกวัน

2) ต้องจัดทำรายงานสรุปผลการทำงานของระบบ หรืออุปกรณ์และเครื่องมือดังกล่าวตามแบบ ทส.2 ทุกเดือน โดยรายงานต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่นภายใน 15 วันของเดือนถัดไป

5.บทลงโทษ

หากไม่ดำเนินการจะมีโทษจำคุกไม่เกิน 1 เดือน หรือปรับไม่เกิน 10,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

หากรายงานเท็จจะมีโทษจำคุกไม่เกิน 1 ปีหรือปรับไม่เกิน 100,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

6.รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

โรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาล

กรณีตั้งอยู่ใกล้แม่น้ำฝั่งทะเลสาบ หรือชายหาด ในระยะ 50 เมตร ที่มีเตียงสำหรับผู้ป่วยไว้ค้างคืนตั้งแต่ 30 เตียงขึ้นไป

กรณีมีเตียงสำหรับผู้ป่วยไว้ค้างคืน ตั้งแต่ 60 เตียงขึ้นไป

ให้เสนอในขั้นตอนขออนุญาตก่อสร้างหรือหากใช้วิธีการแจ้งต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่นตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารโดยไม่ยื่นขอรับใบอนุญาตให้เสนอรายงานในขั้นการแจ้งต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่น

7.ข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาล

1.โรงพยาบาลต้องจัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธภาพตามมาตรฐาน สำหรับวัตถุประสงค์ในการจัดการและบำบัดน้ำเสียโดยทั่วไปดังนี้

1) เพื่อทำลายสารพิษและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

2) เพื่อป้องกันการก่อเหตุเดือดร้อนรำคาญ

3) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดภาวะมลพิษ

4) เพื่อเปลี่ยนสภาพของเสียในน้ำเสียให้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้

2. โรงพยาบาลต้องจัดให้มีผู้รับผิดชอบดูแลระบบการจัดการน้ำเสีย อย่างน้อย 1 คน ซึ่งมีวุฒิการศึกษาปริญญาตรีสาขาวิทยาศาสตร์(ด้านสาธารณสุข สุขาภิบาล ชีววิทยา วิทยาศาสตร์การแพทย์)หรือวิศวกรรมศาสตร์(ด้านสุขาภิบาล สิ่งแวดล้อม เครื่องกล) เป็นผู้รับผิดชอบดูแลระบบการจัดการน้ำเสีย

3. โรงพยาบาลต้องจัดให้มีข้อมูลเบื้องต้นของระบบบำบัดน้ำเสีย เช่น ชนิด ขนาด อุปกรณ์เครื่องจักร แบบแปลนของระบบ เป็นต้น

4. มีการบริหารจัดการปริมาณน้ำทิ้งของโรงพยาบาลให้เกิดความสมดุลกับความสามารถของระบบบำบัดน้ำเสีย

5. จัดให้มีการฝึกอบรมให้กับบุคลากรซึ่งปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียให้มีความรู้ความเข้าใจและทักษะที่จำเป็นในการทำงานอย่างปลอดภัยตามหน้าที่ที่ได้รับ(มอบหมาย)

6. โรงพยาบาลต้องควบคุมการระบายน้ำทิ้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน

7. โรงพยาบาลต้องเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วตรวจวิเคราะห์เปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำในการตรวจวิเคราะห์ให้เป็นไปตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษกำหนด

8. วิธีการเก็บน้ำตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ให้เป็นไปตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษกำหนด

9. ต้องจัดให้มีการซ่อมบำรุงหรือการซ่อมแซมระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบระบายน้ำเสีย และอุปกรณ์ประกอบ ตามมาตรฐานและหลักวิชาการด้านวิศวกรรม

10. โรงพยาบาลจะต้องจดบันทึกสถิติและข้อมูลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียตามแบบ ทส.1 ทุกวัน และสรุปผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียตามแบบ ทส.2 ทุกเดือน โดยรายงานต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่นภายใน 15 วันของเดือนถัดไป ให้เป็นไปตาม ตามมาตรา 80 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติพ.ศ. 2535

2.2 ไวรัสโคโรนาและไวรัส SARS-Cov-2 [6]

ไวรัสโคโรนา (Coronaviruses) เป็นกลุ่มของไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Mammals) สัตว์ปีก และมนุษย์ โดยในปัจจุบันพบว่ามีไวรัสโคโรนา 7 สายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ได้ แบ่งเป็นกลุ่มไวรัสโคโรนาที่ก่อให้เกิดโรคหวัด (Human Coronaviruses หรือ HCoV) ซึ่งประกอบด้วย HCoV-HKU1 HCoV-NL63 HCOV-OC43 และ HCoV-229E และกลุ่มไวรัสโคโรนาที่ทำให้ก่อโรคทางเดินหายใจรุนแรงมี 3 ชนิด คือ ไวรัสโคโรนาโรคทางเดินหายใจตะวันออกกลาง (Middle east respiratory coronavirus หรือ MERS-CoV) ไวรัสโคโรนาโรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรงชนิดที่ 1 (Severe acute respiratory syndrome coronavirus type 1 หรือ SARS-CoV-1) และไวรัสโคโรนาโรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรงชนิดที่ 2 (Severe acute respiratory syndrome coronavirus type 2 หรือ SARS-CoV-2) ซึ่งก่อให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (Coronavirus disease 2019) หรือ โรคโควิด-19 (COVID-19) ไปทั่วโลก ณ ปัจจุบัน

จากการสืบสวนขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization หรือ WHO) พบว่าโควิด-19 นั้น มีต้นตอแหล่งกำเนิดมาจากตลาดขายสินค้าสัตว์ป่าในเมืองอู่ฮั่น สาธารณรัฐประชาชนจีน ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 และทำให้เกิดการแพร่กระบาดของโรคโควิด-19 ทั่วโลก (Pandemic) ในเวลาต่อมา เนื่องจากมีการเดินทางของชาวเมืองอู่ฮั่นประมาณ 5 ล้านคน ออกจากพื้นที่เพื่อกลับบ้านหรือท่องเที่ยวเพราะเป็นวันหยุดยาวในช่วงเทศกาลตรุษจีน จากข้อมูล ณ วันที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2564 จำนวนผู้ติดเชื้อโควิด-19 ยืนยัน สูงถึง 26 ล้านคน และมีผู้เสียชีวิตจำนวน 4.7 ล้านคน หรือคิดเป็นอัตราการเสียชีวิตที่ 2.06 เปอร์เซ็นต์ ของผู้ติดเชื้อทั้งหมด (WHO, 2021a) ถึงแม้ว่าประชากรบางส่วนได้รับวัคซีนป้องกันโรคโควิด-19 แล้ว แต่จำนวนผู้ติดเชื้อนั้นก็ยังคงเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้อาจมาจากการกลายพันธุ์ของไวรัส SARS-CoV-2 ที่ส่งผลต่อความสามารถของไวรัส SARS-CoV-2 เช่น การแพร่กระจายได้เร็วขึ้นหรือสามารถหลบเลี่ยงระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายซึ่งส่งผลทำให้วัคซันมีประสิทธิภาพต่ำลง

ศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคของสหรัฐอเมริกา (Canters for Disease Control and Prevention หรือ CDC) ได้จัดแบ่งกลุ่มของ สายพันธุ์ไวรัส SARS-CoV-2 ที่เกิดการกลายพันธุ์เป็น 3 ระดับ คือ (1) สายพันธุ์ที่น่าสนใจ (Variant of interest) เป็นกลุ่มสายพันธุ์ที่ถูกคาดการณ์ว่าจะทำให้เกิดการระบาดได้เร็วขึ้น หรือจากศึกษามีแนวโน้วว่าสามารถหลบเลี่ยงระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายได้ (2) สายพันธุ์ที่น่ากังวล (Variant of concern) เป็นกลุ่มสายพันธุ์ที่มีหลักฐานว่าสามารถแพร่กระจายได้เร็วขึ้น หรือทำให้อาการของโรคโควิด-19 รุนแรงขึ้น เป็นต้น (3) สายพันธุ์ที่อยู่เหนือการควบคุม (Variant of high consequence) เป็นสายพันธุ์ที่พบหลักฐานชัดเจนว่าก่อให้เกิดอาการของโรคอย่างรุนแรงมาก หรืออาการของโรคไม่สามารถรักษาหรือบรรเทาได้ด้วยยาและวัคซีนชนิดใด ๆ โดยในปัจจุบันยังไม่มีการกลายพันธุ์ของไวรัส SARS-CoV-2 ที่อยู่ในระดับนี้ (CDC, 2021a) ข้อมูลสายพันธุ์กลายพันธุ์ แสดงใน**ตารางที่ 2-3**

ตารางที่ 2-3 สายพันธุ์กลายพันธุ์ของไวรัส SARS-CoV-2 ข้อมูล ณ วันที่ 17 กันยายน พ.ศ.2564 (WHO, 2021b)

สายพันธุ์	Pango lineage	ประเทศที่ถูกค้นพบ	วันที่ถูกค้นพบ	วันที่ยืนยัน
สายพันธุ์ที่น่าสนใจ (Variant of interest)				
Eta	B.1.525	หลายประเทศ	ธันวาคม พ.ศ. 2563	17 มีนาคม พ.ศ. 2564
Iota	B.1.526	สหรัฐอเมริกา	พฤศจิกายน พ.ศ. 2563	24 มีนาคม พ.ศ. 2564
Kappa	B.1.617.1	อินเดีย	ตุลาคม พ.ศ. 2563	4 เมษายน พ.ศ. 2564
lambda	C.37	เปรู	ธันวาคม พ.ศ. 2563	14 มิถุนายน พ.ศ. 2564
Mu	B.1.621	โคลัมเบีย	มกราคม พ.ศ. 2564	30 สิงหาคม พ.ศ. 2564
สายพันธุ์ที่น่ากังวล (Variant of concern)				
Alpha	B.1.1.7	สหราชอาณาจักร	กันยายน พ.ศ. 2563	18 ธันวาคม พ.ศ. 2563
Beta	B.1.351	แอฟริกาใต้	พฤษภาคม พ.ศ. 2563	18 ธันวาคม พ.ศ. 2563
Gamma	P.1	บราซิล	พฤศจิกายน พ.ศ. 2563	11 มกราคม พ.ศ. 2564
Delta	B.1.617.2	อินเดีย	ตุลาคม พ.ศ. 2563	11 มกราคม พ.ศ. 2564

2.2.1 โครงสร้างไวรัส SARS-CoV-2 และกลไกการติดเชื้อในเซลล์มนุษย์

ไวรัส SARS-CoV-2 เป็นไวรัสที่มีชั้นไขมันห่อหุ้มอนุภาคไวรัส หรือเรียกว่าวัสที่มีเปลือกไขมันห่อหุ้ม (Enveloped virus) โดยสายพันธุกรรมไวรัสนั้นเป็นชนิดอาร์เอ็นเอสายเดี่ยว (Single-stranded RNA) มีความยาวประมาณ 30 kb (Bar-On et al., 2020) ซึ่งลำดับเบสบนสารพันธุกรรมของไวรัส SARS-CoV-2 นั้นมีความคล้ายกับลำดับเบสของสารพันธุกรรมไวรัส SARS-CoV-2 มากถึง 78 เปอร์เซ็นต์ (Lu et al., 2020) และสารพันธุกรรมถูกบรรจุห่อหุ้มด้วยชั้นโปรตีน นิวคลีโอแคปซิด (Nucleocapsid (N) protein) บนเปลือกไขมันของไวรัส SARS-CoV-2 นั้นยังมีโปรตีนอีกสามชนิดที่เกี่ยวข้องกับกลำกการติดเชื้อในเซลล์มนุษย์ ได้แก่ สไปค์โปรตีน (Spike (S) protein) ซึ่งมีหน้าที่ในการเกาะติด (Attachment) กับตัวรับบนผิวเซลล์ (Host cell receptors) โดยเฉพาะตัวรับ ACE2 (Angiotensin-converting enzyme 2) ซึ่งพบมาในเซลล์เยื้อบุใน ปอด ลำไส้เล็ก ตับ หัวใจและไต เป็นต้น (Cheng et. Al., 2027) นกจากนี้สไปค์โปรตีนยังมีหน้าที่ช่วยส่งเสริมการรวมตัวของอนุภาคไวรัสและเยื้อบุของเซลล์เจ้าบ้านในขั้นตอนเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้านอีกด้วย (Internalization)

โปรตีนอีกสองชนิด กล่าวคือ เอนเวลลอปโปรตีน (Envelope (E) protein) และ เมมเบรนโปรตีน (Membrane (M) protein) จะทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการรประกอบอนุภาคไวรัสใหม่ (Assembly) ภายหลังที่ไวรัสเข้าสู่เซลล์ และเกิดการสร้างสารพันธุกรรมและสังเคราะห์โปรตีน (Genome replication and protein synthesis) ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของการสร้างอนุภาคไวรัสใหม่ (Ruch and Machomen, 2012; Schoeman and Fielding, 2019) สหรับนิวคลีโอแคปซิดโปรตีนนอกจากมีกน้าที่ห่อหุ้มเพื่อปกป้องสารพันธุกรรมของไวรัส SARS-CoV-2 และ (McBride et al., 2014) จากการศึกษายังพบว่า มีหน้าที่สำคัญอีกหลายประการ เช่น ทำงานร่วมกับเมมเบรนโปรตีนในขั้นตอนการประกอบอนุภาคไวรัสใหม่ (Hsin et al, 2018; Narayanan et al, 2000) หรือมีส่วนสำคัญในขั้นตอนการแปลรหัสและถอดรหัสในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน นอกจากนี้ยังมีโปรตีนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนสุดท้ายของการติดเชื้อในเซลล์เจ้าบ้าน โดยโปรตีนเหล่านี้จะทำให้เซลล์เจ้าบ้านแตก (Cell lysis) เพื่อปล่อยอนุภาคไวรัสใหม่ออกมาจากเซลล์ให้แพร่กระจายไปเกาะติดกับเซลล์ข้างเคียงอื่นต่อไป

2.2.2 อาการของโรคโควิด-19

เมื่อเซลล์ปอดเกิดการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 อย่างสมบูรณ์นั้น ผู้ติดเชื้อโรคโควิด-19 จะมีอาการเบื้อต้นคล้ายกับโรคไข้หวัดใหญ่ (Influenza-like illness) กล่าวคือ เกิดอาการที่ไม่จำเพาะ เช่น มีไข้ ไอแห้ง หายใจลำบาก ปวดหัว ปวดกล้ามเนื้อ ครั่นเนื้อครั่นตัว และอาการในระบบทางเดินหายใจ (Cevik et al., 2020) โดยจากการศึกษาพบว่าระยะเวลาเฉลี่ยของการแสดงอาการเกิดขึ้นภายใน 5 วันหลังการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 และอาจนานถึง 21 วันได้ โดยอาการของโรคอาจมีได้ตั้งแต่ระดับไม่แสดงอาการ (Asymptomatic) มีอาการระดับเบา ปานกลาง จนถึงขั้นรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้ เช่น ปอดอักเสบรุนแรง (Pneumonia) เป็นต้น สำหรับอาการที่พบไม่บ่อยของผู้ป่วยติดเชื้อโรคโควิด-19 จากการรายงานทั่วโลก คือ ท้องเสีย สูญเสียสัมผัสการรับรู้รสและกลิ่น เกิดผื่นบริเวณผิวหนัง ระยะเวลาในการรักษาตัวในโรงพยาบาลของผู้ติดเชื้อโรคโควิด-19 ขึ้นอยู่กับระดับอาการของผู้ติดเชื้อโรคโควิด-19 ที่ไม่แสดงอาการหรือมีอาการระดับเบาสามารถหายได้ 14 วัน แต่ผู้ติดเชือโรคโควิด-19 ที่ทีอาการระดับปานกลางถึงรุนแรงอาจต้องำด้รับการรักษาอยู่ภายในโรพยาบาลมากกว่า 1 เดือน ชึ้นอยู่กับระดับอาการของผู้ติดเชื้อโควิด-19 แต่ละราย

ในปัจจุบันมีการรายงานอาการหลงเหลือในผู้ติดเชื้อโรคโควิด-19 ที่ได้รับการรักษาหายแล้ว โดยเฉพาะผู้สูงอายุและผู้ที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐาน โดยอาการเหล่านี้ถูกเรียกว่า Post COVID-19 syndrome หรือ Long COVID-19 ระยะเวลาการฟื้นตัวจากอาการ Long COVID-19 อาจแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล บางคนอาจไม่กี่วัน แต่บ้างคนอาจนานกว่านั้นจนถึงลายเดือน จากการศึกษาพบว่าโอกาสการเกิดอาการ Long COVID-19 ไม่เกี่ยวข้องกับระดับอาการหลังได้รับการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 โดยผู้ติดเชื้อโรคโควิด-19 ที่มีอาการระดับเบาก็สามารถมีอาการ Long COVID-19 ได้ อาการทั่วไปของ Long COVID-19 ประกอบด้วย อ่อนเพลีย มีปัญหาทางด้านความจำและสมาธิสั้น นอนหลับยาก ใจสั่น อาการเหน็บชา ปวดตามข้อ มีภาวะซึมเศร้าและวิตกกังวล ปวดหู เป็นต้น ในปัจจุบันยังไม่มีวีป้องกันอาการ Long COVID-19 ซึ่งส่วนมากจะรักษาอาการแบบประคับประคองจนอาการดีขึ้น

2.2.3 การแพร่กระจายของไวรัส SARS-CoV-2 ในแหล่งน้ำ

ไวรัส SARS-CoV-2 มีเส้นทางการแพร่กระจายเชื้อหลักคือ ผ่านทางอากาศ (Airborne transmission) โดยเมื่อผู้ติดเชื้อโรคโควิด-19 พูดคุย หายใจ หรือไอนั้นจะทำให้เกิดการแพร่กระจายของละอองหยอน้ำลายหรือน้ำมูก (Droplet) ซึ่งมีมากกว่า 100 ไมครอน และละอองฝอยน้ำลายเหล่านี้จะมีอนุภาคไวรัส SARS-CoV-2 เกาะอยู่เป็นจำนวนมาก จากการศึกษาพบว่าอนุภาคไวรัส SARS-CoV-2 ในหยดน้ำลายจะตกลงสู่พื้นภายในระยะเวลาเพียงไม่กี่วาทีเท่านั้นและสามารถแพร่กระจายได้ไม่เกิน 2 เมตรจากผู้ติดเชื้อที่ไอหรือจาม ดังนั้นการรักษาระยะห่างสามารถช่วยป้องกันการติดเชื้อจากหยดน้ำลายได้ ในทางกลับกันไวรัส SARS-CoV-2 ในละอองฝอยน้ำลายนั้นสามารถแพร่กระจายได้ไกลกว่า 2 เมตรเนื่องด้วยขนาดเล็กกว่าทำให้ละอองฝอยน้ำลายสามารถล่องลอยอยู่บนอากาศได้นานหลายชั่วโมง ดังนั้นผู้ใกล้ชิดกับผู้ติดเชื้อโรคโควิด-19 จะมีความเสี่ยงสูงมากจากการติดเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ในละอองฝอยน้ำลาย โดยเฉพาะบริเวณสถานที่ที่ไม่มีอากาศได้ดี (Prather et al., 2020)

ไวรัส SARS-CoV-2 นอกจากจะถูกขับออกทางร่างกายผู้ติดเชื้อโรคโควิด-19 จากทางเดินหายใจแล้วนั้น จากการศึกษายังพยไวรัส SARS-CoV-2 ถูกขับออกมาพร้อมอุจจาระและปัสสวะของผู้ติดเชื้อโรคโควิด-19 ได้อีกด้วย และอนุภาคไวรัส SARS-CoV-2 ที่ตรวจพบในของเสียจากร่างกายมีทั้งอนุภาคไวรัส SARS-CoV-2 ที่มีความสามารถติดเชื้อได้และไม่ได้ (Cheung et al., 2020; Xiao et al., 2020) ดังนั้นจึงอาจมีความเป็นไปได้ว่าการได้รับอุจจาระของผู้ติดเชื้อโรคโควิด-19 ที่ปนเปื้อนบนพื้นผิว อาหาร และน้ำดื่ม เข้าผ่านทางการรับประทาน (Fecal-oral route) เป็นเส้นทางการแพร่กระจายหนึ่งที่สามารถทำให้ติดโรคโควิด-19 ได้เนื่องด้วย เนื้อเยื่อลำไส้เล็กนั้นมีตัวรับ ACE2 โดยเส้นทางการแพร่กระจายไวรัส SARS-CoV-2 ผ่านทางอุจจาระ

อุจจาระที่มีไวรัส SARS-CoV-2 ซึ่งอาจมีความเข้มข้นในช่วง 500 – 10^7 อนุภาคต่อ 1 กรัมอุจาระ (Parasa et al., 2020; Wolfel et al., 2020) อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนในอาหารได้ โดยจากแมลงต่าง ๆ การปนเปื้อนบนพื้นผิดต่าง ๆ เช่น เสื้อผ้า เฟอร์นิเจอร์ หรือวัสดุต่าง ๆ เป็นต้น และมนุษย์ใช้มือสัมผัสอาหารเพื่อรับประทาน หรืออาจเกิดจากการดื่มน้ำหรือใช้น้ำที่มาจากแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของอุจจาระและไวรัส SARS-CoV-2 จากการศึกษาในปัจจุบันพบว่าปริมาณของสารพันธุกรรมไวรัส SARS-CoV-2 หรือ SARS-CoV-2 อาร์เอ็นเอ (RNA) ในน้ำเสียบ้านเรือนก่อนการบำบัดมีสูงถึง 10^2 – 10^5 genome copies ต่อ 100 มิลลิลิตร

น้ำเสีย (Chakraborty et al., 2021; Pillay et al., Sher Chan et al., 2020; Wu et al., 2021) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานว่าน้ำเสียมีการพบอนุภาคไวรัส SARS-CoV-2 ที่มีความสามารถติดเชื้อได้ ดังนั้นสารพันธุกรรมของไวรัสที่ตรวจพบอาจมาจากอนุภาคไวรัสส่วนที่ไม่สามารถติดเชื้อได้แล้ว สำหรับปริมาณสารพันธุกรรมของไวรัส SARS-CoV-2 ในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีค่าลดลงอยู่ในช่วง 1-100 genome copies ต่อ 100 ลิตรน้ำเสีย (Kumar et al., 2021) แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการกำจัดไวรัส SARS-CoV-2 ของระบบบำบัดน้ำเสีย

ตาราง 2-4 ปริมาณสารพันธุกรรมของไวรัส SARS-CoV-2 ในน้ำเสียที่ยังไม่ผ่านการบำบัดในประเทศต่างๆ

ประเทศ	RT-qPCR assay	ปริมาณความเข้มข้นสูงสุด (genome copies ต่อ 1 ลิตร)	แหล่งอ้างอิง
เครือรัฐออสเตรเลีย	N_Sarbeco NIID_2019-nCOV	1.2×10^2	Ahmed et al., 2020a
สหรัฐอเมริกา	CDC N1, N2, N3	$> 12 \times 10^5$	Wu et al., 2021
	CDC N1, N2	$> 3 \times 10^4$	Nemudryi et al., 2020
สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมันนี	RdRP_SARS M gene	2×10^4	Westhaus et al., 2020
ญี่ปุ่น	CDC N1, N2	$< 7.3 \times 10^4$	Haramoto et al., 2020
ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์	CDC N1, N2, N3	2.2×10^3	Medema et al., 2020

นอกจากนี้ มีการตรวจพบสารพันธุกรรมของไวรัส SARS-CoV-2 ในแหล่งตามธรรมชาติ ซึ่งในพื้นที่ไม่มีระบบรวบรวมน้ำเสียจากบ้านเรือนหรือมีระบบที่ไม่มีประสิทธิภาพ ก็จะมีโอกาสที่น้ำเสียปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้ ในปัจจุบันมีการตรวจพบสารพันธุกรรมของไวรัส SARS CoV-2 ในแหล่งน้ำในหลายประเทศ ดังแสดงในตารางที่ 2-4 อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานการแยกอนุภาคไวรัส SARS-COV-2 ที่มีความสามารถติดเชื้อได้จากแหล่งน้ำปนเปื้อนต่างๆ จึงยังไม่สามารถยืนยันได้ว่าโรคโควิด-19 แพร่กระจายได้จากการสัมผัสน้ำธรรมชาติที่ปนเปื้อนไวรัส SARS-COV-2

ตาราง 2-5 ปริมาณสารพันธุกรรมของไวรัส SARS-COV-2 ในแหล่งน้ำประเทศต่าง ๆ

ประเทศ	RT-qPCR assay	ปริมาณความเข้มข้นสูงสุด (genome copies ต่อ 1 ลิตร)	แหล่งอ้างอิง
ญี่ปุ่น	แม่น้ำ	$> 8.2 \times 10^2$	Haramoto et al., 2020
เอกวาดอร์	แม่น้ำ	3.19×10^6	Guerrero-latorre et al., 2020
อิตาลี	แม่น้ำ	ตรวจพบแต่ไม่ระบุปริมาณ	Rimoldi et al., 2020

นอกจากการตรวจพบในแม่น้ำแล้ว ในปัจจุบันนักวิจัยยังมีความพยายามที่จะตรวจสอบการมีสารพันธุกรรมของ SARS-COV-2 ในทะเลสาบอีกด้วย ซึ่งกำลังอระหว่างดำเนินการ สำหรับการปนเปื้อนไวรัส SARS-CoV-2 ในน้ำทะเลนั้น นักวิจัยคาดว่ามีความเก็นไปได้สูงมาก เนื่องด้วยแม่น้ำที่มีการปนเปื้อนอาจไหลลงสู่ทะเล และบางครั้งโรงบำบัดน้ำเสียชุมชนตั้งอยู่ใกล้ชายหาดอีกด้วย โดยจากงานวิจัยล่าสุดที่ประเทศสเปนสนับสมมุติฐานดังกล่าวที่ไวรัส SARS-CoV-2 ปนเปื้อนในแหล่งน้ำทะเลได้ เพราะมีการตรวจพบสารพันธุกรรมของไวรัส SARS-CoV-2 ในตัวอย่างหอย (Bivalve mollusks) 75 เปอร์เซ็นต์จาก 12 ตัวอย่าง โดยมีปริมาณได้สูงถึง $10^{4.48}$ genome copies ต่อ 1 กรัมของเนื้อเยื่อระบบย่อยอาหารของหอย รวมทั้งยังมีการตรวจพบสารพันธุกรรมของไวรัส SARS-CoV-2 ในตะกอนดิน 25 เปอร์เซ็นต์จาก 12 ตัวอย่าง ที่ปริมาณมากสุดที่ $10^{3.6}$ genome copies ต่อ 1 กรัมของตะกอนดิน (Polo et al., 2021) จากผลการศึกษาดังกล่าวแสดงได้ว่าไวรัส SARS-CoV-2 ในน้ำเสียบ้านเรือนสามารถปนเปื้อนน้ำทะเลและสิ่งมีชีวิตในน้ำได้ (Marine environment) ซึ่งบ่งบอกเป็นนัยว่าการว่ายน้ำหรือบริโภคหอยจากแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนเหล่านี้อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงได้ ทั้งนี้ การศึกษาดังกล่าวเป็นการตรวจวิเคราะห์สารพันธุกรรมของไวรัส และข้อมูลการติดเชื้อได้ของอนุภาคไวรัสที่ปนเปื้อนในตัวอย่างสิ่งแวดล้อมยังต้องมีการศึกษาวิจัยต่อไป

2.2.4 ความคงทนของไวรัสโคโรนาและไวรัส SARS-CoV-2 ในน้ำ

ความเสี่ยงในการติดโรคโควิด-19 จากการสัมผัสแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่มีการปนเปื้อนไวรัส SARS-CoV-2 นั้นนอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณที่ปล่อยออกมาจากโรงบำบัดน้ำเสียแล้ว ยังมีอีกปัจจัยหนึ่งที่ต้องพิจารณาควบคู่กันไปซึ่งก็คือ ความคงทน (Persistence) ของไวรัส SARS-CoV-2 ในตัวอย่างน้ำแต่ละชนิด เพราะความคงทนจะบอกได้ว่าอนุภาคไวรัส SARS-CoV-2 ที่สามารถติดเชื้อได้จะเหลืออยู่มากน้อยเพียงใด โดยที่ความคงทนสูงจะบ่งบอกถึงความเสี่ยงในการติดเชื้อโรคโควิด-19 สูง เนื่องด้วยไวรัส SARS-CoV-2 อยู่ในน้ำได้นาน ทำให้อนุภาคไวรัส SARS-CoV-2 ที่สามารถติดเชื้อได้อยู่มีปริมาณลดลงเพียงเล็กน้อย แต่ถ้าความคงทนต่ำจะส่งผลให้ความเสี่ยงในการติดโรคโควิด-19 ต่ำลง เพราะอนุภาคไวรัส SARS-CoV-2 สามารถติดเชื้อได้จะสลายไปอย่างรวดเร็วทำให้มีปริมาณเหลือน้อยลง ในปัจจุบันมีการศึกษาความคงทนของไวรัสโคโรนารวมถึงไวรัส SARS-CoV-2 ในตัวอย่างน้ำชนิดต่างๆ ด้วยการเติมไวรัสที่ต้องการศึกษาลงในน้ำแต่ละชนิด และวัดความสามารถในการติดเชื้อไของไวรัส

เมื่อพิจารณาความคงทนของไวรัสโคโรนาในตัวอย่างน้ำสะอาด เช่น น้ำประปา และน้ำจากห้องปฏิบัติการพบว่า MHV และ HCoV-299E สามารถอยู่รอดได้นานมากที่ 4 °C โดยปริมาณไวรัส MHV และ HCoV-299E ลดลง 99 และ 99.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ที่ระยะเวลามากกว่า 1 ปี เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอยู่ในช่วง 23 - 25 °C ระยะเวลาที่ใช้เพื่อให้ไวรัส MHV และ HCoV-299E ลดลงที่ 99 และ 99.9 เปอร์เซ็นต์เหลือเพียง 17 วัน และ 12.1 วัน ตามลำดับ สำหรับตัวอย่างน้ำในแม่น้ำที่ 4 °C ไวรัส SARS-COV-2 ใช้เวลาเพียง 18.7 วัน ในการลดลง 99 เปอร์เซ็นต์ และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 20 - 24 °C ระยะเวลาที่ใช้เพื่อลดจำนวนของไวรัส SARS-CoV-2 เหลือแค่ 6.4 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C การลดลงของไวรัสโคโรนา (SARS-Cov-2) ในน้ำเสีย 99 เปอร์เซ็นต์ใช้เวลาเพียง 17.5 วัน และที่ประมาณ 4 วัน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นที่ประมาณ 20 °C โดยที่อุณหภูมิ 50 และ 70 °C ความคงทนของไวรัส SARS-Co V-2 จะต่ำมาก โดยลดลง 99 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 30 นาที และ

4.5 นาที ตามลำดับ และสำหรับตัวอย่างน้ำทะเลไวรัส SARS-CoV-2 ลดลง 90 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 1 นาที ซึ่งไวกว่าในตัวอย่างน้ำเสียและน้ำในแม่น้ำที่อุณหภูมิเดียวกันสูงมาก

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าความคงทนของไวรัสโคโรนาจะแปรผกผันกับอุณหภูมิของน้ำ ซึ่งบ่งบอกได้ว่าในแถบประเทศเขตหนาวไวรัสโคโรนาสามารถอยู่ในน้ำได้นานกว่าในแถบประเทศเขตร้อน และเมื่อพิจารณาผลของคุณภาพน้ำพบว่าความคงทนของไวรัสโคโรนาในน้ำสะอาดจะมากกว่าน้ำในแม่น้ำ น้ำเสียและน้ำทะเลตามลำดับที่อุณหภูมิเดียวกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากตัวอย่างน้ำในแม่น้ำและน้ำเสียนั้นมีสิ่งสกปรกต่าง ๆ ปนเปื้อนอยู่ เช่น สารแขวนลอย ตะกอนดิน สารอินทรีย์ และจุลินทรีย์ เป็นต้น ซึ่งสิ่งปนเปื้อนเหล่านี้อาจส่งเสริมการกำจัดของไวรัสโคโรนาออกจากน้ำได้ โดยจากการศึกษาพบว่า อนุภาคไวรัสโคโรนาซึ่งเป็นไวรัสที่มีเปลือกหุ้มนั้น สามารถถูกกำจัดออกจากน้ำได้โดยการดูดติด (Adsorption) บนผิวของตะกอนและสารแขวนลอยในน้ำเสียหรือแม่น้ำได้ ซึ่งจะตกตะกอนในที่สุด (Ye et al, 2016) นอกจากนี้การล่าและถูกกินโดยแบคทีเรียและโปรโตซัวที่อยู่ในน้ำเสียก็ทำให้ความคงทนของไวรัสโคโรนาลดลงได้ (Olive et al, 2020) และสำหรับตัวอย่างน้ำทะเลนั้นปัจจัยที่ส่งผลต่อความคงทนของไวรัสคือ ค่าความเค็ม (Salinity) โดยความเค็มที่เพิ่มขึ้นนั้นจะทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพ (Protein denaturation) และไม่สามารถทำงานได้ ทำให้ไวรัสโคโรนาซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นโปรตีนสูญเสียความสามารถในการติดเชื้อและส่งผลโดยตรงต่อความคงทนในน้ำทะเล

ตาราง 2-6 ความคงทนของไวรัสโคโรนาในตัวอย่างน้ำชนิดต่าง ๆ

ชนิดไวรัส	ตัวอย่างน้ำ	อุณหภูมิ	ผลการทดลอง	แหล่งอ้างอิง
Human coronavirus 299E (HCoV)	น้ำประปา	4 °C	ลดลง 99.9 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เวลา > 365 วัน	Gundy et al., 2009
		23 °C	ลดลง 99.9 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 12.1 วัน	
	น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดเบื้องต้น	23 °C	ลดลง 99.9 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 3.54 วัน	
	น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 2	23°C	ลดลง 99.9 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 77 วัน	
Murine hepatitis virus (MHV)	น้ำสะอาดเตรียมจากห้องปฏิบัติการ	4°C	ลดลง 99 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลามากกว่า 1 ปี	Casanova et al., 2009
		25°C	ลดลง 99 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 17 วัน	
Murine hepatitis virus (MHV)	น้ำเสีย	10°C	ลดลง 90 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 36 ชั่วโมง	Ye et al., 2016
		25°C	ลดลง 90 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 13 ชั่วโมง	
SARS-CoV-1	น้ำเสียจากโรงพยาบาล	4°C	อยู่รอด ≥ 14 วัน	Wang et al., 2005
		20°C	อยู่รอด 2 วัน	
	น้ำเสียชุมชน	4°C	อยู่รอด ≥ 14 วัน	
		20°C	อยู่รอด 2 วัน	
	น้ำประปา	4°C	อยู่รอด ≥ 14 วัน	
		20°C	อยู่รอด 2 วัน	
SARA-CoV-2	น้ำเสีย	20°C	ลดลง 99 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 4.3 วัน	Bivins et al., 2020
		50°C	ลดลง 99 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 30 วัน	

		70°C	ลดลง 99 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 4.5 วัน	
SARA-CoV-2	น้ำแม่น้ำ	4°C	ลดลง 99 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 18.7 วัน	De Oliveira et al., 2021
		24°C	ลดลง 99 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 6.4 วัน	
	น้ำเสีย	4°C	ลดลง 99 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 17.5 วัน	
		24°C	ลดลง 99 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 4 วัน	
SARA-CoV-2	น้ำแม่น้ำ	20°C	ลดลง 90 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 2.3 วัน	Sala-comorere et al., 2021
	น้ำทะเล	20°C	ลดลง 90 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 1.1 วัน	

2.3 แบคทีเรียชี้แนะ(Bacteriological indicator) [9]

เป็นโคลิฟอร์มแบคทีเรียซึ่งถ้าตรวจพบในน้ำ ก็แสดงว่าน้ำนั้นน่าจะไม่ปลอดภัย คืออาจมีเชื้อโรคอยู่ในน้ำคุณสมบัติของแบคทีเรียชี้แนะ ที่ดีมีดังนี้

เมื่อพบแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอยู่ในน้ำ จะต้องพบแบคทีเรียชี้แนะอยู่ในน้ำด้วยมีจำนวนแปรผันตามจำนวนของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคสามารถอยู่ในน้ำได้นานกว่าแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคไม่ควรมีในน้ำบริสุทธิ์

วิธีการตรวจวิเคราะห์ไม่ยุ่งยาก

โคลิฟอร์มแบ่งตามแหล่งที่มา ได้เป็น 2 ชนิด คือ

-ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform) พวกนี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของคน และสัตว์เลือดอุ่น ถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระ เมื่อเกิดการระบาดของโรคระบบทางเดินอาหาร จะพบแบคทีเรียชี้แนะชนิดนี้ ได้แก่ อี.โค. ไล (E.coli)

-นันฟีคัลโคลิฟอร์ม (Non-fecal coliform) พวกนี้อาศัยอยู่ในดิน และ พืชมีอันตรายน้อยกว่าพวกแรก ใช้เป็นแบคทีเรียชี้แนะถึงความไม่สะอาดของน้ำได้ เช่น เอ. แอโรจิเนส (A. aerogenes)

คุณสมบัติของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มีดังนี้ คือ

-รูปร่างเป็นท่อนเล็ก ๆ (rod shape) ไม่มีสปอร์ (non-spore forming)

-ย้อมสีแกรมสีแกรไม่ติด เป็นพวกแกรมลบ (gram negative)

-สามารถย่อยพวกแล็กโทส (lactose) ให้เกิดกรดและก๊าซ เมื่อเอาไปอบที่อุณหภูมิ 35 องศา ซ. เวลา 24 ชั่วโมง หรือ 48 ชั่วโมง

-สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีอากาศ (aerobic) และไม่มีอากาศ (anaerobic) จึงนับแบคทีเรียพวกนี้เป็นแฟคคัลเตตีฟ (facultative anaerobes)

-สามารถทำให้เกิดก๊าซจากอาหารเหลวบริลเลียนกรีนแล็กโทส ไบล์บรอธ (Briliant Green Lactose Bile broth) ที่อุณหภูมิ 35 องศา ซ. ภายในเวลา 48 ชั่วโมง หรือเร็วกว่านั้น

-สามารถเจริญเติบโตในอาหารแข็ง อีเอ็มบี (EMB, Eosine Methylene Blue Agar) ที่ 35 องศา ซ. ในเวลา 24 ชั่วโมง

2.4 การเฝ้าระวังติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำเสีย [10]

1. การติดตามตรวจสอบน้ำเสียจากแหลงกำเนิด

การตรวจสอบน้ำเสียจากแหลงกำเนิดควรเลือกจุดที่อยูทายน้ำหางจากจุดปลอยน้ำทิ้งและเปน จุดที่น้ำทิ้งไดผสมกลมกลืนกับน้ำในแหลงน้ำแลว

1) ถาเปนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ใหเก็บตัวอยางน้ำจากทุกๆ จุดที่มีการปลอยน้ำเสียออกมาและ/หรือจุดที่รวมของน้ำเสียกอนระบายออกนอกโรงพยาบาล

2) ในการตรวจสอบและควบคุมระบบบำบัดใหเก็บตัวอยางน้ำจากจุดที่ระบายออกจากระบบบำบัดกอนปลอยทิ้งลงสูแมน้ำลำคลองหรือทอระบายน้ำ

3) ถาเปนน้ำเสียชุมชน ใหเก็บจากปลายทอระบายน้ำโสโครกหรือบอตรวจการระบาย (Manhole) หรือบอสูบ

2. การเก็บตัวอยางน้ำและการวิเคราะหคุณภาพน้ำ

.) วิธีเก็บตัวอยางน้ำแบงไดเปน 2 วิธีคือ

1) การเก็บแบบจวง (Grab Sampling) เปนการเก็บตัวอยางน้ำแบบจวงเอาเฉยๆ แลวนำไปวิเคราะหหาคาที่ตองการทราบ ดังนั้น ตัวอยางน้ำจะแสดงใหเห็นถึงลักษณะสมบัติของน้ำ ณ จุดเก็บเฉพาะเวลานั้นเทานั้น

2) การเก็บแบบผสมรวม (Composite Sampling) เปนการเก็บตัวอยางหลายๆ ครั้งตอชวงการผลิต โดยแบงแตละชวงระยะเวลาของการเก็บใหสม่ำเสมอ ปริมาณการเก็บขึ้นกับอัตราการไหลของน้ำแลวนำมารวมลงในถังเก็บใบเดียวกันซึ่งควบคุมอุณหภูมิไวประมาณ 10 องศาเซลเซียส การเก็บวิธีนี้มีขอดีตรงที่ลดจำนวนตัวอยางน้ำที่ตองวิเคราะหคาใชจายเคมีภัณฑและเวลาในการศึกษาไดมากแตถึงอยางไรก็มีขอเสียคือ ตองใชเวลาในการเก็บตัวอยางน้ำนานกวาวิธีแรก

2. อุปกรณ

1) ขวดเก็บตัวอยางน้ำ มักเปนชนิดขวดแกวหรือโพลีเอทิลีนขนาดใหญพอที่จะบรรจุน้ำไปทำการวิเคราะหมีฝาเกลียวปดมิดชิด ความจุประมาณ 1-2 ลิตร

2) สลาก ปากกาเคมีสำหรับเขียนหมายเลขขางขวดและรายละเอียดของตัวอยางน้ำระบุวันที่เก็บเวลา สถานที่ บริเวณที่เก็บ พรอมทั้งระบุวัตถุประสงคในการสงวิเคราะหอยางชัดเจน

3. ปริมาณน้ำตัวอยาง

จำนวนและปริมาณของน้ำตัวอยางขึ้นอยูกับปริมาณของสารหรือคุณสมบัติที่ตองการจะตรวจสอบ รวมทั้งความถูกตองแนนอนทางสถิติปญหาเกี่ยวกับการขนสงและการเก็บรักษาตัวอยางทั้งนี้ควรเก็บตัวอยางสง วิเคราะหไมนอยกวา 1 ลิตรแลวแตจำนวนรายการที่ตองการวิเคราะหเพราะการวิเคราะหทางเคมีและทางแบคทีเรียแตละรายการไมสมควรที่จะใชตัวอยางเดียวกัน

4. การเก็บรักษาตัวอยางน้ำ

เมื่อเก็บตัวอยางน้ำมาแลวควรสงเพื่อทำการวิเคราะหใหเร็วที่สุดเทาที่จะทำได เพราะหากปลอยทิ้งไวอาจเกิดปฏิกิริยาทางเคมีและชีวะจากสารประกอบและสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทำใหคุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงไปได สวนใหญจะขึ้นอยูกับความสะอาดหรือความสกปรกของน้ำ ระยะเวลาที่ยอมใหมากที่สุดที่จะเก็บตัวอยางไวกอนทำการวิเคราะหทางกายภาพและทางเคมีเปนดังนี้

- น้ำสะอาด (Unpolluted water) 72 ชั่วโมง
- น้ำคอนขางสกปรก (Slightly polluted water) 48 ชั่วโมง
- น้ำสกปรก (Polluted water) 24 ชั่วโมง

ดังนั้นหากมีความจำเปนไมสามารถสงทำการวิเคราะหไดทันที ตองทำการเก็บรักษาหรือถนอมตัวอยางน้ำนั้นไว ไมไหคุณสมบัติเปลี่ยนไปดวยการแชเย็นตัวอยางน้ำ หรือเติมสารเคมีเพื่อรักษาสภาพตัวอยาง

(1) การแชเย็นตัวอยางน้ำใหอยูในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การแชเย็นตัวอยางน้ำ เปนการลดหรือยับยั้งการทำงานของจุลินทรียชั่วคราวและลดอัตราเร็วของการเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีวิธีนี้จะใชในการรักษาสภาพตัวอยางเพื่อวิเคราะหหาโคลิฟอรมแบคทีเรีย บีโอดีและของแข็งแขวนลอย เปนตน วิธีการในการแชเย็นตัวอยางน้ำจะแชในกลองน้ำแข็งหรือถังน้ำแข็ง ซึ่งควรจะเปนวัสดุที่มีความแข็งแรงพอสมควร สามารถปองกันการแตกไดดีมีความสามารถในการเก็บความเย็นไดดีรวมทั้งสามารถปองกันตัวอยางจากแสงแดดและสะดวกในการใชงาน สวนใหญกลองที่ใชจะทำจากพลาสติกโฟม อลูมิเนียม และไมเปนตน

การบรรจุน้ำแข็งลงในกลองน้ำแข็งเพื่อรักษาสภาพตัวอยางในทางทฤษฎีควรบรรจุกอนน้ำแข็งรวมลงไปพรอมกับขวดตัวอยางในกลองน้ำแข็ง และใหใชน้ำสะอาดเทลงในกลองน้ำแข็งในระดับความสูงประมาณ 3 ใน 4 สวน ของขวดเก็บตัวอยาง เพื่อเปนตัวกลางสำหรับหลอเย็นระหวางกอนน้ำแข็งกับขวดตัวอยางน้ำซึ่งจะกระจายความเย็นไดดีกวาใชน้ำแข็งเปลาๆ ในทางปฏิบัติอาจไมสะดวก สามารถใชน้ำแข็งบดที่สะอาดบรรจุแทน แตควรตรวจเช็คอุณหภูมิในกลองและในตัวอยางน้ำเสมอโดยใชเทอรโมมิเตอรเพื่อใหมั่นใจวาอยูในเกณฑไมเกิน 4 องศาเซลเซียส

(2) การเติมสารเคมีรักษาสภาพตัวอยาง

ตัวอยางน้ำที่จะตองเติมสารเคมีเพื่อรักษาสภาพในที่นี้ไดแก ตัวอยางน้ำที่ใชวิเคราะหไนเตรท-ไนโตรเจน แอมโมเนีย-ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสทั้งหมด ซึ่งจะใชกรดซัลฟูริกเขมขนเปนสารเคมีสำหรับรักษาสภาพ หรือกรณีตัวอยางน้ำที่ตองการวิเคราะหคาโลหะหนักจะใชกรดไนตริกเขมขน เติมกรดเขมขนลงในตัวอยางน้ำในปริมาณที่ทำใหตัวอยางน้ำมีคา pH ต่ำกวา 2 (ปกติใชกรดเขมขนประมาณ 2 มิลลิลิตรตอน้ำตัวอยาง 1 ลิตร) ทั้งนี้เพื่อปองกันการดูดซับปริมาณสารที่ตองการวิเคราะหที่ผิวภาชนะ ปองกันการตกตะกอนและยับยั้งการทำงานของจุลินทรียอีกทางหนึ่งโดยทั่วไปการรักษาสภาพโดยการเติมกรดที่กลาวถึงนี้มักใชควบคูกับการแชเย็นเปนสวนใหญ

ปจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งสำหรับการเก็บตัวอยางน้ำนอกจากการเติมสารเคมีหรือแชเย็นแลวจะตองคำนึงถึงเวลาที่สามารถเก็บตัวอยางไดเสมอ ซึ่งแตละวิธีและแตละพารามิเตอร จะมีเวลาในการเก็บรักษาที่ตางกัน

5. การสงตัวอยางน้ำ

ขั้นตอนการสงตัวอยางน้ำเปนขั้นตอนที่ตอเนื่องจากการรักษาสภาพตัวอยางขั้นตอนนี้จะครอบคลุมถึงการบรรจุขวดตัวอยางน้ำในภาชนะขนสงตัวอยางการเลือกวิธีการหรือพาหนะสำหรับนำสงตัวอยางรวมถึงการตรวจเช็คความถูกตองของตัวอยางครั้งสุดทายกอนมอบใหหองปฏิบัติการนำไปวิเคราะหตอไป ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) การบรรจุขวดตัวอยางน้ำในภาชนะขนสงตัวอยาง ภาชนะสำหรับขนสงตัวอยางมี 2 ประเภทตามลักษณะการใชงาน คือ

(1.1) ภาชนะสงตัวอยางที่ตองรักษาสภาพความเย็นของตัวอยาง โดยทั่วไปจะใชกลองน้ำแข็งแชตัวอยาง

(1.2) ภาชนะที่ไมตองรักษาสภาพความเย็นของตัวอยาง สามารถใชกลองกระดาษหรือกลองอื่นๆ ที่มีลักษณะเบา ทนทาน แตกหักหรือฉีกขาดยาก อีกทั้งงายตอการขนสงและสามารถปองกันตัวอยางจากแสงแดดไดดี การบรรจุตัวอยางลงในภาชนะ ควรเนนความมิดชิดแนนสนิท ขนสงสะดวก ที่สำคัญควรติดแผนปายบอกถึงชื่อเจาของภาชนะ ชนิดของสิ่งบรรจุสถานที่ติดตอ รวมถึงหมายเลขโทรศัพทที่ติดตอไดเพื่อปองกันการสูญหายและงายตอการติดตาม

(2) การเลือกพาหนะสำหรับนำสงตัวอยาง สิ่งที่ตองคำนึงถึงสำหรับการเลือกพาหนะสำหรับสงตัวอยางน้ำไดแก

(2.1) ความปลอดภัยของตัวอยาง

(2.2) ความรวดเร็วของตัวอยาง

(2.3) งายตอการติดตาม

(2.4) การสงตัวอยางน้ำไมควรกอใหเกิดความเดือนรอนตอผูอื่น

(3) การตรวจเช็คตัวอยางน้ำครั้งสุดทายกอนสงหองปฏิบัติการ สิ่งที่ตองคำนึงถึงในการตรวจเช็คมีดังนี้

(3.1) จำนวนตัวอยางน้ำตองครบตามจำนวนที่ผูเก็บน้ำระบุ

(3.2) รหัสตัวอยางน้ำแตละขวดเขียนถูกตองไมซ้ำขวดหรือลบเลือน หรือฉลากติดขวดยังอยูในสภาพปกติ

(3.3) ขวดเก็บตัวอยางน้ำอยูในสภาพปกติไมแตกหรือรั่วซึม และปริมาตรตัวอยางเพียงพอสำหรับการวิเคราะห

(3.4) มาตรฐานการรักษาสภาพตัวอยางน้ำมีความถูกตองสมบูรณ

2.5 หลักการเฝาระวังการระบาดดวยน้ำเสีย [6]

ปจจุบัน องค์การอนามัยโลกได้บรรจุการตรวจทางระบาดวิทยาน้ำเสียเป็นหนึ่งในข้อแนะนำของการเฝาระวังการระบาดวิทยาของโรคโควิด-19 (WHO Regional Office for Europe,2021) และหลายประเทศได้ดำเนินการเฝาระวังในน้ำเสียและบรรจุเป็นแผนระดับประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย เป็นต้น สหภาพยุโรปก็ได้ออกประกาศให้กลุ่มประเทศสมาชิกจัดทำระบบการตรวจทางระบาดวิทยาน้ำเสียเพื่อเฝาระวังการระบาดของโรคโควิด-19 เป็นแผนระดับประเทศให้แล้วเสร็จภายในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564

การเฝาระวังการระบาดด้วยน้ำเสียมุ่งเน้นการตรวจวัดสารพันธุกรรมของไวรัส SAR-CoV-2 ที่ปนเปื้อนออกมากับอุจจาระเนื่องจากมีรายงานว่าผู้ติดเชื้อโรคโควิด-19ทั้งที่แสดงอาการและไม่แสดงอาการสามารถปลดปล่อยอนุภาคไวรัสทั้งที่มีความสามารถติดเชื้อได้และไม่ได้ผ่านมทางอุจจาระแต่เมื่อปนเปื้อนลงสู่น้ำเสียแล้วเชื้อส่วนใหญ่จะถูกทำลายเนื่องด้วยลักษณะของอนุภาคไวรัสที่มีเปลือกไขมันหุ้ม (Enveloped Viruses) ส่งผลให้ถูกทำลายได้ง่ายด้วยสภาพแวดล้อม เช่น ค่าพีเอช อุณหภูมิ สารอินทรีย์ ของแข็งแขวน

ลอนในน้ำเสีย เป็นต้น ปัจจุบันยังไม่มีรายงานการตรวจพบไวรัส SAR-CoV-2 ที่สามารถติดเชื้อได้ในน้ำเสีย ดังนั้นการเฝ้าระวังในน้ำเสียจึงเป็นการมุ่งเน้นการตรวจวัดไวรัสด้วยสารพันธุกรรมอาร์เอ็นเอ ซึ่งมีความคงทนมากกว่าและยังคงอยู่ในน้ำเสีย เทคนิคที่ใช้ส่วนมากจึงเป็นวิธี RT-qPCR เพื่อเป็นดัชนีระบุว่ามีผู้ติดเชื้อโควิด-19ในพื้นที่รองรับน้ำเสียที่ทำการตรวจวัด

การตรวจทางระบาดวิทยาน้ำเสียเพื่อเฝ้าระวังการระบาดของโรคโควิด-19 นี้มีข้อดีได้แก่

1.สามารถตรวจพบในน้ำเสียที่รวบรวมจากผู้ติดเชื้อโรคโควิด-19 ทั้งที่แสดงอาการและไม่แสดงอาการ

2.ลดจำนวนตัวอย่างที่ต้องทำการตรวจเมื่อเทียบกับการเฝ้าระวังกลุ่มประชากรเดียวกันแทนการใช้การตรวจทางการแพทย์ในประชากรทุกคน

3.สามารถตรวจเฝ้าระวังการแพร่ระบาดของไวรัส SAR-CoV-2 ได้หลายสายพันธุ์

4.สามารถใช้แจ้งเตือนล่วงหน้าถึงการระบาดในกลุ่มประชากรเนื่องจากการปลดปล่อยไวรัสทางอุจจาระพบได้ก่อนผู้ติดเชื้อโรคโควิด-19เกิดอาการที่ทำให้ไปทำการตรวจยืนยันทางการแพทย์

2.6 กรณีศึกษาการใช้ประโยชน์การเฝ้าระวังโควิดในน้ำเสียทางสาธารณสุขในต่างประเทศ[6]

1.สาธารณรัฐเนเธอร์แลนด์

ในเมือง Rotterdam มีการเฝ้าระวังโรคโควิด-19 ด้วยการตรวจทางการแพทย์และการตรวจด้วยน้ำเสียควบคู่ไปด้วยและเปรียบเทียข้อมูลสองประเภทนี้ด้วยการใช้รหัสไปรษณีย์ของประชากรการตรวจสารพันธุกรรม SAR-CoV-2 ดำเนินการเก็บตัวอย่างจากสถานีสูบน้ำเสียและส่งตรวจสามครั้งต่อสัปดาห์ โดยเป็นตัวอย่างแบบผสมรวมจาก 24 ชั่วโมงดำเนินการเก็บตัวอย่างเริ่มตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2563ก่อนการระบาดระลอกสองในเมือง Rotterdam พบว่าการเฝ้าระวังด้วยน้ำเสียสามารถแจ้งเตือนการระบาดของโรคดควิด-19ในกลุ่มประชากรได้6 วันล่วงหน้าก่อนการทราบจำนวนผู้ติดเชื้อโรคโควิด-19ที่ได้รับการยืนยันทางการแพทย์ซึ่งในช่วงแรกนี้ความสามารถในการแจ้งเตือนล่วงหน้าของการเฝ้าระวังน้ำเสียเป็นผลจากความล่าช้าของการรายงานผลการตรวจทางการแพทย์ต่อมาในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563มีการปรับปรุงขั้นตอนการรายงานผลการตรวจทางการแพทย์ให้ระบุวันที่เริ่มเกิดอาการของโรคแทนการรายงานวันที่ทำการตรวจทางการแพทย์ส่งผลให้ข้อมูลการเฝ้าระวังการระบาดด้วยน้ำเสียสามารถแจ้งเตือนล่วงหน้าได้1.5 วันก่อนผลการตรวจทางการแพทย์ ที่ผ่านมาพบว่าบางช่วงเวลามีการตรวจพบสารพันธุกรรมของไวรัส SAR-CoV-2 ในน้ำเสียปริมาณสูงแต่ผู้ติดเชื้อโรคโควิด-19จากการตรวจทางการแพทย์พบจำนวนต่ำ แสดงถึงการตรวจทางการแพทย์ไม่ทั่วถึงหน่วยงานสาธารณสุขของเมือง จึงดำเนินการเพิ่มจุดบริการตรวจทางการแพทย์จำนวน 10 จุดและมีรถบริการเคลื่อนที่สำหรับการตรวจทางการแพทย์ด้วย

2.ราชอาณาจักรสเปน

เครือข่ายเฝ้าระวังการระบาดของโรคโควิด-19ด้วยน้ำเสียในแคว้น Catalonia ราชอาณาจักรสเปนเริ่มในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563 ด้วยการตรวจตัวอย่างน้ำเสียทุก 1-2 สัปดาห์ ในตัวอย่างน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียทั้งหมด 56 โรง ครอบคลุม 193 เขตพื้นที่ คิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ของประชากรในเคว้น Catalonia การเก็บตัวอย่างน้ำเสียเป็นแบบผสมรวมจาก 24 ชั่วโมงและทำการตรวจวัดยีน N1,N2และ IP4 ผลความเข้มข้นของสารพันธุกรรมของไวรัส SAR-CoV-2 ในน้ำเสียนำเสนอในรูปแบบออนไลน์และแผนที่เชิงโต้ตอบ

ผลที่ได้นำรายงานต่อหน่วยงานด้านสาธารณสุข Public Health Agency of Catalonia (ASPCAT) ภายใน 72 ชั่วโมงหลังจากเก็บตัวอย่างและมีการประสานงานระหว่างหน่วยงานสาธารณสุขและหน่วยงานด้านน้ำ Catalan Water Agency (ACA) เพื่อประเมินการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษา Paromita Chakraborty และคณะ (2021) [11]ทำการศึกษาการการเฝ้าระวัง SARS-CoV-2 และสารติดตามสารอินทรีย์ (OTs) ดำเนินการในน้ำเสียชุมชนของเมืองเจนไนและชานเมือง ทางตอนใต้ของอินเดีย ระหว่างช่วงปิดประเทศบางส่วนและหลังการล็อกดาวน์ (สิงหาคม-กันยายน 2020) เพื่อตอบสนองต่อโรคโคโรนาไวรัส 2019 (การระบาดใหญ่ของโควิด 19. ตัวอย่างน้ำเสียถูกรวบรวมจากโรงบำบัดน้ำเสีย (STPs)4 แห่ง สถานีสูบน้ำเสีย (SPS) 5 แห่ง และในช่วงเวลาต่างๆ จากน้ำเสียของโรงพยาบาลชานเมือง (HWW) 4วิธีที่แตกต่างกันของความเข้มข้นของน้ำเสีย ได้แก่ composite (COM) ส่วนลอยเหนือตะกอน (supernatant:SUP) ตะกอน (SED) และการกรองหลอดฉีดยา (SYR) อยู่ภายใต้ปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรสแบบเรียลไทม์เชิงปริมาณ (qRT-PCR) ต่างจาก HWW, STP inlet, sludge และ SPS sample พบด้วยการโหลด SARS-CoV-2 โดย SED ที่สูงขึ้น ตามด้วยวิธี SUP เมื่อพิจารณาถึงระดับของของแข็งที่ละลายและแขวนลอยใน STP และ SPS เหนือ HWW สงสัยว่าไวรัสที่ห่อหุ้มนี้อาจมีแนวโน้มของการแบ่งพาร์ติชันในสถานะของแข็งที่สูงขึ้น ค่าขีดจำกัดของวัฏจักร (Ct) อยู่ที่ < 30 ใน 50% ของตัวอย่าง HWW ที่บ่งชี้ปริมาณไวรัสที่สูงขึ้นจากผู้ป่วยที่ติดเชื้อ COVID-19 ในร้าน STP ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีที่ลดลงอย่างเข้มงวด การกำจัดคาเฟอีน >95% และการไม่มีสำเนาไวรัสสะท้อนถึงประสิทธิภาพของโรงบำบัดในเมืองเจนไน ในบรรดา OT ที่ตรวจพบ พบว่ามีการรวมกันของช่วงไดนามิกสูงสุดและเปอร์เซ็นต์การเกิดขึ้นพร้อมกันสูงสำหรับคาเฟอีนและยีน N1 ของ SARS-CoV-2 ดังนั้น ขอแนะนำว่าคาเฟอีนสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้สำหรับการกำจัด SARS-CoV-2 โดย STPs จำนวนผู้ป่วยโดยประมาณที่คาดการณ์ไว้ของเรานั้นสอดคล้องกับข้อมูลทางคลินิกที่มีอยู่จากการเก็บกัก ประชากรที่กระจายอย่างหนาแน่นของแหล่งกักเก็บ Koyambedu อาจมีส่วนรับผิดชอบต่อสัดส่วนที่สูงของผู้ติดเชื้อโดยประมาณในระหว่างระยะเวลาการศึกษา

จากการศึกษา Xiaoqing Xu และคณะ (2021) [12] ทำการศึกษาระบาดวิทยาจากน้ำเสียของ COVID-19 ครั้งแรกในฮ่องกง โดยทำการตรวจหาและเฝ้าระวังไวรัสกลุ่มอาการทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรง - ไวรัสโคโรน่า 2 (SARS-CoV-2) เป็นข้อกำหนดเบื้องต้นที่สำคัญสำหรับการควบคุมโรคโคโรนาไวรัส (โควิด-19) อย่างมีประสิทธิภาพ จนถึงปัจจุบัน การทดสอบสิ่งปฏิกูลได้ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือเฝ้าระวังทางเลือกสำหรับโรคนี้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม ลักษณะเฉพาะของขนาดสุ่มตัวอย่างส่งผลกระทบต่อผลการทดสอบ และควรได้รับการแก้ไขในช่วงเริ่มต้นใช้งานของเครื่องมือที่เกิดขึ้นใหม่นี้ ในการศึกษานี้ ได้ใช้การทดสอบสิ่งปฏิกูลสำหรับไวรัส SARS-CoV-2 ในพื้นที่สุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเฉพาะของระบบบำบัดน้ำเสียที่แตกต่างกัน ขั้นแรก ตรวจสอบวิธีการทดสอบโดยใช้ตัวอย่างที่ "เป็นบวก" จากโรงพยาบาลที่รักษาผู้ป่วยโควิด-19 วิธีนี้ใช้เพื่อทดสอบตัวอย่างสิ่งปฏิกูล 107 ตัวอย่างที่เก็บรวบรวมในช่วงคลื่นลูกที่สามของการระบาดของ COVID-19 ในฮ่องกง (ตั้งแต่วันที่ 8 มิถุนายนถึง 29 กันยายน 2020) ครอบคลุมขนาดสุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับโรงพยาบาล COVID-19 บ้านจัดสรรและ โรงบำบัดน้ำเสียแบบธรรมดา ระดับไวรัสสูงสุดของสำเนา 1975/มล. ในน้ำเสีย ถูกพบในตัวอย่างที่เก็บจากหอผู้ป่วยแยกของโรงพยาบาล COVID-19 การเก็บตัวอย่างสิ่งปฏิกูล

ในแต่ละอาคารตรวจพบไวรัส 2 วันก่อนพบผู้ป่วยรายแรก การจัดลำดับชิ้นส่วนไวรัสที่ตรวจพบได้ยืนยันลำดับนิวคลีโอไทด์ที่เหมือนกันกับลำดับของ SARS-CoV-2 ที่แยกได้จากตัวอย่างของมนุษย์ นอกจากนี้ยังตรวจพบไวรัสในโรงบำบัดน้ำเสีย ซึ่งให้บริการประชากรประมาณ 40,000 ถึงมากกว่าหนึ่งล้านคน

จากการศึกษา Sandra Albert และคณะ (2021)[13] ทำการศึกษา เชื้อ SARS-CoV-2 ในอุจจาระและสิ่งปฏิกูล พบว่า SARS-CoV-2 สามารถขับออกทางอุจจาระและสามารถเข้าถึงระบบบำบัดน้ำเสียได้ การระบุอนุภาคไวรัสที่ติดเชื้อในอุจจาระและสิ่งปฏิกูลเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อใช้มาตรการควบคุมที่เพียงพอและเพื่อชี้แจงเส้นทางใหม่ของการแพร่เชื้อ ที่นี่ ได้พัฒนาวิธีการเก็บตัวอย่างที่มีความเข้มข้นซึ่งช่วยให้เราสามารถคงสภาพการติดเชื้อไวรัสได้ อุจจาระของผู้ป่วยโควิด-19 และตัวอย่างน้ำเสียได้รับการวิเคราะห์ทั้งด้วยวิธีโมเลกุลและการเพาะเลี้ยงเซลล์ ผลลัพธ์ของเราไม่แสดงหลักฐานของอนุภาคไวรัสที่ติดเชื้อ ซึ่งบ่งชี้ว่าการแพร่เชื้อทางปากและอุจจาระไม่ใช่เส้นทางหลัก อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องมีความพยายามในวงกว้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับการเกิดขึ้นของไวรัสสายพันธุ์ใหม่

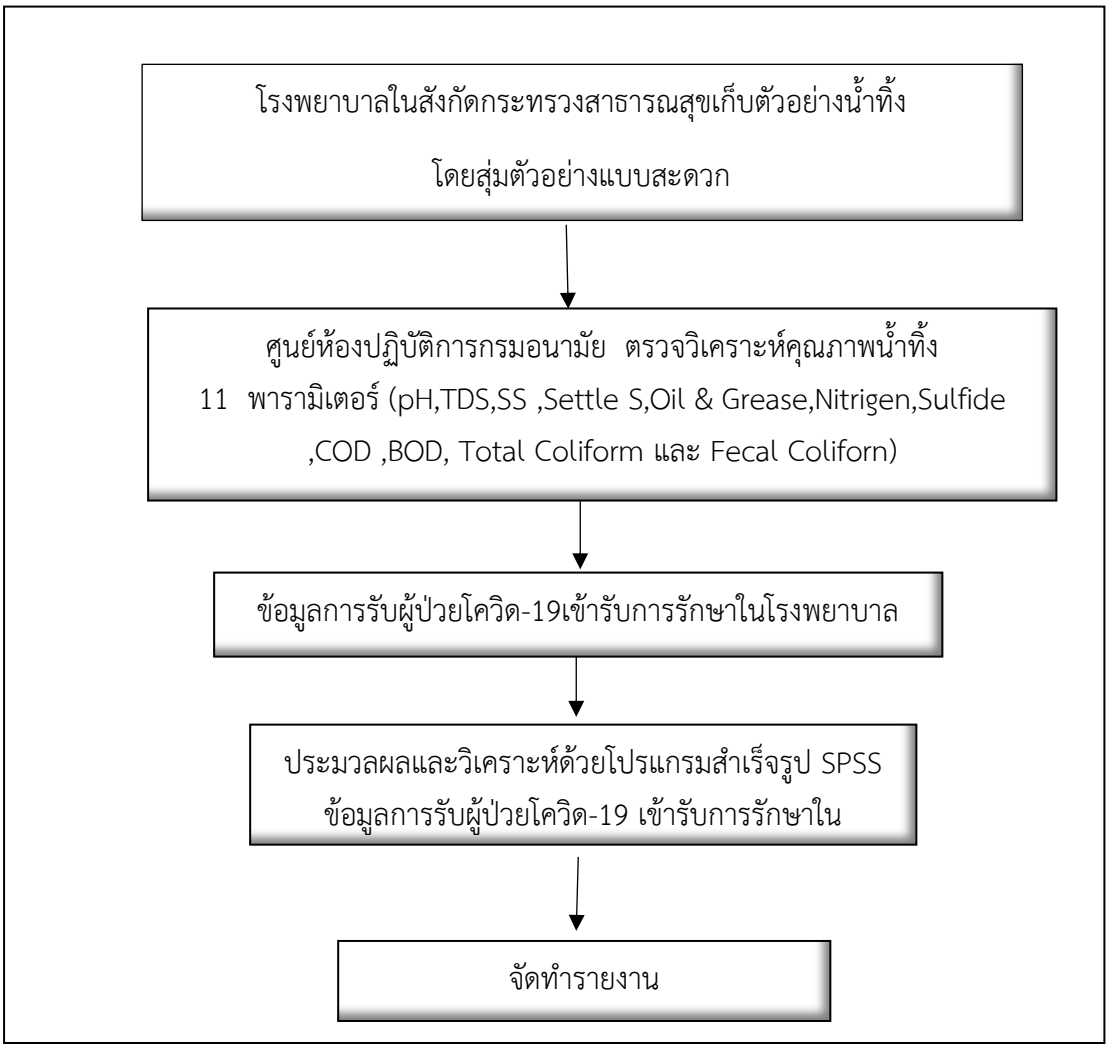
จากการศึกษา Shimoni Shah และคณะ (2022) [14] ศึกษาการเฝ้าระวังน้ำเสียเพื่อสรุปการแพร่กระจายของ COVID-19: การทบทวนอย่างเป็นระบบ ทำการตรวจจับของ SARS-COV-2 ในน้ำเสีย ชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของศักยภาพของวิทยาการระบาดจากน้ำเสีย (WBE) สำหรับการเฝ้าระวังชุมชน COVID-19 การทบทวนอย่างเป็นระบบนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินประสิทธิภาพการเฝ้าระวังน้ำเสียในฐานะระบบเตือนภัยล่วงหน้าของการแพร่กระจายของเชื้อโควิด-19 ในชุมชน การค้นหาอย่างเป็นระบบได้ดำเนินการใน PubMed, Medline, Embase และ WBE Consortium Registry ตามแนวทางของ PRISMA สำหรับบทความที่เกี่ยวข้องซึ่งเผยแพร่จนถึงวันที่ 31 กรกฎาคม 2021 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องถูกดึงและสรุป คุณภาพของบทความแต่ละฉบับได้รับการประเมินโดยใช้เครื่องมือการประเมินที่ดัดแปลงมาจากเครื่องมือของ Bilotta et al. สำหรับวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จากการศึกษา 763 รายการที่ระบุ 92 การศึกษาที่เผยแพร่ใน 34 ประเทศได้รับการคัดเลือกสำหรับการสังเคราะห์เชิงคุณภาพ เก็บตัวอย่างทั้งหมด 26,197 ตัวอย่างระหว่างเดือนมกราคม 2020 ถึงพฤษภาคม 2021 จากสถานที่ต่าง ๆ ที่ให้บริการประชากรตั้งแต่ 321 ถึง 11,400,000 คน ค่าบวกของตัวอย่างโดยรวมอยู่ในระดับปานกลางที่ 29.2% ในการตั้งค่าที่ตรวจสอบทั้งหมดโดยมียีนขัดขวาง (S) ที่มีอัตราการตรวจพบในเชิงบวกสูงสุดและยีน nucleocapsid (N) เป็นเป้าหมายสูงสุด สัญญาณน้ำเสียนำหน้าผู้ป่วยที่ได้รับการยืนยันนานถึง 63 วัน โดยมีการศึกษา 13 เรื่องรายงานผลบวกของตัวอย่างก่อนที่จะตรวจพบผู้ป่วยรายแรกในชุมชน การศึกษาอย่างน้อย 50 ชิ้นรายงานความสัมพันธ์ของปริมาณไวรัสกับกรณีชุมชน แม้ว่าการเฝ้าระวังน้ำเสียจะไม่สามารถแทนที่การทดสอบวินิจฉัยในวงกว้าง แต่ก็สามารถเสริมการเฝ้าระวังทางคลินิกโดยให้สัญญาณเริ่มต้นของการแพร่เชื้อที่เป็นไปได้สำหรับการตอบสนองด้านสาธารณสุขที่มีความกระตือรือร้นมากขึ้น อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้วิธีการที่ได้มาตรฐานและผ่านการตรวจสอบแล้ว ควบคู่ไปกับการวิเคราะห์ความเสี่ยงและการสร้างแบบจำลองเพื่อทำความเข้าใจพลวัตของการระบาดของไวรัส

บทที่ 3
ระเบียบวิวิจัย

การศึกษานี้มุงศึกษาการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำทิ้งในโรงพยาบาลในช่วงการระบาด โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19)และเพื่อได้ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการเกี่ยวกับการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียให้กับโรงพยาบาล มีรายละเอียดและขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

3.1 รูปแบบการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) และเชิงปริมาณ (Quatitative Research) โดยสุ่มตัวอย่างแบบสะดวก (Convenience) มุงศึกษาเพื่อตอบคำถามการวิจัยเฝ้าระวังคุณภาพน้ำทิ้งในโรงพยาบาลในช่วงการระบาดโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) เป็นอย่างไร น้ำทิ้งผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งหรือไม่ โรงพยาบาลที่รับผู้ป่วยโควิด-19เข้ารับการรักษามีคุณภาพน้ำทิ้งเป็นอย่างไรโดยเฉพาะผลทางด้านชีวภาพ โดยผู้วิจัยมุ่งเน้นการศึกษาในโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข



ภาพ 3-1 รูปแบบการศึกษา (Research Design)

3.2 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้มุงเน่นศึกษา เพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำทิ้งในโรงพยาบาลในช่วงการระบาดโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ดังนี้

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษานี้ ประชากรที่ศึกษาคือโรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข มีขอบเขตเนื้อหาศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งตามมาตรฐานน้ำทิ้งโรงพยาบาล ของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการวิเคราะห์ทางด้านชีววิทยา ที่มีแบคทีเรียชี้แนะถึงเชื้อก่อโรค คือโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นแบคทีเรียชี้แนะ และนำผลมาเปรียบเทียบกับผู้ป่วยโควิด-19 ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล

2 ขอบเขตด้านระยะเวลา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใชระยะเวลาศึกษาเดือนกรกฎาคม 2563 – เดือนกันยายน 2564

3.3 วิธีดำเนินการศึกษา

1.ประสานงาน ดำเนินการประสานงานไปยังโรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุขในการส่งตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ผลคุณภาพน้ำทิ้งทางห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งโรงพยาบาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2. เก็บข้อมูล ดำเนินการรวบรวมผลการวิเคราะห์จากศูนย์ห้องปฏิบัติการกรมอนามัย

3. ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

4. จัดทำรายงานวิจัย ดำเนินการจัดทำรายงานวิจัยประกอบด้วยบทนำ วัตถุประสงค์ วิธีการศึกษา ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ผลการศึกษา สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5. จัดส่งรายงานวิจัยและคำแนะนำทางวิชาการไปยังโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุขที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทางด้านแบคทีเรียเพื่อทำการพัฒนาปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียรวมทั้งประสานศูนย์อนามัยทั้ง ๑๒ เขตในการติดตามการปรับปรุงโรงพยาบาลที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง

3.4 ประชากรและตัวอย่างที่ศึกษา

โรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข

3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1.การเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งเพื่อตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (คู่มือการสุ่มเก็บ การบรรจุและการเก็บรักษาสภาพตัวอย่างน้ำเสีย/น้ำทิ้งเพื่อตรวจวิเคราะห์แลพทดสอบในห้องปฏิบัติการ,ศูนย์ห้องปฏิบัติการกรมอนามัย)

1.1 วิธีการเก็บตัวอย่าง วิธีเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งมี 2 วิธี

(1) การเก็บแบบจวง (Grab sample) คือการเก็บตัวอยางแบบจวงเก็บและแยกกันวิเคราะหแตละตัวอยาง โดยปกติการเก็บตัวอยางน้ำเสียในโรงพยาบาลจะใชวิธีนี้ ตัวอยางน้ำเสียที่เก็บจะมีคุณสมบัติแตกตางกันตามเวลาที่เก็บจึงทำใหตองพิจารณาถึงความถี่ในการเก็บที่จะทำใหไดขอมูลที่ถูกตอง

(2) การเก็บแบบรวม (Composite Samples) คือการเก็บตัวอยางตามชวงระยะเวลาที่เทา ๆกัน เชน ทุก ๆ 1 – 2 ชั่วโมง แลวนำตัวอยางทั้งหมดมาผสมกันเปนตัวอยางเดียวใน 24 ชั่วโมง การเก็บตัวอยางวิธีนี้นิยมใชเครื่องเก็บตัวอยางแบบอัตโนมัติ และใชเก็บตัวอยางน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ

1.2 อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง

ใช้ภาชนะที่ทำจากพลาสติกคุณภาพดี ความจุพอเพียงกับปริมาณตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์ ภาชนะบรรจุตัวอย่างมีดังนี้

-ภาชนะบรรจุตัวอย่างสำหรับการทดสอบแบคทีเรีย

-ภาชนะบรรจุตัวอย่างสำหรับการตรวจวิเคราะห์ทางเคมี-กายภาพ

-ภาชนะบรรจุตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน พร้อมหลอดแก้วบรรจุกรดซัลฟุริก ปริมาตร 1 มิลลิลิตร

-ภาชนะบรรจุตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันและไขมัน พร้อมหลอดพลาสติกบรรจุกรดไฮโดรคลอริกปริมาตร 5 มิลลิลิตร

-ภาชนะบรรจุตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณซัลไฟด์พร้อมขวดบรรจุสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (6N) และหลอดหยดสารละลาย

1.3 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งเพื่อการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

-เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งที่ระดับความลึกประมาณครึ่งหนึ่งของบ่อที่ต้องการสุ่มตัวอย่างนั้น

-เทตัวอย่างน้ำที่ได้จากการสุ่มเก็บ รวบรวมในถังรวมก่อนนำไปแยกบรรจุภาชนะอื่น ๆ เพื่อตรวจวิเคราะห์และทดสอบต่อไป ทั้งนี้ควรบรรจุตัวอย่างน้ำลงในขวดบรรจุตัวอย่างเพื่อทดสอบทางแบคทีเรียก่อนภาชนะอื่น ๆ

1.ขั้นตอนและวิธีการบรรจุตัวอย่างน้ำเพื่อทดสอบทางแบคทีเรีย

1.ชุดบรรจุตัวอย่างน้ำเพื่อการทดสอบทางแบคทีเรีย ประกอบด้วย ขวดแก้วขนาดความจุ 125 มิลลิลิตรภายในมีคราบของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเข้มข้น 10 % ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร หุ้มจุกขวดด้วยกระดาษอะลูมิเนียม บรรจุในกระป๋องทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม ชุดบรรจุตัวอย่างผ่านการอบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 160-180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

2.ใช้แท่งแก้วสะอาดคนตัวอย่างน้ำทิ้งที่ได้สุ่มเก็บให้ผสมเข้ากัน วางชุดกระป๋องเหล็กกล้าไร้สนิม (ภายในบรรจุขวดแก้ว เพื่อบรรจุตัวอย่างน้ำบนฝ่ามือ)

3.คว่ำกระป๋องลงบนฝ่ามืออีกข้างหนึ่ง ดึงกระป๋องใบล่างออก จับก้นขวดแก้วบรรจุตัวอย่างให้ตั้งขึ้นแล้ววางไว้บนบริเวณที่สะอาด จากนั้นเช็ดมือให้สะอาดด้วยสำลีชุบแอลกอฮอล์ 70 % คลี่กระดาษอะลูมิเนียมที่หุ้มปากขวดออก (ห้ามดึงกระดาษอะลูมิเนียมออกจากฝาขวดและใช้มือจับบนกระดาษอะลูมิเนียมบนฝาขวดแล้วหมุนจุกขวดให้คลายออก ดึงจุกขวดพร้อมกระดาษอะลูมิเนียมออกจากตัวขวดแล้วถือไว้โดยระวังไม่ให้มือสัมผัสฝาขวดด้านใน เพื่อป้องกันการปนเปื้อน

4.รินตัวอย่างน้ำที่สุ่มเก็บมาแล้วลงในขวดแก้วประมาณ 100 มิลลิลิตร แล้วนำจุกขวดที่หุ้มทับด้วยกระดาษอะลูมิเนียมมาปิดขวดโดยมือต้องไม่สัมผัสกับจุกขวดโดยตรง จากนั้นหมุนเพื่อปิดจุดขวดให้แน่นซึ่งตัวอย่างน้ำต้องไม่ซึมออกนอกขวด รีดกระดาษอะลูมิเนียมให้แนบชิดคอขวด

5.แสดงขวดบรรจุตัวอย่างหลังการบรรจุตัวอย่างน้ำในสภาพเรียบร้อยก่อนเก็บใส่กระป๋องเหล็กกล้าไร้สนิม แล้ววางขวดบรรจุตัวอย่างน้ำลงในประป๋องเหล็กกล้าไร้สนิม โดยคว่ำขวดลงในฝากระป๋อง ตามปิดด้วยตัวกระป๋องแล้วจึงตั้งกระป๋องขึ้น แสดงชุดบรรจุตัวอย่างน้ำเพื่อทดสอบทางแบคทีเรียที่บรรจุตัวอย่างน้ำเป็นที่เรียบร้อยแล้วพันรอยต่อของกระป๋องด้วยกระดาษกาวย่น 2-3 รอบให้แน่นเพื่อไม่ให้น้ำซึมผ่านเข้าไปในกระป๋อง

6.บันทึกรายละเอียดขอตัวอย่างลงบนลากบันทึกรายละเอียดของตัวอย่างน้ำและติดฉลากซึ่งบันทึกรายละเอียดของการสุ่มเก็บไว้ที่กระป๋องตัวอย่างให้เรียบร้อย นำกระป๋องตัวอย่างพร้อมฉลากบรรจุลงในถุงพลาสติกมัดปากถุงพลาสติกให้แน่นเพื่อกันน้ำเข้าถุง จากนั้นนำกระป๋องบรรจุตัวอย่างน้ำ เก็บรักษาในภาชนะควบคุมอุณหภูมิประมาณ 4-10 องศาเซลเซียส หรือภาชนะที่มีน้ำแข็งบรรจุอยู่ภายในแล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที

2.ขั้นตอนและวิธีการบรรจุตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์ทางเคมี-กายภาพ

1.ภาชนะบรรจุตัวอย่างน้ำ เป็นพลาสติกขนาดความจุ 4-5 ลิตรปราศจากการปนเปื้อนใดๆ จากนั้นคนตัวอย่างน้ำทิ้งที่ได้สุ่มเก็บให้ผสมเข้ากัน แล้วรินตัวอย่างน้ำลงในภาชนะบรรจุประมาณ 1/4 ของภาชนะบรรจุและเขย่าภาชนะตัวอย่างน้ำขึ้น-ลง ประมาณ 20 ครั้ง เพื่อชะสิ่งปนเปื้อนที่อาจตกค้างอยู่ในภาชนะแล้วเทตัวอย่างน้ำในภาชนะบรรจุทิ้งไปทำซ้ำ 2 ครั้ง

2.รินตัวอย่างน้ำที่สุ่มเก็บมาแล้วลงในภาชนะบรรจุให้ได้ตัวอย่างน้ำประมาณ 80 % ของภาชนะบรรจุปิดฝาให้สนิท บันทึกรายละเอียดของตัวอย่างลงบนฉลากบันทึกแล้วติดฉลากไว้กับภาชนะบรรจุตัวอย่างให้เรียบร้อย นำภาชนะบรรจุตัวอย่างน้ำ เก็บรักษาในภาชนะควบคุมอุณภูมิประมาณ 4-10 องศาเซลเซียส หรือภาชนะที่มีน้ำแข็งบรรจุอยู่ภายในแล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที

3.ขั้นตอนและวิธีการบรรจุตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน

1.ภาชนะบรรจุตัวอย่างน้ำ เป็นพลาสติกขนาดความจุ 1 ลิตร ปราศจากการปนเปื้อนใดๆ พร้อมหลอดแก้วบรรจุกรดซัลฟุริก ปริมาตร 1 มิลลิลิตร สำหรับรักษาสภาพตัวอย่าง

2.คนตัวอย่างน้ำทิ้งที่ได้สุ่มเก็บให้ผสมเข้ากัน จากนั้นรินตัวอย่างน้ำลงในภาชนะบรรจุประมาณ 1/4 ของภาชนะบรรจุ บรรจุและเขย่าภาชนะตัวอย่างน้ำขึ้น-ลง ประมาณ 20 ครั้ง เพื่อชะสิ่งปนเปื้อนที่อาจตกค้างอยู่ในภาชนะแล้วเทตัวอย่างน้ำในภาชนะบรรจุทิ้งไปทำซ้ำ 2 ครั้ง

3.รินตัวอย่างน้ำที่สุ่มเก็บมาแล้วลงในภาชนะบรรจุให้ได้ตัวอย่างน้ำประมาณ 80 % ของภาชนะบรรจุ จากนั้นหมุนจุกด้านบนของขวดแก้วสีชาบรรจุกรดซัลฟุริกเข้มข้นออก(ทำด้วยความระมัดระวัง) แล้วถ่ายกรดซัลฟุริกเข้มข้นจากขวดแก้วลงในภาชนะที่มีตัวอย่างน้ำบรรจุและปิดฝาให้สนิท บันทึกรายละเอียดของตัวอย่างลงบนฉลากบันทึกแล้วติดฉลากไว้กับภาชนะบรรจุตัวอย่างให้เรียบร้อย นำภาชนะบรรจุตัวอย่างน้ำเก็บรักษาในภาชนะควบคุมอุณภูมิประมาณ 4-10 องศาเซลเซียส หรือภาชนะที่มีน้ำแข็งบรรจุอยู่ภายในแล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที

3.ขั้นตอนและวิธีการบรรจุตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันและไขมัน

1.ภาชนะบรรจุตัวอย่างน้ำเป็นขวดแก้วสีชาปากกว้าง ขนาดความจุ 1 ลิตร ปราศจากการปนเปื้อนใดๆ พร้อมหลอดพลาสติกบรรจุกรดไฮโดรคลอริกปริมาตร 5 มิลลิลิตรสำหรับรักษาสภาพตัวอย่าง

2.คนตัวอย่างน้ำทิ้งที่ได้สุ่มเก็บให้ผสมเข้ากัน จากนั้นรินตัวอย่างน้ำลงในภาชนะบรรจุประมาณ 1/4 ของขวดแก้ว บรรจุและเขย่าภาชนะตัวอย่างน้ำขึ้น-ลง ประมาณ 20 ครั้ง เพื่อชะสิ่งปนเปื้อนที่อาจตกค้างอยู่ใขวดแก้วแล้วเทตัวอย่างน้ำในภาชนะบรรจุทิ้งไปทำซ้ำ 2 ครั้ง

3.รินตัวอย่างน้ำที่สุ่มเก็บมาแล้วลงในขวดแก้วให้ได้ตัวอย่างน้ำประมาณ 80 % ของขวดแก้ว จากนั้นหมุนจุกเกลียวด้านบนของหลอดพลาสติกบรรจุกรดไฮโดรคลอริกออก(ทำด้วยความระมัดระวัง) ถ่ายไฮโดรคลอริกเข้มข้นจากหลอดพลาสติกลงในขวดแก้วที่มีตัวอย่างน้ำบรรจุและปิดจุกขวดแก้วให้แน่น บันทึกรายละเอียดของตัวอย่างลงบนฉลากบันทึกแล้วติดฉลากไว้กับขวดแก้วสีชาให้เรียบร้อย นำขวดแก้วสีชาบรรจุตัวอย่างน้ำเก็บรักษาในภาชนะควบคุมอุณภูมิประมาณ 4-10 องศาเซลเซียส หรือภาชนะที่มีน้ำแข็งบรรจุอยู่ภายในแล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที

4.ขั้นตอนและวิธีการบรรจุตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ปริมาณซัลไฟด์

1.ภาชนะบรรจุตัวอย่างน้ำเป็นขวดแก้วใส (ขวดBOD) ขนาดความจุ 300 มิลลิลิตร ปราศจากการปนเปื้อนใดๆ ภายในขวดแก้วบรรจุ 2N ของสารละลายสังกะสีอะซิเตรทจำนวน 12 หยด พร้อมขวดบรรจุสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (6N) และหลอดหยดสารละลาย

2. หยด 6 N ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 6 หยด ลงในขวดแก้ว แล้วคนตัวอย่างน้ำทิ้งที่ได้สุ่มเก็บให้ผสมเข้ากัน จากนั้นรินตัวอย่างน้ำที่สุ่มเก็บมาแล้วลงในขวดแก้วถึงกึ่งกลางของคอขวด

3.ปิดจุกขวดแก้วให้แน่นบันทึกรายละเอียดของตัวอย่างลงบนฉลากบันทึกแล้วติดฉลากไว้กับขวดแก้วให้เรียบร้อย นำขวดแก้วบรรจุตัวอย่างน้ำ เก็บรักษาในภาชนะควบคุมอุณหภูมิประมาณ 4-10 องศาเซลเซียส หรือภาชนะที่มีน้ำแข็งบรรจุอยู่ภายใน แล้วนำส่งห้องปฏิบัติการทันที

2.วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

ตาราง 3-1 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

ดัชนีคุณภาพน้ำ	วิธีวิเคราะห์
1.ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	ใช้วัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH Meter)
2.บีโอดี (BOD)	ใช้วิธีการ Azide Modificationที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วันติดต่อกันหรือวิธีการอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษให้ความเห็นชอบ
3.COD	โดยวิธี Closed Reflux และ Titration
4.ปริมาณของแข็ง -ค่าสารแขวนลอย (Suspended Solids	กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter Disc)

-ค่าตะกอนหนัก(Settleable Solis)	วิธีการกรวยอิมฮอฟ์(Imhoff Cone)ขนาดบรรจุ 1,000 ลบ.ซม. ในเวลา 1 ชั่วโมง
-ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solid)	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง
5.ค่าซัลไฟต์(Sulfide)	วิธีการไตเตรต (Titrate)
6.ไนโตรเจน(Nitrogen) ในรูปทีเคเอ็น(TKN)	วิธีการเจลดาห์ล (kjeldahl)
9.น้ำมันและไขมัน (Fat,oil and Grease)	วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายแล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน
10.โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย	วิธี MPN (Most probable number)
11.ฟีคอลโคลิฟอร์ม แบคทีเรีย	วิธี MPN (Most probable number)

3.6.การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

1.ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากศูนย์ห้องปฏิบัติการกรม

2. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ตรวจสอบความสมบูรณ์เรียบร้อยแล้ว มาดำเนินการลงข้อมูล และดำเนินการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ประมวลด้วย สถิติดังนี้

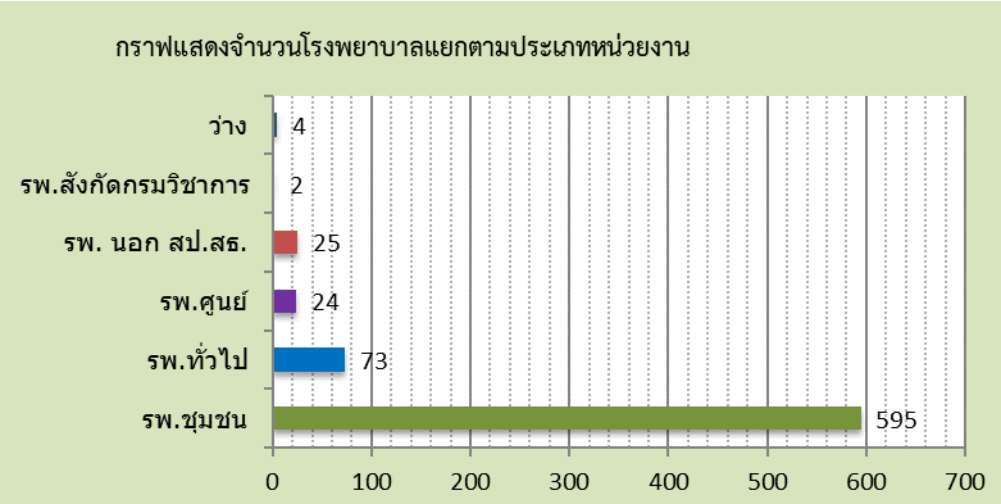
-สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ค่าร้อยละ(Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่ออธิบายให้เห็นลักษณะประชากรและอธิบายผลการสำรวจ

-สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics) โดยใช้สถิติหาความสัมพันธ์ไคว์ แสคว (Chi square) เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความสัมพันธ์โรงพยาบาลที่รับผู้ป่วยโควิด-19 กับผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านชีวภาพ

บทที่ 4
ผลการศึกษา

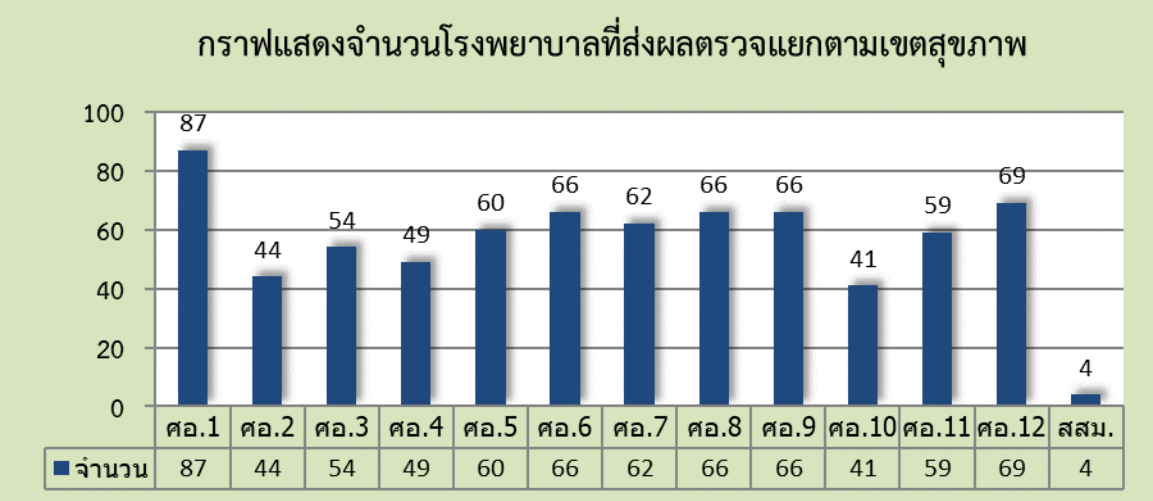
4.1 ข้อมูลทั่วไป

1.1 มีจำนวนโรงพยาบาลที่ส่งตัวอย่างตรวจ จำนวน 727 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 66.76 จากโรงพยาบาลทั้งหมดในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จำนวน 1,089 แห่ง แยกเป็นโรงพยาบาลชุมชน จำนวน 595 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 82.30 โรงพยาบาลทั่วไป 73 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 10.10 โรงพยาบาลศูนย์ 24 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 3.32 โรงพยาบาลนอกสังกัดสำนักปลัดกระทรวงสาธารณสุข 25 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 3.46 โรงพยาบาลสังกัดกรมวิชาการ 2 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 0.28



ภาพ 4-1 กราฟแสดงจำนวนโรงพยาบาลแยกตามประเภทหน่วยงาน

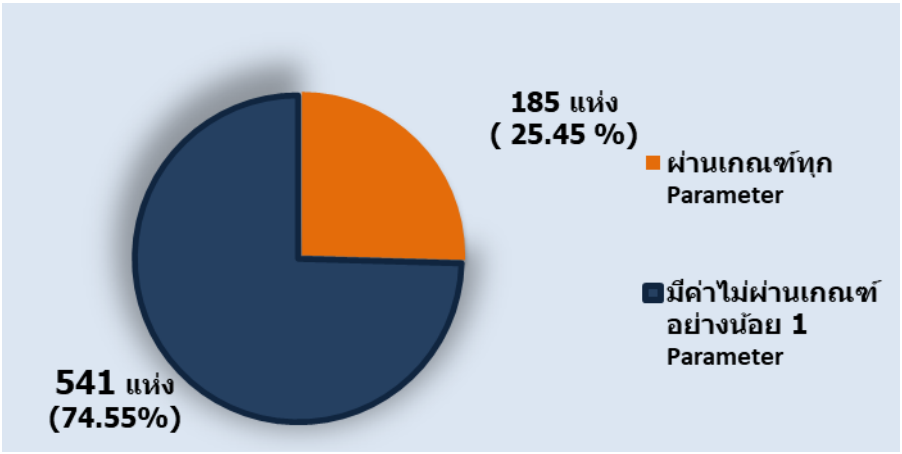
1.2 เมื่อแยกโรงพยาบาลที่ส่งผลตรวจแยกตามเขตสุขภาพ พบว่า ศูนย์อนามัยที่ 1 เชียงใหม่ 87 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 11.97 ศูนย์อนามัยที่ 2 พิษณุโลก 44 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 6.05 ศูนย์อนามัยที่ 3 นครสวรรค์ 54 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 7.43 ศูนย์อนามัยที่ 4 สระบุรี 49 แห่ง 6.74 ศูนย์อนามัยที่ 5 ราชบุรี 60 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 8.25 ศูนย์อนามัยที่ 6 ชลบุรี 66 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 9.08 ศูนย์อนามัยที่ 7 ขอนแก่น 62 แห่ง คิดเป็น ร้อยละ 8.53 ศูนย์อนามัยที่ 8 อุดรธานี 66 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 9.08 ศูนย์อนามัยที่ 9 นครราชสีมา 66 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 9.08 ศูนย์อนามัยที่ 10 อุบลราชธานี 41 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 85.64 ศูนย์อนามัยที่ 11 นครศรีธรรมราช 59 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 8.12 ศูนย์อนามัยที่ 12 ยะลา 69 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 9.49 สถาบันพัฒนาสุขภาวะเขตเมือง 4 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 0.55



ภาพ 4-2 กราฟแสดงจำนวนโรงพยาบาลที่ส่งผลตรวจแยกตามเขตสุขภาพ

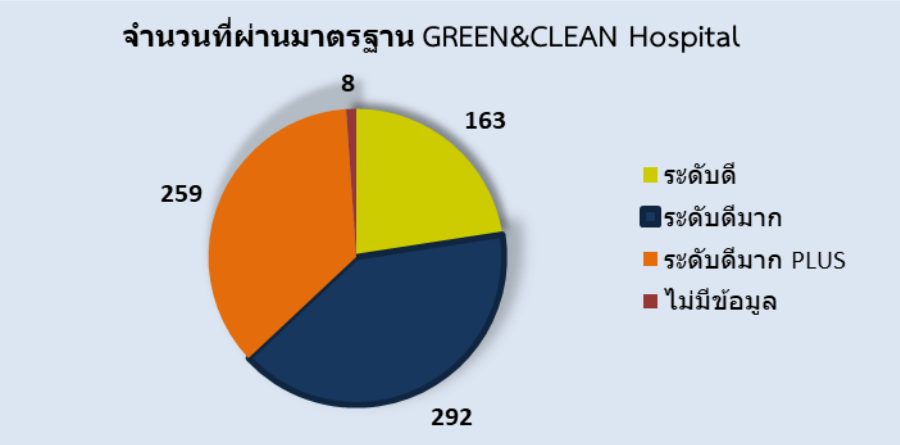
4.2 ข้อมูลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง

2.1เมื่อพิจารณาค่าผลน้ำเสียเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน พบว่ามีโรงพยาบาลที่ผ่านเกณฑ์ทุกพารามิเตอร์ จำนวน 185 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 25.45 โรงพยาบาลที่ไม่ผ่านเกณฑ์อย่างน้อย 1 พารามิเตอร์ จำนวน 542 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 74.55

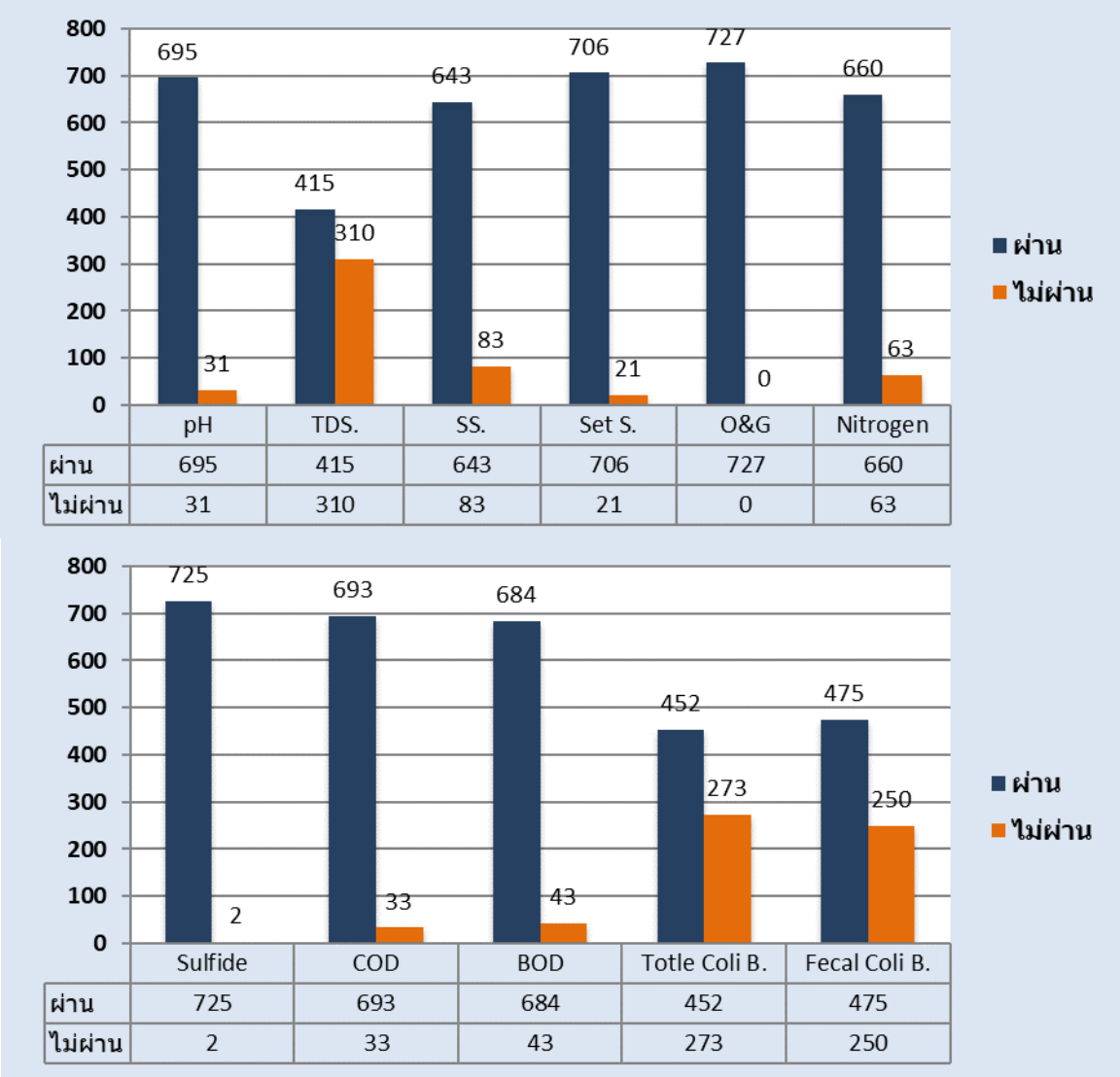


ภาพ 4-3 แผนภูมิวงกลมแสดงผลน้ำเสียเทียบโรงพยาบาลกับเกณฑ์มาตรฐาน

2.2 เมื่อพิจารณาโรงพยาบาลที่ผ่านมาตรฐาน GREEN & CLEAN Hospital พบว่า มีโรงพยาบาลที่ผ่านในระดับดีมาก plus จำนวน 259 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 35.87 ระดับดีมาก จำนวน 292 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 40.44 ระดับดี จำนวน 163 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 22.58



ภาพ 4-4 จำนวนโรงพยาบาลที่ผ่านมาตรฐาน GREEN & CLEAN Hospital

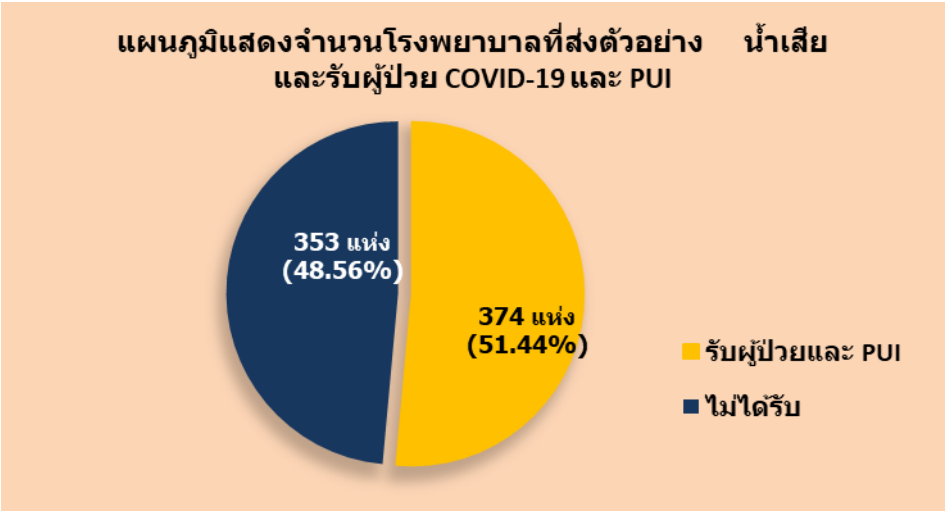


ภาพ 4-5 แผนภูมิแสดงจำนวนโรงพยาบาลที่ผ่านและไม่ผ่านค่ามาตรฐานน้ำทิ้งแยกตามพารามิเตอร์

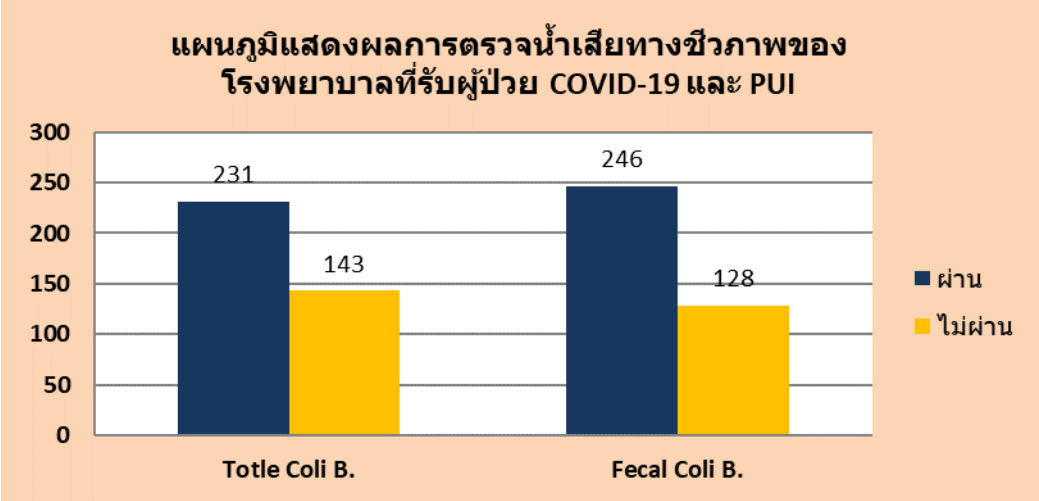
ตาราง 4-1 แสดงจำนวนโรงพยาบาลที่ผ่านและไม่ผ่านค่ามาตรฐานน้ำทิ้งแยกตามพารามิเตอร์

Parameter	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ร้อยละ(ผ่าน)	ร้อยละ(ไม่ผ่าน)	รวม
pH	695	31	95.73	4.27	726
TDS.	415	310	57.16	42.70	725
SS.	643	83	88.57	11.43	726
Set S.	706	21	97.25	2.89	727
O&G	727	0	100	0	727
Nitrogen	660	63	90.91	8.68	723
Sulfide	725	2	99.86	0.28	727
COD	693	33	95.45	4.55	726
BOD	684	43	94.21	5.92	727
Totle Coli B.	452	273	62.26	37.60	725
Fecal Coli B.	475	250	65.43	34.44	725

2.3 เมื่อพิจารณาจำนวนโรงพยาบาลที่ผ่านค่ามาตรฐานน้ำทิ้งแยกตามพารามิเตอร์ พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง (pH) จำนวน 695 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 95.73 สารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solids :TDS) จำนวน 415 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 57.16 สารแขวนลอย (Suspended Solids : SS) จำนวน 643 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 88.57 ตะกอนหนัก (Settleable Solids : Set S) จำนวน 706 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 97.25 น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease : O&G) จำนวน 727 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 100 ปริมาณไนโตรเจน (TKN) จำนวน 660 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 90.91 ซัลไฟด์ (Sulfide) จำนวน 725 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 99.86 ซีโอดี (COD) จำนวน 693 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 95.45 บีโอดี (BOD) จำนวน 684 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 94.21 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform Bacteria) จำนวน 452 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 62.26 ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform Bacteria) จำนวน 475 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 65.43



ภาพ 4-6 แผนภูมิวงกลมแสดงจำนวนโรงพยาบาลที่ส่งตัวอย่างน้ำเสียและรับผู้ป่วยCOVID-19



ภาพ 4-7 แผนภูมิแสดงผลการตรวจน้ำเสียทางชีวภาพของโรงพยาบาลที่รับผู้ป่วย Covid-19

2.5 เมื่อพิจารณาจำนวนโรงพยาบาลที่ส่งตัวอย่างน้ำเสียและรับผู้ป่วยCOVID-19 พบว่า รับผู้ป่วย Covid-19 จำนวน 374 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 51.44 ไม่ได้รับผู้ป่วย Covid-19 จำนวน 353 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 48.56

2.6 เมื่อพิจารณาผลการตรวจน้ำทิ้งทางชีวภาพของโรงพยาบาลที่รับผู้ป่วย Covid-19 พบว่า โรงพยาบาลที่รับผู้ป่วย Covid-19 ที่ผ่านโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform Bacteria) จำนวน 231 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 61.76 ไม่ผ่าน จำนวน 143 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 38.24 โรงพยาบาลที่รับผู้ป่วย Covid-19 ที่ผ่านฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform Bacteria) จำนวน 246 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 65.78 ไม่ผ่าน 128 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 34.22

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างโรงพยาบาลที่รับผู้ป่วยโควิด19กับผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งด้านชีวภาพ

จากตาราง 1 พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างโรงพยาบาลที่รับผู้ป่วยโควิด 19กับผลไม่ผ่านทางด้านชีวภาพ (โคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตาราง 4-2 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างโรงพยาบาลที่รับผู้ป่วยโควิด-19กับผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งทางด้านชีวภาพ

	ผ่านทางด้านชีวภาพ	χ^2	ไม่ผ่านทางด้านชีวภาพ	χ^2	รวม
รับผู้ป่วย	228	0.000976	125	0.001791	353
ไม่รับผู้ป่วย	216	0.001035	117	0.001899	333
รวม	**444**		**242**		**686**

รวมเท่ากับ 0.005702

Ho:ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างโรงพยาบาลที่รับผู้ป่วยโควิด19กับผลด้านชีวภาพ(โคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย)

H1:มีความสัมพันธ์ระหว่างโรงพยาบาลที่รับผู้ป่วยโควิด19กับผลด้านชีวภาพ (โคลิฟอร์มแบคทีเรียและ ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย)

ค่าวิกฤตที่ระดับนัยสำคัญ 0.05และdf=1 มีค่า3.84

3.84 มีค่ามากกว่า0.005702 => ยอมรับHo

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

1.มีจำนวนโรงพยาบาลที่ส่งตัวอย่างตรวจ จำนวน 727 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 66.76 เป็นโรงพยาบาลชุมชน มากที่สุดจำนวน 595 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 82.30 เมื่อแยกโรงพยาบาลที่ส่งผลตรวจแยกตามเขตสุขภาพ พบว่า ศูนย์อนามัยที่ 1 เชียงใหม่ ส่งตัวอย่างมากที่สุด จำนวน 87 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 11.97

2.พิจารณาค่าผลคณภาพน้ำทิ้งเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน พบว่ามีโรงพยาบาลที่ผ่านเกณฑ์ทุกพารามิเตอร์ จำนวน 185 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 25.45 โรงพยาบาลที่ไม่ผ่านเกณฑ์อย่างน้อย 1 พารามิเตอร์ จำนวน 542 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 74.55

3.พิจารณาโรงพยาบาลที่ผ่านมาตรฐาน GREEN & CLEAN Hospital พบว่า มีโรงพยาบาลที่ผ่านในระดับดีมาก plus จำนวน 259 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 35.87 มากที่สุด รองลงมา ระดับดีมาก จำนวน 292 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 40.44 และระดับดี จำนวน 163 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 22.58

4.พิจารณาจำนวนโรงพยาบาลที่ไม่ผ่านค่ามาตรฐานน้ำทิ้งแยกตามพารามิเตอร์ที่พบมากที่สุด คือ สารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solids :TDS) จำนวน 310 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 42.70 รองลงมา คือโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform Bacteria) จำนวน 273 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 37.60 ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform Bacteria) จำนวน 250 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 34.44

5.พิจารณาผลการตรวจน้ำเสียทางชีวภาพของโรงพยาบาลที่รับผู้ป่วย Covid-19 พบว่า โรงพยาบาลที่รับผู้ป่วย Covid-19 ที่ไม่ผ่านโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform Bacteria) จำนวน 143 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 38.24 โรงพยาบาลที่รับผู้ป่วย Covid-19 ที่ไม่ผ่านฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform Bacteria) 128 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 34.22

6.พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างโรงพยาบาลที่รับผู้ป่วยโควิด-19 กับผลตรวจวิเคราะห์น้ำทิ้งทางด้านชีวภาพ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างโรงพยาบาลที่รับผู้ป่วยโควิด19กับผลผ่านทางด้านชีวภาพ (โคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5.2 ข้อเสนอแนะ

1.โรงพยาบาลที่รับผู้ป่วย Covid-19ที่ไม่ผ่านผลคุณภาพน้ำทิ้งทางด้านชีวภาพหรือโรงพยาบาลที่ไม่ผ่านผลคุณภาพน้ำทิ้งทางด้านชีวภาพควรดำเนินการดังนี้

- ตรวจสอบความเข้มข้นคลอรีนที่ใช้สำหรับฆ่าเชื้อที่เติมไม่ควรเตรียมคลอรีนสำหรับฆ่าเชื้อไว้นานเกิน 2 วัน และไม่ควรให้ภาชนะบรรจุคลอรีนฆ่าเชื้อสัมผัสกับแสงแดดโดยตรงเพราะทำให้คลอรีนสลายตัว
- หมั่นตรวจสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยมีความเข้มข้นของคลอรีนที่ให้สำหรับฆ่าเชื้ออยู่ที่ 5-20 มิลลิกรัมต่อลิตร มีระยะเวลาสัมผัสคลอรีน ไม่น้อยกว่า 30 นาทีและมีปริมาณคลอรีนตกค้าง ควรมีค่าคลอรีนอิสระคงเหลือในน้ำทิ้งอยู่ที่ 0.5-1 มิลลิกรัมต่อลิตร
- การดูแลประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียด้านการตกตะกอนให้ค่าสารแขวนลอยน้อยที่สุดเพื่อลดความเสี่ยงของเชื้อโรคที่อาจหลุดไปกับตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้ง

2.การที่ผลคุณภาพน้ำทิ้งทางด้านชีวภาพ ที่พบว่าผ่านไม่ได้แปลว่าจะไม่พบเชื้อโควิด-19ในน้ำเสีย อาจจะต้องมีการวิเคราะห์ผลน้ำทิ้งเพื่อตรวจหาเชื้อโควิด-19 ได้โดยตรงเพราะการใช้แบคทีเรียชีแนะเป็นแค่การประเมินเบื้องต้นเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์น้ำเสียเพื่อตรวจหาเชื้อโควิด-19 ในน้ำทิ้ง

3. 4.กระทรวงสาธารณสุข ควรจะมีการเฝ้าระวังเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (Covid-19)ในคุณภาพน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่สาธารณะ

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1.ควรศึกษาความสัมพันธ์ประเภทระบบบำบัดน้ำเสีย วิเคราะห์อัตราการไหล ขนาดถังสัมผัสคลอรีนและระยะเวลาสัมผัสคลอรีน ของระบบบำบัดน้ำเสียกับผลคุณภาพน้ำทิ้งทางด้านแบคทีเรีย

2.ควรศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละประเภท โดยพิจารณาจากค่า BOD และผลการตรวจวิเคราะห์ทางด้านแบคทีเรีย

3.ควรศึกษาแนวทางในการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลเพื่อให้ได้ตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

4.ควรศึกษาเปรียบเทียบระหว่างประเภทโรงพยาบาล อาทิเช่น โรงพยาบาลชุมชน โรงพยาบาลทั่วไป โรงพยาบาลศูนย์ เพื่อดูความแตกต่างว่ามีผลกระทบต่อผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งหรือไม่ โดยเฉพาะโรงพยาบาลที่รับผู้ป่วยโควิด-19กับผลทางด้านชีวภาพ

5.ควรศึกษาโดยการตรวจวิเคราะห์เชื้อโควิด-19 ในน้ำเสียเพื่อผลการศึกษาจะได้ไม่คลอดเคลื่อนและเที่ยงตรง

เอกสารอ้างอิง

1.กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. สถานการณ์โควิด19ในประเทศไทย.[อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2564]. เข้าถึงได้จาก: https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/index.php .

2.Garg, A., Pattamadilok, S., Bahl, S., 2018. Successes and challenges of expansion of environment poliovirus surveillance in the WHO South-East Asia Region. WHO South-East Asia J. public Heal.7,122-128. Doi:10.4103/2224-3151.239424

3. World Health Organization.Coronavirus disease (COVID-19) questions and answers. [Internet]. [cited 2021 May 12]. Available from:https://www.who.int/thailand/emergencies/novel-coronavirus-2019/

4. XINHUA.นักวิทย์บราซิลพบร่องรอยโควิด-19ในน้ำเสียตั้งแต่เดือน พ.ย. ปีก่อน.ไทย.[อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2564]. เข้าถึงได้จาก: https://www.xinhuathai.com/high/

5. กรุงเทพธุรกิจ.ผวา! 'ปารีส' พบเชื้อโควิดใน 'น้ำเสีย'.ไทย.[อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2564]. เข้าถึงได้จาก:: https://www.bangkokbiznews.com/news/detail/

6. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.คู่มือแนวทางการเฝ้าระวังการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ด้วยน้ำเสีย.2564

7.กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ.กฎหมายและความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล.[อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 1กุมภาพันธ์ 2565]. เข้าถึงได้จาก:: http://medi.moph.go.th/km/2560/SBR/SBR5.pdf

8.กองบริหารการสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข.คู่มือการควบคุมและบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล บริษัทบอร์ท ทู บี พับลิชชิ่ง จำกัด พิมพ์ครั้งที่ 1 มีนาคม 2564

9.วีระชัย โชควิญญู.เทคนิคการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้นแบคทีเรีย.กรุงเทพฯ : โอเดียสโตร์, 2530

10.กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น.การเฝ้าระวังติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ.[อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2565].http://www.dla.go.th/work/e_book/eb1/10_6.pdf

11.Paromita Chakraborty , Mukesh Pasupuleti , M R Jai Shankar , Girija K Bharat , Sundar Krishnasamy , Sakshi Chadha Dasgupta , Shyamal Kumar Sarkar7, Kevin C Jones. First surveillance of SARS-CoV-2 and organic tracers in community wastewater during post lockdown in Chennai, South India: Methods, occurrence and concurrence. Sci Total Environ . 2021 Jul 15;778:146252. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.146252. [Internet]. [cited 2022 February 4]. Available: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34030369/

12.Xiaoqing Xu , Xiawan Zheng , Shuxian Li , Nga Sze Lam , Yulin Wang , Daniel K W Chu , Leo L M Poon , Hein Min Tun , Malik Peiris , Yu Deng , Gabriel M Leung , Tong Zhang. The first case study of wastewater-based epidemiology of COVID-19 in Hong Kong .Sci. Total Environ. 2021 Oct 10;790:148000. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.148000. [Internet]. [cited 2022 February 4]. Available: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34091338/

13.Sandra Albert , Alba Ruíz , Javier Pemán , Miguel Salavert , Pilar Domingo-Calap. Lack of evidence for infectious SARS-CoV-2 in feces and sewag. Eur J Clin Microbiol Infect Dis . 2021 Dec;40(12):2665-2667. doi: 10.1007/s10096-021-04304-4. [Internet]. cited 2022 February 4]. Available: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34240259/
14. Shimoni Shah, Sylvia Xiao WeiGwee,Jamie Qiao Xin Ng, Nicholas Lau, Jiayun Koh, Junxiong Pang. Wastewater surveillance to infer COVID-19 transmission: A systematic review. Science of The Total Environment Volume 804, 15 January 2022, 150060