

**สรุปรายงานการประชุมติดตามผลการดำเนินงานตามคำรับรองการปฏิบัติราชการ
กองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย ปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๗
ประจำเดือนมีนาคม ๒๕๖๗**

วันที่ ๒ เมษายน ๒๕๖๗ เวลา ๐๙.๓๐ – ๑๔.๓๐ น.

ณ ห้องประชุมผู้อำนวยการ ชั้น ๑ อาคารศูนย์ห้องปฏิบัติการกรมอนามัย

รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม

๑. ดร.ทพญ.ยุพิน	ใจแปง	ผู้อำนวยการกองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย
๒. นางวันนี	มากันต์	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ
๓. นางสาววาสนา	คงสุข	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ
๔. นางสาวพชรกร	แก้วสำราญ	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ
๕. นางสาวชีรา	ช่อโถม	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ
๖. นางสาวพัทยา	พลวิชัย	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ
๗. นางสาวจิรพรรณ	โรมา	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ
๘. นายพิสิฐ	วีระพันธ์	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ
๙. นางสาวฝัฒมีะ	ไบน่าหวี	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ
๑๐. นางสาวหทัยรัตน์	เจียมทรัพย์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผน
๑๑. นายอิทธิกร	วจนะวโรดม	นักวิเคราะห์นโยบายและแผน

เริ่มประชุมเวลา ๙.๓๐ น.

วาระที่ ๑ : ประธานแจ้งเพื่อทราบ

รายงานผลคะแนนการประเมินตัวชี้วัดตามคำรับรองการปฏิบัติราชการ ปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๗ รอบ ๕ เดือนแรก (หลังอุทธรณ์) ดังนี้

ลำดับ	ตัวชี้วัด ที่	ชื่อตัวชี้วัด	คะแนน เดิม	คะแนน 1-3	คะแนน 4	คะแนน 5	คะแนนที่ ได้
1	2.1	ระดับความสำเร็จของการดำเนินงานคุณธรรมและความโปร่งใส (Integrity and Transparency Assessment : ITA)	5.0000	3.0000	1.0000	1.0000	5.0000
2	2.2	ระดับความสำเร็จของการจัดการความรู้ (Knowledge Management : KM) และการขับเคลื่อนการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization : LO)	5.0000	3.0000	1.0000	1.0000	5.0000
3	2.3	ร้อยละของการเบิกจ่ายงบประมาณ	5.0000	1.0000	2.5000	1.5000	5.0000
4	2.4	ร้อยละของการดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการระดับหน่วยงาน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567	5.0000	0.0000	0.0000	5.0000	5.0000
5	2.5	ระดับความสำเร็จของการพัฒนาระบบบัญชีข้อมูล (Data Catalog) เพื่อนำไปสู่การเปิดเผยข้อมูลภาครัฐ (Open Data)	5.0000	2.5000	1.5000	1.0000	5.0000
6	3.22	ร้อยละของโรงพยาบาลที่พัฒนานาโมยสิ่งแวดล้อมได้ตามเกณฑ์ GREEN & CLEAN Hospital Challenge (ระดับมาตรฐานขึ้นไป)	5.0000	3.0000	1.0000	1.0000	5.0000
7	3.25	ร้อยละของพื้นที่เขตเมือง (เทศบาลนคร/เทศบาลเมือง/เทศบาลตำบล) และเขตเศรษฐกิจพิเศษขับเคลื่อนเป็นเมืองสุขภาพดี	5.0000	3.0000	1.0000	1.0000	5.0000
8	3.34	ระดับความสำเร็จของการพัฒนาระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017	5.0000	2.3668	1.0000	1.0000	4.3668
9	3.35	ระดับความสำเร็จของการพัฒนาวิธีการตรวจหาเชื้อ Legionella spp. ในตัวอย่างน้ำ	5.0000	2.6668	1.0000	1.0000	4.6668
สรุปคะแนนที่ได้จากคะแนนเดิม			5.0000				4.8926

วาระที่ ๒ : รับรองรายงานการประชุม

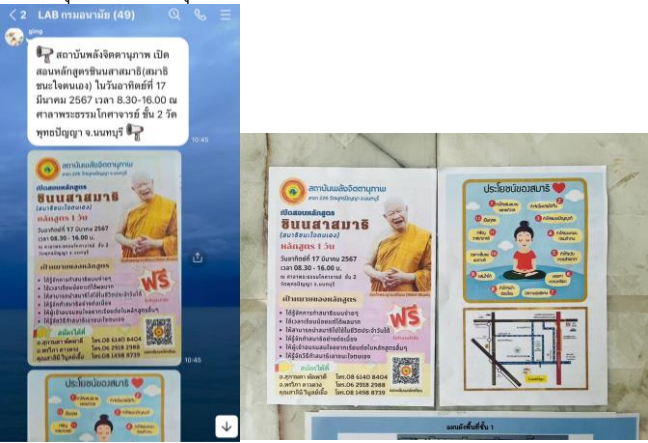
มติที่ประชุม รับรองรายงานการประชุมติดตามผลการดำเนินงานตามคำรับรองการปฏิบัติราชการ กองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย ปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๗ ประจำเดือนกุมภาพันธ์ ๒๕๖๗

วาระที่ ๓ : การรายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดตามคำรับรองการปฏิบัติราชการ ประจำเดือนมีนาคม ๒๕๖๗

ตัวชี้วัดที่ ๒.๑	ระดับความสำเร็จของการดำเนินงานคุณธรรมและความโปร่งใส (Integrity and Transparency Assessment : ITA)
	กลุ่มงานรับผิดชอบหลัก : กลุ่มงานอำนวยการ

▶ รายงานผลการดำเนินงานประจำเดือนมีนาคม ๒๕๖๗

ผลการดำเนินงาน	หลักฐาน
๑. จัดทำรายงานผลการวิเคราะห์ การประเมินคุณธรรมและความ โปร่งใส ในการดำเนินงาน (ITA) ของหน่วยงาน รอบ ๕ เดือนหลัง	หลักฐานบนเว็บไซต์ : URL https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๗๔๐&mid=๓๘๕๕๘&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๐
๒. กำหนดมาตรการ กลไก ขับเคลื่อนการดำเนินงานคุณธรรม และความโปร่งใส ของหน่วยงาน ให้สอดคล้องตามผลการวิเคราะห์ การประเมินฯ รอบ ๕ เดือนหลัง	
๓. มีแผนการดำเนินงานขับเคลื่อน ตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับผลวิเคราะห์ ITA เพื่อยกระดับคะแนน ITA ของ หน่วยงาน	หลักฐานบนเว็บไซต์ : URL https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๗๓๙&mid=๓๘๕๕๘&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๐
๔. รายงานผลการดำเนินงานชมรม จริยธรรมกองห้องปฏิบัติการ สาธารณสุขกรมอนามัย ประจำเดือนมีนาคม ๒๕๖๗	กิจกรรมที่ ๑ กิจกรรมวันสถาปนากรมอนามัยครบ ๗๒ ปี (๑๒ มีนาคม ๒๕๖๗)  กองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย วันที่ 12 มีนาคม 2567 กองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย โดย ดร.กนกพร อุทัย ไร่แปง พร้อมด้วยคณะ เข้าร่วมงานวันคล้ายวันสถาปนากรมอนามัย ครบ 72 ปี ประจำปี 2567 ภายใต้โครงการ "72 ปี กรมอนามัย ส่องเสริมเมืองสุขภาพดี"

ผลการดำเนินงาน	หลักฐาน
๔. รายงานผลการดำเนินงานชมรมจริยธรรมกองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย ประจำเดือนมีนาคม ๒๕๖๗ (ต่อ)	กิจกรรมที่ ๒ กิจกรรมร่วมกันบริจาคเงินสนับสนุนการก่อสร้างห้องน้ำผู้มารับบริการตรวจ รักษา ของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านตะกุดพิบาล ตำบลวังน้ำดัด อำเภอน้ำหนาว จังหวัดนครสวรรค์ (๑๕ มีนาคม ๒๕๖๗) 
	กิจกรรมที่ ๓ กิจกรรมประชาสัมพันธ์หลักสูตรชินสาสมาธิ ของสถาบันพลังจิตตานุภาพ ทางกลุ่มไลน์และติดหน้าลิฟต์ (๑๔ มีนาคม ๒๕๖๗) 
	กิจกรรมที่ ๔ กิจกรรมวันศุกร์สามใส่ผ้าไทยสืบสานประเพณี (๑, ๘, ๑๕, ๒๒, ๒๙ มีนาคม ๒๕๖๗) 

ผลการดำเนินงาน	หลักฐาน
๔. รายงานผลการดำเนินงานชมรมจริยธรรมกองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย ประจำเดือนมีนาคม ๒๕๖๗ (ต่อ)	กิจกรรมที่ ๕ กิจกรรมใส่บาตร สวดมนต์ไหว้พระ นั่งสมาธิ สัปดาห์สุดท้ายของเดือน ณ ห้องประชุมณฤมล ตปณียกุล (๒๗ มีนาคม ๒๕๖๗)  ทำบุญตักบาตร-สวดมนต์ไหว้พระ วันที่ 27 มีนาคม 2567 เวลา 08.30 น. ณ ลานน้ำพุ ชั้น 1 นางจันทน์ มากันต์ รองผู้อำนวยการกองห้องปฏิบัติการสาธารณสุข กรมอนามัย พร้อมด้วยเจ้าหน้าที่เข้าร่วมกิจกรรมเสริมสร้างคุณธรรม จริยธรรม “ทำบุญตักบาตร-สวดมนต์ไหว้พระประจำเดือน” อาคารกองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย

มติที่ประชุม : รับทราบ

ตัวชี้วัดที่ ๒.๒	ระดับความสำเร็จของการจัดการความรู้ (Knowledge Management : KM) และ การขับเคลื่อนการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization : LO)
	กลุ่มงานรับผิดชอบหลัก : กลุ่มงานจุลชีววิทยา

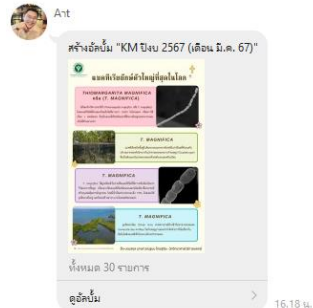
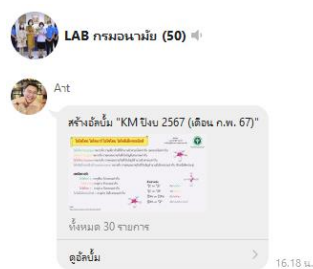
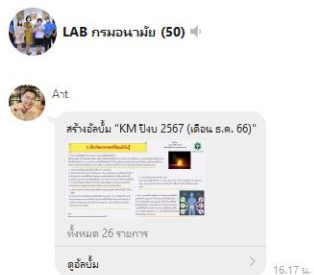
► รายงานผลการดำเนินงานประจำเดือนมีนาคม ๒๕๖๗

ผลการดำเนินงาน	หลักฐาน
๑. จัดทำเอกสารและรายงานผลการดำเนินงานและนำขึ้นเว็บไซต์ของหน่วยงานและนำขึ้นในระบบ DOC๔.๐ ดังนี้	
๑.๑ รายงานผลการวิเคราะห์สถานการณ์ การดำเนินงานตัวชี้วัด (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๘๔๕&mid=๓๘๕๕๘&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๑
๑.๒ มาตรการขับเคลื่อนตัวชี้วัด (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๘๐๐&mid=๓๘๕๕๘&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๑
๑.๓ แผนการขับเคลื่อนการดำเนินงานตัวชี้วัด (รอบ ๕ เดือนหลัง)	แผนปฏิบัติการขับเคลื่อนตัวชี้วัด https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๗๒๒&mid=๓๘๕๕๘&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๑
๑.๔ ความรู้ที่นำมาใช้ประกอบการวิเคราะห์ (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๗๘๖&mid=๓๘๕๕๘&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๑
๑.๖ คลังข้อมูลวิชาการของหน่วยงาน (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๗๘๕&mid=๓๘๕๕๘&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๑

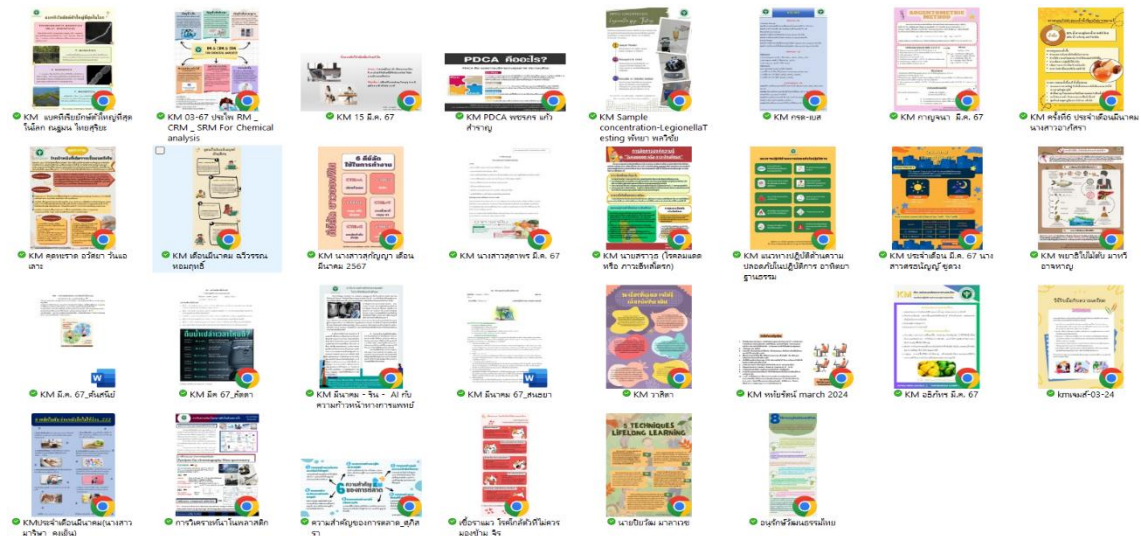
รายงานผลการดำเนินงานตามแผน

๑. การจัดการความรู้ (Knowledge Management: KM)

๑. การร่วมกิจกรรม KM ของบุคลากรภายในหน่วยงาน : ร่วมส่ง one page การจัดการความรู้ รายบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการกิจของหน่วยงาน ทุกวันที่ ๑๕ ของเดือน มีการเผยแพร่ในกลุ่ม Line กอง ห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย



เดือนมีนาคม ๒๕๖๗ มีผู้เข้าร่วมส่งผลงาน จำนวน ๓๐ ผลงาน
ตัวอย่างผลงานเดือนกุมภาพันธ์ ๒๕๖๗ ดังนี้



๒. การสัมมนาวิชาการ (Journal Club) : กำหนดดำเนินการเป็นสัปดาห์ที่ ๓ ของทุกเดือน
โดยครั้งที่ ๓ จัดเมื่อวันที่ ๑๙ มีนาคม ๒๕๖๗ จำนวน ๑ เรื่อง

หัวข้อเรื่อง A Rapid Colorimetric Method for The Determination of Lead (ii) at Low Concentrations In Aqueous Solution

ผู้นำเสนอ นางสาวชिरา ซอโหม



๓. กิจกรรม Like Talk Award ประจำปี ๒๕๖๗

กองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย เข้าร่วมกิจกรรม Like Talk Award ประจำปี ๒๕๖๗
ในวันที่ ๒ เมษายน ๒๕๖๗

ชื่อผลงาน : “ฝากเอาไว้ในกายเธอ”

ชื่อผู้นำเสนอ : นางสาวอาทิตย์ยา ฐานธรรม
นางสาวณฐมน ไทยสุริยะ

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์
นักวิทยาศาสตร์การแพทย์



๒. การขับเคลื่อนการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization : LO)

➡ รายงานความก้าวหน้าการดำเนินงาน การพัฒนาชุดทดสอบความเค็มในอาหาร

ปรับแผนขยายระยะเวลาดำเนินการ เนื่องจาก การจัดซื้อสารเคมีล่าช้า เพราะขาดงบประมาณสนับสนุน เนื่องจากงบประมาณ Strategic Fund (SF) หน่วยงาน สกสว. จะเริ่มพิจารณา ในเดือน พ.ค.

การศึกษาวิธีทดสอบและสถานะที่เหมาะสมในการทดสอบความเค็มในอาหาร

การวิเคราะห์และทดสอบความเค็มในรูปของโซเดียมคลอไรด์

๑. การหักเหของแสง

วิธีนี้หาปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ตามดัชนีการหักเหของแสง ดัชนีการหักเหของแสงถูกกำหนดโดยการส่งผ่านแสงผ่านปริซึมไปยังตัวอย่างและวัดว่าแสงโค้งหักเหอย่างไร เครื่องวัดการหักเหของแสงจะกำหนดมุมวิกฤตของตัวอย่าง มุมวิกฤตคือมุมที่ไม่มีแสงหักเหและแสงทั้งหมดจะสะท้อนกลับภายใน

เครื่องวัดการหักเหของแสงแต่ละเครื่องจะขึ้นอยู่กับผลกระทบของความหนาแน่นและอุณหภูมิต่อดัชนีการหักเหของแสงสำหรับพารามิเตอร์ที่วัดได้เฉพาะ ดัชนีการหักเหของแสงจะถูกแปลงเป็นหน่วยการวัด เช่น % Brix (ของแข็งที่ละลายน้ำได้เช่น ซูโครส) หรือ %เกลือ

๒. ค่าการนำไฟฟ้า (EC)

เกลือแกงจะแยกตัวออกเป็นสองไอออนในสารละลาย คือ โซเดียมและคลอไรด์ไอออน เนื่องจากไอออนเป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจึงดำเนินการได้ง่ายขึ้น เป็นผลให้สามารถใช้เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) เพื่อประมาณปริมาณเกลือที่ละลายในสารละลาย เมื่อได้การวัดค่า EC แล้ว ต้องใช้ปัจจัยการแปลงที่จำเพาะกับเกลือเพื่อให้ได้ปริมาณเกลือในสารละลาย

๓. อิเล็กโทรดจำเพาะไอออน (ISE)

การทดสอบปริมาณเกลือในอาหารคือการใช้ Ion selective electrodes ซึ่งมักเรียกกันว่า ISE เป็นเซ็นเซอร์เคมีที่ใช้ในการกำหนดความเข้มข้นของไอออนจำเพาะในสารละลาย ใน ISE ของโซเดียม หัววัดจะเป็นหลอดแก้วที่ไวต่อโซเดียมเช่นเดียวกับอิเล็กโทรด pH หัววัด ISE ปฏิบัติตามกาตอบสนองของสมการ Nernstian ซึ่งช่วยให้เราสามารถเทียบเคียงการอ่านมิลลิโวลต์ (mV) กับค่าความเข้มข้นที่ได้

การใช้งาน ISE ต้องการการดูแลเพื่อให้แน่ใจว่าการวัดที่แม่นยำ เหมาะสำหรับห้องทดลองทางวิทยาศาสตร์ ไม่เหมาะสำหรับการใช้งานโดยบุคคลทั่วไปเนื่องจากมีความยุ่งยากในการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องมือวัด

๔. การวิเคราะห์ด้วยการไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ ไนเตรท (AgNO_3)

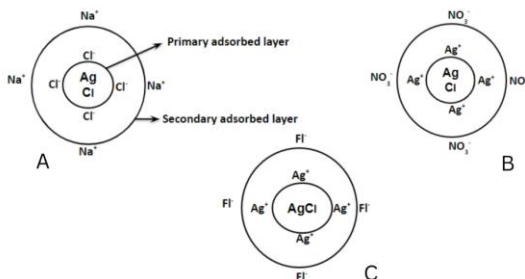
การวิเคราะห์ความเค็มหรือเกลือโซเดียมคลอไรด์ ส่วนใหญ่นิยมวิธีการไทเทรตแบบอาคัยปฏิกิริยา การเกิดตะกอนหรืออาร์เจนโทรเมตริกไทเทรชัน (argentometric titration) ซึ่งเป็นวิธีไทเทรตสารละลายตัวอย่างด้วยสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ ไนเตรท (AgNO_3) เพื่อเกิดการตกตะกอนกับคลอไรด์ไอออน (Cl^-)

๕. การไทเทรตด้วยวิธีของฟาเจนส์ (Fajan's Method)

การไทเทรตด้วยวิธีนี้ จะใช้อินดิเคเตอร์สารประกอบอินทรีย์ที่สามารถถูกดูดซับที่ผิวของตะกอนและทำให้เกิดสีขึ้นภายใต้สถานะที่แน่นอนและคงที่ที่ใกล้เคียงกับจุดสมมูลของการไทเทรต อินดิเคเตอร์ที่ใช้กันมาก ได้แก่ ฟลูออเรสซิน (fluorescein) ซึ่งเป็นกรดอ่อนสารอินทรีย์พวกสีย้อม (weak organic acid dye) ซึ่งใช้ได้กับการไทเทรตหาปริมาณคลอไรด์ อินดิเคเตอร์ฟลูออเรสซินสามารถแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน และ

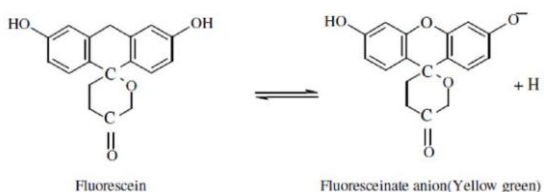
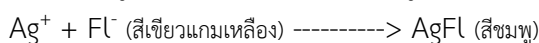
ไอออนลบที่เรียกว่า ฟลูออเรสซิเนตไอออน ซึ่งมีสีเขียวแกมเหลืองในสารละลาย ฟลูออเรสซิเนตไอออนสามารถรวมตัวกับ Ag^+ ให้เกลือเงินที่ละลายได้น้อย

ดังนั้นการใช้อินดิเคเตอร์ตัวนี้ต้องให้มีปริมาณความเข้มข้นที่พอเหมาะ ถ้าความเข้มข้นมากเกินไปจะทำให้ตกตะกอนเงินฟลูออเรสซิเนตได้ เมื่อเริ่มต้นทำการไทเทรตสารละลายจะมีสีของอินดิเคเตอร์ฟลูออเรสซิเนตเป็นสีเขียวแกมเหลือง



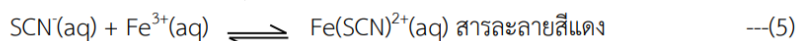
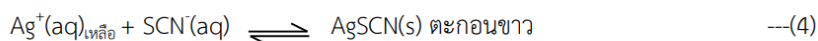
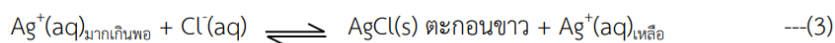
ภาพที่ ๒.๑ กระบวนการดูดซับที่พื้นผิวของ AgCl

เมื่อเติม Ag^+ ลงไปทำให้เกิด AgCl และในสารละลายยังมี Cl^- มากเกินพอ ถ้าการไทเทรตยังไม่ถึงจุดสมมูล Cl^- จะถูกดูดซับ (adsorb) ที่ผิวของตะกอนทำให้ตะกอนมีประจุเป็นลบ ฟลูออเรสซิเนตไอออนซึ่งมีประจุเป็นลบเช่นกัน จะไม่ถูกดูดซับในขั้นนี้ เมื่อการไทเทรตถึงจุดสมมูลตะกอนจะเริ่มมีประจุเป็นบวก ฟลูออเรสซิเนตจะเริ่มถูกดูดซับด้วยตะกอนที่ชั้นของแคตไอออนให้สีชมพูของเงินฟลูออเรสซิเนตเกิดขึ้น การดูดซับอินดิเคเตอร์นี้สามารถทำให้คล้ายการดูดซับได้โดยทำการไทเทรตย้อนกลับคือ เติมคลอไรด์ไอออนลงไป ก็จะทำให้ Cl^- เข้าไปที่ผิวของตะกอนแทนที่ฟลูออเรสซิเนตไอออน สีชมพูของซิลเวอร์ฟลูออเรสซิเนตก็จะหายไป



๖. การไทเทรตด้วยวิธีของโวลฮาร์ด (Volhard's method)

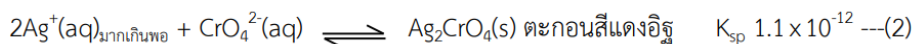
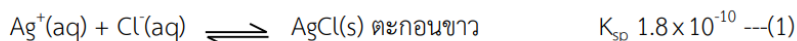
จะใช้สารละลายมาตรฐาน AgNO_3 ที่มาก เกินพอเพื่อทำให้ Cl^- ในตัวอย่างตกตะกอนเป็นตะกอน AgCl จนหมด จากนั้นไทเทรตสารละลาย AgNO_3 ที่ เหลืออยู่ด้วยสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต (KSCN) โดยใช้เฟอร์ริกอลัม (ferric alum) เป็น อินดิเคเตอร์ ที่จุดยุติจะเกิดปฏิกิริยาระหว่างเฟอร์ริกไอออน (Fe^{3+}) กับไทโอไซยาเนตไอออน (SCN^-) เป็น สารละลายสีแดง ดังแสดงในปฏิกิริยาสมการที่ (๓) ถึง (๕) อย่างไรก็ตาม วิธีโวลฮาร์ดนี้นิยมเติมไนโตรเบนซีน (nitrobenzene) ลงไปก่อนเติมอินดิเคเตอร์ สำหรับเขย่าให้ตะกอนถูกจับลงมาอยู่ด้านล่างขวดรูปชมพู่เพื่อ ลดผลรบกวนการมองจุดยุติของสารละลายจากตะกอนที่เกิดขึ้น



๗. การไทเทรตแบบโมฮอร์ (Mohr's method)

จะใช้สารละลายโพแทสเซียมโครเมต (K_2CrO_4) เป็นอินดิเคเตอร์ภายใต้สภาวะสารละลายที่เป็นกลาง เมื่อ เติมสารละลายซิลเวอร์ ไนเตรท (AgNO_3) ลงไปในสารละลายตัวอย่างที่มี Cl^- จะเกิดเป็นตะกอนสีขาว

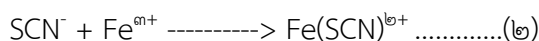
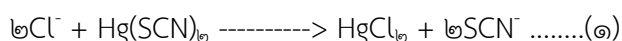
ออกมาก่อน [สมการที่ (๑)] เนื่องจากในการเกิดตะกอนซิลเวอร์โครเมต (Ag_2CrO_4) นั้น อัตราส่วนของ Ag^+ : CrO_4^{2-} จะเป็น ๒:๑ ในขณะที่การเกิดตะกอนซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCl) ใช้อัตราส่วนของ Ag^+ : Cl^- เพียง ๑:๑ รวมถึงค่าคงที่สมดุลการละลาย (K_{sp}) ของ Ag_2CrO_4 มีค่าต่ำกว่า K_{sp} ของ AgCl ไม่มากนัก ทำให้ Ag^+ ทำปฏิกิริยากับ Cl^- ในตัวอย่างหมดก่อน แล้วจึงมาทำปฏิกิริยากับอินดิเคเตอร์เกิดเป็นตะกอนสีแดงอิฐขึ้น [สมการที่ (๒)] ทำให้สามารถทราบจุดยุติ



๘. การวิเคราะห์คลอไรด์แบบอื่นๆ

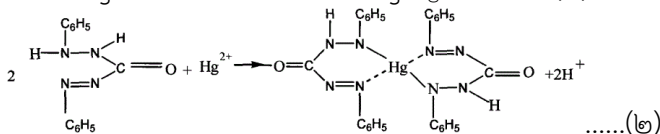
๘.๑ ปฏิกิริยาของเมอร์คิวรีไทโอไซยาเนต (mercury thiocyanate-iron Reaction)

คลอไรด์จะทำปฏิกิริยากับ Hg^{2+} เป็น HgCl_2 ที่เสถียร แล้วปล่อยไอออนไทโอไซยาเนต (SCN^-) ดังสมการที่ ๑ ไอออนไทโอไซยาเนต (SCN^-) มากเกินไปจะทำปฏิกิริยากับ Fe^{3+} ให้เป็นสารละลายสีแดงดังสมการที่ ๒



๘.๒ ปฏิกิริยาของเมอร์คิวรีไนเตรต (Mercury Nitrate Reaction)

คลอไรด์จะทำปฏิกิริยากับ Hg^{2+} เป็น HgCl_2 ที่เสถียรดังสมการที่ ๑ Hg^{2+} มากเกินไปจะทำปฏิกิริยากับ Diphenyl carbazone เป็นอินดิเคเตอร์ซึ่งจะให้สีม่วงกับ Hg^{2+} เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เสถียรในช่วง pH ๒.๓-๒.๘ ดังสมการที่ ๒



๙. การประเมินความใช้ได้ของชุดทดสอบ

การประเมินความใช้ได้ของชุดทดสอบเป็นกระบวนการที่ต้องทดสอบก่อนการนำชุดทดสอบออกมาใช้งาน เพื่อเป็นการแสดงว่าชุดทดสอบที่ได้พัฒนาขึ้น มีเหมาะสมกับการใช้งานในภาคสนามหรือใช้ชุดทดสอบในการเฝ้าระวัง โดยพิจารณาจากค่าปริมาณที่แสดงคุณลักษณะเฉพาะ ดังนี้

๙.๑.๑ ความจำเพาะของชุดทดสอบ (Specificity) หมายถึง ความสามารถของชุดทดสอบที่สามารถตรวจพบสารเป้าหมายได้อย่างถูกต้องโดยปราศจากการรบกวนจากสารอื่นในตัวอย่างทดสอบ

๙.๑.๒ ความแม่นยำของชุดทดสอบ (Precision) หมายถึง ความสามารถของชุดทดสอบที่ให้ผลการตรวจซ้ำที่ระดับความเข้มข้นที่สนใจไม่แตกต่างกัน

๙.๑.๓ ความไวของชุดทดสอบ (Sensitivity) หมายถึง ความเข้มข้นต่ำสุดของสารเป้าหมายที่ให้ผลบวกกับชุดทดสอบ

๙.๑.๔ ความถูกต้องของชุดทดสอบ (Accuracy) หมายถึง การเปรียบเทียบผลการทดสอบสารเป้าหมายที่ได้จากชุดทดสอบกับวิธีตรวจวิเคราะห์มาตรฐาน

๙.๑.๕ ความคงสภาพของชุดทดสอบ (Stability) หมายถึง ความสามารถของชุดทดสอบในการดำรงไว้ซึ่งประสิทธิภาพของชุดทดสอบ ณ การเก็บรักษาตามที่กำหนด

๑๐. เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการ

- ๑๐.๑. ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด ๑๐๐ และ ๒๕๐ มิลลิลิตร
- ๑๐.๒. ปิเปต (Pipette) ขนาด ๑, ๒, ๓, ๔, ๕, ๖, ๘, และ ๑๐ มิลลิลิตร
- ๑๐.๓. ขวดปริมาตร (volumetric flask) ขนาด ๕๐ และ ๑๐๐ มิลลิลิตร
- ๑๐.๔. แท่งแก้วคนสาร (Glass Stirring Rod)
- ๑๐.๕. กระดาษกรองเบอร์ ๔ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๙๐ มิลลิเมตร
- ๑๐.๖. กระดาษมันชนิดกันน้ำ
- ๑๐.๗. ถาดย้อมกระดาษกรอง
- ๑๐.๘. ถาดอบกระดาษกรองที่ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่า ๘๐ องศาเซลเซียส
- ๑๐.๙. ตู้บลมร้อน ยี่ห้อ Binder รุ่น fd๑๑๕
- ๑๐.๑๐. เครื่องชั่งทศนิยม ๔ ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BSA๒๒๔S-CW
- ๑๐.๑๑. เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า ยี่ห้อ Hach
๑๑. สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์และจัดเตรียมชุดทดสอบ
 - ๑๑.๑. ซิลเวอร์ ไนเตรท (silver nitrate, AgNO_3) เกรดวิเคราะห์ ยี่ห้อ Poch ความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า ๙๙ %
 - ๑๑.๒. ๒,๗'-ไดคลอโรฟลูออเรสซีน (๒,๗'-Dichlorofluorescein, $\text{C}_{20}\text{H}_{10}\text{Cl}_2\text{O}_5$) เกรดวิเคราะห์ ยี่ห้อ Sigma aldrich ความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า ๙๙ %
 - ๑๑.๓. โซเดียม คลอไรด์ (sodium chloride, NaCl) เกรดวิเคราะห์ ยี่ห้อ Merck ความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า ๙๙ %
 - ๑๑.๔. แอ็บโซลูท แอล (Absolute L, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) ยี่ห้อ Merck ความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า ๙๙.๙ %
 - ๑๑.๕. เอทานอล เข้มข้น ๕๐ % โดยปริมาตร
 - ๑๑.๖. โมโนโซเดียมกลูตาเมต (Monosodium glutamate) ยี่ห้อ Sigma Aldrich ความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า ๙๙.๐ %
 - ๑๑.๗. ซูโครส (Sucrose) ยี่ห้อ KemAus ความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า ๙๙.๐ %
 - ๑๑.๘. น้ำกลั่นบริสุทธิ์ (Distilled Water) ที่มีค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่า ๑๐ ไมโครซีเมนส์/เซนติเมตร ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
๑๒. การเตรียมสารละลายและแผ่นทดสอบความเค็มในชุดทดสอบความเค็ม
 - ๑๒.๑. สารละลายซิลเวอร์ ไนเตรท
 - ๑๒.๑.๑. ละลายซิลเวอร์ ไนเตรท ให้เป็นสารละลายเข้มข้น ๐.๐๖๘ นอร์มัล (normal) ในสารละลายแอ็บโซลูท แอล ๕๐ % v/v ติดฉลากเป็นสารละลาย Ag-๑
 - ๑๒.๑.๒. ละลายซิลเวอร์ ไนเตรท ให้เป็นสารละลายเข้มข้น ๐.๑๗๑ นอร์มัล (normal) ในสารละลายแอ็บโซลูท แอล ๕๐ % v/v ติดฉลากเป็นสารละลาย Ag-๒
 - ๑๒.๑.๓. ละลายซิลเวอร์ ไนเตรท ให้เป็นสารละลายเข้มข้น ๐.๓๔๒ นอร์มัล (normal) ในสารละลายแอ็บโซลูท แอล ๕๐ % v/v ติดฉลากเป็นสารละลาย Ag-๓
 - ๑๒.๒. สารละลาย ๒,๗'-ไดคลอโรฟลูออเรสซีน
 - ๑๒.๒.๑. ละลาย ๒,๗'-ไดคลอโรฟลูออเรสซีน ให้เป็นสารละลายเข้มข้น ๐.๐๐๕๐ นอร์มัล (normal) ในสารละลายแอ็บโซลูท แอล ติดฉลากเป็นสารละลาย Flu-๑

๑๒.๒.๒. ละลาย ๒,๗'-ไดคลอโรฟลูออเรสซิน ให้เป็นสารละลายเข้มข้น ๐.๐๑๒๕ นอร์แมล (normal) ในสารละลายแอ็บโซลูท แอล ติดฉลากเป็นสารละลาย Flu-๒

๑๒.๒.๓. ละลาย ๒,๗'-ไดคลอโรฟลูออเรสซิน ให้เป็นสารละลายเข้มข้น ๐.๐๒๕๐ นอร์แมล (normal) ในสารละลายแอ็บโซลูท แอล ติดฉลากเป็นสารละลาย Flu-๓

๑๒.๓. การเตรียมสารละลายย้อมแผ่นทดสอบความเค็ม

๑๒.๓.๑. สารละลายย้อมแผ่นทดสอบความเค็ม สำหรับทดสอบความเค็มที่ความเข้มข้น ๒ กรัมต่อลิตร (g/L) ในรูปของโซเดียม คลอไรด์ (salinity as NaCl) นำสารละลาย Ag-๑ ผสมกับสารละลาย Flu-๑ ในอัตราส่วน ๑ ต่อ ๑

๑๒.๓.๒. สารละลายย้อมแผ่นทดสอบความเค็ม สำหรับทดสอบความเค็มที่ความเข้มข้น ๕ กรัมต่อลิตร (g/L) ในรูปของโซเดียม คลอไรด์ (salinity as NaCl) นำสารละลาย Ag-๒ ผสมกับสารละลาย Flu-๒ ในอัตราส่วน ๑ ต่อ ๑

๑๒.๓.๓. สารละลายย้อมแผ่นทดสอบความเค็ม สำหรับทดสอบความเค็มที่ความเข้มข้น ๑๐ กรัมต่อลิตร (g/L) ในรูปของโซเดียม คลอไรด์ (salinity as NaCl) นำสารละลาย Ag-๓ ผสมกับสารละลาย Flu-๓ ในอัตราส่วน ๑ ต่อ ๑

๑๒.๔. การย้อมแผ่นทดสอบความเค็ม

๑๒.๔.๑. เทสารละลายสารละลายย้อมแผ่นทดสอบความเค็มลงในถาดย้อมกระดาษกรอง แต่ ละความเข้มข้น

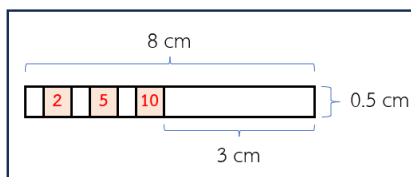
๑๒.๔.๒. ชุบกระดาษกรองลงในสารละลาย และเมื่อสารละลายกระจายทั่วทั้งแผ่นให้ยกออกทันที

๑๒.๔.๓. ห้ามทิ้งกระดาษกรองไว้ในถาดย้อมกระดาษกรอง เพราะจะเกิดการตกตะกอนและ ทำให้สารละลายกระจายตัวไม่สม่ำเสมอบนกระดาษกรอง

๑๒.๔.๔. อบกระดาษกรองที่อุณหภูมิ 55 ± 5 องศาเซลเซียส ด้วยตู้อบลมร้อน เป็นเวลา ๕ นาทีหรือจนกระดาษกรองแห้งสนิท

๑๒.๕. การเตรียมแผ่นทดสอบความเค็ม

๑๒.๕.๑. พิมพ์ลายแผ่นตรวจวัดความเค็ม ดังภาพที่ ๓.๑ ลงบนกระดาษมันชนิดกันน้ำ ขนาด A๔



ภาพที่ ๓.๑ ลักษณะและขนาดของแผ่นตรวจวัดความเค็ม

๑๒.๕.๒. ตัดแผ่นทดสอบความเค็มให้ได้ขนาดความกว้าง ๕ มิลลิเมตร ติดแผ่นทดสอบความเค็มลงบนตารางที่ได้พิมพ์ไว้ในกระดาษมันชนิดกันน้ำ ขนาด A๔ ตามค่าความเข้มข้นที่ระบุไว้

๑๒.๕.๓. ตัดแผ่นตรวจวัดความเค็มให้ได้ขนาดกว้าง ๐.๕ เซนติเมตร และยาว ๘ เซนติเมตร

๑๒.๕.๔. บรรจุแผ่นตรวจสอบพร้อมซองกันชื้นลงในถุงทึบแสงและปิดผนึกซองด้วยเครื่องซีลปากถุง ติดสติ๊กเกอร์บนซองบรรจุภัณฑ์และบรรจุลงกล่องชุดทดสอบ

๑๓. การประเมินประสิทธิภาพของชุดทดสอบความเค็มในอาหาร

๑๓.๑. ประเมินระยะเวลาที่เหมาะสมในการทดสอบ

- ๑๓.๑.๑. จุ่มแผ่นตรวจวัดความเค็ม จำนวน ๕ แผ่น ในสารละลายสารละลายมาตรฐานความเค็มที่ความเข้มข้นที่ ๒, ๕ และ ๑๐ กรัมต่อลิตร (g/L) เป็นเวลา ๒ วินาที
- ๑๓.๑.๒. นำแผ่นตรวจวัดความเค็มออกจากสารละลาย ซับสารละลายส่วนเกินออกจากแผ่นตรวจวัดความเค็ม ด้วยกระดาษทิชชู
- ๑๓.๑.๓. อ่านค่าความเข้มข้นบนแผ่นตรวจวัดความเค็ม ถ้าความเข้มข้นของสารละลายมากกว่าหรือเท่ากับค่าของแผ่นทดสอบความเค็ม สีของแผ่นทดสอบจะเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีเหลือง และแผ่นทดสอบจะต้องเปลี่ยนสีพื้นที่มากกว่าร้อยละ ๕๐ ของพื้นที่ทั้งหมด
- ๑๓.๑.๔. ทดสอบตามขั้นตอนที่ ๓.๕.๑.๑. แต่เปลี่ยนระยะเวลาเป็น ๔, ๖, ๘, ๑๐ และ ๑๒ วินาที เปรียบเทียบผลการทดสอบในแต่ละช่วงเวลา
- ๑๓.๒. ประเมินความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneity test)
- ๑๓.๒.๑. นำแผ่นตรวจวัดความเค็ม จำนวน ๒๐ แผ่น ไปทดสอบสารละลายมาตรฐานความเค็มที่ความเข้มข้นที่ ๒, ๕ และ ๑๐ กรัมต่อลิตร โดยจุ่มลงไปในการละลายมาตรฐานความเค็มเป็นระยะเวลา ๑๐ วินาที
- ๑๓.๒.๒. อ่านค่าความเข้มข้นบนแผ่นตรวจวัดความเค็ม ถ้าความเข้มข้นของสารละลายมากกว่าหรือเท่ากับค่าของแผ่นทดสอบความเค็ม สีของแผ่นทดสอบจะเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีเหลือง และแผ่นทดสอบจะต้องเปลี่ยนสีพื้นที่มากกว่าร้อยละ ๕๐ ของพื้นที่ทั้งหมด
- ๑๓.๒.๓. ประเมินความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneity test) โดยรายงานค่าเป็นร้อยละ
- ๑๓.๓. ประเมินความแม่นยำ (Relative accuracy)
- ๑๓.๓.๑. นำแผ่นตรวจวัดความเค็ม จำนวน ๑๐ แผ่น ไปทดสอบสารละลายมาตรฐานความเค็มที่ความเข้มข้นที่ ๒, ๕ และ ๑๐ กรัมต่อลิตร โดยจุ่มลงไปในการละลายมาตรฐานความเค็มเป็นระยะเวลา ๑๐ วินาที
- ๑๓.๓.๒. อ่านค่าความเข้มข้นบนแผ่นตรวจวัดความเค็ม ถ้าความเข้มข้นของสารละลายมากกว่าหรือเท่ากับค่าของแผ่นทดสอบความเค็ม สีของแผ่นทดสอบจะเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีเหลือง และแผ่นทดสอบจะต้องเปลี่ยนสีพื้นที่มากกว่าร้อยละ ๕๐ ของพื้นที่ทั้งหมด
- ๑๓.๓.๓. นำสารละลายมาตรฐานความเค็มที่ความเข้มข้นที่ ๒, ๕ และ ๑๐ กรัมต่อลิตร ไปทดสอบหาค่าความเค็มตามวิธีมาตรฐาน เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่อ่านได้จากแผ่นตรวจวัดความเค็ม
- ๑๓.๔. ประเมินความไว (Relative sensitivity)
- ๑๓.๔.๑. นำแผ่นตรวจวัดความเค็ม จำนวน ๑๐ แผ่น ไปทดสอบสารละลายมาตรฐานความเค็มที่ความเข้มข้นที่ ๐, ๒, ๕, ๘ และ ๑๐ กรัมต่อลิตร โดยจุ่มลงไปในการละลายมาตรฐานความเค็มเป็นระยะเวลา ๑๐ วินาที
- ๑๓.๔.๒. อ่านค่าความเข้มข้นบนแผ่นตรวจวัดความเค็ม ถ้าความเข้มข้นของสารละลายมากกว่าหรือเท่ากับค่าของแผ่นทดสอบความเค็ม สีของแผ่นทดสอบจะเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีเหลือง และแผ่นทดสอบจะต้องเปลี่ยนสีพื้นที่มากกว่าร้อยละ ๕๐ ของพื้นที่ทั้งหมด
- ๑๓.๔.๓. ประเมินความเป็นความไว (Relative sensitivity) โดยรายงานเป็นค่าร้อยละ
- ๑๓.๕. ประเมินความจำเพาะ (Relative specificity)

- ๑๓.๕.๑. นำแผ่นตรวจวัดความเค็ม จำนวน ๑๐ แผ่น ไปทดสอบ โดยจุ่มลงไปในการละลายมาตรฐานความเค็ม ความเข้มข้นที่ ๒, ๕ และ ๑๐ กรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา ๑๐ วินาที บันทึกผลที่ได้
- ๑๓.๕.๒. ทำการทดสอบเช่นเดียวกับ ข้อ ๑๓.๕.๑. แต่เปลี่ยนสารละลายมาตรฐานความเค็มเป็นสารละลายโมโนโซเดียมกลูตาเมต ที่ความเข้มข้น ๒, ๕ และ ๑๐ กรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา ๑๐ วินาที บันทึกผลที่ได้
- ๑๓.๕.๓. ทำการทดสอบเช่นเดียวกับ ข้อ ๑๓.๕.๑. แต่เปลี่ยนสารละลายมาตรฐานความเค็มเป็นสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (มีค่าความเค็ม ๓๐ % ของความเค็มที่เกิดจากโซเดียมคลอไรด์) ที่ความเข้มข้น ๒, ๕ และ ๑๐ กรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา ๑๐ วินาที บันทึกผลที่ได้
- ๑๓.๕.๔. ทำการทดสอบเช่นเดียวกับ ข้อ ๑๓.๕.๑. แต่เปลี่ยนสารละลายมาตรฐานความเค็มเป็นสารละลายซูโครส ที่ความเข้มข้น ๒, ๕ และ ๑๐ กรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา ๑๐ วินาที บันทึกผลที่ได้
- ๑๓.๕.๕. ทำการทดสอบเช่นเดียวกับ ข้อ ๑๓.๕.๑. แต่เพิ่มสารละลายโมโนโซเดียมกลูตาเมต เข้มข้น ๒ กรัมต่อลิตร ลงไปในการละลายมาตรฐานความเค็ม
- ๑๓.๕.๖. ทำการทดสอบเช่นเดียวกับ ข้อ ๑๓.๕.๑. แต่เพิ่มสารละลายโมโนโซเดียมกลูตาเมต เข้มข้น ๕ กรัมต่อลิตร ลงไปในการละลายมาตรฐานความเค็ม
- ๑๓.๕.๗. ทำการทดสอบเช่นเดียวกับ ข้อ ๑๓.๕.๑. แต่เพิ่มสารละลายโมโนโซเดียมกลูตาเมต เข้มข้น ๑๐ กรัมต่อลิตร ลงไปในการละลายมาตรฐานความเค็ม
- ๑๓.๕.๘. ทำการทดสอบเช่นเดียวกับ ข้อ ๑๓.๕.๑. แต่เพิ่มสารละลายซูโครส เข้มข้น ๒ กรัมต่อลิตร ลงไปในการละลายมาตรฐานความเค็ม
- ๑๓.๕.๙. ทำการทดสอบเช่นเดียวกับ ข้อ ๑๓.๕.๑. แต่เพิ่มสารละลายซูโครส เข้มข้น ๕ กรัมต่อลิตร ลงไปในการละลายมาตรฐานความเค็ม
- ๑๓.๕.๑๐. ทำการทดสอบเช่นเดียวกับ ข้อ ๑๓.๕.๑. แต่เพิ่มสารละลายซูโครส เข้มข้น ๑๐ กรัมต่อลิตร ลงไปในการละลายมาตรฐานความเค็ม
- ๑๓.๕.๑๑. อ่านค่าความเข้มข้นบนแผ่นตรวจวัดความเค็ม ในแต่ละการทดสอบ ประเมินความจำเพาะ (Relative specificity)
- ประเมินความเสถียรของชุดทดสอบ (stability)
- ๑๓.๕.๑๒. เตรียมแผ่นตรวจวัดความเค็ม แบ่งเป็น ๔ ชุด A, B, C และ D อย่างละ ๑๐ แผ่น
- ๑๓.๕.๑๓. แผ่นตรวจวัดความเค็มชุด A จำนวน ๑๐ แผ่น นำไปทดสอบโดยจุ่มลงไปในการละลายมาตรฐานความเค็ม ความเข้มข้นที่ ๒, ๕ และ ๑๐ กรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา ๑๐ วินาที นำแผ่นตรวจวัดความเค็มออกจากสารละลาย บันทึกผลค่าความเค็มที่ได้
- ๑๓.๕.๑๔. แผ่นตรวจวัดความเค็มชุด B จำนวน ๑๐ แผ่น ทิ้งไว้ระยะเวลา ๒ เดือน หลังจากครบระยะเวลา นำไปทดสอบ โดยจุ่มลงไปในการละลายมาตรฐานความเค็ม ความเข้มข้นที่ ๒, ๕ และ ๑๐ กรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา ๑๐ วินาที นำแผ่นตรวจวัดความเค็มออกจากสารละลาย บันทึกผลค่าความเค็มที่ได้
- ๑๓.๕.๑๕. แผ่นตรวจวัดความเค็มชุด C จำนวน ๑๐ แผ่น ทิ้งไว้ระยะเวลา ๔ เดือน หลังจากครบระยะเวลา นำไปทดสอบ โดยจุ่มลงไปในการละลายมาตรฐานความเค็ม ความเข้มข้นที่ ๒,

๕ และ ๑๐ กรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา ๑๐ วินาที นำแผ่นตรวจวัดความเค็มออกจากสารละลาย บันทึกผลค่าความเค็มที่ได้

๑๓.๕.๑๖. แผ่นตรวจวัดความเค็มชุด D จำนวน ๑๐ แผ่น ทิ้งไว้ระยะเวลา ๖ เดือน หลังจากครบระยะเวลา นำไปทดสอบ โดยจุ่มลงไปในสารละลายมาตรฐานความเค็ม ความเข้มข้นที่ ๒, ๕ และ ๑๐ กรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา ๑๐ วินาที นำแผ่นตรวจวัดความเค็มออกจากสารละลาย บันทึกผลค่าความเค็มที่ได้

๑๓.๕.๑๗. เปรียบเทียบความแตกต่างของการทดสอบ แผ่นตรวจวัดความเค็ม ชุด A, B, C และ D โดยใช้สถิติ ANOVA

⇒ รายงานความก้าวหน้าการดำเนินงาน การพัฒนาวิธีการตรวจหาเชื้อ *Legionella* spp. ในตัวอย่างน้ำ
ดำเนินการทางห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี (Validate Method)
ตาม ISO ๑๖๑๔๐ - ๒ : การทดสอบความไวของวิธี (Sensitivity)

การทดสอบความไวของวิธี (Sensitivity) เป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างวิธีอ้างอิงและวิธีทางเลือกว่ามีค่าความไว (sensitivity) ที่แตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

๑. การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างทดสอบ/จำนวนตัวอย่าง

๑.๑) กลุ่มตัวอย่าง ตัวอย่างที่ผู้วิจัยดำเนินการศึกษา คือ กลุ่มตัวอย่างน้ำ (categories) ประกอบด้วย

ตัวอย่าง ๓ ประเภท (types) ได้แก่

- ตัวอย่างน้ำจากฝักบัวอาบน้ำ
- ตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ
- ตัวอย่างจากน้ำพุประดับอาคาร

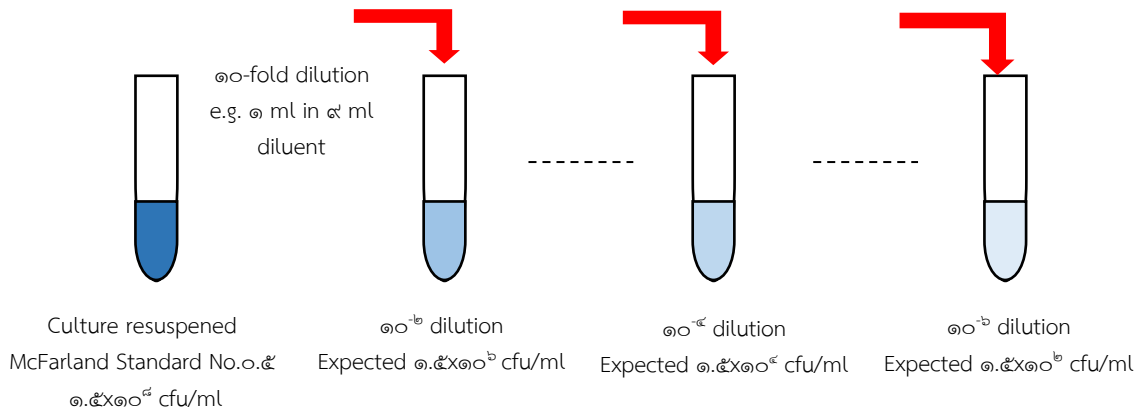
โดยนำตัวอย่างแต่ละประเภทมาทดสอบเบื้องต้นเพื่อตรวจหาเชื้อ *Legionella* spp. ผลไม่พบเชื้อ ทำให้ไม่สามารถหาตัวอย่างที่ปนเปื้อนจุลินทรีย์ตามธรรมชาติได้ (naturally contaminated samples) ในงานวิจัยครั้งนี้จึงใช้เป็นตัวอย่างที่มีการเติมเชื้อแทน (artificially contaminated samples)

๑.๒) จำนวนตัวอย่าง การทดสอบตัวอย่างแต่ละประเภท (types) ทำการทดสอบประเภทละ ๒๐ ตัวอย่าง รวมเป็น ๖๐ ตัวอย่าง

๒. การเตรียมตัวอย่างให้ปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ (artificially contaminated samples) โดยวิธี Spiking สำหรับการทดสอบความไว (Sensitivity)

๒.๑) การเตรียมตัวอย่างทดสอบ ในการศึกษาความไว (Sensitivity) ตัวอย่างทดสอบแต่ละประเภท ต้องพบสัดส่วนของผลบวก (fractional positive result) อยู่ในช่วง ๒๕-๗๕% ของตัวอย่างแต่ละประเภท (ตัวอย่างที่ทดสอบไม่ควรให้ผลบวกทั้งหมด หรือผลลบทั้งหมด) ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ คือ ๒๕๐ มิลลิลิตรต่อ test portion โดยจำนวนตัวอย่างที่ต้องเตรียม แสดงดังตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ แสดงประเภทตัวอย่าง จำนวนตัวอย่าง และปริมาณเชื้อสำหรับเติมในตัวอย่าง สำหรับการศึกษความไว (Sensitivity)



ประเภทตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อที่เติม	เชื้อที่เติม
น้ำจากฝักบัวอาบน้ำ	๕	ไม่เติมเชื้อ (0 cfu/ml)	<i>L. pneumophila</i> (DMST ๑๒๘๐๐)
	๕	ต่ำ (10^2 cfu/ml)	
	๕	กลาง (10^4 cfu/ml)	
	๕	สูง (10^6 cfu/ml)	
น้ำจากก๊อกน้ำ	๕	ไม่เติมเชื้อ (0 cfu/ml)	<i>L. pneumophila</i> (DMST ๑๒๘๐๐)
	๕	ต่ำ (10^2 cfu/ml)	
	๕	กลาง (10^4 cfu/ml)	
	๕	สูง (10^6 cfu/ml)	
น้ำพุประดับอาคาร	๕	ไม่เติมเชื้อ (0 cfu/ml)	<i>L. pneumophila</i> (DMST ๑๒๘๐๐)
	๕	ต่ำ (10^2 cfu/ml)	
	๕	กลาง (10^4 cfu/ml)	
	๕	สูง (10^6 cfu/ml)	

๒.๒) การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์อ้างอิงตั้งต้น

- ๒.๒.๑) นำเชื้อ *L. pneumophila* (DMST ๑๒๘๐๐) จาก stock culture มาเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ buffered charcoal yeast extract agar (BCYE agar) ที่มีส่วนประกอบของ L-cysteine นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓-๗ วัน
- ๒.๒.๒) นำโคลนเชื้อ *L. pneumophila* ละลาย (resuspended) ในสารละลายบัฟเฟอร์ โดยปรับความขุ่นให้เทียบเท่ากับ McFarland Standard No.0.5 ซึ่งจะมีเชื้อประมาณ 0.5×10^8 cfu/ml
- ๒.๒.๓) ทำการเจือจางเชื้อแบบ serial 10-fold dilution ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ จนถึงระดับความเข้มข้น 10^2 cfu/ml ดังภาพที่ ๑
- ๒.๒.๔) ทำการนับปริมาณเชื้อในช่วงการเจือจาง ด้วยเทคนิค spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ BCYE agar บ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓-๗ วัน
- ๒.๒.๕) นับจำนวนโคลนบน BCYE agar plate จะทราบปริมาณเชื้อตั้งต้นจริง (cfu/ml) ที่เติมลงในตัวอย่างทดสอบ

ภาพที่ ๑ การเจือจางเชื้อจุลินทรีย์อ้างอิงตั้งต้น สำหรับศึกษาความไว (Sensitivity)

๒.๓) การเติมเชื้อจุลินทรีย์อ้างอิงในตัวอย่างทดสอบ (Spike sample)

เตรียมตัวอย่างเป็น ๓ กลุ่ม ดังนี้

๒.๓.๑) การเตรียมตัวอย่างน้ำจากฝักบัวอาบน้ำ ทั้งหมด ๒๐ ตัวอย่าง ประกอบด้วย

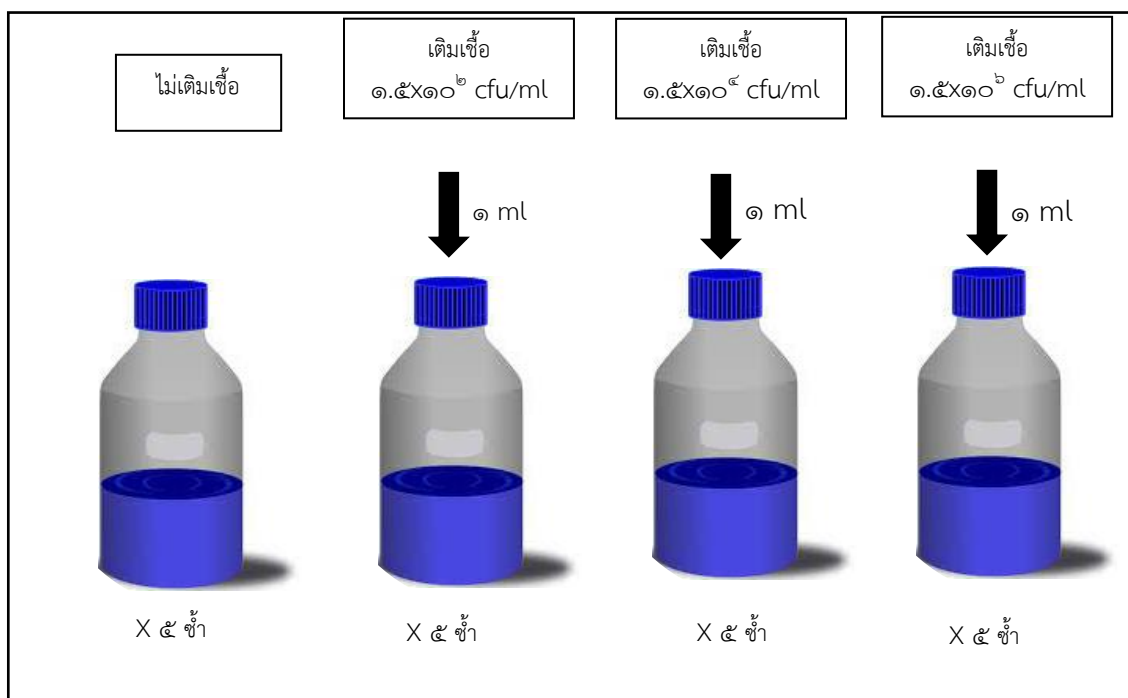
- ตัวอย่างน้ำจากฝักบัวอาบน้ำ ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
ไม่เติมเชื้อ (๐ cfu/ml)
- ตัวอย่างน้ำจากฝักบัวอาบน้ำ ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับต่ำ (1.5×10^2 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร
- ตัวอย่างน้ำจากฝักบัวอาบน้ำ ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับกลาง (1.5×10^4 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร
- ตัวอย่างน้ำจากฝักบัวอาบน้ำ ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับสูง (1.5×10^6 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร

๒.๓.๒) การเตรียมตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ ทั้งหมด ๒๐ ตัวอย่าง ประกอบด้วย

- ตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
ไม่เติมเชื้อ (๐ cfu/ml)
- ตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับต่ำ (1.5×10^2 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร
- ตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับกลาง (1.5×10^4 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร
- ตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับสูง (1.5×10^6 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร

๒.๓.๓) การเตรียมตัวอย่างน้ำพุระดับอาคาร ทั้งหมด ๒๐ ตัวอย่าง ประกอบด้วย

- ตัวอย่างน้ำพุระดับอาคาร ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
ไม่เติมเชื้อ (๐ cfu/ml)
- ตัวอย่างน้ำพุระดับอาคาร ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับต่ำ (1.5×10^2 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร
- ตัวอย่างน้ำพุระดับอาคาร ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับกลาง (1.5×10^4 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร
- ตัวอย่างน้ำพุระดับอาคาร ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับสูง (1.5×10^6 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร



ภาพที่ ๒ การเตรียมตัวอย่างที่เติมเชื้อ (Spike sample) สำหรับศึกษาความไว (Sensitivity)

๓. ขั้นตอนการทดสอบ

นำเชื้อจุลินทรีย์มาตรฐาน ตามปริมาณที่คาดหวังมาทดสอบด้วยวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ และวิธี Real-time PCR

๔. การแปลผลการทดสอบ

๔.๑) นำผลการทดสอบจากทั้ง ๒ วิธี วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ และวิธี Real-time PCR มาคำนวณ หาค่า Sensitivity ของวิธีทางเลือก (SE_{alt}), Sensitivity ของวิธีอ้างอิง (SE_{ref}), Relative trueness (RT), False positive ratio ของวิธีทางเลือก (FPR)

๔.๒) แปลผลการทดสอบของแต่ละตัวอย่าง ดังตารางที่ ๒

ตารางที่ ๒ การแปลผลการทดสอบจากวิธีอ้างอิงและวิธีทางเลือก

วิธีทดสอบ	วิธีอ้างอิง (วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ) +	วิธีอ้างอิง (วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ) -
วิธีทางเลือก (Real-time PCR) +	+ / + (PA)	- / + (PD)
วิธีทางเลือก (Real-time PCR) -	+ / - (ND)	- / - (NA)

หมายเหตุ

- Positive Agreement (PA) คือ ตัวอย่างที่ให้ผลบวกทั้งวิธีทางเลือก (+) และวิธีอ้างอิง (+)
- Negative Deviation (ND) คือ ตัวอย่างที่ให้ผลลบด้วยวิธีทางเลือก (-) แต่ให้ผลบวกด้วยวิธีอ้างอิง (+)
- Positive Deviation (PD) คือ ตัวอย่างที่ให้ผลบวกด้วยวิธีทางเลือก (+) แต่ให้ผลลบด้วยวิธีอ้างอิง (-)
- Negative Agreement (NA) คือ ตัวอย่างที่ให้ผลลบทั้งวิธีทางเลือก (-) และวิธีอ้างอิง (-)

๔.๓) จากข้อมูลสรุปการแปลผลการทดสอบในตาราง นำข้อมูลมาคำนวณหาค่าต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 - \text{ Sensitivity ของวิธีทางเลือก (SE}_{alt}) &= \frac{PA+PD}{PA+ND+PD} \times 100 \\
 - \text{ Sensitivity ของวิธีอ้างอิง (SE}_{ref}) &= \frac{PA+ND}{PA+ND+PD} \times 100 \\
 - \text{ Relative trueness (RT)} &= \frac{PA+NA}{NA+PA+PD+NC} \times 100 \\
 - \text{ False positive ratio (FPR) ของวิธีทางเลือก} &= \frac{PD}{NA} \times 100 \\
 - \text{ Positive predictive value (PPV)} &= \frac{PA}{PA+PD} \times 100 \\
 - \text{ Negative predictive value (NPV)} &= \frac{NA}{NA+ND} \times 100
 \end{aligned}$$

๔.๔) ตัดสินผลการทดสอบของวิธีทางเลือก โดยคำนวณความแตกต่างระหว่าง (ND-PD) และคำนวณผลรวมของ (ND+PD) แล้วนำค่าที่คำนวณได้ ไปตรวจสอบว่าอยู่ในช่วงของขีดจำกัดการยอมรับ (Acceptability Limit; AL) หรือไม่ หากผลการคำนวณอยู่ในช่วงขีดจำกัดการยอมรับ แสดงว่าวิธีทางเลือกผ่านเกณฑ์การยอมรับ

ตารางที่ ๓ การตัดสินผลการทดสอบของวิธีทางเลือก

จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (categories)	(ND – PD)	(ND + PD)
๑	๓	๖

หมายเหตุ

ND = จำนวนตัวอย่างที่ให้ผล Negative Deviation
(ให้ผลลบด้วยวิธีทางเลือก แต่ให้ผลบวกด้วยวิธีมาตรฐาน)

PD = จำนวนตัวอย่างที่ให้ผล Positive Deviation
(ให้ผลบวกด้วยวิธีทางเลือก แต่ให้ผลลบด้วยวิธีมาตรฐาน)

๕. ผลการศึกษาความไว (Sensitivity)

เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ และวิธี Real - time PCR ว่ามีค่าความไว (sensitivity) ที่แตกต่างกันหรือไม่ ทำการทดสอบในกลุ่มตัวอย่างน้ำ โดยเลือกตัวแทนจากตัวอย่างน้ำ ๓ ประเภท ได้แก่ ตัวอย่างน้ำจากฝักบัวอาบน้ำ, ตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ, ตัวอย่างน้ำจากน้ำพุ
ระดับอาคาร ประเภทละ ๒๐ ตัวอย่าง และใช้เป็นตัวอย่างที่มีการเติมเชื้อ (artificially contaminated samples) ดำเนินการทดสอบตามขั้นตอน/สภาวะที่ระบุไว้ในขั้นตอนการตรวจหาเชื้อ *Legionella* spp. ทางห้องปฏิบัติการ ผลการทดสอบของตัวอย่าง แต่ละประเภทแสดงดังตารางที่ ๔, ๕ และ ๖

ตารางที่ ๔ ผลการทดสอบและการแปลผลของตัวอย่างน้ำจากฝักบัวอาบน้ำ

ปริมาณเชื้อที่เติม (cfu/Test portion)	ผลการทดสอบ		การแปลผล
	วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ	Real-time PCR	
๐ cfu	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
๕.๑ x ๑๐ ^๒ cfu	Not detect	Not detect	NA
	Detect	Detect	PA
	Not detect	Not detect	NA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
๔.๖ x ๑๐ ^๔ cfu	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
๔.๐ x ๑๐ ^๖ cfu	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA

ตารางที่ ๕ ผลการทดสอบและการแปลผลของตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ

ปริมาณเชื้อที่เติม (cfu/Test portion)	ผลการทดสอบ		การแปลผล
	วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ	Real-time PCR	
๐ cfu	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
๕.๑ x ๑๐ ^๒ cfu	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Not detect	Not detect	NA

ปริมาณเชื้อที่เติม (cfu/Test portion)	ผลการทดสอบ		การแปลผล
	วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ	Real-time PCR	
	Not detect	Not detect	NA
๔.๖ x ๑๐ ^๔ cfu	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
๔.๐ x ๑๐ ^๖ cfu	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA

ตารางที่ ๖ ผลการทดสอบและการแปลผลของตัวอย่างน้ำจากน้ำพุระดับอาคาร

ปริมาณเชื้อที่เติม (cfu/Test portion)	ผลการทดสอบ		การแปลผล
	วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ	Real-time PCR	
	Not detect	Not detect	NA
๐ cfu	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
๕.๑ x ๑๐ ^๖ cfu	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Detect	Detect	PA
	Not detect	Detect	PD
	Detect	Detect	PA
๔.๖ x ๑๐ ^๔ cfu	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
๔.๐ x ๑๐ ^๖ cfu	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA

ปริมาณเชื้อที่เติม (cfu/Test portion)	ผลการทดสอบ		การแปลผล
	วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ	Real-time PCR	
	Detect	Detect	PA

สรุปผลการเปรียบเทียบการตรวจหาเชื้อ *Legionella* spp. ด้วยวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ และวิธี Real-time PCR ในตัวอย่างน้ำ จำนวนรวม ๖๐ ตัวอย่าง และคำนวณหาค่า Sensitivity ของวิธี Real-time PCR (SE_{alt}), Sensitivity ของวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ (SE_{ref}), ค่าความถูกต้อง (Relative trueness), False positive ratio ของวิธี Real-time PCR (FPR), ค่าทำนายผลบวก (Positive predictive value : PPV) และค่าทำนายผลลบ (Negative predictive value : NPV) แสดงดังตารางที่ ๗

ตารางที่ ๗ สรุปผลการศึกษาความไว (Sensitivity)

Method		วิธี Real-time PCR		SE_{alt}	SE_{ref}	RT	FPR	PPV	NPV
		ผลบวก	ผลลบ						
วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ	ผลบวก	PA = ๓๘	ND = ๐	๑๐๐ %	๙๗.๔๔ %	๙๘.๓๓ %	๔.๗๖ %	๙๗.๔๔ %	๑๐๐ %
	ผลลบ	PD = ๑	NA = ๒๑						

จากผลการทดสอบพบว่ามีความไว (Sensitivity) ของวิธี Real-time PCR (SE_{alt}) ร้อยละ ๑๐๐, ค่าความไว (Sensitivity) ของวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ (SE_{ref}) ร้อยละ ๙๗.๔๔, ค่าความถูกต้องสัมพัทธ์ (Relative trueness) ร้อยละ ๙๘.๓๓ มีค่า False positive ratio ของวิธี Real-time PCR (FPR) ร้อยละ ๔.๗๖, ค่าทำนายผลบวก (Positive predictive value : PPV) ร้อยละ ๙๗.๔๔ และค่าทำนายผลลบ (Negative predictive value : NPV) ร้อยละ ๑๐๐

เมื่อคำนวณค่าความแตกต่างระหว่าง (ND-PD) และคำนวณผลรวมของ (ND+PD) ที่ได้จากการทดสอบ นำไปเทียบกับช่วงของขีดจำกัดการยอมรับ (Acceptability Limit; AL) พบว่าผลการทดสอบอยู่ในช่วงของขีดจำกัดการยอมรับ แสดงว่าวิธี Real-time PCR มีความไว (sensitivity) ไม่แตกต่างจากวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ แสดงดังตารางที่ ๘

ตารางที่ ๘ ขีดจำกัดการยอมรับ (Acceptability Limit; AL) ของการศึกษาความไว (Sensitivity)

จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (categories)	ขีดจำกัดการยอมรับ		ผลการทดสอบ	
	(ND – PD)	(ND + PD)	(ND – PD)	(ND + PD)
๑	๓	๖	๑	๑

๖. สรุปผลการศึกษาความจำเพาะ (specificity) ของวิธี Real-time PCR

จากผลการตรวจสอบความถูกต้องของวิธี Real-time PCR ที่พัฒนาขึ้น เพื่อตรวจหาเชื้อ *Legionella* spp. พบว่ามีค่าความถูกต้องสัมพัทธ์ (Relative trueness) ร้อยละ ๙๘.๓๓ มีค่าความไว (Sensitivity) ร้อยละ ๑๐๐ ซึ่งมากกว่าวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อที่เป็นวิธีมาตรฐาน (ค่าความไวของวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ ร้อยละ ๙๗.๔๔) รวมทั้งมีค่า False positive ratio ของวิธี Real-time PCR (FPR) ร้อยละ ๔.๗๖ เนื่องจากผลการทดสอบตัวอย่างน้ำประปาที่ระดับอาคาร จำนวน ๑ ตัวอย่าง ให้ผลการตรวจด้วยวิธี Real-time PCR เป็นผลบวก แต่วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อให้ผลเป็นลบ กรณีนี้อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากตัวอย่างน้ำมีการปนเปื้อนของเชื้ออื่นๆ จำนวนมาก ซึ่งอาจรบกวนการเจริญของเชื้อ *Legionella* spp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ

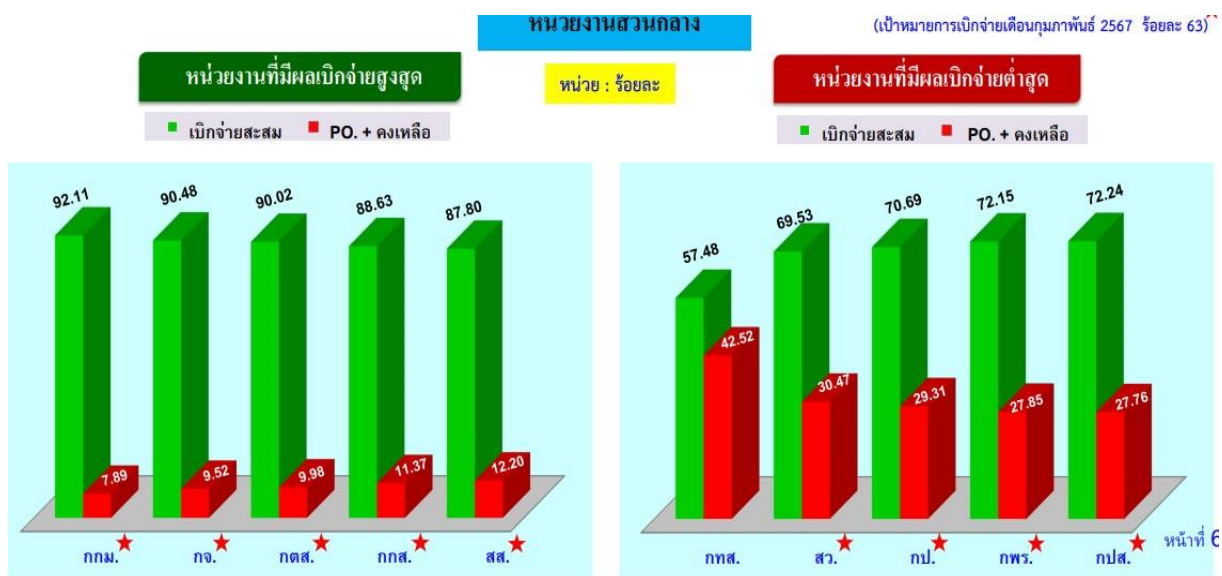
ได้ในกรณีที่มีปริมาณเชื้อ *Legionella* spp. น้อยๆ นอกจากนี้เชื้อที่ตรวจพบอาจเป็น uncultured *Legionella* หรือ non culturable but viable *Legionella* โดยในตัวอย่างน้ำมีเชื้อ *Legionella* spp. ปนเปื้อนอยู่ แต่อาจเป็นเชื้อที่เพาะเลี้ยงไม่ได้บนอาหารเลี้ยงเชื้อ หรืออาจเป็นเชื้อที่ตายแล้ว ทำให้สามารถตรวจพบได้เฉพาะวิธี Real-time PCR เนื่องจากการตรวจหาสารพันธุกรรมของเชื้อ ผลการศึกษาจึงแสดงว่าวิธี Real-time PCR มีความไวมากกว่าวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ

มติที่ประชุม : รับทราบ

ตัวชี้วัดที่ ๒.๓	ร้อยละของการเบิกจ่ายงบประมาณ กลุ่มงานรับผิดชอบหลัก : กลุ่มงานบริหารยุทธศาสตร์
------------------	--

► ผลการดำเนินงานประจำเดือนมีนาคม ๒๕๖๗ ร้อยละ ๑๐๐ เมื่อเทียบกับแผนที่กำหนดไว้

กองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย ได้กำหนดมาตรการ/แนวทาง ในการเร่งรัดการเบิกจ่ายงบประมาณ และแต่งตั้งคณะกรรมการเร่งรัดติดตามการใช้จ่ายงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๗ พร้อมนำขึ้น website ของหน่วยงานเรียบร้อยแล้ว และรายงานผลติดตามเร่งรัดการใช้จ่ายงบประมาณ (รบก.๑) ณ วันที่ ๑๕ ของทุกเดือน พร้อมนำข้อมูลขึ้น website ของหน่วยงานภายในวันที่ ๒๐ ของทุกเดือน ผลการเบิกจ่ายงบประมาณจากการประชุมกรมอนามัยครั้งที่ ๖/๒๕๖๗ เมื่อวันที่ ๑๒ มีนาคม ๒๕๖๗



การเบิกจ่ายงบประมาณประจำปี พ.ศ. 2566 ไปพลางก่อน

(งบดำเนินงาน)

ข้อมูลจากระบบ GFMS ณ สิ้นเดือนกุมภาพันธ์ 2567 (รายละเอียดตามเอกสารหน้า 21)

หน่วยงานส่วนกลาง

(เป้าหมายการเบิกจ่ายเดือนกุมภาพันธ์ 2567 ร้อยละ 63) ^{*}

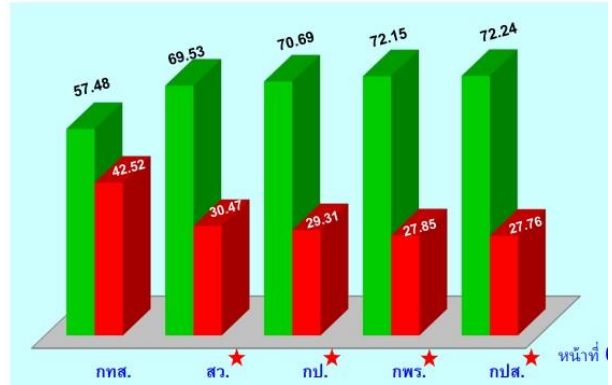
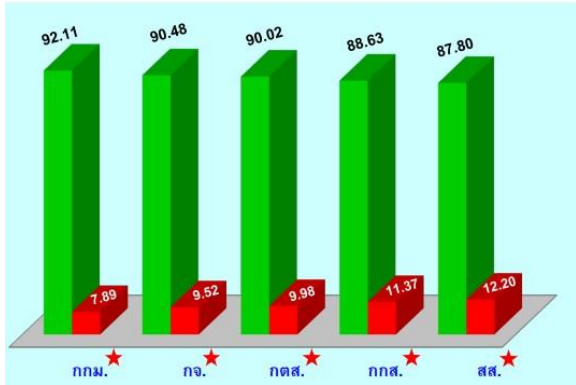
หน่วยงานที่มีผลเบิกจ่ายสูงสุด

หน่วย : ร้อยละ

หน่วยงานที่มีผลเบิกจ่ายต่ำสุด

■ เบิกจ่ายสะสม ■ PO. + คงเหลือ

■ เบิกจ่ายสะสม ■ PO. + คงเหลือ



งบประมาทปี พ.ศ. 2566 ไปพลางก่อน
สรุปสถานะเบิกจ่าย ภาพรวมหน่วยงานในสังกัดกรมอนามัย
(งบดำเนินงาน งบลงทุน งบรายจ่ายอื่น)

ข้อมูลจากระบบ GFMS ณ สิ้นเดือนกุมภาพันธ์ 2567 (เรียงจากน้อยไปหามาก)

หน่วยงาน	งบประมาทปี 2566 ไปพลางก่อน (+/-) ตาม GFMS A	ใบสั่งซื้อ / สัญญา (PO) B	เบิกจ่ายสะสม C	ร้อยละ เบิกจ่ายสะสม D (C * 100 / A)	คงเหลือ ตาม GFMS E (A - B - C)	เป้าหมายเบิกจ่าย เดือน มี.ค. 67 กรมอนามัย (ร้อยละ 76) F (A * 76 / 100)	เป้าหมายเบิกจ่าย เดือน มี.ค. 67 กรมอนามัย (ร้อยละ 76) ต้องเบิกจ่ายเพิ่ม (F - C)
หน่วยงานส่วนกลาง							
กรมอนามัย	86,238,726.56	11,908,966.58	30,949,897.85	35.89	43,379,862.13	65,541,432.19	34,591,534.34
การจัดหานานาแอลส์ (สำนักส่งเสริมสุขภาพ)	12,989,687.00	12,989,687.00	-	-	-	9,872,162.12	9,872,162.12
กองดิจิทัลเพื่อส่งเสริมสุขภาพ กรมอนามัย	400,000.00	-	229,907.00	57.48	170,093.00	304,000.00	74,093.00
สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม	3,303,100.00	110,574.80	2,296,535.78	69.53	895,989.42	2,510,356.00	213,820.22
กองประเมินผลกระทบสุขภาพ	2,589,400.00	-	1,830,575.47	70.69	758,824.53	1,967,944.00	137,368.53
กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร	681,300.00	35,000.00	491,583.83	72.15	154,716.17	517,788.00	26,204.17
กองฝึกอบรมการสาธารณสุขกรมอนามัย	2,168,400.00	55,631.31	1,566,370.94	72.24	546,397.75	1,647,984.00	81,613.06
สำนักคณะกรรมการทรัพยากรน้ำ	1,746,300.00	122,058.40	1,264,665.30	72.34	361,576.30	1,328,708.00	64,042.70
สำนักโภชนาการ	4,615,100.00	-	3,409,400.09	73.87	1,205,699.91	3,507,476.00	98,075.91
กองแผนงาน	3,321,709.00	196,000.00	2,499,627.16	75.25	626,081.84	2,524,498.84	24,871.68
สำนักอนามัยผู้สูงอายุ	5,227,700.00	468,599.30	4,057,961.92	77.62	701,138.78	3,973,052.00	(84,909.92)
สำนักทันตสาธารณสุข	7,007,300.00	95,812.54	5,456,868.27	77.87	1,454,619.19	5,325,548.00	(131,320.27)
สถานพัฒนาอนามัยเด็กแห่งชาติ	1,746,400.00	2,680.15	1,372,183.43	78.57	371,536.42	1,327,264.00	(44,919.43)
กองบริหารจัดการสุขภาพ กรมอนามัย	534,700.00	-	424,737.15	79.43	109,962.85	406,372.00	(18,365.15)
กองคลัง	1,500,700.00	-	1,213,606.97	80.87	287,093.03	1,140,532.00	(73,074.97)
สำนักอนามัยการเจริญพันธุ์	3,035,600.00	54,940.60	2,513,175.66	82.79	467,483.74	2,307,056.00	(206,119.66)
ศูนย์ความร่วมมือระหว่างประเทศ	436,300.00	10,000.00	365,554.90	83.79	60,745.10	331,588.00	(33,966.90)
สำนักงานเลขานุการกรม	3,780,996.44	243,469.65	3,189,655.96	84.36	347,870.83	2,873,557.29	(316,098.67)
กองส่งเสริมความร่วมมือและสื่อสารสุขภาพ	6,074,000.00	67,000.00	5,152,575.65	84.83	854,424.35	4,616,240.00	(536,335.65)
สำนักสุขภาพกายอาชีวอนามัย	1,497,400.00	38,000.00	1,273,876.45	85.07	185,523.55	1,138,024.00	(135,852.45)
สำนักส่งเสริมสุขภาพ	6,463,790.00	392,872.00	5,675,433.12	87.80	395,484.88	4,912,480.00	(762,952.72)
กองกิจกรรมทางกายเพื่อสุขภาพ	4,192,260.00	-	3,715,697.58	88.63	476,562.42	3,186,117.60	(529,579.98)
กลุ่มตรวจสอบสวนภายใน	613,700.00	-	552,466.80	90.02	61,233.20	466,412.00	(86,054.80)
กองการเจ้าหน้าที่	2,877,400.00	-	2,603,449.35	90.48	273,950.65	2,186,824.00	(416,625.35)
กองกฎหมาย กรมอนามัย	1,160,000.00	-	1,068,527.49	92.11	91,472.51	881,600.00	(186,927.49)
รวมทั้งสิ้น - ส่วนกลาง	164,203,969.00	26,791,292.33	83,174,334.12	50.65	54,238,342.55	124,795,016.44	41,620,682.32

กองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย มีผลการเบิกจ่ายงบประมาณ ณ ๒๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๗ = ๗๒.๒๔% สูงกว่าเป้าหมายที่กรมอนามัยกำหนด โดยกรมอนามัยกำหนดเป้าหมายการเบิกจ่าย (งบพลางก่อนปี ๒๕๖๖) ในภาพรวมเดือนกุมภาพันธ์ ๒๕๖๗ = ๖๓ % (ตามเอกสารประชุมกรม)

มติที่ประชุม : รับทราบ

การติดตามผลการเบิกจ่ายงบประมาณในรอบเดือนมีนาคม ๒๕๖๗

กองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย ได้รับการจัดสรรงบประมาณปีงบประมาณ ๒๕๖๗ (งบกลางปี ๒๕๖๖) ดังนี้

๑. งบดำเนินงาน ๔,๕๖๖,๒๐๐ บาท แจ้งโอนจัดสรรครั้งที่ ๑ = ๑,๘๙๖,๒๐๐ บาท
รวมงบได้รับจัดสรรทั้งหมด ๑,๘๙๖,๒๐๐ บาท
๒. แจ้งโอนจัดสรรงบดำเนินงานจากกรมอนามัย ครั้งที่ ๑ = ๑,๘๙๖,๒๐๐ บาท
๓. แจ้งรับโอน ณ วันที่ ๓๑ ธันวาคม ๒๕๖๖ = ๒๗๒,๒๐๐ บาท (จาก กอน., ศอ.๕ และ สอน.)

วันที่รับงบประมาณ	แหล่งที่มา	วัตถุประสงค์	ชื่อรหัสงบประมาณ	งบหน่วยบฯ สุทธิ
				2,168,400.00
12 ต.ค 66	กรมอนามัย	งบดำเนินงาน	แผนบุคลากรภาครัฐ ผ1	69,700.00
			ยุทธศาสตร์จัดการมลพิษ และสิ่งแวดล้อม ผ1	1,826,500.00
		รวมงบจัดสรรจากกรม		1,896,200.00
รับโอน				
8 พ.ย 66	ศอ.5 ตรวจ	ตรวจนัก	แผนงานสุขภาวะที่ดี ผ2	45,600.00
13 พ.ย 66	สอน	อ11 อ13 สนับสนุน ค.ราชภัฏ	แผนงานสุขภาวะที่ดี ผ3	127,600.00
14 พ.ย 66	กรมอนามัย (กอน.)	อ31 สำหรับสาธารณสุข	แผนงานสุขภาวะที่ดี ผ3	96,000.00
21 ธ.ค 66	ศอ.5 ตรวจ	ตรวจโซพิยาธิ		3,000.00
		รวมงบรับโอน		272,200.00
			รวมงบประมาณ	2,168,400.00

: งบประมาณรวมทุกหมวด ณ วันที่ ๒๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๗ = ๒,๑๖๘,๔๐๐ บาท

การเบิกจ่ายงบประมาณ งบดำเนินงาน ณ วันที่ ๑๕ มีนาคม ๒๕๖๗ แยกตามแผนเงิน จากระบบ GFMS

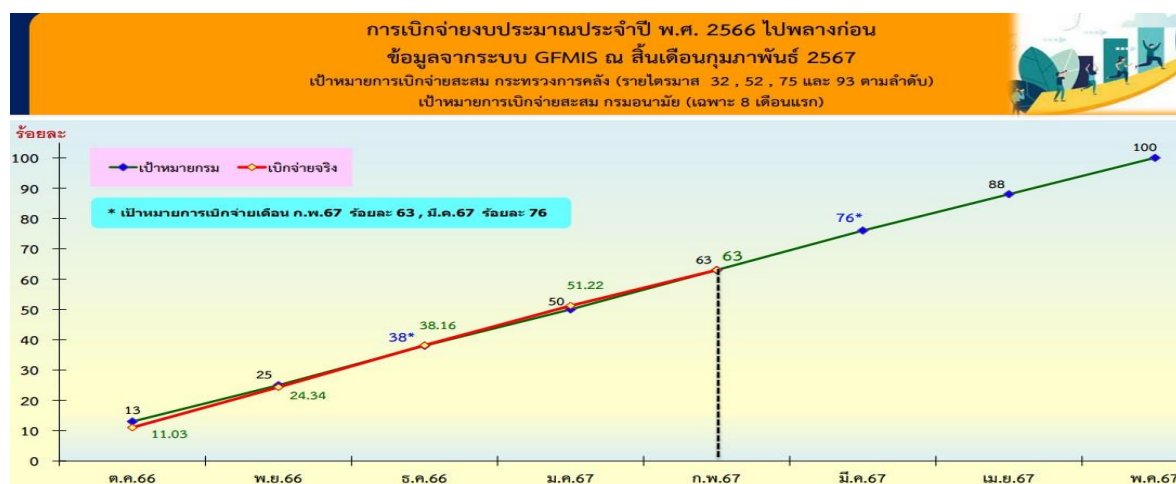
ชื่อรหัส งบประมาณ	งบหน่วยบฯ สุทธิ	การสำรองเงิน	ใบสั่งซื้อ/สัญญา	เบิกจ่าย	เบิกแทน	งบคงเหลือ
	2,118,400.00	0.00	63,281.31	1,894,984.51	0.00	160,134.18
แผนบุคลากรภาครัฐ ผ1	69,700.00	0.00	0.00	39,000.00	0.00	30,700.00
แผนสุขภาวะที่ดี ผ2	48,600.00	0.00	9,000.00	23,470.00	0.00	16,130.00
แผนสุขภาวะที่ดี ผ3	223,600.00	0.00	0.00	111,569.00	0.00	112,031.00
ยุทธศาสตร์จัดการมลพิษ และสิ่งแวดล้อม ผ1	1,776,500.00	0.00	54,281.31	1,720,945.51	0.00	1,273.18

: งบประมาณรวมทุกหมวด ณ วันที่ ๓๑ มีนาคม ๒๕๖๗ หลังให้กองกฎหมายยื่น

= ๒,๑๖๘,๔๐๐ - ๕๐,๐๐๐ = ๒,๑๑๘,๔๐๐ บาท

แผนงบประมาณ	งบหน่วยงา สุทธิ	ใบสั่งซื้อ/สัญญา	เบิกจ่าย	งบคงเหลือ
	2,118,400.00	63,281.31	1,894,984.51	160,134.18
แผนบุคลากรภาครัฐ ผ1	69,700.00	0	39,000.00	30,700.00
แผนสุขภาพที่ดี ผ2	48,600.00	9,000.00	23,470.00	16,130.00
แผนสุขภาพที่ดี ผ3	223,600.00	0	111,569.00	112,031.00
ยุทธศาสตร์จัดการมลพิษและ สิ่งแวดล้อม ผ1	1,776,500.00	54,281.31	1,720,945.51	1,273.18
รวมงบประมาณ	2,118,400.00	63,281.31	1,894,984.51	160,134.18
ร้อยละเบิกจ่ายจากจัดสรรงวด 1 ณ 31 มี.ค 67				89.454
ร้อยละของการเบิกจ่ายสะสม คิดจาก งบพลางปี66 ณ 31 มี.ค 67	2,118,400		89.454	ร้อยละ ณ 31 มี.ค 67

: ผลเบิกจ่ายสะสม ณ วันที่ ๓๑ มีนาคม ๒๕๖๗ = ๑,๕๙๐,๕๖๐.๙๔ บาท คิดเป็น ๘๙.๔๕๔% (ตาม GFMIS) ซึ่งสูงกว่าเป้าหมายที่กรมอนามัยกำหนด โดยกรมอนามัย กำหนดเป้าหมายการเบิกจ่ายในภาพรวม สะสมเดือนมีนาคม ๒๕๖๗ = ๗๖ %



เป้าหมายการเบิกจ่ายปีงบประมาณ 2566 (งบพลางก่อน) ภาพรวม งบดำเนินงาน งบอุดหนุน งบรายจ่ายอื่น ตามหนังสือกองคลัง ที่สร. 0903.02 / 7316 ลงวันที่ 5 ตุลาคม 2566 ดังนี้

เป้าหมายการเบิกจ่าย	เป้าหมายการเบิกจ่ายสะสมรายเดือน			สรุปไตรมาสที่ 1
สะสม	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	
ภาพรวม	13	25	38	38
งบลงทุน	0	0	0	0
	ไตรมาสที่ 2			สรุปไตรมาสที่ 2
	ม.ค	ก.พ	มี.ค	
ภาพรวม	50	63	76	76
งบลงทุน	0	0	0	0
	ไตรมาสที่ 3			สรุปไตรมาสที่ 3
	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	
ภาพรวม	88	100		
งบลงทุน	0	0	0	0

กองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย ได้ติดตามการเตรียมความพร้อมของการจัดหาครุภัณฑ์ งบลงทุน ปีงบประมาณ ๒๕๖๗ ซึ่งได้รับจัดสรร ๓ รายการ

ผลการดำเนินงาน ดังนี้ :

๑. ครุภัณฑ์วงเงินงบประมาณต่ำกว่า ๕๐๐,๐๐๐ บาท ๑ รายการ : เต้าเผาไฟฟ้าอุณหภูมิสูง วงเงิน งบประมาณ ๒๘๕,๐๐๐ บาท

: รอรับใบสั่ง

๒. ครุภัณฑ์วงเงินงบประมาณสูงกว่า ๕๐๐,๐๐๐ บาท แต่ไม่เกิน ๒,๐๐๐,๐๐๐ บาท ๑ รายการ : เครื่องย่อยตัวอย่างด้วยคลื่นไมโครเวฟ วงเงินงบประมาณ ๑,๕๕๐,๐๐๐ บาท

: รอลงนามในสัญญา

๓. ครุภัณฑ์วงเงินงบประมาณสูงกว่า ๒,๐๐๐,๐๐๐ บาท ๑ รายการ : ชุดวิเคราะห์เพื่อจำแนกชนิด และทดสอบความไวของเชื้อต่อยาด้านจุลชีพแบบอัตโนมัติ วงเงินงบประมาณ ๗,๐๐๐,๐๐๐ บาท

: รอลงนามในสัญญา

รายการ ครุภัณฑ์เงินงบประมาณ	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ต้องจ่าย PO (บาท)	งปม.ที่ประหยัดได้ (เหลือจ่าย) (บาท)	หมายเหตุ
- ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ราคาต่อหน่วยต่ำกว่า 1 ล้านบาท					
1. เต้าเผาไฟฟ้าอุณหภูมิสูง	1 เครื่อง	285,000	285,000.00		รอรับใบสั่ง
2. เครื่องย่อยตัวอย่างด้วยคลื่นไมโครเวฟ	1 เครื่อง	1,550,000	1,154,530.00	395,470.00	รอลงนามในสัญญา
รวมงบลงทุนสูงกว่า 1 ล้านที่ได้รับ		1,835,000.00	1,439,530.00		
- ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ราคาต่อหน่วยตั้งแต่ 1 ล้านบาทขึ้นไป					
3. ชุดวิเคราะห์เพื่อจำแนกชนิดและทดสอบความไวของเชื้อต่อยาด้านจุลชีพแบบอัตโนมัติ	1 ชุด	7,000,000	7,000,000.00		รอลงนามในสัญญา
รวมงบลงทุนสูงกว่า 1 ล้านที่ได้รับ		7,000,000	7,000,000.00		
งบลงทุนที่ประหยัดได้				395,470.00	
รวมงบลงทุนได้รับ			8,439,530.00		

การจัดหาครุภัณฑ์ของกองห้องฯ จำนวน ๓ รายการ มีเงินงบประมาณเหลือจ่ายทั้งหมด ๓๙๕,๔๗๐ บาท ทั้ง ๓ รายการ ได้ดำเนินการจัดหาได้ผู้รับจ้างแล้วและรอลงนามในใบสั่งและสัญญาเมื่อได้รับงบประมาณแล้ว

มติที่ประชุม : รับทราบ และขอให้ดำเนินการตามมาตรการ/แนวทาง ในการเร่งรัดการเบิกจ่ายงบประมาณ ตามที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่ต้นปีงบประมาณและต้องเป็นไปตามมาตรการเร่งรัดการเบิกจ่าย ตามที่กองคลังกำหนด

ตัวชี้วัดที่ ๒.๔	ระดับความสำเร็จของร้อยละการดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการระดับหน่วยงาน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๗
	กลุ่มงานรับผิดชอบหลัก : กลุ่มงานบริหารยุทธศาสตร์

► รายงานผลการดำเนินงานประจำเดือนมีนาคม ๒๕๖๗

ผลการดำเนินงาน ร้อยละ ๑๐ ของแผนปฏิบัติการในรอบ ๕ เดือนหลังดำเนินการได้ตามแผนและบันทึกกิจกรรมการดำเนินงาน ผลการเบิกจ่ายงบประมาณทุกหมวดเงินให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กรมกำหนด และเป้าหมายโครงการ ในระบบติดตามผลการดำเนินงานรายงานผล DOC ทุกเดือนและติดตามผลการเบิกจ่ายงบประมาณ (งบพลาถก่อนปี ๒๕๖๖)

กองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย มีโครงการที่ได้รับอนุมัติในปีงบประมาณ ๒๕๖๗ จำนวน ๔ โครงการ ดังนี้

หน่วยงาน	จำนวนโครงการ	จำนวนเงินที่ได้รับ	จำนวนเงินที่จ่ายไป	ร้อยละการใช้จ่ายเงิน				
				ไตรมาสที่ 1	ไตรมาสที่ 2	ไตรมาสที่ 3	ไตรมาสที่ 4	สถานะ
กองห้องปฏิบัติการสาธารณสุขกรมอนามัย	4	4,908,100.00	2,174,609.09	33.17	43.53	44.31		

ติดตามแผนปฏิบัติการ(โครงการ) ปีงบประมาณ 2567

Home > ติดตามแผนปฏิบัติ

Showing 1-4 of 4 items.

#	โครงการ	จำนวนกิจกรรม	งบประมาณ	ใช้จ่าย
1	โครงการสนับสนุนและขับเคลื่อนการดำเนินงานตามนโยบายและโครงการสำคัญ	14	2,295,176.00	1,064,029.93
2	โครงการบริหาร กำกับและติดตามการพัฒนาองค์กร	7	633,480.00	167,073.00
3	โครงการพัฒนาศักยภาพห้องปฏิบัติการ	10	1,909,744.00	898,506.16
4	โครงการค่าใช้จ่ายขั้นต้นตามสิทธิ์	2	69,700.00	45,000.00

มติที่ประชุม : รับทราบ แต่เมื่อเบิกประมาณงวด ๒ จัดสรรมาแล้ว (ลดลง ๕๐%) ขอให้ปรับแผน

ตัวชี้วัดที่ ๒.๕	ระดับความสำเร็จของการพัฒนาระบบบัญชีข้อมูล (Data Catalog) เพื่อนำไปสู่การเปิดเผยข้อมูลภาครัฐ (Open Data)
	กลุ่มงานรับผิดชอบหลัก : กลุ่มงานบริหารยุทธศาสตร์

► รายงานผลการดำเนินงานประจำเดือนมีนาคม ๒๕๖๗

คณะทำงานพัฒนาระบบบัญชีข้อมูล (Data Catalog) ได้ประชุมจัดทำแผนพัฒนาทักษะบุคลากรด้านระบบดิจิทัล ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๗ โดยมุ่งเน้นให้บุคลากรมีความรู้และพัฒนาทักษะด้านดิจิทัล รวมทั้งสร้างความตระหนักด้านความปลอดภัยในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และได้กำหนดกิจกรรมเผยแพร่องค์ความรู้เป็นประจำทุก ๒ เดือน โดยเมื่อวันที่ ๒๒ มีนาคม ๒๕๖๗ ได้มีการสอนการดูแลและบำรุงรักษาคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล



มติที่ประชุม : รับทราบ

ตัวชี้วัดที่ ๓.๒๒	ร้อยละของโรงพยาบาลที่พัฒนานามัยสิ่งแวดล้อมได้ตามเกณฑ์ GREEN & CLEAN Hospital Challenge (ระดับมาตรฐานขึ้นไป)
	กลุ่มงานรับผิดชอบหลัก : กลุ่มงานบริการ

▶▶ ผลการดำเนินงานประจำเดือนมีนาคม ๒๕๖๗

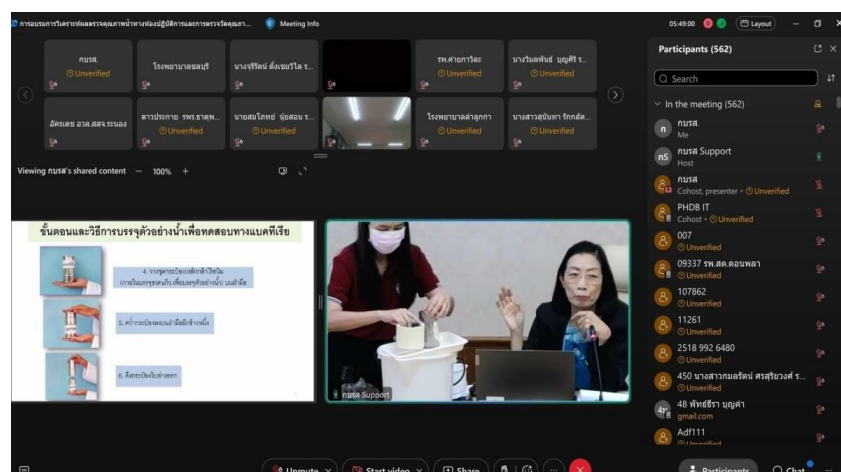
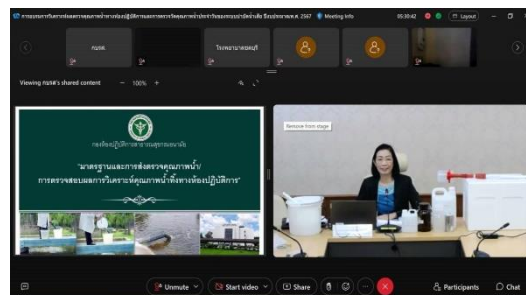
ผลการดำเนินงาน	หลักฐาน
๑. จัดทำเอกสารและรายงานผลการดำเนินงานและนำขึ้นเว็บไซต์ของหน่วยงานและนำขึ้นในระบบ DOC๔.๐ ดังนี้	
๑.๑ รายงานผลการวิเคราะห์สถานการณ์การดำเนินงานตัวชี้วัด (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๘๔๐&mid=๓๘๕๕๘&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๖
๑.๒ รายงานผลการวิเคราะห์ผู้รับบริการและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของตัวชี้วัด (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๘๔๑&mid=๓๘๕๕๘&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๖
๑.๓ แผนการขับเคลื่อนการดำเนินงานตัวชี้วัด (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๘๔๑&mid=๓๘๕๕๘&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๖

▶ รายงานผลการดำเนินงานตามแผนการดำเนินงาน ประจำเดือนมีนาคม ๒๕๖๗

กิจกรรม: สรุปลักษณะการสนับสนุนการดำเนินงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเช่น การเข้าร่วมอบรม การรับเชิญเป็นวิทยากร

ผลการดำเนินงานประจำเดือนมกราคม - มีนาคม ๒๕๖๗

๑. การร่วมเป็นวิทยากรการอบรมการวิเคราะห์ผลตรวจคุณภาพน้ำทางห้องปฏิบัติการและการตรวจวัดคุณภาพน้ำประจำวันของระบบบำบัดน้ำเสีย บรรยายในหัวข้อ “มาตรฐานและการส่งตรวจคุณภาพน้ำ/การตรวจสอบผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางห้องปฏิบัติการ” ในวันที่ ๒๒ ธันวาคม ๒๕๖๖ ณ ห้องประชุม ๒ ชั้น ๖ อาคาร ๗กองบริหารการสาธารณสุข สำนักปลัดกระทรวงสาธารณสุข



ตัวชี้วัดที่ ๓.๒๕	ร้อยละของพื้นที่เขตเมือง (เทศบาลนคร/เทศบาลเมือง/เทศบาลตำบล) และเขตเศรษฐกิจพิเศษขับเคลื่อนเป็นเมืองสุขภาพดี
	กลุ่มงานรับผิดชอบหลัก : กลุ่มงานบริการ

► รายงานผลการดำเนินงาน ประจำเดือนมีนาคม ๒๕๖๗

ผลการดำเนินงาน	หลักฐาน
๑. จัดทำเอกสารและรายงานผลการดำเนินงานและนำขึ้นเว็บไซต์ของหน่วยงานและนำขึ้นในระบบ DOC๔.๐ ดังนี้	
๑.๑ รายงานผลการวิเคราะห์สถานการณ์การดำเนินงานตัวชี้วัด (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๘๕๕&mid=๓๘๕๕๘&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๗
๑.๒ รายงานผลการวิเคราะห์ผู้รับบริการและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของตัวชี้วัด (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๘๕๖&mid=๓๘๕๕๘&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๗
๑.๔ แผนการขับเคลื่อนการดำเนินงานตัวชี้วัด (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๘๕๕&mid=๓๘๕๕๘&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๗

► รายงานผลการดำเนินงานตามแผนการดำเนินงาน ประจำเดือนมีนาคม ๒๕๖๗

กิจกรรม: สรุปลักษณะการสนับสนุนการดำเนินงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเช่น การเข้าร่วมอบรม การรับเชิญเป็นวิทยากร

ผลการดำเนินงานประจำเดือนมกราคม - มีนาคม ๒๕๖๗

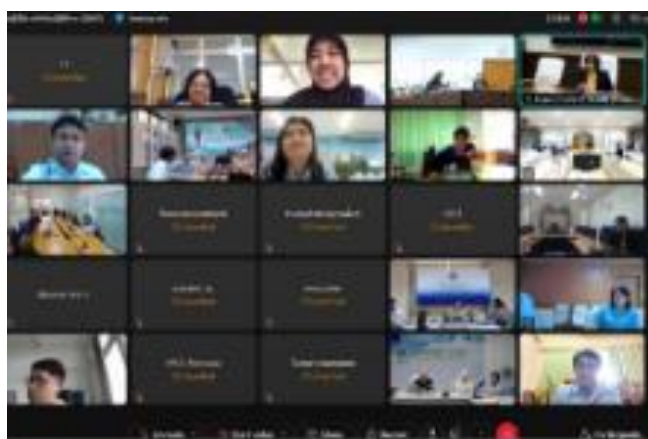
๑. เข้าร่วมการถ่ายทำวิดีโอทัศน์ประชาสัมพันธ์ทีมปฏิบัติการด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (SEhRT: Special Environmental health Response Team) กรมอนามัย ในวันที่ ๘ มกราคม ๒๕๖๗ ณ ห้องประชุมกำธร สุวรรณกิจ อาคาร ๑ ชั้น ๑ กรมอนามัย



๒. เข้าร่วมการประชุมซักซ้อมความเข้าใจ และกำหนดบทบาทผู้ประสานงานการฝึกซ้อมตามแนวทางการปฏิบัติงานด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Emergency Flowchart) กรณีโรคที่เกิดจากอาหารและน้ำเป็นสื่อ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเตรียมความพร้อมและกำหนดบทบาทของทีมผู้ประสานงานในการฝึกซ้อมตามแนวทางการปฏิบัติงานด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม รองรับภาวะฉุกเฉินทางสาธารณสุข ในวันที่ ๒๕ มกราคม ๒๕๖๗ ณ ห้องประชุมชิด ชัยวงศ์ อาคาร ๕ ชั้น ๕ สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย



๓. เข้าร่วมการประชุมรับฟังความคิดเห็นในการปฏิบัติการกิจทีมปฏิบัติการด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (SEhRT: Special Environmental health Response Team) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อร่วมเสนอข้อคิดเห็นในการพัฒนาและยกระดับทีมปฏิบัติการด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม ในวันที่ ๒๙ มกราคม ๒๕๖๗ ณ ห้องประชุม สมบูรณ์ วัชรโรทัย อาคาร ๑ ชั้น ๒ กรมอนามัย



ตัวชี้วัดที่ ๓.๓๔	ระดับความสำเร็จของการพัฒนาระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017
	กลุ่มงานรับผิดชอบหลัก : กลุ่มงานเคมี-กายภาพ

► รายงานผลการดำเนินงานประจำเดือนมีนาคม ๒๕๖๗

ผลการดำเนินงาน	หลักฐาน
๑. จัดทำเอกสารและรายงานผลการดำเนินงานและนำขึ้นเว็บไซต์ของหน่วยงานและนำขึ้นในระบบ DOC๔.๐ ดังนี้	
๑.๑ รายงานผลการวิเคราะห์สถานการณ์การดำเนินงานตัวชี้วัดและความรู้ที่นำมาใช้ (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๘๕๕&mid=๓๘๕๕๕&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๔๘
๑.๒ รายงานผลการวิเคราะห์ผู้รับบริการและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของตัวชี้วัด (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๘๕๕&mid=๓๘๕๕๕&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๔๘
๑.๓ มาตราการขับเคลื่อนตัวชี้วัด (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๘๕๕&mid=๓๘๕๕๕&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๔๘
๑.๔ แผนการขับเคลื่อนการดำเนินงานตัวชี้วัด (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๘๕๕&mid=๓๘๕๕๕&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๔๘

การประกันคุณภาพการตรวจวิเคราะห์และทดสอบ งานเคมี

๑. การควบคุมคุณภาพเครื่องมือ

ห้องปฏิบัติการต้องมีการควบคุมเครื่องมือ สารเคมี อุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน และอาจส่งผลกระทบต่อผลการตรวจวิเคราะห์ โดยห้องปฏิบัติการมีการบันทึกการใช้งานและตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือทุกครั้งที่มีการใช้งาน

๑. บันทึกการใช้งานเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง โดยมีการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องก่อนการทดสอบตัวอย่างทุกวัน โดยดูจากเส้นโค้งการสอบเทียบ (Slope) ต้องอยู่ในช่วง ๙๕-๑๐๕ %

บันทึกการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์							
ชื่อเครื่องมือ : pH meter				Lab Code : PH-CH-01			
วันที่	เวลา		จำนวนวัดค่า	การตรวจสอบเครื่องมือ		ผู้ใช้งาน	หมายเหตุ
	วัน	สัปดาห์		ก่อน	หลัง		
1/3/๖๗	๙.๓๐	1๖.๓๐	1๖	✓	✓	อชช	Slope 98.41/95.51
4/3/๖๗	๙.๓๐	16.00	12	✓	✓	อชช	Slope 98.๓๓/๙๖.๖๓
๕/๓/๖๗	๙.๓๐	1๖.๐๐	1๙	✓	✓	อชช	Slope 9๖.๖๓/๙๖.๖๓
๖/๓/๖๗	๙.๓๐	1๖.๓๐	๔.2	✓	✓	อชช	Slope 9๖.๖๓/๙๖.๖๓
๗/3/๖๗	๙.๓๐	16.๓๐	๓๙	✓	✓	อชช	Slope 9๖.๖๓/๙๖.๖๓
8/3/๖๗	๙.๓๐	16.๐๐	20	✓	✓	อชช	Slope 9๖.๖๓/๙๖.๖๓
๙/3/๖๗	๙.๓๐	16.๐๐	8	✓	✓	อชช	Slope 9๖.๖๓/๙๖.๖๓
12/3/๖๗	๙.๓๐	16.๐๐	12	✓	✓	อชช	Slope 9๖.๖๓/๙๖.๖๓
13/3/๖๗	๙.๓๐	16.๐๐	๕1	✓	✓	อชช	Slope 9๖.๖๓/๙๖.๖๓
14/3/๖๗	๙.๓๐	16.๐๐	๕๖	✓	✓	อชช	Slope 9๖.๖๓/๙๖.๖๓
1๕/3/๖๗	๙.๓๐	1๖.๓๐	๕๔	✓	✓	อชช	Slope 9๖.๖๓/๙๖.๖๓
1๖/3/๖๗	๙.๓๐	1๖.๓๐	16	✓	✓	อชช	Slope 9๖.๖๓/๙๖.๖๓
1๗/3/๖๗	๙.๓๐	1๖.๐๐	๓1	✓	✓	อชช	Slope 9๖.๖๓/๙๖.๖๓
๒0/3/๖๗	๙.๓๐	1๖.๐๐	3๙	✓	✓	อชช	Slope 9๖.๖๓/๙๖.๖๓

FM-CH-010

แก้ไขครั้งที่ 01

วันที่มีผลบังคับใช้ 23/03/2565

การควบคุมสภาวะแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ เป็นหนึ่งในข้อกำหนดระบบคุณภาพ ISO/IEC ๑๗๐๒๕: ๒๐๑๗ โดยระบุสิ่งที่ปฏิบัติในการควบคุมสภาวะแวดล้อมในระหว่างดำเนินการตรวจวิเคราะห์ อาจเป็นปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของการตรวจวิเคราะห์ เงื่อนไขสภาวะแวดล้อมต้องทำการติดตามและควบคุม เพื่อให้อยู่ในระดับที่กำหนดตลอดเวลาระหว่างตรวจวิเคราะห์ ซึ่งห้องปฏิบัติการมีการควบคุมอุณหภูมิเป็นประจำทุกวัน

[illegible]


หน้า ๕ / ๕

บันทึกผลการทดสอบการวัดค่าความกระด้างด้วยวิธี EDTA (Data Sheet for Analysis of Hardness in Water Samples)

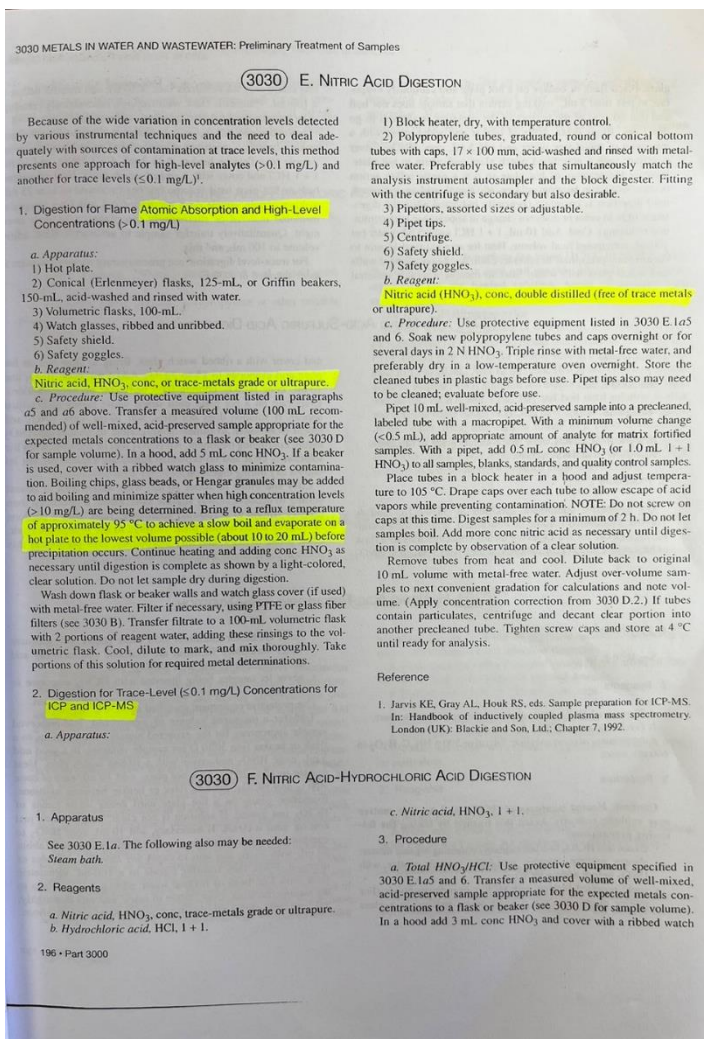
mg CaCO₃ ซึ่งสมมูลกับค่าการวัดความกระด้างด้วยวิธี EDTA (B), mg/mL EDTA = _____

วันที่	เวลาที่	ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (V) (mL)	ปริมาตร EDTA (A) (mL)	ค่าความกระด้าง (mg/L) = A x B x 1,000/V	การควบคุมคุณภาพ	หมายเหตุ		
วิเคราะห์	ตัวอย่างไม่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	% Recovery/Accuracy	RPD
13/11	17-18-19	5.0	1.25	250.0		250.0		
	20-21-22		0.50	125.0		125.0		
	23-24-25		0.25	62.5		62.5		
	26-27-28		0.125	31.25		31.25		
	29-30-31		0.0625	15.625		15.625		
	32-33-34		0.03125	7.8125		7.8125		
	35-36-37		0.015625	3.90625		3.90625		
	38-39-40		0.0078125	1.953125		1.953125		
	41-42-43		0.00390625	0.9765625		0.9765625		
	44-45-46		0.001953125	0.48828125		0.48828125		
	47-48-49		0.0009765625	0.244140625		0.244140625		
	50-51-52		0.00048828125	0.1220703125		0.1220703125		
	53-54-55		0.000244140625	0.06103515625		0.06103515625		
	56-57-58		0.0001220703125	0.030517578125		0.030517578125		
	59-60-61		0.00006103515625	0.0152587890625		0.0152587890625		
	62-63-64		0.000030517578125	0.00762939453125		0.00762939453125		
	65-66-67		0.0000152587890625	0.003814697265625		0.003814697265625		
	68-69-70		0.00000762939453125	0.0019073486328125		0.0019073486328125		
	71-72-73		0.000003814697265625	0.00095367431640625		0.00095367431640625		
	74-75-76		0.0000019073486328125	0.000476837158203125		0.000476837158203125		
	77-78-79		0.00000095367431640625	0.0002384185791015625		0.0002384185791015625		
	80-81-82		0.000000476837158203125	0.00011920928955078125		0.00011920928955078125		
	83-84-85		0.0000002384185791015625	0.000059604644775390625		0.000059604644775390625		
	86-87-88		0.00000011920928955078125	0.0000298023223876953125		0.0000298023223876953125		
	89-90-91		0.000000059604644775390625	0.00001490116119384765625		0.00001490116119384765625		
	92-93-94		0.0000000298023223876953125	0.000007450580596923828125		0.000007450580596923828125		
	95-96-97		0.00000001490116119384765625	0.0000037252902984619140625		0.0000037252902984619140625		
	98-99-100		0.000000007450580596923828125	0.00000186264514923095703125		0.00000186264514923095703125		
	101-102-103		0.0000000037252902984619140625	0.000000931322574615478515625		0.000000931322574615478515625		
	104-105-106		0.00000000186264514923095703125	0.0000004656612873077392578125		0.0000004656612873077392578125		
	107-108-109		0.000000000931322574615478515625	0.00000023283064365386962890625		0.00000023283064365386962890625		
	110-111-112		0.0000000004656612873077392578125	0.000000116415321826934814453125		0.000000116415321826934814453125		
	113-114-115		0.00000000023283064365386962890625	0.0000000582076609134674072265625		0.0000000582076609134674072265625		
	116-117-118		0.000000000116415321826934814453125	0.00000002910383045673370361328125		0.00000002910383045673370361328125		
	119-120-121		0.0000000000582076609134674072265625	0.000000014551915228366851806640625		0.000000014551915228366851806640625		
	122-123-124		0.00000000002910383045673370361328125	0.0000000072759576141834259033203125		0.0000000072759576141834259033203125		
	125-126-127		0.000000000014551915228366851806640625	0.00000000363797880709171295166015625		0.00000000363797880709171295166015625		
	128-129-130		0.0000000000072759576141834259033203125	0.000000001818989403545856475830078125		0.000000001818989403545856475830078125		
	131-132-133		0.00000000000363797880709171295166015625	0.0000000009094947017729282379150390625		0.0000000009094947017729282379150390625		
	134-135-136		0.000000000001818989403545856475830078125	0.00000000045474735088646411895751953125		0.00000000045474735088646411895751953125		
	137-138-139		0.0000000000009094947017729282379150390625	0.000000000227373675443232059478759765625		0.000000000227373675443232059478759765625		
	140-141-142		0.00000000000045474735088646411895751953125	0.0000000001136868377216160297393798828125		0.0000000001136868377216160297393798828125		
	143-144-145		0.000000000000227373675443232059478759765625	0.00000000005684341886080801486968994140625		0.00000000005684341886080801486968994140625		
	146-147-148		0.0000000000001136868377216160297393798828125	0.000000000028421709430404007434844970703125		0.000000000028421709430404007434844970703125		
	149-150-151		0.00000000000005684341886080801486968994140625	0.0000000000142108547152020037174224853515625		0.0000000000142108547152020037174224853515625		
	152-153-154		0.000000000000028421709430404007434844970703125	0.00000000000710542735760100185871124267578125		0.00000000000710542735760100185871124267578125		
	155-156-157		0.0000000000000142108547152020037174224853515625	0.000000000003552713678800500929355621337890625		0.000000000003552713678800500929355621337890625		
	158-159-160		0.00000000000000710542735760100185871124267578125	0.0000000000017763568394002504646778106689453125		0.0000000000017763568394002504646778106689453125		
	161-162-163		0.000000000000003552713678800500929355621337890625	0.00000000000088817841970012523233890533447265625		0.00000000000088817841970012523233890533447265625		
	164-165-166		0.0000000000000017763568394002504646778106689453125	0.00000000000044408920985006261616945266723828125		0.00000000000044408920985006261616945266723828125		
	167-168-169		0.00000000000000088817841970012523233890533447265625	0.000000000000222044604925031308084726333619140625		0.000000000000222044604925031308084726333619140625		
	170-171-172		0.00000000000000044408920985006261616945266723828125	0.0000000000001110223024625156440423631668095703125		0.0000000000001110223024625156440423631668095703125		
	173-174-175		0.000000000000000222044604925031308084726333619140625	0.00000000000005551115123125782202118158340478515625		0.00000000000005551115123125782202118158340478515625		
	176-177-178		0.0000000000000001110223024625156440423631668095703125	0.000000000000027755575615628911010590791702392828125		0.000000000000027755575615628911010590791702392828125		
	179-180-181		0.00000000000000005551115123125782202118158340478515625	0.00000000000001387778780781445550529539585119640625		0.00000000000001387778780781445550529539585119640625		
	182-183-184		0.000000000000000027755575615628911010590791702392828125	0.00000000000000693889390390722775264769792597578125		0.00000000000000693889390390722775264769792597578125		
	185-186-187		0.00000000000000001387778780781445550529539585119640625	0.000000000000003469446951953613876323848962987890625		0.000000000000003469446951953613876323848962987890625		
	188-189-190		0.00000000000000000693889390390722775264769792597578125	0.0000000000000017347234759768069381619244814939453125		0.0000000000000017347234759768069381619244814939453125		
	191-192-193		0.000000000000000003469446951953613876323848962987890625	0.000000000000000867361737988403468809622424797265625		0.000000000000000867361737988403468809622424797265625		
	194-195-196		0.0000000000000000017347234759768069381619244814939453125	0.0000000000000004336808689942017344048112123986328125		0.0000000000000004336808689942017344048112123986328125		
	197-198-199		0.000000000000000000867361737988403468809622424797265625	0.00000000000000021684043449710086720240560619931640625		0.00000000000000021684043449710086720240560619931640625		
	200-201-202		0.0000000000000000004336808689942017344048112123986328125	0.000000000000000108420217248550433601202803099658203125		0.000000000000000108420217248550433601202803099658203125		
	203-204-205		0.00000000000000000021684043449710086720240560619931640625	0.0000000000000000542101086242752168006014014549828125		0.0000000000000000542101086242752168006014014549828125		
	206-207-208		0.000000000000000000108420217248550433601202803099658203125	0.000000000000000027105054312137608400300700727490625		0.000000000000000027105054312137608400300700727490625		
	209-210-211		0.0000000000000000000542101086242752168006014014549828125	0.00000000000000001355252715606880420015035003637453125		0.00000000000000001355252715606880420015035003637453125		
	212-213-214		0.000000000000000000027105054312137608400300700727490625	0.000000000000000006776263578034402100075175001818715625		0.000000000000000006776263578034402100075175001818715625		
	215-216-217		0.00000000000000000001355252715606880420015035003637453125	0.000000000000000003388131789017201050037587500909378125		0.000000000000000003388131789017201050037587500909378125		
	218-219-220		0.000000000000000000006776263578034402100075175001818715625	0.00000000000000000169406589450860052500187875004546875		0.00000000000000000169406589450860052500187875004546875		
	221-222-223		0.000000000000000000003388131789017201050037587500909378125	0.0000000000000000008470329472543002625009393750022734375		0.0000000000000000008470329472543002625009393750022734375		
	224-225-226		0.00000000000000000000169406589450860052500187875004546875	0.000000000000000000423516473627150131250046968750113671875		0.000000000000000000423516473627150131250046968750113671875		
	227-228-229		0.0000000000000000000008470329472543002625009393750022734375	0.000000000000000000211758236813575065625002348437500568359375		0.0000000000		

๒. เอกสารสนับสนุน

๒.๑ Standard Method for the Examination of Water and Wastewater

๒๔rd Edition : Part ๓๐๓๐ E. or Part ๓๑๒๐ B.



3120 METALS BY PLASMA EMISSION SPECTROSCOPY	
Approved by Standard Methods Committee, 1999. Editorial revision, 2005.	
(3120) A. INTRODUCTION	
1. General Discussion	2. Wexler RH, Fassel VA. Inductively coupled plasma spectrometric excitation source. <i>Anal Chem</i> 1965;37(7):920-922.
Emission spectroscopy using inductively coupled plasma (ICP) was developed in the mid-1960s ^{1,2} as a rapid, sensitive, and convenient method for the determination of metals in water and wastewater samples. ^{3,4} Dissolved metals are determined in filtered and acidified samples. Total metals are determined after appropriate digestion. Care must be taken to ensure that potential interferences are dealt with, especially when dissolved solids exceed 1500 mg/L.	3. U.S. Environmental Protection Agency Method 200.7: Inductively coupled plasma atomic emission spectrometric method for trace element analysis of water and wastes. Methods for the Determination of Metals in Environmental Samples—Supplement 1. EPA 600/8-94-111, May 1994.
References	4. ASTM D1976-19. Standard test method of elements in water by inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy. In: <i>Annual Book of ASTM Standards</i> , Vol. 11.01, West Conshohocken (PA): ASTM International; 2019.
1. Greenfield S, Jones JL, Berry CT. High-pressure plasma spectroscopic emission sources. <i>Analyst</i> 1964;89(1064):713-720.	5. Fehman MJ, Bradford WL, eds. A Supplement to methods for the determination of inorganic substances in water and related industries; Rep. No. 82-272. Washington DC: U.S. Geological Survey; 1982.
	6. Garbarino JR, Taylor HE. Trace Analysis. Recent developments and applications of inductively coupled plasma emission spectroscopy to trace elemental analysis of water. Vol. 4. New York (NY); 1985.
(3120) B. INDUCTIVELY COUPLED PLASMA (ICP) METHOD	
1. General Discussion	using a photomultiplier tube. The monochromator uses a single exit slit and photomultiplier and may use a computer-controlled scanning mechanism to examine emission wave-lengths sequentially. The polychromator uses multiple fixed exit slits and corresponding photomultiplier tubes; it simultaneously monitors all configured wave-lengths using a computer-controlled readout system. The sequential approach provides greater wave-length selection while the simultaneous approach can provide greater sample throughput.

3120 B. Inductively Coupled Plasma (ICP) Method					
Table 3120.1. Suggested Wavelengths, Estimated Detection Levels, Alternate Wavelengths, Calibration Concentrations, and Upper Limits					
Element	Suggested Wavelength (nm)	Estimated Detection Level (µg/L)	Alternate Wavelength (nm)	Calibration Concentration mg/L	Upper Limit Concentration mg/L
Aluminum	308.22	40	217.32	10.0	100
Antimony	206.83	30	217.58	10.0	100
Arsenic	193.70	50	189.04	1.0	50
Barium	455.40	2	493.41	1.0	10
Beryllium	313.04	0.3	234.86	2.0	50
Boron	249.77	4	249.68	10.0	50
Calcium	228.50	4	214.44	10.0	100
Cadmium	317.93	10	318.99	5.0	50
Chromium	267.72	7	206.15	2.0	50
Cobalt	228.42	7	230.79	1.0	50
Copper	324.75	6	213.96	10.0	50
Iron	259.94	7	238.20	10.0	100
Lead	220.35	40	210.36	10.0	50
Lithium	670.78	48	279.55	10.0	100
Magnesium	279.08	30	279.55	2.0	50
Manganese	257.61	2	203.84	10.0	50
Molybdenum	202.03	8	221.65	2.0	100
Nickel	231.60	15	265.90	10.0	100
Potassium	766.49	100 ^a	203.99	5.0	100
Selenium	196.03	75	203.99	2.0	50
Silica (SiO ₂)	212.41	20	251.61	21.4	100
Silver	328.07	7	338.29	10.0	50
Sodium	589.00	308	589.59	1.0	50
Strontium	407.77	0.5	421.55	1.0	50
Thallium	190.86	40	377.57	10.0	100
Vanadium	292.40	8	210.36	1.0	50
Zinc	213.86	2	206.20	5.0	100

^a Other wavelengths may be substituted if they provide the needed sensitivity and are corrected for spectral interference.
^b Defines the top end of the effective calibration range. Do not extrapolate to concentrations beyond highest standard.
^c Available with vacuum or inert gas purged optical path.
^d Sensitive to operating conditions.

line region is useful for detecting potential spectral interferences and for selecting positions for background correction. Make corrections for residual spectral interference using empirically determined correction factors with the computer software supplied by the spectrometer manufacturer or with the calculation detailed below. The empirical correction method cannot be used with scanning spectrometer systems if the analytical and interfering lines cannot be precisely and reproducibly located. In addition, if using a polychromator, verify the absence of spectral interference from an element that could occur in a sample but for which there is no channel in the detector array. Do this by analyzing single-element solutions of 100 mg/L concentration and noting for each element channel the apparent concentration from the interfering substance that is greater than the element's instrument detection limit.

2) Nonspectral interferences

a) Physical interferences are effects associated with sample nebulization and transport processes. Changes in the physical properties of samples, such as viscosity and surface tension, can cause significant error. This usually occurs when samples containing more than 10% (by volume) acid or more than 1500 mg/L dissolved solids are analyzed using calibration standards containing 5% acid. Whenever a new or unusual sample matrix is encountered, use the test described in 3120 B.4g. If physical interference is present, compensate for it by sample dilution, by

using matrix-matched calibration standards, or by applying the method of standard addition (see 3120 B.5d).
 High dissolved solids content also can contribute to instrumental drift by causing salt buildup at the tip of the nebulizer gas inlet. Using prehumidified argon for sample nebulization helps to prevent this problem. Better control of the argon flow rate to the nebulizer using a mass flow controller improves instrument performance.
 b) Chemical interferences are caused by molecular compound formation, ionization effects, and thermodynamic effects associated with sample vaporization and atomization in the plasma. Normally these effects are not pronounced and can be minimized by careful selection of operating conditions (incident power, plasma observation position, etc.). Chemical interferences are highly dependent on sample matrix and element of interest. With physical interferences, compensate for them by using matrix-matched standards or by standard addition (3120 B.5d). To determine the presence of chemical interference, follow instructions in 3120 B.4g.
 d. Quality control (QC): The QC practices considered to be an integral part of each method can be found in Section 3020.
 2. Apparatus
 a. ICP source: The ICP source consists of a radio frequency (RF) generator capable of generating at least 1.1 kW of power.

3120 METALS IN WATER AND WASTEWATER: Metals by Plasma Emission Spectroscopy

torch, Tesla coil, load coil, impedance matching network, nebulizer, spray chamber, and drain. High-quality flow regulators are required for both the nebulizer argon and the plasma support gas flow. A peristaltic pump is recommended to regulate sample flow to the nebulizer. The type of nebulizer and spray chamber used may depend on the samples to be analyzed as well as on the equipment manufacturer. In general, pneumatic nebulizers of the concentric or cross-flow design are used. Viscous samples and samples containing particulates or high dissolved solids content (>500 mg/L) may require nebulizers of the Babington type.³

b. Spectrometer: The spectrometer may be of the simultaneous (polychromator) or sequential (monochromator) type with a single exit slit and photomultiplier. A spectral bandwidth of 0.05 nm or less is required. The instrument must permit examination of the spectral background surrounding the emission lines used for metals determination. It is necessary to be able to measure and correct for spectral background at one or more positions on either side of the analytical lines.

3. Reagents and Standards

Use reagents that are of ultra-high-purity grade or equivalent. Redistilled acids are acceptable. Except as noted, dry all salts at 105 °C for 1 h and store in a desiccator before weighing. Use deionized water prepared by passing water through at least two stages of deionization with mixed bed cation/anion exchange resins.⁴ Use deionized water for preparing all calibration standards, reagents, and for dilution.

- Hydrochloric acid (HCl), conc and 1 + 1.
- Nitric acid (HNO₃), conc.
- Nitric acid (HNO₃), 1 + 1: Add 500 mL conc HNO₃ to 400 mL water and dilute to 1 L.
- Standard stock solutions: See Sections 3111 B.3, 3111 D.3, and 3114 B.3. Caution: Many metal salts are extremely toxic and may be fatal if swallowed. Wash hands thoroughly after handling.

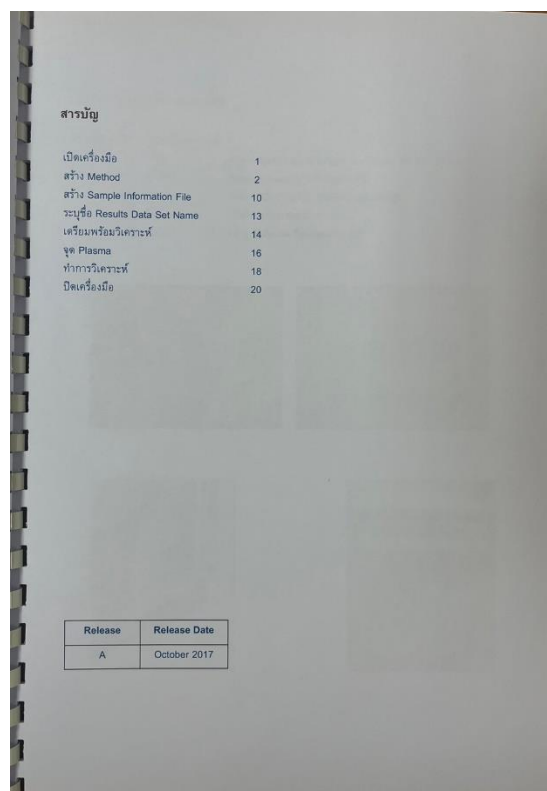
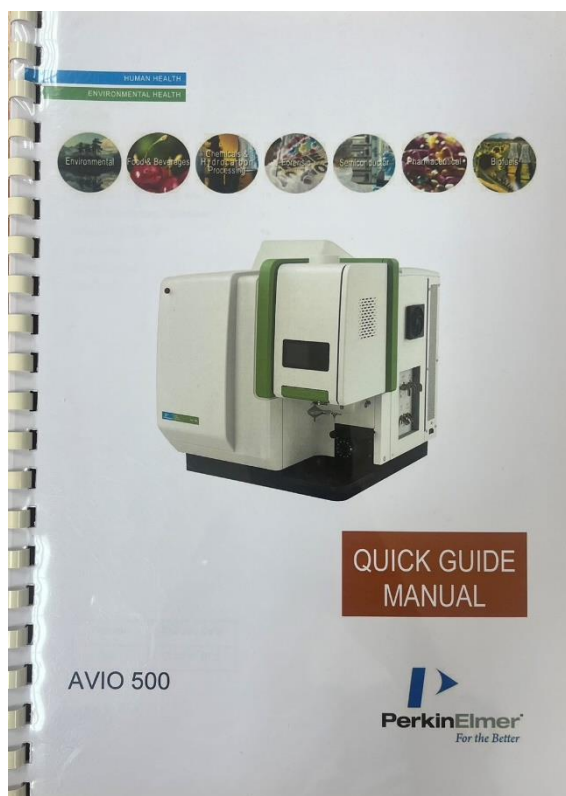
- Aluminum—See Section 3111 D.3.k1.
- Antimony—See Section 3111 B.3.j1.
- Arsenic—See Section 3114 B.3.k1.
- Barium—See Section 3111 D.3.k2.
- Beryllium—See Section 3111 D.3.k3.
- Boron—Do not dry but keep bottle tightly stoppered and store in a desiccator. Dissolve 0.5716 g anhydrous H₃BO₃ in water and dilute to 1000 mL; 1 mL = 100 µg B.
- Cadmium—See Section 3111 B.3.j3.
- Calcium—See Section 3111 B.3.j4.
- Chromium—See Section 3111 B.3.j6.
- Cobalt—See Section 3111 B.3.j7.
- Copper—See Section 3111 B.3.j8.
- Iron—See Section 3111 B.3.j11.
- Lead—See Section 3111 B.3.j12.
- Lithium—See Section 3111 B.3.j13.
- Magnesium—See Section 3111 B.3.j14.
- Manganese—See Section 3111 B.3.j15.
- Molybdenum—See Section 3111 D.3.k5.
- Nickel—See Section 3111 B.3.j16.
- Potassium—See Section 3111 B.3.j19.
- Selenium—See Section 3114 B.3.k1.
- Silica—See Section 3111 D.3.k8.
- Silver—See Section 3111 B.3.j22.

- Sodium—See Section 3111 B.3.j23.
- Strontium—See Section 3111 B.3.j24.
- Thallium—See Section 3111 B.3.j25.
- Vanadium—See Section 3111 D.3.k11.
- Zinc—See Section 3111 B.3.j27.
- Calibration standards: Prepare mixed calibration standards containing the concentrations shown in Table 3120.1 by combining appropriate volumes of the stock solutions in 100-mL volumetric flasks. Add 2 mL 1 + 1 HNO₃ and 10 mL 1 + 1 HCl and dilute to 100 mL with water. Before preparing mixed standards, analyze each stock solution separately to determine possible spectral interference or the presence of impurities. When preparing mixed standards take care that the elements are compatible and stable. Store mixed standard solutions in a FEP fluorocarbon or unlined polyethylene bottle. Verify calibration standards initially using the quality control standard; monitor weekly for stability. The following are recommended combinations using the suggested analytical lines in Table 3120.1. Alternative combinations are acceptable.
 - Mixed standard solution I—Manganese, beryllium, cadmium, lead, selenium, and zinc.
 - Mixed standard solution II—Barium, copper, iron, vanadium, and cobalt.
 - Mixed standard solution III—Molybdenum, silica, arsenic, strontium, and lithium.
 - Mixed standard solution IV—Calcium, sodium, potassium, aluminum, chromium, and nickel.
 - Mixed standard solution V—Antimony, boron, magnesium, silver, and thallium. If addition of silver results in an initial precipitation, add 15 mL water and warm flask until solution clears. Cool and dilute to 100 mL with water. For this acid combination limit the silver concentration to 2 mg/L. Under these conditions, silver is stable in a tap water matrix for 30 d. Higher concentrations of silver require additional HCl.
- Calibration blank: Dilute 2 mL 1 + 1 HNO₃ and 10 mL 1 + 1 HCl to 100 mL with water. Prepare a sufficient quantity to be used to flush the system between standards and samples.
- Method blank: Carry a reagent blank through entire sample preparation procedure. Prepare method blank to contain the same acid types and concentrations as the sample solutions.
- Instrument check standard: Prepare instrument check standards by combining compatible elements at a concentration of 2 mg/L.
- Instrument quality control sample: Obtain a certified aqueous reference standard from an outside source and prepare according to instructions provided by the supplier. Use the same acid matrix as the calibration standards.
- Method quality control sample: Carry the instrument quality control sample (¶ i above) through the entire sample preparation procedure.
- Argon: Use technical or welder's grade. If gas appears to be a source of problems, use prepurified grade.

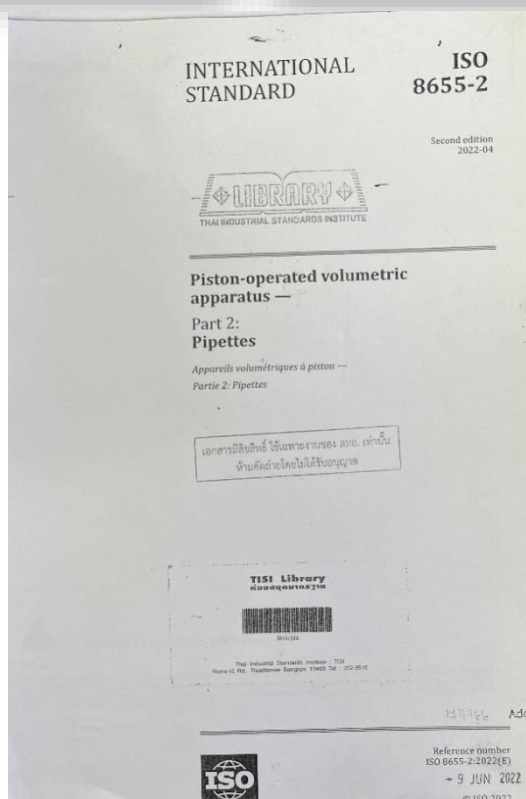
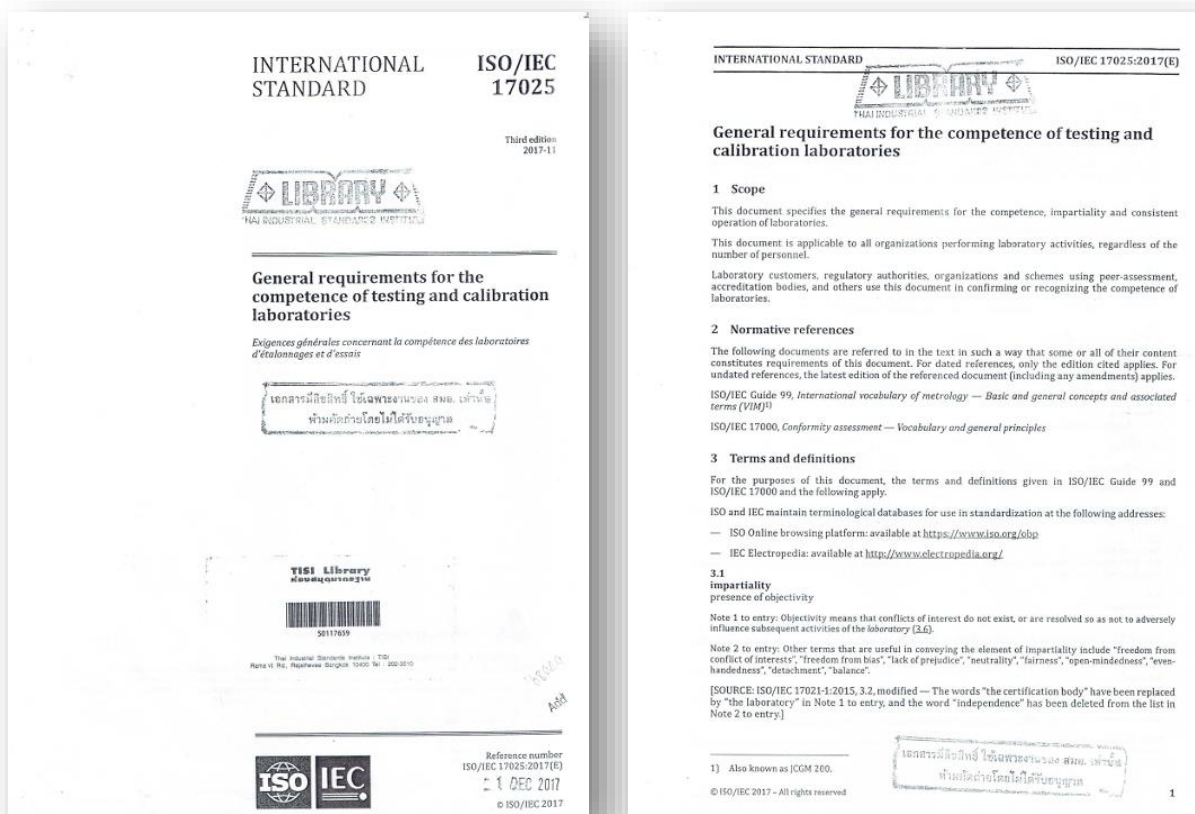
4. Procedure

- Sample preparation: See Section 3030 F.
- Operating conditions: Because of differences among makes and models of satisfactory instruments, no detailed operating instructions can be provided. Follow manufacturer's instructions. Establish instrumental detection limit, precision, optimum background correction positions, linear dynamic range, and interferences.

๒.๒ คู่มือการใช้งานเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง



๒.๓ ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบ (General requirements for the competence of testing and calibration laboratories)



มติที่ประชุม : รับทราบ

ตัวชี้วัดที่ ๓.๓๕	ระดับความสำเร็จของการพัฒนาวิธีการตรวจหาเชื้อ <i>Legionella</i> spp. ในตัวอย่างน้ำ
	กลุ่มงานรับผิดชอบหลัก : กลุ่มงานจุลชีววิทยา

► รายงานผลการดำเนินงานประจำเดือนมีนาคม ๒๕๖๗

ผลการดำเนินงาน	หลักฐาน
๑. จัดทำเอกสารและรายงานผลการดำเนินงานและนำขึ้นเว็บไซต์ของหน่วยงานและนำขึ้นในระบบ DOC๔.๐ ดังนี้	
๑.๑ รายงานผลการวิเคราะห์สถานการณ์การดำเนินงานตัวชี้วัด (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๘๖๒&mid=๓๘๕๕๘&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๙
๑.๒ รายงานผลการวิเคราะห์ผู้รับบริการและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของตัวชี้วัด (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๘๐๗&mid=๓๘๕๕๘&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๙
๑.๓ มาตรการขับเคลื่อนตัวชี้วัด (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๗๖๖&mid=๓๘๕๕๘&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๙
๑.๔ แผนการขับเคลื่อนการดำเนินงานตัวชี้วัด (รอบ ๕ เดือนหลัง)	https://phld.anamai.moph.go.th/th/cer-๖๗/download?id=๑๑๘๗๖๗&mid=๓๘๕๕๘&mkey=m_document&lang=th&did=๓๔๐๕๙

รายงานผลการดำเนินงานตามแผน

กิจกรรมที่ ๖ : ดำเนินการทางห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี (Validate Method)
ตาม ISO ๑๖๑๔๐ - ๒ : การทดสอบความไวของวิธี (Sensitivity)

การทดสอบความไวของวิธี (Sensitivity) เป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างวิธีอ้างอิงและวิธีทางเลือกว่ามีค่าความไว (sensitivity) ที่แตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

๗. การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างทดสอบ/จำนวนตัวอย่าง

- ๑.๓) กลุ่มตัวอย่าง ตัวอย่างที่ผู้วิจัยดำเนินการศึกษา คือ กลุ่มตัวอย่างน้ำ (categories) ประกอบด้วยตัวอย่าง ๓ ประเภท (types) ได้แก่
- ตัวอย่างน้ำจากฝักบัวอาบน้ำ
 - ตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ
 - ตัวอย่างจากน้ำพุประดับอาคาร

โดยนำตัวอย่างแต่ละประเภทมาทดสอบเบื้องต้นเพื่อตรวจหาเชื้อ *Legionella* spp. ผลไม่พบเชื้อ ทำให้ไม่สามารถหาตัวอย่างที่ปนเปื้อนจุลินทรีย์ตามธรรมชาติได้ (naturally contaminated samples) ในงานวิจัยครั้งนี้จึงใช้เป็นตัวอย่างที่มีการเติมเชื้อแทน (artificially contaminated samples)

- ๑.๔) จำนวนตัวอย่าง การทดสอบตัวอย่างแต่ละประเภท (types) ทำการทดสอบประเภทละ ๒๐ ตัวอย่าง รวมเป็น ๖๐ ตัวอย่าง

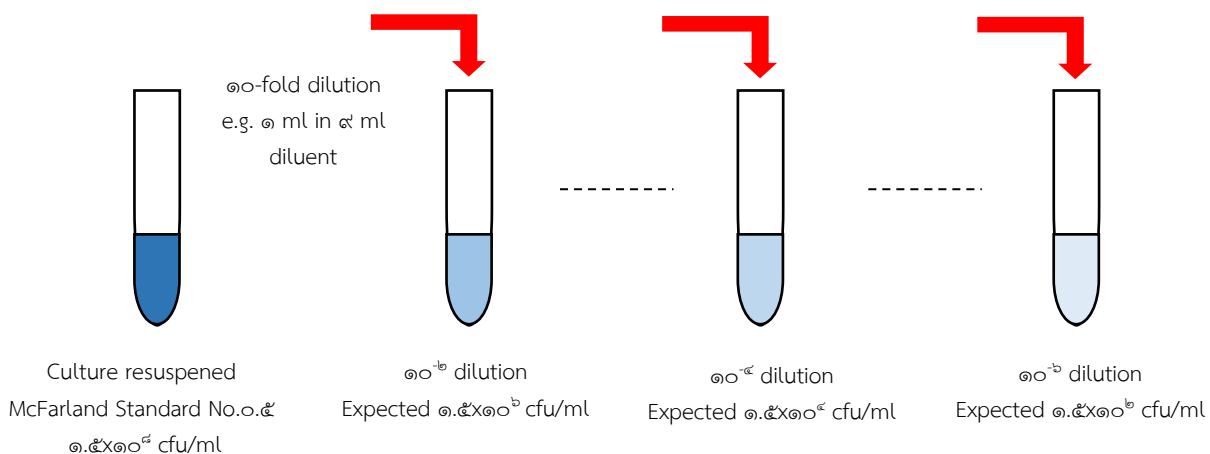
๘. การเตรียมตัวอย่างให้ปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ (artificially contaminated samples) โดยวิธี Spiking สำหรับการทดสอบความไว (Sensitivity)

- ๒.๔) การเตรียมตัวอย่างทดสอบ ในการศึกษาความไว (Sensitivity) ตัวอย่างทดสอบแต่ละประเภท ต้องพบสัดส่วนของผลบวก (fractional positive result) อยู่ในช่วง ๒๕-๗๕% ของตัวอย่างแต่ละประเภท (ตัวอย่างที่ทดสอบไม่ควรให้ผลบวกทั้งหมด หรือผลลบทั้งหมด) ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ คือ ๒๕๐ มิลลิลิตรต่อ test portion โดยจำนวนตัวอย่างที่ต้องเตรียม แสดงดังตารางที่ ๑
- ตารางที่ ๑ แสดงประเภทตัวอย่าง จำนวนตัวอย่าง และปริมาณเชื้อสำหรับเติมในตัวอย่าง สำหรับการศึกษาความไว (Sensitivity)

ประเภทตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อที่เติม	เชื้อที่เติม
น้ำจากฝักบัวอาบน้ำ	๕	ไม่เติมเชื้อ (๐ cfu/ml)	<i>L. pneumophila</i> (DMST ๑๒๘๐๐)
	๕	ต่ำ (๑๐ ^๒ cfu/ml)	
	๕	กลาง (๑๐ ^๔ cfu/ml)	
	๕	สูง (๑๐ ^๖ cfu/ml)	
น้ำจากก๊อกน้ำ	๕	ไม่เติมเชื้อ (๐ cfu/ml)	<i>L. pneumophila</i> (DMST ๑๒๘๐๐)
	๕	ต่ำ (๑๐ ^๒ cfu/ml)	
	๕	กลาง (๑๐ ^๔ cfu/ml)	
	๕	สูง (๑๐ ^๖ cfu/ml)	
น้ำพุระดับอาคาร	๕	ไม่เติมเชื้อ (๐ cfu/ml)	<i>L. pneumophila</i> (DMST ๑๒๘๐๐)
	๕	ต่ำ (๑๐ ^๒ cfu/ml)	
	๕	กลาง (๑๐ ^๔ cfu/ml)	
	๕	สูง (๑๐ ^๖ cfu/ml)	

๒.๕) การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์อ้างอิงตั้งต้น

- ๒.๒.๖) นำเชื้อ *L. pneumophila* (DMST ๑๒๘๐๐) จาก stock culture มาเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ buffered charcoal yeast extract agar (BCYE agar) ที่มีส่วนประกอบของ L-cysteine นำไปบ่มที่อุณหภูมิ ๓๕ ± ๑ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓-๗ วัน
- ๒.๒.๗) นำโคโลนีเชื้อ *L. pneumophila* ละลาย (resuspended) ในสารละลายบัฟเฟอร์ โดยปรับความขุ่นให้เทียบเท่ากับ McFarland Standard No.๐.๕ ซึ่งจะมีเชื้อประมาณ ๑.๕ x ๑๐^๘ cfu/ml
- ๒.๒.๘) ทำการเจือจางเชื้อแบบ serial ๑๐-fold dilution ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ จนถึงระดับความเข้มข้น ๑๐^๒ cfu/ml ดังภาพที่ ๑
- ๒.๒.๙) ทำการนับปริมาณเชื้อในช่วงการเจือจาง ด้วยเทคนิค spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ BCYE agar บ่มที่อุณหภูมิ ๓๕ ± ๑ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓-๗ วัน
- ๒.๒.๑๐) นับจำนวนโคโลนีบน BCYE agar plate จะทราบปริมาณเชื้อตั้งต้นจริง (cfu/ml) ที่เติมลงในตัวอย่างทดสอบ



ภาพที่ ๑ การเจือจางเชื้อจุลินทรีย์อ้างอิงตั้งต้น สำหรับศึกษาความไว (Sensitivity)

๒.๖) การเติมเชื้อจุลินทรีย์อ้างอิงในตัวอย่างทดสอบ (Spike sample)

เตรียมตัวอย่างเป็น ๓ กลุ่ม ดังนี้

๒.๓.๔) การเตรียมตัวอย่างน้ำจากฝักบัวอาบน้ำ ทั้งหมด ๒๐ ตัวอย่าง ประกอบด้วย

- ตัวอย่างน้ำจากฝักบัวอาบน้ำ ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
ไม่เติมเชื้อ (๐ cfu/ml)
- ตัวอย่างน้ำจากฝักบัวอาบน้ำ ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับต่ำ (1.5×10^2 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร
- ตัวอย่างน้ำจากฝักบัวอาบน้ำ ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับกลาง (1.5×10^4 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร
- ตัวอย่างน้ำจากฝักบัวอาบน้ำ ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับสูง (1.5×10^6 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร

๒.๓.๕) การเตรียมตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ ทั้งหมด ๒๐ ตัวอย่าง ประกอบด้วย

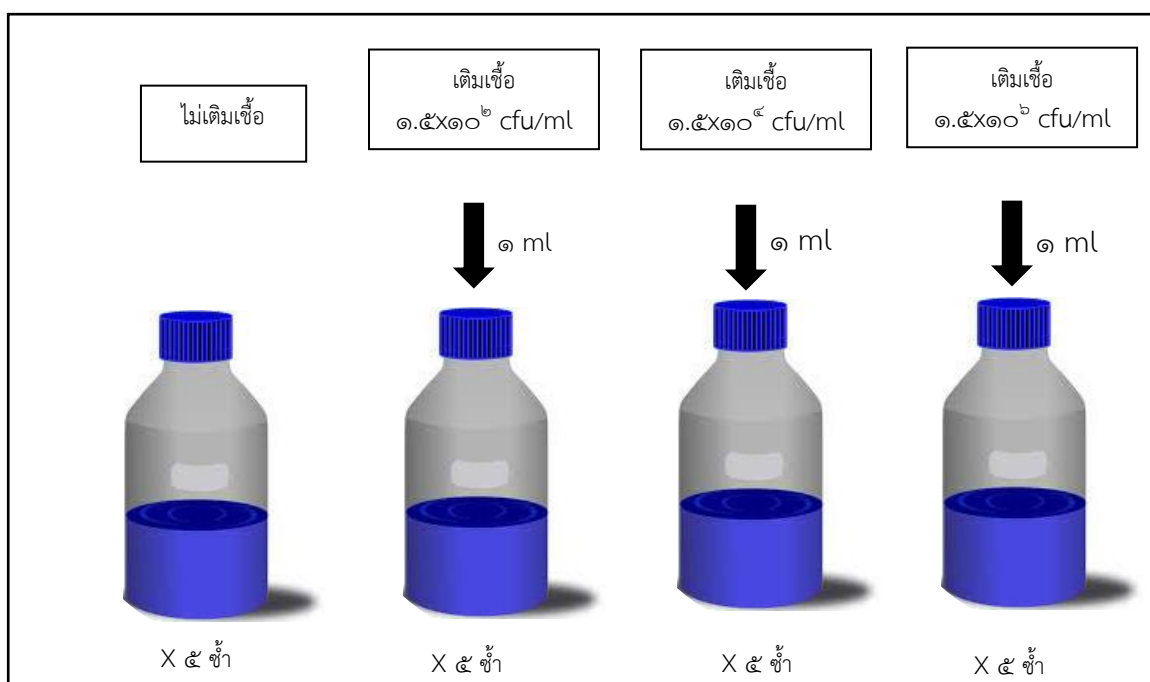
- ตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
ไม่เติมเชื้อ (๐ cfu/ml)
- ตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับต่ำ (1.5×10^2 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร
- ตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับกลาง (1.5×10^4 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร
- ตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับสูง (1.5×10^6 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร

๒.๓.๖) การเตรียมตัวอย่างน้ำพุประดับอาคาร ทั้งหมด ๒๐ ตัวอย่าง ประกอบด้วย

- ตัวอย่างน้ำพุประดับอาคาร ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด

ไม่เติมเชื้อ (0 cfu/ml)

- ตัวอย่างน้ำพุระดับอาคาร ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับต่ำ (1.5×10^2 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร
- ตัวอย่างน้ำพุระดับอาคาร ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับกลาง (1.5×10^4 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร
- ตัวอย่างน้ำพุระดับอาคาร ปริมาตร ๒๕๐ มิลลิลิตร จำนวน ๕ ขวด
เติมเชื้อระดับสูง (1.5×10^6 cfu/ml) ขวดละ ๑ มิลลิลิตร



ภาพที่ ๒ การเตรียมตัวอย่างที่เติมเชื้อ (Spike sample) สำหรับศึกษาความไว (Sensitivity)

๙. ขั้นตอนการทดสอบ

นำเชื้อจุลินทรีย์มาตรฐาน ตามปริมาณที่คาดหวังมาทดสอบด้วยวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ และวิธี Real-time PCR

๑๐. การแปลผลการทดสอบ

๔.๕) นำผลการทดสอบจากทั้ง ๒ วิธี วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ และวิธี Real-time PCR มาคำนวณ หาค่า Sensitivity ของวิธีทางเลือก (SE_{alt}), Sensitivity ของวิธีอ้างอิง (SE_{ref}), Relative trueness (RT), False positive ratio ของวิธีทางเลือก (FPR)

๔.๖) แปลผลการทดสอบของแต่ละตัวอย่าง ดังตารางที่ ๒

ตารางที่ ๒ การแปลผลการทดสอบจากวิธีอ้างอิงและวิธีทางเลือก

วิธีทดสอบ	วิธีอ้างอิง (วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ) +	วิธีอ้างอิง (วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ) -
วิธีทางเลือก (Real-time PCR) +	+ / + (PA)	- / + (PD)
วิธีทางเลือก (Real-time PCR) -	+ / - (ND)	- / - (NA)

หมายเหตุ

- Positive Agreement (PA) คือ ตัวอย่างที่ให้ผลบวกทั้งวิธีทางเลือก (+) และวิธีอ้างอิง (+)
- Negative Deviation (ND) คือ ตัวอย่างที่ให้ผลลบด้วยวิธีทางเลือก (-)

แต่ให้ผลบวกด้วยวิธีอ้างอิง (+)

- Positive Deviation (PD) คือ ตัวอย่างที่ให้ผลบวกด้วยวิธีทางเลือก (+)

แต่ให้ผลลบด้วยวิธีอ้างอิง (-)

- Negative Agreement (NA) คือ ตัวอย่างที่ให้ผลลบทั้งวิธีทางเลือก (-) และวิธีอ้างอิง (-)

๔.๗) จากข้อมูลสรุปการแปลผลการทดสอบในตาราง นำข้อมูลมาคำนวณหาค่าต่อไปนี้

$$\text{- Sensitivity ของวิธีทางเลือก (SE}_{alt}) = \frac{PA+PD}{PA+ND+PC} \times 100$$

$$\text{- Sensitivity ของวิธีอ้างอิง (SE}_{ref}) = \frac{PA+ND}{PA+ND+PD} \times 100$$

$$\text{- Relative trueness (RT)} = \frac{PA+NA}{NA+PA+PD+NC} \times 100$$

$$\text{- False positive ratio (FPR) ของวิธีทางเลือก} = \frac{PD}{NA} \times 100$$

$$\text{- Positive predictive value (PPV)} = \frac{PA}{PA+PD} \times 100$$

$$\text{- Negative predictive value (NPV)} = \frac{NA}{NA+ND} \times 100$$

๔.๘) ตัดสินผลการทดสอบของวิธีทางเลือก โดยคำนวณความแตกต่างระหว่าง (ND-PD) และคำนวณผลรวมของ (ND+PD) แล้วนำค่าที่คำนวณได้ ไปตรวจสอบว่าอยู่ในช่วงของขีดจำกัดการยอมรับ (Acceptability Limit; AL) หรือไม่ หากผลการคำนวณอยู่ในช่วงขีดจำกัดการยอมรับ แสดงว่าวิธีทางเลือกผ่านเกณฑ์การยอมรับ

ตารางที่ ๓ การตัดสินผลการทดสอบของวิธีทางเลือก

จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (categories)	(ND – PD)	(ND + PD)
๑	๓	๖

หมายเหตุ

ND = จำนวนตัวอย่างที่ให้ผล Negative Deviation
(ให้ผลลบด้วยวิธีทางเลือก แต่ให้ผลบวกด้วยวิธีมาตรฐาน)

PD = จำนวนตัวอย่างที่ให้ผล Positive Deviation
(ให้ผลบวกด้วยวิธีทางเลือก แต่ให้ผลลบด้วยวิธีมาตรฐาน)

๑๑. ผลการศึกษาความไว (Sensitivity)

เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ และวิธี Real - time PCR ว่ามีค่าความไว (sensitivity) ที่แตกต่างกันหรือไม่ ทำการทดสอบในกลุ่มตัวอย่างน้ำ โดยเลือกตัวแทนจากตัวอย่างน้ำ ๓ ประเภท ได้แก่ ตัวอย่างน้ำจากฝักบัวอาบน้ำ, ตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ, ตัวอย่างน้ำจากน้ำพุ

ระดับอาคาร ประเภทละ ๒๐ ตัวอย่าง และใช้เป็นตัวอย่างที่มีการเติมเชื้อ (artificially contaminated samples) ดำเนินการทดสอบตามขั้นตอน/สภาวะที่ระบุไว้ในขั้นตอนการตรวจหาเชื้อ *Legionella* spp. ทางห้องปฏิบัติการ ผลการทดสอบของตัวอย่าง แต่ละประเภทแสดงดังตารางที่ ๔, ๕ และ ๖

ตารางที่ ๔ ผลการทดสอบและการแปลผลของตัวอย่างน้ำจากฝักบัวอาบน้ำ

ปริมาณเชื้อที่เติม (cfu/Test portion)	ผลการทดสอบ		การแปลผล
	วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ	Real-time PCR	
๐ cfu	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
๕.๑ x ๑๐ ^๒ cfu	Not detect	Not detect	NA
	Detect	Detect	PA
	Not detect	Not detect	NA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
๔.๖ x ๑๐ ^๔ cfu	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
๔.๐ x ๑๐ ^๖ cfu	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA

ตารางที่ ๕ ผลการทดสอบและการแปลผลของตัวอย่างน้ำจากก๊อกน้ำ

ปริมาณเชื้อที่เติม (cfu/Test portion)	ผลการทดสอบ		การแปลผล
	วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ	Real-time PCR	
๐ cfu	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA

ปริมาณเชื้อที่เติม (cfu/Test portion)	ผลการทดสอบ		การแปลผล
	วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ	Real-time PCR	
๕.๑ x ๑๐ ^๒ cfu	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
๔.๖ x ๑๐ ^๔ cfu	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
๔.๐ x ๑๐ ^๖ cfu	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA

ตารางที่ ๖ ผลการทดสอบและการแปลผลของตัวอย่างน้ำจากน้ำพุระดับอาคาร

ปริมาณเชื้อที่เติม (cfu/Test portion)	ผลการทดสอบ		การแปลผล
	วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ	Real-time PCR	
๐ cfu	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
๕.๑ x ๑๐ ^๒ cfu	Not detect	Not detect	NA
	Not detect	Not detect	NA
	Detect	Detect	PA
	Not detect	Detect	PD
	Detect	Detect	PA
๔.๖ x ๑๐ ^๔ cfu	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
๔.๐ x ๑๐ ^๖ cfu	Detect	Detect	PA

ปริมาณเชื้อที่เติม (cfu/Test portion)	ผลการทดสอบ		การแปลผล
	วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ	Real-time PCR	
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA
	Detect	Detect	PA

สรุปผลการเปรียบเทียบการตรวจหาเชื้อ *Legionella* spp. ด้วยวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ และวิธี Real-time PCR ในตัวอย่างน้ำ จำนวนรวม ๖๐ ตัวอย่าง และคำนวณหาค่า Sensitivity ของวิธี Real-time PCR (SE_{alt}), Sensitivity ของวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ (SE_{ref}), ค่าความถูกต้อง (Relative trueness), False positive ratio ของวิธี Real-time PCR (FPR), ค่าทำนายผลบวก (Positive predictive value : PPV) และค่าทำนายผลลบ (Negative predictive value : NPV) แสดงดังตารางที่ ๗

ตารางที่ ๗ สรุปผลการศึกษาความไว (Sensitivity)

Method		วิธี Real-time PCR		SE_{alt}	SE_{ref}	RT	FPR	PPV	NPV
		ผลบวก	ผลลบ						
วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ	ผลบวก	PA = ๓๘	ND = ๐	๑๐๐ %	๙๗.๔๔ %	๙๘.๓๓ %	๔.๗๖ %	๙๗.๔๔ %	๑๐๐ %
	ผลลบ	PD = ๑	NA = ๒๑						

จากผลการทดสอบพบว่ามีความไว (Sensitivity) ของวิธี Real-time PCR (SE_{alt}) ร้อยละ ๑๐๐, ค่าความไว (Sensitivity) ของวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ (SE_{ref}) ร้อยละ ๙๗.๔๔, ค่าความถูกต้องสัมพัทธ์ (Relative trueness) ร้อยละ ๙๘.๓๓ มีค่า False positive ratio ของวิธี Real-time PCR (FPR) ร้อยละ ๔.๗๖, ค่าทำนายผลบวก (Positive predictive value : PPV) ร้อยละ ๙๗.๔๔ และค่าทำนายผลลบ (Negative predictive value : NPV) ร้อยละ ๑๐๐

เมื่อคำนวณค่าความแตกต่างระหว่าง (ND-PD) และคำนวณผลรวมของ (ND+PD) ที่ได้จากการทดสอบ นำไปเทียบกับช่วงของขีดจำกัดการยอมรับ (Acceptability Limit; AL) พบว่าผลการทดสอบอยู่ในช่วงของขีดจำกัดการยอมรับ แสดงว่าวิธี Real-time PCR มีความไว (sensitivity) ไม่แตกต่างจากวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ แสดงดังตารางที่ ๘

ตารางที่ ๘ ขีดจำกัดการยอมรับ (Acceptability Limit; AL) ของการศึกษาความไว (Sensitivity)

จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (categories)	ขีดจำกัดการยอมรับ		ผลการทดสอบ	
	(ND – PD)	(ND + PD)	(ND – PD)	(ND + PD)
๑	๓	๖	๑	๑

๑๒. สรุปผลการศึกษาความจำเพาะ (specificity) ของวิธี Real-time PCR

จากผลการตรวจสอบความถูกต้องของวิธี Real-time PCR ที่พัฒนาขึ้น เพื่อตรวจหาเชื้อ *Legionella* spp. พบว่ามีความถูกต้องสัมพัทธ์ (Relative trueness) ร้อยละ ๙๘.๓๓ มีความไว (Sensitivity) ร้อยละ ๑๐๐ ซึ่งมากกว่าวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อที่เป็นวิธีมาตรฐาน (ค่าความไวของวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ ร้อยละ ๙๗.๔๔) รวมทั้งมีค่า False positive ratio ของวิธี Real-time PCR (FPR) ร้อยละ ๔.๗๖ เนื่องจาก

ผลการทดสอบตัวอย่างน้ำประเภบน้ำพุระดับอาคาร จำนวน ๑ ตัวอย่าง ให้ผลการตรวจด้วยวิธี Real-time PCR เป็นผลบวก แต่วิธีเพาะเลี้ยงเชื้อให้ผลเป็นลบ กรณีนี้อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากตัวอย่างน้ำพุมีการปนเปื้อนของเชื้ออื่นๆ จำนวนมาก ซึ่งอาจรบกวนการเจริญของเชื้อ *Legionella* spp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ในกรณีที่มีปริมาณเชื้อ *Legionella* spp. น้อยๆ นอกจากนี้เชื้อที่ตรวจพบอาจเป็น uncultured *Legionella* หรือ non culturable but viable *Legionella* โดยในตัวอย่างน้ำมีเชื้อ *Legionella* spp. ปนเปื้อนอยู่ แต่อาจเป็นเชื้อที่เพาะเลี้ยงไม่ได้บนอาหารเลี้ยงเชื้อ หรืออาจเป็นเชื้อที่ตายแล้ว ทำให้สามารถตรวจพบได้เฉพาะวิธี Real-time PCR เนื่องจากการตรวจหาสารพันธุกรรมของเชื้อ ผลการศึกษาจึงแสดงว่าวิธี Real-time PCR มีความไวมากกว่าวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ

มติที่ประชุม : รับทราบ

ปิดประชุม เวลา ๑๔.๓๐ น.

นางสาวหทัยรัตน์ เจียมทรัพย์ ตำแหน่งนักวิเคราะห์นโยบายและแผน

ผู้สรุปรายงานการประชุม

นางสาววาสนา คงสุข ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ

ผู้ตรวจรายงานการประชุม