

การจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์และสาธารณสุข มีความสำคัญต่อการวินิจฉัยโรคและตรวจสอบมาตรฐาน สิ่งส่งตรวจทั้งที่มาจากมนุษย์และสัตว์ โดยเฉพาะปัจจุบันมีปัญหาสาธารณสุขจากโรคติดต่อต่างๆ ประกอบกับการดื้อยาต้านจุลชีพ เพื่อการวินิจฉัย การเฝ้าระวัง การควบคุม และลดภัยอันจะมีต่อระบบสุขภาพของทั้งมนุษย์และสัตว์ และปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงเสนอการจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ ที่ครอบคลุมกฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ ระดับห้องปฏิบัติการ หลักการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ โครงสร้างพื้นฐานของห้องปฏิบัติการ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ การจำแนกจุลชีพก่อโรคตามกลุ่มเสี่ยง การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ การบริหารจัดการสิ่งส่งตรวจ พร้อมมีรายละเอียดเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการอาหาร และโครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัย ห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย Enhancement of Safety Practice in Research Laboratory in Thailand (ESPREL) เนื่องจากระบบบริหารจัดการความมั่นคงและความปลอดภัยห้องปฏิบัติการควรประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ นโยบายความปลอดภัย แผนบริหารจัดการความปลอดภัย การมอบหมายหน้าที่ความรับผิดชอบ การฝึกอบรม ดังนั้นการมีองค์ความรู้ย่อมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติ ต่อไป

1. กฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ

1.1 กฎหมายควบคุมอาคาร ทั้งของระดับท้องถิ่นและประเทศ เช่น ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง กำหนดบริเวณห้ามก่อสร้าง ดัดแปลง หรือเปลี่ยนการใช้อาคารบางชนิดหรือบางประเภท ในพื้นที่บางส่วนของท้องที่จังหวัดขอนแก่น ประกาศ ณ วันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2560 หรือ กฎกระทรวง ฉบับที่ 68 (พ.ศ. 2563) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 หรือพระราชบัญญัติ ควบคุมอาคาร (ฉบับที่ 5) พ.ศ. 2558 เป็นต้น

1.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในห้องปฏิบัติการ

1.2.1 กฎหมายเกี่ยวกับด้านชีวอนามัยและความปลอดภัย เช่น พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554 เนื่องจากในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีเครื่องมือเครื่องจักร อุปกรณ์ สารเคมี และสารเคมีอันตรายมาใช้ในกระบวนการผลิต การก่อสร้าง และบริการ แต่ขาดการพัฒนาความรู้ความเข้าใจควบคู่กันไป ทำให้ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้แรงงานในด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัย สภาพแวดล้อมในการทำงาน และก่อให้เกิดอันตรายจากการทำงาน จนถึงแก่บาดเจ็บ พิการ สูญเสียสุขภาพ เสียชีวิต หรือเกิดโรคอันเนื่องมาจากการทำงานซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นและทวีความรุนแรงขึ้นด้วย ประกอบกับพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541 มีหลักการส่วนใหญ่เป็นเรื่องการคุ้มครองแรงงานทั่วไปและมีขอบเขตจำกัดไม่สามารถกำหนดกลไกและมาตรการบริหารงานความปลอดภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นเพื่อประโยชน์ในการวางมาตรการควบคุม กำกับ ดูแล และบริหารจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานอย่างเหมาะสม สำหรับป้องกัน สงวนรักษาทรัพยากรบุคคลอันเป็นกำลังสำคัญของชาติ สมควรมีกฎหมายว่าด้วยความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเป็นการเฉพาะ

1.2.2 กฎหมายที่เกี่ยวกับความปลอดภัยด้านสารเคมี เช่น กฎกระทรวง (พ.ศ. 2537) ที่ออกตามความในพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 และพระราชบัญญัติเครื่องมือแพทย์ (พ.ศ. 2551)

1.2.3 กฎหมายที่เกี่ยวกับความปลอดภัยด้านสารชีวภาพ เช่น พระราชบัญญัติเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ พ.ศ. 2558 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กระบวนการตรวจวินิจฉัยโรค หรือกระบวนการขึ้นสูตรผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ พ.ศ. 2560 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง รายการเชื้อโรคที่ประสงค์ควบคุมตามมาตรา 18 พ.ศ. 2560 และประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง พิษจากสัตว์ที่ประสงค์ควบคุมตามมาตรา 19 พ.ศ. 2560

1.2.4 กฎหมายที่เกี่ยวกับความปลอดภัยของสภาพแวดล้อม เช่น พระราชบัญญัติ ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2561 หรือ พระราชบัญญัติ การสาธารณสุข (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2560

1.3 มาตรฐานข้อแนะนำและแนวปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เกี่ยวข้องกับ แนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และคู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ

1.4 คู่มือมาตรฐานห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ทาง การแพทย์และสาธารณสุข

1.5 กฎหมายและมาตรฐาน ข้อแนะนำที่เกี่ยวข้องกับแนวปฏิบัติที่ดีของห้องปฏิบัติการและที่เกี่ยวข้องของหน่วยงานในต่างประเทศ

1.5.1 The world Health Organization (WHO) องค์การอนามัยโลก เป็นทบวงการชำนัญพิเศษของสหประชาชาติ ซึ่งรับผิดชอบการประสานงานด้านสาธารณสุขระหว่างประเทศ ก่อตั้งเมื่อ 7 เมษายน ค.ศ. 1948 มีสำนักงานใหญ่ตั้งอยู่ที่กรุงเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ และมีสำนักงานส่วนภูมิภาคตั้งอยู่อีกใน 6 เมือง ได้แก่เมืองบราซาวีล เมืองวอชิงตัน ดี.ซี. เมืองโคโร เมืองโคเปนเฮเกน เมืองนิวเดลี และเมืองมะนิลา

องค์การอนามัยโลก เพิ่งประกาศให้การระบาดของไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (novel coronavirus 2019, 2019-nCoV) เป็น “ภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขระหว่างประเทศ” (Public Health Emergency of International Concern หรือ PHEIC) หลังจากประชุมพิจารณาสถานการณ์ในวันที่ 30 มกราคม 2563 ณ สำนักงานใหญ่องค์การอนามัยโลก กรุงเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

ภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขระหว่างประเทศ (Public Health Emergency of International Concern หรือ PHEIC) หมายถึงเหตุการณ์ฉุกเฉินด้านสาธารณสุขที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อประเทศอื่น ๆ จากการแพร่ระบาดระหว่างประเทศและต้องอาศัยความร่วมมือจากนานาประเทศในการรับมือกับเหตุการณ์นั้น

การพิจารณาว่าเหตุการณ์ใดเป็น “ภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขระหว่างประเทศ” ต้องเป็นเหตุการณ์ที่เข้ากับเงื่อนไขอย่างน้อย 2 ใน 4 ข้อต่อไปนี้

1. เป็นเหตุการณ์ที่มีผลกระทบด้านสาธารณสุขที่รุนแรง

2. เป็นเหตุการณ์ที่ผิดปกติหรือไม่คาดคิดมาก่อน
3. มีความเสี่ยงสูงที่จะแพร่ระบาดข้ามประเทศได้
4. มีความเสี่ยงสูงที่จะต้องจำกัดการเดินทางหรือการค้าระหว่างประเทศ

เพื่อป้องกันควบคุมโรคและภัยสุขภาพที่ก่อให้เกิดหรืออาจก่อให้เกิด “ภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขระหว่างประเทศ” (PHEIC) อย่างมีประสิทธิภาพ องค์การอนามัยโลกได้ออก “กฎอนามัยระหว่างประเทศ” (International Health Regulations หรือ IHR) ซึ่งมีสถานะเป็นกฎหมายระหว่างประเทศ (Treaty) ที่ประเทศสมาชิกขององค์การอนามัยโลกทุกประเทศต้องปฏิบัติตาม เพื่อร่วมมือกันจัดการกับเหตุการณ์ที่มีศักยภาพในการแพร่ระบาดข้ามประเทศไปยังส่วนต่าง ๆ ของโลก โดยใช้วิธีจัดการให้มีผลกระทบต่อการเดินทางและการค้าขายระหว่างประเทศน้อยที่สุด

1.5.2 องค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) เป็นองค์กรระหว่างประเทศของกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว และยอมรับระบอบประชาธิปไตยและเศรษฐกิจการค้าเสรีในการร่วมกันและพัฒนาเศรษฐกิจของภูมิภาคยุโรปและโลก โดยมีประเทศที่พัฒนาแล้วที่ไม่ได้อยู่ในทวีปยุโรปเข้าเป็นสมาชิกด้วย ได้แก่ ออสเตรเลีย แคนาดา นิวซีแลนด์ สหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น

OECD ดำเนินกิจกรรมเพื่อความร่วมมือทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์เป็นส่วนใหญ่ โดยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของเหล่าบรรดาประเทศสมาชิกเกี่ยวกับเรื่องของปัญหา และการจัดการต่างในโลกยุคสมัยใหม่ ซึ่งเน้นไปทางด้านของเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิชาการรวมถึงปัญหาของสารเคมีที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และนอกจากนี้ยังเล็งเห็นเรื่องของความเสี่ยงเกี่ยวกับความไม่มั่นคงทางเศรษฐกิจและสังคมที่เกิดจากโลกสมัยใหม่

1.5.3 ศูนย์ควบคุมโรคติดต่อ (Centers for Disease Control and Prevention) ของสหรัฐอเมริกาทำงานอย่างใกล้ชิดกับกระทรวงสาธารณสุขของไทยมากกว่า 35 ปี ในการเสริมสร้างสมรรถภาพของหน่วยงานในไทยในการป้องกันและควบคุมโรคและลดพฤติกรรมที่เสี่ยงต่อการติดโรค งานหลักของศูนย์ฯ ในประเทศไทยและในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้คือ เอชไอวี/เอดส์ วัณโรคและโรคติดต่อชนิดใหม่ๆ เช่น ไข้หวัดสัตว์ปีก นอกจากนี้ ศูนย์ฯ ยังช่วยพัฒนาทักษะบุคลากรสาธารณสุขในด้านต่างๆ เช่น งานห้องปฏิบัติการ วิทยาการระบาดและวิทยาการจัดการ องค์การเพื่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจระหว่างประเทศของสหรัฐฯ เป็นคู่ความร่วมมือที่สำคัญในการทำงานด้านการควบคุมเอชไอวี/เอดส์ ศูนย์ฯ ทำงานร่วมกับสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ทหารเพื่อเพิ่มความเข้าใจและป้องกันการระบาดของโรคติดต่อใหม่ๆ และยังทำงานกับหน่วยงานความร่วมมืออื่นๆ เช่น องค์การระหว่างประเทศเพื่อการโยกย้ายถิ่นฐานในการตรวจสอบสุขภาพของผู้อพยพที่จะเดินทางไปอยู่สหรัฐอเมริกา

2. ระดับห้องปฏิบัติการ

การแบ่งระดับห้องปฏิบัติการตามบทบาทหน้าที่และขีดความสามารถในการตรวจวิเคราะห์

2.1 ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ทั่วไป สำหรับการเรียนการสอน

2.2 ห้องปฏิบัติการทางคลินิก (Clinical laboratory) ต้องได้รับรองระบบคุณภาพมาตรฐานต่างๆ และมีการปฏิบัติงานสอดคล้องตามคู่มือมาตรฐาน เช่น ห้องปฏิบัติการที่ตรวจสิ่งส่งตรวจโดยตรง หรือห้องปฏิบัติการที่ตรวจสิ่งส่งตรวจโดยตรงและการเพาะเชื้อ

2.3 ห้องปฏิบัติการอ้างอิงตรวจยืนยันเพื่อการรักษา (Referral laboratory) ต้องได้รับรองระบบคุณภาพมาตรฐานต่างๆ และมีการปฏิบัติงานสอดคล้องตามคู่มือมาตรฐาน เช่น ห้องปฏิบัติการระดับตติยภูมิ หรือห้องปฏิบัติการรับตรวจต่อ หรือห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลสังกัดมหาวิทยาลัย

2.4 ห้องปฏิบัติการอ้างอิงตรวจยืนยันเพื่อสอบสวนโรค (Referral laboratory or Subnational laboratory) ต้องได้รับรองระบบคุณภาพมาตรฐานต่างๆ และมีการปฏิบัติงานสอดคล้องตามคู่มือมาตรฐาน เช่น ห้องปฏิบัติการวิจัย หรือห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลสังกัดมหาวิทยาลัย ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

2.5 ห้องปฏิบัติการแห่งชาติ (National laboratory) ต้องได้รับรองระบบคุณภาพมาตรฐานต่างๆ และมีการปฏิบัติงานสอดคล้องตามคู่มือมาตรฐาน เช่น สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

2.6 ห้องปฏิบัติการอ้างอิงระดับนานาชาติ (International referral laboratory) ได้แก่ ห้องปฏิบัติการเครือข่ายองค์การอนามัยโลก เป็นต้น

3. หลักการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

หลักความปลอดภัยสำหรับห้องปฏิบัติการ คือ ผู้ปฏิบัติงานมีความปลอดภัย ในการทำงานกับสารเคมี สารชีวภาพอันตราย โดยการควบคุมกักกันสารอันตราย (containment) ไม่ให้แพร่กระจายสู่ผู้ปฏิบัติงานและหลุดรอดออกสู่สิ่งแวดล้อมนอกห้องปฏิบัติการ

ระบบการปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ มีประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. การปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยจากเครื่องมือและสภาพทำงาน ควรการจัดสภาพงานเพื่อลดความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยหรือการบาดเจ็บจากงาน ควรการลดปัจจัยที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าหรือการบาดเจ็บ ควรการใช้อุปกรณ์และเครื่องมืออย่างถูกต้อง

2. การปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยจากสารเคมีและสารกัมมันตรังสี การประเมินอันตรายจากสารเคมี การควบคุมอันตรายจากสารเคมีโดยมีมาตรการดูแลและจัดเก็บตามข้อแนะนำของผู้ผลิตอย่างเข้มงวด ติดสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายบนภาชนะบรรจุให้ชัดเจน จัดทำระเบียบในการใช้และปฏิบัติการอย่างเคร่งครัด เตรียมสารเคมีให้ถูกตามข้อแนะนำของผู้ผลิต จัดทำระเบียบปฏิบัติการในการป้องกันตัว และการใช้อุปกรณ์ป้องกันตัว สำรวจหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสี่ยงให้ครอบคลุมทุกการปฏิบัติงาน

3. การปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ จัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการให้ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน แบ่งกลุ่มความเสี่ยงของเชื้อจุลินทรีย์ตามระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ ปฏิบัติตามวิธีควบคุมความปลอดภัยปฐมภูมิและทุติยภูมิของแต่ละระดับความปลอดภัย ปฏิบัติตามหลักของ Microbiological practices

4. การกำจัดขยะอันตราย ต้องลดแหล่งต้นตอขยะ คัดแยกขยะ การทำ recycle การบำบัดขยะ

5. ข้อควรปฏิบัติสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ปฏิบัติตามหลักของ Microbiological practices ดังนี้ ใช้ Aseptic Techniques : ต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจาย โดยทำงานภายใต้

บรรยากาศที่ปลอดเชื้อ หรือทำภายในตู้เชื้อ พื้นที่ที่ใช้ปฏิบัติงานต้องสะอาดและแห้ง ต้องมีการใช้น้ำยาฆ่าเชื้อที่เหมาะสม มีประจำไว้ในพื้นที่ทำงาน และมีการติดฉลากชัดเจน การปฏิบัติงานต้องทำอย่างรวดเร็วและทำในพื้นที่เดียวกันจนเสร็จงาน ตัวอย่างที่นำเข้ามาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต้องไม่ส่งคืนสู่แหล่งผลิต การทำงานกับเชื้อโรคหรือสารที่เป็นพิษต้องมีความระมัดระวังมากเป็นพิเศษ ดังนั้นการที่ห้องปฏิบัติการ ได้วางระบบมาตรการป้องกัน และควบคุมความปลอดภัย โดยการให้ความรู้ถูกต้อง แก่ผู้ปฏิบัติงาน ทำให้เกิดความปลอดภัยทั้งต่อตนเอง ผู้เกี่ยวข้องและสิ่งแวดล้อมเพื่อลดอันตรายต่างๆที่อาจเกิดขึ้นได้ ตลอดเวลา

วิธีการในการบริหารความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ นั้นมีข้อต้องคำนึงถึงดังนี้

3.1 วัตถุประสงค์ของการใช้ห้องปฏิบัติการ จะดำเนินการเรื่องความปลอดภัยตามระดับและประเภท การจัดแบ่งเชื้อจุลินทรีย์ตามกลุ่มเสี่ยง เช่น ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ทั่วไป หรือห้องปฏิบัติการอ้างอิง ห้องปฏิบัติการวิจัยซึ่งลักษณะห้องและการจัดแบบแปลนภายในจะแตกต่างกันไป

3.2 พื้นที่ในห้องปฏิบัติการแบ่งการปฏิบัติงานได้ 3 ส่วน

3.2.1 พื้นที่ส่วนปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ส่วนห้องที่ใช้ทำงานเกี่ยวกับการปฏิบัติการต่าง ๆ ซึ่งพื้นที่ในขนาดที่พอเหมาะ ควรคิดตามจำนวนผู้ปฏิบัติงานด้วย โดยพื้นที่เหมาะสม คือ 15-20 ตารางเมตรต่อผู้ปฏิบัติงาน 1 คน

3.2.2 พื้นที่ส่วนบริหาร ได้แก่พื้นที่ใช้งานด้านธุรการ เก็บเอกสาร ข้อมูลสถิติ ห้องพักเจ้าหน้าที่

3.2.3 พื้นที่ส่วนสนับสนุน ได้แก่ พื้นที่ใช้เจาะเลือด บริเวณที่พักคอยของผู้ใช้บริการ ห้องเก็บพัสดุและเคมีภัณฑ์

3.3 การควบคุมด้านวิศวกรรม (Engineering control) ได้แก่การจัดโครงสร้างทางวิศวกรรมและกายภาพของห้องปฏิบัติการให้เหมาะสมกับระดับความรุนแรงของสารเคมี และจุลชีพก่อโรค ถือเป็นการป้องกันการติดเชื้อที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น การแยกห้องปฏิบัติการตามระดับความเสี่ยงของจุลชีพก่อโรค ระบบควบคุมการเข้าออกห้องปฏิบัติการ ระบบไหลเวียนอากาศ ระบบน้ำประปา ระบบไฟฟ้า รวมถึงการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ความปลอดภัย เช่น ตู้ชีวนิรภัย เครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง เป็นต้น

ทางเข้าออก หากมีผู้ปฏิบัติงานค่อนข้างมากควรกำหนดและจัดระเบียบการเข้าออก ควรแยกกันระหว่าง ประตูเข้าและประตูออก อาจจัดพื้นที่สำหรับผู้มาติดต่อที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยประตูควรปิดตลอดเวลา ในขณะที่ปฏิบัติงาน อาจจัดหน่วยรักษาความปลอดภัยเพื่อดูแลการเข้าออก หรืออาจใช้ระบบการเข้าออกโดยระบบคีย์การ์ด

3.4 การควบคุมด้านการบริหาร (Administrative control) ได้แก่ การบริหารจัดการ ในเรื่องนโยบาย การกำหนดแผนการดำเนินการ การจัดหาจัดเตรียม การดำเนินการ เพื่อสนับสนุนให้เกิดความปลอดภัยและความมั่นคงทางชีวภาพ

3.5 มาตรฐานการปฏิบัติงาน (Work place practices หรือ Standard operating procedure) ได้แก่ การจัดทำวิธีการปฏิบัติงานเป็นลำดับ ขั้นตอนเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องถือปฏิบัติและได้ผล

ลัพท์เป็นมาตรฐานเดียวกัน ได้ผลน่าเชื่อถือ (reliably) และมี ความสม่ำเสมอ (consistency) เช่น ขั้นตอนการ ใส่และถอดอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ขั้นตอน การปฏิบัติในการเข้าและออกห้องปฏิบัติการวิธีปฏิบัติเมื่อเกิด กรณีฉุกเฉิน เป็นต้น โดยวิธีปฏิบัติ มาตรฐานที่เขียนต้องเหมาะสมกับการปฏิบัติงาน คำนึงถึงความปลอดภัย และลดความเสี่ยงจาก การติดเชื้อเมื่อปฏิบัติงาน

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการตรวจสอบและเฝ้าระวังขั้นตอน การทดสอบตัวอย่างของห้องปฏิบัติการ เพื่อให้เกิดการพัฒนาและรักษาไว้ซึ่งคุณภาพผลการทดสอบ และ เพื่อปรับปรุงการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนในห้องปฏิบัติการให้ได้มาซึ่งผลการทดสอบที่ถูกต้อง (Accuracy) แม่นยำ(Precision) และน่าเชื่อถือ (Reliability) ดังนั้นการควบคุมคุณภาพถือเป็นหัวใจสำคัญของการ ทดสอบของห้องปฏิบัติการทางจุลินทรีย์ เนื่องจากผลการทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ เป็นตัวบ่งชี้ความ ปลอดภัยของตัวอย่างสินค้าที่ผ่านการตรวจ เพื่อให้มั่นใจว่าจะไม่เกิดความผิดพลาดทั้งแบบเชิงระบบและ แบบสุ่ม การควบคุมคุณภาพการทดสอบของห้องปฏิบัติการทางจุลินทรีย์เป็นกระบวนการที่มีการทำงาน อย่างเป็นระบบ ห้องปฏิบัติการควรจัดทำโปรแกรมการควบคุมคุณภาพภายใน ความละเอียดและความ เหมาะสมของการนำไปใช้อาจแตกต่างกันแต่ละห้องปฏิบัติการ โดยพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลต่อความไม่ แน่นนอนของการทดสอบ

3.6 อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (Personal protective equipment; PPE) การเลือก อุปกรณ์ป้องกัน ส่วนบุคคลที่เหมาะสมจะช่วยป้องกันผู้ปฏิบัติงานจากการติดเชื้อการสัมผัสจุลชีพ หรือสารชีวภาพอันตรายโดย ต้องคำนึงถึง ชนิดวัสดุของอุปกรณ์ป้องกัน ช่องทางการสัมผัส หรือ การเข้าสู่ร่างกายของจุลชีพ ระยะเวลาและ ความถี่ในการปฏิบัติงาน เพื่อให้เกิดความปลอดภัย กับผู้สวมใส่ และต้องมีขนาดเหมาะสมกับรูปร่างของผู้สวม ใส่ เพื่อความสะดวกสบายในการสวมใส่ และ ไม่ขัดขวางการปฏิบัติงาน

4. โครงสร้างพื้นฐานของห้องปฏิบัติการ

สถานที่และสภาพแวดล้อมเป็นปัจจัย มีผลต่อคุณภาพการตรวจวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการและความ ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน

4.1 การกำหนดขนาดพื้นที่ห้องปฏิบัติการ

กรณีสถานพยาบาลที่มีห้องปฏิบัติการ ควรมีขนาดพื้นที่ต่อคน 20 ตารางเมตรต่อคน และสถานศึกษา ที่มีห้องปฏิบัติการควรมีขนาดพื้นที่ต่อคน 5 ตารางเมตรต่อคน (ข้อกำหนดขนาดพื้นที่ต่อคนตามมาตรฐานการ ป้องกันอัคคีภัย วสท. 3002-51) แต่ตามพื้นที่ใช้สอยขั้นต่ำห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์และ สาธารณสุขขนาดเล็ก ระบุบริเวณการตรวจสิ่งส่งตรวจโดยตรงควรมีพื้นที่ขั้นต่ำ 20 ตารางเมตร บริเวณเพาะ เชื้อและการทดสอบทางชีวเคมี ควรมีพื้นที่ขั้นต่ำ 40 ตารางเมตร บริเวณการตรวจทางอณูชีววิทยา ควรมีพื้นที่ ขั้นต่ำ ตารางเมตร ห้องพักเวอร์ ควรมีพื้นที่ขั้นต่ำ 5 ตารางเมตร บริเวณล้างและจัดการหลังตรวจ ควรมีพื้นที่ขั้นต่ำ 4 ตารางเมตร

ด้านความสูงและระบบสัณฐานของห้องปฏิบัติการ แม้มิได้กำหนดชัดก็มาเทียบเคียงกับตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ควรมีขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 3.00 เมตร และบริเวณทางเดินในอาคารสูงไม่น้อยกว่า

2.60 เมตร ขนาดทางเดินภายในห้อง กว้างอย่างน้อย 0.60 เมตร สำหรับทางเดินทั่วไปกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร

ขนาดประตู ประตูห้องปฏิบัติการต้องมีขนาดกว้างพอที่จะสามารถนำเครื่องมือขนาดใหญ่เข้าออกได้สะดวก และสามารถเปิดกว้างเพื่อให้ผู้คนเข้าออกได้อย่างสะดวกในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน ประตูห้องปฏิบัติการที่ดีควรเป็นแบบ door and half คือเป็นประตู 2 บาน โดยมีบาน หนึ่งใหญ่อีกบานหนึ่งมีขนาดเล็ก บานที่มีขนาดใหญ่จะถูกใช้เปิดปิดประจำ ส่วนบานเล็กจะถูก ใช้ในกรณีมีการขนย้ายอุปกรณ์

โต๊ะปฏิบัติการ มีทั้งชนิดติดตั้งถาวรและชนิดเคลื่อนย้ายได้ความสูงมาตรฐานของโต๊ะ ประมาณ 29-30 นิ้ว (หากนั่งทำงาน) และ 36-37 นิ้ว (หากยืนทำงาน) ผลิตจากวัสดุ ที่คงทน ทนต่อความร้อน ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีและทำความสะอาดง่าย โดยที่นิยม ส่วนมากจะทำจากไม้เนื้อแข็ง หินขัด ปูนซีเมนต์และปูทับพื้นโต๊ะด้วยแผ่นฟอร์มิกา (Formica) แผ่นโลหะ หรือ แผ่นพลาสติกชนิดพิเศษ พื้นโต๊ะต้องเรียบไร้รอยต่อเพื่อป้องกันการสะสมของสารพิษและเชื้อโรค

อ่างน้ำ ห้องปฏิบัติการควรมีอย่างน้อย 2 แห่ง ซึ่งแยกจากกัน โดยกำหนดจุดหนึ่ง เป็นอ่างล้างมือเท่านั้น อีกจุดหนึ่งใช้สำหรับล้างวัสดุอุปกรณ์ อ่างน้ำควรทำมาจากวัสดุที่ทนทานต่อสารเคมี เช่น สแตนเลส (stainless) โพลีเอทิลีน (polyethylene) เป็นต้น ท่อน้ำทั้งควรแยกออกจากท่อน้ำเสียทั่วไป ปลายท่อน้ำทั้งควรต่อไปยังระบบบำบัดน้ำเสียก่อนการส่งออกไป ยังภายนอก

4.2 ระบบไฟฟ้า ต้องคำนึงถึงระบบไฟฟ้าทั่วไป ระบบจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน ระบบความปลอดภัยของไฟฟ้า การต่อสายล่อฟ้า และสายดินของอุปกรณ์ เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายและการรบกวนขณะทำงาน และไม่มีกัมมการต่อสายไฟพ่วงในห้องปฏิบัติการ ในกรณีที่จำเป็นการต่อสายพ่วงไม่ควรนานเกินกว่า 8 ชั่วโมง

4.3 ระบบให้แสงสว่าง ห้องปฏิบัติการทั่วไปควรใช้แสงสว่างธรรมชาติให้เป็นประโยชน์มากที่สุด ดังนั้นห้องจำเป็นต้องมีหน้าต่างขนาดใหญ่ เพราะจะสามารถให้แสงสว่าง และการระบายอากาศได้ดี ตลอดจนในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ สามารถใช้เป็นทางหนีฉุกเฉินได้ด้วย และลักษณะหน้าต่างที่ดีต้องทำให้คนที่มีรูปร่างเล็กสามารถเปิดปิดได้สะดวก รวมทั้งที่ตั้งของหน้าต่างจะต้องเลือกให้เหมาะสม โดยให้แสงสว่างได้ระดับ 600 Lux (1 Lux = 1 lumen/m²)

มีปริมาณแสงสว่างพอเพียงมีคุณภาพเหมาะสมกับการทำงาน ตามกฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549 กำหนดมาตรฐานค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่าง บริเวณ โต๊ะงาน เอกสาร และโต๊ะปฏิบัติการ 400 ลักซ์ โต๊ะคอมพิวเตอร์ 600 ลักซ์

ตาราง 1. ค่าความส่องสว่างตามเกณฑ์ในต่างประเทศ

ระดับความส่องสว่าง (Lighting levels)			
ลำดับ	ประเภทของพื้นที่ใช้สอยและกิจกรรม	หน่วยความเข้มของแสงสว่าง (Lux)	หน่วยความเข้มของแสงสว่าง (FC)
1	ห้องปฏิบัติการและส่วนสนับสนุน	800-1,075	75-100
2	ห้องเครื่องมือและอุปกรณ์	325-540	30-50
3	ตู้ดูดควัน	1,075	100
4	ห้องเก็บของวัสดุและอื่นๆ	220-1,075	20-10
5	สำนักงาน	430-650	40-60
6	ห้องคอมพิวเตอร์	325-540	30-50
7	ห้องประชุม/สัมมนา	325	30
8	ทางเดิน	220-430	20-40
9	บันได	220-325	20-30
10	ห้องงานระบบ	220-540	20-50

ที่มา : NIH, 2008: 10-58; Ruys, 1990: 435; Watch, 2008 : 210

4.4 ระบบน้ำ

4.4.1 ระบบน้ำใช้ทั่วไปแต่ละตึกปฏิบัติการ ควรมีถังเก็บน้ำไว้ชั้นบนสุดของอาคาร ซึ่งจะจ่ายน้ำไปตามห้องปฏิบัติการต่าง ๆ โคนทุกโต๊ะปฏิบัติการที่ยาว 3 เมตร ควรมีหัวก๊อกน้ำ 1 หัว

4.4.2 ระบบน้ำทิ้งในห้องปฏิบัติการ จะมีอ่างน้ำติดตั้งไว้ โดยที่มีจุดประสงค์ไว้ล้างมือ ล้างเครื่องแก้ว หรือเทของเสียทิ้ง และที่สำคัญ คือการจัดทำบ่อพักน้ำทิ้ง ลดอันตรายก่อนที่จะทิ้งออกสู่ชุมชน

4.5 ระบบแก๊ส แก๊สห้องปฏิบัติการ จะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่ติดไฟง่าย ควรติดตั้งระบบตัดจ่ายแก๊สอัตโนมัติ ทางออกของแก๊สจะต้องมีคันบังคับเปิดปิด และใส่กุญแจได้ด้วย หัวท่อแก๊สแต่ละอันที่ติดตั้งตามโต๊ะจะต้องติดตั้งห่างกันอย่างน้อย 2 เมตร และแก๊สที่ใช้กับระบบส่งตามท่อ ควรเป็นชนิดที่ไม่ไวไฟ ไม่ติดไฟ และไม่เป็นพิษ เช่น แก๊สไนโตรเจน แก๊สอาร์กอน

ถึงบรรจุแก๊สภายใต้แรงดัน ผู้ใช้ต้องเรียนรู้วิธีการใช้และใช้ด้วยความระมัดระวัง รวมทั้งรู้วิธีปฏิบัติตนเมื่อเกิดภาวะฉุกเฉินขึ้น แก๊สที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมีหลายประเภท โดยทั่วไปควรเก็บในบริเวณที่เย็น ๆ อากาศถ่ายเทได้ดี และไม่ถูกแสงแดดส่องโดยตรง การเก็บถังแก๊สต้องวางไว้ในแนวตรง และมีเข็มขัดนิรภัยรัดไว้ เพื่อป้องกันล้มหรือถูกชน ควรคาดสายรัดแต่ละถังแยกจากกัน และใช้โซ่รัดไว้ พร้อมติดตั้งป้ายห้ามสูบบุหรี่ ห้ามโยนถัง ให้ใช้รถเข็นที่ออกแบบมาสำหรับการขนย้ายและขณะที่ขนย้ายต้องรัดเข็มขัดนิรภัยด้วย

4.6 ระบบปรับอากาศอุณหภูมิ อุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการ เป็นปัจจัยสำคัญ มีผลต่อการปฏิบัติงาน อุณหภูมิที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการ คือ 20-25 องศาเซลเซียส ความชื้น 50 + 10% RH การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ จึงมีความจำเป็นโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีการผลิตจากต่างประเทศ

4.7 ระบบโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์ ควรออกแบบและจัดทำชุมสายโทรศัพท์ และระบบคอมพิวเตอร์ ให้เพียงพอในการติดตั้ง สื่อสารภายในและภายนอกห้องปฏิบัติการ รวมทั้งติดตั้งกับหน่วยงานอื่นด้วย

4.8 ระบบทางเดินภายในห้องปฏิบัติการ และภายในอาคาร ทางเดินภายในอาคาร เช่น ทางลาด บันได ลิฟต์ ต้องมีป้ายสัญญาณขึ้นบอก ตลอดจนข้อควรปฏิบัติติดประกาศไว้ในกรณีเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน รวมทั้งห้ามวางสิ่งของหรือเฟอร์นิเจอร์ใด ๆ กีดขวางทางเดินเป็นอันตราย

4.9 ระบบฉุกเฉิน

อุปกรณ์ล้างตาฉุกเฉิน (Emergency eye wash) ควรติดตั้งไว้ประจำที่และจำเป็น ต้องมีวางอยู่ห่างจากที่ปฏิบัติงานประมาณ 25-50 ฟุต หรือใช้เวลาสามารถเข้าถึงจุดได้ภายใน 10 วินาที และระหว่างทางไม่ควรมีสิ่งกีดขวางการเปิดน้ำอาจใช้ระบบเปิดด้วยเท้า (footpaddle) หรือใช้มือผลัก (pushbar) ควรให้น้ำพุ่งเข้าตาผ่านทางฐานจมูกโดยไม่ให้น้ำพุ่งเข้าลูกตาโดยตรง และใช้นิ้วบังคับเปลือกตาเพื่อให้น้ำล้างตาได้ทั่วถึง หัวพ่นน้ำควรที่จะมีฝาครอบป้องกันฝุ่นละออง และควรทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอโดยการ flush น้ำทิ้ง อย่างน้อย สัปดาห์ละครั้ง

ฝักบัวฉุกเฉิน (Deluge shower) ควรติดตั้งในบริเวณเดียวกันกับเครื่องล้างตา หรือตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงได้ภายใน 10 วินาที ฝักบัวควรสูงจากพื้นประมาณ 7-8 ฟุต ห่างจากกำแพงอย่างน้อย 25 นิ้ว การเปิดฝักบัวอาจใช้ตัวผลัก (paddle) หรือใช้การดึงโซ่ฝักบัวฉุกเฉิน มีอยู่ 3 แบบ คือ

1. แบบยึดติดกับฝ้าผนัง (ceiling / wall type) โดยน้ำจะไหลลงศีรษะอย่าง ต่อเนื่อง
2. แบบที่เป็นสายยางฉีดตัวร่วมกับฝักบัว (wall-mounted drench hose) โดยการใช้งานสามารถฉีดล้างเฉพาะบริเวณที่เปื้อนได้
3. แบบฝักบัวฉุกเฉินที่ติดตั้งคู่กับเครื่องล้างตา (floor-mounted emergency combination) สามารถชำระล้างได้ทั้งตา ใบหน้า และลำตัวในเวลาเดียวกัน

ระบบป้องกันอัคคีภัย ระบบจะครอบคลุมทุกอย่าง ตั้งแต่วัสดุที่ใช้ทำ และการออกแบบพื้นที่ห้องปฏิบัติการ ประตู หน้าต่าง บันไดหนีไฟ เครื่องมือ เครื่องใช้ไฟฟ้า เฟอร์นิเจอร์ การเดินสายไฟ และชนิดของสายไฟ นอกจากนี้ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร (พ.ศ. 2522) กำหนดอาคารที่มีโอกาสเดียวข้องกับอาคารหรือห้องปฏิบัติการ ได้แก่ อาคารสูงตั้งแต่ 23 เมตรขึ้นไป อาคารขนาดใหญ่พิเศษพื้นที่ตั้งแต่ 10,000 ตารางเมตร ต้องมีระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย ประกอบด้วย ระบบบันไดหนีไฟและทางหนีไฟ เครื่องหมายและไฟป้ายทางออกฉุกเฉิน ระบบระบายควันและควบคุมการแพร่กระจายควัน ระบบลิฟต์ดับเพลิง ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบการติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิง ระบบการจ่ายน้ำดับเพลิง เครื่องสูบน้ำดับเพลิง และหัวฉีดน้ำดับเพลิง ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ระบบป้องกันฟ้าผ่า

ระบบเตือนภัย ต้องมีการติดตั้งระบบเตือนภัยคู่กับถังดับเพลิงในห้องปฏิบัติการ ระบบเตือนภัยที่ดีต้องส่งเสียงดังได้ทั่วอาคารอาจเป็นเสียงกระดิ่งหรือเสียงระฆัง และอาจมีไฟสีแดงกระพริบ โดยระบบเตือนภัยประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ

1. กล่องกระตุ้นให้กระดิ่งหรือสัญญาณทำงานที่เรียกว่า “pull station” มีสีแดงมีทั้งลักษณะเป็นรูปตัวที (T) กระตุ้นการทำงาน โดยดึงก้านตัวทีลงมาตรงๆ หรืออีกแบบ จะมีลักษณะเป็นตัวที แต่จะมีกระจกก้น ต้องใช้ค้อนหรือโลหะทุบกระจกก้นถึงจะสามารถ ดึงตัวทีได้

2. ส่วนที่สองเป็นส่วนที่เป็นกระดิ่งหรือระฆังเตือนภัยจะมีสีแดงหรือสีน้ำเงิน ติดตั้งไว้บนกำแพงเหนือกล่อง pull station โดยสามารถส่งเสียงและมีไฟกระพริบในขณะที่ กระดิ่งดัง

ชุดอุปกรณ์ดับเพลิง ในห้องปฏิบัติการมีอยู่สองแบบ คือ ชนิดติดตั้งถาวร ได้แก่ น้ำพุพ่นแบบอัตโนมัติและชนิดเคลื่อนย้ายได้ประกอบด้วย ชุดท่อประปาดับเพลิง (fire hose) และถังดับเพลิง ทั้งสองชนิดควรเก็บไว้ในตู้ที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนและไม่ควรลือคู้สายท่อประปาต้องมีความยาวอย่างน้อย 100 ฟุต ส่วนถังดับเพลิงมีอยู่หลายประเภท ขึ้นอยู่กับต้นกำเนิดของเพลิง ซึ่งควรจัดหาชนิดของถังดับเพลิงที่เหมาะสมกับงานที่ปฏิบัติประเภทของเพลิงสามารถ แบ่ง 4 แบบดังนี้

ไฟประเภท A ได้แก่ เพลิงที่เกิดขึ้นจากวัสดุติดไฟทั่วไป เช่น ผ้า กระดาษ และพลาสติก ไฟประเภทนี้ดับได้ด้วยการใช้น้ำฉีดเป็นฝอย

ไฟประเภท B ได้แก่ เพลิงที่เกิดจากของเหลวหรือแก๊ส เช่น น้ำมัน แก๊ส จาระบีและสิ่งที่ใช้สำหรับล้างละลายทำความสะอาด ดับได้ด้วยวิธีป้องกันไม่ให้อากาศเข้าไปรวมกับเชื้อเพลิง หรือลดอุณหภูมิของเชื้อเพลิงโดยใช้โฟมผงเคมีฮาโลน หรือคาร์บอนไดออกไซด์

ไฟประเภท C ได้แก่ เพลิงที่เกิดจากอุปกรณ์เครื่องมือไฟฟ้า การดับไฟ ต้องพยายามตัดวงจรไฟฟ้าเสียก่อน เพื่อลดอันตรายลง การดับไฟต้องใช้สารเคมีที่ไม่เป็นสื่อไฟฟ้า เช่น ฮาลอน คาร์บอนไดออกไซด์หรือเคมีแห้ง

ไฟประเภท D ได้แก่ เพลิงที่เกิดจากวัสดุจำพวกโลหะติดไฟ เช่น แมกนีเซียม โซเดียมโบตัสเซียม ลักษณะการลุกไหม้ให้ความร้อนสูงรุนแรงมาก การดับเพลิง ประเภทนี้ให้ใช้สารเคมีจำพวกเกลือแกง หรือทรายแห้ง

ทางหนีไฟ การกำหนดขนาดและจำนวนของประตูหนีไฟ ขึ้นกับสถานที่ตั้ง ขนาด ของอาคาร และจำนวนผู้ปฏิบัติงานในแต่ละชั้นควรมีทางหนีไฟอย่างน้อยสองทางที่แยกกัน ทางหนีไฟควรมีระยะทางที่สั้นที่สุดที่สามารถนำออกไปสู่ภายนอกอาคารได้เร็วที่สุด และป้ายแสดงทางหนีไฟควรมีโคมไฟสว่างในตัวในเวลาปกติตลอดเวลาที่มีคนใช้อาคาร โดยป้ายที่ใช้ควร เป็นไปตามมาตรฐาน เช่น หากเป็นห้องปฏิบัติการที่ตั้งอยู่ในอาคารที่มีมากกว่า 2 ชั้น ประตูห้องปฏิบัติการต้องสามารถเปิดไปสู่โถงทางเดินกลางได้ และสามารถนำไปยังประตู หนีไฟได้ทันทีตามพื้นทางเดินและฝาผนังควรมีการแสดงสัญลักษณ์ลูกศรนำทางเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทราบว่าประตูหนีไฟอยู่ในทิศทางใด ประตูหนีไฟควรทำจากวัสดุทนไฟ หรือเป็นโลหะที่ ทนไฟได้ดีและควรปิดอยู่เสมอ รวมทั้งแสดงสัญลักษณ์บริเวณประตูหนีไฟว่า “ทางออก” หรือ “Exit” จัดให้มีป้ายบอกทางออกฉุกเฉินภายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นป้ายที่ใช้แสดงทางออกฉุกเฉินหรือทางหนีภัย

5. เครื่องมือวิทยาศาสตร์

การทำงานในห้องปฏิบัติการมักเกิดอุบัติเหตุเล็กๆ น้อย ๆ ในการทำงาน โดยผู้ปฏิบัติงานอาจมีประสบการณ์ด้วยตนเอง หรือจากผู้ร่วมงาน ซึ่งอันตรายแฝงในห้องปฏิบัติการที่พบได้บ่อย ๆ เช่น อันตรายจาก

เครื่องมือและอุปกรณ์ ซึ่งผู้ปฏิบัติงานต้องปฏิบัติตามวิธีใช้ที่ระบุไว้ในคู่มืออย่างเคร่งครัด ห้ามดัดแปลงใด ๆ และหมั่นตรวจสอบสภาพบำรุงรักษาเครื่องมือสม่ำเสมอ รวมทั้งต้องมีการบริหารจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ ดังต่อไปนี้

1. การจัดท่า
2. การตรวจสอบคุณสมบัติก่อนนำไปใช้งานว่าเป็นไปตามคุณสมบัติเฉพาะของเครื่องมือ
3. การสอบเทียบ
4. การบำรุงรักษาซ่อมแซมเครื่องมือ
5. การบันทึกประวัติเครื่องมือ
6. การจำหน่ายเมื่อหมดความจำเป็นในการใช้งาน

ตู้ชีวนิรภัย (Biological safety cabinet)

ตู้ชีวนิรภัย เป็นเครื่องมือที่ควบคุมการไหลของอากาศ ที่อาศัยหลักการทำงานของมอเตอร์พัดลม และชุดกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (High Efficiency Particulate Air; HEPA) ซึ่งมอเตอร์ พัดลมจะเป็นตัวดูดและควบคุมแรงดันลมภายในตู้ให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม ส่วนแผ่นกรอง HEPA จะช่วยกรองไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์จากการปฏิบัติงานภายในตู้หลุดออกสู่ภายนอก ซึ่งเป็นการป้องกันอันตรายให้กับตัวผู้ปฏิบัติงาน ผู้ร่วมงาน และสิ่งแวดล้อม แผ่นกรองอากาศมีลักษณะ พับซ้อนกันและบรรจุไว้ในกรอบแข็ง มีคุณสมบัติในการกรองอนุภาคแผ่นกรองโดยทั่วไป เช่น แผ่นกรองอากาศสำหรับ cleanroom จะมีประสิทธิภาพในการกรองอนุภาคนขนาด 0.3 ไมครอน ได้ร้อยละ 99.97 แต่สำหรับแผ่นกรองอากาศที่ใช้กับตู้ชีวนิรภัยจะต้องมีคุณสมบัติในการกรองอนุภาคนขนาด 0.3 ไมครอน ได้ถึงร้อยละ 99.99

ตู้ชีวนิรภัย มี 3 ประเภท คือ Class I Class II และ Class III ซึ่งรายละเอียดในแต่ละ Class สรุปได้ดังนี้

1. ตู้ชีวนิรภัย Class I ตู้ชนิดนี้อากาศจากภายนอกตู้จะไหลผ่านเข้ามาภายในตู้ ก่อนระบายออกสู่ด้านนอก ทำให้ไม่สามารถปกป้องชิ้นงานและป้องกัน cross contamination แต่สามารถปกป้องผู้ใช้งาน และปกป้องสิ่งแวดล้อมได้โดยอากาศที่ออกจากตู้จะผ่าน HEPA filter ก่อนปล่อยออก สามารถใช้ปฏิบัติงานกับจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 1-3 ที่มีลักษณะ งานไม่ต้องการการปกป้องชิ้นงานจากการปนเปื้อน และไม่ใช้กับสารเคมี ความเร็วอากาศผ่าน เข้าตู้อย่างน้อย 75 ฟุตต่อนาที

2. ตู้ชีวนิรภัย Class II เป็นตู้ชีวนิรภัยชนิดที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ทางแพทย์มากที่สุด เนื่องจากสามารถปกป้องผู้ใช้งาน ชิ้นงาน และสิ่งแวดล้อม โดยอากาศ ที่ไหลเข้าด้านหน้าตู้ (inward airflow) จะถูกดูดลงตรงตะแกรงด้านหน้า ซึ่งเป็นการสร้างม่านอากาศ เพื่อป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ภายในตู้แพร่กระจายออกไปสู่ผู้ใช้งาน ส่วนการปกป้องชิ้นงานนั้น อากาศที่ไหลลงสู่พื้นที่ปฏิบัติงาน (downward airflow) เป็นอากาศสะอาดที่ถูกกรองด้วย แผ่นกรอง HEPA และไหลแยกเป็นสองกระแสลงทางตะแกรงด้านหน้าและด้านหลัง เพื่อป้องกัน ชิ้นงานจากการปนเปื้อนและป้องกัน cross-contamination ระหว่างชิ้นงาน ในด้านการปกป้องสิ่งแวดล้อม อากาศที่ปนเปื้อน จากพื้นที่ปฏิบัติงานจะถูกกรองด้วยแผ่นกรอง HEPA ก่อน ถูกปล่อยออกสู่

สิ่งแวดล้อม ตู้ชนิดนี้สามารถใช้ปฏิบัติงานกับจุลชีพในห้องปฏิบัติการชีววิทยาระดับ 1-3 และ ใช้ในห้องปฏิบัติการชีววิทยาระดับ 4 อย่างมีเงื่อนไข

ตู้ชีววิทยาระดับ Class II แบ่งออกได้ 4 ชนิด คือ Class II Type A1, Class II Type A2, Class II Type B1 และ Class II Type B2

ตู้ชีววิทยาระดับ Class II Type A1 มีความเร็วลมผ่านเข้าหน้าตู้อย่างน้อย 75 ฟุตต่อนาที ระบายอากาศออก 30% หมุนเวียนอากาศภายในตู้ 70% BSC Class II Type A1 ที่ผลิตหลังปีพ.ศ. 2551 จะมีการเพิ่มช่องความดันอากาศลบล้อมรอบทางเดินอากาศรวมปนเปื้อน เพื่อป้องกันการรั่วไหลของจุลชีพหากมีรอยรั่วที่ตู้ชีววิทยาระดับไม่ควรใช้ตู้ชนิดนี้กับงาน ด้านจุลชีพที่มีการใช้สารเคมีอันตราย สารเคมีไวไฟ หรือสารกัมมันตรังสีร่วมด้วย

ตู้ชีววิทยาระดับ Class II Type A2 มีความเร็วลมผ่านเข้าหน้าตู้เพิ่มขึ้น จาก Type A1 เป็นอย่างน้อย 100 ฟุตต่อนาทีที่ระบายอากาศออก 30% หมุนเวียนอากาศภายใน ตู้ 70% BSC Class II Type A2 ต้องมีช่องความดันอากาศลบล้อมรอบทางเดินอากาศรวมที่ปนเปื้อน เพื่อป้องกันการกระจายของจุลชีพหากตู้รั่ว ตู้ชนิดนี้สามารถต่อกับระบบระบายอากาศ ผ่านชุดฝาคครอบดูดควัน (canopy) ได้จึงสามารถใช้กับงานด้านจุลชีพที่มีการใช้สารเคมีไวไฟ สารเคมีอันตราย สารเคมีไวไฟ หรือสารกัมมันตรังสีร่วมด้วย แต่ต้องในปริมาณน้อยเท่านั้น และถ้าต้องใช้งานดังกล่าวตู้จะต้องต่อกับระบบระบายอากาศของอาคาร เพื่อระบายไอระเหยสารเคมี ออกไปนอกตัวอาคาร การเชื่อมต่อต้องใช้ชุดฝาคครอบดูดควันเท่านั้น ห้ามเชื่อมต่อแบบปิดเด็ดขาด โดยชุดฝาคครอบดูดควันจะมีช่องเปิดเพื่อดูดเอาอากาศภายในห้องเข้าไปในท่อระบายอากาศ หน้าที่เป็นเหมือนกลไกในการป้องกันไม่ให้ไอระเหยสารเคมีหลุดออกไปในห้องปฏิบัติการ และมีกลไกป้องกันในกรณีที่ระบบระบายอากาศของอาคารไม่ทำงาน เพื่อให้ตู้ชีววิทยายัง สามารถป้องกันการรั่วไหลของจุลชีพได้

ตู้ชีววิทยาระดับ Class II Type B มีความเร็วลมผ่านเข้าหน้าตู้อย่างน้อย 100 ฟุต ต่อนาที พัดลมภายในตู้ชีววิทยาระดับ ทำหน้าที่ในการดูดอากาศเข้ามาในตู้หรือหมุนเวียนอากาศในตู้ แต่ไม่มีหน้าที่ในการระบายอากาศออกจากตู้การระบายอากาศออกจากตัวตู้ ต้องอาศัยพัดลมอีกตัวได้แก่ พัดลมระบายอากาศของอาคาร ทำให้ตู้ชีววิทยาระดับชนิดนี้จำเป็นต้องต่อกับระบบ ระบายอากาศของอาคาร และเป็นการเชื่อมต่อแบบปิดเท่านั้น ซึ่งต้องมีระบบ interlock ซึ่งเป็นกลไกป้องกัน ในกรณีที่พัดลมระบายอากาศของอาคารระบายอากาศลดลงเกิน 20% ระบบ interlock จะตัดการทำงานของพัดลมภายในตู้ชีววิทยาระดับเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเป่าลมจากพื้นที่ปฏิบัติงานออกทางช่องเปิดด้านหน้าตู้ก่อให้เกิดจุลชีพรั่วไหล ตู้ชนิดนี้แบ่งย่อยออกเป็น 2 ชนิด คือ Class II Type B1 และ Class II Type B2

ตู้ชีววิทยาระดับ Class II Type B1 เป็นตู้ชีววิทยาระดับที่มีการนำอากาศมาไหล เวียนภายในตู้ 30% และระบายอากาศออก 70% อากาศที่นำกลับมาไหลเวียนภายในตู้และอากาศที่ระบายออกจากตู้จะถูกกรองด้วยแผ่นกรอง HEPA ก่อน สามารถใช้กับงานด้านจุลชีพ ที่ต้องมีการใช้สารเคมีที่มีไอระเหย สารเคมีอันตราย สารเคมีไวไฟ หรือสารกัมมันตรังสีร่วมด้วย แต่ควรใช้เพียงปริมาณน้อย ถ้าหากมีการใช้งานด้านสารเคมีหรือสารกัมมันตรังสีในปริมาณ มากควรใช้ตู้ชีววิทยาระดับชนิด Class II Type B2

ตู้ชีววิทยาระดับ Class II Type B2 เป็นตู้ชีววิทยาระดับ ที่ไม่มีการหมุนเวียนอากาศกลับมาใช้ภายในตู้อากาศที่ไหลเข้าตู้จะถูกระบายออก 100% และอาศัยพัดลมระบาย อากาศของอาคารในการระบายอากาศออกจากตู้จึงต้อง

ต่อกับระบบระบายอากาศและเป็นการเชื่อมต่อแบบปิดเท่านั้น ตู้ชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้กับงานด้านจุลชีพที่มีการใช้สารเคมีหรือ สารกัมมันตรังสีร่วมด้วยในปริมาณมาก หรือมีการใช้สารเคมีกับงานจุลชีพบ่อย

ตู้ชีวนิรภัย Class III เป็นตู้ชีวนิรภัยที่เป็นระบบปิด มีวัสดุแข็งแรงกั้นกลางระหว่าง ผู้ใช้งานกับชิ้นงาน เช่น กระฉก สามารถติดตั้งในห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยได้ทุกระดับ

การปฏิบัติงานกับตู้ชีวนิรภัย เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง เพราะหากปฏิบัติงานอย่างไม่ถูกต้อง นอกจากจะทำให้ชิ้นงานปนเปื้อน อาจทำให้เชื้อจุลชีพรั่วไหลออกมาภายนอก ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ผู้ร่วมงานและสิ่งแวดล้อม เราสามารถแบ่งระยะในการปฏิบัติงาน กับตู้ชีวนิรภัยได้เป็น 3 ระยะ คือ ก่อนการใช้งาน ขณะใช้งาน และหลังการใช้งาน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ก่อนการใช้งาน

1. พิจารณาลักษณะงาน ต้องใช้งานตู้ประเภทใด
2. ตรวจสอบว่าตู้ได้รับการตรวจรับรอง และอยู่ในช่วงของการรับรอง
3. ประเมินความเสี่ยงของงาน
4. ทราบวิธีการจัดการลดการปนเปื้อนกรณีเกิดการรั่วไหล (spill decontamination)

5. สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล” (Personal Protective Equipment, PPE) หมายถึง เครื่องแต่งกายพิเศษและวัสดุอุปกรณ์ที่บุคคลใช้สวมใส่ปกปิดร่างกาย เพื่อป้องกันการ สัมผัสกับเชื้อโรค ช่วยป้องกัน และลดโอกาสติดเชื้อมาระหว่างปฏิบัติงาน

6. ตรวจสอบ drain valve ให้อยู่ในตำแหน่งปิด
7. การเปิดตู้ใช้งาน
 - 7.1 เปิดกระฉกสูงตามที่กำหนด
 - 7.2 เปิดพัดลม ไว้ก่อนอย่างน้อย 5 นาที
 - 7.3 ตรวจสอบสัญญาณเตือนต่างๆ
 - 7.4 ตรวจสอบทิศทางการไหลของอากาศ
 - 7.5 ตรวจสอบ magnehelic gauge (อุปกรณ์วัดความดัน)
 - 7.6 ทำความสะอาดฆ่าเชื้อผิวภายในตู้ทุกด้าน ด้านหน้า ด้านหลัง ด้านข้างทั้ง สองด้าน และพื้นที่ปฏิบัติงาน
 - 7.7 จัดเตรียมงานและอุปกรณ์ที่จำเป็น
 - 7.8 ควรมีตารางจองการใช้งานเครื่องและป้ายเตือนว่ากำลังใช้เครื่องแขวนไว้ หน้าห้อง

ขณะใช้งาน

1. ทำความสะอาดลดการปนเปื้อนเชื้อวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิดก่อนนำเข้าสู่
2. แบ่งพื้นที่ทำงานออกเป็นสามส่วน คือ ส่วนของสะอาด ส่วนทำงาน และ ส่วนของปนเปื้อน/ขยะ
3. อุปกรณ์ขนาดใหญ่ให้วางค่อนไปทางด้านหลังตู้
4. เคลื่อนมือเข้าออกตู้โดยตรงๆ ให้ชิดตะแกรงด้านหน้า ไม่กวาดมือเข้าออก
5. ห้ามวางสิ่งของ เช่น สมุดโน้ต หรือ วัสดุอื่นใดทับบริเวณตะแกรงด้านหน้า
6. ไม่ควรใช้ตะเกียงบนเลน
7. ปฏิบัติงานตามหลักปลอดภัย
8. ทิ้งขยะปนเปื้อนรวมทั้งถุงมือภายในตู้
9. ไม่ใช่ตู้ชีวนิรภัยเป็นที่เก็บของ
10. หากเกิดสัญญาณหรือความผิดปกติกับตู้ ให้ปิดภาชนะทุกอย่างในตู้ และแจ้ง ผู้เกี่ยวข้อง ห้ามปิดการทำงานของตู้โดยเด็ดขาด

หลังการใช้งาน

1. ปิดฝาภาชนะทุกชนิด
2. ทิ้งขยะไม่มีคมและถอดถุงมือ ทิ้งถุงขยะติดเชื้อภายในตู้
3. รวบปิดปากถุงแล้วพ่นน้ำยาฆ่าเชื้อภายนอกถุงขยะ ก่อนนำออกมาจากตู้เพื่อทำลาย
4. เช็ดฆ่าเชื้อด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อโรคอุปกรณ์ทุกชิ้นก่อนนำออกจากตู้
5. อุปกรณ์ที่ปนเปื้อน และขยะควรได้รับการฆ่าเชื้ออย่างถูกต้องตามวิธีปฏิบัติของหน่วยงาน
6. ทำความสะอาดฆ่าเชื้อพื้นผิวภายในตู้
7. ปิดไฟ ปิดกระจกนิรภัย ปิดพัดลม

สำหรับการฆ่าเชื้อด้วยหลอดรังสีอัลตราไวโอเลต หรือรังสียูวี (UV) นั้น ไม่สามารถนำมาใช้แทนการทำความสะอาด พื้นผิวการทำงานได้หากต้องการใช้งานหลอด UV ต้องมีการทำความสะอาดหลอดและตรวจวัดความเข้มแสงเป็นประจำทุกสัปดาห์โดยความเข้มแสง UV ต้องไม่น้อยกว่า 40 ไมโครวัตต์ต่อ ตารางเซนติเมตร และเนื่องจากแสง UV อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ได้ หากไม่ระมัดระวัง จึงควรปิดพัดลมและปิดกระจกนิรภัย ก่อนใช้งานหลอดยูวีรวมทั้งควรเปิดใช้งาน 30 นาที ก่อนและหลังใช้งาน เมื่อไม่มีผู้อื่นอยู่ในห้อง

การตรวจรับรองตู้ควรดำเนินการเมื่อ

1. หลังติดตั้งเสร็จ (ก่อนเริ่มใช้งาน)

2. หลังการซ่อม หรือเปลี่ยน HEPA filter
3. หลังเคลื่อนย้ายไปที่อื่น
4. ตามระยะเวลาที่กำหนด หรืออย่างน้อยทุก 1 ปี

สำหรับพารามิเตอร์ที่ต้องใช้ในการตรวจสอบหรือตรวจรับรองตู้ชีวนิรภัยต้องประกอบไปด้วยหัวข้อสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. การวัดความเร็วลมผ่านพื้นที่ปฏิบัติงาน (Down flow velocity test)
2. การวัดความเร็วลมเข้าหน้าตู้ (Inflow velocity test)
3. การทดสอบหารอยรั่วของ HEPA Filter (HEPA filter leak test)
4. การทดสอบรูปแบบการไหลของอากาศ (Airflow smoke patterns test)
5. การประเมินการติดตั้ง (Site installation assessment Test)
6. การทดสอบหารอยรั่วของตู้ (Cabinet integrity) โดยเฉพาะตู้ชีวนิรภัย Class II Type A1 หลังการเปลี่ยน HEPA หรือการซ่อมแซมขนาดใหญ่

พารามิเตอร์อื่น อาจดำเนินการเพิ่มเติมได้แต่ไม่มีผลต่อการทำงานของตู้อย่างปลอดภัย ซึ่งประกอบด้วย การตรวจไฟรั่ว ความเข้มแสง ความสั่นสะเทือน หรือความดัง

การเชื่อมต่อตู้ชีวนิรภัยเข้ากับระบบระบายอากาศของอาคารมี 2 วิธี

1. การต่อผ่านชุดฝาครอบดูดควัน (canopy connection) เป็นอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อ ตู้ชีวนิรภัย Class II Type A2 เข้ากับระบบระบายอากาศของอาคาร เพื่อใช้ดูดไอระเหยสารเคมีที่ใช้ภายในตู้ชีวนิรภัยออกไปเจือจางด้วยอากาศนอกอาคาร ชุดฝาครอบดูดควันมีลักษณะ พิเศษ คือ มีช่องเปิดสำหรับให้อากาศจากภายนอกเข้าไปรวมกับอากาศที่ระบายออกจากตู้ชีวนิรภัย สร้างเป็นม่านอากาศกันไม่ให้ไอระเหยสารเคมีเล็ดรอดออกสู่อากาศภายในห้องปฏิบัติการ ชุดฝาครอบดูดควันจะมีกลไกที่ช่องเปิด สำหรับป้องกันการไหลย้อนกลับของอากาศ เมื่อระบบระบายอากาศเกิดขัดข้อง เช่น เมื่อพัดลมดูดอากาศไม่ทำงาน อากาศที่ระบายออกจากตู้ จะไม่ถูกดูดออกทางท่อระบายอากาศ และไหลย้อนกลับลงมาทางตัวตู้กลไกที่ช่องเปิดจะปล่อยอากาศที่ไหลย้อนนี้ออกมาสู่ห้องปฏิบัติการ เป็นการป้องกันไม่ให้อากาศไหลย้อนที่ตกลงมาในตู้ และออกมาทางช่องเปิดด้านหน้าตู้ แม้ว่าไอระเหยสารเคมีอาจกระจายสู่อากาศในห้องปฏิบัติการ แต่อันตรายจากการเกิดจุลชีพฟุ้งกระจายยังถูกกักกันให้อยู่ภายในตู้ชีวนิรภัย

2. การต่อกับระบบระบายอากาศแบบปิด (hard duct) เป็นการเชื่อมต่อตู้ชีวนิรภัย Class II Type B เข้ากับระบบระบายอากาศของอาคาร อากาศที่ระบายออกจากตู้ชีวนิรภัยจะถูกดูดออกไปเจือจางนอกอาคาร โดยพัดลมดูดอากาศที่อยู่ในระบบระบายอากาศของอาคาร ดังนั้นหากพัดลมระบายอากาศไม่ทำงาน อากาศที่ระบายออกจากตู้จะไหลย้อนกลับเข้าไปทางตัวตู้ และหากตู้ชีวนิรภัยไม่มีกลไกตัดระบบพัดลมภายในตู้ก็จะเกิดการเป่าอากาศที่ปนเปื้อนจุลชีพ ภายในตู้ชีวนิรภัยออกมาทางช่องเปิดด้านหน้าตู้ แพร่กระจายสู่ผู้ปฏิบัติงาน

และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการเลือกซื้อตู้ชีวนิรภัย Class II Type B ที่ต้องต่อแบบปิดกับระบบระบายอากาศ ต้องมั่นใจว่าระบบระบายอากาศของอาคารมีความพร้อมรองรับตู้ชีวนิรภัย และในการตรวจรับรองจะต้องมีการตรวจสอบระบบการตัดพัดลมภายในตู้และระบบการเตือนภัย เมื่อแรงลมในท่อระบายอากาศลดลงเกินกำหนด

สถานที่ติดตั้งตู้ชีวนิรภัย ข้อควรคำนึงถึงเกี่ยวกับสถานที่ติดตั้งตู้ชีวนิรภัย ได้แก่

1. ควรวางให้ห่างจากแหล่งกำเนิดลม เช่น หัวจ่ายเครื่องปรับอากาศ พัดลม เครื่องปรับอากาศ หน้าต่าง ประตูด้านบนของตู้ควรห่างจากเพดาน อย่างน้อย 30-36 เซนติเมตร เพื่อให้มีช่องว่างในการตรวจรับรองและการซ่อมแซมตู้ควรวางให้ด้านหลังตู้ห่างจากกำแพง อย่างน้อย 30 เซนติเมตร และวางให้ด้านข้างของตู้ห่างจากอุปกรณ์อื่นอย่างน้อย 15 เซนติเมตร แต่หากจะวางไว้ข้างตู้ชีวนิรภัย หรืออุปกรณ์ควบคุมอื่นควรวางให้ห่างกันอย่างน้อย 30 เซนติเมตร

2. อากาศไหลเวียนในห้องปฏิบัติการต้องมีปริมาณมากพอ ไม่ควรติดตั้งตู้ชีวนิรภัย ประเภทที่ต้องต่อกับระบบระบายอากาศในห้องที่มีขนาดเล็กและการไหลเวียนของอากาศเข้า สู่ออกไม่ดีพอ รวมไปถึงห้องที่ต้องควบคุมความดันอากาศ เช่น ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 3 หรือ clean room เป็นต้น เนื่องจากขณะใช้งานตู้ชีวนิรภัย ระบบระบายอากาศจะทำงานและดูดอากาศภายในห้องออกตลอดเวลาจึงต้องมั่นใจว่าภายในห้องปฏิบัติการนั้นมีอากาศเข้าสู่ห้อง มากเพียงพอ

3. ตู้ชีวนิรภัยควรต่อตรงเข้ากับเบรกเกอร์และแยกจากเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่น และควรต่อกับอุปกรณ์สำรองไฟเพื่อกันไฟกระชาก ไฟตก หรือ ไฟดับ

5.2 ตู้ดูดควัน (Fume hood)

ตู้ดูดควัน เป็นเครื่องมือควบคุมการฟุ้งกระจายของไอสารเคมี ทำหน้าที่ป้องกันสารเคมีจากผู้ปฏิบัติงานเท่านั้น (Personnel Protection only) จึงควรติดตั้งไว้บริเวณด้านในสุดของห้องและต้องห่างจากประตู หน้าต่างหรือทางเดิน เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของอากาศบริเวณประตูหน้าต่าง ซึ่งอาจรบกวนระบบไหลเวียนอากาศของตู้ดูดควัน และขณะใช้งานเครื่อง ควรยืนห่างจากตู้ประมาณ 6 นิ้ว ควรสวมถุงมือ แว่นตานิรภัย และเสื้อคลุม และไม่ควรถูกดูดควันเป็นที่เก็บสารเคมี หลักการทำงานเริ่มจากการดูดอากาศภายในบริเวณที่เครื่องนี้ตั้งอยู่ ผ่านทางด้านหน้าของเครื่องไปทางผนังด้านหลัง และไหลไปตามท่อลมออกเครื่องจนส่งออกสู่ภายนอกอาคารในที่สุด เป็นลักษณะตู้ดูดควันแบบต่อท่อ ซึ่งตำแหน่งการติดตั้งชุดพัดลม (Blower/Fan) ไม่ว่าจะอยู่ภายในเครื่องหรือนอกเครื่อง และมีระบบการกรอง (Filtration) เพื่อดูดซับกลิ่นสารเคมีเหล่านั้นไว้แทนเป็นตู้ดูดควันแบบไร้ท่อ แบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 ใช้กับตัวอย่างที่ระเหยได้

กลุ่มที่ 2 ใช้กับตัวอย่างกรดไฮโดรฟลูออริก (กรดกัดแก้ว) ซึ่งใช้ในการสังเคราะห์ สารต่างๆ ในอุตสาหกรรมยาและพอลิเมอร์ เช่น เทฟลอน

กลุ่มที่ 3 กลุ่มใช้กับกรด ด่างทั่วไป สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และตัวทำละลายต่าง ๆ

5.3 เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge)

เครื่องหมุนเหวี่ยง เป็นเครื่องมือใช้แยกตัวอย่างของเหลวออกจากของแข็งอนุภาคขนาดเล็กหรือใช้เพื่อแยกของเหลวหลายๆชนิดที่มีความถ่วงจำเพาะต่างกันให้เกิดการแยกชั้น โดยอาศัยแรงหนีศูนย์กลาง (centrifuge force) ที่เกิดจากการหมุนรอบจุดหมุน (center of rotation) ควรสังเกต ความถี่อย่างน้อยปีละครั้ง หรือหลังการซ่อมเครื่อง โดยอาศัยหลักการเร่งให้อนุภาคตกตะกอนเร็วขึ้น ภายใต้สนามของแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง แรงแบนกันของอนุภาคจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงหนีศูนย์กลาง ทำให้อนุภาคนอนกันด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกัน ภายใต้สนามแรงหนีศูนย์กลางอนุภาคจะตกตะกอนด้วยอัตราเร็วที่ไม่เท่ากัน การปั่นแยกตะกอน จึงต้องใช้เวลาพอสมควรเพียงพอที่อนุภาคขนาดเล็กจะนอนกันหมด จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วน ตะกอน (pellet) และส่วนของเหลว

เครื่องหมุนเหวี่ยงมีแกนหมุนเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเข้ามอเตอร์จะเหนี่ยวนำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และทำให้แกนมอเตอร์หมุน ความเร็วรอบในการหมุน (rpm = round per minutes) ควบคุมด้วยวงจรไฟฟ้า ส่วนเวลาที่ใช้ในการหมุนควบคุมด้วย สวิตช์ปิด-เปิด หรือนาฬิกา

ความเร็วรอบและแรงหนีศูนย์กลาง

การแยกสารด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงต้องมีการกำหนดเวลา และแรงหนีศูนย์กลางสำหรับงานนั้นๆ เสมอ ซึ่งในบางครั้งจะพบว่า มีการกำหนดเป็นค่าความเร็วรอบของการหมุนโรเตอร์ ซึ่งอาจเกิดปัญหาการใช้งานในกรณีที่ต้องการความถูกต้องของแรงหนีศูนย์กลาง แรงหนีศูนย์กลางสัมพัทธ์ (relative centrifugal force) มีความสัมพันธ์โดยตรงกับรัศมีการหมุนไม่เท่ากัน ดังนั้นการกำหนดวิธีการแยกสารด้วยค่าความเร็วรอบจึงไม่ใช่วิธีการที่เป็นมาตรฐาน ปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตจึงมักจะเตรียมตารางเทียบค่าทั้งสองที่ใช้กับโรเตอร์แต่ละชนิดของผู้ผลิตไว้แล้ว หรือผู้ใช้สามารถทำการคำนวณได้เอง โดยการใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$RCF = 1.12r (RPM/1000)^2 \text{ หรือ}$$

$$RPM = 103(RCF/1.12r)^{0.5}$$

RCF = แรงหนีศูนย์กลางสัมพัทธ์ หน่วยเป็น xg เช่น $\times 10000g$ คือ เร่งความเร็วด้วยอัตราทำให้เหมือนอนุภาคนั้นถูกแรงกระทำเท่ากับ 10000 เท่าของแรงโน้มถ่วงโลก

r = รัศมีแกนหมุน หน่วยเป็น มิลลิเมตร

RPM = อัตราความเร็วรอบ หน่วยเป็น รอบ/นาที (round per minute)

โครงสร้างของเครื่องหมุนเหวี่ยง

ประกอบด้วยโครงสร้างหลัก 4 อย่างคือ

มอเตอร์และอุปกรณ์ทดรอบ (Motor and Gear box) มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่หลักให้เกิดการหมุนรอบแกน มี 2 ชนิด คือ ชนิดที่ใช้แปรงถ่าน (brush drive) และชนิดที่ไม่ใช้แปรงถ่าน (brushless inductive drive) สำหรับเครื่อง Ultra speed centrifuge (100,000 รอบ/นาที) จะมีชุดเฟืองทดรอบการหมุน (gear box) เพื่อเพิ่มความเร็วรอบของแกนหมุน

โรเตอร์ (Rotor) เป็นส่วนสำหรับบรรจุภาชนะใส่ตัวอย่าง เมื่อเกิดการหมุนโดยการผลักของมอเตอร์จะเกิดแรงหนีศูนย์กลางขึ้นในบริเวณโรเตอร์ วัสดุที่ใช้ทำโรเตอร์มีหลายชนิด เช่น aluminium titanium polypropylene ทั้งนี้ขึ้นกับขนาดของแรงหนีศูนย์กลาง ความเร็วรอบที่ใช้ งาน ชนิดและปริมาณ

ตัวอย่างที่ใช้ ส่วนรูปแบบของโรเตอร์มีให้เลือกตามลักษณะการใช้งาน เช่น ห้องปฏิบัติการชั้นสูง ส่วนใหญ่จะใช้โรเตอร์แบบ Swing bucket rotors และ Fixed angle rotors

Chamber เป็นส่วนที่มีโรเตอร์ติดตั้งอยู่ภายใน ปกติจะมีฝาปิดมิดชิด และฝาปิดนี้ไม่สามารถเปิดออกได้ขณะที่โรเตอร์กำลังหมุนอยู่ เพื่อสร้างความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องหมุนเหวี่ยง

Control Panel ส่วนของแผงควบคุมการทำงานของเครื่องหมุนเหวี่ยง มีปุ่มควบคุมการทำงานมากหรือน้อยขึ้นกับชนิดและขนาดของเครื่อง

Refrigerated system เป็นระบบทำความเย็นเพื่อลดอุณหภูมิให้กับตัวอย่าง เนื่องจากตัวอย่างบางชนิดอาจจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพเมื่อได้รับความร้อน สามารถทำความเย็นได้ต่ำสุดถึง -20 องศาเซลเซียส

การตรวจสอบขณะใช้งาน

1. ตรวจสอบความเร็วรอบและเวลาที่ใช้ก่อนการปั่นทุกครั้ง
2. ตรวจสอบความสมดุลของหัวปั่น (rotor) ก่อนการปั่นทุกครั้ง
3. ตรวจสอบคุณภาพของขอบยางต้องติดเรียบกับเครื่องและยางไม่เสื่อมสภาพ
4. ตรวจสอบฝาปิดของตัวเครื่องต้องปิดสนิท อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง

การบำรุงรักษา

1. ปฏิบัติตามคู่มือการใช้เครื่องจากบริษัทผู้ผลิต
2. ถอดปลั๊กเครื่องปั่น ก่อนทำการบำรุงรักษาทุกครั้ง
3. ทำความสะอาดภายในและภายนอกเครื่องหลังใช้งานทุกวัน
4. เมื่อมีตัวอย่างกระเด็นหรือหกตกในเครื่อง ให้ทำความสะอาดภายในตัวเครื่อง หัวปั่น และกระบอกใส่หลอดปั่น (bucket) โดยใช้แอลกอฮอล์ 70 % หรือน้ำยาฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมกับงาน

5.4 เครื่องชั่ง (Electronic balance)

เครื่องชั่ง เป็นเครื่องมือที่ใช้ชั่งสารเคมี อาหารเลี้ยงเชื้อ ในการเลือกเครื่องชั่งต้องทราบน้ำหนักต่ำสุดและสูงสุดที่ต้องการชั่ง และความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

ก่อนเริ่มใช้งานเครื่องชั่งหรือตาชั่งทุกครั้ง ควรเปิดเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อเป็นการ Warm เครื่องชั่งให้เครื่องพร้อมในการใช้งาน การชั่งน้ำหนักแต่ละครั้งควรวางวัตถุที่ต้องการชั่งให้อยู่ตรงกลางจานชั่งเสมอและก่อนวางวัตถุลงบนจานชั่ง ควรสังเกตดูว่าหน้าจอแสดงผลนั้นแสดงค่าเป็นศูนย์อยู่หรือไม่ ถ้าไม่ควรปรับให้ค่าแสดงผลเป็นศูนย์ก่อนเสมอ (Tare/Zero check) ในการอ่านค่าแต่ละครั้ง ควรให้ค่าที่แสดงนิ่งก่อน หรือมีสัญญาณในการอ่านค่าแสดงขึ้นจึงสามารถอ่านค่าได้ รวมทั้งแต่ละวันควรตรวจสอบการใช้งานทุกวันด้วย ต้มน้ำหนัก (check weight) ที่มีน้ำหนักใกล้เคียง กับช่วงน้ำหนักที่ใช้งาน และควรวางเครื่องชั่งบนโต๊ะที่มั่นคง แข็งแรงและไม่มีอุปกรณ์อื่นที่ทำให้เกิดแรงสั่นสะเทือนบนโต๊ะเดียวกัน

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายในห้องมีผลในการอ่านค่าน้ำหนักที่ทำการชั่ง ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่

อุณหภูมิ: อุณหภูมิภายในห้องมีผลกระทบต่อค่าน้ำหนักที่ชั่ง ดังนั้นเวลาเราทำการชั่งน้ำหนักเราควรรักษาอุณหภูมิในห้องให้คงที่เสมอเพราะหากอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงไปแม้แค่ 1 องศาค่าน้ำหนักที่อ่านอาจเกิดการผิดพลาดได้

ความชื้นสัมพัทธ์: ความชื้นของอากาศทำให้ค่าน้ำหนักที่อ่านได้เกิดการผิดพลาดได้เช่นกัน ควรรักษาระดับความชื้นให้อยู่ที่ 45-60% และควรควบคุมให้คงที่อยู่เสมอ

แสงสว่าง: แสงสว่างก็มีผลที่ทำให้ค่าน้ำหนักที่วัดได้นั้นไม่แม่นยำเนื่องจากบริเวณที่มีแสงสว่างมากจะทำให้อุณหภูมิบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงได้ เวลาเราวางเครื่องชั่งนั้นควรให้ห่างไกลจากแหล่งกำเนิดแสงต่างๆ เช่น หลอดไฟ, บริเวณหน้าต่าง เป็นต้น

กระแสลม: กระแสลมเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้ค่าน้ำหนักที่อ่านได้นั้นเกิดความผิดพลาดได้ ไม่ควรวางเครื่องชั่งในบริเวณที่มีกระแสลม เช่น กระแสลมจากเครื่องปรับอากาศ บริเวณใกล้ประตูหรือหน้าต่าง บริเวณที่อยู่ใกล้อุปกรณ์ที่มีการระบายอากาศ บริเวณที่มีคนเดินผ่านไปมาบ่อยครั้ง เป็นต้น

เครื่องชั่งน้ำหนักมี 2 ประเภทใหญ่ๆ ตามหลักการทำงานได้ ได้ดังนี้

1. เครื่องชั่งระบบแมคคานิกส์ (Mechanical Scale) หรือเครื่องชั่งแบบไม่ใช้ไฟฟ้า โดยใช้หลักการของคานถ่วงดุลน้ำหนัก หลักการของสปริง เพื่อให้เกิดแรงกดหรือแรงดึงแล้วเปลี่ยนเป็นน้ำหนักของวัตถุที่ชั่งมาแสดงที่ค่าน้ำหนักโดยการส่งผ่านแรงทางกล หรืออาศัยกลไกต่างๆ ภายใน เช่น เครื่องชั่งแบบเข็ม เครื่องชั่งสปริง เครื่องชั่งคานเลื่อน เครื่องชั่งแขวน มีข้อดีคือมีความทนทาน ราคาไม่แพงมาก (ขึ้นอยู่กับความแม่นยำ) ใช้งานง่าย ไม่จำเป็นต้องตั้งค่าอะไรมาก แต่อย่างไรก็ตาม เครื่องชั่งแบบนี้จะมีความละเอียดไม่สูงมากนัก เนื่องจากมีข้อจำกัดในการแสดงผลแบบสเกล และค่า Uncertainty of Measurement

2. เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ (Digital Scales) เป็นเครื่องชั่งที่ใช้ระบบไฟฟ้าในการทำงาน มีความเที่ยงตรงสูง หรือสามารถเชื่อมต่อข้อมูลกับระบบคอมพิวเตอร์ได้ และนิยมใช้ในห้องปฏิบัติการ

5.5 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

เทอร์โมมิเตอร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิ จึงมีความจำเป็นต้องตรวจสอบความถูกต้องในการใช้งาน ซึ่งทั่วไปเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

5.5.1. Liquid in glass thermometer ต้องผ่านการสอบเทียบทุก 5 ปี และ check ice point ทุก 6 เดือนเทอร์โมมิเตอร์ชนิดนี้ มี 2 ชนิด คือ

5.5.1.1 Total-immersion เป็นชนิดที่ต้องให้เทอร์โมมิเตอร์ทั้งแท่งสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัดจึงเหมาะสมสำหรับใช้ติดตามเครื่องมือควบคุมอุณหภูมิ เช่น ตู้เย็น หรือตู้อบเพาะเชื้อ

5.5.1.2 Partial-immersion เป็นชนิดที่ให้บางส่วนของแท่งเทอร์โมมิเตอร์สัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัดจึงเหมาะสมสำหรับใช้วัดอุณหภูมิของอ่างน้ำร้อน

5.5.2. Digital thermometer ประกอบด้วย เซ็นเซอร์หรือโพรบ หรือมิเตอร์ที่อ่านค่า เชื่อมต่อกับสายต่อ (lead) ต้องผ่านการสอบเทียบทุก 2 ปี เป็นเทอร์โมมิเตอร์นิยมใช้มาก เพราะสามารถนำมิเตอร์ที่อ่านค่าไว้นอกตัวตู้ที่ต้องการวัดได้ในระยะห่างมากที่สุด เท่ากับความยาวของสายต่อระหว่างเซ็นเซอร์หรือโพรบ หรือมิเตอร์ แต่ทั้งนี้ต้องเลือกชนิดของโพรบให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด เช่น ถ้าวัดในของเหลวต้องใช้โพรบที่จุ่มในของเหลวได้

การบำรุงรักษาและข้อควรระวัง

1. Liquid in glass thermometer ตรวจสอบช่องว่างหรือฟองอากาศใน column อย่างน้อยทุกเดือน
2. Digital thermometer ตรวจสอบอายุของแบตเตอรี่อย่างน้อยทุกเดือน
3. ตรวจสอบการบิดงอของสาย (lead) ที่ต่อระหว่างเซ็นเซอร์หรือโพรบ หรือมิเตอร์
4. กรณีสารปรอทหกเลอะ ปริมาณน้อย ให้ทำความสะอาดโดยโรยผงกำมะถันคลุมบนปรอท กรณีปริมาณมาก ใช้ปูนขาวแห้ง ทราายและผงกำมะถันหรือโซดาแอชแทน แล้วทำความสะอาดพื้นและเช็ดให้แห้ง

5.6 เครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง (Autoclave)

เครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับฆ่าเชื้อโรค จุลินทรีย์ขนาดเล็ก โดยใช้ไอน้ำร้อนและอยู่ในระบบปิดเพื่อให้เกิดแรงดันอากาศสูง ใช้หลักการให้ไอน้ำไปแทนที่อากาศในตัวถังจนหมด ทำให้เครื่องมือ อุปกรณ์ ของที่ผ่านการอบไอน้ำอ้อมตัวด้วยความดันสูง อยู่ในสภาพปราศจากเชื้อ การนึ่งฆ่าเชื้อโดยทั่วไปจะใช้สภาวะที่ อุณหภูมิ 121 -132 องศาเซลเซียส แรงดันอากาศของไอน้ำ ที่ประมาณ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSI) โดยใช้ระยะเวลานึ่ง 15-20 นาที เนื่องจากอุณหภูมิของไอน้ำอ้อมตัว มีความสัมพันธ์กับความดัน ดังนั้นจึงต้องทำการสอบเทียบ และตรวจการใช้งาน ทำการสอบเทียบปีละครั้งหรือหลังการซ่อมเครื่อง

การตรวจสอบขณะใช้งาน

1. ใช้ข้อต่อเคลปเทป (Autoclave indicator tape) ติดที่สิ่งของทำให้ปราศจากเชื้อ หลังผ่านการใช้งานสีของเทปจะต้องเปลี่ยนเป็นสีดำเข้ม
2. ตรวจสอบการบันทึกอุณหภูมิ ความดันด้วยหน่วยวัดปอนด์ต่อตารางนิ้ว และเวลาที่ใช้งานทุกครั้ง
3. ตรวจสอบการทำงานและประสิทธิภาพเครื่องสัปดาห์ละครั้งด้วยการทดสอบ spore test โดยใช้สปอร์ของ *Geobacillus stearothermophilus* ATCC 7953

การบำรุงรักษา

1. เปลี่ยนถ่ายน้ำและทำความสะอาดทุกวัน หรืออย่างน้อยทุกสัปดาห์หรือเมื่อมีอาหารเลี้ยงเชื้อปนเปื้อน

2. ก่อนใช้งานทุกครั้งต้องตรวจสอบระดับน้ำในตัวเครื่อง ให้อยู่ในระดับที่กำหนด ควรใช้น้ำกรอง ไม่ควรใช้น้ำประปา เพราะทำให้เกิดตะกอนจับตัวในเครื่อง

5.7 ตู้บเพาะเชื้อ (Incubator)

ตู้บเพาะเชื้อ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเจริญเติบโตและควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสมตามความชื้นและเงื่อนไขอื่น ๆ เช่นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณออกซิเจนในบรรยากาศภายในเครื่อง

การตรวจสอบขณะใช้งาน

1. อุณหภูมิที่จุดใช้งาน และเกณฑ์การยอมรับ เช่น 35 ± 2 °C (สำหรับการทดสอบ *Staphylococcus* spp. ที่อุณหภูมิมากกว่า 35 °C อาจตรวจไม่พบ MRSA)

2. ตรวจอุณหภูมิทุกวันอย่างน้อยวันละครั้ง โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ซึ่งอ่านค่าละเอียด 0.1 °C ที่ผ่านการสอบเทียบ และมีความถูกต้องของการวัด โดยมีค่าความผิดพลาดสูงสุดที่ยอมรับได้ของเครื่องมือ (Maximum permissible error; MPE) $\leq 1/3$ เท่าของ MPE ของตู้ที่ต้องการวัดพร้อมบันทึกอุณหภูมิ

3. สำหรับตู้บเพาะเชื้อชนิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตรวจสอบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทุกครั้งที่ใช้งาน

การบำรุงรักษา

1. ทำความสะอาดภายในตู้บเพาะเชื้อเดือนละครั้ง โดยใช้สารละลายแอลกอฮอล์ 70% หรือน้ำยาฆ่าเชื้อที่เหมาะสม

5.8 ตู้บร้อน (Hot air oven)

เครื่องที่ใช้สำหรับการอบวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆให้แห้ง ใช้รักษาอุณหภูมิของปฏิกิริยาในการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการบางชนิดให้คงที่ ใช้อบฆ่าทำลายเชื้อโรค ใช้อบเพาะเชื้อจุลินทรีย์ ใช้หาความชื้นในตัวอย่างเป็นต้น

หลักการทำงานตู้บร้อน ความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนถูกถ่ายเทให้วัตถุ โดยกระบวนการนำความร้อน (conduction) การพาความร้อน (convection) และการแผ่รังสี (radiation) ความร้อนที่ถูกควบคุมอย่างเหมาะสมด้วยตัวควบคุมความร้อนและระบบควบคุมอุณหภูมิทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว จากของเหลวกลายเป็นไอ หรือจากของแข็งเป็นไอ โดยความร้อนจากตู้บร้อนจะสัมผัสพื้นผิวด้านนอกของอุปกรณ์หรือเครื่องมือก่อน แล้วความร้อนจะค่อยๆ ถูกนำผ่านเข้าสู่เนื้อวัสดุ ดังนั้นขณะที่ความร้อนค่อยๆ ผ่านเข้าสู่เครื่องมือหรือวัสดุ เชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ที่เครื่องมือหรือวัสดุที่ต้องการทำให้ปราศจากเชื้อจะถูกทำลาย สิ่งสำคัญที่สุดคือ การที่ความร้อนผ่านเข้าสู่อุปกรณ์อย่างทั่วถึง ไม่ใช่เพียงความร้อนสัมผัสกับพื้นผิวด้านนอกของอุปกรณ์เท่านั้น ตู้บร้อน ต้องผ่านการสอบเทียบทุก 3 ปี

การตรวจสอบขณะใช้งาน

1. ตรวจสอบและบันทึกอุณหภูมิทุกครั้งที่ใช้งาน โดยกำหนดเกณฑ์ใช้งานช่วง 160-180 °C

2. ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานให้ปราศจากเชื้อ โดยใช้สปอร์ *Bacillus atrophaeus* ATCC 9372 (*Bacillus subtilis* var. *niger* (*Bacillus globigii*)) ทุก 3 เดือน

การบำรุงรักษา

1. ทำความสะอาดภายในและผนังภายนอกเดือนละครั้ง โดยใช้ผ้าสะอาด

5.9 ตู้เย็น (Refrigerator)

ตู้เย็น เป็นเครื่องมือใช้ในการเก็บรักษา อาหารเลี้ยงเชื้อ น้ำยา สารเคมี ใช้อุณหภูมิช่วง $2-8^{\circ}\text{C}$ โดยธรรมชาติสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะถ่ายโอนพลังงานไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า หากเราต้องการให้อุณหภูมิในตู้เย็นลดลงเรื่อยๆ ต้องถ่ายโอนความร้อนภายในตู้เย็นออกไปข้างนอก ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่สามารถเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติได้ จึงได้มีการประดิษฐ์ส่วนประกอบหนึ่งของตู้เย็นที่เรียกว่า Compressor (ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดของระบบทำความเย็น ด้วยการทำหน้าที่เพิ่มความดันให้กับสารทำความเย็นที่อยู่ในสถานะเป็นไอ โดยคอมเพรสเซอร์จะดูดสารทำความเย็นที่เป็นไอความดันต่ำจากเครื่องระเหย (Evaporator) เข้ามาทางท่อดูดของคอมเพรสเซอร์และอัดไอของสารทำความเย็นนี้ให้มีความดันและอุณหภูมิที่สูงขึ้น ก่อนจะส่งไปยังคอนเดนเซอร์ (Condensor) ต่อไป)

การตรวจสอบขณะใช้งาน

1. ใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่มีความถูกต้องของการวัดที่ $\pm 1^{\circ}\text{C}$ และได้รับการสอบเทียบอย่างน้อยปีละครั้ง นำมาใช้ตรวจสอบอุณหภูมิของตู้ทุกวัน อย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง
2. บันทึกอุณหภูมิของตู้ทุกวัน

การบำรุงรักษา

1. ทำความสะอาดภายในตู้ทุก 2 เดือน หรือหลังจากมีการซ่อมแซม
2. ทำความสะอาดภาชนะหรือภาชนะรองรับน้ำจากระบบละลายน้ำแข็งของระบบทำความเย็นทุกสัปดาห์

5.10 ตู้แช่แข็ง (Freezer)

ตู้แช่แข็ง เป็นเครื่องมือเก็บรักษาเชื้อ แผลเย็บปฏิชีวนะ น้ำยา สารเคมี ใช้อุณหภูมิช่วง -20°C หรือต่ำกว่า กรณีต้องการเก็บเชื้อจุลินทรีย์นานกว่า 5 ปี สามารถเก็บได้ที่ตู้แช่แข็ง -70°C หรือต่ำกว่า

การตรวจสอบขณะใช้งาน

1. กำหนดช่วงอุณหภูมิที่ยอมรับได้ของตามความต้องการใช้งาน เช่น ตู้แช่แข็ง $-20^{\circ}\text{C} = (-20^{\circ}\text{C}) \pm (2^{\circ}\text{C})$ หรือ $-70^{\circ}\text{C} = (-70^{\circ}\text{C}) \pm (5^{\circ}\text{C}) = 1/3$ ของช่วงอุณหภูมิที่ต้องการควบคุม
2. ใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่มีความถูกต้องของการวัดที่ $\pm 1^{\circ}\text{C}$ และได้รับการสอบเทียบ นำมาใช้ตรวจสอบอุณหภูมิของตู้ทุกวัน อย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง
3. บันทึกอุณหภูมิที่ตรวจสอบได้ทุกวัน

การบำรุงรักษา

1. ควรละลายน้ำแข็งภายในตู้ทุก 6 เดือน
2. เมื่อน้ำแข็งละลายหมด ทำความสะอาดภายในตู้ด้วยน้ำอุ่น และเช็ดให้แห้ง

3. ห้ามจัดเก็บสิ่งที่ต้องการเก็บรักษาในช่องแช่แข็งของตู้เย็นสำหรับครัวเรือน ซึ่งมีระบบทำความเย็นเป็นแบบละลายน้ำแข็งอัตโนมัติ เนื่องจากทำให้สิ่งที่เก็บรักษาเสื่อมสลาย

5.11 อ่างน้ำร้อน (Water Bath)

อ่างน้ำร้อน เป็นเครื่องมือที่ใช้อุ่นอาหารเลี้ยงเชื้อหรือบ่มการทดสอบ โดยใช้ความร้อนจากน้ำที่อยู่ในอ่าง การตรวจสอบขณะใช้งาน

1. ตรวจสอบระดับน้ำก่อนใช้งานทุกครั้ง

2. กำหนดช่วงอุณหภูมิที่ยอมรับได้ตามการใช้งาน

3. ใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่มีความถูกต้องของการวัด 1 ส่วน 3 ของช่วงอุณหภูมิที่ต้องการควบคุมและได้รับการสอบเทียบ หรือตรวจสอบ (Intermediate check หรือ Interval check) ตามกำหนด มาใช้ตรวจสอบอุณหภูมิทุกครั้งที่ใช้ใช้งาน

4. บันทึกอุณหภูมิที่ตรวจสอบทุกครั้ง

การบำรุงรักษา

1. ควรเปลี่ยนถ่ายน้ำและทำความสะอาดทุกสัปดาห์ โดยใช้ น้ำกลั่นหรือน้ำกรองเท่านั้น

2. การทำความสะอาด ควรเช็ดทำความสะอาดที่ขดลวดทำความร้อนและอ่างให้สะอาด และเช็ดให้แห้ง โดยไม่ควรใช้ของมีคม หรือกระดาษทรายถูหรือขัดที่ (Heater) และอ่าง

6. การจำแนกจุลชีพก่อโรคตามกลุ่มเสี่ยง (Risk group)

การจำแนกจุลชีพก่อโรคตามกลุ่มเสี่ยงมีความจำเป็น เพื่อใช้ในการจัดระดับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการให้เหมาะสมกับการทำงานกับจุลชีพชนิดนั้น จุลชีพก่อโรคชนิดเดียวกันอาจจัดระดับความเสี่ยงแตกต่างกันในแต่ละประเทศ ทั้งนี้ขึ้นกับหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

6.1 คุณลักษณะของตัวเชื้อ เช่น ปริมาณของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค (dose of infection) ช่องทางการติดเชื้อ (mode of transmission) ระยะฟักตัว (incubation period) ความสามารถในการอยู่รอดนอกโฮสต์ (survival outside host) ชนิดของสิ่งมีชีวิตที่สามารถติดเชื้อ (host range) ความรุนแรงของโรค (severity)

6.2 วิธีการป้องกันและรักษา

6.3 ความชุกชุมของโรคในพื้นที่ (prevalence) เช่น จุลชีพก่อโรคที่พบประจำถิ่น ประกาศกระทรวงสาธารณสุขเรื่อง รายการเชื้อโรคที่ประสงค์ควบคุมตามมาตรา 18 พ.ศ. 2560 (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 134 ตอนพิเศษ 74 ง 10 มีนาคม 2560) ได้แบ่งเชื้อโรคออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มเสี่ยงน้อยหรืออันตรายน้อย กลุ่มเสี่ยงปานกลางหรืออันตรายปานกลาง กลุ่มเสี่ยงสูง หรืออันตรายสูง และกลุ่มเสี่ยงสูงมากหรืออันตรายสูงมาก นอกจากนี้คู่มือความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ (laboratory biosafety manual) ขององค์การอนามัยโลกได้แบ่ง จุลชีพก่อโรคออกเป็น 4 กลุ่มเสี่ยง คือ

การจำแนกจุลชีพก่อโรคตามกลุ่มเสี่ยง (Risk group)

กลุ่มเสี่ยงที่ 1 (No or low individual and community risk) จุลชีพที่ไม่ก่อโรคในมนุษย์หรือสัตว์

กลุ่มเสี่ยงที่ 2 (Moderate individual risk, low community risk) จุลชีพที่ก่อโรคในมนุษย์หรือสัตว์ แต่ไม่เป็นอันตรายร้ายแรงต่อบุคลากรในห้องปฏิบัติการ ชุมชน ปศุสัตว์หรือสิ่งแวดล้อม การติดเชื้อในห้องปฏิบัติการอาจทำให้เกิดการติดเชื้อรุนแรง แต่มีวิธีการรักษาและการป้องกันโรคที่มีประสิทธิภาพและความเสี่ยงในการแพร่กระจายของเชื้อโรคอยู่ในวงจำกัด

กลุ่มเสี่ยงที่ 3 (High individual risk, low community risk) จุลชีพที่ก่อโรครุนแรงในมนุษย์หรือสัตว์ แต่เชื้อไม่ติดต่อจากมนุษย์สู่มนุษย์โดยตรง มีวิธีการรักษา และ/หรือการป้องกันโรคที่มีประสิทธิภาพ

กลุ่มเสี่ยงที่ 4 (High individual risk, high community risk) จุลชีพที่ก่อโรครุนแรงในมนุษย์หรือสัตว์ และเชื้อสามารถแพร่กระจายได้ง่ายจากมนุษย์สู่มนุษย์ได้ ทั้งทางตรงและทางอ้อมยังไม่มีวิธีการรักษาหรือการป้องกันโรคที่มีประสิทธิภาพ

มาตรการความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ

อันตรายทางชีวภาพสามารถพบได้จากสิ่งแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ ซึ่งปฏิบัติงานเกี่ยวกับเชื้อก่อโรคทั้งมนุษย์และสัตว์ เชื้อโรคแต่ละชนิดมีระดับความเสี่ยงอันตรายที่แตกต่างกันดังนั้นการทำงานที่เกี่ยวข้องกับเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ จำเป็นต้องมีการกำหนดระดับความปลอดภัยทางชีวภาพเพื่อเป็นการควบคุมให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ

1. ความปลอดภัยระดับ BSL-1 เหมาะสำหรับห้องปฏิบัติการที่ใช้เพื่อการฝึกอบรมและการสอน และห้องปฏิบัติการซึ่งทำงานเกี่ยวกับสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่รู้แน่นอนแล้วว่าไม่ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์และสัตว์ พร้อมทั้งมีอันตรายน้อยต่อบุคลากรผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อม

2. ความปลอดภัยระดับ BSL-2 เหมาะสำหรับห้องปฏิบัติการทำงานเกี่ยวกับสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอันตรายปานกลางต่อบุคคลและสิ่งแวดล้อม และห้องปฏิบัติการที่ทำงานเกี่ยวกับเลือด น้ำจากร่างกาย เนื้อเยื่อมนุษย์และสัตว์

3. ความปลอดภัยระดับ BSL-3 เหมาะสำหรับห้องปฏิบัติการด้านคลินิกด้านการวินิจฉัย ด้านการสอนและด้านวิจัย รวมทั้งเกี่ยวกับสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งติดต่อทางการหายใจ สามารถก่อโรคได้รุนแรงถึงแก่ชีวิต บุคลากรของห้องปฏิบัติการต้องได้รับการฝึกอบรมเป็นพิเศษ ในการดำเนินการกับเชื้อที่ก่อโรคและทำให้เกิดการตายได้ รวมทั้งต้องอยู่ภายใต้การดูแลของผู้เชี่ยวชาญที่มีความสามารถและประสบการณ์ ในการทำงานกับเชื้อจุลินทรีย์

4. ความปลอดภัยระดับ BSL-4 เหมาะสำหรับห้องปฏิบัติการทำงานเกี่ยวกับสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอันตรายแก่บุคลากร ซึ่งทำให้เกิดการติดเชื้อติดต่อทางละอองฟุ้งกระจายและทำให้เกิดอันตรายถึงแก่ชีวิตบุคลากรของห้องปฏิบัติได้จึงต้องมีการฝึกอบรมโดยเฉพาะและละเอียดถี่ถ้วน

ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 1-4 เพื่อให้เกิด ความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้ต้องพิจารณา จำแนกสารชีวภาพที่ครอบครองตามระดับ ความมั่นคงทางชีวภาพ ซึ่งแบ่งออกได้ 5 ระดับ คือ

1. จุลชีพไม่ก่อโรค
2. จุลชีพก่อโรคและสารพิษที่มีความเสี่ยงต่ำ หมายถึง จุลชีพก่อโรคและสารพิษที่ทำให้คนหรือสัตว์เกิดโรคและเสียชีวิตได้แต่อยู่ในวงจำกัด มีผลต่อเศรษฐกิจค่อนข้างต่ำ
3. จุลชีพก่อโรคและสารพิษที่มีความเสี่ยงปานกลาง หมายถึงจุลชีพก่อโรคและสารพิษ ที่ทำให้คนหรือสัตว์เกิดโรคและเสียชีวิต มีผลกระทบต่อประชาชน และเกิดความเสียหายต่อ เศรษฐกิจตั้งแต่ระดับน้อยจนถึงระดับปานกลาง
4. จุลชีพก่อโรคและสารพิษที่มีความเสี่ยงสูง หมายถึงจุลชีพก่อโรคและสารพิษที่ทำให้คนหรือสัตว์เกิดโรคและเสียชีวิต มีผลกระทบต่อประชาชน และเกิดความเสียหายต่อเศรษฐกิจ ตั้งแต่ระดับปานกลางจนถึงระดับสูง กลุ่มนี้มักถูกนำไปทำเป็นอาวุธชีวภาพ
5. จุลชีพก่อโรคและสารพิษที่มีความเสี่ยงสูงสุด จุลชีพก่อโรคและสารพิษกลุ่มนี้ถูกจัดเป็นกลุ่มพิเศษ เพราะไม่มีในธรรมชาติแต่เป็นจุลชีพที่ผ่านการดัดแปลงทางพันธุกรรม และมีแนวโน้มความเสี่ยงสูงในการนำไปใช้เป็นอาวุธชีวภาพ

7. การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติ

การสร้างความปลอดภัยต้องมีการพัฒนาบุคลากรทุกระดับที่เกี่ยวข้อง โดยให้ความรู้พื้นฐานที่เหมาะสม จำเป็น และอย่างต่อเนื่องต่อกลุ่มเป้าหมายที่มีบทบาทต่างกัน ถึงแม้องค์กร/หน่วยงานมีระบบการบริหารจัดการอย่างดี หากบุคคลในองค์กร/หน่วยงานขาดความรู้และทักษะ ขาดความตระหนัก และเพิกเฉยแล้ว จะก่อให้เกิดอันตรายและความเสียหายต่างๆ ได้ ดังนั้นแต่ละบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติจึงต้องมีความรู้พื้นฐาน และได้รับการอบรมหรือการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Elearning) หรือการอ่านหนังสือที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย โดยมีหลักฐาน เช่น ประกาศนียบัตร บันทึกการอบรม เป็นต้น เพื่อสร้างความปลอดภัยในห้องปฏิบัติ

ตาราง 2. ความรู้พื้นฐานสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้อง

รายการ	ผู้บริหาร	หัวหน้าห้องปฏิบัติการ	ผู้ปฏิบัติงาน	พนักงานทำความสะอาด
กฎหมายที่เกี่ยวข้อง	+++	+++	+	+
ระบบการบริหารความปลอดภัย	+++	+++	+	
ระบบการจัดการสารเคมี	+	+++	+++	+
ระบบการจัดการของเสีย	+	+++	+++	+
สารบบข้อมูลสารเคมี/ของเสีย	+	+++	+++	+
การประเมินของเสีย	++	+++	+++	+
ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ กับความปลอดภัย	++	+++	++	+
การป้องกันและตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน	++	+++	+++	+
อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล	+	+++	+++	+
SDS		+++	+++	
ป้ายสัญลักษณ์ด้านความปลอดภัย	++	+++	+++	+

หมายเหตุความละเอียดลึกซึ้งของเนื้อหาเพิ่มขึ้นตามจำนวนเครื่องหมาย + (ปรับได้ตามความเหมาะสม)

ที่มา: คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ครั้งที่ 2, 2558

8. การบริหารจัดการสิ่งส่งตรวจ

การส่งตรวจ การเก็บส่งตรวจและการนำส่งส่งตรวจ ห้องปฏิบัติการต้องมีคู่มือแนะนำวิธีการเก็บตัวอย่างส่งตรวจ โดยคำนึงถึงวิธีการเก็บตัวอย่างที่ถูกต้อง และคุณภาพของตัวอย่างส่งตรวจ แจกจ่ายให้เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงาน เพื่อดำเนินการตรวจตัวอย่างทดสอบมีความถูกต้องชัดเจน สามารถบ่งชี้และสอบกลับได้ สอดคล้องกับข้อกำหนดระบบการบริหารงาน

1. การส่งตรวจ สามารถทำได้ 2 วิธี

1.1 ใช้ใบส่งตรวจของห้องปฏิบัติการ โดยทำเครื่องหมายให้ตรงกับช่องด้านหน้ารหัส รายการทดสอบให้ชัดเจน

1.2 ส่งตรวจบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

2. ในใบสั่งตรวจต้องระบุชื่อ นามสกุล ของเจ้าของสัตว์ป่วย ระบุเพศ อายุ ชื่อสัตว์ป่วย ชนิดสัตว์ตรวจ วันเวลาที่สั่งตรวจและเก็บส่งตรวจ ระบุชื่อสัตวแพทย์ผู้สั่งตรวจพร้อมรหัสสัตวแพทย์ การวินิจฉัยโรค และข้อมูลที่สำคัญทางการแพทย์ เพื่อผลการตรวจที่ถูกต้อง รวดเร็ว แม่นยำและสะดวกในการติดต่อกลับในกรณีที่มีปัญหา หรือเพื่อขอข้อมูลเพิ่มเติม

3. รายการทดสอบที่ไม่มีระบุไว้ในใบสั่งตรวจ ให้ติดต่อห้องปฏิบัติการเพื่อขอข้อมูล

4. การทดสอบพิเศษบางรายการต้องติดต่อล่วงหน้าซึ่งระบุในรายการตรวจนั้นๆ เพื่อผู้ปฏิบัติงานสามารถเตรียมอุปกรณ์ ล่วงหน้า ดังนั้นหากไม่มีการนัด ติดต่อล่วงหน้า จะไม่สามารถทำการทดสอบให้ได้

5. การทดสอบต่างๆ จะรายงานผลในวันที่กำหนดไว้ โดยจำนวนวันที่ระบุในช่อง “ระยะเวลาในการรายงานผล” จะหมายถึง “จำนวนวันทำการ” ไม่รวมวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ หรือวันหยุดราชการ หรือตามข้อกำหนดให้ชัดเจน

6. กรณีที่ใบสั่งตรวจไม่ชัดเจน หรือรายการสั่งตรวจไม่ตรงกับรายการที่ระบุในคอมพิวเตอร์ทางห้องปฏิบัติการจะทำการทดสอบตามที่ระบุในคอมพิวเตอร์เท่านั้น หากยังไม่ครบตามที่สัตวแพทย์สั่ง และต้องการตรวจเพิ่มเติม กรุณาสั่งตรวจใหม่ และหากต้องการใช้สิ่งส่งตรวจเดิม ให้ติดต่อกับทางห้องปฏิบัติการก่อนทุกครั้ง การขอทดสอบด่วน ในกรณีเร่งด่วน ที่ต้องการผลเร็วกว่าที่กำหนดไว้ กรุณาโทรศัพท์ติดต่อหัวหน้าห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง เพื่อสอบถาม ความเป็นไปได้ก่อนและเขียนสั่งตรวจตามมาภายหลัง การขอทดสอบเพิ่มเติมจากสิ่งส่งตรวจเดิม กรณีต้องการขอเพิ่มการทดสอบจากสิ่งส่งตรวจเดิม กรุณาติดต่อ แจ้งห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบเพื่อ

การปฏิเสธสิ่งส่งตรวจ

สิ่งส่งตรวจที่ไม่เหมาะสมกับการตรวจ จะถูกปฏิเสธและส่งคืนผู้ส่งตรวจ ซึ่งได้แก่สิ่งตรวจต่อไปนี้

1. ข้อมูลในใบส่งตรวจและสิ่งตรวจไม่ตรงกัน ไม่ครบถ้วน หรือไม่ชัดเจน เช่น ชื่อ-สกุล ชนิดของสิ่งตรวจ การทดสอบ เป็นต้น

2. ภาชนะที่ใส่สิ่งตรวจไม่ใช่ภาชนะปราศจากเชื้อ หรือภาชนะที่ไม่เหมาะสม มีรอยร้าว หรือสิ่งปนเปื้อนภายนอกชัดเจน โดยเฉพาะการส่งตรวจเพาะเชื้อจุลชีพ

3. มีสิ่งแปลกปลอมปนเปื้อนในสิ่งตรวจที่เห็นได้ชัดเจน

4. สิ่งตรวจมีปริมาณน้อยเกินไป จนไม่สามารถทำการทดสอบได้

5. สิ่งตรวจเลือดที่ hemolyse หรือขุ่นมาก

6. สิ่งตรวจที่ไม่เหมาะสมกับวิธีการตรวจ เช่น เลือดที่ใส่สารกันเลือดแข็งตัว (anticoagulant) ไม่ถูกต้อง การเก็บ หรือการนำ ส่ง ไม่ถูกต้อง

7. สิ่งตรวจที่ส่งซ้ำในวันเดียวกัน จากตำแหน่งเดียวกัน ยกเว้นการเพาะเชื้อจากเลือด(Hemoculture)

ISO/IEC 17025

ISO/IEC 17025 เป็นมาตรฐานสากล สำหรับห้องปฏิบัติการต้องการความเชื่อมั่น และการยอมรับจากลูกค้า แสดงให้เห็นว่าห้องปฏิบัติการนั้นมีความสามารถในการทดสอบตาม ขอบข่ายรายการทดสอบที่ได้รับการรับรอง เป็นมาตรฐานที่สามารถนำมาใช้ได้กับการทดสอบทุกประเภท สำหรับห้องปฏิบัติการทดสอบอาหารซึ่งก็คือห้องปฏิบัติการที่ทำการทดสอบในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตอาหาร เริ่มจากวัตถุดิบไปจนถึงผลิตภัณฑ์ และวัสดุที่ใช้ทำภาชนะบรรจุอาหารที่ต้องการการยอมรับจากลูกค้า ซึ่งขอบข่ายหลักๆ ของห้องปฏิบัติการทดสอบอาหารแบ่งได้เป็น ห้องปฏิบัติการทดสอบด้านเคมีอาหาร จุลชีววิทยาทางอาหาร การทดสอบการเปลี่ยนรูปทรง (Food Rheology) หรือการทดสอบทางกายภาพ (Physical Testing) อื่นๆ พิษวิทยาอาหาร (Food Toxicology) อนุชีววิทยา (Molecular Biology) หรือการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory Testing) โดยมีข้อแนะนำเฉพาะของการรับรองห้องปฏิบัติการในแต่ละประเภทตามเอกสารต่างๆ เช่น EURACHEM Guide, Guide to Quality in Analytical Chemistry สำหรับห้องปฏิบัติการเคมี EA 4/10 Accreditation for Microbiological Laboratories สำหรับห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา และ EA-4/09, Accreditation for sensory testing laboratories สำหรับห้องปฏิบัติการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยห้องปฏิบัติการทดสอบแต่ละประเภท สามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมได้ การขอการรับรองตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 นั้นเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น การเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการนอกจากการดำเนินการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 แล้วยังมีประเด็นสำคัญที่ห้องปฏิบัติการทดสอบอาหารควรพิจารณาเพิ่มเติมเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าและหน่วยกำกับดูแลตามกฎหมายที่สำคัญ ได้แก่ Codex Alimentarius (Codex) ซึ่งเป็นแหล่งอ้างอิงด้านอาหารที่สำคัญของผู้บริโภค ผู้ผลิตอาหาร หน่วยงานที่ ควบคุมด้านอาหารของประเทศ และองค์การการค้าอาหารระหว่างประเทศ นอกจากนี้ยังมีข้อตกลงของ Sanitary and Phytosanitary Measures (SPS) และ Technical Barriers to Trade (TBT) ที่ส่งเสริมให้มีการปรับปรุงมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศและมาตรฐาน แนวทาง และข้อแนะนำของ Codex ให้สอดคล้องกัน รวมทั้งข้อตกลงของ Asia Pacific Economic Cooperation (APEC) ที่มี ข้อตกลงการยอมรับร่วม (Mutual Recognition Arrangement; MRA) ในการตรวจสอบและรับรองในการตรวจสอบและรับรอง (Conformity Assessment) อาหารและผลิตภัณฑ์อาหารให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ SPS TBT และ Codex การพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์การอาหารและเทคนิคการวิเคราะห์ทดสอบจะทำให้ การรายงานองค์ประกอบของอาหารมีความถูกต้องแม่นยำขึ้น การทดสอบอาหารนำมาใช้เพื่อการประเมินคุณค่าทางโภชนาการและความปลอดภัยทางจุลชีววิทยา สารพิษจากเชื้อรา สารป้องกันกำจัด ศัตรูพืช สารเคมีตกค้างอื่นๆ สารเติมแต่ง และภาชนะบรรจุอาหาร ดังนั้นห้องปฏิบัติการทดสอบอาหาร ควรนำเอกสารข้อกำหนดต่างๆ ของ APEC และ Codex มาประกอบในการจัดทำระบบบริหารงาน คุณภาพห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025

APLAC TC 007 : APLAC Guidelines for Food Testing Laboratories เป็นเอกสาร ข้อแนะนำขององค์การภาคพื้นเอเชียแปซิฟิกว่าด้วยการรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการ (Asia Pacific Laboratory Accreditation Cooperation, APLAC) มีประเด็นต่างๆ ที่น่าสนใจแนะนำเพิ่มเติมจาก ข้อกำหนด ISO/IEC 17025

โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย Enhancement of Safety Practice in Research Laboratory in Thailand, ESPReL เรื่อง “ความร่วมมือด้านการมาตรฐาน”

ระหว่าง วช. กับ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) เมื่อวันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ.2557 ซึ่งตามขอบเขตความร่วมมือในกิจกรรมการกำหนดมาตรฐานของบันทึกความเข้าใจ ดังกล่าว กระทรวงอุตสาหกรรมได้มีประกาศกระทรวงฯ ฉบับที่ 4699 (พ.ศ. 2558) และฉบับที่ 4700 (พ.ศ. 2558) เมื่อวันที่ 24 มิถุนายน พ.ศ. 2558 กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมระบบการจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวกับสารเคมี พร้อมออกเอกสารเล่ม 1: ข้อกำหนด มาตรฐานเลขที่ มอก.2677 เล่ม 1-2558 เอกสารเล่ม 2: ข้อเสนอแนะทั่วไปเกี่ยวกับหลักการ ระบบและเทคนิคในทางปฏิบัติ มาตรฐานเลขที่ มอก.2677 เล่ม 2-2558 และต่อมาได้มีการประกาศในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 23 กันยายน พ.ศ.2558 ซึ่งการบริหารจัดการโดยใช้มาตรฐานห้องปฏิบัติการปลอดภัย เป็นเครื่องมือในการกำหนดแนวทางการดำเนินงานและวางแผนการตรวจติดตาม ช่วยให้สามารถบูรณาการการงานด้านต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ทำให้มีการดำเนินงานเพื่อความปลอดภัยอย่างเป็นระบบและยั่งยืน

ESPreL มีเนื้อหาโดยสรุปของกระบวนการและวิธีดำเนินงานด้านต่างๆ ของการพัฒนาความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ให้ภาพรวมของ องค์ประกอบที่ทำให้เกิดความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

แต่ละองค์ประกอบมีส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ กล่าวคือ

1) การบริหารระบบจัดการความปลอดภัยที่ต้องทำหลายด้านสอดคล้องกัน ตั้งแต่ระดับนโยบายที่เห็นความสำคัญของงานด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ จึงควรมีข้อมูลระดับนโยบาย/แผนงานทั้งเชิงโครงสร้างและการกำหนดผู้รับผิดชอบ

2) ระบบการจัดการสารเคมีที่สามารถติดตามความเคลื่อนไหวของสาร มีระบบการจัดการสารเคมีที่ดีทั้งระบบข้อมูล การจัดเก็บ การเคลื่อนย้าย และการจัดการสารที่ไม่ใช้แล้ว

3) ระบบการจัดการของเสียที่มีระบบข้อมูล การจำแนกและการเก็บที่ถูกต้องเพื่อรอการกำจัดโดยไม่มีการแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม

4) ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ ที่เอื้อต่อการทำงานอย่างปลอดภัยทั้งในภาวะปกติและฉุกเฉิน

5) ระบบการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย ต้องบริหารความเสี่ยงจากข้อมูลจริง ที่มีลำดับความคิดตั้งต้นจากการกำหนดได้ว่าอะไรคือปัจจัยเสี่ยง ผู้ปฏิบัติงานต้องรู้ว่าใช้สารใด คนอื่นในที่เดียวกันกำลังทำอะไรที่ เสี่ยงอยู่หรือไม่ ปัจจัยเสี่ยงด้านกายภาพคืออะไร มีการประเมินความเสี่ยงหรือไม่

6) การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ จะช่วยลดการเกิดอันตรายจากพฤติกรรมเสี่ยง ต้องมีการพัฒนาบุคลากรทุกระดับที่เกี่ยวข้อง โดยให้ความรู้พื้นฐานที่เหมาะสม จำเป็น และอย่างต่อเนื่องต่อกลุ่มเป้าหมายที่มีบทบาทต่างกัน ถึงแม้องค์กร/หน่วยงานมีระบบการบริหารจัดการอย่างดี หากบุคคลในองค์กร/หน่วยงานขาดความรู้และทักษะ ขาดความตระหนัก และเพิกเฉยแล้ว จะก่อให้เกิดอันตรายและความเสียหายต่างๆ ได้

7) การจัดการข้อมูลและเอกสาร เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการพัฒนาความปลอดภัยอย่างต่อเนื่องยั่งยืน ระบบเอกสารจะเป็นหลักฐานบันทึกที่สามารถส่งงานต่อกันได้หากมีการเปลี่ยนผู้รับผิดชอบ และเป็นการต่อยอดของ

ความรู้ในทางปฏิบัติ ให้การพัฒนาความปลอดภัยเป็นไปอย่างต่อเนื่อง หลักคิดของการจัดการความปลอดภัย อยู่ที่การบริหารความเสี่ยงที่ประเมินได้ด้วยตนเอง ESPReL Checklists จึงเป็นรายการสำรวจสภาพความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการด้วยตนเอง เมื่อประจักษ์ด้วยตนเอง ย่อมเกิดความตระหนักรู้และนำไปสู่การแก้ไข หรือยกระดับความปลอดภัยได้อย่างต่อเนื่อง ผลจาก checklists สามารถประมวลออกมาเป็นภาพที่แสดงถึง จุดแข็งจุดอ่อนของการจัดการของตนเอง

สรุป

ความปลอดภัยต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เป็นกระแสโลกที่สอดแทรกอยู่ในกิจกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น เรื่องการผลิตในโรงงาน หรือการค้า การให้บริการ เนื่องจากการไหลของสินค้าและบริการระหว่างประเทศ ทำได้ง่ายขึ้น มีการใช้สินค้าและบริการที่มีต้นทางจากต่างประเทศมากขึ้น ความมั่นใจในความปลอดภัยของสินค้าและบริการ จึงเป็นประเด็นที่นำมาใช้ในการค้าระหว่างกัน กล่าวได้ว่า ยุทธศาสตร์สำคัญของระบบการค้าเสรี คือ สินค้าและบริการต้องปลอดภัย ในด้านความปลอดภัยทางเคมี คำถามใหม่กว่าการถามถึงสารเคมีที่ปนเปื้อน คือคำถามว่าในผลิตภัณฑ์มีสารเคมีอะไรบ้าง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่เป็นสินค้าถึงมือผู้บริโภค จึงต้อง ได้รับการออกแบบชนิดที่ว่าการผลิตจนถึงการใช้แล้ว ต้องไม่มีสารตกค้างในสิ่งแวดล้อม ด้วยหลักการ และเหตุผลของความปลอดภัยต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เป็นเรื่องที่ไม่อาจปฏิเสธได้ จึงมีกฎระเบียบและมาตรฐานต่างๆ เกิดขึ้น เพื่อสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภค

ความสำคัญของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เพื่อควบคุมไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดอุบัติเหตุและได้รับอันตราย ช่วยให้มึระบบการทำงานที่มีความปลอดภัยสูง ทำให้เกิดความมั่นใจและแรงจูงใจในการปฏิบัติงาน ป้องกันไม่ให้อันตรายจากวัสดุทางชีวภาพกระจายออกสู่ภายนอก เป็นอันตรายต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยที่ทำให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การออกแบบโครงสร้างที่เหมาะสมและถูกต้อง การให้ความรู้และความเข้าใจแก่ผู้ปฏิบัติงาน เช่น การฝึกอบรม หรือแจกคู่มือการปฏิบัติงาน การออกกฎหรือข้อกำหนดการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย ดังเช่น ISO/IEC 17025 หรือ ESPReL

เอกสารอ้างอิง

กรณีการ นิ่มเล็ก, วนิดา บ้านศาลเจ้า , อุบลวรรณ รอดประดิษฐ์ , และ ปราณี นาคประสิทธิ์. 2563. การปรับเปลี่ยนระบบบริหารคุณภาพห้องปฏิบัติการทดสอบของสำนักคุณภาพ และความปลอดภัยอาหารตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025:2017. วารสารเกษตรนเรศวร 17(1): 87-114

คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ครั้งที่ 2, 2558,

โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย. 2558. คู่มือการประเมินความปลอดภัย ห้องปฏิบัติการ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ครั้งที่ 2 (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร

ฉัตรชัย วิริยะไกรกุล. 2561. ห้องปฏิบัติการปลอดภัย : องค์ประกอบทางกายภาพ เครื่องมือและอุปกรณ์. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

ภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณสุขระหว่างประเทศ ที่ WHO เพิ่งประกาศ คืออะไร สำคัญอย่างไร
5 กุมภาพันธ์ 2563 ที่มา ประชาชาติธุรกิจ

สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ. 2551. คู่มือความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ. กรมปศุสัตว์.
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 201 หน้า.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข. 2560. คู่มือมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์และสาธารณสุข. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัทพรีเมียร์ มาร์เก็ตติ้ง โซลูชั่น จำกัด. กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข. 2560. คู่มือมาตรฐานห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์และสาธารณสุข. บริษัทเท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด. กรุงเทพฯ.

คันสนีย์ ชีระพันธ์. 2555. ความปลอดภัยทางชีวภาพในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ 60(190): 15-18.

Asia Pacific Laboratory Accreditation Cooperation. 2014 January. APLAC TC 007: APLAC Guidelines for Food Testing Laboratories (Online). Available from:
https://www.aplac.org/documents/tc/aplac_tc_007_issue_4.pdf

NIH (National Institutes of Health). Division of Technical Resources. Office of Research facilities. 2008. Design Requirements Manual for biomedical Laboratories and Animal Research facilities. (Online). Available from:
<https://www.orf.od.nih.gov/TechnicalResources/Documents/DRM/DRM1.503262020.pdf>

Ruys, Theodorus. 1990. Handbook of Facilities Planning: Volume 1 Laboratory Facilities. New York: Van Nostrand reinhold.

Watch, Daniel D. 2008. Building Type basics for Research Laboratories. 2nd ed. New York: John Wiley&Sons.

ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิชาสัตวแพทย์สาธารณสุข 2 กลุ่มวิชาสัตวแพทย์สาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (รัฐบาล)

ข้อมูล Checklist ตาม ESPReL

1. การบริหารระบบการจัดการด้านความปลอดภัย

1. การบริหารระบบการจัดการด้านความปลอดภัย

1. มีนโยบายด้านความปลอดภัย ครอบคลุม ในระดับต่อไปนี้

☒ มหาวิทยาลัย หรือ กรม

ระบุชื่อเอกสารนโยบาย: ประกาศมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับที่178/2557) เรื่องนโยบายด้านความปลอดภัย สุขภาพและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยขอนแก่น

1. ประกาศนโยบาย ความปลอดภัย มข 2557.jpg (726.3 KB)

☐ คณะ หรือ กอง

☐ ภาควิชา หรือ หน่วยงาน

☐ ห้องปฏิบัติการ

☐ อื่นๆ (ระบุชื่อของระดับหน่วยงาน)

2. มีแผนงานด้านความปลอดภัย ครอบคลุม ในระดับต่อไปนี้

☒ มหาวิทยาลัย หรือ กรม

ระบุชื่อเอกสารแผนงาน: โครงการอบรมมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ และจัดระเบียบห้องปฏิบัติการวิจัย ปี 2563 (ศูนย์เครื่องมือกลาง ฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

2. แผนงานด้านความปลอดภัย มข 2563 (ศูนย์เครื่องมือกลาง).pdf (1.5 MB)

☒ คณะ หรือ กอง

ระบุชื่อเอกสารแผนงาน: มีโครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

แผนงานด้านความปลอดภัยคณะสัตวแพทยศาสตร์.jpg (2.7 MB)

☐ ภาควิชา หรือ หน่วยงาน

☐ ห้องปฏิบัติการ

☐ อื่นๆ (ระบุชื่อของระดับหน่วยงาน)

3. มีโครงสร้างการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยในระดับต่อไปนี้

☒ มหาวิทยาลัย หรือ กรม

ระบุชื่อลักษณะโครงสร้าง: คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการอำนวยการด้านความปลอดภัย มข ปี 2556

3. คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการอำนวยการด้านความปลอดภัย มข 2556.pdf (144.6 KB)

☒ คณะ หรือ กอง

ระบุชื่อลักษณะโครงสร้าง: คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการความปลอดภัยประจำปีงบประมาณ 2563

คณะกรรมการความปลอดภัย ปีงบประมาณ 63.pdf (60.9 KB)

☐ ภาควิชา หรือ หน่วยงาน

☐ ห้องปฏิบัติการ

☐ อื่นๆ (ระบุชื่อของระดับหน่วยงาน)

4. ห้องปฏิบัติการได้กำหนดผู้รับผิดชอบดูแลด้านความปลอดภัยในเรื่องต่อไปนี้

☒ การจัดสรรคน

ระบุชื่อและตำแหน่ง ของผู้รับผิดชอบ: นายชัยพร สร้อยคำ หัวหน้าห้องปฏิบัติการ

นางปรียาภรณ์ สุระชน นักวิทยาศาสตร์

[X] การจัดการของเสีย

ระบุชื่อและตำแหน่ง ของผู้รับผิดชอบ: นายชัยพร สร้อยคำ หัวหน้าห้องปฏิบัติการ

นางปรียาภรณ์ สุระชน นักวิทยาศาสตร์

[X] ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ

ระบุชื่อและตำแหน่ง ของผู้รับผิดชอบ: นายชัยพร สร้อยคำ หัวหน้าห้องปฏิบัติการ

นายพงศ์พันธุ์ พงษ์สะพัง หัวหน้าภารกิจการด้านอาคารสถานที่

[X] การป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย

ระบุชื่อและตำแหน่ง ของผู้รับผิดชอบ: นายชัยพร สร้อยคำ หัวหน้าห้องปฏิบัติการ

นายพงศ์พันธุ์ พงษ์สะพัง หัวหน้าภารกิจการด้านอาคารสถานที่

[X] การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

ระบุชื่อและตำแหน่ง ของผู้รับผิดชอบ: นายชัยพร สร้อยคำ หัวหน้าห้องปฏิบัติการ

นางปรียาภรณ์ สุระชน นักวิทยาศาสตร์

[X] การจัดการข้อมูลและเอกสาร

ระบุชื่อและตำแหน่ง ของผู้รับผิดชอบ: นายชัยพร สร้อยคำ หัวหน้าห้องปฏิบัติการ

นางปรียาภรณ์ สุระชน นักวิทยาศาสตร์

[] อื่นๆ

2.1. ระบบการจัดการสารเคมี - การจัดการข้อมูลสารเคมี

1. ระบบบันทึกข้อมูล

1. มีการบันทึกข้อมูลสารเคมีในรูปแบบ

[X] เอกสาร

[] อิเล็กทรอนิกส์

2. โครงสร้างของข้อมูลสารเคมีที่บันทึก ประกอบด้วย

[X] รหัสภาชนะบรรจุ (Bottle ID)

[X] ชื่อสารเคมี (Chemical name)

[X] CAS no.

[X] ประเภทความเป็นอันตราย

ระบุระบบประเภทความเป็นอันตรายที่ใช้: GHS, UN No.

[X] ขนาดบรรจุของขวด

[X] ปริมาณสารเคมีคงเหลือในขวด (chemical volume/weight)

[X] Grade

[] ราคา (Price)

[X] ที่จัดเก็บสารเคมี (location)

[] วันที่รับเข้ามา (Received date)

[] วันที่เปิดใช้ขวด

[] ผู้ขาย/ผู้จำหน่าย (Supplier)

[X] ผู้ผลิต (Manufacturer)

[X] วันหมดอายุ (expiry date)

[] อื่น ๆ

2. สารบับสารเคมี (Chemical inventory)

1. มีการบันทึกข้อมูลการนำเข้าสารเคมี

- ใช่
- 2. มีการบันทึกข้อมูลการจ่ายออกสารเคมี
 - ใช่
- 3. มีการปรับข้อมูลให้เป็นปัจจุบันอย่างสม่ำเสมอ
 - ใช่

ระบุความถี่ของการตรวจสอบและปรับฐานข้อมูล: ทุก 3 เดือน
- 4. มีรายงานที่แสดงความเคลื่อนไหวของสารเคมีในห้องปฏิบัติการ โดยอย่างน้อยต้องประกอบด้วยทุกหัวข้อต่อไปนี้ 1) ชื่อสารเคมี 2) CAS no. 3) ประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี 4) ปริมาณคงเหลือ 5) สถานที่เก็บ
 - ไม่ใช่

3. การจัดการสารที่ไม่ใช้แล้ว (Clearance)

1. มีแนวปฏิบัติในการจัดการสารที่ไม่ใช้แล้ว ดังนี้
 - [X] สารที่ไม่ต้องการใช้

ระบุขั้นตอน วิธี หรือ ความถี่: มีการจัดเก็บแยกสารที่ไม่ต้องการใช้แล้วในทางปฏิบัติ แต่ยังไม่มีการบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร
 - [X] สารที่หมดอายุตามฉลาก

ระบุขั้นตอน วิธี หรือ ความถี่: มีการจัดเก็บสารที่หมดอายุตามฉลากที่สามารถใช้ต่อไปในงานประจำได้ รวมกับสารเคมีตัวอื่น ส่วนตัวที่หมดอายุแล้วไม่สามารถใช้งานได้ก็จะคัดแยกไว้ต่างหากแล้วในทางปฏิบัติ แต่ยังไม่มีการบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร
 - [X] สารที่หมดอายุตามสภาพ

ระบุขั้นตอน วิธี หรือ ความถี่: มีการจัดเก็บ แยกสารที่ไม่ต้องการใช้แล้วในทางปฏิบัติ แต่ยังไม่มีการบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร

4. การใช้ประโยชน์จากข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการ

1. มีการใช้ประโยชน์จากข้อมูลสารเคมีเพื่อ
 - [X] การประเมินความเสี่ยง

ระบุวิธีใช้ประโยชน์: จากข้อมูลสารบสารเคมีที่จัดทำ สามารถนำไปประเมินความเสี่ยงหรืออันตรายที่จะเกิดขึ้นได้ เช่น จากข้อมูลสารบที่พบว่าปริมาณสารเคมีที่เป็นสารไวไฟ หากมีปริมาณมากเกินไปเกินกว่าที่กำหนด อาจจะก่อให้เกิดอันตรายได้
 - [X] การจัดสรรงบประมาณ

ระบุวิธีใช้ประโยชน์: จากข้อมูลสารบทำให้ทราบว่าปริมาณสารเคมีที่มีอยู่มีมากน้อยเพียงใด สามารถลดงบประมาณในการจัดซื้อที่อาจจะซ้ำซ้อนลงได้ หรือสามารถนำงบประมาณที่จะจัดซื้อสารเคมีไปซื้อวัสดุอย่างอื่นได้
 - [X] การแบ่งปันสารเคมี

ระบุวิธีใช้ประโยชน์: จากข้อมูลสารบทำให้ทราบรายการและปริมาณสารเคมีที่มีอยู่ สามารถแบ่งปันสารเคมีระหว่างห้องปฏิบัติการภายในคณะฯ เพื่อลดปัญหาการซื้อสารเคมีซ้ำซ้อนกันได้

2.2. ระบบการจัดการสารเคมี - การจัดเก็บสารเคมี

1. ข้อกำหนดทั่วไปในการจัดเก็บสารเคมี

1. มีการแยกเก็บสารเคมีตามสมบัติการเข้ากันไม่ได้ของสารเคมี (chemical incompatibility)

- ใช่

ระบุชื่อระบบที่ใช้และตัวอย่างสารเคมีที่ใช้: UN class แยกสารกักต้อนประเภทกรด เช่น กรดซัลฟูริก
ออกจากสารเคมีประเภทไวไฟ เช่น Ethylalcohol โดยแยกเก็บคนละชั้นในตู้เก็บและมีภาชนะสภาพพลาสติกกรอง
ขวดสารเคมี

2. เก็บสารเคมีของแข็งแยกออกจากของเหลวทั้งในคลังสารเคมีและห้องปฏิบัติการ

- ใช่

3. หน้าตู้เก็บสารเคมีในพื้นที่ส่วนกลางมีการระบุ

[X] รายชื่อสารเคมีและเจ้าของ

[X] ชื่อผู้รับผิดชอบดูแลตู้

[] สัญลักษณ์ตามความเป็นอันตราย

4. จัดเก็บสารเคมีทุกชนิดอย่างปลอดภัยตามตำแหน่งที่แน่นอน และไม่วางสารเคมีบริเวณทางเดิน

- ใช่

5. มีป้ายบอกบริเวณที่เก็บสารเคมีที่เป็นอันตราย

- ใช่

6. มีระบบการควบคุมสารเคมีที่ต้องควบคุมเป็นพิเศษ

- ไม่เกี่ยวข้อง

7. ไม่ใช้ตู้ดูดควันเป็นที่เก็บสารเคมีหรือของเสีย

- ใช่

8. ไม่วางขวดสารเคมีบนโต๊ะและชั้นวางของโต๊ะปฏิบัติการอย่างถาวร

- ใช่

2. ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารไวไฟ

1. เก็บสารไวไฟให้ห่างจากแหล่งความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ เปลวไฟ ประกายไฟ และแสงแดด

- ใช่

2. เก็บสารไวไฟในห้องปฏิบัติการในภาชนะที่มีความจุไม่เกิน 20 ลิตร

- ใช่

3. เก็บสารไวไฟในห้องปฏิบัติการไม่เกิน 10 แกลลอน (38 ลิตร) ถ้ามีเกิน 10 แกลลอน (38 ลิตร) ต้องจัดเก็บไว้ใน
ตู้สำหรับเก็บสารไวไฟโดยเฉพาะ

- ใช่

4. เก็บสารไวไฟสูงในตู้ที่เหมาะสม

- ไม่เกี่ยวข้อง

3. ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารกัดกร่อน

1. เก็บขวดสารกัดกร่อน (ทั้งกรดและเบส) ไว้ในระดับต่ำ

- ใช่

2. เก็บขวดกรดในตู้เก็บกรดโดยเฉพาะ และมีภาชนะรองรับที่เหมาะสม

- ไม่เกี่ยวข้อง

4. ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บแก๊ส

1. เก็บถังแก๊สโดยมีอุปกรณ์ยึดที่แข็งแรง
 - ใช่
2. ถังแก๊สที่ไม่ได้ใช้งานทุกถังต้องมีฝาคอขวดหรือมี guard ป้องกันหัวถัง
 - ไม่ใช่
3. มีพื้นที่เก็บถังแก๊สเปล่ากับถังแก๊สที่ยังไม่ได้ใช้งาน และติดป้ายระบุไว้อย่างชัดเจน
 - ใช่
4. ถังแก๊สมีที่วางปลอดภัยห่างจากความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ และเส้นทางสัญจรหลัก
 - ใช่
5. เก็บถังแก๊สออกซิเจนห่างจากถังแก๊สเชื้อเพลิง แก๊สไวไฟ และวัสดุไหม้ไฟได้ อย่างน้อย 6 เมตร หรือมีฉาก/ผนังกั้นที่ไม่ติดไฟ
 - ไม่เกี่ยวข้อง

5. ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารออกซิไดซ์ (Oxidizers) และสารก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์

1. เก็บสารออกซิไดซ์และสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ห่างจากความร้อน แสง และแหล่งกำเนิดประกายไฟ
 - ใช่

ระบุตัวอย่างสารออกซิไดซ์และสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ที่มีในห้องปฏิบัติการและสถานที่เก็บ: เก็บสารไว้ในตู้เก็บสารที่ห่างจากแหล่งกำเนิดความร้อน และแหล่งกำเนิดประกายไฟอย่างน้อย 3 เมตร
2. เก็บสารที่มีสมบัติออกซิไดซ์ไว้ในภาชนะแก้วหรือภาชนะที่มีสมบัติเฉื่อย
 - ใช่
3. ใช้ฝาปิดที่เหมาะสม สำหรับขวดที่ใช้เก็บสารออกซิไดซ์
 - ใช่
4. ภาชนะบรรจุสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ต้องมีฝาปิดที่แน่นหนา
 - ใช่
5. มีการตรวจสอบการเกิดเปอร์ออกไซด์อย่างสม่ำเสมอ
 - ใช่

ระบุความถี่ของการตรวจสอบ: ทุก 3 เดือน

6. ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารที่ไวต่อปฏิกิริยา

1. มีป้ายคำเตือนที่ชัดเจนบริเวณหน้าต่างหรือพื้นที่ที่เก็บสารที่ไวต่อปฏิกิริยา (เช่น ป้าย “สารไวต่อปฏิกิริยา – ห้ามใช้น้ำ”)
 - ไม่เกี่ยวข้อง
2. เก็บสารไวปฏิกิริยาต่อน้ำออกห่างจากแหล่งน้ำที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ
 - ไม่เกี่ยวข้อง
3. มีการตรวจสอบสภาพการเก็บที่เหมาะสมของสารที่ไวต่อปฏิกิริยาอย่างสม่ำเสมอ
 - ไม่เกี่ยวข้อง

7. ภาชนะบรรจุภัณฑ์และฉลากสารเคมี

1. เก็บสารเคมีในภาชนะที่เหมาะสมตามประเภทของสารเคมี
 - ใช่

2. ภาชนะที่บรรจุสารเคมีทุกชนิดต้องมีการติดฉลากที่เหมาะสม

- ใช่

3. ตรวจสอบความบกพร่องของภาชนะบรรจุสารเคมีและฉลากอย่างสม่ำเสมอ

- ใช่

ระบุขั้นตอนการตรวจสอบ หรือความถี่หรือวันเดือนปีที่ตรวจสอบล่าสุด: ตรวจสอบสภาพของภาชนะบรรจุว่า มีการรั่วหรือไอระเหยของสารจากขวดบรรจุหรือไม่ ขวดบรรจุมีการบวมหรือแตกร้าวไหม ฝาปิดยังปกติดีอยู่หรือไม่ ตรวจสอบทุก 3 เดือน ครั้งล่าสุดตรวจสอบเมื่อ พ.ย. 5 พ.ย.2563

8. เอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS)

1. เก็บ SDS ในรูปแบบ

[X] เอกสาร

[] อิเล็กทรอนิกส์

2. เก็บ SDS อยู่ในที่ที่ทุกคนในห้องปฏิบัติการเข้าถึงได้ทันที เมื่อต้องการใช้ หรือเมื่อเกิดภาวะฉุกเฉิน

- ใช่

ระบุสถานที่เก็บ: ห้องเก็บสารเคมีหน้าตู้เก็บสาร

3. SDS มีข้อมูลครบทั้ง 16 ข้อ

- ใช่

4. มี SDS ของสารเคมีอันตรายทุกตัวที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ

- ใช่

ระบุจำนวนสารเคมีอันตรายที่มีในห้องปฏิบัติการ: จำนวนสารเคมีอันตราย 29 รายการ

5. มี SDS ที่ทันสมัย

- ใช่

ระบุความถี่ในการปรับปรุง หรือวันเดือนปีที่ปรับปรุงล่าสุด: ปรับปรุงทุกหกเดือน ครั้งล่าสุดเมื่อ พ.ย. 5 พ.ย. 2563

2.3. ระบบการจัดการสารเคมี - การเคลื่อนย้ายสารเคมี (Chemical transportation)

1. การเคลื่อนย้ายสารเคมีภายในห้องปฏิบัติการ

1. ผู้ที่ทำการเคลื่อนย้ายสารเคมีใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม

- ใช่

ระบุตัวอย่างอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่ใช้: สวมเสื้อกราวนสวมถุงมือยางใส่หน้ากากอนามัย

2. ปิดฝาภาชนะที่บรรจุสารเคมีที่จะเคลื่อนย้ายให้สนิท

- ใช่

3. ใช้รถเข็นที่มีแฉกเมื่อมีการเคลื่อนย้ายสารเคมีพร้อมกันหลายๆ ขวด

- ใช่

4. ใช้ตะกร้าหรือภาชนะรองรับในการเคลื่อนย้ายสารเคมี

- ใช่

5. เคลื่อนย้ายสารเคมีที่เป็นของเหลวไวไฟในภาชนะรองรับที่มีวัสดุกันกระแทก

- ใช่

6. ใช้ถังยางในการเคลื่อนย้ายสารกักต่อนที่เป็นกรดและตัวทำละลาย

- ใช่

7. เคลื่อนย้ายสารที่เข้ากันไม่ได้ในภาชนะรองรับที่แยกกัน

- ใช่

2. การเคลื่อนย้ายสารเคมีภายนอกห้องปฏิบัติการ

1. ใช้ภาชนะรองรับและอุปกรณ์เคลื่อนย้ายที่มั่นคงปลอดภัย ไม่แตกหักง่าย และมีที่กันขูดสารเคมีล้ม

- ใช่

2. ใช้รถเข็นมีแนวกันชนขูดสารเคมีล้ม

- ใช่

3. เคลื่อนย้ายสารที่เข้ากันไม่ได้ ในภาชนะรองรับที่แยกกัน

- ใช่

4. ใช้ลิฟท์ขนของในการเคลื่อนย้ายสารเคมีและวัตถุอันตรายระหว่างชั้น

- ใช่

5. ใช้วัสดุดูดซับสารเคมีหรือวัสดุกันกระแทกขณะเคลื่อนย้าย

- ไม่เกี่ยวข้อง

3.1. ระบบการจัดการของเสีย - การจัดการข้อมูลของเสีย

1. ระบบบันทึกข้อมูล

1. มีการบันทึกข้อมูลของเสียในรูปแบบ

[X] เอกสาร

[X] อิเล็กทรอนิกส์

2. โครงสร้างของข้อมูลของเสียที่บันทึก ประกอบด้วย

[X] ผู้รับผิดชอบ

[] รหัสของภาชนะบรรจุ (Bottle ID)

[X] ประเภทของเสีย

[X] ปริมาณของเสีย (Waste volume/weight)

[X] วันที่บันทึกข้อมูล (Input date)

[X] ห้องที่เก็บของเสีย (storage room)

[X] อาคารที่เก็บของเสีย (storage building)

[] อื่น ๆ

2. การรายงานข้อมูล

1. มีการรายงานข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้น

- ใช่

ระบุตัวอย่างรายงาน: บันทึกรายงานของเสีย

[ตารางการบันทึกข้อมูลของเสีย.jpg \(124 KB\)](#)

2. มีรูปแบบการรายงานที่ชัดเจน เพื่อรายงานความเคลื่อนไหว ข้อมูลในรายงานอย่างน้อยประกอบด้วยทุกหัวข้อต่อไปนี้ 1) ประเภทของเสีย 2) ปริมาณของเสีย

- ใช่
- 3. มีการรายงานข้อมูลของเสียที่กำจัดทิ้ง
- ไม่ใช่
- 4. มีการปรับข้อมูลเป็นปัจจุบันสม่ำเสมอ
- ใช่

ระบุความถี่หรือวันเดือนปีที่ปรับข้อมูลล่าสุด: เช็ดปริมาณของเสียทุก 3 เดือน

3. การใช้ประโยชน์จากข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการ

1. มีการใช้ประโยชน์จากข้อมูลของเสียเพื่อ
 - [X] การประเมินความเสี่ยง

ระบุวิธีใช้ประโยชน์: จากข้อมูลสารบบของเสียที่จัดทำ สามารถนำไปประเมินความเสี่ยงหรืออันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ เช่น จากข้อมูลสารระบบที่พบว่าของเสียนั้นมีอันตรายต่อสุขภาพก่อทำการแยกเก็บไว้ต่างหากแยกจากห้องที่ทำงานประจำ
 - [X] การจัดเตรียมงบประมาณในการกำจัด

ระบุวิธีใช้ประโยชน์: แจ้งข้อมูลเกี่ยวกับของเสียและปริมาณที่มีให้ผู้บริหารได้รับทราบและจัดตั้งงบประมาณในการกำจัดของเสีย

3.2. ระบบการจัดการของเสีย - การเก็บของเสีย

การเก็บของเสีย

1. มีการแยกของเสียอันตรายออกจากของเสียทั่วไป
 - ใช่

ระบุตัวอย่างของเสียที่แยก: สารละลาย Ethidium bromide เก็บใส่ถังพลาสติกและถุงพลาสติกมัดปากถุงใส่ไว้ในถังพลาสติกขนาด 20 ลิตรพร้อมเขียนชื่อชนิดของเสียติดข้างถัง
2. มีเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของเสียที่เหมาะสม
 - ใช่

ระบุชื่อเกณฑ์ที่ใช้: การจัดแยกของเสียตามระบบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[flowchart พระจอมเกล้าธนบุรี.jpg \(203.7 KB\)](#)
3. แยกของเสียตามเกณฑ์ ที่ระบุในข้อ 2
 - ใช่
4. ใช้ภาชนะบรรจุของเสียที่เหมาะสมตามประเภท
 - ใช่

ระบุตัวอย่างของเสียที่แยก และภาชนะที่ใช้: ของเสียที่เป็นของเหลวใสในถังน้ำพลาสติกขนาด 20 ลิตรมีฝาปิด เศษแก้วใสในภาชนะที่แน่นหนาป้องกันของมีคมได้
5. ติดตามภาชนะบรรจุของเสียทุกชนิดอย่างถูกต้องและเหมาะสม
 - ใช่
6. ตรวจสอบความบกพร่องของภาชนะและฉลากของเสียอย่างสม่ำเสมอ
 - ใช่

ระบุความถี่หรือวันเดือนปีที่ตรวจสอบล่าสุด: 1 เดือน/ครั้ง

7. บรรจุของเสียในปริมาณไม่เกิน 80% ของความจุของภาชนะ

- ใช่

8. มีพื้นที่/บริเวณที่เก็บของเสียที่แน่นอน

- ใช่

9. มีภาชนะรองรับขวดของเสียที่เหมาะสม

- ใช่

ระบุตัวอย่างภาชนะที่ใช้: ขวดเหลวใสในแกลลอนพลาสติกขนาด 20 ลิตรมีฝาปิด
ของแข็งใสในภาชนะที่ป้องกันของมีคมได้

10. แยกภาชนะรองรับขวดของเสียที่เข้ากันไม่ได้

- ใช่

11. วางภาชนะบรรจุของเสียห่างจากบริเวณอุปกรณ์ฉุกเฉิน

- ใช่

12. วางภาชนะบรรจุของเสียห่างจากความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ และเปลวไฟ

- ใช่

13. เก็บของเสียประเภทไวไฟในห้องปฏิบัติการ ไม่เกิน 10 แกลลอน (38 ลิตร) ถ้ามีเกิน 10 แกลลอน (38 ลิตร)
ต้องจัดเก็บไว้ในตู้สำหรับเก็บสารไวไฟโดยเฉพาะ

- ใช่

14. กำหนดปริมาณรวมสูงสุดของของเสียที่อนุญาตให้เก็บได้ในห้องปฏิบัติการ

- ใช่

ระบุปริมาณสูงสุดของของเสียที่เก็บ: กำหนดปริมาณรวมสูงสุดของของเสียที่อนุญาตให้เก็บได้ใน
ห้องปฏิบัติการ:

ของเหลว น้อยกว่า 55 แกลลอน (200 ลิตร) – ไม่เกิน 90 วัน

ของเหลว มากกว่า 55 แกลลอน (200 ลิตร) – ไม่เกิน 3 วัน

15. กำหนดระยะเวลาเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ

- ใช่

ระบุระยะเวลาเก็บของเสียที่กำหนด: 3 เดือน

3.3. ระบบการจัดการของเสีย - การลดการเกิดของเสีย

การลดการเกิดของเสีย

1. มีแนวปฏิบัติหรือมาตรการในการลดการเกิดของเสียในห้องปฏิบัติการ

- ใช่

ระบุเอกสาร: เปลี่ยนรูปแบบการทดลอง ให้มีการใช้เคมีน้อยลง แต่ยังคงไว้ซึ่งความถูกต้องและแม่นยำ เช่น
การใช้ชุดทดสอบสำเร็จรูปแทนวิธีการเดิมซึ่งต้องใช้สารเคมีหลายตัว

2. ลดการใช้สารตั้งต้น (Reduce)

- ใช่

ระบุตัวอย่างการลดการใช้สารตั้งต้น: ใช้สารเคมีที่มีอันตรายน้อยลงและใช้ในปริมาณที่น้อย เช่น
ethidiumbromide ที่ใช้ในการทดสอบการย้อมสี

3. ใช้สารทดแทน (Replace)

- ใช่

ระบุตัวอย่างการใช้สารทดแทน: ใช้น้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ ทดแทนการใช้สารเคมี peptone water ในการเตรียมสารละลายเชื้อจาก

4. ลดการเกิดของเสีย ด้วยการ

[X] Reuse

ระบุวิธีการและตัวอย่างของเสีย: ในการฆ่าเชื้ออุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเชื้อแบคทีเรีย บางครั้งใช้ 95% ethylalcohol เนื่องจากคุณสมบัติในการติดไฟในบางครั้งมีการเทแบ่งจากแกลลอนบรรจุออกมาใช้แล้วเหลือใช้ก็สามารถเทคืนไว้ใช้ในครั้งต่อไป

[] Recovery/ Recycle

3.4. ระบบการจัดการของเสีย - การบำบัดและกำจัดของเสีย

การบำบัดและกำจัดของเสีย

1. บำบัดของเสียก่อนทิ้ง

- ใช่

ระบุตัวอย่างวิธีการบำบัด: ตัวอย่างของเสียเป็นกรดนำมาทำให้เป็นกลางด้วยด่างแล้วค่อยเทลงสู่ท่อน้ำทิ้ง

2. บำบัดของเสียก่อนส่งกำจัด

- ใช่

ระบุตัวอย่างวิธีการบำบัด: หากของเสียที่จะส่งกำจัดมีตะกอนเกิดขึ้นก็จะกรองเอาตะกอนนั้นก่อนแล้วค่อยแยกของเสียที่เป็นของเหลวและของแข็งเพื่อรอการกำจัดต่อไป

3. ส่งของเสียไปกำจัดโดยบริษัทที่ได้รับใบอนุญาต

- ใช่

ระบุบริษัทรับกำจัด: ประสานงานผ่านคณะวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อรอกำจัดในภาพรวมของมหาวิทยาลัย

4.1. ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ - งานสถาปัตยกรรม

งานสถาปัตยกรรม

1. สภาพภายในและภายนอกที่ไม่ก่อให้เกิดอันตราย

- ใช่

2. แยกส่วนที่เป็นพื้นที่ห้องปฏิบัติการ (laboratory space) ออกจากพื้นที่อื่นๆ (non-laboratory space)

- ใช่

3. ขนาดพื้นที่และความสูงของห้องปฏิบัติการและพื้นที่เกี่ยวเนื่อง มีความเหมาะสมและเพียงพอกับการใช้งาน จำนวนผู้ปฏิบัติการ ชนิดและปริมาณเครื่องมือและอุปกรณ์ (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ใช่

4. วัสดุที่ใช้เป็นพื้นผิวของพื้น ผนัง เพดาน อยู่ในสภาพที่ดี มีความเหมาะสมต่อการใช้งานและได้รับการดูแลและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ใช่

5. ช่องเปิด (ประตู-หน้าต่าง) มีขนาดและจำนวนที่เหมาะสม โดยสามารถควบคุมการเข้าออกและเปิดออกได้ง่าย ในกรณีฉุกเฉิน

- ใช่

6. ประตูมีช่องสำหรับมองจากภายนอก (vision panel)

- ใช่

7. มีหน้าต่างที่สามารถเปิดออกเพื่อระบายอากาศได้ สามารถปิดล็อกได้และสามารถเปิดออกได้ในกรณีฉุกเฉิน

- ใช่

8. ขนาดทางเดินภายในห้อง (clearance) กว้างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร สำหรับทางเดินทั่วไป และกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร สำหรับช่องทางเดินในอาคาร

- ใช่

9. บริเวณทางเดินและบริเวณพื้นที่ติดกับโถงทางเข้า-ออก ปราศจากสิ่งกีดขวาง

- ใช่

10. บริเวณเส้นทางเดินสู่ทางออก ไม่ผ่านส่วนอันตราย หรือผ่านครุภัณฑ์ต่างๆ ที่มีความเสี่ยงอันตราย เช่น ตู้เก็บสารเคมี, ตู้ดูดควัน เป็นต้น (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ใช่

11. ทางสัญจรสู่ห้องปฏิบัติการแยกออกจากทางสาธารณะหลักของอาคาร (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ใช่

12. มีการแสดงข้อมูลที่ตั้งและสถาปัตยกรรมที่สื่อสารถึงการเคลื่อนที่และลักษณะทางเดิน ได้แก่ ผังพื้น แสดงตำแหน่งและเส้นทางหนีไฟและตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ฉุกเฉิน

- ใช่

4.2. ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ - งานสถาปัตยกรรมภายใน

: ครุภัณฑ์/เฟอร์นิเจอร์/เครื่องมือและอุปกรณ์

1. มีการควบคุมการเข้าถึงหรือมีอุปกรณ์ควบคุมการปิด-เปิดครุภัณฑ์ เฟอร์นิเจอร์ เครื่องมือและอุปกรณ์

- ใช่

2. ครุภัณฑ์ เฟอร์นิเจอร์ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่สูงกว่า 1.20 เมตร มีตัวยึดหรือมีฐานรองรับที่แข็งแรง ส่วนชั้นเก็บของหรือตู้ลอย มีการยึดเข้ากับโครงสร้างหรือผนังอย่างแน่นหนาและมั่นคง

- ใช่

3. ครุภัณฑ์ เฟอร์นิเจอร์ เครื่องมือและอุปกรณ์ ควรมีความเหมาะสมกับขนาดและสัดส่วนร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ใช่

4. กำหนดระยะห่างระหว่างโต๊ะปฏิบัติการและตำแหน่งโต๊ะปฏิบัติการอย่างเหมาะสม (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ใช่

5. มีอ่างน้ำตั้งอยู่ในห้องปฏิบัติการอย่างน้อย 1 ตำแหน่ง

- ใช่

6. ครุภัณฑ์ต่างๆ เช่น ตู้ดูดควัน ตู้ลามีนาไฟล์ว อยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้ดีและมีการดูแลและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

- ใช่

4.3. ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ - งานวิศวกรรมโครงสร้าง

งานวิศวกรรมโครงสร้าง

1. ไม่มีการชำรุดเสียหายบริเวณโครงสร้าง ไม่มีรอยแตกร้าวตามเสา – คาน มีสภาพภายนอกและภายในห้องปฏิบัติการที่ไม่ก่อให้เกิดอันตราย (สภาพภายนอก ได้แก่ สภาพบริเวณโดยรอบหรืออาคารข้างเคียง สภาพภายในตัวอาคารที่ติดอยู่กับห้องปฏิบัติการ) (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ใช่

2. โครงสร้างอาคารสามารถรองรับน้ำหนักบรรทุกของอาคาร (น้ำหนักของผู้ใช้อาคาร อุปกรณ์และเครื่องมือ) ได้ (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ใช่

3. โครงสร้างอาคารมีความสามารถในการกันไฟและทนไฟ รวมถึงรองรับเหตุฉุกเฉินได้ (มีความสามารถในการต้านทานความเสียหายของอาคารเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินในช่วงเวลาหนึ่งที่สามารถอพยพคนออกจากอาคารได้) (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ใช่

4. มีการตรวจสอบสภาพของโครงสร้างอาคารอยู่เป็นประจำ มีการดูแลและบำรุงรักษาอย่างน้อยปีละครั้ง

- ใช่

ระบุ ความถี่ หรือวันเดือนปีที่ตรวจสอบล่าสุด: 6 เดือน/ครั้ง

4.4. ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ - งานวิศวกรรมไฟฟ้า

งานวิศวกรรมไฟฟ้า

1. มีปริมาณแสงสว่างพอเพียงมีคุณภาพเหมาะสมกับการทำงาน (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ใช่

2. ออกแบบระบบไฟฟ้ากำลังของห้องปฏิบัติการให้มีปริมาณกำลังไฟพอเพียงต่อการใช้งาน (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ใช่

3. ใช้อุปกรณ์สายไฟฟ้า เต้ารับ เต้าเสียบ ที่ได้มาตรฐานและมีการติดตั้งแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าในบริเวณที่เหมาะสม (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ใช่

4. ต่อสายดิน (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ใช่

5. ไม่มีการต่อสายไฟพ่วง

- ใช่

6. มีระบบควบคุมไฟฟ้าของห้องปฏิบัติการแต่ละห้อง

- ใช่

7. มีอุปกรณ์ตัดตอนไฟฟ้าขั้นต้น เช่น ฟิวส์ (fuse) เครื่องตัดวงจร (circuit breaker) ที่สามารถใช้งานได้

- ใช่

8. ติดตั้งระบบแสงสว่างฉุกเฉินในปริมาณและบริเวณที่เหมาะสม

- ใช่

9. มีระบบไฟฟ้าสำรองด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในกรณีเกิดภาวะฉุกเฉิน (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ไม่ใช่

10. ตรวจสอบระบบไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าแสงสว่าง และดูแลและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

- ใช่

ระบุ ความถี่ หรือวันเดือนปีที่ตรวจสอบล่าสุด: 6 เดือน/ครั้ง

4.5. ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ - งานวิศวกรรมสุขาภิบาลและสิ่งแวดล้อม

งานวิศวกรรมสุขาภิบาลและสิ่งแวดล้อม

1. มีระบบน้ำดี น้ำประปา ที่ใช้งานได้ดี มีการเดินท่อและวางแผนผังการเดินท่อน้ำประปาอย่างเป็นระบบ และไม่รั่วซึม (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ใช่

2. แยกระบบน้ำทิ้งทั่วไปกับระบบน้ำทิ้งปนเปื้อนสารเคมีออกจากกัน และมีระบบบำบัดที่เหมาะสมก่อนออกสู่รางระบายน้ำสาธารณะ (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ไม่ใช่

3. ตรวจสอบระบบสุขาภิบาล และมีการดูแลและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

- ใช่

ระบุความถี่ หรือวันเดือนปีที่ตรวจสอบล่าสุด: 3 เดือน/ครั้ง

4.6. ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ - งานวิศวกรรมระบบระบายอากาศและปรับอากาศ

งานวิศวกรรมระบบระบายอากาศและปรับอากาศ

1. มีระบบระบายอากาศที่เหมาะสมกับการทำงานและสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ใช่

2. ติดตั้งระบบปรับอากาศในตำแหน่งและปริมาณที่เหมาะสมกับการทำงานและสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)

- ใช่

3. ในกรณีห้องปฏิบัติการไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศ (ระบบธรรมชาติ) ให้ติดตั้งระบบเครื่องกลเพื่อช่วยในการระบายอากาศในบริเวณที่ลักษณะงานก่อให้เกิดสารพิษหรือกลิ่นไม่พึงประสงค์

- ไม่เกี่ยวข้อง

4. ตรวจสอบระบบระบายอากาศและระบบปรับอากาศ และมีการดูแลและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

- ใช่

ระบุความถี่ หรือวันเดือนปีที่ตรวจสอบล่าสุด: 3 เดือน/ครั้ง

4.7. ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ - งานระบบฉุกเฉินและระบบติดต่อสื่อสาร

งานระบบฉุกเฉินและระบบติดต่อสื่อสาร

1. มีระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ด้วยมือ (manual fire alarm system)
 - ไม่ใช่
2. มีอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ เช่น อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ด้วยอุณหภูมิความร้อน (heat detector) หรือ อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ด้วยควันไฟ (smoke detector)
 - ไม่ใช่
3. มีทางหนีไฟและป้ายบอกทางหนีไฟตามมาตรฐาน (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)
 - ไม่ใช่
4. มีเครื่องดับเพลิงแบบเคลื่อนที่
 - ใช่
5. มีระบบดับเพลิงด้วยน้ำชนิดมีตู้สายฉีดน้ำดับเพลิง
 - ไม่ใช่
6. มีระบบดับเพลิงด้วยน้ำชนิดระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (ตามกฎหมายควบคุมอาคาร) หรือเทียบเท่า (หากมีข้อสงสัยให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ)
 - ไม่ใช่
7. มีระบบติดต่อสื่อสารของห้องปฏิบัติการในกรณีฉุกเฉิน เช่น โทรศัพท์สำนักงาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือระบบอินเทอร์เน็ตและระบบไร้สายอื่นๆ
 - ใช่
8. ตรวจสอบระบบฉุกเฉินและระบบติดต่อสื่อสาร และมีการดูแลและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ
 - ใช่

ระบุความถี่ หรือวันเดือนปีที่ตรวจสอบล่าสุด: ทุกเดือน
9. แสดงป้ายข้อมูลที่เป็นตัวอักษร เช่น ชื่อห้องปฏิบัติการ ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ และข้อมูลจำเพาะอื่นๆ ของห้องปฏิบัติการ รวมถึงสัญลักษณ์หรือเครื่องหมายสากลแสดงถึงอันตราย หรือเครื่องหมายที่เกี่ยวข้องตามที่กฎหมายกำหนด
 - ใช่

5.1. ระบบการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย - การบริหารความเสี่ยง

1. การระบุอันตราย (Hazard identification)

1. สำรวจความเป็นอันตรายจากปัจจัยต่อไปนี้ อย่างเป็นรูปธรรม
 - [X] สารเคมี/วัสดุที่ใช้
 - ระบุวันที่สำรวจล่าสุด: ตรวจสอบภาชนะบรรจุสารเคมี และสถานที่จัดเก็บที่อยู่ในห้องปฏิบัติการว่ามีโอกาสในการเกิดอันตรายได้หรือไม่ สำรวจล่าสุดเมื่อ 2 พ.ย. 2563
 - [X] เครื่องมือหรืออุปกรณ์
 - ระบุวันที่สำรวจล่าสุด: ตรวจสอบระบบไฟฟ้าสายไฟเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในห้องปฏิบัติการว่ามีความเสื่อมสภาพหรือไม่ เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ารั่ว สำรวจล่าสุดเมื่อ 2 พ.ย. 2563
 - [X] ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ
 - ระบุวันที่สำรวจล่าสุด: ห้องปฏิบัติการ vm1408 ได้สำรวจลักษณะทางกายภาพของพื้นผิวห้องเพื่อป้องกันการลื่นหกล้มของผู้ปฏิบัติ งานได้สั่งการให้แม่บ้านทำความสะอาดพื้นห้อง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ สำรวจ

ล่าสุดเมื่อวันที่ 2 พ.ย. 2563

[] อื่นๆ

2. การประเมินความเสี่ยง (Risk assessment)

1. มีการประเมินความเสี่ยงในระดับ

[] บุคคล

[] โครงการ

[X] ห้องปฏิบัติการ

ระบุตัวอย่างขั้นตอน วิธีการ หรือ เอกสารที่ใช้: ยังไม่ได้มีการประเมินความเสี่ยงแต่มีการคิดแผนการดำเนินการคร่าว ๆ เพื่อดำเนินการในอนาคต

ตัวอย่าง แบบเก็บข้อมูลความเสี่ยง.doc (34 KB)

ตัวอย่าง แบบประเมินความเสี่ยง.doc (31.5 KB)

2. การประเมินความเสี่ยงครอบคลุมหัวข้อต่อไปนี้

[X] สารเคมีที่ใช้, เก็บ และทิ้ง

[X] ผลกระทบด้านสุขภาพจากการทำงานกับสารเคมี

[] เส้นทางในการได้รับสัมผัส (exposure route)

[X] พื้นที่ในการทำงาน/กายภาพ

[] เครื่องมือที่ใช้ในการทำงาน

[] สิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงาน

[] ระบบไฟฟ้าในที่ทำงาน

[] กิจกรรมที่ทำในห้องปฏิบัติการ

[] กิจกรรมที่ไม่สามารถทำร่วมกันได้ในห้องปฏิบัติการ

3. การจัดการความเสี่ยง (Risk treatment)

1. การป้องกันความเสี่ยง ในหัวข้อต่อไปนี้

[] มีพื้นที่เฉพาะ สำหรับกิจกรรมที่มีความเสี่ยงสูง

[X] มีการขจัดสิ่งปนเปื้อน (decontamination) บริเวณพื้นที่ที่ปฏิบัติงานภายหลังเสร็จปฏิบัติการ

2. การลดความเสี่ยง (Risk reduction) ในหัวข้อต่อไปนี้

[X] เปลี่ยนแปลงวิธีการปฏิบัติงานเพื่อลดการสัมผัสสาร

ระบุวิธีใช้: ใช้ไมโครปิเปตแทนการใช้ serological pipette การใช้ Dispensor แทนการใช้ปิเปตแก้วในการดูดสารละลายที่เป็นกรด

[] ประสานงานกับหน่วยงานขององค์กรที่รับผิดชอบเรื่องการจัดการความเสี่ยง

[X] บังคับใช้ข้อกำหนด และ/หรือแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

ระบุประกาศ หรือเอกสาร: การลดความเสี่ยงยังไม่ได้ดำเนินการเป็นรูปธรรมอย่างชัดเจน ส่วนใหญ่จะให้ผู้ใช้ปฏิบัติเคารพกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ เช่น จะใช้ห้องปฏิบัติการต้องทำหนังสือขอใช้ตามระเบียบและขั้นตอนที่ทางห้องปฏิบัติการกำหนดไว้

[] ประเมิน/ตรวจสอบการบริหารจัดการความเสี่ยงอย่างสม่ำเสมอ

3. มีการสื่อสารความเสี่ยงด้วย

[] การบรรยาย การแนะนำ การพูดคุย

[X] ป้าย, สัญลักษณ์

ระบุตัวอย่างป้าย/สัญลักษณ์: รูปภาพสัญลักษณ์อันตราย เช่น วัตถุไวไฟ สารเคมีกัดกร่อน สารระเหย ป้ายห้ามนำอาหาร/เครื่องดื่มเข้ามาภายในห้องปฏิบัติการ ป้ายห้ามสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการ

[X] เอกสารแนะนำ, คู่มือ

ระบุชื่อเอกสาร, คู่มือ: ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

4. การตรวจสอบสุขภาพ ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจะได้รับการตรวจสอบสุขภาพเมื่อ

[X] ถึงกำหนดการตรวจสอบสุขภาพทั่วไปประจำปี

[X] ถึงกำหนดการตรวจสอบสุขภาพตามปัจจัยเสี่ยงของผู้ปฏิบัติงาน

ระบุ 1. ตัวอย่างปัจจัยเสี่ยงที่ต้องได้รับการตรวจสอบสุขภาพ ระบุ 2. ความถี่ในการตรวจ

สุขภาพ: ผู้ปฏิบัติงานทางด้านเชื้อโรคต่าง ๆ ควรมีการตรวจสอบสุขภาพผ่านทางเดินหายใจและอวัยวะที่สัมผัสสารพิษ โดยควรตรวจเพิ่มเติมจากการตรวจสอบสุขภาพประจำปี

[X] มีอาการเตือน – เมื่อพบว่า ผู้ทำปฏิบัติการมีอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นจากการทำงานกับสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ

ระบุอาการตัวอย่างที่ต้องได้รับการตรวจสอบสุขภาพ: ผู้ที่มีอาการแสบจมูก ไอ หายใจลำบากแน่นหน้าอก และเกิดอาการระคายเคืองผิวหนัง ต้องได้รับการตรวจสอบสุขภาพโดยเร็ว

[X] เผชิญกับเหตุการณ์สารเคมีหก รั่วไหล ระเบิด หรือเกิดเหตุการณ์ที่ทำให้ต้องสัมผัสสารอันตราย

ระบุตัวอย่างเหตุการณ์ที่ต้องได้รับการตรวจสอบสุขภาพ: เหตุการณ์อุปกรณ์ที่มีสารปรอทเป็นส่วนประกอบ เช่น ปรอทวัดอุณหภูมิแตกและหกบนพื้นห้อง ผู้ปฏิบัติงานได้สัมผัสกับสารปรอทโดยตรง

4. การรายงานการบริหารความเสี่ยง

1. มีการรายงานความเสี่ยงในระดับต่อไปนี้

[] บุคคล

[] โครงการ

[] ห้องปฏิบัติการ

5. การใช้ประโยชน์จากรายงานการบริหารความเสี่ยง

1. มีการใช้ข้อมูลจากรายงานการบริหารความเสี่ยง เพื่อ

[X] การสอน แนะนำ อบรม แก่ผู้ปฏิบัติงาน

ระบุกระบวนการนำความรู้มาถ่ายทอดให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ: แนะนำถึงอันตรายของสารเคมีที่มีอยู่ให้แก่ผู้มาใช้ห้องปฏิบัติการ และแนะนำการใช้อุปกรณ์ชุดตอบโต้ภาวะฉุกเฉินจากการหกของสารเคมี

[] การประเมินผล ทบทวน และวางแผนการปรับปรุงการบริหารความเสี่ยง

[X] การจัดสรรงบประมาณในการบริหารความเสี่ยง

ระบุวิธีการนำข้อมูลมาใช้: จากรายงานความเสี่ยง มีการเสนอขออนุมัติจัดหาอุปกรณ์เพื่อลดความเสี่ยงในห้องปฏิบัติการ เสนอต่อผู้บริหาร

5.2. ระบบการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย - การเตรียมความพร้อม/ตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน

การเตรียมความพร้อม/ตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน

1. มีอุปกรณ์ต่อไปนี้ สำหรับตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน อยู่ในบริเวณที่สามารถเข้าถึงได้โดยสะดวก

[X] ที่ล้างตา

[X] ชุดฝักบัวฉุกเฉิน

[X] เวชภัณฑ์

[X] ชุดอุปกรณ์สำหรับสารเคมีหกั่วไหล

[X] อุปกรณ์ทำความสะอาด

2. มีแผนป้องกันภาวะฉุกเฉินที่เป็นรูปธรรม

- ใช่
ระบุเอกสารแผน: คู่มือ ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
- 3. ซ้อมตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน ที่เหมาะสมกับหน่วยงาน
 - ใช่
ระบุความถี่ หรือช่วงเวลาของการซ้อม หรือวันเดือนปีที่ซ้อมล่าสุด: การป้องกันและเผชิญอัคคีภัย ปีละ 1 ครั้ง
- 4. ตรวจสอบพื้นที่และสถานที่เพื่อพร้อมตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน
 - ใช่
ระบุความถี่หรือวันเดือนปีที่ตรวจสอบล่าสุด: ปีละ 1 ครั้ง
- 5. ตรวจสอบเครื่องมือ/อุปกรณ์พร้อมตอบโต้ภาวะฉุกเฉินต่อไปนี้ อย่างสม่ำเสมอ
 - [X] ทดสอบที่ล้างตา
ระบุความถี่หรือวันเดือนปีที่ตรวจสอบล่าสุด: เดือนละครั้ง ตรวจสอบล่าสุด 2 พ.ย.63
 - [X] ทดสอบฝักบัวฉุกเฉิน
ระบุความถี่หรือวันเดือนปีที่ตรวจสอบล่าสุด: เดือนละครั้ง ตรวจสอบล่าสุด 2 พ.ย.63
 - [X] ตรวจสอบและทดแทนเวชภัณฑ์สำหรับตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน
ระบุความถี่หรือวันเดือนปีที่ตรวจสอบล่าสุด: เดือนละครั้ง ตรวจสอบล่าสุด 2 พ.ย.63
 - [X] ตรวจสอบชุดอุปกรณ์สำหรับสารเคมีหกรั่วไหล
ระบุความถี่หรือวันเดือนปีที่ตรวจสอบล่าสุด: เดือนละครั้ง ตรวจสอบล่าสุด 2 พ.ย.63
 - [X] ตรวจสอบอุปกรณ์ทำความสะอาด
- 6. มีขั้นตอนการจัดการเบื้องต้นเพื่อตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน ที่เป็นรูปธรรมในหัวข้อต่อไปนี้
 - [X] การแจ้งเหตุภายในหน่วยงาน
ระบุขั้นตอนการแจ้งเหตุ: มีเบอร์โทรศัพท์ติดไว้ที่หน้าห้อง โทรหาหน่วยอาคาร โทร.44901
มีเบอร์โทรศัพท์หัวหน้าห้องปฏิบัติการ 0981069046 และเบอร์โทรศัพท์ผู้รับผิดชอบห้องปฏิบัติการ 0846034363
 - [X] การแจ้งเหตุภายนอกหน่วยงาน
ระบุขั้นตอนการแจ้งเหตุ: โทรสายด่วนถึงหน่วยงานบรรเทาสาธารณภัยในมหาวิทยาลัย
 - [X] การแจ้งเตือน
ระบุขั้นตอนการแจ้งเตือน: ร้องตะโกนบอก กดสัญญาณเตือน
 - [X] การอพยพคน
ระบุขั้นตอนการอพยพ: อพยพลงทางบันได หรือทางหนีไฟและไปรวมตัวกันที่จุดรวมพล

5.3. ระบบการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย - ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยโดยทั่วไป

1. ความปลอดภัยส่วนบุคคล (Personal safety)

1. มีอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (Personal Protective Equipments, PPE) ที่เหมาะสมกับกิจกรรมในห้องปฏิบัติการ ได้แก่
 - [] อุปกรณ์ป้องกันหน้า (face protection)
 - [X] อุปกรณ์ป้องกันตา (eye protection)
 - [X] อุปกรณ์ป้องกันมือ (hand protection)
 - [X] อุปกรณ์ป้องกันเท้า (foot protection)
 - [X] อุปกรณ์ป้องกันร่างกาย (body protection)

- ☐ อุปกรณ์ป้องกันการได้ยิน (hearing protection)
- ☒ อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (respiratory protection)

2. ระเบียบปฏิบัติของแต่ละห้องปฏิบัติการ

1. มีการกำหนดระเบียบ/ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

- ใช่

ระบุข้อเอกสาร: ข้อปฏิบัติทั่วไปสำหรับทุกห้องปฏิบัติการ

ข้อปฏิบัติทั่วไปสำหรับทุกห้องปฏิบัติการของคณะสัตวแพทย์.pdf (112.6 KB)

2. ผู้ปฏิบัติงานปฏิบัติตามระเบียบ/ข้อปฏิบัติที่กำหนดไว้ ในหัวข้อต่อไปนี้

- ☒ จัดวางเครื่องมือและอุปกรณ์บนโต๊ะปฏิบัติการเป็นระเบียบและสะอาด
- ☒ สวมเสื้อคลุมปฏิบัติการที่เหมาะสม
- ☒ รวบรวมให้เรียบร้อยขณะทำปฏิบัติการ
- ☒ สวมรองเท้าที่ปิดหน้าเท้าและส้นเท้าตลอดเวลาในห้องปฏิบัติการ
- ☒ มีป้ายแจ้งกิจกรรมที่กำลังทำปฏิบัติการที่เครื่องมือ พร้อมชื่อ และหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ทำปฏิบัติการ
- ☒ ล้างมือทุกครั้งก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ
- ☒ ไม่เก็บอาหารและเครื่องดื่มในห้องปฏิบัติการ
- ☒ ไม่รับประทานอาหารและเครื่องดื่มในห้องปฏิบัติการ
- ☒ ไม่สูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการ
- ☒ ไม่สวมเสื้อคลุมปฏิบัติการและถุงมือไปยังพื้นที่ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับการทำปฏิบัติการ
- ☒ ไม่ทำงานตามลำพังในห้องปฏิบัติการ
- ☒ ไม่พาเด็กและสัตว์เลี้ยงเข้ามาในห้องปฏิบัติการ
- ☒ ไม่ใช้เครื่องมือผิดประเภท
- ☒ ไม่ทำกิจกรรมอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการ
- ☒ ไม่วางของรกรุงรังและสิ่งของที่ไม่จำเป็นภายในห้องปฏิบัติการ

3. มีการกำหนดระเบียบ/ข้อปฏิบัติในกรณีที่หน่วยงานอนุญาตให้มีผู้เยี่ยมชม ในหัวข้อต่อไปนี้

- ☒ มีผู้รับผิดชอบนำเข้าไปในห้องปฏิบัติการ
- ☒ มีการอธิบาย แจ้งเตือนหรืออบรมเบื้องต้นก่อนเข้ามาในห้องปฏิบัติการ
- ☒ ผู้เยี่ยมชมสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสมก่อนเข้ามาในห้องปฏิบัติการ

6. การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

1. การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

1. มีการให้ความรู้พื้นฐานแก่ผู้บริหารในเรื่องระบบการบริหารจัดการด้านความปลอดภัย

- ใช่

ระบุ 1. ชื่อหรือตำแหน่งผู้บริหารที่ได้รับความรู้ ระบุ 2. หลักสูตร/หัวข้อความรู้ และวันเดือนปี (ถ้ามี): รศ. นสพ.ดร.ชูชาติ กมลเลิศ ตำแหน่ง คณบดี , ผศ.นสพ.ดร.ประวิทย์ บุตรอุดม ตำแหน่ง รองคณบดีฝ่ายวิชาการ และวิจัย หลักสูตร การยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ของคณะสัตวแพทยศาสตร์ วันที่ 26 มีนาคม 2563

2. มีการให้ความรู้พื้นฐานแก่ผู้บริหารในเรื่องกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

- ใช่

ระบุ 1. ชื่อหรือตำแหน่งผู้บริหารที่ได้รับความรู้ ระบุ 2. หลักสูตร/หัวข้อความรู้ และวันเดือนปี (ถ้ามี): รศ. นสพ.ดร.ชูชาติ กมลเลิศ ตำแหน่ง คณบดี , ผศ.นสพ.ดร.ประวิทย์ บุตรอุดม ตำแหน่ง รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

- ☐ การประเมินความเสี่ยง
- ☐ ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการกับความปลอดภัย
- ☐ การป้องกันและตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน
- ☐ อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล
- ☐ SDS
- ☐ ป้ายสัญลักษณ์

5. มีการให้ความรู้พื้นฐานแก่พนักงานทำความสะอาดในเรื่อง

- ☐ การป้องกันและตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน
- ☐ อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล
- ☐ ป้ายสัญลักษณ์ด้านความปลอดภัย

7. การจัดการข้อมูลและเอกสาร

1. การจัดการข้อมูลและเอกสาร

1. มีการจัดการข้อมูลและเอกสารอย่างเป็นระบบ ดังนี้

- ☐ ระบบการจัดกลุ่ม
- ☒ ระบบการจัดเก็บ

ระบุ ขั้นตอนและวิธีที่ใช้: มีระบบการจัดเก็บในรูปแบบเอกสารและแบบ digital โดยเรียงลำดับตามอักษรภาษาอังกฤษ วิธีการใช้ เปิดเอกสารตามอักษรสารเคมีที่ต้องการจะใช้

- ☒ ระบบการนำเข้า-ออก และติดตาม

ระบุ ขั้นตอนและวิธีที่ใช้: มีสมุดบันทึกการยืม-คืน คู่มือ/เอกสาร

- ☒ ระบบการทบทวนและปรับปรุงให้ทันสมัย (update)

ระบุ ตัวอย่างชื่อเอกสาร และชื่อผู้ทบทวนหรือความถี่ในการทบทวน: ข้อมูลความปลอดภัยในการใช้สารเคมี SDS data sheet

2. มีเอกสารและบันทึก ต่อไปนี้ อยู่ในห้องปฏิบัติการ หรือบริเวณที่ผู้ปฏิบัติการทุกคนสามารถเข้าถึงได้

- ☒ เอกสารนโยบาย แผน และโครงสร้างบริหารด้านความปลอดภัย
- ☒ ระเบียบและข้อกำหนดความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ
- ☒ เอกสารข้อมูลความปลอดภัย (SDS)
- ☒ คู่มือการปฏิบัติงาน (SOP)
- ☐ รายงานอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ
- ☐ รายงานเชิงวิเคราะห์/ถอดบทเรียน
- ☐ ข้อมูลของเสียอันตราย และการส่งกำจัด
- ☐ ประวัติการศึกษาและคุณสมบัติ
- ☐ ประวัติการได้รับการอบรมด้านความปลอดภัย
- ☐ ประวัติเกี่ยวกับสุขภาพ
- ☐ เอกสารตรวจประเมินด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ
- ☒ ข้อมูลการบำรุงรักษาของอุปกรณ์ทางกายภาพ อุปกรณ์ และเครื่องมือ
- ☒ เอกสารความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย
- ☒ คู่มือการใช้เครื่องมือ

ห้องปฏิบัติการกลาง กลุ่มสัตวแพทยสาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิธีการปฏิบัติงาน (work instruction) เรื่อง การใช้ปิเปตต์อัตโนมัติ ยี่ห้อ proline®				
รหัสเอกสาร	ฉบับที่แก้ไข	อนุมัติใช้โดย	วันที่เริ่มใช้	หน้าที่



1. วัตถุประสงค์

เพื่อเป็นคู่มือในการใช้ ดูแลและบำรุงปิเปตต์อัตโนมัติ ยี่ห้อ proline® ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ขอบข่าย

วิธีการใช้งานและบำรุงรักษาปิเปตต์อัตโนมัติ

3. หลักการและทฤษฎี

ปิเปตต์เป็นอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการโดยใช้ในการดูดจ่ายปริมาณสารที่เป็นของเหลว มีสเกลการวัดที่ละเอียดและมีความแม่นยำสูง โดยช่วงปริมาณที่สามารถดูด-จ่ายได้ อยู่ระหว่าง 100 ไมโครลิตรถึง 1 มิลลิลิตร ใช้หลักการ air displacement ส่วน pipette tip โดยทำมาจาก polypropylene สามารถฆ่าเชื้อได้ก่อนใช้งาน เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการใช้งาน

4. ความรับผิดชอบ

นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการ มีหน้าที่ควบคุม ดูแลการใช้งาน กรณีที่นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการ ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ ให้มีนักวิทยาศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปฏิบัติงานแทน

5. เอกสารอ้างอิง

คู่มือการใช้ proline® pipette

6. อุปกรณ์และเครื่องมือ

proline® pipette จัดจำหน่ายโดย Sartorius

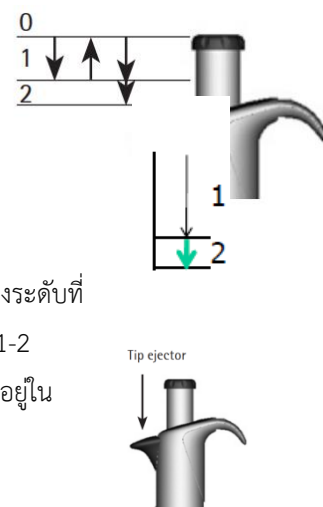
7. วิธีการปฏิบัติงาน

การใช้ปิเปตต์อัตโนมัติ

1. การปรับปริมาตร จะมีการแสดงปริมาตรบนช่อง หากต้องการปรับปริมาตรให้หมุนปุ่มที่อยู่ด้านบน โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกา โดยเมื่อตั้งค่าปริมาตร ต้องแน่ใจว่า หมุนปรับปริมาตรตามที่ต้องการซึ่งจะแสดงในช่องบอกปริมาตร โดยปริมาตรที่ปรับต้องมี ปริมาตรไม่เกินช่วงที่ปิเปตต์สามารถปรับได้ เนื่องจากจะทำให้ปิเปตต์เสียหาย



- เลือก tip ให้เหมาะสมโดย proline® pipette สามารถใช้ได้กับ tip ขนาด 100-1000 ul และการที่จะสวม tip เข้ากับ ปิเปตต์ ต้องมั่นใจก่อนว่า tip สะอาด
- กด plunger จนรู้สึกถึงแรงต้าน จังหวะที่ 1 เพื่อทำให้เกิดภาวะสุญญากาศในปิเปตต์ โดยกดค้างไว้ลักษณะปิเปตต์ตั้งฉากกับพื้น จุ่มปลาย tip ให้ปลายอยู่ต่ำกว่าระดับผิวเพียงเล็กน้อย ค่อยๆปล่อย plunger ถอยกลับคืนตำแหน่งเดิม จุ่มปลาย tip ค้างไว้ 3 ประมาณวินาที (เวลาขึ้นอยู่กับความหนืดของสาร) เพื่อให้ของเหลวไหลเข้า tip จนครบตามปริมาตรที่ตั้งไว้
- ปล่อยของเหลวโดย จังหวะที่ 1 แตะปลาย tip กับภาชนะรับ แล้วกด plunger ไปจนถึงระดับที่ 1 จะทำให้ของเหลวจาก pipette tip ไหลลงสู่ภาชนะรองรับ จังหวะที่ 2 รอเป็นเวลา 1-2 วินาที ก่อนที่จะกด plunger ลงไปจนสุด (ระดับที่ 2) ซึ่งจะเป็นการไล่ของเหลวที่เหลืออยู่ใน pipette tip ลงสู่ภาชนะรับจนหมด
- หลังจากปล่อยน้ำยาแล้ว ค่อยๆปล่อย plunger อย่างช้าๆจนสุด
- ปลด tip ออกจาก pipette ลงสู่ภาชนะรองรับ ด้วยการกดปุ่ม ejector



การบำรุงรักษาเครื่องมือ

การเก็บ

เมื่อไม่ใช้ให้เก็บในลักษณะแนวตั้ง บนที่วาง

8. การควบคุมคุณภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพและการสอบเทียบปิเปตต์

แนะนำให้มีการตรวจสอบคุณภาพของปิเปตต์เป็นประจำ (เช่น ทุก 3 เดือน) และตรวจสอบประสิทธิภาพอยู่เสมอ

การทดสอบประสิทธิภาพ ; เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 15-30 +/- 5 C และมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 50% ใช้วิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric Method) โดยมีหลักการ ดังนี้ ปริมาตรของของเหลวที่ปิเปตต์ดูดเข้าไปและปล่อยออกมา สามารถคำนวณหาได้จากการชั่งน้ำหนักของน้ำกลั่นที่ปิเปตต์ดูดเข้าแล้วปล่อยออกมา แล้วจึงเปลี่ยนน้ำหนักให้เป็นปริมาตรของน้ำกลั่น ณ ที่อุณหภูมิต่างๆ

วิธีทำ

- ชั่งน้ำหนักภาชนะและบันทึกผลไว้
- วัดอุณหภูมิของน้ำกลั่นและบันทึกผลไว้ (t)
- ดูดน้ำกลั่นตามเทคนิคการใช้งานที่ถูกต้อง
- เช็ดปิเปตต์ที่ภายนอกให้แห้ง (ถ้าเปื้อนมาก)
- ปล่อยน้ำกลั่นลงในภาชนะโดยการแตะปลายปิเปตต์ที่ปาดานในภาชนะ
- บันทึกผลน้ำหนักของน้ำกลั่น โดยหักน้ำหนักภาชนะออกจากน้ำหนักรวม
- เปลี่ยนปิเปตต์ที่ทุกครั้งที่เราเริ่มทำการตรวจสอบความถูกต้องของปิเปตต์
- ทำซ้ำขั้นตอนในข้อ 1-7 อย่างน้อย 9-19 ครั้ง
- คำนวณหาน้ำหนักเฉลี่ยของน้ำกลั่น (W)



การคำนวณ

1. การคำนวณหาค่าแตกต่างไปจากค่าที่กำหนดดังนี้

1.1 คำนวณหาปริมาตรของน้ำกลั่น โดยการคิดจากน้ำหนักเฉลี่ยที่คำนวณได้ เทียบกับ ความสัมพันธ์ของ น้ำหนักและปริมาตรของน้ำกลั่น 1 กรัม ที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ (°ซ)	ปริมาตร (มล.)	อุณหภูมิ (°ซ)	ปริมาตร(มล.)
10	1.0016	22	1.0032
11	1.0017	23	1.0034
12	1.0018	24	1.0036
13	1.0019	25	1.0038
14	1.0020	26	1.0041
15	1.0021	27	1.0043
46	1.0022	28	1.0046
17	1.0023	29	1.0048
18	1.0025	30	1.0051
19	1.0026	31	1.0054
20	1.0028	32	1.0057
21	1.0030	33	1.0060

1.2 คำนวณค่าแตกต่างจากสูตร

$$\% \text{ Deviation} = \frac{\text{Expected volume} - \text{Delivered volume}}{\text{Expected volume}}$$

2. คำนวณความแม่นยำ (%CV) จากสูตร

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$\%CV = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100$$

9. บันทึกและเอกสารประกอบ

- ตารางบันทึกผล รหัสเอกสาร T34-001

ห้องปฏิบัติการกลาง กลุ่มวิชาสัตวแพทย์สาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	วิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction)	รหัสเอกสาร W49-001
		ฉบับที่แก้ไข
	เรื่อง การทดสอบการสูญเสีย ปริมาตรของของเหลวหลังจาก ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วย AUTOCLAVE	อนุมัติใช้โดย
		วันที่เริ่มใช้
		หน้าที่ จาก หน้า

1. วัตถุประสงค์

เพื่อคงปริมาตรสารให้อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้

2. ขอบข่าย

ทดสอบหาปริมาตรที่หายไปของของเหลวที่นึ่งฆ่าเชื้อด้วย AUTOCLAVE โดยการชั่งน้ำหนักที่สูญเสียไป

3. ความรับผิดชอบ

นักวิทยาศาสตร์ผู้ดูแลรับผิดชอบเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (AUTOCLAVE) ต้องทำเป็นประจำทุกครั้งที่มีการซ่อมบำรุงเครื่อง หรือมีการร้องเรียน

4. อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ภาชนะที่ต้องการทดสอบพร้อมฝา
2. น้ำบริสุทธิ์ที่ต้องการทดสอบ
3. ตาชั่งที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว

5. วิธีการปฏิบัติงาน

1. ใส่น้ำลงในภาชนะที่ต้องการทดสอบ
2. ทำการชั่งน้ำหนักภาชนะที่พร้อมใส่เข้านึ่งฆ่าเชื้อแล้วจดบันทึก (น้ำหนักก่อน)
3. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ
4. ชั่งน้ำหนักอีกครั้ง (น้ำหนักหลัง)
5. น้ำหนักก่อนลบด้วยน้ำหนักหลัง เท่ากับ น้ำหนักที่สูญเสีย
6. น้ำหนักที่สูญเสียหารด้วยน้ำหนักก่อน คูณ 100 เท่ากับ เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย

ห้องปฏิบัติการกลาง กลุ่มวิชาสัตวแพทยสาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	วิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction)	รหัสเอกสาร W49-001
		ฉบับที่แก้ไข
	เรื่อง การทดสอบการสูญเสีย ปริมาตรของของเหลวหลังจาก ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วย AUTOCLAVE	อนุมัติใช้โดย
		วันที่เริ่มใช้
		หน้าที่ จาก หน้า

ผลที่ยอมรับได้

หลังจากผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปริมาตรสุดท้าย (Final volume) ควรจะเปลี่ยนแปลงไม่เกิน $\pm 2\%$ ¹

การแก้ไข

เพิ่มปริมาตรตามเปอร์เซ็นต์ที่หายไป เช่น ปริมาตรสูญเสีย 5% และต้องการเตรียมสาร 10 มิลลิลิตร ดังนั้นต้องใส่ปริมาตรก่อนนึ่งฆ่าเชื้อ 10.5 มิลลิลิตร

6. บันทึกและเอกสารประกอบ

¹ ISO 6887-1 first edition 1999-02-15 Microbiology of food and animal-feeding stuffs- Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination- part 1 : General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions. P.3 (5.4)

ตารางบันทึกผล รหัสเอกสาร T49-001