รายงานการวิจัยบุคลากร (R2R)
เรื่อง

การพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยา
Development of laboratory safety systems in biology.

อุมาพร พนมเขต

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2561)

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาของการทำวิจัย

การทำงานในห้องปฏิบัติการ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเกี่ยวข้องกับสารเคมี เนื่องจากต้องใช้สารเคมีในการทำปฏิบัติการ การทดสอบงานวิจัยและใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งเป็นสภาวะที่มีความเสี่ยงอันตรายต่อการเกิดอุบัติเหตุ ไม่ว่าจะเกิดการระเบิดของสารเคมี การเกิดเพลิงไหม้ อันตรายจากสารเคมีหกล่น รวมทั้งการได้รับอันตรายที่มีผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน และเกิดเป็นพิษเรื้อรังในระยะยาว ซึ่งมีผลมาจาก ลักษณะของห้องปฏิบัติการและการจัดระบบที่ไม่เหมาะสม อันตรายจากสารเคมี เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ รวมทั้งการขาดความรู้และทักษะในการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง

สาขาชีววิทยา เป็นสาขาหนึ่งที่เปิดรายวิชาหลากหลายแขนง เช่น ชีววิทยาพื้นฐาน นิเวศวิทยา สัตววิทยา พืชศาสตร์ เทคนิคทางชีววิทยา จุลชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ พันธุศาสตร์และเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นต้น รวมทั้งยังมีบริการค่ายเสริมทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์แก่ทางโรงเรียนที่สนใจอีกด้วย ห้องปฏิบัติการจึงเป็นส่วนสำคัญที่สนับสนุนด้านการเรียนการสอนปฏิบัติการ และการทำวิจัย รวมถึงอุปกรณ์และสารเคมีต่าง ๆ

ความปลอดภัยเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง สำหรับการทำงานในห้องปฏิบัติการ การทำงานภายใต้ระบบที่มีความปลอดภัยที่ดีย่อมส่งผลถึงประสิทธิภาพที่ดีในการปฏิบัติงานของ อาจารย์ บุคลากรประจำห้องปฏิบัติการ นักศึกษาและผู้ที่มีความสนใจในการใช้ห้องปฏิบัติการ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญในข้อนี้จึงทำการพัฒนาระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยาขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา
2. เพื่อให้อาจารย์ บุคลากร นักศึกษา และผู้ที่ต้องการใช้ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยามีความรู้และความเข้าใจในการใช้ห้องปฏิบัติการให้เกิดความปลอดภัย

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการศึกษาค้นคว้าเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วยการศึกษากฎหมายและมาตรฐานด้านการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นแหล่งอ้างอิงประกอบการพัฒนาเอกสารคู่มือการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

2. จัดทำเอกสารคู่มือการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยา เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

3. เก็บรวบรวมของและแยกประเภทเสียที่ได้จากการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่มีการเรียนการสอน และการทำวิจัย เพื่อที่จะนำไปกำจัดต่อไป

4. จัดระบบห้องปฏิบัติการให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ตามเอกสารคู่มือ

4. ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 – เดือนกันยายน พ.ศ. 2561

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย/(นิยามศัพท์เฉพาะ)

ความปลอดภัย (Safety) หมายถึง การป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นกับอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายในขณะปฏิบัติงาน ซึ่งสามารถป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นโดยใช้เครื่องมืออุปกรณ์ป้องกันอันตรายความมีระเบียบ ความมีวินัยและการปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยโดยเคร่งครัด

ห้องปฏิบัติการ (Laboratory) หมายถึง สถานที่ซึ่งอยู่ในสภาวะที่ถูกควบคุม และเป็นที่สำหรับการวิจัย การทดลอง และการวัดทางวิทยาศาสตร์หรือทางเทคนิค เป็นห้องสำหรับให้บริการอาจารย์ นักศึกษา นักวิจัย และผู้ที่สนใจเข้ารับบริการ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในด้านการเรียน การสอน การจัดอบรมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ การค้นคว้าข้อมูลใหม่ ๆ

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยามีระบบความปลอดภัยมากขึ้น

2. อาจารย์ บุคลากร นักศึกษา และผู้ที่ต้องการใช้ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยามีความรู้และความเข้าใจในการใช้ห้องปฏิบัติการให้เกิดความปลอดภัยมากขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการสาขาชีววิทยา ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

2.2 การป้องกันอันตรายจากสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

ความปลอดภัยถือเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการทำงานในห้องปฏิบัติการ การทำงานภายใต้ระบบความปลอดภัยที่ดีย่อมส่งผลถึงประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ ช่วยลดต้นทุนในการรักษาพยาบาลเมื่อเกิดการบาดเจ็บหรือการติดเชื้อขณะปฏิบัติงาน รวมทั้งลดความเสี่ยงที่จะเกิดการปนเปื้อนจากห้องปฏิบัติการสู่สิ่งแวดล้อม ผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการจะต้องบริหารจัดการโดยอาศัยหลัก 3E ได้แก่

1. Engineering อาศัยความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์นำมาใช้ในการออกแบบโครงสร้างห้องปฏิบัติการ เช่น ทางเข้า-ออก ระบบไหลเวียนอากาศ ระบบน้ำ-ไฟ เป็นต้น

2. Education การอบรมให้ความรู้แก่เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการ เช่น เจ้าหน้าที่ทุกคนต้องผ่านการฝึกอบรมเกี่ยวกับความปลอดภัยและการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ เรียนรู้การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ หรือปลูกฝังและสร้างนิสัยในการปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัยตลอดเวลา

3. Enforcement ต้องมีการออกกฎหรือข้อบังคับต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการซึ่งต้องมีการแจ้งให้เจ้าหน้าที่ทุกคนทราบผ่านการประชุม ฝึกอบรม หรือการติดเป็นประกาศบริเวณห้องปฏิบัติการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.1 การสร้างระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

ควรมีการจัดทำแผนนโยบายด้านความปลอดภัย แผนปฏิบัติการและโครงสร้างของหน่วยงานในด้านความปลอดภัย ได้แก่

1. การอบรมความปลอดภัยแก่บุคลากรและเจ้าหน้าที่ มีจุดประสงค์เพื่อลดความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ในห้องปฏิบัติการ โดยมีทั้งการอบรมเบื้องต้น (initial training) สำหรับเจ้าหน้าที่ที่เข้าทำงานใหม่ หรือเจ้าหน้าที่เดิมหากต้องทำงานกับสารเคมีชนิดใหม่หรือใช้วิธีการตรวจทดลองแบบใหม่ และการอบรมเพื่อฟื้นความรู้ (refresher training) เป็นการอบรมบุคลากรเดิมที่มีอยู่เพื่อเป็นการฟื้น ความรู้และกระตุ้นให้เกิดการปฏิบัติงานด้วยวิธีการที่ถูกต้องและปลอดภัย

2. แผนปฏิบัติงานด้านความปลอดภัย ห้องปฏิบัติการทุกที่ควรที่จะต้องมีแผนการด้านความปลอดภัย (Laboratory Safety Plan; LSP) โดยคำนึงถึงความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน บุคคลรอบข้างและสิ่งแวดล้อม โดยนำเสนอออกมาในรูปแบบของรูปภาพ ตาราง ที่เข้าใจง่าย และต้องมีการทบทวนแผนการปฏิบัติงานทุกปี โดยมีทั้งคณะกรรมการตรวจสอบทั้งภายในและภายนอกองค์กร

3. ความรับผิดชอบและการดูแลความปลอดภัยของหน่วยงาน โดยหน่วยงานมีบทบาทดังต่อไปนี้

- ประสานงานการจัดการอบรมความปลอดภัย และให้ความรู้ด้านความปลอดภัย

- จัดทำแผนและนโยบายด้านความปลอดภัย รวมทั้งจัดทำคู่มือเกี่ยวการทำงานอย่างปลอดภัย

- ทบทวนและตรวจสอบโครงสร้างอาคารรวมถึงอุปกรณ์เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ

- ดูแลเรื่องกฎระเบียบต่างๆ รวมถึงการรายงานอุบัติเหตุและสถิติการบาดเจ็บขณะปฏิบัติงานแก่ผู้บริหาร

4. จัดตั้งคณะกรรมการด้านความปลอดภัย (safety committee) โดยคณะกรรมการมีบทบาททั้งการวางแผนโปรแกรมด้านความปลอดภัย บริหารจัดการด้านความปลอดภัย ประเมินแผนความปลอดภัย โดยมีการทบทวนแก้ไขให้ได้มาตรฐาน เสนอแนะแก้ไขนโยบายด้านความปลอดภัย ตรวจสอบหาสาเหตุของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการและหาแนวทางป้องกันแก้ไข โดยแต่ละห้องปฏิบัติการควรมีหัวหน้าห้องประจำเพื่อคอยควบคุมดูแลการท างานในห้องปฏิบัติการด้วยความปลอดภัยภายใต้กฎระเบียบที่ได้กำหนดขึ้นโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการด้านความปลอดภัย

5. การจัดทำหนังสือคู่มือด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ โดยอาศัยความร่วมมือของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจแบ่งเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้ การบริหารจัดการอันตรายจากสารเคมี การบริหารจัดการอันตรายจากสารชีวภาพ การบริหารจัดการอันตรายจากอัคคีภัย การบริหารจัดการอันตรายทางกายภาพหรืออันตรายจากอุปกรณ์เครื่องมือ เป็นต้น

2.1.2 การออกแบบและจัดผังห้องปฏิบัติการ

โดยทั่วไปห้องปฏิบัติการมักแบ่งพื้นที่การใช้งานออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) พื้นที่สำหรับการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ (พื้นที่ทำการทดลอง) 2) พื้นที่สำหรับปฏิบัติงานด้านเอกสารและบริหาร (ธุรการ โต๊ะคอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูล บริเวณจัดเก็บเอกสาร) 3) พื้นที่สนับสนุนห้องปฏิบัติการ (ห้องเก็บวัสดุอุปกรณ์ ห้องเย็น ห้องน้ำ ห้องล้าง)

การแบ่งพื้นที่ของห้องปฏิบัติการ

1. เขตปลอดภัย (safety zone) เป็นพื้นที่ที่สะอาดปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน ได้แก่ ประตูทางเข้าออกห้องพักเจ้าหน้าที่ ห้องสำนักงาน ห้องเก็บอุปกรณ์ เป็นต้น เขตนี้ต้องมีการเข้า-ออกที่สะดวกไม่มีสิ่งกีดขวาง ไม่วางเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เป็นอันตราย

2. เขตอันตรายน้อย (low-hazard zone) เป็นพื้นที่ปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยงจากอันตรายในระดับที่ไม่มากนัก โดยเขตนี้ควรอยู่ระหว่างเขตปลอดภัยกับเขตอันตรายมาก ลักษณะงานในเขตนี้ ได้แก่ การทดลองที่มีอันตรายน้อย การเตรียมตัวอย่าง การทำงานกับสารเคมีที่ไม่ระเหยง่าย เป็นพื้นที่ในการจัดวางสารเคมีที่อันตรายน้อยหรือปานกลาง และเป็นพื้นที่สำหรับการชำระล้างเครื่องแก้วและอุปกรณ์การทดลอง

3. เขตอันตรายมาก (high-hazard zone) ควรเป็นพื้นที่ที่อยู่ด้านในสุดของห้องปฏิบัติการ ห่างจากบริเวณประตูเข้า-ออก เป็นเขตที่ป้องกันการผ่านเข้าออกของผู้ที่ไม่เกี่ยวข้อง ลักษณะงานในเขตนี้ ได้แก่ การทดลองที่มีอันตรายมาก การทำงานกับสารเคมีที่ไวไฟและระเหยง่าย การทำงานกับจุลชีพที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เพราะฉะนั้นในเขตนี้ต้องมีการทำสัญลักษณ์เพื่อให้

บุคคลภายนอกได้รู้ว่าเป็นเขตจำกัด ควรมีอุปกรณ์ที่ไว้ใช้ป้องกันอันตรายขณะปฏิบัติงาน เช่น ตู้ชีวนิรภัย ตู้ดูดควัน ตู้เก็บสารเคมีไวไฟ เป็นต้น

2.1.3 ระบบป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ

1. ระบบป้องกันอันตรายชั้นที่ 1 เป็นระบบที่มีการล้อมกรอบรอบอันตรายนั้น ๆ ให้อยู่ในเขตเฉพาะ หรือภาชนะเฉพาะ เพื่อไม่ให้เกิดการเล็ดลอดออกมา ลดการฟุ้งกระจาย

2. ระบบป้องกันอันตรายชั้นที่ 2 เป็นระบบป้องกันอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานโดยตรง เป็นการแยกอันตรายออกจากผู้ปฏิบัติงาน มีการแยกพื้นที่ปฏิบัติงานตามระดับความอันตราย ระบบนี้ต้องอาศัยความร่วมมือของหลายฝ่าย ไม่ว่าจะเป็น ช่าง วิศวกรออกแบบอาคาร ตัวอย่างระบบนี้ ได้แก่ การออกแบบฝาผนังที่หนาเป็นพิเศษในพื้นที่ที่ใช้สารไวไฟเพื่อป้องกันอันตรายจากการระเบิด การสร้างฝาผนังหรือฉากกั้นชนิดพิเศษในพื้นที่ที่ทำงานเกี่ยวกับสารกัมมันตภาพรังสี การติดตั้งเครื่องมือป้องกันอันตรายต่าง ๆ อาทิ ตู้ชีวนิรภัย ตู้ดูดควัน ถังดับเพลิง อ่างล้างมือ เป็นต้น

3. ระบบป้องกันอันตรายชั้นที่ 3 เป็นระบบป้องกันอันตรายโดยรอบ ๆ ห้องปฏิบัติการเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายแก่บุคคลภายนอกและสิ่งแวดล้อม โดยต้องมีการบริหารจัดการเพื่อป้องกันการรั่วไหลของอากาศที่ปนเปื้อน ของเสียที่มีการปนเปื้อน จากห้องปฏิบัติการสู่ภายนอก เช่น การติดเครื่องกรองอากาศ การบำบัดอุปกรณ์ที่ใช้แล้วด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อโรคหรือผ่านการอบนึ่งฆ่าเชื้อการจัดพื้นที่ใช้สอยภายในห้องปฏิบัติการสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงที่สุดคือ การบริหารพื้นที่ที่มีอยู่ให้เกิดความปลอดภัยโดยมีพื้นที่พอเพียงสำหรับปฏิบัติงาน ต้องคำนึงถึงการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอน จำนวนเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงาน การกำหนดพื้นที่ในห้องปฏิบัติการต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่าง เช่น

1. ลักษณะและขอบข่ายงานที่ปฏิบัติ ต้องพิจารณาว่างานที่ทำอยู่ในห้องปฏิบัติการนั้นเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับอะไรบ้าง เช่น เป็นการทดลองเกี่ยวกับพืช การทดลองเกี่ยวกับสัตว์ การทดลองเกี่ยวกับเชื้อจุลชีพ การทดลองที่ต้องสัมผัสกับสิ่งส่งตรวจ เป็นต้น เพื่อที่จะได้จัดสรรและออกแบบพื้นที่ให้เหมาะสมสำหรับปฏิบัติงาน

2. อุปกรณ์และเครื่องมือ เครื่องมือนับเป็นสิ่งที่สำคัญมากสำหรับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการการจัดวางเครื่องมือให้เหมาะสมกับพื้นที่ต้องคำนึงถึง ความจำเป็นและความถี่ในการใช้งานขนาดของเครื่องมือ ความสะดวกในการขนย้ายหรือทำความสะอาด

3. จำนวนผู้ปฏิบัติงาน ควรจัดสรรพื้นที่ให้เหมาะสมและพอเพียงต่อผู้ปฏิบัติงาน โดยต้องแบ่งพื้นที่ของเจ้าหน้าที่ที่ทำการทดลองให้มากกว่าพื้นที่ของเจ้าหน้าที่ที่ทำงานด้านธุรการและเอกสาร

2.1.3 โครงสร้างหลักของห้องปฏิบัติการ

1. ทางเข้า-ออก หากมีผู้ปฏิบัติงานค่อนข้างมากควรกำหนดและจัดระเบียบการเข้าออก ควรแยกกันระหว่างประตูเข้า-และประตูออก อาจจัดพื้นที่สำหรับผู้มาติดต่อที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยประตูควรจะปิดไว้ตลอดเวลาในขณะปฏิบัติงาน อาจจัดหน่วยรักษาความปลอดภัยเพื่อดูแลการเข้า-ออก หรืออาจใช้ระบบการเข้า-ออกโดยระบบคีย์การ์ด

2. ทางหนีไฟ การกำหนดขนาดและจำนวนของประตูหนีไฟขึ้นกับสถานที่ตั้ง ขนาดของอาคารจำนวนผู้ปฏิบัติงาน ในแต่ละชั้นควรมีทางหนีไฟอย่างน้อยสองทางที่แยกกัน ทางหนีไฟควรมีระยะทางที่สั้นที่สุดและนำออกไปสู่ภายนอกอาคารได้เร็วที่สุด หากเป็นห้องปฏิบัติการที่ตั้งอยู่ในอาคารที่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มีมากกว่า 2 ชั้น ประตูห้องปฏิบัติการต้องสามารถเปิดไปสู่โถงทางเดินกลางได้ และสามารถนำไปยังประตูหนีไฟได้ทันที ตามพื้นทางเดินและฝาผนังควรที่จะมีการแสดงสัญลักษณ์ลูกศรนำทางเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทราบว่าประตูหนีไฟอยู่ในทิศทางใด ประตูหนีไฟควรทำจากวัสดุทนไฟ หรือเป็นโลหะที่ทนไฟได้ดีและควรปิดอยู่เสมอ และควรแสดงสัญลักษณ์บริเวณประตูหนีไฟว่า “ ทางออก” หรือ “exit”

3. ขนาดประตู ประตูห้องปฏิบัติการต้องมีขนาดกว้างพอที่จะสามารถนำเครื่องมือขนาดใหญ่เข้าออกได้สะดวก และสามารถเปิดกว้างเพื่อให้ผู้คนเข้าออกได้อย่างสะดวกในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน ประตูห้องปฏิบัติการที่ดีควรเป็นแบบ door and half คือเป็นประตู 2 บาน โดยมีบานหนึ่งใหญ่อีกบานหนึ่งมีขนาดเล็ก โดยบานที่มีขนาดใหญ่จะถูกใช้เปิด-ปิดประจำส่วนบานเล็กจะถูกใช้ในกรณีมีการขนย้ายอุปกรณ์

4. พื้นห้องปฏิบัติการ พื้นห้องต้องสามารถรองรับเครื่องมืออุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมากได้หลายชนิดควรผลิตมาจากวัสดุที่แข็งแรง ทนทานต่อสารเคมีที่เป็นกรดและด่างได้ดี พื้นผิวต้องไม่ลื่น สามารถทำ ความสะอาดได้ง่าย โดยทั่วไปมักเป็นพื้นคอนกรีตหรือพื้นหินขัดที่ปูทับด้วยแผ่นยางประเภท polyvinyl อีกชั้นหรือปูทับด้วยพรมน้ำมัน ข้อดีของพรมน้ำมันคือจะไม่มีรอยต่อสามารถลดอุบัติเหตุจากการสะดุดล้มได้

5. ความสว่าง ควรมีแสงสว่างเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันความผิดพลาดและอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงาน กรณีประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตที่ได้รับแสงอาทิตย์มาก จึงควรออกแบบอาคารให้รับแสงอาทิตย์ที่เพียงพอเพื่อประหยัดพลังงาน ควรมีหน้าต่างบานใหญ่เพื่อรับแสงอาทิตย์ได้เต็มที่และควรมีผ้าม่านเพื่อบังแดดในกรณีที่มีแดดแรงจนเกินไป ความสว่างที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการคือ 300-500 lux แต่อย่างไรก็ตามปริมาณแสงสว่างก็ขึ้นอยู่กับประเภทห้องต่าง ๆ เช่น ห้องเก็บของอาจไม่ต้องมีแสงสว่างมากเท่ากับห้องปฏิบัติการ เพราะสารเคมีบางอย่างอาจห้ามโดนแสง เป็นต้น

6. ระบบถ่ายเทอากาศ ระบบการถ่ายเทอากาศที่ดีจะช่วยลดระดับของไอหรือควันจากสารเคมีรวมทั้งลดระดับการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ ห้องปฏิบัติการควรติดตั้งระบบ Local Exhaust Ventilation (LEV) เพื่อลดอันตรายจากสารเคมีและเชื้อจุลชีพต่าง ๆ เช่น พัดลมดูดอากาศ ตู้ดูดควัน ตู้ชีวนิรภัยที่มีแผ่นกรอง HEPA ในการดักจุลชีพ ตลอดจนติดตั้งระบบดูดอากาศเสียจากภายในออกสู่ภายนอกเพื่อป้องกันการหมุนเวียนอากาศเสียภายในห้องปฏิบัติการ

7. อุณหภูมิและความชื้น ห้องปฏิบัติการควรมีอุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 20-25 องศาเซลเซียส ในประเทศไทยซึ่งเป็นเมืองร้อนจึงควรติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เพื่อให้อุณหภูมิที่เหมาะสมแก่ผู้ปฏิบัติงานและเป็นการรักษาเครื่องมือ

8. ระบบสาธารณูปโภค ซึ่งประกอบไปด้วย ระบบน้ำประปา ไฟฟ้า แก๊ส และระบบสื่อสาร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในห้องปฏิบัติการ จึงควรมีการวางแผนผังให้เหมาะสม เจ้าหน้าที่ทุกคนควรทราบ ตำแหน่งที่ตั้งและวิธีการในการเปิด-ปิดวาวล์น้ำ แก๊ส และแผงควบคุมวงจรไฟฟ้า เพื่อสามารถเปิด-ปิดได้ทันทีในกรณีเหตุฉุกเฉิน การออกแบบท่อน้ำ ท่อแก๊ส หรือของเหลวประเภทอื่น ๆ ไปตามท่อ pipe ควรมีการระบุชื่อและลูกศรแสดงทิศทางการไหลในแต่ละท่อว่าเป็นท่อสำหรับส่งผ่านสิ่งใด โดยกำหนดสีของตัวอักษรตามชนิดของสารนั้น ๆ เช่น สารเคมีอันตรายสูง (สารไวไฟสารที่มีแรงดันสูง สารเคมีที่เป็นพิษสูง สารกัมมันตภาพรังสี) ควรใช้อักษรสีดำบนพื้นหลังสีเหลือง, สารเคมีอันตรายน้อย (เช่นแก๊สหรือของเหลวผสม) ควรใช้อักษรสีขาวบนพื้นหลังสีเขียว, สารที่ใช้ดับเพลิง (น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซฮาลอน) ควรใช้อักษรสีขาวบนพื้นหลังสีแดงในห้องปฏิบัติการควรมีอ่างน้ำอย่าง

น้อยสองแห่งแยกจากกัน โดยจุดหนึ่งเป็นอ่างล้างมือเท่านั้นส่วนอีกอ่างสำหรับล้างวัสดุอุปกรณ์ อ่างน้ำควรทำมาจากวัสดุที่ทนทานต่อสารเคมี เช่น stainless, polypropylene เป็นต้น และท่อน้ำทิ้งควรแยกออกจากท่อน้ำเสียทั่วไป ปลายท่อน้ำทิ้งควรต่อไปยังระบบบำบัดน้ำเสียก่อนการส่งออกไปยังภายนอก ในการติดตั้งระบบแก๊สควรเป็นระบบนำส่งตามท่อจากหน่วยกลาง ไม่ควรใช้ระบบแก๊สเป็นถังย่อย ๆ ที่สำคัญควรมีการติดตั้งระบบตัดแก๊สอัตโนมัติเพื่อป้องกันการเกิดแก๊สรั่วและการระเบิด

9. ระบบเตือนภัย ต้องมีการติดตั้งระบบเตือนภัยคู่กับถังดับเพลิงในห้องปฏิบัติการ ระบบเตือนภัยที่ดีต้องส่งเสียงดังได้ทั่วอาคาร อาจเป็นเสียงกระดิ่งหรือเสียงระฆังและอาจมีไฟสีแดงกระพริบโดยระบบเตือนภัยประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ ส่วนแรกได้แก่ กล่องกระตุ้นให้กระดิ่งหรือสัญญาณทำงาน เรียกว่า “ pullstation” จะมีสีแดง มีทั้งลักษณะเป็นรูปตัวที (T) กระตุ้นการทำงานโดยดึงก้านตัวทีลงมาตรง ๆ หรืออีกแบบจะมีลักษณะเป็นตัวที แต่จะมีกระจกกั้นต้องใช้ค้อนหรือโลหะทุบกระจกก่อนถึงจะสามารถดึงตัวทีได้ ส่วนที่สองเป็นส่วนที่เป็นกระดิ่งหรือระฆังเตือนภัย จะมีสีแดงหรือสีน้ำเงิน ติดตั้งไว้บนกำแพงเหนือกล่อง pullstation โดยสามารถส่งเสียงและมีไฟกระพริบในขณะที่กระดิ่งดัง

10. ชุดดับเพลิง ในห้องปฏิบัติการมีอยู่สองแบบ คือ ชนิดติดตั้งถาวร ซึ่งได้แก่น้ำพุเพดานแบบอัตโนมัติ และชนิดเคลื่อนย้ายได้ ประกอบไปด้วย ชุดท่อประปาดับเพลิง (fire hose) และถังดับเพลิง ทั้งสองอย่างควรเก็บไว้ในตู้ที่มองเห็นได้ชัดเจนและไม่ควรล็อคตู้ โดยสายท่อประปาต้องมีความยาวอย่างน้อย 100 ฟุต ส่วนถังดับเพลิงมีอยู่หลายประเภทขึ้นอยู่กับต้นกำเนิดของเพลิงนั้น ๆ

11. เครื่องล้างตา (eye wash) ควรติดไว้ประจำที่และจำเป็นต้องมี วางอยู่ห่างจากที่ปฏิบัติงานประมาณ 25-50 ฟุต ใช้เวลาเดินไปไม่นาน และระหว่างทางไม่ควรมีสิ่งกีดขวางใด ๆ การเปิดน้ำอาจใช้ระบบเปิดด้วยเท้า (foot paddle) หรือใช้มือผลัก (push bar) ควรให้น้ำพ่นเข้าตาผ่านทางฐานจมูกโดยไม่ให้น้ำพุ่งเข้าลูกตาโดยตรง และใช้นิ้วบังคับเปลือกตาเพื่อให้น้ำล้างตาได้ทั่วถึงหัวพ่นน้ำควรที่จะมีฝาครอบป้องกันฝุ่นละอองและควรทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอโดยการ flush น้ำทิ้ง

12. ฝักบัวฉุกเฉิน (deluge shower) ควรติดตั้งในบริเวณเดียวกันกับเครื่องล้างตา ฝักบัวควรสูงจากพื้นประมาณ 7-8 ฟุต ห่างจากกำแพงอย่างน้อย 25 นิ้ว การเปิดฝักบัวอาจใช้ตัวผลัก (paddle) หรือใช้การดึงโซ่ โดยฝักบัวฉุกเฉินมีอยู่ 3 แบบ คือ (1) แบบยึดติดกับฝาผนัง (ceiling/wall type) โดยน้ำจะไหลลงศีรษะอย่างต่อเนื่อง (2) แบบที่เป็นสายยางฉีดตัวร่วมกับฝักบัว (wall-mounted drench hose) โดยการใช้งานสามารถฉีดล้างบริเวณที่เปื้อนได้ (3) แบบที่สามคือ ฝักบัวฉุกเฉินที่ติดตั้งคู่กับเครื่องล้างตา (floor-mounted emergency combination) สามารถชำระล้างได้ทั้งตา ใบหน้า และลำตัวในเวลาเดียวกัน

13. ตู้ดูดควัน (chemical fume hood) เป็นสิ่งที่จำเป็นมากในห้องปฏิบัติการหากต้องทำงานกับสารเคมีหรือสารพิษ ตู้ควันส่วนใหญ่ติดตั้งเข้ากับระบบระบายอากาศของตัวอาคาร ตู้ดูดควันส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยพัดลมดูดอากาศในท่อดูดอากาศเสียโดยใช้ระบบ negative pressure เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศที่ปนเปื้อนเล็ดลอดไปได้ โดยทั่วไปมักใช้งานที่เกี่ยวกับกรด ด่าง สารทำละลาย อาจเป็นประตูเปิดแนวตั้ง (vertical sash) หรือประตูเปิดแนวนอน (horizontal sash) การทำงานของตู้ดูดควันขึ้นกับค่า face velocity ซึ่งเป็นค่าของอัตราความเร็วโดยเฉลี่ยของอากาศต่อหน่วยนาทีที่ไหลเข้าไปในตู้แบบตั้งฉากกับ hood face โดยอัตราที่เหมาะสมคือ 100-150 foot per minute (FPM) สำหรับการทำงานกับสารเคมีที่มีอันตรายมากและมีความเป็นพิษสูง ส่วนการทำงานกับสารเคมีที่มีความเป็นพิษ

น้อยถึงปานกลางอาจใช้ความเร็วที่อัตรา 80-100 FPM ก็เพียงพอ และควรติดตั้งตู้ดูดควันไว้บริเวณด้านในสุดของห้องและต้องห่างจากประตูหน้าต่างหรือทางเดิน เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของอากาศบริเวณประตูหน้าต่างซึ่งอาจรบกวนระบบไหลเวียนอากาศของตู้ดูดควันได้ และขณะใช้ตู้ดูดควันควรยืนห่างจากตู้ประมาณ 6 นิ้ว ควรสวมถุงมือ แว่นตานิรภัย และเสื้อคลุม ขณะทำงานกับสารเคมีในตู้ดูดควัน และไม่ควรใช้ตู้ดูดควันเป็นที่เก็บสารเคมีทุกชนิด

14. ตู้เก็บสารเคมี วัสดุที่ใช้ทำตู้ส่วนใหญ่คือโลหะจำพวก epoxy-coated steel และพลาสติกจำพวก polyethylene แต่ส่วนใหญ่มักนิยมกลุ่ม epoxy-coated steel เพราะทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ประตูตู้อาจมีทั้งประตูเดี่ยวและประตูคู่ และต้องมีการติดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ให้ทราบว่าเป็นสารเคมีประเภทใด หากต้องเก็บสารเคมีประเภทไวไฟ ตู้เก็บอาจทำ epoxy coated steel ซึ่งมีผนังหนาสองชั้นบุด้วยฉนวนกันไฟ ข้อควรระวังและหลักการเก็บสารเคมีภายในตู้

1. ห้ามเก็บสารเคมีโดยเรียงตามตัวอักษร ควรเก็บสารเคมีตามหลักการการเข้ากันได้

2. ตำแหน่งที่ตั้งของตู้เก็บสารเคมีไม่ควรอยู่ใกล้ประตู

3. ภาชนะเครื่องแก้วควรวางไว้ชั้นล่างสุดของตู้

4. การจัดเก็บสารเคมีไวไฟสามารถวางรวมกับสารกลุ่มเดียวกันได้ แต่ไม่เกิน 5 ขวด (ขวดละ 1 แกลลอน) และควรวางห่างจากแหล่งกำเนิดความร้อน เช่น ตู้เย็น เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ

15. โต๊ะปฏิบัติการ มีทั้งชนิดติดตั้งถาวรและชนิดเคลื่อนย้ายได้ ความสูงมาตรฐานของโต๊ะประมาณ 29-30 นิ้ว (หากนั่งทำงาน) และ 36-37 นิ้ว (หากยืนทำงาน) ผลิตจากวัสดุที่คงทนทนต่อความร้อน ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี และทำความสะอาดง่าย โดยที่นิยมส่วนมากจะทำจากไม้เนื้อแข็ง หินขัด ปูนซีเมนต์ และปูทับพื้นโต๊ะด้วยแผ่น formica แผ่นโลหะ หรือ แผ่นพลาสติกชนิดพิเศษ พื้นโต๊ะต้องเรียบไร้รอยต่อเพื่อป้องกันการสะสมของสารพิษและเชื้อโรค

16. ตู้ชีวนิรภัย (Biosafety cabinet) ตู้ชีวนิรภัยถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1943 และถูกพัฒนามาจนกระทั่งปี ค.ศ. 1962 ได้มีการน าแผ่นกรอง HEPA (High Efficiency Particulate Air Filter) มาใช้ในระบบกรองอากาศตู้ชีวนิรภัย แผ่นกรอง HEPA สามารถกรองอนุภาคต่างๆในอากาศที่มีขนาดตั้งแต่ 0.3 ไมโครเมตรขึ้นไป (ประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 99.97%) HEPA ประกอบไปด้วยชั้นของไฟเบอร์ชนิด borosilicate ถูกยึดเป็นชั้น ๆ ด้วยอลูมิเนียม โดยชั้นของไฟเบอร์จะถูกบรรจุอยู่ในกรอบไม้หรือกรอบพลาสติก (วงศ์วรุตม์ บุญญานุโกมล และจุฬาลักษณ์ บางเหลือ, 2557)

2.2 การป้องกันอันตรายจากสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

อุบัติเหตุที่เกิดในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่นั้นมีสาเหตุมาจากตัวบุคคลเป็นผู้กระทำด้วยความประมาทหรือความมักง่ายเช่นไม่ปฏิบัติตามระเบียบคำสั่งและคำแนะนำหรือกระทำในสิ่งที่ไม่ได้รับอนุญาตจากอาจารย์ผู้ควบคุมการใช้อุปกรณ์หรือการติดตั้งอุปกรณ์ไม่เหมาะสมถูกต้องกับกระ บวนการทดลอง หรือใช้อุปกรณ์ผิดประเภทก็ตามจะเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ นอกจากนี้การไม่ใช้เครื่องป้องกันอันตรายก็ถือได้ว่าเป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุด้วยเช่นเดียวกัน ดังนั้นหลักการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการที่สำคัญก็คือ จะต้องให้ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้ทดลองเป็นประการสำคัญ ในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. การปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับหรือคำแนะนำ ระเบียบข้อบังคับต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ใน การเข้าห้องปฏิบัติการถือได้ว่าเป็นการป้องกันอุบัติเหตุได้ เพราะหากผู้ทดลองปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับแล้วอุบัติเหตุก็จะไม่เกิดขึ้น ดังนั้นผู้ทดลองจึงควรปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับอย่างเคร่งครัดเพื่อป้องกันอันตรายจากอุบัติเหตุนั่นเอง จึงเห็นได้ว่าระเบียบข้อบังคับต่าง ๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเป็นสิ่งสำคัญมาก ผู้ควบคุมจะต้องเข้มงวดดูแลให้ทุกคนปฏิบัติตามระเบียบอย่าง เคร่งครัด อันตรายที่เกิดขึ้นจากอุบัติเหตุก็จะน้อยลงหรือไม่เกิดขึ้นได้

2. ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ ความเป็นระเบียบเรียบร้อยเช่นการจัด วางสิ่งของต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่ในที่ที่เหมาะสม นอกจากจะทำให้หาง่ายและหยิบใช้ไม่ผิดแล้วยังจะช่วยป้องกันอุบัติเหตุได้อีกทางหนึ่งด้วย ทั้งนี้เพราะการวางของเกะกะไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย เวลาเดิมอาจสะดุดหกล้ม เป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุได้ การตั้งเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองก็เช่นเดียวกันควรตั้งให้อยู่ในบริเวณที่เหมาะสมมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย ไม่กีดขวางการปฏิบัติการทดลอง

3. การให้ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้ทดลอง เช่น ไม่ทราบว่าสารสองชนิดนั้นผสมกันไม่ได้ เพราะจะทำให้เกิดการระเบิดอย่างรุนแรง แต่ผู้ทดลองก็นำมาผสมกัน จึงเกิดอุบัติเหตุขึ้น เพื่อแก้ปัญหานี้จำเป็นจะต้องให้ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้ทดลองด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องอันตรายของสารเคมี สารเคมีที่ผสมกันไม่ได้ สารเคมีที่ติดไฟง่าย ฯลฯ รวมทั้งวิธีปฏิบัติที่ถูกต้องเพื่อผู้ทดลองจะได้เพิ่มความระมัดระวังมากขึ้น จะเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยป้องกันอุบัติเหตุจากการทดลองได้

4. จัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกัน อุปกรณ์ป้องกันจะช่วยลดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการได้ จึงจำเป็นจะต้องจัดเตรียมไว้ เช่น อุปกรณ์ดับไฟ อุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันอันตรายที่เกิดกับร่างกาย ได้แก่เสื้อคลุม หน้ากาก แว่นนิรภัย ถุงมือ ฯลฯ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้ควรเก็บไว้ในที่ที่หยิบใช้ง่ายและอยู่ในสภาพดี เท่าที่กล่าวมานี้ถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการได้ ซึ่งสาเหตุของอุบัติเหตุนั้นมาจากบุคคลเป็นผู้กระทำดังกล่าวแล้ว ดังนั้นในการเข้าห้องปฏิบัติการใด ๆ ก็ตาม ขอให้ผู้ทดลองระลึกอยู่เสมอว่า ต้องทำการทดลองด้วยความระมัดระวังที่สุด ความประมาทเลินเล่อจะทำให้เกิดอันตรายต่อตัวเองได้ (ประเสริฐ ศรีไพโรจน์, 2538)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM RAJABHAT UNIVERSITY

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฉัตรชัย วิริยะไกรกุล (2551) ได้ทำการศึกษาตามโครงการวิจัยการพัฒนาตัวอย่างห้องปฏิบัติการวิจัยปลอดภัย ซึ่งมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 2 ประการ คือ เพื่อพัฒนาตัวอย่างห้องปฏิบัติการวิจัยปลอดภัย และเพื่อศึกษาและค้นหาแนวทางการขยายผลการสร้างความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ โครงการวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประเภทการวิจัยและพัฒนา (R&D) ซึ่งดำเนินการต่อเนื่องมาจากโครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการในประเทศไทย (Enhance of Safety Practices in Research Laboratory in Thailand, ESPReL) ด้วยการนำห้องปฏิบัติการภาคีสมาชิกของโครงการยกระดับฯ จำนวน 23 ห้องปฏิบัติการมาพัฒนาเป็นตัวอย่างห้องปฏิบัติการวิจัยปลอดภัย ผลการศึกษาและวิจัยพบว่าสามารถพัฒนาตัวอย่างห้องปฏิบัติการวิจัยต้นแบบให้เกิดขึ้นทั้งหมด 4 ห้อง ซึ่งคัดเลือกจากห้องปฏิบัติการที่มีศักยภาพสูงแบบองค์รวมและผ่านเกณฑ์ในด้านความร่วมมือ เกณฑ์การสนับสนุนการปรับปรุงด้านกายภาพ และเกณฑ์ความพร้อมของห้องปฏิบัติการ จากนั้นจึงดำเนินการพัฒนาองค์ประกอบของความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการวิจัยต้นแบบที่เชื่อมโยงกันทั้ง 7 ด้าน ซึ่งประกอบด้วย

การบริหารระบบการจัดการความปลอดภัย ระบบการจัดการสารเคมี ระบบการจัดการของเสีย ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ ระบบป้องกันและแก้ไขภัยอันตรายการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และการจัดการข้อมูลและเอกสาร ร่วมกับการปรับปรุงด้านกายภาพ ภายใต้การสนับสนุนของหน่วยงานต้นสังกัดและสภาวิจัยแห่งชาติ จนเกิดเป็นตัวอย่างห้องปฏิบัติการต้นแบบที่มีรูปธรรมของกระบวนการและผลผลิตขององค์ประกอบความปลอดภัยทั้ง 7 ด้านคล้ายคลึงกันในภาพรวมแต่มีลักษณะที่แตกต่างกันในระดับความสามารถในการเป็นต้นแบบ จากความเป็นต้นแบบในระดับห้องปฏิบัติการไปจนถึงระดับมหาวิทยาลัย สำหรับแนวทางการขยายผลการสร้างความปลอดภัยห้องปฏิบัติการพบว่าสามารถใช้ห้องปฏิบัติการต้นแบบเพื่อพิจารณาและเปรียบเทียบรูปแบบของต้นแบบที่มีลักษณะใกล้เคียงกันแล้วนำกระบวนการและขั้นตอนมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ โดยดำเนินการตามข้อเสนอแนะในการพัฒนาองค์ประกอบ 7 ด้าน ร่วมกับข้อเสนอแนะในการดำเนินงานภาพรวมของประเทศ

มริสา ไกรนรา (2551) ได้ทำการศึกษาศักยภาพการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ในห้องปฏิบัติการทดลอง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจาห้องปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (ทุ่งใหญ่ , ไสใหญ่ และขนอม) ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นอาจารย์และเจ้าหน้าที่ที่ประจาห้องปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ในปีการศึกษา 2551 จานวน 6 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นแบบสอบถามซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อประเมินศักยภาพการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ประกอบด้วยส่วนการปฏิบัติการและปัญหาที่พบ ซึ่งได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจานวน 3 ท่าน มีค่าความเชื่อมั่น 0.72 ทาการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละและค่าสถิติที (t – test) ผลการวิจัยพบว่า ศักยภาพการปฏิบัติการและปัญหาที่พบในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ของอาจารย์และเจ้าหน้าที่อยู่ในระดับปานกลาง

สุวัฒน์ ศิวาคม (2553) ได้ทำการทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตและทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 283 คน ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 140 คน และกลุ่มควบคุม 143 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบสอบถามเพื่อทราบถึงรูปแบบและลักษณะของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีจากมุมมองของกลุ่มตัวอย่าง และเพื่อทราบถึงความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยของกลุ่มตัวอย่างในช่วงเวลาก่อนและหลังได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่ผลิตขึ้น และประเด็นสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อทราบถึงแนวคิดรูปแบบของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี การศึกษานี้ใช้

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ความถี่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ยในการบรรยายผลการศึกษาและใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ในการทดสอบสมมติฐาน

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่าคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่ผลิตขึ้นควรมีเนื้อหาที่ครบถ้วน อ่านแล้วเข้าใจง่าย มีขนาดเล็กพกพาได้สะดวก ดังนั้น การจัดการและข้อควรปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้สารเคมี ลักษณะของอุบัติเหตุ การป้องกัน และวิธีแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี การปฐมพยาบาลเบื้องต้น อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย และอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี เครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตราย

ผลของการตอบแบบสอบถาม ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ก่อนได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี นักศึกษามีความรู้ด้านความปลอดภัย ค่าเฉลี่ย 8.65 คะแนน หลังจากได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีนักศึกษามีความรู้ด้านความปลอดภัย ค่าเฉลี่ย 9.30 คะแนน ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ก่อนได้รับคู่มือ นักศึกษามีทัศนคติด้านความปลอดภัย ค่าเฉลี่ย 66.55 คะแนน หลังได้รับคู่มือ นักศึกษามีทัศนคติด้านความปลอดภัย ค่าเฉลี่ย 67.87 คะแนน พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ก่อนได้รับคู่มือ นักศึกษามีพฤติกรรมด้านความปลอดภัย ค่าเฉลี่ย 20.28 คะแนน หลังได้รับคู่มือ นักศึกษามีพฤติกรรมด้านความปลอดภัย ค่าเฉลี่ย 21.05 คะแนน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในการแบบสอบถามครั้งที่ 2 นักศึกษาที่ได้ศึกษาคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี มีการเปลี่ยนแปลงของคะแนนความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีเพิ่มขึ้น จึงสรุปได้ว่า คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมีประสิทธิผลดี โดยพิจารณาจากความสามารถในการผลิตคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่มีผลสัมฤทธิ์ในการปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัย และสามารถพัฒนาให้นักศึกษามีความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัย ตลอดจนสามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมีที่เกิดขึ้นและปลอดภัย ทำให้เกิดความพึงพอใจต่อการปฏิบัติตนในห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งเป็นการมองประสิทธิผลในภาพรวม และจากการทดสอบสมมติฐานพบว่า การได้ศึกษาคู่มือในห้องปฏิบัติการเคมี ก่อนเข้าห้องเรียนปฏิบัติการนั้น ทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีโดยเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ปวีณา เครือนิล (2556) ได้ทำการพัฒนาศักยภาพห้องปฏิบัติการทดสอบเพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาประเทศที่มุ่งเน้นด้านเศรษฐกิจนั้น ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเผชิญอยู่กับอันตรายจากการปฏิบัติงาน อันเนื่องมาจากการขยายขอบข่ายงานห้องปฏิบัติการ กระบวนการทดลองแบบใหม่ และการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายมากขึ้น นอกจากนี้ประเทศไทยยังไม่มีกฎหมาย กฎกระทรวง ประกาศ ข้อบังคับหรือข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการห้องปฏิบัติการด้านความปลอดภัยโดยตรง จึงทำให้การดำเนินการด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการในประเทศไทยนั้น ยังไม่มีรูปแบบและกลไกที่เป็นไปใน

ทิศทางเดียวกัน การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนะแนวปฏิบัติเพื่อพัฒนาการจัดการความปลอดภัยห้องปฏิบัติการทดสอบทางเคมี ที่เป็นตัวอย่างและสามารถนำไปปฏิบัติในห้องปฏิบัติการของกรมวิทยาศาสตร์บริการ (วศ.) ได้ โดยการวิจัยและพัฒนาเอกสารคู่มือการจัดการความปลอดภัยและนำไปทดลองปฏิบัติในห้องปฏิบัติการนำร่อง คือ ห้องปฏิบัติการโลหะและธาตุปริมาณน้อย โครงการเคมี ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการที่ให้บริการทดสอบทางเคมี ซึ่งได้รับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 แต่ยังไม่มีการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการอย่างเป็นระบบและเป็นรูปธรรม จึงมีความคล้ายคลึงกับห้องปฏิบัติการทดสอบทางเคมีอื่น ๆ ของ วศ. ดังนั้น จึงมีความเหมาะสมต่อการศึกษาภายใต้ขอบข่ายของการศึกษาวิจัย จากการศึกษาวิจัยได้มีการพัฒนาเอกสารคู่มือการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้เหมาะสมกับการทดลองปฏิบัติในห้องปฏิบัติการนำร่องตามสถานภาพปัจจุบัน ผลการทดลองปฏิบัติเอกสารคู่มือฯ ในห้องปฏิบัติการโลหะและธาตุปริมาณน้อย พบว่า ผลการประเมินระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการก่อนการนำเอกสารคู่มือฯ ทดลองปฏิบัติคิดเป็นร้อยละ 29.5 และผลการประเมินระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการภายหลังการนำเอกสารคู่มือฯ ไปทดลองปฏิบัติ ในระยะเวลา 4 เดือน คิดเป็นร้อยละ 46.2 และ 12 เดือน คิดเป็นร้อยละ 60.2 ซึ่งคิดเป็นร้อยละที่เพิ่มขึ้น 16.7 และ 30.7 ตามลำดับ สามารถวิเคราะห์ได้ว่าห้องปฏิบัติการมีการจัดการความปลอดภัยที่ดีขึ้น ผลการศึกษาวิจัยนี้สามารถเป็นตัวอย่างที่ดีในการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยให้กับห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ของ วศ. และหน่วยงานอื่น ๆ ได้

กิติศักดิ์ เกิดชาญ (2557) จึงได้จัดทำโครงการห้องปฏิบัติการปลอดภัย เพื่อพัฒนาระบบห้องปฏิบัติการและอบรมให้ความรู้แก่นิสิตก่อนเข้าสู่การปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ วิธีการดำเนินการวิจัยทำการอบรมพร้อมสาธิตให้กับนิสิตชั้นปีที่ 2 จำนวน 77 คนที่ลงทะเบียน เรียนภาคปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการครั้งแรกภาคปลายปีการศึกษา 2554 ประเมินความรู้เรื่องการปฏิบัติตัวในห้องปฏิบัติการปลอดภัยโดยใช้แบบวัดก่อนและหลังการอบรม และประเมินด้วยมาตรวัด 5 ระดับต่อการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และความพึง พอใจต่อโครงการใช้ paired t-test วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนความรู้ก่อนและหลัง ผลการศึกษาวิจัย นิสิตเข้าอบรม 77 คน มีคะแนนความรู้เรื่องห้องปฏิบัติการปลอดภัยมากขึ้นกว่าก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (24.94±3.11 และ 32.60±2.31 , $p<0.001$ ตามลำดับ, จากเต็ม 40) การประเมินการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้พบว่านิสิตคำนึงถึงความปลอดภัย ระหว่างปฏิบัติการมากขึ้นขณะทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการคะแนนเฉลี่ยสูงสุด 4.29±0.08 จากเต็ม 5 นิสิตมีความพึงพอใจต่อ โครงการในด้านการจัดการความปลอดภัยของสารเคมีระดับมากที่สุดคะแนนเฉลี่ย 4.59±0.57 จากเต็ม 5 สรุปผลการวิจัย การอบรมความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ตามโครงการห้องปฏิบัติการปลอดภัยทำให้นิสิตมีความรู้เพิ่มขึ้นนำความรู้ไป ประยุกต์ได้มากและมีความพึงพอใจต่อโครงการในระดับที่ดีรวมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาโครงการสำหรับ รุ่นต่อไปซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาและปรับปรุงโครงการห้องปฏิบัติการปลอดภัยให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นภารัตน์ ขนันทัย และชิษณุพงศ์ ประทุม (2559) ได้ทำการวิจัยกึ่งทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการให้ความรู้เรื่องระบบบริหารจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจของนักศึกษา คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา โดยใช้เครื่องมือในการวิจัยหลัก 3 ประเภท ได้แก่ 1) คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) วีดีโอความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งถูกอกแบบและพัฒนา โดยนักวิจัยเอง และ 3) แบบประมวลผลความรู้ก่อนและหลังการอบรมบรรยาย โดยงานวิจัยจัดให้มีการอบรมบรรยายและให้ความรู้ความเข้าใจในด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้แก่กลุ่มตัวอย่างวิจัย ซึ่งกลุ่มตัวอย่างวิจัยประกอบด้วย นักศึกษาปริญญาตรี จำนวน 70 คน และนักศึกษาปริญญาโท จำนวน 23 คน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและสถิติทดสอบที ผลการวิจัย พบว่า หลังจากอบรมบรรยายให้กับกลุ่มตัวอย่างการวิจัยทั้ง 93 คน มีค่าเฉลี่ยความรู้ความเข้าใจ ด้านความรู้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก่อนการอบรมบรรยาย ($P<0.05$) โดยการวิจัยมีข้อเสนอแนะว่าควรมีการอบรมระบบบริหารจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับนักศึกษาทุกชั้นปี เพื่อเป็นการพัฒนาให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจเป็นอย่างดีเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนั้นจะนำไปสู่การป้องกันและลดอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้

เพื่อให้เกิดห้องปฏิบัติการที่มีคุณภาพและเกิดความปลอดภัยในระหว่างการทำปฏิบัติการ ผู้วิจัยจึงเริ่มต้นพัฒนาระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการของสาขาชีววิทยา ให้อาจารย์ นักศึกษา นักเรียน นักวิจัยและ ผู้ที่สนใจในการเข้ารับการทำปฏิบัติการของห้องปฏิบัติการชีววิทยาได้ใช้ห้องปฏิบัติการที่มีคุณภาพและได้รับรับความปลอดภัยมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้จัดทำวิจัยเรื่องนี้ขึ้นมา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาดังต่อไปนี้

3.1 วิธีการวิจัย

3.2 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

3.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิธีการวิจัย

3.1.1 พัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา

1. ให้ความรู้กับนักศึกษาเพื่อลดความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ในห้องปฏิบัติการ

2. จัดระเบียบห้องปฏิบัติการให้มีความสะดวก สะอาด และง่ายต่อการใช้งาน ที่สำคัญต้องมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน

3.1.2 จัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา

1. ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วยการศึกษากฎหมายและมาตรฐานด้านการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ของประเทศไทย เพื่อเป็นแหล่งอ้างอิงประกอบการพัฒนาเอกสารคู่มือการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

2. วิเคราะห์ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเบื้องต้นของห้องปฏิบัติการ และ รวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการจัดทำเอกสารคู่มือการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการให้เหมาะกับการทดลองปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ ตลอดจนจัดทำแบบประเมินระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และประเมินระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการก่อนการทดลองใช้เอกสารคู่มือฯ และบันทึกผล

3. จัดทำเอกสารคู่มือการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อคิดเห็นจากบุคลากร และนักศึกษา ร่างเอกสารคู่มือการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

4. ทดลองปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ และรวบรวมข้อมูลนำเอกสารคู่มือการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ที่จัดทำขึ้นไปทดลองปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ โดยนำข้อมูลในเอกสารไปใช้ประกอบการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ รวบรวมและเก็บบันทึกข้อมูลการทดลองใช้เอกสารคู่มือฯ

5. ประเมินระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการภายหลังการทดลองปฏิบัตินำแบบประเมินระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

6. วิเคราะห์ข้อมูลปัญหาและอุปสรรคการนำไปทดลองปฏิบัติในห้องปฏิบัติการภายหลัง 3 เดือนและบันทึกข้อมูล

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.2 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ คณะวิจัยได้จัดทำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม (Questionnaire) โดยแบบสอบถาม ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้ข้อมูลห้องปฏิบัติการทางชีวิทยา ส่วนที่ 2 ข้อมูลความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยา จากนั้นผู้วิจัยจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อมูลทั้งหมดนำมาประเมินในภาพรวมเพื่อหาความสัมพันธ์ของคำตอบของผู้ตอบแบบสอบถาม

3.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

คณะผู้วิจัยจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.3.1 ค่าร้อยละ (Percentage)

ค่าร้อยละที่เพิ่มขึ้น (Percentage) หมายถึง การคำนวณหาสัดส่วนของข้อมูลในแต่ละตัวเทียบกับข้อมูลรวมทั้งหมด โดยให้ข้อมูลรวมทั้งหมดมีค่าเป็นร้อย (มัลลิกา บุนนาค, 2548)

$$P = \frac{\mathrm{n2} - n1\mathrm{x}100}{\mathrm{N}}$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ
n_1 แทน คะแนนก่อน
n_2 แทน คะแนนหลัง
N แทน คะแนนเต็ม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.3.2 ค่าเฉลี่ย (Mean)

ค่าเฉลี่ย (Mean) หมายถึง ค่าเฉลี่ยหาได้จากการนำคะแนนทุกค่ามารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนข้อมูล ดังสูตรต่อไปนี้ (มัลลิกา บุนนาค, 2548)

$$\bar{x} = \frac{\sum n}{N}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย
$\sum$ แทน ผลรวมทั้งหมด
n แทน จำนวนตัวอย่าง
N แทน จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

3.3.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นการวัดการกระจายที่นิยมใช้กันมากเขียนแทนด้วย S.D หรือ S (มัลลิกา บุนนาค , 2548)

$$S.D = \sqrt{\frac{(x-\bar{x})^2}{n-1}}$$

เมื่อ **S.D.** ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

x_i แทน ค่าของตัวอย่างลำดับที่ i

$\sum$ แทน ผลรวมทั้งหมด

n แทน จำนวนตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 เปรียบเทียบผลความรู้เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในเรื่องของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการก่อนและหลังการใช้คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา

จากการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาและจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาโดยการจากการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาและจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา พบว่า มีผู้กรอกแบบสอบถามทั้งหมด 40 คน เป็นเพศชาย 2 คน เป็นเพศหญิง 38 คน สถานภาพ เป็นนักศึกษา 40 คน วุฒิการศึกษา ระดับ ปริญญาตรี 40 คน ให้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.1 ร้อยละของนักศึกษาที่มีความรู้เพิ่มขึ้น

ข้อ	ความรู้-ความเข้าใจ	จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบถูกต้อง (คน)		ร้อยละความรู้ความเข้าใจที่เพิ่มมากขึ้น (ร้อยละ)
		ก่อนใช้คู่มือ	หลังใช้คู่มือ	
1	ความปลอดภัย คือ การป้องกันอันตรายต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดอันตรายต่อร่างกายเรา	40	40	0.00
2	ห้องปฏิบัติการ คือ ห้องที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ วิจัย พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เราต้องการ	40	40	0.00
3	แต่งกายสุภาพ ใส่รองเท้าเรียบร้อย ใส่เสื้อกาวน์ (ถ้ามี) ในระหว่างทำปฏิบัติการ	37	40	7.50
4	ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการทุกคนไม่จำเป็น ต้องรับทราบนโยบายด้านความปลอดภัย รวมทั้งอ่านคู่มือความปลอดภัยของ ห้องปฏิบัติการ ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	32	40	20.00
5	การใช้เครื่องมือ ต้องเป็นไปตามลักษณะการใช้งานที่แท้จริงของเครื่องมือนั้น ๆ	39	40	2.50
6	ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้เครื่องแก้วที่มีรอยแตกร้าวได้	37	40	7.50
7	เมื่อต้องปฏิบัติงานกับสารเคมีที่เป็นอันตรายควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันที่มีความเหมาะสม	39	40	2.50
8	ควรเก็บสารเคมีไว้ในตู้สำหรับเก็บสารเคมีไวไฟโดยเฉพาะ	39	40	2.50
9	การสูดดมไอระเหยของสารเคมี เมื่อต้องการจะดมกลิ่นสารเคมี ควรนำสารเคมีมาดมโดยตรง	37	40	7.50

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อ	ความรู้-ความเข้าใจ	จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบถูกต้อง (คน)		ร้อยละความรู้ความเข้าใจที่เพิ่มมากขึ้น (ร้อยละ)
		ก่อนใช้คู่มือ	หลังใช้คู่มือ	
10	การปฏิบัติงานโดยใช้ตู้ดูดควัน ฝาตู้ดูดควันต้องเปิดไม่เกิน 18 นิ้ว	38	40	5.00
11	หากสารเคมีเข้าตา สิ่งแรกที่ต้องทำคือไปล้างตาบริเวณอ่างล้างตาที่ใกล้ที่สุด โดยชำระผ่านตาอย่างต่อเนื่อง 10-20 นาที ห้ามขยี้ตาโดยเด็ดขาด	40	40	0.00
12	หากโดนของที่มีคมปนเปื้อนเชื้อบาดมือ ให้ทำการรีดเลือดออกจากบาดแผลให้มากที่สุด แล้วชำระล้างด้วยสบู่และน้ำเปล่าหลาย ๆ ครั้ง	39	40	2.50
13	ควรเก็บสารเคมีในตู้ดูดควัน	10	40	75.00
14	หากผิวหนังสำผัสถูกสารเคมี ควรล้างออกทันทีด้วยน้ำประปาหรือน้ำสะอาดอย่างน้อย 15 นาที	40	40	0.00
15	สามารถนำของกิน และน้ำดื่ม เข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการได้	39	40	2.50
16	สามารถทาเครื่องสำอางในห้องปฏิบัติการได้	39	40	2.50
17	หากสารเคมีเข้าปาก ให้รีบรับประทานไข่ขาวตามทันที	25	40	37.50
18	ของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์ควรทิ้งลงอ่างทันที	32	40	20.00
19	เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) ขณะเครื่องทำงาน ควรเปิดฝาหม้อทิ้งไว้ เพื่อระบายความร้อนและลดความดัน	36	40	10.00
20	เมื่อใช้งานเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ เสร็จแล้ว ไม่จำเป็นต้องทำความสะอาดและปล่อยน้ำทิ้ง	35	40	12.50
21	ในการวิเคราะห์ที่ใช้กรด ควรเติมน้ำลงในกรด ห้ามเติมกรดลงน้ำ	16	40	60.00
22	ระหว่างทำปฏิบัติการสามารถอ่านคู่มือ หรือเล่นโทรศัพท์ได้	17	40	57.50
23	เมื่อทำงานเสร็จแล้ว สามารถนำสารเคมี และเครื่องมือต่าง ๆ ออกมาจากห้องปฏิบัติการได้	32	40	20.00
24	สารละลายเบส ทุกชนิด ควรเก็บไว้ในขวดพลาสติก ห้ามใส่ขวดแก้ว เพราะเบสมีสมบัติกัดแก้วและทำให้เปิดจุกยางยาก	16	40	60.00
25	สารเคมีบางชนิดที่มีควัน แก๊สพิษ ระเหยที่เป็นอันตราย ต้องทำในตู้ดูดควันเท่านั้น	39	40	2.50

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อ	ความรู้-ความเข้าใจ	จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบถูกต้อง (คน)		ร้อยละความรู้ความเข้าใจที่เพิ่มมากขึ้น (ร้อยละ)
		ก่อนใช้คู่มือ	หลังใช้คู่มือ	
26	ถ้ามีการต้มสาร หรือให้สารทำปฏิกิริยากันในหลอดทดลอง ให้หันปากหลอดทดลองเข้าหาตัวเอง ห้ามหันไปหาผู้อื่นโดยเด็ดขาด	29	40	27.50
27	เมื่อสิ้นสุดการทำงานทุกครั้งควรสำรวจความเรียบร้อยทุกครั้งก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ	40	40	0.00
ค่าเฉลี่ย				**16.48**

4.2 ความพึงพอใจต่อการจัดทำคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยาและการนำความรู้จากการอบรมไปใช้ประโยชน์

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้แบบสอบถาม ความพึงพอใจต่อการจัดทำคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยาและการนำความรู้จากการอบรมไปใช้ประโยชน์ ได้ทำการศึกษาจากแบบสอบถามในการประเมินความพึงพอใจเป็นมาตรวัดเรียงลำดับ 5 ตัวเลือก โดยมีเกณฑ์กำหนดการให้คะแนนแบบสอบถามตามระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง มากที่สุด
ระดับคะแนน 4 หมายถึง มาก
ระดับคะแนน 3 หมายถึง ปานกลาง
ระดับคะแนน 2 หมายถึง น้อย
ระดับคะแนน 1 หมายถึง น้อยที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากข้อมูลตัวอย่าง ข้อมูลคะแนนความความพึงพอใจ มาทำการหาคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

1. ระดับพอใจมากที่สุด ค่าคะแนนเฉลี่ย $\bar{x}$ เท่ากับ 4.50-5.00
2. ระดับพอใจมาก ค่าคะแนนเฉลี่ย $\bar{x}$ เท่ากับ 3.50-4.49
3. ระดับพอใจปานกลาง ค่าคะแนนเฉลี่ย $\bar{x}$ เท่ากับ 2.50-3.49
4. ระดับพอใจน้อย ค่าคะแนนเฉลี่ย $\bar{x}$ เท่ากับ 1.50-2.49
5. ระดับพอใจน้อยที่สุด ค่าคะแนนเฉลี่ย $\bar{x}$ เท่ากับ 1.00-1.49

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถานภาพทั่วไป และความพึงพอใจต่อการจัดทำคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยาและการนำความรู้จากการอบรมไปใช้ประโยชน์ ของผู้ตอบแบบสอบถาม บรรยายคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง สถิติ ที่ใช้ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

$\bar{X}$ แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย
S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากการประเมินผลความพึงพอใจต่อการจัดทำคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยาและการนำความรู้จากการอบรมไปใช้ประโยชน์มีผู้กรอกแบบสอบถามทั้งหมด 40 คน เป็นเพศชาย 2 คน เป็นเพศหญิง 38 คน สถานภาพ เป็นนักศึกษา 40 คน วุฒิการศึกษา ระดับปริญญาตรี 40 คน ให้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.2 ความพึงพอใจต่อการจัดทำคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยา

หัวข้อความพึงพอใจ	$\bar{X}$	S.D	ระดับความพึงพอใจ
1. การจัดการด้านความปลอดภัยของสารเคมี	3.86	0.78	ระดับพอใจมาก
2. เทคนิคการใช้งานวัสดุ-อุปกรณ์ หองปฏิบัติการ	4.05	0.66	ระดับพอใจมาก
3. การจัดแยกของเสียในห้องปฏิบัติการ	4.21	0.78	ระดับพอใจมาก
4. การจัดแยกประเภทขยะในห้องปฏิบัติการ	3.86	0.78	ระดับพอใจมาก
5. การป้องกันอัคคีภัยและมีอุปกรณ์ด้านความปลอดภัย	3.90	0.73	ระดับพอใจมาก
6. การป้องกันอันตรายจากสารเคมีและมีอุปอุปกรณ์ด้านความปลอดภัย	4.14	0.81	ระดับพอใจมาก
7. รายละเอียดและความชัดเจนของคูมือการอบรม	4.29	0.67	ระดับพอใจมาก
8. เนื้อหาที่ไดมีประโยชนต่อการปฏิบัติการ	4.38	0.62	ระดับพอใจมาก
9. ภาพรวมของการจัดทำคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยา	4.14	0.72	ระดับพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	**4.09**	**0.73**	**ระดับพอใจมาก**

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ 4.3 การนำความรู้จากการอบรมไปใช้ประโยชน์

หัวข้อความพึงพอใจ	$\bar{x}$	S.D	ระดับความพึงพอใจ
1. มีความรูความเข้าใจหลังจากการอบรมโครงการ	4.14	0.68	ระดับพอใจมาก
2. สามารถนำความรูความเข้าใจที่ไดรับไปใช้ในปฏิบัติการ	4.21	0.65	ระดับพอใจมาก
3. คำนึงถึงความปลอดภัยเพิ่มขึ้นระหว่างปฏิบัติการ	4.48	0.67	ระดับพอใจมาก
4. สามารถนำความรูไปแนะนำแกบุคคลอื่นถึงความปลอดภัย	4.12	0.71	ระดับพอใจมาก
5. สามารถปฏิบัติตนตามระเบียบไดเมื่อเกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ	4.31	0.72	ระดับพอใจมาก
6. เข้าใจในรายละเอียดของระเบียบการใช้หองปฏิบัติการที่ถูกต้อง	4.36	0.66	ระดับพอใจมาก
7. สามารถปฏิบัติตนตามระเบียบการใช้ หองปฏิบัติการที่ถูกต้องได	4.38	0.76	ระดับพอใจมาก
8. ใส่ใจต่อความปลอดภัยด้านอื่น ๆ เพิ่มขึ้น นอกจากการทำปฏิบัติการ	4.40	0.70	ระดับพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	**4.30**	**0.69**	**ระดับพอใจมาก**

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลเปรียบเทียบผลความรู้เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในเรื่องของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ก่อนและหลังการใช้คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา

จากผลการวิจัยการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาและจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา พบว่า มีผู้กรอกแบบสอบถามทั้งหมด 40 คน เป็นเพศชาย 2 คน เป็นเพศหญิง 38 คน สถานภาพ เป็นนักศึกษา 40 คน วุฒิการศึกษา ระดับ ปริญญาตรี 40 คน พบว่านักศึกษามีความรู้ความเข้าใจด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการมากขึ้น ร้อยละ 16.48 สามารถวิเคราะห์ได้ว่าคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยาเป็นตัวอย่างที่ดีในการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยให้กับนักศึกษาและผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการได้

5.2 สรุปผลความพึงพอใจต่อการจัดทำคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยาและการนำความรู้จากการอบรมไปใช้ประโยชน์

จากผู้กรอกแบบสอบถามทั้งหมด 40 คน เป็นเพศชาย 2 คน เป็นเพศหญิง 38 คน สถานภาพเป็นนักศึกษา 40 คน วุฒิการศึกษา ระดับ ปริญญาตรี 40 คน ให้ผลความพึงพอใจ ดังนี้ ด้านความพึงพอใจต่อการจัดทำคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยา 1. มีความรูความเข้าใจหลังจากการอบรมโครงการ ค่าเฉลี่ย 3.86±0.78 ระดับความพึงพอใจมาก 2. เทคนิคการใช้งานวัสดุ-อุปกรณ์ หองปฏิบัติการ ค่าเฉลี่ย 4.05±0.66 ระดับความพึงพอใจมาก 3. การจัดแยกของเสียในห้องปฏิบัติการ ค่าเฉลี่ย 4.21±0.78 ระดับความพึงพอใจมาก 4. การจัดแยกประเภทขยะในห้องปฏิบัติการ ค่าเฉลี่ย 3.86±0.78 ระดับความพึงพอใจมาก 5. การป้องกันอัคคีภัยและมีอุปกรณ์ด้านความปลอดภัย ค่าเฉลี่ย 3.90±0.73 ระดับความพึงพอใจมาก 6. การป้องกันอันตรายจากสารเคมีและมีอุปอุปกรณ์ด้านความปลอดภัย ค่าเฉลี่ย 4.14±0.81 ระดับความพึงพอใจมาก 7. รายละเอียดและความชัดเจนของคูมือการอบรม ค่าเฉลี่ย 4.29±0.67 ระดับความพึงพอใจมาก 8. เนื้อหาที่ไดมีประโยชนต่อการปฏิบัติการ ค่าเฉลี่ย 4.38±0.62 ระดับความพึงพอใจมาก 9. ภาพรวมของการจัดทำคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยา ค่าเฉลี่ย 4.14±0.72 ระดับความพึงพอใจมาก ค่าเฉลี่ยรวม 4.09±0.73 ระดับความพึงพอใจมาก ด้านการนำความรู้จากการอบรมไปใช้ประโยชน์ 1. มีความรูความเข้าใจหลังจากการอบรมโครงการค่าเฉลี่ย 4.14±0.68 ระดับความพึงพอใจมาก 2. สามารถนำความรูความเข้าใจที่ไดรับไปใช้ในปฏิบัติการ ค่าเฉลี่ย 4.21±0.65 ระดับความพึงพอใจมาก 3. คำนึงถึงความปลอดภัยเพิ่มขึ้นระหว่างปฏิบัติการ ค่าเฉลี่ย 4.48±0.67 ระดับความพึงพอใจมาก 4. สามารถนำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ความรูไปแนะนำแกบุคคลอื่นถึงความปลอดภัย ค่าเฉลี่ย 4.12±0.71 ระดับความพึงพอใจมาก 5. สามารถปฏิบัติตนตามระเบียบไดเมื่อเกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ ค่าเฉลี่ย 4.31±0.72 ระดับความพึงพอใจมาก 6. เข้าใจในรายละเอียดของระเบียบการใช้ห่องปฏิบัติการที่ถูกต้อง ค่าเฉลี่ย 4.36±0.66ระดับความพึงพอใจมาก 7. สามารถปฏิบัติตนตามระเบียบการใช้ ห่องปฏิบัติการที่ถูกต้องได้ ค่าเฉลี่ย 4.38±0.76 ระดับความพึงพอใจมาก 8. ใส่ใจต่อความปลอดภัยด้านอื่น ๆ เพิ่มขึ้น นอกจากการทำปฏิบัติการ ค่าเฉลี่ย 4.40±0.70 ระดับความพึงพอใจมาก ค่าเฉลี่ยรวม 4.30±0.69 ระดับความพึงพอใจมาก

อภิปรายผล

จากผลการประเมินจะเห็นได้ว่า หลังจากที่ผู้ทำแบบสอบถามได้ทดลองใช้เล่มคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในการใช้ห้องปฏิบัติการมากขึ้น ทำให้มีความเสี่ยงที่เกิดจากการทำปฏิบัติการลดน้อยลงด้วย

ข้อเสนอแนะ

ควรทำการประเมินทุก 3 เดือน หลังจากได้ปฏิบัติตามคู่มือ จะทำให้สามารถได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กิติศักดิ์ เกิดชาญ, ,ไพฑูรย มูลทา, และ บรรลือ สังขทอง. **ผลของโครงการห้องปฏิบัติการปลอดภัยต่อความรู้ ความพึงพอใจ และการนำไปใช้ประโยชนของนิสิตคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**.มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ,2557.

ฉัตรชัย วิริยะไกรกุล. **การพัฒนาตัวอย่างห้องปฏิบัติการวิจัยปลอดภัย ในประเทศไทย**. กรุงเทพมหานคร :สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2551.

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. เทคนิคทางเคมี. กรุงเทพมหานคร: ประกายพรึก, 2538.

ปวีณา เครือนิล, สมบัติ คงวิทยา, และณัฏฐกานต์ เกตุคุ้ม. **การศึกษานำร่องสถานภาพด้านความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ.** กรุงเทพมหานคร: กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2556.

นภารัตน์ ขนันทัย และชิษณุพงศ์ ประทุม. **ผลของการให้ความรู้เรื่องระบบบริหารจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจของนักศึกษาคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา.** นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา, 2559.

มริสา ไกรนรา. **ศักยภาพการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ในห้องปฏิบัติการทดลอง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.** สงขลา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 2551.

มัลลิกา บุนนาค. **สถิติเพื่อการตัดสินใจ**.กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, 2548.

วงศ์วรุตม์ บุญญานุโกมล และจุฬาลักษณ์ บางเหลือ. **คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ** กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยมหิดล, 2557.

สุวัฒน์ ศิวาคม. **การทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี.** กรุงเทพมหานคร, 2553.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างแบบสอบถาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบสอบถาม ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ก่อนใช้คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยา

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ ☐ 15-20 ปี ☐ 21-25 ปี ☐ 26-30 ปี ☐ 31 ปีขึ้นไป

3. สถานภาพ ☐ นักเรียน ☐ นักศึกษา ☐ อาจารย์ ☐ อื่นๆ.....

4. **วุฒิการศึกษา** ☐ต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ปริญญาตรี ☐ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก

ตอนที่ 2 ความรู้ความเข้าใจในเรื่องของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

คำชี้แจง : กรุณากาเครื่องหมาย ✓ลงในช่องที่มีข้อความตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ช่องที่ใช่ ช่องที่ไม่ใช่

ข้อ	ความรู้-ความเข้าใจ	ใช่	ไม่ใช่
1	ความปลอดภัย คือ การป้องกันอันตรายต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดอันตรายต่อร่างกายเรา		
2	ห้องปฏิบัติการ คือ ห้องที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ วิจัย พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เราต้องการ		
3	แต่งกายสุภาพ ใส่รองเท้าเรียบร้อย ใส่เสื้อกาวน์ (ถ้ามี) ในระหว่างทำปฏิบัติการ		
4	ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการทุกคนไม่จำเป็น ต้องรับทราบนโยบายด้านความปลอดภัย รวมทั้งอ่านคู่มือความปลอดภัยของ ห้องปฏิบัติการ ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน		
5	การใช้เครื่องมือ ต้องเป็นไปตามลักษณะการใช้งานที่แท้จริงของเครื่องมือนั้น ๆ		
6	ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้เครื่องแก้วที่มีรอยแตกร้าวได้		
7	เมื่อต้องปฏิบัติงานกับสารเคมีที่เป็นอันตรายควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันที่มีความเหมาะสม		
8	ควรเก็บสารเคมีไว้ในตู้สำหรับเก็บสารเคมีไวไฟโดยเฉพาะ		
9	การสูดดมไอระเหยของสารเคมี เมื่อต้องการจะดมกลิ่นสารเคมี ควรนำสารเคมีมาดมโดยตรง		
10	การปฏิบัติงานโดยใช้ตู้ดูดควัน ฝาตู้ดูดควันต้องเปิดไม่เกิน 18 นิ้ว		
11	หากสารเคมีเข้าตา สิ่งแรกที่ต้องทำคือไปล้างตาบริเวณอ่างล้างตาที่ใกล้ที่สุด		

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อ	ความรู้-ความเข้าใจ	ใช่	ไม่ใช่
	โดยชำระผ่านตาอย่างต่อเนื่อง 10-20 นาที ห้ามขยี้ตาโดยเด็ดขาด		
12	หากโดนของที่มีคมปนเปื้อนเชื้อบาดมือ ให้ทำการรีดเลือดออกจากบาดแผลให้มากที่สุด แล้วชำระล้างด้วยสบู่และน้ำเปล่าหลาย ๆ ครั้ง		
13	ควรเก็บสารเคมีในตู้ดูดควัน		
14	หากผิวหนังสำผัสถูกสารเคมี ควรล้างออกทันทีด้วยน้ำประปาหรือน้ำสะอาดอย่างน้อย 15 นาที		
15	สามารถนำของกิน และน้ำดื่ม เข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการได้		
16	สามารถทาเครื่องสำอางในห้องปฏิบัติการได้		
17	หากสารเคมีเข้าปาก ให้รีบรับประทานไข่ขาวตามทันที		
18	ของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์ควรทิ้งลงอ่างทันที		
19	เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) ขณะเครื่องทำงาน ควรเปิดฝาหม้อทิ้งไว้ เพื่อระบายความร้อนและลดความดัน		
20	เมื่อใช้งานเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ เสร็จแล้ว ไม่จำเป็นต้องทำความสะอาดและปล่อยน้ำทิ้ง		
21	ในการวิเคราะห์ที่ใช้กรด ควรเติมน้ำลงในกรด ห้ามเติมกรดลงน้ำ		
22	ระหว่างทำปฏิบัติการสามารถอ่านคู่มือ หรือเล่นโทรศัพท์ได้		
23	เมื่อทำงานเสร็จแล้ว สามารถนำสารเคมี และเครื่องมือต่าง ๆ ออกมาจากห้องปฏิบัติการได้		
24	สารละลายเบส ทุกชนิด ควรเก็บไว้ในขวดพลาสติก ห้ามใส่ขวดแก้ว เพราะเบสมีสมบัติกัดแก้วและทำให้เปิดจุกยางยาก		
25	สารเคมีบางชนิดที่มีควัน แก๊สพิษ ระเหยที่เป็นอันตราย ต้องทำในตู้ดูดควันเท่านั้น		
26	ถ้ามีการต้มสาร หรือให้สารทำปฏิกิริยากันในหลอดทดลอง ให้หันปากหลอดทดลองเข้าหาตัวเอง ห้ามหันไปหาผู้อื่นโดยเด็ดขาด		
27	เมื่อสิ้นสุดการทำงานทุกครั้งควรสำรวจความเรียบร้อยทุกครั้งก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ		

ตอนที่ 3 ถ้ามีคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ จะดีอย่างไร

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบสอบถาม ความพึงพอใจต่อการจัดทำคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการชีววิทยา

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ ☐ 15-20 ปี ☐ 21-25 ปี ☐ 26-30 ปี ☐ 31 ปีขึ้นไป

3. สถานภาพ ☐ นักเรียน ☐ นักศึกษา ☐ อาจารย์ ☐ อื่นๆ.....

4. **วุฒิการศึกษา** ☐ต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ ปริญญาตรี ☐ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจในภาพรวมของการจัดทำคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยา และการนำไปใช้ประโยชน์

คำชี้แจง : กรุณากาเครื่องหมาย ✓ลงในช่องที่มีข้อความตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยมาก

หัวข้อความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
ความพึงพอใจต่อการอบรม					
1. การจัดการด้านความปลอดภัยของสารเคมี					
2. เทคนิคการใช้งานวัสดุ-อุปกรณ์ หองปฏิบัติการ					
3. การจัดแยกของเสียในห้องปฏิบัติการ					
4. การจัดแยกประเภทขยะในห้องปฏิบัติการ					
5. การป้องกันอัคคีภัยและมีอุปกรณ์ด้านความปลอดภัย					
6. การป้องกันอันตรายจากสารเคมีและมีอุปอุปกรณ์ด้านความปลอดภัย					
7. รายละเอียดและความชัดเจนของคูมือการอบรม					
8. เนื้อหาที่ไดมีประโยชนต่อการปฏิบัติการ					
9. ภาพรวมของการจัดการจัดทำคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยา					

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หัวข้อความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
การนำไปใช้ประโยชน์					
1. มีความรูความเข้าใจหลังจากการอบรมโครงการ					
2. สามารถนำความรูความเข้าใจที่ไดรับไปใช้ในปฏิบัติการ					
3. คำนึงถึงความปลอดภัยเพิ่มขึ้นระหว่างปฏิบัติการ					
4. สามารถนำความรูไปแนะนำแกบุคคลอื่นถึงความปลอดภัย					
5. สามารถปฏิบัติตนตามระเบียบไดเมื่อเกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ					
6. เข้าใจในรายละเอียดของระเบียบการใช้หองปฏิบัติการที่ถูกต้อง					
7. สามารถปฏิบัติตนตามระเบียบการใช้ หองปฏิบัติการที่ถูกต้องได					
8. ใส่ใจต่อความปลอดภัยด้านอื่น ๆ เพิ่มขึ้นนอกจากการทำปฏิบัติการ					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล

ภาคผนวก ข
คู่มือผู้ใช้ห้องปฏิบัติการชีววิทยา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คู่มือผู้ใช้ห้องปฏิบัติการชีววิทยา

จัดทำโดย

นางสาวอุมาพร พนมเขต

นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สังกัด ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(2561)

คำนำ

ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการมีความสำคัญสำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานอย่างมาก เพื่อเป็นการป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้กับผู้ปฏิบัติงาน ผู้ร่วมงานหรือผู้ที่เกี่ยวข้องตลอดจนป้องกันความเสียหายจากอุบัติภัยที่อาจก่อให้เกิดความสูญเสียต่อสาธารณสมบัติและสิ่งแวดล้อม

คู่มือฉบับนี้จัดทำโดยผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ ของห้องปฏิบัติการสาขาชีววิทยา ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อใช้เป็นแนวปฏิบัติที่ดีร่วมกันในการปฏิบัติงานของสาขาชีววิทยา โดยมีเป้าประสงค์เพื่อให้มีการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐานสากล เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดวัฒนธรรมด้านความปลอดภัยและความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ทางสาขาชีววิทยาหวังว่าคู่มือฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการของทางสาขาชีววิทยา และผู้ที่สนใจทั่วไป

ผู้จัดทำ

นางสาวอุมาพร พนมเขต

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คู่มือผู้ใช้ห้องปฏิบัติการชีววิทยา

วัตถุประสงค์ของการจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

1. เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ
2. เพื่อเตรียมอุปกรณ์ด้านความปลอดภัยให้พอเพียงต่อผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ
3. เพื่อลดโอกาสในการสัมผัสต่อสารเคมีให้อยู่ในระดับต่ำที่สุด
4. เพื่อลดความเสี่ยงจากการเกิดอุบัติภัยสารเคมีขึ้นในห้องปฏิบัติการ
5. เพื่อป้องกันสิ่งแวดล้อมจากมลพิษสารเคมี และของเสียที่เกิดจากสารเคมีอันตราย
6. เพื่อให้มีการตรวจสอบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการอย่างสม่ำเสมอ

ความปลอดภัย” (Safety) หมายถึง สภาพที่ปราศจากภัยคุกคาม (Hazard) ไม่มีอันตราย (Danger) และความเสี่ยงใดๆ (Risk) (สมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน (ประเทศไทย), 2018)

ระเบียบปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ (ประเสริฐ ศรีไพโรจน์, 2538)

ห้องปฏิบัติการเป็นห้องที่มีการใช้ สารเคมี อุปกรณ์ และเครื่องมือหลากหลายจึงจำเป็นที่จะต้องมีกฎระเบียบเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน ดังนี้

1. ต้องระลึกอยู่เสมอว่า ห้องปฏิบัติการทดลองเป็นสถานที่ทำงาน ต้องทำการทดลอง ด้วยความตั้งใจอย่างจริงจัง
2. ต้องรักษาระเบียบบนโต๊ะปฏิบัติการ เพราะการทดลองจะผิดพลาดได้ง่ายถ้าบนโต๊ะ ปฏิบัติการไม่มีระเบียบ เช่น อาจหยิบหลอดทดลองผิด หรือในกรณีที่ทำสารหกจะต้องรีบทำความสะอาดทันที เครื่องแก้วหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแล้วต้องล้างให้สะอาดแล้วเก็บเข้าตู้ เมื่อไม่ต้องการใช้ทดลองอีก นอกจากนี้การรักษาระเบียบบนโต๊ะปฏิบัติการยังสามารถช่วยลดอุบัติเหตุและยังเป็นการช่วยประหยัดเวลาในการค้นหาสิ่งของที่ต้องการอีกด้วย
3. ต้องอ่านคู่มือปฏิบัติการทดลองก่อนที่จะปฏิบัติการทดลองนั้น ๆ และพยายามทำ ความเข้าใจถึงขั้นตอนการทดลองให้แจ่มแจ้ง หากมีความสงสัยในตอนใด ๆ จะต้องถามอาจารย์ ผู้ควบคุมเสียก่อน ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติการทดลอง การอ่านคู่มือปฏิบัติการทดลองมาก่อนที่จะปฏิบัติการทดลองนั้น นับว่ามีประโยชน์มาก เพราะจะช่วยประหยัดเวลาในการทดลองและผู้ทดลองจะทำการทดลองด้วยความเข้าใจ
4. ต้องไม่ทำการทดลองใด ๆ ที่นอกเหนือไปจากการทดลองที่มีไว้ในคู่มือปฏิบัติการ หรือ ที่ได้รับมอบหมายจากอาจารย์ผู้ควบคุมเท่านั้น แต่ถ้าต้องการทำการทดลองใด ๆ ที่นอกเหนือไปจากหนังสือคู่มือหรือที่อาจารย์มอบหมาย จะต้องได้รับอนุญาตจากอาจารย์ผู้ควบคุมเสียก่อน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

5. อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการทดลองต้องสะอาด ความสกปรกเป็นปัจจัยสำคัญ ประการหนึ่งที่ทำให้ผลการทดลองผิดพลาด หรือคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

6. อุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่น ๆ เช่น สามขา ที่ยึดสายยาง ฯลฯ ที่นำมาใช้ในการทดลอง นั้น ๆ จะต้องนำไปเก็บไว้ที่เดิมหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว

7. ควรทำการทดลองในห้องปฏิบัติการตามเวลาที่กำหนดให้เท่านั้น ไม่ควรทำงานใน ห้องปฏิบัติการเพียงคนเดียว เพราะเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นจะไม่มีใครทราบ และไม่อาจช่วยได้ทันท่วงที

8. เมื่อต้องการใช้สารละลายที่เตรียมไว้ ต้องรินออกจากขวดใส่ลงในบีกเกอร์ก่อน โดยริน ออกมาประมาณเท่ากับจำนวนที่ต้องการจะใช้ อย่ารินออกมามากเกินไปเพราะจะทำให้สิ้นเปลืองสารโดยเปล่าประโยชน์ ถ้าสารละลายที่รินออกมาแล้วนี้เหลือให้เทส่วนที่เหลือนี้ลงในอ่าง อย่าเทกลับลงในขวดเดิมอีก ทั้งนี้เพื่อป้องกันการปะปนกัน

9. ถ้ากรดหรือด่างหรือสารเคมีที่เป็นอันตรายถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้าต้องรีบล้างออกด้วย น้ำทันทีเพราะมีสารเคมีหลายชนิดซึมผ่านเข้าไปในผิวหนังได้อย่างรวดเร็ว และเกิดเป็นพิษขึ้นมาได้ ซึ่งแต่ละคนจะมีความรู้สึกหรือเกิดพิษแตกต่างกัน

10. อย่าทดลองชิมสารเคมีหรือสารละลาย เพราะสารเคมีส่วนมากเป็นพิษอาจเกิด อันตรายได้นอกเสียจากจะได้รับคำสั่งจากอาจารย์ผู้ควบคุมให้ชิมได้

11. อย่าใช้มือหยิบสารเคมีใด ๆ เป็นอันขาด และพยายามไม่ให้ส่วนอื่น ๆ ของร่างกายถูก สารเคมีเหล่านี้ด้วย นอกเสียจากจะได้รับคำสั่งจากอาจารย์ผู้ควบคุมให้ปฏิบัติ

12. อย่าเทน้ำลงบนกรดเข้มข้นใด ๆ แต่ค่อย ๆ เทกรดเข้มข้นลงในน้ำอย่างช้า ๆ พร้อมกับกวนตลอดเวลา

13. เมื่อต้องการจะดมกลิ่นสารเคมี อย่านำสารเคมีมาดมโดยตรง ควรใช้มือพัดกลิ่นสาร เคมีนั้นเข้าจมูกเพียงเล็กน้อย (อย่าสูดแรง ๆ) โดยถือหลอดที่ใส่สารเคมีไว้ห่าง ๆ

14. ออกไซด์ ของธาตุบางชนิดเป็นก๊าซพิษ เช่น ออกไซด์ของกำมะถัน ไนโตรเจนและ ก๊าซแฮโลเจน ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก็เป็นก๊าซพิษเช่นเดียวกัน การทดลองใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับก๊าซเหล่านี้ควรทำในตู้ควัน

15. อย่าทิ้งของแข็งต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการ เช่น ไม้ขีดไฟหรือกระดาษกรองที่ใช้แล้ว ฯลฯ ลงในอ่างน้ำเป็นอันขาด ควรทิ้งในขยะที่จัดไว้ให้

16. อย่านำแก้วอ่อน เช่น กระบอกตวง กรวยแยก ไปให้ความร้อน เพราะจะทำให้ละลาย ใช้การไม่ได้

17. อย่านำบีกเกอร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมาใช้ตักน้ำดื่ม ถึงแม้ว่าจะดูสะอาดก็ตาม เพราะอาจมีสารเคมีตกค้างอยู่

18. หลังการทดลองแต่ละครั้งต้องล้างมือให้สะอาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งก่อนกินอาหาร เพราะในขณะทำการทดลองอาจมีสารเคมีที่เป็นอันตรายติดอยู่ก็ได้

19. ห้ามสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการ เพราะการสูบบุหรี่อาจทำให้สารที่ติดไฟง่ายติดไฟได้ หรืออาจทำให้อนุภาคของสารเคมีที่ระเหยกลายเป็นไอถูกเผาผลาญในขณะสูบบุหรี่ แล้วถูกดูดเข้าไปในปอด

20. อย่ากินอาหารในห้องปฏิบัติการ เพราะอาจมีสารเคมีปะปนกับอาหารที่รับประทาน เข้าไป เช่น อาจอยู่ในภาชนะที่ใส่อาหาร ภาชนะที่ใส่น้ำสำหรับดื่มหรือที่มือของท่าน ซึ่งสารเคมีบางชนิดอาจมีพิษหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้

21. เมื่อเสื้อผ้าที่สวมอยู่ติดไฟ อย่าวิ่ง ต้องพยายามดับไฟก่อนโดยนอนกลิ้งลงบนพื้น แล้วบอกให้เพื่อน ๆ ช่วยโดยใช้ผ้าหนา ๆ คลุมรอบตัวหรือใช้ผ้าเช็ดตัวที่เปียกคลุมบนเปลวไฟให้ดับก็ได้

22. เมื่อเกิดไฟไหม้ในห้องปฏิบัติการ จะต้องรีบดับตะเกียงในห้องปฏิบัติการให้หมด และ นำสารที่ติดไฟง่ายออกไปให้ห่างจากไฟมากที่สุด ซึ่งผู้ปฏิบัติการทดลองทุกคนควรจะต้องรู้แหล่งที่เก็บเครื่องดับเพลิงและรู้จักวิธีใช้ ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการนำมาใช้ได้ทันท่วงที

23. หากผู้ทดลองเกิดอุบัติเหตุในขณะทำการทดลอง ต้องรายงานอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทุกครั้ง ต่ออาจารย์ผู้ควบคุม ไม่ว่าจะเกิดมากหรือน้อยเพียงใดก็ตาม

24. ก่อนนำเอาสารละลายในขวดไปใช้ จะต้องดูชื่อสารบนฉลากติดขวดสารละลายอย่าง น้อยสองครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าใช้สารที่ต้องการไม่ผิด

25. เมื่อจะใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายหรือสารที่ว่องไวต่อปฏิกิริยาหรือสารที่มีกลิ่นเหม็น เช่น เบนโซอิลคลอไรด์ ฟอสฟอรัสไตรคลอไรด์ โบรมีน ฯลฯ จะต้องทำในตู้ควัน

26. ภาชนะแก้วที่ร้อนจะดูคล้ายกับภาชนะแก้วที่เย็น ดังนั้นควรให้เวลานานพอสมควรใน การให้ภาชนะแก้วที่ร้อนเย็นลง

27. น้ำที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเคมีจะต้องใช้น้ำกลั่นทุกครั้ง แต่อย่าใช้ฟุ่มเฟือยเกินความ จำเป็น เช่น ใช้ล้างอุปกรณ์ เป็นต้น เพราะกว่าจะกลั่นได้ต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายมาก

28. เมื่อใช้เครื่องควบแน่น อย่าไขน้ำเข้าเครื่องควบแน่นแรงนัก เพราะจะทำให้สูญเสียน้ำ ไปโดยเปล่าประโยชน์ ควรไขน้ำเข้าเครื่องควบแน่นเบา ๆ ก็ได้

29. ขณะต้มสารละลายหรือให้สารทำปฏิกิริยากันในหลอดทดลอง จะต้องหันปากหลอดทดลองออกห่างจากตัวเองและห่างจากคนอื่น ๆ ด้วย

30. การทดลองใด ๆ ที่ทำให้เกิดสุญญากาศ ภาชนะที่ใช้จะต้องหนาพอที่จะทนต่อความดันภายนอกได้

31. ขวดบรรจุสารละลายหรืออุปกรณ์อื่นใดที่มีตัวทำละลายอินทรีย์บรรจุอยู่ อย่าใช้จุก ยางปิดปากขวดเป็นอันขาด เพราะตัวทำละลายอินทรีย์กัดยางได้ทำให้สารละลายสกปรก และจะเอาจุกยางออกจากขวดได้ยาก เพราะจุกส่วนข้างล่างบวม

32. อย่าทิ้งโลหะโซเดียมที่เหลือจากการทดลองลงในอ่างน้ำ เพราะจะเกิดปฏิกิริยากับน้ำ อย่างรุนแรง จะต้องทำลายด้วยแอลกอฮอล์เสียก่อน แล้วจึงเททิ้งลงในอ่างน้ำ

33. เมื่อการทดลองใดใช้สารที่เป็นอันตราย หรือเป็นการทดลองที่อาจระเบิดได้ ผู้ทดลอง ควรสวมแว่นตานิรภัยเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น

34. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ต้องทำความสะอาดพื้นโต๊ะปฏิบัติการ ตรวจของในตู้และใส่ กุญแจให้เรียบร้อย แล้วล้างมือให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

35. พึงระลึกอยู่เสมอว่า ต้องทำการทดลองด้วยความระมัดระวังที่สุด ความประมาท เลินเล่ออาจทำให้เกิดอันตรายต่อตัวเองได้

การสร้างระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ (วงศ์วรุตม์ บุญญานุโกมล และจุฬาลักษณ์ บางเหลือ, 2557)

ควรมีการจัดทำแผนนโยบายด้านความปลอดภัย แผนปฏิบัติการและโครงสร้างของหน่วยงานในด้านความปลอดภัย ได้แก่

1. การอบรมความปลอดภัยแก่บุคลากรและเจ้าหน้าที่ มีจุดประสงค์เพื่อลดความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ในห้องปฏิบัติการ โดยมีทั้งการอบรมเบื้องต้น (initial training) สำหรับเจ้าหน้าที่ที่เข้าทำงานใหม่ หรือเจ้าหน้าที่เดิมหากต้องทำงานกับสารเคมีชนิดใหม่หรือใช้วิธีการตรวจทดลองแบบใหม่และการอบรมเพื่อฟื้นความรู้ (refresher training) เป็นการอบรมบุคลากรเดิมที่มีอยู่เพื่อเป็นการฟื้นความรู้และกระตุ้นให้เกิดการปฏิบัติงานด้วยวิธีการที่ถูกต้องและปลอดภัย

2. แผนปฏิบัติงานด้านความปลอดภัย ห้องปฏิบัติการทุกที่ควรที่จะต้องมีแผนการด้านความปลอดภัย (Laboratory Safety Plan; LSP) โดยคำนึงถึงความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน บุคคลรอบข้างและสิ่งแวดล้อม โดยนำเสนอออกมาในรูปแบบของรูปภาพ ตาราง ที่เข้าใจง่าย และต้องมีการทบทวนแผนการปฏิบัติงานทุกปี โดยมีทั้งคณะกรรมการตรวจสอบทั้งภายในและภายนอกองค์กร

3. ความรับผิดชอบและการดูแลความปลอดภัยของหน่วยงาน โดยหน่วยงานมีบทบาทดังต่อไปนี้

- ประสานงานการจัดการอบรมความปลอดภัย และให้ความรู้ด้านความปลอดภัย
- จัดทำแผนและนโยบายด้านความปลอดภัย รวมทั้งจัดทำคู่มือเกี่ยวการทำงานอย่างปลอดภัย
- ทบทวนและตรวจสอบโครงสร้างอาคารรวมถึงอุปกรณ์เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ
- ดูแลเรื่องกฎระเบียบต่าง ๆ รวมถึงการรายงานอุบัติเหตุและสถิติการบาดเจ็บขณะปฏิบัติงานแก่ผู้บริหาร

4. จัดตั้งคณะกรรมการด้านความปลอดภัย (safety committee) โดยคณะกรรมการมีบทบาททั้งการวางแผนโปรแกรมด้านความปลอดภัย บริหารจัดการด้านความปลอดภัย ประเมินแผนความปลอดภัย โดยมีการทบทวนแก้ไขให้ได้มาตรฐาน เสนอแนะแก้ไขนโยบายด้านความปลอดภัย ตรวจสอบหาสาเหตุของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการและหาแนวทางป้องกันแก้ไข โดยแต่ละห้องปฏิบัติการควรมีหัวหน้าห้องประจำเพื่อคอยควบคุมดูแลการท างานในห้องปฏิบัติการด้วยความปลอดภัยภายใต้กฎระเบียบที่ได้กำหนดขึ้นโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการด้านความปลอดภัย

5. การจัดทำหนังสือคู่มือด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ โดยอาศัยความร่วมมือของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจแบ่งเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้ การบริหารจัดการอันตรายจากสารเคมี การบริหารจัดการอันตรายจากสารชีวภาพ การบริหารจัดการอันตรายจากอัคคีภัย การบริหารจัดการอันตราย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ทางกายภาพหรืออันตรายจากอุปกรณ์เครื่องมือ เป็นต้น

การออกแบบและจัดผังห้องปฏิบัติการ (วงศ์วรุตม์ บุญญานุโกมล และจุฬาลักษณ์ บางเหลือ, 2557)

โดยทั่วไปห้องปฏิบัติการมักแบ่งพื้นที่การใช้งานออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) พื้นที่สำหรับการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์(พื้นที่ทำการทดลอง) 2)พื้นที่สำหรับปฏิบัติงานด้านเอกสารและบริหาร (ธุรการ โต๊ะคอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูล บริเวณจัดเก็บเอกสาร) 3) พื้นที่สนับสนุนห้องปฏิบัติการ (ห้องเก็บวัสดุอุปกรณ์ห้องเย็น ห้องน้ำ ห้องล้าง)

การแบ่งพื้นที่ของห้องปฏิบัติการ (วงศ์วรุตม์ บุญญานุโกมล และจุฬาลักษณ์ บางเหลือ, 2557)

1. เขตปลอดภัย (safety zone) เป็นพื้นที่ที่สะอาดปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน ได้แก่ ประตูทางเข้าออกห้องพักเจ้าหน้าที่ ห้องสำนักงาน ห้องเก็บอุปกรณ์ เป็นต้น เขตนี้ต้องมีการเข้า-ออกที่สะดวก ไม่มีสิ่งกีดขวาง ไม่วางเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เป็นอันตราย

2. เขตอันตรายน้อย (low-hazard zone) เป็นพื้นที่ปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยงจากอันตรายในระดับที่ไม่มากนัก โดยเขตนี้ควรอยู่ระหว่างเขตปลอดภัยกับเขตอันตรายมาก ลักษณะงานในเขตนี้ ได้แก่ การทดลองที่มีอันตรายน้อย การเตรียมตัวอย่าง การทำงานกับสารเคมีที่ไม่ระเหยง่าย เป็นพื้นที่ในการจัดวางสารเคมีที่อันตรายน้อยหรือปานกลาง และเป็นพื้นที่สำหรับการชำระล้างเครื่องแก้วและอุปกรณ์การทดลอง

3. เขตอันตรายมาก (high-hazard zone) ควรเป็นพื้นที่ที่อยู่ด้านในสุดของห้องปฏิบัติการ ห่างจากบริเวณประตูเข้า-ออก เป็นเขตที่ป้องกันการผ่านเข้าออกของผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องลักษณะงานในเขตนี้ได้แก่ การทดลองที่มีอันตรายมาก การทำงานกับสารเคมีที่ไวไฟและระเหยง่าย การทำงานกับจุลชีพที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เพราะฉะนั้นในเขตนี้ต้องมีการทำสัญลักษณ์เพื่อให้บุคคลภายนอกได้รู้ว่าเป็นเขตจำกัด ควรมีอุปกรณ์ที่ไว้ใช้ป้องกันอันตรายขณะปฏิบัติงาน เช่น ตู้ชีวนิรภัย ตู้ดูดควัน ตู้เก็บสารเคมีไวไฟ เป็นต้น

ระบบป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ (วงศ์วรุตม์ บุญญานุโกมล และจุฬาลักษณ์ บางเหลือ, 2557)

1. ระบบป้องกันอันตรายชั้นที่ 1 เป็นระบบที่มีการล้อมกรอบรอบอันตรายนั้น ๆ ให้อยู่ในเขตเฉพาะ หรือภาชนะเฉพาะ เพื่อไม่ให้เกิดการเล็ดลอดออกมา ลดการฟุ้งกระจาย

2. ระบบป้องกันอันตรายชั้นที่ 2 เป็นระบบป้องกันอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานโดยตรง เป็นการแยกอันตรายออกจากผู้ปฏิบัติงาน มีการแยกพื้นที่ปฏิบัติงานตามระดับความอันตราย ระบบนี้ต้องอาศัยความร่วมมือของหลายฝ่าย ไม่ว่าจะเป็น ช่าง วิศวกรออกแบบอาคาร ตัวอย่างระบบนี้ ได้แก่ การออกแบบฝาผนังที่หนาเป็นพิเศษในพื้นที่ที่ใช้สารไวไฟเพื่อป้องกันอันตรายจากการระเบิด การสร้างฝาผนังหรือฉากกั้นชนิดพิเศษในพื้นที่ที่ทำงานเกี่ยวกับสารกัมมันตภาพรังสี การติดตั้งเครื่องมือป้องกันอันตรายต่าง ๆ อาทิ ตู้ชีวนิรภัย ตู้ดูดควัน ถังดับเพลิง อ่างล้างมือ เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. ระบบป้องกันอันตรายชั้นที่ 3 เป็นระบบป้องกันอันตรายโดยรอบ ๆ ห้องปฏิบัติการ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายแก่บุคคลภายนอกและสิ่งแวดล้อม โดยต้องมีการบริหารจัดการเพื่อป้องกันการรั่วไหลของอากาศที่ปนเปื้อน ของเสียที่มีการปนเปื้อน จากห้องปฏิบัติการสู่ภายนอก เช่น การติดเครื่องกรองอากาศ การบำบัดอุปกรณ์ที่ใช้แล้วด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อโรคหรือผ่านการอบนึ่งฆ่าเชื้อการจัดพื้นที่ใช้สอยภายในห้องปฏิบัติการสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงที่สุดคือ การบริหารพื้นที่ที่มีอยู่ให้เกิดความปลอดภัยโดยมีพื้นที่พอเพียงสำหรับปฏิบัติงาน ต้องคำนึงถึงการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอน จำนวนเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงาน การกำหนดพื้นที่ในห้องปฏิบัติการต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่าง เช่น

1. ลักษณะและขอบข่ายงานที่ปฏิบัติ ต้องพิจารณาว่างานที่ทำอยู่ในห้องปฏิบัติการนั้นเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับอะไรบ้าง เช่น เป็นการทดลองเกี่ยวกับพืช การทดลองเกี่ยวกับสัตว์ การทดลองเกี่ยวกับเชื้อจุลชีพ การทดลองที่ต้องสัมผัสกับสิ่งส่งตรวจ เป็นต้น เพื่อที่จะได้จัดสรรและออกแบบพื้นที่ให้เหมาะสมสำหรับปฏิบัติงาน

2. อุปกรณ์และเครื่องมือ เครื่องมือนับเป็นสิ่งที่สำคัญมากสำหรับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการการจัดวางเครื่องมือให้เหมาะสมกับพื้นที่ต้องคำนึงถึง ความจำเป็นและความถี่ในการใช้งานขนาดของเครื่องมือ ความสะดวกในการขนย้ายหรือทำความสะอาด

3. จำนวนผู้ปฏิบัติงาน ควรจัดสรรพื้นที่ให้เหมาะสมและพอเพียงต่อผู้ปฏิบัติงาน โดยต้องแบ่งพื้นที่ของเจ้าหน้าที่ที่ทำการทดลองให้มากกว่าพื้นที่ของเจ้าหน้าที่ที่ทำงานด้านธุรการและเอกสาร

โครงสร้างหลักของห้องปฏิบัติการ (วงศ์วรุตม์ บุญญานุโกมล และจุฬาลักษณ์ บางเหลือ, 2557)

1. ทางเข้า-ออก หากมีผู้ปฏิบัติงานค่อนข้างมากควรกำหนดและจัดระเบียบการเข้าออก ควรแยกกันระหว่างประตูเข้า-และประตูออก อาจจัดพื้นที่สำหรับผู้มาติดต่อที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยประตูควรจะปิดไว้ตลอดเวลาในขณะปฏิบัติงาน อาจจัดหน่วยรักษาความปลอดภัยเพื่อดูแลการเข้า-ออก หรืออาจใช้ระบบการเข้า-ออกโดยระบบคีย์การ์ด

2. ทางหนีไฟ การกำหนดขนาดและจำนวนของประตูหนีไฟขึ้นกับสถานที่ตั้ง ขนาดของอาคาร จำนวนผู้ปฏิบัติงาน ในแต่ละชั้นควรมีทางหนีไฟอย่างน้อยสองทางที่แยกกัน ทางหนีไฟควรมีระยะทางที่สั้นที่สุดและนำออกไปสู่ภายนอกอาคารได้เร็วที่สุด หากเป็นห้องปฏิบัติการที่ตั้งอยู่ในอาคารที่มีมากกว่า 2 ชั้น ประตูห้องปฏิบัติการต้องสามารถเปิดไปสู่โถงทางเดินกลางได้ และสามารถนำไปยังประตูหนีไฟได้ทันที ตามพื้นทางเดินและฝาผนังควรที่จะมีการแสดงสัญลักษณ์ลูกศรนำทางเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทราบว่าประตูหนีไฟอยู่ในทิศทางใด ประตูหนีไฟควรทำจากวัสดุทนไฟ หรือเป็นโลหะที่ทนไฟได้ดีและควรปิดอยู่เสมอ และควรแสดงสัญลักษณ์บริเวณประตูหนีไฟว่า “ ทางออก” หรือ “exit”

3. ขนาดประตู ประตูห้องปฏิบัติการต้องมีขนาดกว้างพอที่จะสามารถนำเครื่องมือขนาดใหญ่เข้าออกได้สะดวก และสามารถเปิดกว้างเพื่อให้ผู้คนเข้าออกได้อย่างสะดวกในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินประตูห้องปฏิบัติการที่ดีควรเป็นแบบ door and half คือเป็นประตู 2 บาน โดยมีบานหนึ่งใหญ่อีกบานหนึ่งมี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขนาดเล็ก โดยบานที่มีขนาดใหญ่จะถูกใช้เปิด-ปิดประจำส่วนบานเล็กจะถูกใช้ในกรณีมีการขนย้ายอุปกรณ์

4. พื้นห้องปฏิบัติการ พื้นห้องต้องสามารถรองรับเครื่องมืออุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมากได้หลายชนิด ควรผลิตมาจากวัสดุที่แข็งแรง ทนทานต่อสารเคมีที่เป็นกรดและด่างได้ดี พื้นผิวต้องไม่ลื่นสามารถทำความสะอาดได้ง่าย โดยทั่วไปมักเป็นพื้นคอนกรีตหรือพื้นหินขัดที่ปูทับด้วยแผ่นยางประเภท polyvinyl อีกชั้นหรือปูทับด้วยพรมน้ำมัน ข้อดีของพรมน้ำมันคือจะไม่มีรอยต่อสามารถลดอุบัติเหตุจากการสะดุดล้มได้

5. ความสว่าง ควรมีแสงสว่างเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันความผิดพลาดและอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงาน กรณีประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตที่ได้รับแสงอาทิตย์มาก จึงควรออกแบบอาคารให้รับแสงอาทิตย์ที่เพียงพอเพื่อประหยัดพลังงาน ควรมีหน้าต่างบานใหญ่เพื่อรับแสงอาทิตย์ได้เต็มที่และควรมีผ้าม่านเพื่อบังแดดในกรณีที่มีแดดแรงจนเกินไป ความสว่างที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการคือ 300-500 lux แต่อย่างไรก็ตามปริมาณแสงสว่างก็ขึ้นอยู่กับประเภทห้องต่าง ๆ เช่น ห้องเก็บของอาจไม่ต้องมีแสงสว่างมากเท่ากับห้องปฏิบัติการ เพราะสารเคมีบางอย่างอาจห้ามโดนแสง เป็นต้น

6. ระบบถ่ายเทอากาศ ระบบการถ่ายเทอากาศที่ดีจะช่วยลดระดับของไอหรือควันจากสารเคมี รวมทั้งลดระดับการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ ห้องปฏิบัติการควรติดตั้งระบบ Local Exhaust Ventilation (LEV) เพื่อลดอันตรายจากสารเคมีและเชื้อจุลชีพต่าง ๆ เช่น พัดลมดูดอากาศ ตู้ดูดควัน ตู้ชีวนิรภัยที่มีแผ่นกรอง HEPA ในการดักจุลชีพ ตลอดจนติดตั้งระบบดูดอากาศเสียจากภายในออกสู่ภายนอกเพื่อป้องกันการหมุนเวียนอากาศเสียภายในห้องปฏิบัติการ

7. อุณหภูมิและความชื้น ห้องปฏิบัติการควรมีอุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 20-25 องศาเซลเซียส ในประเทศไทยซึ่งเป็นเมืองร้อนจึงควรติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เพื่อให้อุณหภูมิที่เหมาะสมแก่ผู้ปฏิบัติงานและเป็นการรักษาเครื่องมือ

8. ระบบสาธารณูปโภค ซึ่งประกอบไปด้วย ระบบน้ำประปา ไฟฟ้า แก๊ส และระบบสื่อสาร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในห้องปฏิบัติการ จึงควรมีการวางแผนผังให้เหมาะสม เจ้าหน้าที่ทุกคนควรทราบตำแหน่งที่ตั้งและวิธีการในการเปิด-ปิดวาวล์น้ำ แก๊ส และแผงควบคุมวงจรไฟฟ้า เพื่อสามารถเปิด-ปิดได้ทันทีในกรณีเหตุฉุกเฉิน การออกแบบท่อน้ำ ท่อแก๊ส หรือของเหลวประเภทอื่น ๆ ไปตามท่อ pipe ควรมีการระบุชื่อและลูกศรแสดงทิศทางการไหลในแต่ละท่อว่าเป็นท่อสำหรับส่งผ่านสิ่งใด โดยกำหนดสีของตัวอักษรตามชนิดของสารนั้นๆ เช่น สารเคมีอันตรายสูง(สารไวไฟสารที่มีแรงดันสูง สารเคมีที่เป็นพิษสูง สารกัมมันตภาพรังสี) ควรใช้อักษรสีดำบนพื้นหลังสีเหลือง, สารเคมีอันตรายน้อย (เช่นแก๊สหรือของเหลวผสม) ควรใช้อักษรสีขาวบนพื้นหลังสีเขียว, สารที่ใช้ดับเพลิง (น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซฮาลอน) ควรใช้อักษรสีขาวบนพื้นหลังสีแดงในห้องปฏิบัติการควรมีอ่างน้ำอย่างน้อยสองแห่งแยกจากกัน โดยจุดหนึ่งเป็นอ่างล้างมือเท่านั้นส่วนอีกอ่างสำหรับล้างวัสดุอุปกรณ์ อ่างน้ำควรทำมาจากวัสดุที่ทนทานต่อสารเคมี เช่น stainless, polypropylene เป็นต้น และท่อน้ำทิ้งควรแยกออกจากท่อน้ำเสียทั่วไป ปลาย

ท่อน้ำทิ้งควรต่อไปยังระบบบำบัดน้ำเสียก่อนการส่งออกไปยังภายนอก ในการติดตั้งระบบแก๊สควรเป็นระบบนำส่งตามท่อจากหน่วยกลาง ไม่ควรใช้ระบบแก๊สเป็นถังย่อย ๆ ที่สำคัญควรมีการติดตั้งระบบตัดแก๊สอัตโนมัติเพื่อป้องกันการเกิดแก๊สรั่วและการระเบิด

9. ระบบเตือนภัย ต้องมีการติดตั้งระบบเตือนภัยคู่กับถังดับเพลิงในห้องปฏิบัติการ ระบบเตือนภัยที่ดีต้องส่งเสียงดังได้ทั่วอาคาร อาจเป็นเสียงกระดิ่งหรือเสียงระฆังและอาจมีไฟสีแดงกระพริบโดยระบบเตือนภัยประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ ส่วนแรกได้แก่ กล่องกระตุ้นให้กระดิ่งหรือสัญญาณทำงานเรียกว่า “ pullstation” จะมีสีแดง มีทั้งลักษณะเป็นรูปตัวที (T) กระตุ้นการทำงานโดยดึงก้านตัวทีลงมาตรง ๆ หรืออีกแบบจะมีลักษณะเป็นตัวที แต่จะมีกระจกกั้นต้องใช้ค้อนหรือโลหะทุบกระจกก่อนถึงจะสามารถดึงตัวทีได้ ส่วนที่สองเป็นส่วนที่เป็นกระดิ่งหรือระฆังเตือนภัย จะมีสีแดงหรือสีน้ำเงิน ติดตั้งไว้บนกำแพงเหนือกล่อง pullstation โดยสามารถส่งเสียงและมีไฟกระพริบในขณะที่กระดิ่งดัง

10. ชุดดับเพลิง ในห้องปฏิบัติการมีอยู่สองแบบ คือ ชนิดติดตั้งถาวร ซึ่งได้แก่น้ำพุเพดานแบบอัตโนมัติ และชนิดเคลื่อนย้ายได้ ประกอบไปด้วย ชุดท่อประปาดับเพลิง (fire hose) และถังดับเพลิง ทั้งสองอย่างควรเก็บไว้ในตู้ที่มองเห็นได้ชัดเจนและไม่ควรล็อคตู้ โดยสายท่อประปาต้องมีความยาวอย่างน้อย 100 ฟุต ส่วนถังดับเพลิงมีอยู่หลายประเภทขึ้นอยู่กับต้นกำเนิดของเพลิงนั้น ๆ

11. เครื่องล้างตา (eye wash) ควรติดไว้ประจำที่และจำเป็นต้องมี วางอยู่ห่างจากที่ปฏิบัติงานประมาณ 25-50 ฟุต ใช้เวลาเดินไปไม่นาน และระหว่างทางไม่ควรมีสิ่งกีดขวางใด ๆ การเปิดน้ำอาจใช้ระบบเปิดด้วยเท้า (foot paddle) หรือใช้มือผลัก (push bar) ควรให้น้ำพ่นเข้าตาผ่านทางฐานจมูกโดยไม่ให้น้ำพุ่งเข้าลูกตาโดยตรง และใช้นิ้วบังคับเปลือกตาเพื่อให้น้ำล้างตาได้ทั่วถึงหัวพ่นน้ำควรที่จะมีฝาครอบป้องกันฝุ่นละอองและควรทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอโดยการflush น้ำทิ้ง

12. ฝักบัวฉุกเฉิน (deluge shower) ควรติดตั้งในบริเวณเดียวกันกับเครื่องล้างตา ฝักบัวควรสูงจากพื้นประมาณ 7-8 ฟุต ห่างจากกำแพงอย่างน้อย 25 นิ้ว การเปิดฝักบัวอาจใช้ตัวผลัก(paddle) หรือใช้การดึงโซ่ โดยฝักบัวฉุกเฉินมีอยู่ 3 แบบ คือ (1) แบบยึดติดกับฝาผนัง(ceiling/wall type) โดยน้ำจะไหลลงศีรษะอย่างต่อเนื่อง (2) แบบที่เป็นสายยางฉีดตัวร่วมกับฝักบัว (wall-mounted drench hose) โดยการใช้งานสามารถฉีดล้างบริเวณที่เปื้อนได้ (3) แบบที่สามคือ ฝักบัวฉุกเฉินที่ติดตั้งคู่กับเครื่องล้างตา (floor-mounted emergency combination) สามารถชำระล้างได้ทั้งตา ใบหน้า และลำตัวในเวลาเดียวกัน

13. ตู้ดูดควัน (chemical fume hood) เป็นสิ่งที่จำเป็นมากในห้องปฏิบัติการหากต้องทำงานกับสารเคมีหรือสารพิษ ตู้ควันส่วนใหญ่ติดตั้งเข้ากับระบบระบายอากาศของตัวอาคาร ตู้ดูดควันส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยพัดลมดูดอากาศในท่อดูดอากาศเสียโดยใช้ระบบ negative pressureเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศที่ปนเปื้อนเล็ดลอดไปได้ โดยทั่วไปมักใช้งานที่เกี่ยวกับกรด ด่าง สารทำละลาย อาจเป็นประตูเปิดแนวตั้ง (vertical sash) หรือประตูเปิดแนวนอน (horizontal sash)การทำงานของตู้ดูดควันขึ้นกับค่า face velocity ซึ่งเป็นค่าของอัตราความเร็วโดยเฉลี่ยของอากาศต่อหน่วยนาทีที่ไหลเข้าไปในตู้แบบตั้ง

ฉากกับ hood face โดยอัตราที่เหมาะสมคือ 100-150 foot per minute (FPM) สำหรับการทำงานกับสารเคมีที่มีอันตรายมากและมีความเป็นพิษสูง ส่วนการทำงานกับสารเคมีที่มีความเป็นพิษน้อยถึงปานกลางอาจใช้ความเร็วที่อัตรา 80-100FPM ก็เพียงพอ และควรติดตั้งตู้ดูดควันไว้บริเวณด้านในสุดของห้องและต้องห่างจากประตูหน้าต่างหรือทางเดิน เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของอากาศบริเวณประตูหน้าต่างซึ่งอาจรบกวนระบบไหลเวียนอากาศของตู้ดูดควันได้ และขณะใช้ตู้ดูดควันควรยืนห่างจากตู้ประมาณ 6 นิ้ว ควรสวมถุงมือ แว่นตานิรภัย และเสื้อคลุม ขณะทำงานกับสารเคมีในตู้ดูดควัน และไม่ควรใช้ตู้ดูดควันเป็นที่เก็บสารเคมีทุกชนิด

14. ตู้เก็บสารเคมี วัสดุที่ใช้ทำตู้ส่วนใหญ่คือโลหะจำพวก epoxy-coated steel และพลาสติกจำพวก polyethylene แต่ส่วนใหญ่มักนิยมกลุ่ม epoxy-coated steel เพราะทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ประตูตู้อาจมีทั้งประตูเดี่ยวและประตูคู่ และต้องมีการติดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ให้ทราบว่าเป็นสารเคมีประเภทใด หากต้องเก็บสารเคมีประเภทไวไฟ ตู้เก็บอาจทำ epoxy coated steel ซึ่งมีผนังหนาสองชั้นบุด้วยฉนวนกันไฟข้อควรระวังและหลักการเก็บสารเคมีภายในตู้

1. ห้ามเก็บสารเคมีโดยเรียงตามตัวอักษร ควรเก็บสารเคมีตามหลักการการเข้ากันได้
2. ตำแหน่งที่ตั้งของตู้เก็บสารเคมีไม่ควรอยู่ใกล้ประตู
3. ภาชนะเครื่องแก้วควรวางไว้ชั้นล่างสุดของตู้
4. การจัดเก็บสารเคมีไวไฟสามารถวางรวมกับสารกลุ่มเดียวกันได้ แต่ไม่เกิน 5 ขวด (ขวดละ 1แกลลอน) และควรวางห่างจากแหล่งกำเนิดความร้อน เช่น ตู้เย็น เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ

15. โต๊ะปฏิบัติการ มีทั้งชนิดติดตั้งถาวรและชนิดเคลื่อนย้ายได้ ความสูงมาตรฐานของโต๊ะประมาณ 29-30 นิ้ว (หากนั่งทำงาน) และ 36-37 นิ้ว (หากยืนทำงาน) ผลิตจากวัสดุที่คงทนทนต่อความร้อน ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี และทำความสะอาดง่าย โดยที่นิยมส่วนมากจะทำจากไม้เนื้อแข็ง หินขัด ปูนซีเมนต์ และปูทับพื้นโต๊ะด้วยแผ่น formica แผ่นโลหะ หรือ แผ่นพลาสติกชนิดพิเศษ พื้นโต๊ะต้องเรียบไร้รอยต่อเพื่อป้องกันการสะสมของสารพิษและเชื้อโรค

16. ตู้ชีวนิรภัย (Biosafety cabinet) ตู้ชีวนิรภัยถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1943 และถูกพัฒนามาจนกระทั่งปี ค.ศ. 1962 ได้มีการน าแผ่นกรอง HEPA (High Efficiency Particulate Air Filter) มาใช้ในระบบกรองอากาศตู้ชีวนิรภัย แผ่นกรอง HEPA สามารถกรองอนุภาคต่างๆในอากาศที่มีขนาดตั้งแต่ 0.3 ไมโครเมตรขึ้นไป (ประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 99.97%) HEPA ประกอบไปด้วยชั้นของไฟเบอร์ชนิด borosilicate ถูกยึดเป็นชั้นๆด้วยอลูมิเนียม โดยชั้นของไฟเบอร์จะถูกบรรจุอยู่ในกรอบไม้หรือกรอบพลาสติก

อันตรายจากสารเคมี (วงศ์วรุตม์ บุญญานุโกมล และจุฬาลักษณ์ บางเหลือ, 2557)

1. อันตรายทางกายภาพ ได้แก่ สารเคมีที่ติดไฟง่าย หรือสารเคมีที่มีแรงดันสูง ซึ่งอาจก่อให้เกิด การระเบิดหรือติดไฟได้

2. อันตรายทางชีวภาพ สารเคมีกลุ่มนี้มีผลต่ออวัยวะภายในร่างกาย หากมีการสัมผัสทางผิวหนัง สูดดม หรือรับประทานเข้าไป เริ่มตั้งแต่ สารที่มีความระคายเคือง อาจทำให้ผิวหนังพุพอง รวมถึงสารเคมีที่เป็นกลุ่มก่อมะเร็ง (Carcinogen) โดยมีความจำเพาะที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อ อวัยวะที่แตกต่างกัน เช่น

- Neurotoxin เป็นอันตรายต่อระบบประสาท ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว Benzene, Carbon, Disulfide Carbon tetrachloride เป็นต้น
- Hepatotoxin เป็นอันตรายต่อตับ ได้แก่ Carbon Tetrachloride, Chloroform, Toluene เป็นต้น
- Epithelial hazard เป็นอันตรายต่อผิวหนังและเยื่อบุ ได้แก่ กรด-ด่าง ต่าง Phenol, Ketone, Trichloroethylene เป็นต้น - Haematopoietic hazard เป็นอันตรายต่อระบบโลหิตและการสร้างเม็ดเลือด ได้แก่ Carbon Monoxide, Cyanide, Benzene, Arsenic เป็นต้น

การจัดการเบื้องต้นเมื่อสารเคมีหก (วงศ์วรุตม์ บุญญานุโกมล และจุฬาลักษณ์ บางเหลือ, 2557)

1. สารที่เป็นของแข็ง เมื่อสารเคมีที่เป็นของแข็งหก ควรใช้แปรงกวาดมารวมกันใส่ในช้อนตัก หรือกระดาษแข็งก่อน แล้วจึงนำไปใส่ในภาชนะ

2. สารละลายที่เป็นกรด เมื่อกรดหกจะต้องรีบทำให้เจือจางด้วยน้ำก่อนแล้วโรย โซดาแอส หรือโซเดียมไบ-คาร์บอเนตหรือ เทสารละลายด่าง เพื่อทำให้กรดเป็นกลางต่อจากนั้นจึงล้างด้วยน้ำให้สะอาด ข้อควรระวัง เมื่อเทน้ำลงบนกรดเข้มข้นที่หก เช่น กรดกำมะถันเข้มข้น จะมีความร้อนเกิด ขึ้น มาก และกรดอาจกระเด็นออกมา จึงควรค่อย ๆ เทน้ำลงไปมาก ๆ เพื่อให้กรดเจือจางและความ ร้อนที่เกิดขึ้นรวมทั้งการกระเด็นจะน้อยลง

3. สารละลายที่เป็นด่าง เมื่อสารเคมีที่เป็นด่างหกจะต้องเทน้ำลงไปเพื่อลดความเข้มข้นของด่างแล้วเช็ดให้แห้ง โดยใช้ไม้ที่ มีปุยผูกที่ปลายสำหรับซับน้ำบนพื้น (Mop) พยายามอย่าให้กระเด็นขณะเช็ด เนื่องจากสารละลายด่างจะทำให้พื้นลื่น เมื่อล้างด้วยน้ำหลาย ๆ ครั้งแล้วยังไม่หายควรใช้ทรายโรยบริเวณ ที่ด่างหกแล้วเก็บกวาดทรายออกไป จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้

4. สารที่ระเหยง่าย เมื่อสารเคมีที่ระเหยง่ายหกจะระเหยกลายเป็นไออย่างรวดเร็ว บางชนิดติดไฟได้ง่าย บางชนิดเป็น อันตรายต่อผิวหนังและปอด ให้รีบนำผ้าแห้งมาซับบริเวณที่สารเคมีหกทันทีและควรสวมใส่ผ้า ปิดจมูกและสวมถุงมือขณะทำความสะอาด เพื่อป้องกันการระคายเคืองต่อผิวหนังและระบบ ทางเดินหายใจ

5. สารที่เป็นน้ำมัน สารพวกนี้เช็ดออกได้โดยใช้น้ำมาก ๆ เมื่อเช็ดออกแล้วพื้นบริเวณที่สารหกจะลื่น จึงต้องล้างด้วย ผงซักฟอกอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้สารที่ติดอยู่ออกไปให้หมด

6. สารปรอท เนื่องจากสารปรอท ไม่ว่าจะอยู่ในรูปใดล้วนเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งสิ้น เพราะทำอันตรายต่อ ระบบประสาท ทำให้มีอาการทางประสาท เช่น กล้ามเนื้อเต้น มึนงง ความจำเสื่อม ถ้าได้รับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เข้า ไปมาก ๆ อาจทำให้แขนขาพิการหรือถึงตายได้ ดังนั้นการทดลองใดที่เกี่ยวข้องกับสารปรอทต้อง ใช้ความระมัดระวังให้มาก ในกรณีที่สารปรอทหกวิธีการที่ถูกต้องควรปฏิบัติดังนี้

6.1 กวาดสารปรอทมากองรวมกัน

6.2 เก็บสารปรอทโดยใช้เครื่องดูด

6.3 ถ้าพื้นที่สารปรอทหกมีรอยแตกหรือรอยร้าว จะมีสารปรอทเข้าไปอยู่ข้างในจึงไม่ สามารถเก็บปรอทโดยใช้เครื่องดูดดังกล่าวได้ ควรปิดรอยแตกหรือรอยร้าวนั้นด้วยขี้ผึ้ง ทาพื้น หนา ๆ เพื่อกันระเหยของปรอทหรืออาจใช้ผงกำมะถันพรมลงไป ปรอทจะ เปลี่ยนเป็นสารประกอบซัลไฟด์ แล้วเก็บกวาดอีกครั้งหนึ่ง

ข้อแนะนำเบื้องต้นในการจัดเก็บสารเคมี (วงศ์วรุตม์ บุญญานุโกมล และจุฬาลักษณ์ บางเหลือ, 2557)

1. ห้ามวางขวดสารเคมีบนพื้น

. ห้ามวางขวดสารเคมีบนชั้นบนสุดของชั้นวาง

3. ห้ามวางขวดสารเคมีในระดับตา

4. ชั้นวางของต้องมีที่กั้นเพื่อป้องกันสารเคมีตกหล่น

5. ชั้นวางสารเคมีต้องทำการยึดติดกับฝาผนัง

6. ห้ามเก็บสารกลุ่ม oxidizer รวมกับกลุ่ม reducer

7. ห้ามเก็บสารประเภทกรดรวมกับสารประเภทด่าง และแยกสารกลุ่มกรดไนตริก (HNO_3) ออกจากกรดอื่น ๆ

8. แยกเก็บสารอินทรีย์ออกจากสารอนินทรีย์

9. สารเคมีที่มีพิษร้ายแรงมาก ต้องเก็บในตู้ที่ปิดกุญแจมิดชิด

10. สารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับน้ำได้ดีต้องให้ห่างจากบริเวณที่ชื้น

11. ตู้และชั้นวางสารเคมี ต้องวางให้ห่างจากแหล่งที่มีความร้อน

การปฐมพยาบาลเบื้องต้น (วงศ์วรุตม์ บุญญานุโกมล และจุฬาลักษณ์ บางเหลือ, 2557)

1. การปฐมพยาบาลเมื่อสัมผัสกับสารเคมี

1.1 สารเคมีเข้าปาก

- สำรวจผู้ป่วยว่ายังหายใจและมีสติหรือไม่ หากไม่หายใจต้องทำการกู้ชีพด้วยการปั๊ม หัวใจเบื้องต้น (CPR) หากผู้ป่วยหมดสติแต่หายใจอยู่ให้จัดผู้ป่วยนอนในท่าคว่ำกึ่ง ตะแคงข้าง
- พยายามอย่าทำให้ผู้ป่วยอาเจียน เพราะสารเคมีที่เข้าไปอาจทำให้ทางเดินอาหารเกิด การระคายเคือง
- หากผู้ป่วยยังมีสติและโต้ตอบได้ ให้ผู้ป่วยทำการล้างปากและกลั้วคอเท่านั้น และนำส่ง โรงพยาบาลทันที

1.2 สัมผัสสารเคมีทางผิวหนัง

- ควรถอดเสื้อผ้าที่โดนสารเคมี ล้างบริเวณที่สัมผัสสารเคมีโดยให้น้ำไหลผ่านบริเวณที่ สัมผัส หากโดนสารเคมีทั่วร่างกาย ควรล้างสารเคมีด้วยฝักบัวฉุกเฉิน ชำระล้าง ร่างกายจนกว่าจะไม่รู้สึกลื่นบนผิวหนัง

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

- หากสารเคมีเข้าตา สิ่งแรกคือ ห้ามขยี้ตาเด็ดขาด และไปล้างตาบริเวณอ่างล้างตาที่ ใกล้ที่สุดทันที ให้น้ำค่อย ๆ ชำระล้างผ่านตาอย่างต่อเนื่องประมาณ 10-20 นาที อย่าให้น้ำโดนลูกตาเพราะจะทำให้สารเคมีกระจายไปยังตำแหน่งอื่นได้ หลังจากนั้นให้ไปพบ แพทย์ทันที

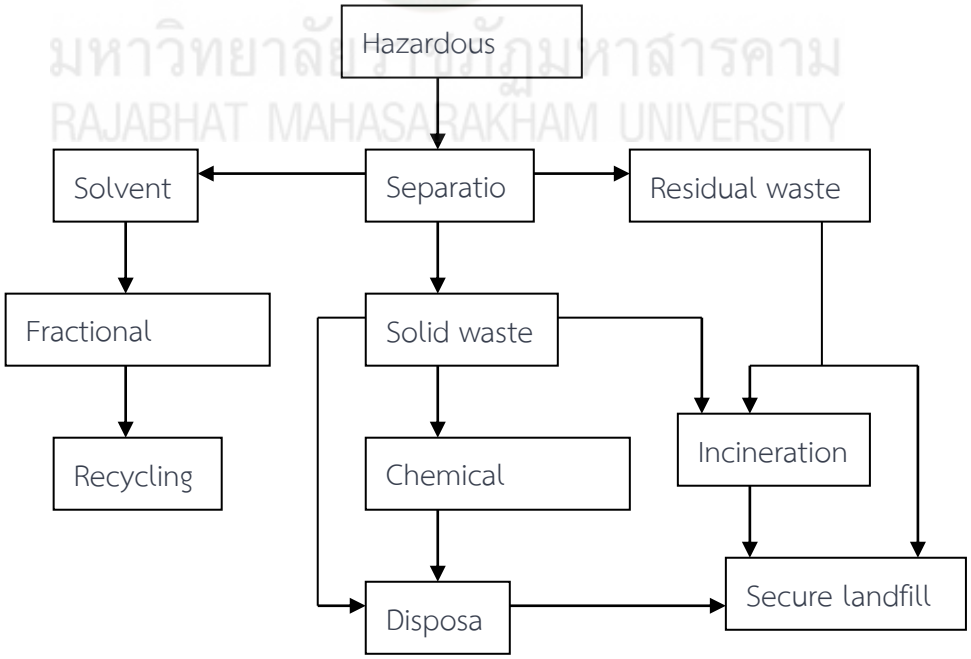
1.3 สูดดมสารเคมี

นำผู้ป่วยออกมาอยู่บริเวณโล่งที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก โดยสังเกตว่าผู้ป่วยหมดสติ และ หายใจอยู่หรือไม่ หากผู้ป่วยยังหายใจอยู่ให้จับนอนท่าตะแคงกึ่งคว่ำถ้าผู้ป่วยยังมีสติและหายใจเองได้ แต่มีอาการไอและหายใจติดขัด ให้ผู้ป่วยนอนท่ายกศีรษะและหน้าอกขึ้น พยายามเรียกผู้ป่วยให้มีสติตลอดเวลา และนำส่งแพทย์ทันที

การจัดเก็บของเสีย (สุทธิเวช ต.แสงจันทร์,2547)

ของเสียอันตรายแต่ละประเภทควรทำการเก็บในขวดแก้วแยกจากกัน แต่ถ้าของเสียที่มีส่วนประกอบเป็นน้ำ ควรเก็บไว้ในขวดพลาสติก ชนิด Polyethylene (สุทธิเวช,2547) ไม่ใช้ขวดโลหะในการเก็บของเสียที่เป็นกรด หรือ ด่าง ภาชนะที่บรรจุของเสียควรมีจุกปิดแน่น ปิดฝาให้สนิท หลีกเลี่ยงการใช้ฝาปิดที่ไม่คงทน เช่น จุกคอร์ก หรือ แผ่นพาราฟิล์ม ไม่ควรใส่ของเสียในภาชนะจนเต็ม เพื่อป้องกันการขยายตัวของของเสีย ภาชนะที่ใช้บรรจุของเสียควรมีฉลากระบุชนิดของของเสีย พร้อมทั้งระบุวันที่เก็บของเสีย จากนั้นนำไปเก็บในสถานที่ที่จัดไว้ เพื่อรอการกำจัดต่อไป ทั้งนี้ สุทธิเวช (2547) ได้เสนอผังการกำจัดของเสียอันตรายไว้ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 1 ผังการกำจัดของเสียอันตราย

การจัดการของเสียสารเคมีบางชนิด

กรด และ ด่าง (Acid/Base)

ของเสียที่เป็นกรด และด่างสามารถกำจัดความเป็นพิษโดยทำให้เป็นกลาง (Neutralization) ก่อนปล่อยทิ้ง ข้อควรระวัง การกำจัดของเสียประเภทนี้ควรทำในตู้ดูดควันที่มีกระจกกั้น รวมทั้งควรสวมเครื่องป้องกันที่เหมาะสม เช่น ถุงมือ เสื้อกาว แว่นตาเพื่อป้องกันสารเคมีกระเด็นเข้าตา

Acetonitrile

Acetonitrile เป็นสารทำละลายนิยมใช้ในห้องปฏิบัติการ HPLC เช่น ในการตรวจสารปฏิชีวนะตกค้างในเนื้อกุ้ง เป็นต้น จัดเป็นสารที่อันตรายและติดไฟได้ (Flammable) Acetonitrile สามารถเป็นอันตรายต่อร่างกาย จากการสัมผัสทางผิวหนัง การเข้าสู่ร่างกายทางช่องปาก และจากการหายใจ นอกจากนี้ร่างกายยังสามารถเปลี่ยน Acetonitrile เป็น Cyanide ได้

การกำจัดการปนเปื้อนของ Acetonitrile

ควรทำในตู้ดูดควัน เพื่อไล่แอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา ขั้นตอน

เจือจางสารละลาย Acetonitrile ด้วยน้ำให้มีความเข้มข้นต่ำกว่า 10% (V/V)

เติมสารละลาย 10 M Sodium hydroxide ในสัดส่วน 2.5 mol Sodium hydroxide ต่อ 1 mol Acetonitrileคนให้เข้ากัน ปรับอุณหภูมิสารละลายให้เป็น 80 C นาน 70 นาที ทิ้งให้เย็น ปรับให้เป็นกลาง pH 5-9 โดยใช้เกลือ (Hydro chloric acid) ผลท้ายสุดของปฏิกิริยาได้เป็นกรดน้ำส้มเจือจาง และเกลือ สามารถทิ้งได้ตามปกติ

Ethidium bromide

Ethidium bromide (EB) เป็นสารที่ก่อให้เกิดความผิดปกติของพันธุกรรม (Mutagen) ใช้ในห้องปฏิบัติการตรวจโรคไวรัสกุ้งทะเล โดยวิธี PCR โดยปกติใช้ EB ในการเตรียม Electrophoresis gel ซึ่งในกรณีนี้ EB ที่ใช้มีปริมาณน้อย และไม่ถือว่าเป็นของเสียอันตราย ยกเว้นกรณีการใช้ในความเข้มข้นสูง โดยทั่วไปถือหลักว่าหากมีปริมาณน้อยกว่า 0.1% สามารถทิ้งได้ หากปริมาณมากกว่า หรือ เท่ากับ 0.1% ต้องกำจัดโดยการเผา (Incineration)

การกำจัดการปนเปื้อนของ EB ในสารละลาย

เดิมนิยมใช้คลอร็อก Clorox (Sodium hypochlorite, 5%) ปัจจุบันมีรายงานว่าวิธีการดังกล่าวไม่สามารถลดพิษได้ดีเท่าที่ควร จึงเปลี่ยนมาใช้วิธี S&S Extractor และการใช้สารเคมีชนิดอื่นทดแทน

การกำจัดการปนเปื้อนโดยใช้ S&S Extractor S&S Extractor หรือ Schleicher and Schuell Filter Kit เป็นอุปกรณ์การกรอง ซึ่งมีไส้กรองเป็นถ่านกัมมันต์ (Activated charcoal) เพื่อดูดซับ EB อย่างไรก็ตามแม้ว่าสามารถทิ้งสารละลายที่ผ่านการกรองได้ทันที แต่การกำจัดไส้กรองที่มีการปนเปื้อนของ EB จำเป็นต้องนำไปกำจัดโดยการเผา

การกำจัดการปนเปื้อนโดยใช้สารเคมี ทำในตู้ดูดควัน ควรใส่ถุงมือยาง เสื้อ และแว่นตา การเตรียมสารเคมี Decontamination Solution เติม 20 มล. Hypophosphorus acid 50% ลงใน สารละลายที่มี Sodium nitrate 4.2 กรัม ในน้ำกลั่น 300 มล. คนสารละลายให้เข้ากัน ควรเตรียมสารละลายน้ำทุกครั้งก่อนใช้การกำจัดการปนเปื้อน (decontamination) ของ EB ในสารละลายสำหรับสารละลาย ที่มีความเข้มข้นของ มากกว่า 0.5 มก./มล. ให้เจือจางลงให้มีความเข้มข้นต่ำกว่า 0.5 มก.มล. เติมสารละลาย Decontamination Solution ลงไปจนได้ความเข้มข้น 25 % (ยกตัวอย่างเติมสารละลาย

Decontamination Solution 25 มล. ในสารละลาย EB 75 มล.) คนให้เข้ากัน แล้วทิ้งไว้นาน 20 ชั่วโมง ตรวจว่ายังมี คงเหลือหรือไม่ โดย Fluorescence ถ้าพบว่ายังมีสารตกค้างให้เริ่มขั้นตอนใหม่หากพบว่าไม่มีสารตกค้าง ให้ทำให้เป็นกลางโดยใส่Sodium bicarbonate จากนั้นสามารถทิ้งของเสียนี้ได้โดยถือเป็นของเสียไม่อันตราย (Non-hazardous aqueous waste) การกำจัดการปนเปื้อน (decontamination) ของ EB ตามพื้นผิวภาชนะจุ่มกระดาษเช็ดมือลงใน สารละลาย Decontamination Solution แล้วนำไปเช็ดบริเวณภาชนะ หรือพื้นผิวที่มีการปนเปื้อน จากนั้นเช็ดออกด้วยกระดาษเช็ดมือชุบน้ำ ไม่ต่ำกว่า 5 ครั้ง (เปลี่ยนกระดาษเช็ดมือทุกครั้ง) นำกระดาษเช็ดมือทั้งหมดไปแช่ในสารละลาย Decontamination Solution นาน 1 ชั่วโมง ตรวจว่ายังมี คงเหลือหรือไม่ โดยใช้ Fluorescence ถ้าพบว่ายังมีสารตกค้างให้เริ่มขั้นตอนใหม่ หากพบว่าไม่มีสารตกค้าง ให้ทำให้เป็นกลางโดยใส่ Sodium bicarbonate จากนั้นสามารถทิ้งของเสียนี้ได้โดยถือเป็น ของเสียไม่อันตราย

Potassium dichromate

Potassium dichromate ($K_2Cr_2O_7$) ถือเป็นสาร Oxidizing agent และ US EPA (United States Environmental protection agency) ถือเป็นของเสียที่เป็นโลหะหนัก ผงฝุ่นของ Potassium dichromate ถือเป็นสารก่อมะเร็ง (Carcinogen) ในการกำจัดใช้การตกตะกอนโครเมียม ออกจากสารละลาย อย่างไรก็ตามตะกอนโครเมียมที่เกิดขึ้นจำเป็นต้องส่งไปกำจัดโดยหน่วยงาน หรือบริษัทเอกชนที่รับกำจัดของเสียที่เป็นโลหะหนักโดยเฉพาะ

Formaldehyde

Formaldehyde และ Formalin (37-40 % Formaldehyde ใน 5-12 % Methanol) เป็นสารที่นิยมใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่าง และใช้ในการฆ่าเชื้อ หน่วยงาน EPA จัด Formaldehyde เป็นสารพิษ เป็นสารที่ติดไฟ และมีฤทธิ์กัดกร่อน (Corrosive) เป็นพิษในระดับปานกลาง หากสูดดม หรือสัมผัสทางผิวหนัง การกำจัดการปนเปื้อนของ Formaldehyde และ Formalin โดยการใช้ผลิตภัณฑ์ชื่อ ALDEX ซึ่งสามารถปรับสภาพ Formaldehyde และ Formalin ให้อยู่ในสภาพไม่เป็นพิษได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ (ประเสริฐ ศรีไพโรจน์, 2538) และ (เสรี ไตรรัตน์, 2520)
อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี

ขวดปริมาตร (Flask)

รูปที่ 2 ขวดปริมาตร (Flask)
(ที่มา: http://fahfoon.blogspot.com/)

ขวดปริมาตร เป็นเครื่องมือที่ใช้เตรียมสารละลายมาตรฐานหรือสารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยกว่าสารละลายเดิมได้ ขวดปริมาตรมีหลายขนาดและมีความจุต่าง ๆ กัน เช่น ขนาด 50 มล. 100 มล. 250 มล. 500 มล. 1,000 มล. และ 2,000 มล. เป็นต้น แบ่งตามรูปร่างและลักษณะการใช้ได้ดังต่อไปนี้

ขวดปริมาตรฟลอเรนส์ (Florence Flask) หรือเรียกว่า Flat Bottomed Flask มีลักษณะคล้ายลูกบอลลูนมักจะใช้สำหรับต้มน้ำ เตรียมแก๊ส และเป็น wash bottle

ขวดปริมาตรก้นกลม (Round Bottom Flask) ขวดปริมาตรชนิดนี้มีลักษณะเหมือนกับ Florence Flask แต่ตรงก้นขวดจะมีลักษณะกลมทำให้ไม่สามารถตั้งได้

ขวดปริมาตรทรงกรวย (Erlenmeyer Flask หรือ Conical Flask) ขวดปริมาตรชนิดนี้มีลักษณะเป็นทรงกรวย และมีความจุขนาดต่าง ๆ กัน แต่ที่นิยมใช้กันมากมีความจุเป็น 250-500 มล. สามารถใช้ได้ในหลายกรณี เช่น ในการไตเตรท

ขวดปริมาตรกลั่น (Distilling Flask) ขวดปริมาตรชนิดนี้นิยมใช้ในการกลั่นของเหลว Volumetric Flask ขวดปริมาตรชนิดนี้มีลักษณะเป็นขวดคอยาวที่มีขีดบอกปริมาตรบนคอขวดเพียงขีดเดียวนิยใช้ในการเตรียมสารละลาย โดยทั่วไปจะนำสารนั้นมาละลายในบีกเกอร์ก่อนที่จะเทลงในขวดปริมาตรโดยใช้กรวยกรอง แล้วเทน้ำล้างบีกเกอร์หลาย ๆ ครั้งด้วยตัวทำละลายแล้วเทลงในกรวยกรองเพื่อล้างสารที่ติดอยู่ให้ลงในขวดให้จนหมด อย่าให้สารละลายใน volumetric flask มีเกิน 2 ใน 3 ของปริมาตรทั้งหมด เทตัวทำละลายลงในขวดโดยผ่านกรวยอีก เพื่อเป็นการล้างกรวย จนขวดมีปริมาตรถึงขีดบอกปริมาตร

การเตรียมสารละลายโดยใช้ขวดปริมาตรมีเทคนิคการทำดังนี้

ละลายสารในขวดปริมาตรให้มีปริมาตรประมาณ 3/4 ของขวด ปิดจุกขวดแล้วหมุนขวดปริมาตรด้วยข้อมือให้สารละลายไหลไปทางเดียวกัน เพื่อให้สารในขวดละลายจนหมด (ในกรณีที่สารเป็นของแข็ง) หรือให้สารผสมเป็นเนื้อเดียวกัน (ในกรณีที่สารเป็นของเหลว) ควรจับที่คอขวดปริมาตร อย่าจับที่ตัวขวดปริมาตรเพราะจะทำให้สารละลายอุ่นขึ้นเนื่องจากความร้อนในมือเติมตัวทำละลายลงในขวดปริมาตรให้ส่วนโค้งเว้าต่ำสุดของสารละลายอยู่ตรงขีดบอกปริมาตร การอ่านปริมาตรต้องให้ระดับสายตาอยู่ในระดับเดียวกันกับขีดบอกปริมาตร เพื่อป้องกันการอ่านปริมาตรผิดปิดจุกขวดปริมาตรแล้วคว่ำขวดจากบนลงล่าง ทำแบบนี้ 2-3 ครั้ง เพื่อให้สารละลายผสมเป็นเนื้อเดียวกัน และมีเนื้อสารเท่าเทียมกันทุกส่วน จากข้อ 3 กลับขวดปริมาตรให้อยู่ในลักษณะเดิม แล้วจับคอขวดหมุนไปมาประมาณ 3 รอบ ทำซ้ำจนแน่ใจว่าสารละลายผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

บีกเกอร์ (Beaker)

รูปที่ 3 บีกเกอร์ (Beaker)
(ที่มา: http://fahfoon.blogspot.com/)

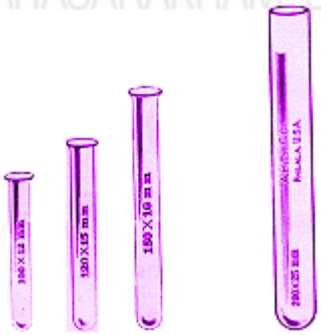
บีกเกอร์มีหลายขนาดและมีความจุต่างกัน โดยที่ข้างบีกเกอร์จะมีตัวเลขระบุความจุของบีกเกอร์ ทำให้ผู้ใช้สามารถทราบปริมาตรของของเหลวที่บรรจุอยู่ได้อย่างคร่าว ๆ และบีกเกอร์มีความจุตั้งแต่ 5 มิลลิเมตรจนถึงหลายๆลิตร อีกทั้งเป็นแบบสูง แบบเตี้ย และแบบรูปทรงกรวย (conical beaker) บีกเกอร์จะมีปากงอเหมือนปากนกซึ่งเรียกว่า spout ทำให้การเทของเหลวออกได้โดยสะดวก spout ทำให้สะดวกในการวางไม้แก้วซึ่งยื่นออกมาจากฝาที่ปิดบีกเกอร์ และ spout ยังเป็นทางออกของไอน้ำหรือแก๊สเมื่อทำการระเหยของเหลวในบีกเกอร์ที่ปิดด้วยกระจกนาฬิกา (watch grass)การเลือกขนาดของบีกเกอร์เพื่อใส่ของเหลวนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของเหลวที่จะใส่ โดยปกติให้ระดับของเหลวอยู่ต่ำกว่าปากบีกเกอร์ประมาณ 1 – 1 1/2 นิ้ว

ประโยชน์ของบีกเกอร์

- ใช้สำหรับต้มสารละลายที่มีปริมาณมาก ๆ
- ใช้สำหรับเตรียมสารละลายต่าง ๆ
- ใช้สำหรับตกตะกอนและใช้ระเหยของเหลวที่มีฤทธิ์กรดน้อย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หลอดทดลอง (Test tube)



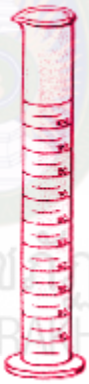
รูปที่ 4 หลอดทดลอง (Test tube)
(ที่มา: http://fahfoon.blogspot.com/)

หลอดทดสอบมีหลายชนิดและหลายขนาด ชนิดที่มีปากและไม่มีปาก ชนิดธรรมดาและชนิดทนไฟ ขนาดของหลอดทดสอบระบุได้ 2 แบบคือ ความยาวกับเส้นผ่าศูนย์กลางริมนอกหรือขนาดความจุเป็นปริมาตร ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ความยาว * เส้นผ่าศูนย์กลางริมนอก (มิลิเมตร)	ความจุ (มิลิเมตร)
75 * 11	4
100 * 12	8
120 * 15	14
120 * 18	18
150 * 16	20
150 * 18	27

หลอดทดสอบส่วนมากใช้สำหรับทดลองปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารต่างๆ ที่เป็นสารละลาย ใช้ต้มของเหลวที่มีปริมาตรน้อย ๆ โดยมี test tube holder จับกันร้อนมือหลอดทดสอบแบบทนไฟจะมีขนาดใหญ่ และหนากว่าหลอดธรรมดา ใช้สำหรับเผาสารต่าง ๆ ด้วยเปลวไฟโดยตรงในอุณหภูมิที่สูง หลอดชนิดนี้ไม่ควรนำไปใช้สำหรับทดลองปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารเหมือนหลอดธรรมดา

กระบอกตวง (Graduated cylinder)



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 5 กระบอกตวง (Graduated cylinder)
(ที่มา: http://fahfoon.blogspot.com/)

กระบอกตวงมีขนาดต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 5 มิลลิลิตรจนถึงหลาย ๆ ลิตร ใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดปริมาตรของของเหลวที่มีอุณภูมิไม่สูงกว่าอุณภูมิของห้องปฏิบัติการ กระบอกตวงไม่สามารถใช้วัดของเหลวที่มีอุณภูมิสูงได้เนื่องจากอาจจะทำให้กระบอกตวงแตกได้ กระบอกตวงจะบอกปริมาตรของของเหลวอย่างคร่าว ๆ ถ้าต้องการวัดปริมาตรที่แน่นอนต้องใช้อุปกรณ์วัดปริมาตรอื่นๆ เช่น ปิเปตหรือบิวเรท โดยปกติความผิดพลาดของกระบอกตวงเมื่อมีปริมาตรสูงสุดจะมีประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ กระบอกตวงขนาดเล็กใช้วัดปริมาตรได้ใกล้เคียงความจริงมากกว่ากระบอกตวงขนาดเล็ก วิธีอ่านปริมาตรของของเหลวในกระบอกตวงนั้นสามารถทำได้โดยการยกกระบอกตวงให้ตั้งตรงและให้ท้องน้ำอยู่ในระดับสายตา และอ่านค่าปริมาตร ณ จุดต่ำสุดของท้องน้ำ

กรวยกรอง (Funnel)

รูปที่ 6 กรวยกรอง (Funnel)
(ที่มา: http://fahfoon.blogspot.com/)

กรวยกรองเป็นอุปกรณ์ที่ใช้คู่กับกระดาษกรอง (Filter Paper) ในการแยกของแข็งออกจากของเหลวและมักจะใช้สำหรับสวมบิวเรทเมื่อจะเทสารละลายลงในบิวเรท กรวยกรองมีมุมเกือบ ๆ 60 องศา และมีทั้งแบบก้านสั้นและก้านยาว กรวยก้านยาวจะกรองได้เร็วกว่ากรวยก้านสั้น ขนาดของกรวยกรองจะใหญ่หรือว่าเล็กขึ้นอยู่กับความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลาง (วัดขอบนอก)

กระจกนาฬิกา (Watch grass)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 7 กระจกนาฬิกา (Watch grass)
(ที่มา: http://fahfoon.blogspot.com/)

กระจกนาฬิกามีรูปทรงคล้ายกระจกนาฬิกาเรือนกลม มีหลายขนาดขึ้นอยู่กับความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลาง กระจกนาฬิกาใช้สำหรับปิดบีกเกอร์หรืออุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อป้องกันสารอื่น ๆ หรือฝุ่นละอองตกลงในสารละลายที่บรรจุอยู่ในบีกเกอร์และใช้ป้องกันสารละลายกระเด็นออกจากบีกเกอร์เมื่อทำการต้มหรือระเหยสารละลาย

ขวดชั่ง (Weighing bottle)

รูปที่ 8 ขวดชั่ง (Weighing bottle)
(ที่มา: http://fahfoon.blogspot.com/)

ขวดชั่งมีลักษณะเป็นขวดเล็ก ๆ ก้นแบนและข้างตรงที่ปากและขอบของจุกเป็นแก้วฝ้า ขวดชั่งมีหลายแบบทั้งแบบทรงสูง แบบทรงเตี้ย และแบบทรงกรวย และยังมีหลายขนาดขึ้นอยู่กับปริมาตรหรือความสูงกับเส้นผ่าศูนย์กลางของปาก ขวดชั่งใช้สำหรับใส่สารที่จะนำไปชั่งด้วยเครื่องชั่งแบบวิเคราะห์

หลอดหยด (Dropper)

รูปที่ 9 หลอดหยด (Dropper)
(ที่มา: http://fahfoon.blogspot.com/)

หลอดหยดมีลักษณะเป็นหลอดแก้วที่ปลายข้างหนึ่งยาวเรียวเล็ก และปลายอีกข้างหนึ่งมีกระเปาะยางสวมอยู่ หลอดหยดใช้สำหรับดูดรีเอเจนต์จากขวดไปหยดลงในหลอดทดสอบที่มีสารอื่นบรรจุอยู่ เพื่อใช้ในการดูปฏิกิริยาเคมีของรีเอเจนต์นั้น ๆ
ข้อควรระวังในการใช้หลอดหยดก็คือ : อย่าให้ปลายของหลอดหยดกระทบหรือแตะกับปากหลอดทดสอบ

แท่งแก้ว (Grass rod)

รูปที่ 10 แท่งแก้ว (Grass rod)
(ที่มา: http://fahfoon.blogspot.com/)

ไม้แก้วใช้สำหรับคนสารละลายให้ผสมกันเป็นเนื้อเดียวกันอย่างสม่ำเสมอ หรือใช้เมื่อจะเทสารละลายจากภาชนะหนึ่งลงในภาชนะอีกชนิดหนึ่ง โดยจะเทสารละลายให้ไหลไปตามไม้แก้ว ไม้แก้วที่มียางสวมอยู่ปลายข้างหนึ่งเรียกว่า Policeman จะใช้สำหรับปัดตะกอนที่เกาะอยู่ข้างๆ ภาชนะและถูภาชนะให้ปราศจากสารต่าง ๆ ที่เกาะอยู่ข้าง ๆ ยางสวมนั้นต้องแน่น

บิวเรท (Burette)

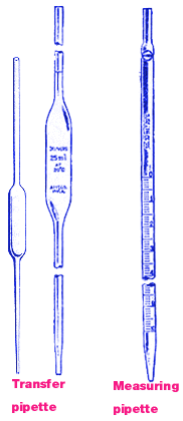
รูปที่ 11 บิวเรท (Burette)
(ที่มา: http://fahfoon.blogspot.com/)

บิวเรทเป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรที่มีขีดบอกปริมาตรต่าง ๆ และมีก็อกสำหรับเปิด-ปิด เพื่อบังคับการไหลของของเหลว บิวเรทเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีขนาดตั้งแต่ 10 มล. จนถึง 100 มล. บิวเรทสามารถวัดปริมาตรได้อย่างใกล้เคียงความจริงมากที่สุด แต่ก็ยังมีความผิดพลาดอยู่เล็กน้อย ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของบิวเรท เช่น

- บิวเรทขนาด 10 มล. มีความผิดพลาด 0.4%
- บิวเรทขนาด 25 มล. มีความผิดพลาด 0.24%
- บิวเรทขนาด 50 มล. มีความผิดพลาด 0.2%
- บิวเรทขนาด 100 มล. มีความผิดพลาด 0.2%

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM RAJABHAT UNIVERSITY

ปิเปต (Pipette)



รูปที่ 12 ปิเปต (Pipette)
(ที่มา: http://fahfoon.blogspot.com/)

ปิเปต เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดปริมาตรได้อย่างใกล้เคียง มีอยู่หลายชนิด แต่โดยทั่วไปที่มีใช้อยู่ในห้องปฏิบัติการมีอยู่ 2 แบบ คือ Volumetric pipette หรือ Transfer pipette และ Measuring pipette Transfer pipette ซึ่งใช้ในการวัดปริมาตรได้เพียงค่าเดียว คือถ้าหาก Transfer pipette จุ 25 มล. ก็จะวัดปริมาตรของของเหลวได้เฉพาะ 25 มล. เท่านั้น Transfer pipette มีหลายขนาดตั้งแต่ 1 มล. ถึง 100 มล. ถึงแม้ปิเปตชนิดนี้จะใช้วัดปริมาตรได้อย่างใกล้เคียงความจริงก็ตาม แต่ก็ยังมีข้อผิดพลาดซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของปิเปต เช่น

- Transfer pipette ขนาด 10 มล. มีความผิดพลาด 0.2%
- Transfer pipette ขนาด 30 มล. มีความผิดพลาด 0.1%
- Transfer pipette ขนาด 50 มล. มีความผิดพลาด 0.1%

Transfer pipette ใช้สำหรับส่งผ่านของสารละลาย ที่มีปริมาตรตามขนาดของปิเปต เมื่อปล่อยสารละลายออกจากปิเปตแล้ว ห้ามเป่าสารละลายที่ตกค้างอยู่ที่ปลายของปิเปต แต่ควรแตะปลายปิเปตกับข้างภาชนะเหนือระดับสารละลายภายในภาชนะนั้นประมาณ 30 วินาที เพื่อให้สารละลายที่อยู่ข้างในปิเปตไหลออกมาอีก ปิเปตชนิดนี้ใช้ได้ง่ายและเร็วกว่าบิวเรท

Measuring pipette หรือ Graduated pipette (บางทีเรียกว่า Mohr pipette) จะมีขีดบอกปริมาตรต่าง ๆ ไว้ ทำให้สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวาง คือสามารถใช้แทน Transfer pipette ได้ แต่ใช้วัดปริมาตรได้แน่นอน
น้อยกว่า Transfer pipette และมีความผิดพลาดมากกว่า เช่น

- Measuring pipette ขนาด 10 มล. มีความผิดพลาด 0.3%
- Measuring pipette ขนาด 30 มล. มีความผิดพลาด 0.3%

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. **เทคนิคทางเคมี.** กรุงเทพมหานคร: ประกายพรึก, 2538.

เสรี ไตรรัตน์. **ปฏิบัติการเคมีทั่วไป.** กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2520.

วงศ์วรุตม์ บุญญานุโกมล และจุฬาลักษณ์ บางเหลือ. **คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ.** กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยมหิดล, 2557.

สุทธิเวช ต.แสงจันทร์. 2547. **เอกสารเผยแพร่ในการสัมมนาทางวิชาการเรื่อง การจัดการสารเคมีและการกำจัดของเสียจากห้องปฏิบัติการ**. โรงแรมโนโวเทล เซ็นทรัลสุคนธา หาดใหญ่ สงขลา. หน้า 38.

สมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน (ประเทศไทย) . **All Rights Reserved**. กรุงเทพมหานคร, 2018.

อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการคมี. (ออนไลน์). (2560). สืบค้นจาก: http://fahfoon.blogspot.com. [20 กรกฎา 2560]

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบฟอร์มการยืม-คืน เครื่องมือ/วัสดุอุปกรณ์/สารเคมี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผู้ขอใช้.....รหัสประจำตัว.....

สังกัดโปรแกรมวิชา.....คณะ.....

วัตถุประสงค์ ☐ การเรียนการสอนวิชา.....อาจารย์ผู้สอน.....

☐ โครงการวิจัยเรื่อง.....อาจารย์ที่ปรึกษา.....

1. ขอใช้ครุภัณฑ์/เครื่องมือวิทยาศาสตร์

ลำดับ	ชื่อครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์	วัน/เดือน/ปี	ระยะเวลา	ผู้ดูแล/รับคืน
1				
2				
3				

2. อุปกรณ์/ เครื่องแก้ว/ สารเคมี/ วัสดุสิ้นเปลือง

ลำดับ	รายการ	ขนาด	จำนวน	วัน/เดือน/ปี	ระยะเวลา	ผู้ดูแล/รับคืน
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หมายเหตุ : ข้าพเจ้าได้ทำการตรวจเช็คความเรียบร้อยของเครื่องมือ/วัสดุอุปกรณ์/สารเคมี เป็นอย่างดีแล้ว หากเกิดความเสียหายของทรัพย์สินหลังการใช้งาน ข้าพเจ้ายินยอมที่จะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายตามราคาที่ทางราชการกำหนด

ลงชื่อ.....ผู้ขอใช้บริการ

(.....)

ลงวันที่...../...../.....

ความเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษา	ความเห็นของผู้ดูแลเครื่องมือ (เจ้าหน้าที่)	ความเห็นของประธานสาขาชีววิทยา
ลงชื่อ..... (.....) ลงวันที่...../...../.....	ลงชื่อ..... (.....) ลงวันที่...../...../.....	ลงชื่อ..... (.....) ลงวันที่...../...../.....

แบบฟอร์มการขอใช้ห้องปฏิบัติการชีววิทยานอกเวลาราชการ

สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ข้าพเจ้า ชื่อ.....นามสกุล.....และมีผู้ร่วมขอใช้ห้องดังนี้
ชื่อ.....นามสกุล.....
ชื่อ.....นามสกุล.....
ชื่อ.....นามสกุล.....
ชื่อ.....นามสกุล.....
☐ นักศึกษาชั้นปีที่.....สังกัดสาขา.....คณะ.....โทร.....
☐ อาจารย์/บุคลากรประจำสาขา.....คณะ.....โทร.....
☐ อื่นๆ: ตำแหน่ง.....หน่วยงาน.....โทร.....

☐ โครงการวิจัยเรื่อง.....
อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย.....
☐ อื่น ๆ (ระบุ).....
ผู้รับผิดชอบ.....
มีความประสงค์ขอใช้ห้องปฏิบัติการ (ระบุห้อง).....
ในวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....น. ถึงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....น.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หมายเหตุ : ข้าพเจ้าจะปฏิบัติตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการทุกประการ หากเกิดความเสียหายใด ๆ ข้าพเจ้ายินยอมที่จะรับผิดชอบชดใช้ค่าเสียหาย

ลงชื่อ.....ผู้ขอใช้ห้องปฏิบัติการ
(.....)
ลงวันที่...../...../.....

ความเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษา	ความเห็นของผู้ดูแลเครื่องมือ (เจ้าหน้าที่)	ความเห็นของประธานสาขาชีววิทยา	ความเห็นของหัวหน้าศูนย์วิทยาศาสตร์
ลงชื่อ..... (.....) ลงวันที่...../...../.....	ลงชื่อ..... (.....) ลงวันที่...../...../.....	ลงชื่อ..... (.....) ลงวันที่...../...../.....	ลงชื่อ..... (.....) ลงวันที่...../...../.....

ใบยินยอม

เมื่อสิ้นสุดจากการทำงานวิจัยแล้ว ผู้ขอใช้บริการจะต้องคืนกุญแจห้องปฏิบัติการ เครื่องมือ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ขอยืมมา และต้องเคลียร์ตัวอย่างการทดลอง อุปกรณ์ต่างๆ พร้อมทั้งทำความสะอาดบริเวณโต๊ะ
ปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องให้เรียบร้อย

ข้าพเจ้า (นาย, นางสาว, นาง)..... รหัส.....
สาขาวิชา.....คณะ.....ชั้นปีที่.....

ยินดีจะปฏิบัติตามระเบียบและข้อบังคับของห้องปฏิบัติการสาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม หากข้าพเจ้าไม่ปฏิบัติตามระเบียบและข้อบังคับในข้อใดข้อหนึ่ง หรือบางส่วน ข้าพเจ้ายินดีที่จะยอมให้ระงับการใช้ห้องปฏิบัติการ เครื่องมือ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ต่างๆ ของห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้ ระยะเวลาในการถูกระงับการใช้งานขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ หรือชี้ขาดโดยประธานสาขา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ลงชื่อ.....ผู้ขอใช้บริการ
(.....)
ลงวันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....อาจารย์ที่ปรึกษา/หัวหน้าโครงการ
(.....)
ลงวันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ
(.....)
ลงวันที่...../...../.....

เอกสารรับเงินประกันกุญแจ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
ข้าพเจ้า (นาย, นางสาว, นาง)..... รหัส.....
สาขาวิชา.....คณะ.....ชั้นปีที่.....
กำหนดส่งคืนวันที่.....เดือน..... .....พ.ศ.....
วางเงินประกันความเสียหายไว้ 100 บาท (หนึ่งร้อยบาทถ้วน)
ข้าพเจ้าทราบและยินดีปฏิบัติตามระเบียบและข้อบังคับการของสาขาชีววิทยาทุกประการ

ลงชื่อ.....ผู้รับเงิน ลงชื่อ.....ผู้ขอยืม
(.....) (.....)

หมายเหตุ: โปรดเก็บไว้เป็นหลักฐานหากสูญหายจะไม่สามารถรับเงินประกันคืนได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

1. (ชื่อ - สกุล ไทย) นางสาวอุมาพร พนมเขต
   (ชื่อ – สกุล อังกฤษ) Miss Umaporn Phanomket
2. ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ
3. สถานที่ทำงาน สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
   มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000
   โทรศัพท์: 043-742620 โทรสาร: 043-742620
   e-mail: som_7344@hotmail.com
   โทรศัพท์มือถือ: 088-5714734

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยา ประสบผลสำเร็จได้เนื่องจากความกรุณาของ อาจารย์ประจำสาขาชีววิทยาทุกท่านที่ช่วยให้คำชี้แนะแนวทางการแก้ปัญหา ขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาและบุคลากรทุกท่านที่สนับสนุนการทำโครงงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วุฒิกร สายแก้ว ผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ บิดามารดาที่สนับสนุนและเป็นกำลังใจในการศึกษาและอบรมสั่งสอนให้เป็นคนดีของสังคมตลอดมา

จัดทำโดย
นางสาวอุมาพร พนมเขต
มิถุนายน 2561

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชื่อเรื่อง การพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยา
ผู้วิจัย อุมาพร พนมเขต
หน่วยงานคณะ: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ปีที่ได้รับทุน : 2561
ปีที่เสร็จแล้ว : 2561

บทคัดย่อ

ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการมีความสำคัญต่อการเรียนภาคปฏิบัติการในทุกสาขาวิชาที่มีการทำปฏิบัติการ ทั้งในงานวิจัยและการเรียนการสอน ทำให้ผู้วิจัยได้จัดทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยาขึ้น สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของเรื่องนี้ จึงได้จัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาเพื่อพัฒนาระบบห้องปฏิบัติการและให้ความรู้แก่นักศึกษาจากการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาและจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา มีผู้กรอกแบบสอบถามทั้งหมด 40 คน เป็นเพศชาย 2 คน เป็นเพศหญิง 38 คน สถานภาพ เป็นนักศึกษา 40 คน วุฒิการศึกษา ระดับ ปริญญาตรี 40 คน พบว่านักศึกษามีความรู้ความเข้าใจด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการมากขึ้นเป็นร้อยละ 16.48 หลังจากที่ได้รับคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยา สามารถวิเคราะห์ได้ว่าคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยาเป็นตัวอย่างที่ดีในการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยให้กับนักศึกษาและผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการได้ สำหรับด้านความพึงพอใจต่อการจัดทำคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยา ความพึงพอใจอยู่ที่ 4.14±0.72 ระดับความพึงพอใจมาก และ ด้านการนำความรู้จากการอบรมไปใช้ประโยชน์ ความพึงพอใจอยู่ที่ 4.30±0.69 ระดับความพึงพอใจมาก จะเห็นได้ว่า นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องความปลอดในในห้องปฏิบัติการเพิ่มมากขึ้นหลังจากได้จัดทำเล่มคู่มือและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ได้ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาและปรับปรุงโครงการห้องปฏิบัติการปลอดภัยให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Title Development of laboratory safety systems in biology.
Author UMAPORN PHANOMKET
Organization : RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY
Year 0f Grant : 2018
Research Completed : 2018

ABSTRACT

Safety in the laboratory is vital to the operation of the laboratory in all disciplines. Both in research and teaching. Researchers have conducted research. Development of laboratory safety systems in biology in Mahasarakam Rajabhat University. Researchers recognize the importance of this. A biology laboratory has been developed to develop a laboratory system and educate students on the development of safety management systems in biological laboratories and to develop safety manuals in biological laboratories. There were 40 questionnaires completed. Two students were male and there were 38 female students. The status of 40 students with 40 bachelor degree students. The results showed that the students had a better understanding of safety in the laboratory at 16.48%. After receiving a guide to the development of safety management systems in biology laboratory. Can be analyzed of a guide to the development of safety management systems in biology laboratory. A good example of developing a safety management system for students and laboratory users. For the satisfaction with the development of a safety management system in the biology laboratory. Satisfaction was at 4.14±0.72. Satisfaction level and knowledge transfer from training to utilization. Satisfaction was at 4.30±0.69. Satisfaction level showed that the students had more knowledge about the safety in the laboratory after the manual was prepared and could be applied in other labs. This is the basis for developing and improving safe laboratory projects for better efficiency.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตการวิจัย	1
1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย/(นิยามศัพท์เฉพาะ)	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**3**
2.1 ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ	3
2.2 การป้องกันอันตรายจากสารเคมีในห้องปฏิบัติการ	8
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	**14**
3.1 วิธีการวิจัย	14
3.2 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	15
3.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	15
บทที่ 4 ผลการวิจัย	**17**
4.1 เปรียบเทียบผลความรู้เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในเรื่องของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ก่อนและหลังการใช้คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา	17
4.2 ความพึงพอใจต่อการจัดทำคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยาและการนำความรู้จากการอบรมไปใช้ประโยชน์	19
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	**22**
5.1 สรุปผลเปรียบเทียบผลความรู้เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในเรื่องของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ก่อนและหลังการใช้คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา	22
5.2 สรุปผลความพึงพอใจต่อการจัดทำคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยาและการนำความรู้จากการอบรมไปใช้ประโยชน์	22
บรรณานุกรม	**24**

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก	**25**
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแบบสอบถาม	26
ภาคผนวก ข คู่มือผู้ใช้ห้องปฏิบัติการชีววิทยา	31
ประวัติผู้วิจัย	**61**

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

เรื่อง	**หน้า**
ตารางที่ 4.1 ร้อยละของนักศึกษาที่มีความรู้เพิ่มขึ้น.....	17
ตารางที่ 4.2 ความพึงพอใจต่อการจัดทำคู่มือการพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการชีววิทยา.....	20
ตารางที่ 4.3 การนำความรู้จากการอบรมไปใช้ประโยชน์.....	21

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายงานการวิจัยบุคลากร (R2R)
เรื่อง

การพัฒนาระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชีววิทยา
Development of laboratory safety systems in biology.

อุมาพร พนมเขต

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2561)