Scan

คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอลอุตสาหกรรม จำกัด

นางสาววนิดา ยืนยาว

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2551

Laboratory Safety Manual of T.C. Pharmaceutical Industries Co.,Ltd.

Miss Wanida Yuenyao

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Public Health in Industrial Environment Management

School of Health Science

Sukhothai Thammathirat Open University

2008

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี. ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด
ชื่อและนามสกุล	นางสาววนิดา ยืนยาว
แขนงวิชา	สาธารณสุขศาสตร์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์สราวุธ สุธรรมาสา

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระได้ให้ความเห็นชอบการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์สราวุธ สุธรรมาสา)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์)

คณะกรรมการบัณฑิตศึกษา ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพอนุมัติให้รับการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
วันที่ 30 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2552

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี. ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด

ผู้ศึกษา นางสาววนิดา ยืนยาว **ปริญญา** ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์)
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์สราวุธ สุธรรมาสา **ปีการศึกษา** 2551

บทคัดย่อ

การจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ(Laboratory safety manual) นับเป็นเรื่องที่ปฏิบัติกันทั่วไปในห้องปฏิบัติการต่างประเทศ ซึ่งเน้นให้ความสำคัญกับสุขภาพ และความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานเป็นเรื่องใหญ่ ห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี. ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญนี้เช่นกันจึงได้จัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการขึ้นมา โดยมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ เพื่อจัดทำคู่มือความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ และเพื่อพัฒนาห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี. ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด ให้ได้มาตรฐานสากล

รูปแบบและวิธีการศึกษาในการจัดทำคู่มือความปลอดภัยนี้จะศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหนังสือ เอกสารวิชาการ นิตยสาร และงานวิจัย โดยค้นคว้าจากห้องสมุดของมหาวิทยาลัยต่างๆทั้งของรัฐและเอกชน หน่วยงานราชการ และเว็บไซต์ ซึ่งจากข้อมูลที่ได้สามารถเขียนเป็นคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการประกอบด้วย 5 บท ดังนี้ (1) บทนำ (2) ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา (3) ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางเคมี (4) การปฐมพยาบาลเมื่อเกิดอุบัติเหตุ (5) การสำรวจความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการจัดทำคู่มือความปลอดภัย มีดังนี้ (1) เกิดความปลอดภัยต่อเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ และสิ่งแวดล้อม (2) ผู้ปฏิบัติงานรู้วิธีการป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้น และทราบวิธีการแก้ไขในกรณีที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น (3)เพื่อใช้เป็นคู่มือในการทำลายเชื้อ และการกำจัดของเสียของห้องปฏิบัติการ (4) เพื่อให้มีการตรวจสอบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการอย่างสม่ำเสมอ

คำสำคัญ คู่มือความปลอดภัย ห้องปฏิบัติการ จุลชีววิทยา สารเคมี อุบัติเหตุ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่อง "คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี. ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด" ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ สราวุธ สุธรรมาสา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าอิสระ ตรวจสอบข้อแก้ไขข้อบกพร่องในการทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ ยังผลให้การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี ผู้ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณกรรมการผู้จัดการ ผู้จัดการฝ่ายที่ให้โอกาสในการจัดทำการค้นคว้าอิสระในหัวข้อนี้ เจ้าหน้าที่ พี่และน้องๆในห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด ทุกคน ที่ได้ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการรวบรวมข้อมูล เอกสารต่างๆ ซึ่งมีส่วนช่วยเหลือให้การศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาสาขาการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม ที่คอยให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในการศึกษาเป็นอย่างดี เสมอมา

สุดท้ายนี้ ผู้ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้ชีวิต และขอขอบคุณ คุณณัฐวุฒิ ทองยิ่ง และพี่น้องทุกคนที่ให้กำลังใจ ช่วยเหลือ ส่งเสริมสนับสนุนด้านการศึกษาและให้คำปรึกษาแนะนำอย่างดียิ่งตลอดมา ในระหว่างการศึกษาจนสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท ดังตั้งใจ

วนิดา ยืนยาว

เมษายน 2552

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

ขอบเขตของการศึกษา 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา 3

ทฤษฎีทางจุลชีววิทยา 3

ห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา 12

คู่มือความปลอดภัยห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา 14

บทที่ 3 ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางเคมี 25

ทฤษฎีทางเคมี 25

ห้องปฏิบัติการทางเคมี 49

คู่มือความปลอดภัยห้องปฏิบัติการทางเคมี 49

บทที่ 4 การปฐมพยาบาลเมื่อเกิดอุบัติเหตุ 62

ทฤษฎีการปฐมพยาบาล 62

การปฐมพยาบาลของห้องปฏิบัติการ 62

คู่มือความปลอดภัยในการปฐมพยาบาลของห้องปฏิบัติการ 63

บทที่ 5 การสำรวจความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ 68

ทฤษฎีการสำรวจความปลอดภัย 68

การสำรวจของห้องปฏิบัติการ 72

คู่มือความปลอดภัยในการสำรวจ 73

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม 79
ภาคผนวก 82
การแบ่งประเภทสารเคมีในห้องปฏิบัติการตามระบบ UN และ GHS 83
ประวัติผู้ศึกษา 106

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ระดับความปลอดภัยห้องปฏิบัติการทางชีวภาพ 7
ตารางที่ 2.2 ทะเบียนรายชื่อเชื้อจุลินทรีย์ 14
ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างการกรอกบัญชีการผลิตเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ 16
ตารางที่ 3.1 การสื่อสารความเป็นอันตรายตามระบบสากล GHS 34
ตารางที่ 3.2 ตารางเปรียบเทียบสัญลักษณ์อันตรายของสารเคมีของระบบ UN และ EU 38
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างสารเคมีในห้องปฏิบัติการที่ไม่ควรจัดเก็บร่วมกัน 51

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 สัญลักษณ์ Biohazard 5
ภาพที่ 2.2 ผังองค์กรห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด 12
ภาพที่ 2.3 แผนผังห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด 13
ภาพที่ 2.4 ตู้จัดเก็บเชื้อจุลินทรีย์ 15
ภาพที่ 2.5 ตู้ปลอดเชื้อ 17
ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการแต่งกายของเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ควบคุม 19
ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างการแต่งกายของเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ High care 19
ภาพที่ 2.8 แผนภูมิการไหล แนวทางปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นภายใน 24
ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างองค์ประกอบของฉลากที่แสดงการแบ่งกลุ่มตามความเป็นอันตรายของความเป็นพิษเฉียบพลันตามระบบ GHS 32
ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างฉลากตามระบบ GHS 33
ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างฉลากสารเคมี และเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตราย 36
ภาพที่ 3.4 ฉลากตามระบบ 704 ของ National Fire Protection Association (NFPA) 40
ภาพที่ 3.5 ฉลากระบบ Hazardous Material Information System (HMIS) 41
ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการจัดเก็บสารเคมี 50
ภาพที่ 3.7 ตู้ดูดควัน 52
ภาพที่ 3.8 ตู้เก็บสารละลายไวไฟ 52
ภาพที่ 3.9 อ่างล้างตา และที่ล้างตัวฉุกเฉิน 53
ภาพที่ 3.10 แว่นตาใช้ในห้องปฏิบัติการ 54
ภาพที่ 3.11 ถุงมือป้องกันสารเคมี 55
ภาพที่ 3.12 หน้ากากป้องกันไอระเหย 55
ภาพที่ 3.13 ตัวอย่างการแต่งกายเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางเคมี 58
ภาพที่ 3.14 แผนผังแสดงการจำแนกของเสียในห้องปฏิบัติการ 60
ภาพที่ 5.1 โครงสร้างคณะกรรมการความปลอดภัย 72

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ(Laboratory safety manual) นับเป็นเรื่องที่ปฏิบัติกันทั่วไปในห้องปฏิบัติการในต่างประเทศ ซึ่งเน้นให้ความสำคัญกับสุขภาพ และความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานเป็นเรื่องใหญ่ แต่ยังไม่เป็นที่รู้จักเท่าที่ควรในประเทศไทย ซึ่งความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเป็นสิ่งที่จะต้องสนใจอย่างยิ่ง เพราะเมื่อมีอุบัติเหตุ การระเบิด การปนเปื้อนและการหกกระจายของเชื้อโรคเกิดขึ้น จะทำให้เกิดผลเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมทรัพย์สินของบริษัท และสุขภาพของเจ้าหน้าที่ซึ่งอาจจะหมายถึงชีวิตตามมา ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการที่จะต้องดำเนินการระวังและป้องกันไม่ให้เกิดเหตุการณ์เป็นอันตรายใดๆในห้องปฏิบัติการ ถึงแม้จะมีการฝึกมาดี หรือมีประสบการณ์มาแล้วก็ตาม อาจจะไม่เพียงพอที่จะช่วยลดอันตรายที่จะเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการได้ ถ้าหากไม่มีระเบียบการปฏิบัติที่เคร่งครัด

บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด ทำการผลิตอาหาร และเครื่องดื่ม ภายใต้ชื่อแบรนด์ดังนี้ Redbull, กระทิงแดง ,สปอนเซอร์,เพียวริคุ และซันสแน็ค ซึ่งจะมีจำหน่ายทั้งในประเทศและส่งออกต่างประเทศ โดยสินค้าเหล่านี้จำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพและความปลอดภัยจากห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด ก่อนส่งออก โดยเฉพาะสินค้าประเภทอาหารจะต้องมีกระบวนการตรวจสอบที่ให้ผลวิเคราะห์ถูกต้อง แม่นยำ เป็นที่ยอมรับและเชื่อถือได้ตามมาตรฐานระดับสากล โดยห้องปฏิบัติการเป็นส่วนหนึ่งของบริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ห้องปฏิบัติการ คือห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทางเคมี ให้บริการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารและเครื่องดื่ม ทั้ง ทางจุลชีววิทยา ทางเคมี ทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัส รวมถึงการให้บริการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำใช้ และน้ำเสีย ทำให้มีการใช้สารเคมีจำนวนมาก จึงทำให้ผู้ทำงานในห้องปฏิบัติการมีโอกาสสัมผัสหรือได้รับสารเคมี ซึ่งสารเคมีที่ใช้บางตัวอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานได้ อันตรายดังกล่าวอาจเกิดจากการสัมผัสสารเคมีโดยตรง การกลืนกิน หรือ การสูดดมสารเคมี ผลที่ได้จากการรับสารเคมีอันตราย อาจเกิดอย่างเฉียบพลัน หรือ แบบเรื้อรัง สารเคมีบางตัวยังเป็นสารก่อให้เกิดมะเร็ง (Carcinogen) สารเคมีบางตัวมีปฏิกิริยาที่รุนแรงก่อให้เกิดการระเบิด หรือติดไฟได้ นอกจากนี้ยังมีการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทาง จุลชีววิทยา ทำให้ผู้ทำงานในห้องปฏิบัติการมีโอกาสติดเชื้อ และปนเปื้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาทางด้านสุขอนามัยกับผู้ปฏิบัติงานได้ เพราะการติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ

ทางจุลชีววิทยาเกิดขึ้นได้เสมอ และมีอันตรายต่อทั้ง บุคลากรและบุคคลภายนอก จากการแพร่กระจายได้ การป้องกันการติดเชื้อในห้องปฏิบัติการจึงมีความจำเป็นและควรปฏิบัติตามระเบียบข้อปฏิบัติอย่างเคร่งครัด

ห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี. ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของความปลอดภัยของเจ้าหน้าที่ภายในห้องปฏิบัติการ และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีโครงการที่จะยื่นขอรับรองห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทางเคมี ให้ได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025 จึงได้จัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการขึ้นมา โดยมีเนื้อหาสาระที่มุ่งเน้นให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมี และเชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้งการจัดการของเสีย การดำเนินการเมื่อเกิดอุบัติเหตุ และการติดตามความปลอดภัยภายในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน ใช้เป็นเอกสารประกอบการสืบค้นข้อมูลด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานมีความปลอดภัยและป้องกันการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งเป็นการพัฒนามาตรฐานห้องปฏิบัติการของ บริษัท ที.ซี. ฟาร์มาซูติคอลอุตสาหกรรมจำกัด ให้ได้มาตรฐานสากล และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

2.1 เพื่อจัดทำคู่มือความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

2.2 เพื่อพัฒนาห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี. ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด ให้ได้มาตรฐานสากล

3. ขอบเขตของการศึกษา

ห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาและห้องปฏิบัติการทางเคมี บริษัท ที.ซี. ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 เกิดความปลอดภัยต่อเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ และสิ่งแวดล้อม

4.2 ผู้ปฏิบัติงานรู้วิธีการป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้น และทราบวิธีการแก้ไขในกรณีที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น

4.3 เพื่อใช้เป็นคู่มือในการทำลายเชื้อ และการกำจัดของเสียของห้องปฏิบัติการ

4.4 เพื่อให้มีการตรวจสอบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการอย่างสม่ำเสมอ

บทที่ 2
ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา

1. ทฤษฎีทางจุลชีววิทยา

1.1 ประเภทของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์แบ่งออกเป็นเชื้อไวรัส แบคทีเรีย รา-ยีสต์ และปรสิต เชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต หรือในสิ่งแวดล้อม แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1.1.1 ***จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค*** ***(Pathogenic microorganism)*** หากผ่านภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะขอร่างกายได้ และอาจทำให้เกิดโรคหรือไม่ก็ได้

1.1.2 ***จุลินทรีย์ที่ไม่ก่อให้เกิดโรค*** ***(Non-Pathogenic microorganism)*** ได้แก่ จุลินทรีย์ที่ไม่สามารถผ่านภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะของร่างกาย และไม่สามารถก่อการติดเชื้อได้

1.1.3 ***จุลินทรีย์ที่ฉวยโอกาส*** ***(Opportunity microorganism)*** คือ จุลินทรีย์ซึ่งปกติแล้วไม่ทำให้เกิดโรค แต่ถ้าร่างกายมีภูมิคุ้มกันต่ำลง หรือเกิดภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง จะก่อให้เกิดโรคได้

1.2 การแบ่งระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety Level)

สถาบันสุขภาพแห่งชาติของอเมริกา (America's National Institutes of Health) ได้จัดแบ่งกลุ่มจุลชีพก่อโรคชนิดต่างๆ เท่าที่รู้จักกันในปัจจุบันออกเป็น 4 กลุ่ม ตามความสามารถในการก่อโรค , ความรุนแรงของโรค และวิธีการแพร่ระบาด ซึ่งสอดคล้องกันกับการแบ่งกลุ่มความเสี่ยงขององค์การอนามัยโลก (WHO Risk Groups 1-4)

Risk group 1 : ไม่ก่อให้เกิดโรคในคน (ผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพแข็งแรงเป็นปกติ)

Risk group 2 : สามารถก่อโรคในคน แต่ไม่เป็นโรคที่ร้ายแรง ไม่ติดต่อทางอากาศ และมีวิธีป้องกัน / รักษา

Risk group 3 : สามารถก่อโรคในคน เป็นโรคร้ายแรงถึงตายได้ สามารถติดต่อทางอากาศได้ และมีวิธีป้องกัน / รักษา

Risk group 4 : สามารถก่อโรคในคน เป็นโรคร้ายแรงถึงตาย แพร่กระจายได้ง่าย ติดต่อทางอากาศได้หรือยังไม่ทราบวิธีติดต่อที่แน่ชัด และยังไม่มีวิธีป้องกัน / รักษาที่ได้ผล

ระดับของความปลอดภัยทางชีวภาพ (biosafety levels, BSLs) จึงมี 4 ระดับตามไปด้วย ดังนี้

Biosafety Level 1 หมายถึง ระดับของกลุ่มเชื้อจุลชีพที่รู้คุณสมบัติ และไม่ทำให้เกิดโรคในผู้ใหญ่ที่มี สุขภาพแข็งแรง ตัวอย่างเชื้อเช่น *B.subtilis,* Yeasts, *Lactobacillus spp.* เป็นต้น

Biosafety Level 2 หมายถึง ระดับของกลุ่มเชื้อจุลชีพที่สามารถก่อให้เกิดโรคได้ แต่ไม่ทำให้เกิด โรคได้ในผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพแข็งแรง แต่อาจก่อให้เกิดโรคได้ถ้ามีการ ได้รับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่เหมาะสม ตัวอย่างเชื้อ เช่น *B.cereus, campylobacter spp., C.botulinum, Enterobacter spp., E.coli, L.monocytogenes, Salmonella spp. , Pseudomanas, Shigella, S.aureus, Staphylococcus spp., Vibrio spp. , Aspergillus flavus,A.fumigatus, Candida albicans.* เป็นต้น

Biosafety Level 3 หมายถึง ระดับเชื้อจุลชีพที่สามารถติดต่อด้วยการฟุ้งกระจาย อาจรุนแรงถึงชีวิต ตัวอย่างเชื้อเช่น *Mycobacterium tuberculosis* (TB), Yellow fever, *Coxiella burnetti* และเชื้อไข้หวัดนก เป็นต้น

Biosafety Level 4 หมายถึง งานที่มีอันตรายและเชื้อที่มีความเสี่ยงสูงและการเกิดโรคที่เป็นอันตรายถึงชีวิต เชื้อขนาดนี้แม้ใช้เชื้อที่มีขนาดต่ำก็สามารถมีการติดเชื้อได้และมีอันตราย จากการติดต่อจากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่ง ได้แก่ Virus hemorrhagic fevers, Filoviruses และ Arboviruses

1.3 การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์

เชื้อจุลินทรีย์อาจเก็บรักษาไว้ได้นาน โดยไม่ต้องมีการถ่ายลงสู่อาหารใหม่บ่อยๆ ได้โดยการใช้วิธีการเก็บรักษาที่เหมาะสม วิธีการเก็บรักษาเชื้อจุลนทรีย์ที่เหมาะสม ต้องเป็นวิธีซึ่งทำให้มีจำนวนจุลินทรีย์รอดตายมากที่สุดและมีการเปลี่ยนแปลงทางสายพันธุ์และสรีรวิทยาน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย หลักการวิธีเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ คือการทำให้สภาพ bacteriostasis ซึ่งเป็นสภาพที่ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ไม่มีการเจริญเติบโตหรือสืบพันธุ์ แต่ไม่ตาย วิธีการส่วนใหญ่มักกระทำโดยใช้อุณหภูมิต่ำหรือทำให้แห้ง หรือใช้ทั้งสองวิธีร่วมกัน ทั้งนี้เพื่อทำให้จุลินทรีย์อยู่ในระยะพักตัว

1.4. ข้อควรปฏิบัติทั่วไปในห้องปฏิบัติการระดับ BSL ต่างๆ

เนื่องจากห้องปฏิบัติการอาหารและเครื่องดื่มโดยทั่วไป จะอยู่ในระดับ BSL-1 และ BSL-2 ดังนั้นในที่นี้ จะขอกล่าวเฉพาะ ห้องปฏิบัติการระดับ BSL-1 และ BSL-2 เท่านั้น

1.4.1 การปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการระดับ BSL-1

เพื่อความปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน เมื่อต้องปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการระดับ BSL-1 ให้ผู้ปฏิบัติงานปฏิบัติตาม หลักการปฏิบัติทางจุลชีววิทยามาตรฐานดังนี้

1) ต้องควบคุมการเข้าออกห้องปฏิบัติการอย่างเคร่งครัดในขณะที่มีการทดลองหรือทำงานกับเชื้อที่เพาะเลี้ยงหรือสิ่งส่งตรวจ
2) ผู้ปฏิบัติงานต้องล้างมือหลังจากการหยิบจับวัสดุมีเชื้อ หลังจากถอดถุงมือ และก่อนออกจากห้องปฏิบัติ
3) ห้ามรับประทาน ดื่ม สูบบุหรี่ หยิบจับคอนแทกเลนซ์ ใช้เครื่องสำอาง และเก็บอาหารไว้ในบริเวณปฏิบัติงาน ผู้ที่ใช้คอนแทกเลนซ์ ควรสวมแว่นตานิรภัย หรือหน้ากากป้องกันภัย อาหารควรเก็บในตู้หรือตู้เย็นที่กำหนดไว้สำหรับการเก็บอาหารและควรอยู่นอกบริเวณปฏิบัติงาน
4) ห้ามใช้ปากดูดไปเปตต์ ให้ใช้อุปกรณ์ประกอบไปเปตต์ เช่น ลูกยางดูดไปเปตต์
5) วิธีการปฏิบัติทั้งหมดต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อลดการเกิดกระเด็น หรือละอองฟุ้งกระจาย
6) ต้องกำจัดการปนเปื้อนของพื้นผิวที่ปฏิบัติงานอย่างน้อยวันละครั้ง และหลังจากวัสดุมีเชื้อหกหล่น
7) ต้องกำจัดการปนเปื้อนเชื้อเพาะเลี้ยง เชื้อที่เก็บรักษา และของเสียควบคุมด้วยวิธีการที่เป็นที่ยอมรับคือการนึ่งฆ่าเชื้อ ก่อนการทิ้ง การขนส่งวัสดุที่จะนำไปกำจัดการปนเปื้อนนอกห้องปฏิบัติการต้องใส่ในภาชนะที่ทนทานป้องกันการรั่วและปิดสนิท
8) ต้องติดเครื่องหมาย biosafety ตามภาพที่ 2.1 สัญลักษณ์ Biohazard ไว้ตรงทางเข้าห้องปฏิบัติการที่มีเชื้อติดต่ออยู่ภายในห้องปฏิบัติการ

ภาพที่ 2.1 สัญลักษณ์ Biohazard

1.4.2 การปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการระดับ BSL-2

เพื่อความปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน เมื่อต้องปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการระดับ BSL-2 ให้ผู้ปฏิบัติงานปฏิบัติโดยยึดการปฏิบัติทางจุลชีววิทยามาตรฐาน และเพิ่มการปฏิบัติพิเศษดังนี้

1) หัวหน้าห้องปฏิบัติการกำหนดการเข้า-ออกห้องปฏิบัติการอย่างจำกัดและเคร่งครัด และจะไม่อนุญาตให้ผู้ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการติดเชื้อ หรือผู้ที่อาจมีอาการโรครุนแรงเมื่อเกิดการติดเชื้อเข้าในห้องปฏิบัติการ
2) หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องกำหนดนโยบายและวิธีการเพื่อให้เพียงผู้ที่ได้รับการแนะนำถึงอันตรายและมีคุณสมบัติเฉพาะตามต้องการผ่านเข้าในห้องปฏิบัติการได้เท่านั้น
3) ต้องติดเครื่องหมาย biohazard ไว้ตรงทางเข้าห้องปฏิบัติการ
4) บุคลากรของห้องปฏิบัติการต้องได้รับภูมิคุ้มกันหรือการทดสอบที่เหมาะสมสำหรับเชื้อที่จะปฏิบัติงานหรือเชื้อที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ เช่น tuberculin test หรือ Hepatitis B vaccine
5) ต้องเก็บรักษาตัวอย่าง baseline serum ของบุคลากรของห้องปฏิบัติการ หรือบุคลากรอื่น ๆ ที่อาจเสี่ยงไว้ และเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมตามระยะเวลาที่สมควรขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อจุลชีพที่ต้องทำงานด้วย และหน้าที่ของบุคลากร
6) กำหนดระเบียบปฏิบัติทางชีวภาพ รวมไว้ในหลักการปฏิบัติมาตรฐานทางจุลชีววิทยา หรือคู่มือความปลอดภัยทางชีวภาพ โดยบุคลากรต้องได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับอันตรายพิเศษต่าง ๆ และต้องอ่านและปฏิบัติตามคู่มือเหล่านี้ด้วย
7) หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องให้บุคลากรของห้องปฏิบัติการและบุคลากรสนับสนุนได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับอันตรายต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงาน ข้อระวังจำเป็นเพื่อป้องกันการสัมผัสบุคลากรต้องได้รับการฝึกอบรมเพิ่มเติมเป็นประจำทุกปี
8) ต้องระมัดระวังในระดับสูงเมื่อทำงานกับวัสดุมีคมที่ปนเปื้อน
9) เชื้อที่เพาะเลี้ยง ตัวอย่างน้ำจากร่างกาย หรือของเสียติดเชื้อต้องใส่ลงในภาชนะฝาปิดซึ่งสามารถป้องกันการรั่วระหว่างการเก็บรวบรวม การหยิบถือ การผ่านขบวนการ การเก็บรักษา และการขนส่ง

10)ต้องจำกัดการปนเปื้อนอุปกรณ์ห้องปฏิบัติการ และพื้นที่ทำงานด้วยสาร disinfectant ที่มีประสิทธิภาพที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ หลังเลิกทำงานกับวัสดุติดเชื้อ และโดยเฉพาะเมื่อมีการล้นหก กระเด็นหรือเกิดการปนเปื้อนด้วยวัสดุติดเชื้อ อุปกรณ์ที่ถูกปนเปื้อนต้องได้รับการกำจัดการปนเปื้อนก่อนนำออกไปเพื่อการซ่อมแซม บำรุงรักษาหรือบรรจุหีบห่อก่อนการขนส่ง

11)เมื่อเกิดการหกล้นและอุบัติเหตุที่ทำให้เกิดการสัมผัสกับวัสดุติดเชื้อ ต้องรายงานหัวหน้าห้องปฏิบัติการโดยทันที และต้องมีการประเมินผล เฝ้าระวัง และให้การรักษาที่เหมาะสม และต้องเก็บรักษารายงานนั้นไว้ด้วย

12)ห้ามนำสัตว์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับงานเข้าไปภายในห้องปฏิบัติการ

ระดับของความปลอดภัยทางชีวภาพ (biosafety levels, BSLs) ในทุกๆ ระดับจะต้องมี standard microbiological practices เป็นหัวใจสำคัญของการปฏิบัติงาน บวกกับอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล เช่น ถุงมือยาง , เสื้อกราวด์, หน้ากาก ฯลฯ อุปกรณ์อื่นๆ และการออกแบบห้องเป็นพิเศษที่จะช่วยลดการแพร่กระจาย biohazard จะเพิ่มระดับความปลอดภัยขึ้นตามระดับของ BSLs และความอันตรายของ biohazard สรุปได้ตามตารางที่ 2.1 ระดับความปลอดภัยห้องปฏิบัติการทางชีวภาพ

ตารางที่ 2.1 ระดับความปลอดภัยห้องปฏิบัติการทางชีวภาพ

BSL	เชื้อจุลชีพ	การปฏิบัติ	อุปกรณ์ความปลอดภัย (สิ่งป้องกันปฐมภูมิ)	สิ่งอำนวยความสะดวกและสาธารณูปโภค (สิ่งป้องกันทุติยภูมิ)
1	ไม่ก่อให้เกิดโรคในผู้ใหญ่	การปฏิบัติทางจุลชีววิทยามาตรฐาน	ไม่จำเป็น	โต๊ะปฏิบัติการ อ่างล้างมือ
2	สัมพันธ์กับโรคในคน มีอันตรายจากการบาดเจ็บทางผิวหนัง การกิน การสัมผัสกับ mucous membrane	การปฏิบัติตาม BSL-1 ร่วมกับ • จำกัดการเข้าออก • สัญลักษณ์ biohazard • คำเตือนสิ่งมีคม • คู่มือ biosafety กำหนดการกำจัดการปนเปื้อน หรือนโยบายการเฝ้าระวังทางการแพทย์	Class I หรือ Class II BSC หรืออุปกรณ์ป้องกันอื่น ๆ ใช้สำหรับปฏิบัติงานกับเชื้อซึ่งทำให้เกิดการหกหล่น หรือเกิดการฟุ้งกระจายของวัสดุติดเชื้อ PPE : Laboratory cast, ถุงมือ, Face protection	BSL-1 ร่วมกับ • มีหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ

1.5 หลักการทั่วไปในการรักษาความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา

ระบบการรักษาความปลอดภัยนั้นเป็นสิ่งจำเป็นมากต่อห้องปฏิบัติการ โดยทั่วไปแล้ว การรักษาความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาจะมีหลักการคล้ายกัน ไม่ว่าจุลชีพนั้นจะเป็นแบคทีเรีย รา หรือไวรัส และมีวัตถุประสงค์เพื่อการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อสู่บุคลากร ซึ่งทำงานในห้องปฏิบัติการนั่นเอง และยังรวมถึงการป้องกันการติดเชื้อประเภท Nosocomial infection หรือการแพร่เชื้อจากห้องปฏิบัติการสู่ชุมชน โดยต้องยึดหลักการชีวนิรภัย (Principles of Biosafety) และใช้ระบบของชีวนิรภัยหรือ Biosafety ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายระบบให้เลือกปฏิบัติ แต่ละระบบจะแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ ที่รู้จักกันแพร่หลายคือระบบของกระทรวงสาธารณสุขสหรัฐอเมริกา ซึ่งจัดทำขึ้นโดย Centers for Disease Control and Prevention (CDC) และ Nationnal Institutes of Health (NIH) และระบบที่จัดทำขึ้นโดยองค์การอนามัยโลก (Word Health Organization) กฎเหล่านี้อาจมีชื่อเรียกแตกต่างกัน แต่มีหลักการคล้ายกันดังนี้คือ มาตรการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา มีหลักสำคัญ 3 ประการ คือ

1.5.1 เทคนิคการปฏิบัติการ (Laboratory practice and techniques)

ซึ่งเน้นความจำเป็นที่ต้องปฏิบัติตามเทคนิคทางห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาที่ถูกต้องอย่างเคร่งครัด (Good Microbiogical Techniques หรือ GMT) บุคลากรในห้องปฏิบัติการนั้นจำเป็นต้องรู้จักคุณสมบัติของเชื้อที่กำลังศึกษา หรือเชื้อที่อาจพบได้ในสิ่งส่งตรวจที่ส่งเข้ามายังห้องปฏิบัติการนั้น ควรมีการจัดทำหลักการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานที่เรียกว่า Standard Operating Procedure (SOP) ซึ่งมีรายละเอียดของการงาน ตั้งแต่การเริ่มรับตัวอย่างไปจนถึงการฆ่าเชื้อสิ่งของที่ใช้แล้ว ก่อนที่จะกำจัดออกในรูปของขยะ บุคลากรเมื่อแรกเข้าปฏิบัติงานควรได้รับการอบรมถึงเทคนิคเหล่านี้

1.5.2 อุปกรณ์เพื่อเพิ่มความปลอดภัยแก่บุคลากร (Safety equipment)

ได้แก่ ตู้ปลอดเชื้อเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อในห้องปฏิบัติการที่มีการเพาะเลี้ยงเซลล์และไวรัส จะพบเห็นตู้นี้ เรียกว่า Biological Safety cabinet หรือ BSC ที่ถือเป็นด่านแรกของการป้องกันไม่ให้เชื้อหลุดรอดสู่บรรยากาศห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ ของใช้หรือภาชนะที่มีระบบป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อ เช่น หลอดปั่น Centrifuge ที่มีฝาเกลียวปิดเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองเชื้อในขณะที่ปั่น ถุงมือ เสื้อกราน์ รองเท้า หน้ากากกันฝุ่นละออง และแว่นตา ก็จัดอยู่ในอุปกรณ์ช่วยเพิ่มความปลอดภัยได้ ตู้ BSC ถือว่าจำเป็นมากสำหรับห้องปฏิบัติการโดยเฉพาะห้องไวรัสวิทยา เพราะเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กักละอองเชื้อที่อยู่ในอากาศเป็น Aerosol ซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างการปฏิบัติงานให้อยู่ภายในตู้ และเชื้อที่เปรอะเปื้อนตู้นั้นจะถูกทำลายได้โดยการเช็ดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ (Disinfectant) หรือโดยการ

ฉายรังสีอัลตราไวโอเลตหลังเสร็จงาน ตู้ BSC มีอยู่ด้วยกัน 3 ประเภท คือ Class I,II และ III ทั้ง 3 ชนิดมีระบบกรองอากาศด้วยแผ่นกรองที่เรียกว่า High-Efficiency Particulate Air, HEPA Filter ก่อนที่จะระบายอากาศสู่บรรยากาศภายนอกตู้ ตู้ BSC Class I และ II เป็นชนิดด้านหน้าและสามารถป้องกันผู้ปฏิบัติงานได้ ถ้าใช้ร่วมกับเทคนิคทางจุลชีววิทยาที่ถูกวิธี GMT

1.5.3 การออกแบบห้องปฏิบัติการ (Facility design)

ซึ่งถือเป็นการป้องกันด่านที่ 2 หลังจากการใช้ตู้ BSC กล่าวคือจะป้องกันไม่ให้เชื้อที่อาจหลุดลอดมาจากตู้ BSC และฟุ้งกระจายอยู่ในบรรยากาศห้องปฏิบัติการเข้าสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก การป้องกันวิธีนี้ได้แก่การเพิ่มระบบฟอกอากาศเข้ากับระบบหมุนเวียนอากาศภายในห้อง และการติดป้ายห้ามบุคคลภายนอกเข้าไปในห้องโดยพลการ และอื่นๆ คือ

1) อุปกรณ์สำหรับใช้ในการล็อคประตูมีลักษณะและการใช้งานโดยทั่วไปเหมือนที่อยู่อาศัย
2) การพิจารณาถึงที่ตั้งห้องปฏิบัติการใหม่จะต้องห่างจากพื้นที่อื่น ๆ ขององค์กร
3) ห้องปฏิบัติการกำหนดให้มี อ่างสำหรับล้างทำความสะอาดมือโดยมีน้ำยาทำความสะอาด ,น้ำยาฆ่าเชื้อ,แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ และมีอุปกรณ์แบบอัตโนมัติสำหรับพ่นฆ่าเชื้อมือผู้ปฏิบัติงานในระหว่างการปฏิบัติงาน
4) ห้องปฏิบัติการจะต้องออกแบบมาให้ง่ายต่อการทำความสะอาด โดยกำหนดให้
5) พื้นห้องปฏิบัติการ ทำจากวัสดุ PU โดยมีคุณสมบัติง่ายในการทำความสะอาด และป้องกัน เชื้อรา
6) ผนังห้องโดยรอบไม่มีวัสดุที่เป็นกระเบื้องแผ่นทั้งนี้เพื่อป้องกันการสะสมของสิ่งสกปรกบริเวณล่องลึกต่างๆ
7) กระจกใสบานเรียบทำให้สังเกตได้ง่ายเมื่อมีสิ่งสกปรกมาจับหรือเกาะ
8) พื้นผิวที่ปฏิบัติงาน (Bench) ทำจากวัสดุที่มีคุณสมบัติกันน้ำและทนต่อความร้อนและสารละลายอินทรีย์ กรด-ด่าง และสารเคมีที่ใช้ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวและอุปกรณ์
9) เฟอร์นิเจอร์ในห้องปฏิบัติการสามารถรองรับน้ำหนักได้ พื้นที่ว่างระหว่าง Bench ตู้ลิ้นชัก และอุปกรณ์ จะต้องจัดให้มีการทำความสะอาดได้อย่างทั่วถึง เก้าอี้และเฟอร์นิเจอร์อื่น ๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจะต้องหุ้มด้วยวัสดุที่ไม่ใช่ผ้า เพื่อให้ง่ายต่อการทำสะอาด
10) การติดตั้ง Biological safety cabinets ตัวอย่างเช่น การติดตั้งในห้องที่อุณหภูมิและความชื้นไม่คงที่และไม่มีระบบระบายอากาศเสีย จึงเป็นเหตุให้ต้องมีการ

ทำงานใน Biological safety cabinets เพื่อป้องกันปัจจัยที่ทำให้เกิดการปนเปื้อน พื้นที่การติดตั้ง Biological safety cabinets ควรห่างจากประตู หน้าต่าง เพราะว่ามันสามารถเปิดออกได้ และห่างจากพื้นที่ที่มีคนเดินผ่านพลุกพล่าน และสิ่งที่อาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ในขณะที่ Biological safety cabinets จะรักษาการไหลเวียนของอากาศภายในไว้เพื่อป้องกันการปนเปื้อน

11) อ่างล้างตาต้องหาได้ง่ายและอยู่ในสภาพที่ใช้ได้

12) มีแสงสว่างเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน หลีกเลี่ยงการใช้แสงที่ทำให้เกิดการสะท้อนและแสงเข้าตาเพราะมันจะเป็นอุปสรรคต่อการมองเห็น

13) การวางผังห้องปฏิบัติการจะต้องคำนึงถึงเครื่องทำระบบระบายอากาศเพื่อจัดการเกี่ยวกับการไหลเวียนของอากาศภายในโดยป้องกันการไหลเวียนของอากาศภายนอกกลับเข้ามาสู่ภายในห้องปฏิบัติการอีก ถ้าห้องปฏิบัติการมีหน้าต่าง เมื่อต้องการเปิดหน้าต่างรับอากาศภายนอกเข้ามาจะต้องมีเครื่องกรองอากาศที่เหมาะสมด้วย

1.6 การหกหล่นของสารชีวภาพ

การหกหล่นของสารชีวภาพภายนอกตู้ปลอดเชื้ออาจทำให้เกิดการกระจายของเชื้อซึ่งสามารถแพร่ได้ในบรรยากาศกระจายทั่วห้องปฏิบัติการ การหกหล่นเหล่านี้จะเป็นเรื่องที่ร้ายแรงถ้าหากเชื้อที่ปฏิบัติงานอยู่นั้นต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของความปลอดภัยชีวภาพในระดับ 3 Biosafety Level 3 (BL 3) ซึ่งสารหรือเชื้อเหล่านี้สามารถทำให้เกิดโรคได้โดยการติดต่อทางอากาศหรือลมหายใจ เพื่อป้องกันความเสี่ยงภัยต่อการสูดเอาสาร/เชื้อทำให้เกิดโรคเหล่านี้เข้าไป ผู้ปฏิบัติงานจะต้อง กลั้นหายใจ และออกนอกห้องปฏิบัติการทันที ห้องปฏิบัติการควรจะจัดการทำความสะอาดสารที่ หกตกหล่นภายใน 30 นาที และทำการขจัดเชื้อที่แพร่กระจายในอากาศออกจากห้องปฏิบัติการโดยการดูดอากาศผ่านระบบระบายอากาศ

อุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสมเป็นสิ่งที่สำคัญที่ต้องนำมาใช้ในการจัดการกับการขจัดการปนเปื้อนจากการหกหล่นของเชื้อ/สารชีวภาพอันตรายตามข้อกำหนดใน BL2 หรือ BL3 เครื่องมือเหล่านี้จะรวมถึงเสื้อคลุมปฏิบัติการตัวยาว, เสื้อกราวด์ ชนิดผูกหลังหรือ jumpsuit, ถุงมือชนิดใช้แล้วทิ้ง ที่คลุมรองเท้าชนิดใช้แล้วทิ้ง, แว่นป้องกันตาที่ปลอดภัย และหน้ากากชนิดเต็มหน้า ต้องใช้อุปกรณ์เหล่านี้เพื่อป้องกันหน้า, ตา และเยื่อบุจมูกจากสารชีวภาพอันตรายที่ฟุ้งหรือกระจายวิธีปฏิบัติการในกรณีที่เกิดการหกหล่นที่เกี่ยวกับเชื้อที่อยู่ใน BL ระดับต่างๆ มีดังนี้

1.6.1 วิธีปฏิบัติการในกรณีที่เกิดการหกหล่นที่เกี่ยวกับเชื้อที่อยู่ใน BL ระดับ 1

(Procedures for spills involving microorganisms require BL1- Containment) ให้ปฏิบัติดังนี้

1) สวมถุงมือชนิดใช้แล้วทิ้ง
2) ชุบผ้าเช็ดมือในน้ำยาฆ่าเชื้อ และวางไว้บนบริเวณที่เกิดการหกหล่น
3) ใส่ผ้าเช็ดมือนั้นลงในภาชนะเก็บ, ปิดให้แน่นและเขียนคำว่าสารติดเชื้อ บนภาชนะนั้น
4) ทำความสะอาดบริเวณที่หก, หล่นด้วยผ้าชุบน้ำยาฆ่าเชื้อผืนใหม่
5) รายงานการเกิดการหกหล่นต่อหัวหน้าห้องปฏิบัติการ

1.6.2 วิธีปฏิบัติการในกรณีการเกิดการหกหล่นที่เกี่ยวข้องกับเชื้อที่อยู่ในระดับ BL2

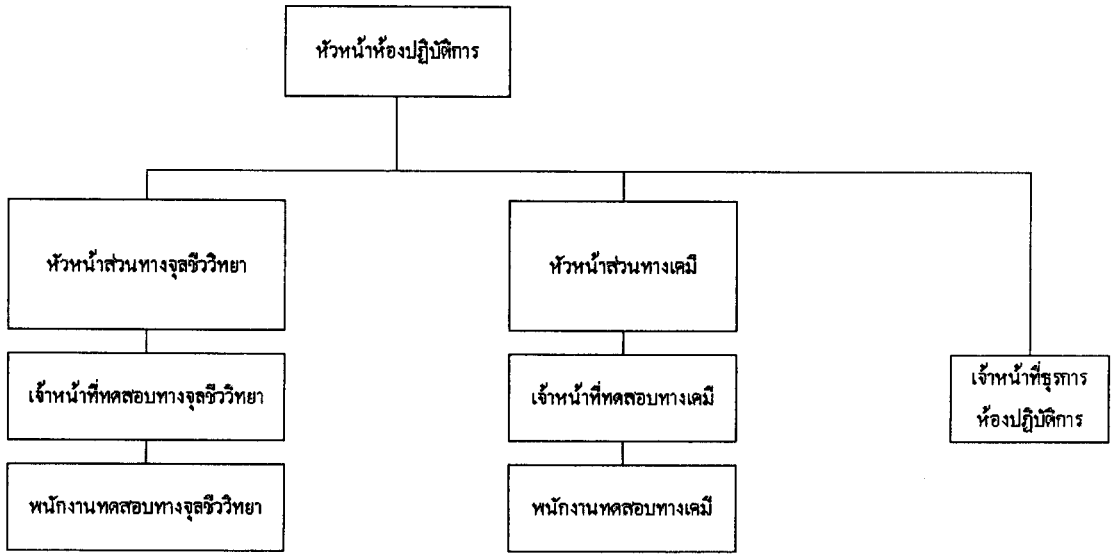
(Procedures for spills involving microorganisms require BL2- Containment) ให้ปฏิบัติดังนี้

1) เตือนบุคลากรที่ปฏิบัติงานบริเวณนั้นให้ทราบถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
2) สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัย
3) ปิดบริเวณที่หก, หล่น ด้วยผ้าเช็ดมือซึ่งชุบน้ำยาฆ่าเชื้อหรือกระดาษซับ
4) ระมัดระวังในการเตรียมน้ำยาฆ่าเชื้อในอัตราส่วนของการเจือจาง 1:10 และหยดลงบนบริเวณขอบของสารที่หก, หล่น อยู่โดยที่พยายามหลีกเลี่ยงการกระเด็น
5) ทิ้งเวลาให้น้ำยาฆ่าเชื้อโรคทำกับสารที่หกหล่น
6) ใช้ผ้าเช็ดมือเช็ดสารที่หกหล่น โดยชุบจากขอบของ spill เข้าสู่ส่วนกลาง
7) ทำความสะอาดบริเวณหก, หล่นด้วยผ้าเช็ดมือที่ชุบน้ำยาฆ่าเชื้อผืนใหม่
8) ใส่ผ้าเช็ดมือลงไปในภาชนะแล้วปิดให้สนิทเขียนติดฉลากว่าสารติดเชื้อบนภาชนะนั้น
9) รายงานการเกิดการหกหล่นต่อหัวหน้าห้องปฏิบัติการ

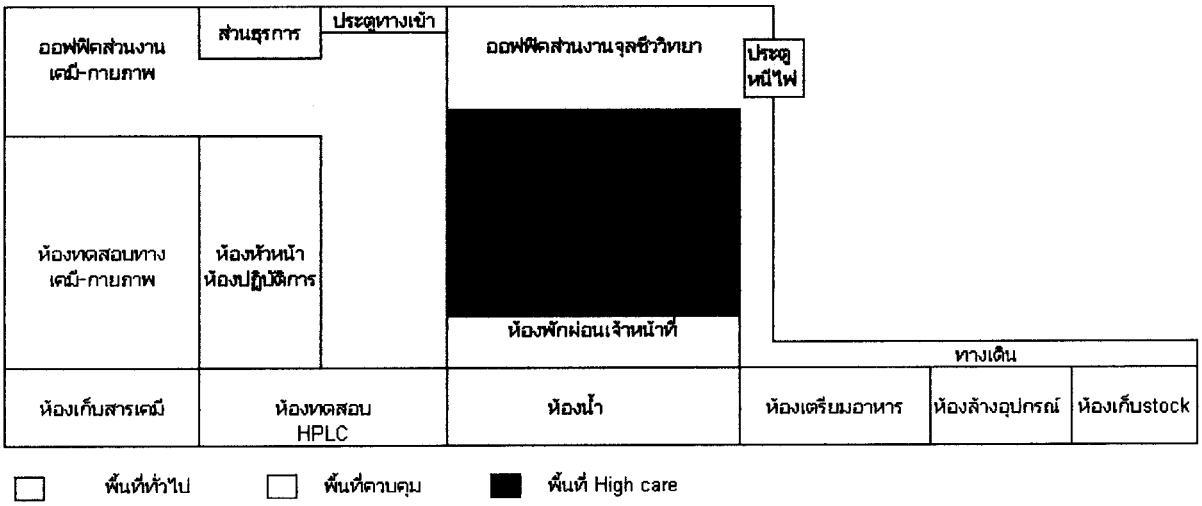
2. ห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา

2.1 การจัดองค์กรห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา

ห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด มีเจ้าหน้าที่ทั้งหมด 10 คน โดยมีหัวหน้าส่วนทางจุลชีววิทยา 1 คน เจ้าหน้าที่ทดสอบทางจุลชีววิทยา 4 คน และพนักงานทดสอบทางจุลชีววิทยา 5 คน ตามภาพที่ 2.2 ผังองค์กรห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี.ฟาร์มา - ซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด และภาพที่ 2.3 แผนผังห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด ดังนี้



ภาพที่ 2.2 ผังองค์กรห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด



ภาพที่ 2.3 แผนผังห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด

2.2 การกำหนดพื้นที่ความปลอดภัยห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา

ห้องปฏิบัติการมีการกำหนดพื้นที่ความปลอดภัยไว้ 3 ระดับดังนี้

2.2.1 พื้นที่ทั่วไป หมายถึง พื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการ ที่เป็นส่วนออฟฟิศ และส่วนธุรการ และมีการควบคุมการเข้า-ออกโดยอนุญาตให้เฉพาะเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเท่านั้นที่จะเข้าได้ และติดป้าย "ห้ามเข้าก่อนได้รับอนุญาต"

2.2.2 พื้นที่ควบคุม หมายถึง พื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการที่เป็นห้องทดสอบ ห้องเก็บสารเคมี ห้องเตรียมอาหาร ห้องล้างอุปกรณ์ ห้องเก็บ stock

2.2.3 พื้นที่ High care หมายถึง ห้องทดสอบทางจุลชีววิทยา เป็นพื้นที่ที่ต้องดูแล รักษาความสะอาดเป็นพิเศษ และมีกฎ ระเบียบ ในการปฏิบัติงานอย่างเคร่งครัด

3. คู่มือความปลอดภัยห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา

3.1 การแบ่งระดับความปลอดภัยทางชีวภาพในห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด มีจุลินทรีย์ ไว้ครอบครองจำนวน 3 เชื้อ ตามตารางที่ 2.2 ทะเบียนรายชื่อเชื้อจุลินทรีย์ จากการตรวจสอบรายชื่อเชื้อจุลินทรีย์ในระดับต่างๆ ในฐานข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (ภายใต้พระราชบัญญัติเชื้อโรคและพิษจากสัตว์)พบว่าเป็นจุลินทรีย์ในระดับ BSL 2 ซึ่งการนำเข้าเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในระดับ BSL2 ขึ้นไปจะต้องมีใบอนุญาตนำเข้าเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ สำนักยาและวัตถุเสพติด กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (ใบอนุญาตที่ 504-27/2551) ตามพระราชบัญญัติเชื้อโรคและพิษจากสัตว์

ตารางที่ 2.2 ทะเบียนรายชื่อเชื้อจุลินทรีย์

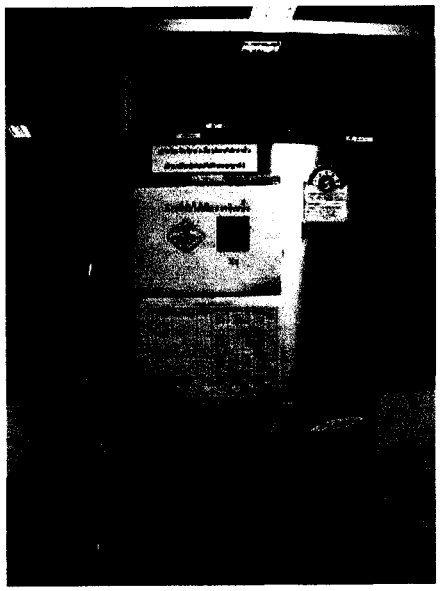
รายชื่อเชื้อจุลินทรีย์	BSL	รหัส	ชื่อหน่วยงานผู้ขาย
1. *Escherichia coli*	2	ATCC 25922 (DMST 4212)	กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
2. *Geobacillus stearothemophilus*	2	ATCC 7953	กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
3. *Enterobacter aerogenes*	2	ATCC 13048 (DMST 8841)	กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

3.2 การจัดเก็บเชื้อจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการ มีขั้นตอนการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ ดังนี้

3.2.1 เมื่อได้รับเชื้ออ้างอิง Reference culture จากศูนย์การเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ (Culture collection) กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ห้องปฏิบัติการดำเนินการจัดเก็บตามคำแนะนำจากผู้ขาย เช่น เก็บที่อุณหภูมิห้อง , เก็บที่อุณหภูมิ 2-8°C เป็นต้น ดังตัวอย่างตามภาพที่ 2.4 ตู้จัดเก็บเชื้อจุลินทรีย์

3.2.2 บันทึกข้อมูลรายละเอียดของ Reference culture ลงในแบบฟอร์ม "บัญชีการผลิตเชื้อโรคและพิษจากสัตว์" (FR-MI-544) ตัวอย่างแบบฟอร์ม ตามตารางที่ 2.3 ตัวอย่างการกรอกบัญชีการผลิตเชื้อโรคและพิษจากสัตว์

3.2.3 ตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีและความบริสุทธิ์ของ Reference culture และถ่ายเป็น Stock เชื้ออ้างอิง (Reference Stock) ตามวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 2.4 ตู้จัดเก็บเชื้อจุลินทรีย์

3.3 การควบคุมการเบิก-จ่าย เชื้อจุลินทรีย์อ้างอิง มีข้อปฏิบัติดังนี้

3.3.1 ทุกครั้งที่มีการเตรียม Reference stock ต้องติดฉลาก ชื่อเชื้อ Lot วันที่เตรียม ไว้ที่ Cryotube เพื่อสามารถนำไปใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์

3.3.2 ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องเมื่อมีการนำเชื้อ Reference Stock และ Working Stock ไปใช้ จะต้องมีการบันทึกการเบิกจ่ายเชื้อจุลินทรีย์อ้างอิง โดยต้องแจ้งผู้ควบคุมเชื้อและทำการเบิกจ่ายเพื่อควบคุมและป้องกันการปนเปื้อนในกรณีที่มีการนำไปใช้ผิดวัตถุประสงค์

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างการกรอกบัญชีการผลิตเชื้อโรคและพิษจากสัตว์

บัญชีการผลิตเชื้อโรคและพิษจากสัตว์

ชื่อผู้รับใบอนุญาตผลิต...บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม.....ใบอนุญาต ที่.....504/27...../..2551.....

ประจำเดือน.....สิงหาคม.....พ.ศ. ....2551.....

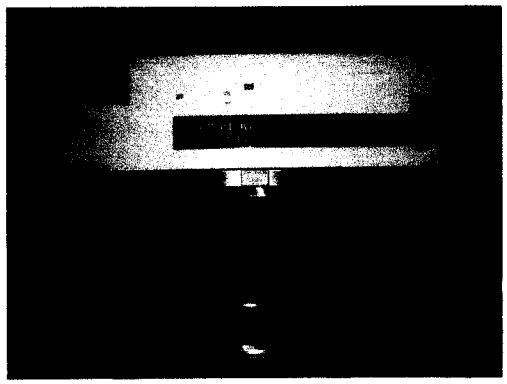
ลำดับที่	วัน เดือน ปี ที่ผลิต	ชื่อเชื้อโรค และ พิษจากสัตว์	เลขที่หรือ อักษรของ ครั้งที่ผลิต	เลขรหัส ของเชื้อโรค และพิษจาก สัตว์	จำนวน/ ปริมาณ	วัน เดือน ปี ที่จำหน่าย	จำนวน/ ปริมาณ	ผู้รับ/ แหล่งที่รับ	คงเหลือ	ลายมือชื่อ ผู้ควบคุม การผลิต/ จำหน่าย	หมายเหตุ
1	8/15/2008	*Enterobacter aerogenes* ATCC 13048/ DMST 8841 (Reference culture)	8/15/2008(ผลิตโดย Culture collection)	Lot 2319 (Culture collection)	1 tube	11/19/2008	1 tube	ชุติมา / กรมวิทย์ฯ	1 tube	ปณดพล	

3.4 อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานทางจุลชีววิทยา

3.4.1 ตู้ปลอดเชื้อ หรือที่เรียกว่า Biological Safety Cabinets (BSC) ตัวอย่างตามภาพที่ 2.5 ตู้ปลอดเชื้อ ใช้สำหรับห้องปฏิบัติการในระดับ Class II ซึ่งจะต้องทำในตู้ปลอดเชื้อเมื่อ

1) ปฏิบัติงานในขั้นตอนที่อาจจะเกิดการฟุ้งกระจายหรือกระเด็นของสารชีวภาพอันตราย ประกอบด้วยการหมุนเหวี่ยง (centrifuging) การบด (grinding) การปั่น (blending) การเขย่า (vigorous shaking) การผสม (mixing) การเปิดภาชนะที่บรรจุวัสดุที่ติดเชื้อซึ่งความดันภายในไม่เท่ากับความดันภายนอก

2) การใช้สารชีวภาพอันตรายที่มีความเข้มข้นสูงหรือปริมาณมาก ตัวอย่างเช่น วัสดุติดเชื้อหรือสารชีวภาพอันตรายที่จะต้อง centrifuge จะต้องใช้หลอด centrifuge ที่มีฝาเกลียวปิดเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองเชื้อในขณะที่ปั่นและเมื่อต้องการเปิดฝาหลอด centrifuge ออกจะต้องเปิดใน Biological Safety Cabinet เท่านั้น



ภาพที่ 2.5 ตู้ปลอดเชื้อ

3.4.2 เครื่องมือ/อุปกรณ์ป้องกันหรือคลุมหน้า เช่น แว่นตา ผ้าปิดหน้า หน้ากาก หรืออุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นอื่น ๆ ใช้สำหรับป้องกันการกระเด็น กระจาย การฟุ้งเป็นฝอย ของสารชีวภาพอันตรายหรือวัสดุที่ติดเชื้อ ที่อาจจะเข้าโดนใบหน้า เมื่อมีการต้องสัมผัสกับเชื้อจุลินทรีย์ด้านนอก ตู้ปลอดเชื้อ หรือ BSC

3.4.3 เสื้อกราวด์ ควนสวมเสื้อกราวด์ตลอดขณะอยู่ในห้องปฏิบัติการ และต้องถอดเสื้อกราวด์ออกก่อนที่จะออกไปยังพื้นที่นอกห้องปฏิบัติการ เสื้อกราวด์ทั้งหมดรวมทั้ง

ชุดป้องกันการปนเปื้อนที่ผ่านการใช้งานแล้วให้ทำความสะอาดโดยห้องปฏิบัติการ ห้ามไม่ให้นำกลับไปทำความสะอาดเองภายนอก

3.4.4 ***ถุงมือ*** ควรสวมถุงมือเมื่อต้องสัมผัสกับวัตถุที่อาจติดเชื้อ พื้นผิวที่มีการปนเปื้อน หรืออุปกรณ์ที่มีการปนเปื้อน ควรจะสวมถุงมือทั้งสองข้าง ถุงมือจะถูกถอดทิ้งก็ต่อเมื่อ สัมผัสสิ่งปนเปื้อน และเมื่อทำงานเกี่ยวกับสารชีวภาพอันตรายเสร็จเรียบร้อยแล้ว หรือเมื่อถุงมือชำรุด ถุงมือแบบใช้แล้วทิ้งไม่ควรนำไปล้างแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ และไม่ควรใส่ออกนอกห้องปฏิบัติการ ควรล้างมือทุกครั้งหลังจากถอดถุงมือออก

3.5 กฎ ระเบียบ ข้อปฏิบัติ สำหรับห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา

3.5.1 การควบคุมการเข้าออก

ห้องปฏิบัติการมีการกำหนดพื้นที่ความปลอดภัยไว้ 3 ระดับ ตามภาพที่ 2.3 แผนผังห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด ซึ่งแต่ละพื้นที่มีการควบคุมการเข้าออก ดังนี้

!) พื้นที่ทั่วไป

อนุญาตให้เฉพาะเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเท่านั้นที่เข้าได้ กรณีเป็นเจ้าหน้าที่ฝ่ายอื่นหรือแขกผู้มาเยือนให้ติดต่อเจ้าหน้าที่ธุรการห้องปฏิบัติการก่อน โดยเจ้าหน้าที่ฯ จะอนุญาตให้ผู้มาเยือนเข้าออกพื้นที่ทั่วไป พื้นที่ควบคุมได้เมื่อมีเหตุอันควร และมีเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องเป็นผู้พาเข้าพื้นที่ และมีการลงบันทึกการเข้า-ออกในสมุดบันทึกการเข้า-ออกห้องปฏิบัติการ

2) พื้นที่ควบคุม

ปฏิบัติเหมือนพื้นที่ทั่วไป แต่เพิ่มการแต่งกายสำหรับพื้นที่ควบคุม ตามภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการแต่งกายของเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ควบคุม

ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการแต่งกายของเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ควบคุม

3) พื้นที่ High care

(1) อนุญาตให้เฉพาะเจ้าหน้าที่ทดสอบทางจุลชีววิทยา และเจ้าหน้าที่ทำความสะอาดที่ได้รับอนุญาตจากหัวหน้าห้องปฏิบัติการแล้วเท่านั้นที่สามารถเข้าออกได้

(2) เจ้าหน้าที่ฝ่ายอื่นๆ และผู้มาเยือน หากต้องการเข้าไปในพื้นที่ High care ให้ขออนุญาตหัวหน้าห้องปฏิบัติการก่อน และเมื่อได้รับการอนุญาตแล้ว จึงจะมีผู้ที่ได้รับมอบหมายพาเข้าไป โดยผู้ที่เข้าที่อยู่ในเขต High care ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดในพื้นที่นั้น ๆอย่างเคร่งครัด การแต่งกายของพื้นที่ High care ตามภาพที่ 2.7 ตัวอย่างการแต่งกายของเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ High care

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างการแต่งกายของเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ High care

3.5.2 ***ข้อปฏิบัติ สำหรับพื้นที่ high care*** สำหรับผู้ที่จะเข้าไปเพื่อปฏิบัติงานหรือทำกิจกรรมต่างๆ ต้องปฏิบัติ ดังนี้

1) สวมเสื้อกราวน์สีขาว , หมวกคลุมบ่า และผ้าปิดจมูก ตามภาพที่ 2.3 การแต่งกายเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา
2) สวมใส่รองเท้าบู๊ตสีขาวคลุมถึงน่อง โดยใช้รองเท้าบู๊ตซึ่งจัดไว้ให้เท่านั้น
3) ทำความสะอาดมือตามขั้นตอนด้วยน้ำยาทำความสะอาดที่จัดไว้ให้
4) การเข้าไปภายในห้องทดสอบเนื่องจากเป็นประตูกระจก 2 ชั้น ให้ใช้สะโพกดันประตูเพื่อเข้าไปภายในโดยไม่ใช้มือสัมผัสกับประตู
5) การออกจากห้องให้ออกทางประตูทางออกเท่านั้น
6) การส่งตัวอย่างวิเคราะห์ที่มีจำนวนมากจะต้องจัดวางบนรถเข็นซึ่งกำหนดให้ใช้งานอยู่ระหว่างห้องเตรียมตัวอย่างและห้องทดสอบเท่านั้น
7) การส่งของหรืออุปกรณ์/เครื่องมือเข้า-ออก ภายในห้อง ต้องส่งผ่านตู้รับส่งของเท่านั้น
8) เจ้าหน้าที่ทดสอบหรือผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบทำความสะอาดมือด้วย Alcohol 70% ทุกๆครั้ง เมื่อมีการสัมผัสกับพื้นผิวหรือวัสดุสิ่งของที่อาจปนเปื้อนตามความเหมาะสม
9) เจ้าหน้าที่ทดสอบหรือผู้ปฏิบัติงานจะต้องรักษาความสะอาดของร่างกายได้แก่ มือ เล็บ และผม และชุดปฏิบัติงานต้องเปลี่ยนใหม่ทุกวัน โดยชุดที่ผ่านการใช้งานแล้วจะต้องทำความสะอาดตามขั้นตอนของห้องปฏิบัติการ ห้ามนำออกไปทำความสะอาดภายนอกห้องปฏิบัติการ
10) จัดให้มีการเฝ้าระวังสภาพอากาศและความสะอาดของพื้นผิวภายในห้องทดสอบโดยดำเนินการตามระเบียบปฏิบัติอย่างเคร่งครัด
11) กรณีที่มีอาการเจ็บป่วยต้องแจ้งให้หัวหน้าห้องปฏิบัติการทราบถึงอาการต่างๆเพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมในการปฏิบัติงาน
12) ให้ปฏิบัติงานด้วยความรอบคอบและความระมัดระวัง
13) ห้ามนำสิ่งของหรือวัสดุที่ไม่เกี่ยวข้องที่อาจมีการปนเปื้อนเข้ามาภายในห้องปฏิบัติการ

3.6 การจัดการของเสียห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา

ขยะหรือของเสียที่ติดเชื้อในห้องปฏิบัติการได้แก่ เพลทอาหารเลี้ยงเชื้อ , Bio indicator และขยะติดเชื้ออื่นๆ มีวิธีการจัดการ ดังต่อไปนี้

3.6.1 ขั้นตอนการคัดแยกเพลทอาหารเลี้ยงเชื้อหลังจากการอ่านผล

1) ในกรณีที่เป็น "เพลทไม่ติดเชื้อ"

(1) พนักงานสวมถุงมือยางอนามัยจากนั้นนำเพลทจากถังที่มีป้ายระบุว่า "เพลทไม่ติดเชื้อ" มาทำการแคะเอาเศษวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อและเศษวัสดุแยกออกใส่ถุงดำ (ซ้อน 2 ชั้น) ส่วนเพลทเปล่านำไปล้างตามขั้นตอนปกติ

(2) นำถุงดำที่ใส่เศษวุ้นของอาหารเลี้ยงเชื้อมัดปากถุงให้แน่นสนิท ติดป้าย "ขยะติดเชื้อจากห้อง LAB"

(3) นำไปวางไว้ที่จุดที่ทางโรงงานกำหนดไว้ให้เพื่อให้เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยส่งกำจัดต่อไป

2) ในกรณีที่เป็น "เพลทติดเชื้อ"

(1) พนักงานนำถังที่มีป้ายระบุว่า "เพลทติดเชื้อ" ไปทำการฆ่าเชื้อด้วย Autoclave ที่อุณหภูมิ 121±3°C เป็นเวลา 30 นาที

(2) จากนั้นจึงทำการแคะเอาเศษวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อและเศษวัสดุแยกออกใส่ถุงดำ (ซ้อน 2 ชั้น) ส่วนเพลทเปล่านำไปล้างตามขั้นตอนปกติ

(3) นำถุงดำที่ใส่เศษวุ้นของอาหารเลี้ยงเชื้อมัดปากถุงให้แน่นสนิท ติดป้าย "ขยะติดเชื้อจากห้อง LAB"

(4) นำไปวางไว้ที่จุดที่ทางโรงงานกำหนดไว้ให้เพื่อให้เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยส่งกำจัดต่อไป

3.6.2 ขั้นตอนการกำจัดขยะติดเชื้ออื่นๆ

1) ก้าน Swab แบบไม้พันสำลี และ Pocket Swab Plus

(1) พนักงานทำการแยกเอาก้าน Swab ใส่ลงในถุง ดำ (ซ้อน 2 ชั้น)

(2) มัดปากถุงให้แน่นสนิท แล้วติดป้ายว่า "ขยะติดเชื้อจากห้อง LAB"

(3) นำไปวางไว้ที่จุดที่ทางโรงงานกำหนดไว้ให้เพื่อให้เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยนำไปดำเนินการต่อไป

2) Bio Indicator (Spore strip , Sterikon) และเชื้ออ้างอิงที่เหลือจากงานวิเคราะห์

(1) ฆ่าเชื้อด้วย Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 ±3 °C เป็นเวลา 30 นาที

(2) ใส่ลงในถุง ดำ(ซ้อน 2 ชั้น) มัดปากถุงให้แน่นสนิทแล้วติดป้ายว่า "ขยะติดเชื้อจากห้อง LAB"

(3) นำไปวางไว้ที่จุดที่ทางโรงงานกำหนดไว้ให้เพื่อให้เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยนำไปดำเนินการต่อไป

(4) นำไปทำลายเชื้อตามคำแนะนำที่แนบมากับเชื้อชนิดนั้นๆ

3.6.3 การทำลายเชื้อหรือการจำหน่ายทิ้งหลังการใช้งาน

เมื่อเสร็จขั้นตอนการนำเชื้อจุลินทรีย์อ้างอิงไปใช้ อุปกรณ์ที่นำไปใช้งาน ต้องทำการฆ่าเชื้อตามวิธีของห้องปฏิบัติการโดย Autoclave ที่อุณหภูมิ 121±1 °C เป็นเวลา 30 นาที ก่อนทิ้งหรือส่งมอบให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องมารับ เพื่อนำไปกำจัดต่อไป

3.7 การดำเนินการเมื่อเกิดอุบัติเหตุทางจุลชีววิทยา

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ดังนั้นจึงควรหาทางป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ และต้องหาวิธีแก้ไขอย่างถูกต้องและรวดเร็ว เมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น การดำเนินการแก้ไขอย่างมีประสิทธิภาพควรมีการวางแผนและเตรียมการที่ดี เมื่ออุบัติเหตุเกิดขึ้นทุกครั้งต้องแจ้งให้หัวหน้าห้องปฏิบัติการทราบทันที การดำเนินการเมื่อเกิดอุบัติเหตุมีวิธีปฏิบัติดังนี้

3.7.1 การปฏิบัติเมื่อมีสิ่งหกราด อันตรายจากการหกของตัวอย่าง หรือเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในตัวอย่างนั้น บุคลากร ต้องปฏิบัติดังต่อไปนี้

1) ตัวอย่างที่อาจจะมีเชื้อโรคแต่ไม่ร้ายแรง เช่น เชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมาในอาหาร เพลทอาหารเลี้ยงเชื้อที่ทำการฆ่าเชื้อแล้ว มักจะไม่มีเชื้อโรค หรือมีเชื้อปริมาณน้อย และไม่ได้เป็นเชื้อก่อโรคอันตรายหรือโรคติดต่อร้ายแรง ให้ปฏิบัติดังนี้

(1) เคลื่อนย้ายเครื่องมือเครื่องใช้และสิ่งของที่อยู่รอบ ๆ ที่ไม่ปนเปื้อนออก

(2) สวมถุงมือหรือใช้ปากคีบหยิบหรือคีบ หรือเช็ดสิ่งที่หกราดนั้นออกแล้วทิ้งลงในถังขยะติดเชื้อ

(3) ราดบริเวณนั้นด้วยน้ำยา hypochlorite 0.5% หรือ Lysol® 2% ให้ทั่ว จากด้านนอกสู่ด้านใน ทิ้งไว้นาน 30 นาที แล้วเช็ดถูตามปกติต่อไป

2) ตัวอย่างหรือเชื้อจุลิทรีย์หกใน biosafety cabinet ให้ปฏิบัติดังนี้

(1) เปิดเครื่องดูดอากาศ เพื่อลดจำนวนเชื้อในตู้และที่อาจเล็ดลอดออกนอกตู้

(2) สวมหมวก เสื้อคลุมแขนยาว ผ้าปิดปาก-จมูก และถุงมือ

(3) ราดบริเวณนั้นให้ทั่วด้วย Lysol® 2% หรือ iodophor 4% (ห้ามใช้น้ำยาที่ติดไฟได้ เช่น alcohol เพราะอาจจะมีประกายไฟในเครื่อง ทำให้เกิดไฟไหม้ได้) ทิ้งไว้นาน 30 นาที แล้วเช็ดถูออกตามปกติ

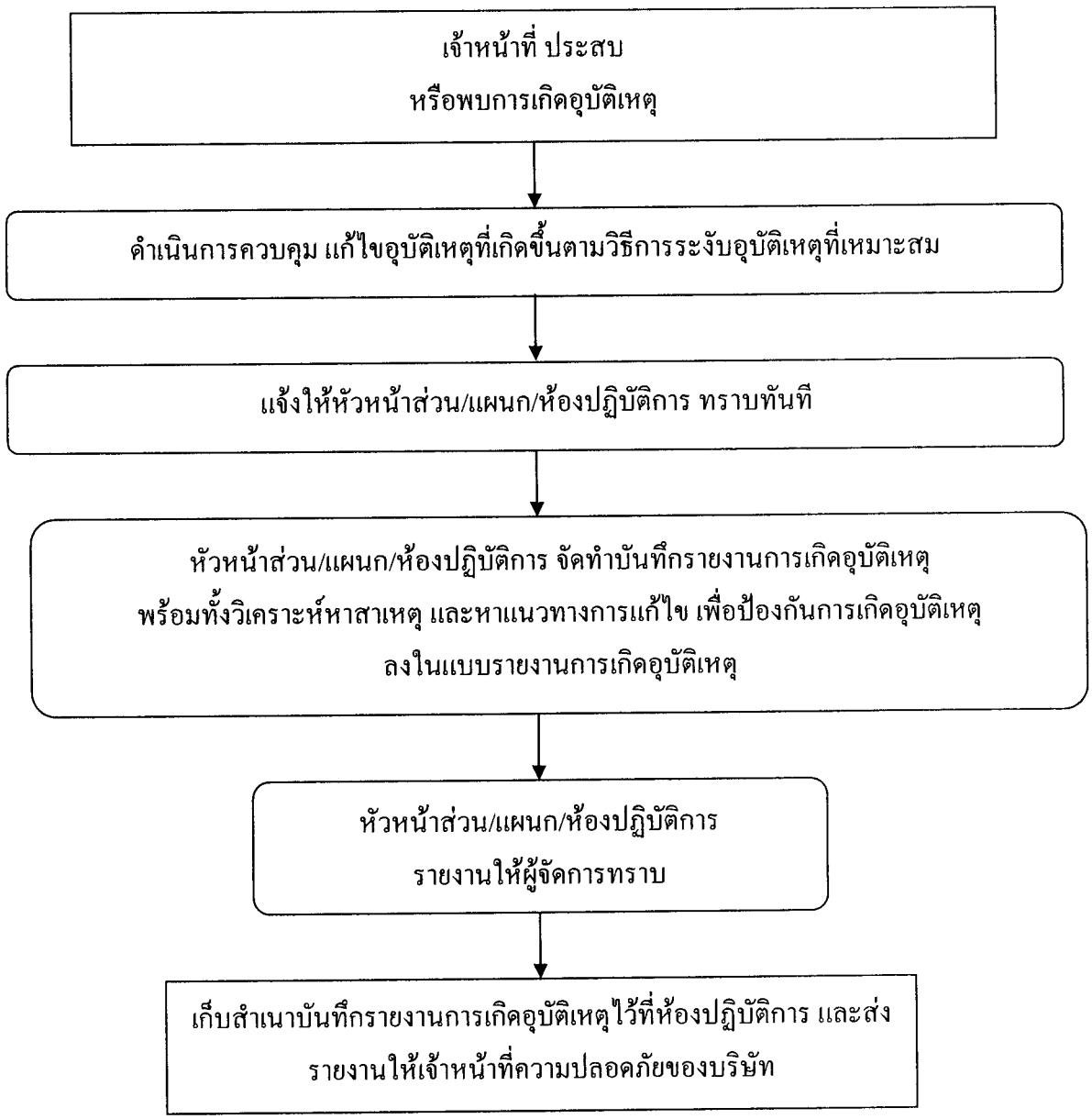
(4) เช็ดพื้น ผนัง เพดานของตู้ให้ทั่วด้วยน้ำยาทำลายเชื้อ

(5) เมื่อเสร็จงานให้ถอดเครื่องป้องกันร่างกายและกำจัดแบบขยะติดเชื้อ

3.7.2 แนวทางปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นภายใน

แนวทางปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นภายในห้องปฏิบัติการเขียนเป็น Flow chart ได้ตามภาพที่ 2.8 แผนภูมิการไหล แนวทางปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นภายใน

แนวทางปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นภายใน



ภาพที่ 2.8 แผนภูมิการไหล แนวทางปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นภายใน

บทที่ 3
ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางเคมี

1. ทฤษฎีทางเคมี

1.1 อันตรายจากสารเคมี

สารอันตราย (Hazardous Chemical) หมายถึง สารเคมีที่อาจอยู่ในรูปสารเดี่ยวหรือสารผสม รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ ซึ่งสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม คุณลักษณะของสารเคมีที่เป็นอันตราย มีดังนี้

1.1.1 ***ความไวไฟ (Flammability)*** คือ ความสามารถในการลุกไหม้ได้เองหรือติดไฟได้ง่าย เมื่อมีปริมาณของไอระเหยของสารที่พอเหมาะในอากาศและมีอุณหภูมิถึง จุดวาบไฟ (flash point) หรือการเสียดสี หรือประกายไฟทำให้เกิดเปลวไฟและก๊าซต่างๆ

1.1.2 ***ความไม่เสถียร (Instability)*** คือ ความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้เอง เมื่อได้รับความร้อนสูง แรงกระแทก แรงดันสูง และประกายไฟ ทำให้เกิดการระเบิดและมีก๊าซต่างๆเกิดขึ้น

1.1.3 ***ความว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี (Reactivity)*** คือ ความสามารถที่จะเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ กรดและด่าง อากาศ และสารออกซิไดซ์ ทำให้เกิดก๊าซหรือการระเบิดได้

1.1.4 ***การกัดกร่อน (Corrosivity)*** คือ ความสามารถในการกัดกร่อนวัสดุต่างๆ อาทิ กระดาษ หิน โลหะ แก้ว รวมทั้งการทำลายเนื้อเยื่อของสิ่งที่มีชีวิต

1.1.5 ***ความเป็นพิษ (Toxicity)*** คือ ความสามารถในการแทรกซึมเข้าไปในอวัยวะส่วนต่างๆ เช่น ตับ ไต สมอง ปอด และเลือด ทำให้เกิดผลร้ายแรงต่อการทำงานของอวัยวะ หรือเกิดความผิดปกติของเซล

1.1.6 ***การแผ่รังสี (Radioactivity)*** คือ ความสามารถในการทะลุทะลวงเข้าไปในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต ทำให้เกิดความผิดปกติของเซล หรือเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

1.2 ประเภทของสารอันตราย

จะกล่าวถึงการแบ่งประเภทของสารอันตราย 2 ระบบ คือ ตามระบบสากลของสหประชาชาติ (UN recommendations) และตามการจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก (Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals - GHS) ดังนี้

1.2.1 ระบบสากลของสหประชาชาติ (UN recommendations) ระบบ UN - United Nations Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods จำแนกสารที่เป็นอันตรายและเป็นเหตุให้ถึงแก่ความตายได้ หรือก่อให้เกิดความพินาศ เสียหาย ออกเป็น 9 ประเภท (UN-Class) ตามลักษณะที่ก่อให้เกิดอันตรายหรือความเสี่ยงในการเกิดอันตราย ดังนี้

1) ระเบิดได้ (Explosives)

สารระเบิดได้ หมายถึง ของแข็งหรือของเหลว หรือสารผสมที่สามารถเกิดปฏิกิริยาทางเคมีด้วยตัวมันเอง ทำให้เกิดก๊าซที่มีความดัน และความร้อนอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดการระเบิดสร้างความเสียหายแก่บริเวณโดยรอบได้ ซึ่งรวมถึงสารที่ใช้ทำดอกไม้เพลิงและสิ่งของที่ระเบิดได้ด้วย แบ่งเป็น 6 กลุ่มย่อย คือ

(1) สารหรือสิ่งของที่ก่อให้เกิดอันตรายจากการระเบิดอย่างรุนแรงทันทีทันใดทั้งหมด(Mass Explosive) ตัวอย่างเช่น เชื้อปะทุ ลูกระเบิด เป็นต้น

(2) สารหรือสิ่งของที่มีอันตรายจากการระเบิดแตกกระจาย แต่ไม่ระเบิดทันทีทันใดทั้งหมด ตัวอย่างเช่น กระสุนปืน ทุ่นระเบิด ชนวนปะทุ เป็นต้น

(3) สารหรือสิ่งของที่เสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้และอาจมีอันตรายบ้าง จากการระเบิด หรือการระเบิดแตกกระจาย แต่ไม่ระเบิดทันทีทันใดทั้งหมด ตัวอย่างเช่น กระสุนเพลิง เป็นต้น

(4) สารหรือสิ่งของที่ไม่แสดงความเป็นอันตรายอย่างเด่นชัด หากเกิดการปะทุหรือปะทุในระหว่างการขนส่ง จะเกิดความเสียหายเฉพาะภาชนะบรรจุ ตัวอย่างเช่น พลุอากาศ เป็นต้น

(5) สารที่ไม่ไวต่อการระเบิด แต่หากมีการระเบิดจะมีอันตรายจากการระเบิดทั้งหมด

(6) สิ่งของที่ไวต่อการระเบิดน้อยมากและไม่ระเบิดทันทีทั้งหมด มีความเสี่ยงต่อการระเบิดอยู่ในวงจำกัด เฉพาะในตัวสิ่งของนั้นๆ ไม่มีโอกาสที่จะเกิดการปะทุหรือแผ่กระจาย

2) ก๊าซ (Gases)

ก๊าซ หมายถึง สารที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีความดันไอมากกว่า 300 กิโล-ปาสคาล หรือมีสภาพเป็นก๊าซ อย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และมีความดัน 101.3 กิโลปาสคาล ได้แก่ ก๊าซอัด ก๊าซพิษ ก๊าซในสภาพ ของเหลว ก๊าซในสภาพของเหลวอุณหภูมิต่ำ และรวมถึงก๊าซที่ละลายในสารละลายภายใต้ความดัน เมื่อเกิดการรั่ว ไหล

สามารถก่อให้เกิดอันตรายจากการลุกติดไฟและ/ หรือเป็นพิษและแทนที่ออกซิเจนในอากาศ แบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย ดังนี้

(1) *ก๊าซไวไฟ (Flammable Gases)* หมายถึง ก๊าซที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และมีความดัน101.3 กิโลปาสกาล สามารถติดไฟได้เมื่อผสมกับ อากาศ 13 เปอร์เซ็นต์ หรือต่ำกว่าโดยปริมาตร หรือมีช่วงกว้างที่สามารถติดไฟได้ 12 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป เมื่อผสมกับอากาศโดยไม่คำนึงถึง ความเข้มข้นต่ำสุดของการผสม โดยปกติก๊าซไวไฟ หนักกว่าอากาศ ตัวอย่างของก๊าซกลุ่มนี้ เช่น อะเซทิลีน ก๊าซหุงต้มหรือก๊าซแอลพีจี เป็นต้น

(2) *ก๊าซไม่ไวไฟและไม่เป็นพิษ (Non-flammable Non-toxic Gases)* หมายถึง ก๊าซที่มีความดันไม่น้อยกว่า 280 กิโลปาสคาล ที่อุณหภูมิ 20 องศา-เซลเซียส หรืออยู่ ในสภาพของเหลวอุณหภูมิต่ำ ส่วนใหญ่เป็นก๊าซหนักกว่าอากาศ ไม่ติดไฟและ ไม่เป็นพิษหรือแทนที่ออกซิเจนในอากาศและทำให้เกิด สภาวะขาดแคลน ออกซิเจนได้ ตัวอย่างของก๊าซกลุ่มนี้ เช่น ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ อาร์กอน เป็นต้น

(3) *ก๊าซพิษ (Poison Gases)* หมายถึง ก๊าซที่มีคุณสมบัติเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือถึงแก่ชีวิตได้จาก การหายใจ โดยส่วนใหญ่หนักกว่าอากาศ มีกลิ่นระคายเคือง ตัวอย่างของก๊าซในกลุ่มนี้ เช่น คลอรีน เมทิลโบรไมด์ เป็นต้น

3) *ของเหลวไวไฟ (Flammable Liquids)*

ของเหลวไวไฟ หมายถึง ของเหลวหรือของเหลวผสมที่มีจุดวาบไฟ (Flash Point) ไม่เกิน 60.5 องศาเซลเซียส จากการทดสอบด้วยวิธีถ้วยปิด (Closed-cup Test) หรือไม่เกิน 65.6 องศาเซลเซียส จากการทดสอบด้วยวิธีถ้วยเปิด (Opened-cup Test) ไอของเหลวไวไฟพร้อมลุกติดไฟเมื่อมีแหล่งประกายไฟ ตัวอย่างเช่น อะซีโตน น้ำมันเชื้อเพลิง ทินเนอร์ เป็นต้น

4) *ของแข็งไวไฟ(Flammable Solids)*

สารที่ลุกไหม้ได้เองและสารที่สัมผัสกับน้ำแล้วให้ก๊าซไวไฟ แบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย ดังนี้

(1) *ของแข็งไวไฟ (Flammable Solids)* หมายถึง ของแข็งที่สามารถติดไฟได้ง่ายจากการได้รับความร้อน จากประกายไฟ/เปลวไฟ หรือเกิดการลุกไหม้ได้จากการเสียดสี ตัวอย่างเช่น กำมะถัน ฟอสฟอรัสแดง ไนโตรเซลลูโลส เป็นต้น หรือเป็นสารที่มีแนวโน้มที่จะเกิดปฏิกิริยาคายความร้อนที่รุนแรง ตัวอย่างเช่น เกลือไดอะโซเนียม เป็นต้น หรือเป็นสารระเบิดที่ถูกลดความ

ไวต่อการเกิดระเบิด ตัวอย่างเช่น แอมโมเนียมพิเครต (เปียก) ไดไนโตร-ฟีนอล (เปียก) เป็นต้น

(2) *สารที่มีความเสี่ยงต่อการลุกไหม้ได้เอง (Substances Liable to Spontaneous Combustion)* หมายถึง สารที่มีแนวโน้มจะเกิดความร้อนขึ้นได้เองในสภาวะการขนส่งตามปกติ หรือเกิดความร้อนสูงขึ้นได้เมื่อ สัมผัสกับอากาศ และ มีแนวโน้มจะลุกไหม้ได้

(3) *สารที่สัมผัสกับน้ำแล้วทำให้เกิดก๊าซไวไฟ (Substances which in Contact with Water Emit Flammable Gases)* หมายถึง สารที่ทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วมีแนวโน้มที่จะเกิดการติดไฟได้เองหรือทำให้เกิด ก๊าซไวไฟในปริมาณที่เป็นอันตราย

5)สารออกซิไดซ์และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ (Oxidizing Substances and Organic Peroxides) แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ดังนี้

(1) *สารออกซิไดส์ (Oxidizing Substances)* หมายถึง ของแข็ง ของเหลวที่ตัวของสารเองไม่ติดไฟ แต่ให้ออกซิเจนซึ่งช่วยให้วัตถุอื่นเกิดการลุกไหม้ และอาจจะก่อให้เกิดไฟ เมื่อสัมผัสกับสารที่ลุกไหม้และ เกิดการระเบิดอย่างรุนแรง ตัวอย่างเช่น แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ โซเดียมเปอร์ออกไซด์ โซเดียมคลอเรต เป็นต้น

(2) *สารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ (Organic Peroxides)* หมายถึง ของแข็งหรือของเหลวที่มีโครงสร้าง ออกซิเจนสองอะตอม -O-O- และช่วยในการเผาสารที่ลุกไหม้ หรือทำปฏิกิริยากับสารอื่นแล้วก่อให้เกิดอันตรายได้ หรือเมื่อได้รับความร้อนหรือลุกไหม้แล้วภาชนะบรรจุสาร นี้อาจระเบิดได้ ตัวอย่างเช่น อะซีโตนเปอร์ออกไซด์ เป็นต้น

6) สารพิษและสารติดเชื้อ (Toxic Substances and Infectious Substances) แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ดังนี้

(1) *สารพิษ (Toxic Substances)* หมายถึง ของแข็งหรือของเหลวที่สามารถทำให้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บ รุนแรงต่อสุขภาพของคน หากกลืน สูดดมหรือหายใจรับสารนี้เข้าไป หรือเมื่อสารนี้ได้รับความร้อนหรือลุกไหม้จะ ปล่อยก๊าซพิษ ตัวอย่างเช่น โซเดียมไซยาไนด์ กลุ่มสารกำจัดแมลงศัตรูพืชและสัตว์ เป็นต้น

(2) *สารติดเชื้อ (Infectious Substances)* หมายถึง สารที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนหรือสารที่มีตัวอย่าง การตรวจสอบของพยาธิ สภาพปนเปื้อนที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคในสัตว์และคน ตัวอย่างเช่น แบคทีเรียเพาะเชื้อ เป็นต้น

7) *วัสดุกัมมันตรังสี (Radioactive Materials)* วัสดุกัมมันตรังสี หมายถึง วัสดุที่สามารถแผ่รังสีที่มองไม่เห็นอย่างต่อเนื่องมากกว่า 0.002 ไมโครคูรีต่อกรัม ตัวอย่างเช่น โมนาไซด์ ยูเรเนียม โคบอลต์-60 เป็นต้น

8) *สารกัดกร่อน (Corrosive Substances)* สารกัดกร่อน หมายถึง ของแข็งหรือของเหลวซึ่งโดย ปฏิกิริยาเคมีมีฤทธิ์กัดกร่อนทำความเสียหาย ต่อเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตอย่างรุนแรงหรือ ทำลายสินค้า/ยานพาหนะที่ทำการขนส่ง เมื่อเกิดการรั่วไหลของสารไอระเหยของ สารประเภทนี้ บางชนิดก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อจมูกและตา ตัวอย่างเช่น กรดเกลือ กรดกำมะถัน โซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นต้น

9) *วัสดุอันตรายเบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Dangerous Substances and Articles)*

วัสดุอันตรายเบ็ดเตล็ด หมายถึง สารหรือสิ่งของที่ในขณะขนส่งเป็นสารอันตรายซึ่งไม่จัดอยู่ในประเภทที่ 1 ถึงประเภทที่ 8 ตัวอย่างเช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรต เป็นต้น และให้รวมถึงสารที่ต้อง ควบคุมให้มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ในสภาพของเหลว หรือมีอุณหภูมิ ไม่ต่ำกว่า 240 องศาเซลเซียสในสภาพของแข็งในระหว่างการขนส่ง

1.2.2 การจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก (Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals - GHS)

GHS ย่อมาจาก Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals หรือ การจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก เป็นระบบการจัดการสารเคมีแบบใหม่ที่ช่วยให้กฎระเบียบที่ใช้ในการจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมี รวมถึงเนื้อหาของเอกสารความปลอดภัยของแต่ละประเทศเป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก GHS มีเรื่องหลัก ๆ 2 เรื่องคือ

1) *การจำแนกประเภทสารเคมี (Classification)* ซึ่งพิจารณาความเป็นอันตราย 3 กลุ่มด้วยกัน คือ อันตรายทางกายภาพ อันตรายต่อสุขภาพ และอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และในแต่ละกลุ่มก็จะมีลักษณะความเป็นอันตรายกำหนดเอาไว้ชัดเจน ดังนี้

(1) *ความเป็นอันตรายทางกายภาพ* แบ่งเป็น 16 ประเภท (Classes) ดังนี้

ก. *วัตถุระเบิด (Explosives)*

ข. *ก๊าซไวไฟ (Flammable gases)*

ค. *ละอองลอยไวไฟ (Flammable aerosols)*

ง. *ก๊าซออกซิไดส์ (Oxidizing gases)*

จ. *ก๊าซภายใต้ความดัน (Gases under pressure)*

ฉ. *ของเหลวไวไฟ (Flammable liquids)*

ช. *ของแข็งไวไฟ (Flammable solids)*

ซ. *สารที่ทำปฏิกิริยาได้เอง (Self-reactive substances and mixtures)*

ฌ. *ของเหลวที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ (Pyrophoric liquids)*

ญ. *ของแข็งที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ (Pyrophorics solids)*

ฎ. *สารที่เกิดความร้อนได้เอง (Self-heating substances and mixtures)*

ฏ. *สารที่สัมผัสน้ำแล้วให้ก๊าซไวไฟ (Substances and mixtures which, in contact with water, emit flammable gases)*

ฐ. *ของเหลวออกซิไดส์ (Oxidizing liquids)*

ฑ. *ของแข็งออกซิไดส์ (Oxidizing solids)*

ฒ. *สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ (Organic peroxides)*

ณ. *สารกัดกร่อนโลหะ (Corrosive to metals)*

(2) *ความเป็นอันตรายต่อสุขภาพ* แบ่งเป็น 10 ประเภท (Classes) ดังนี้

ก. *ความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute toxicity)*

ข. *การกัดกร่อนและระคายเคืองต่อผิวหนัง (Skin corrosion/ Irritation)*

ค. *การทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและการระคายเคืองต่อดวงตา (Serious eye damage/ eye irritation)*

ง. *การทำให้ไวต่อการกระตุ้นอาการแพ้ต่อระบบทางเดินหายใจหรือผิวหนัง (Respiratory or skin sensitization)*

จ. *การก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ของเซลสืบพันธุ์ (Germ cell mutagenicity)*

ฉ. *การก่อมะเร็ง (Carcinogenicity)*

ช. *ความเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ (Reproductive toxicity)*

ซ. *ความเป็นพิษต่อระบบอวัยวะเป้าหมายอย่างเฉพาะเจาะจงจากการสัมผัสครั้งเดียว (Specific target organ systematic toxicity – Single exposure)*

ฌ. *ความเป็นพิษต่อระบบอวัยวะเป้าหมายอย่างเฉพาะเจาะจงจากการสัมผัสซ้ำ (Specific target organ systematic toxicity - Repeated exposure)*

ญ *ความเป็นอันตรายจากการสำลัก (Aspiration hazard)*

(3) ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม แบ่งเป็น 1 ประเภท (Class) คือ

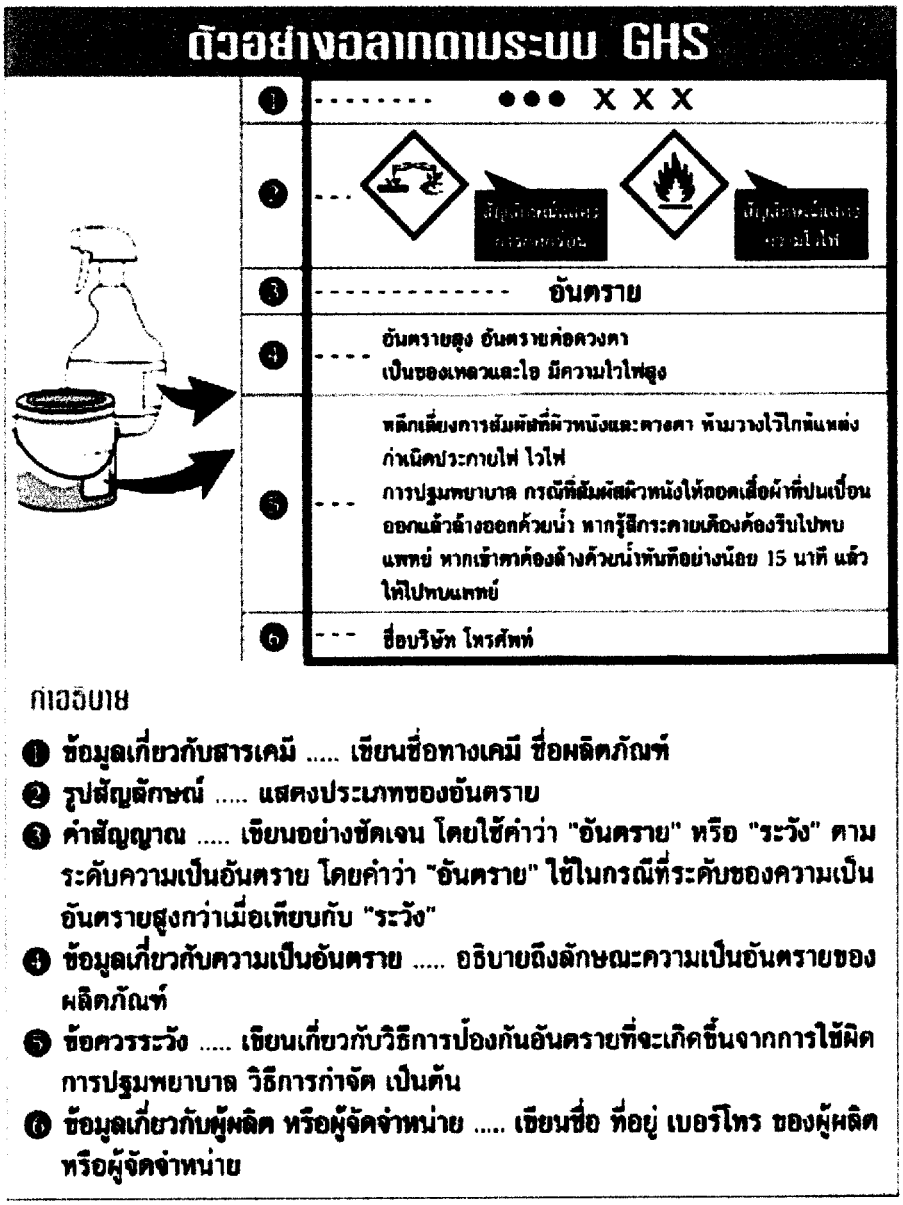
ก.ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมในน้ำ (Hazardous to the aquatic environment)

2) *การสื่อสารความเป็นอันตรายของสารเคมี (Hazard Communication)* ด้วยการติดฉลาก (Labeling) และการจัดทำเอกสารความปลอดภัย (Safety Data Sheet - SDS)

ระบบ GHS ครอบคลุมสารเคมีอันตรายทุกชนิด สารละลายเจือจาง (dilute solutions) และสารผสม (mixtures) ของสารเคมี แต่ไม่เกี่ยวข้องกับ เภสัชภัณฑ์ (ยารักษาโรค) สารเติมแต่งในอาหาร (food additives) เครื่องสำอาง และสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างอยู่ในอาหาร (pesticide residues in food) ณ จุดที่มีการนำสิ่งของดังกล่าวเข้าสู่ร่างกายโดยตั้งใจ (at the point of intentional intake) ในส่วนของการสื่อสารความเป็นอันตราย โดยในส่วนของยานั้น มีฉลากยาอยู่แล้ว GHS แบ่งการสื่อสารความเป็นอันตราย (Hazard communications) เป็น 2 แบบคือ การติดฉลาก (Labeling) และเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS)

(1) การติดฉลาก (Labeling) ระบบ GHS ใช้ฉลากเป็นเครื่องมือในการสื่อสารความเป็นอันตรายจากสารเคมี โดยการแสดงคุณสมบัติทางเคมี เช่น การระเบิด ความไวไฟ ความเป็นพิษเฉียบพลัน ความสามารถในการก่อมะเร็ง ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมในน้ำ เป็นต้น โดยมีการใช้รูปสัญลักษณ์ (Pictogram) เช่น รูปกะโหลกและกระดูกไขว้ รูปเครื่องหมายตกใจ รูปเปลวไฟ รูปถังก๊าซภายใต้ความดัน เป็นต้น และมีคำสัญญาณที่บอกให้ทราบว่า อันตราย หรือระวัง รวมทั้งมีข้อความที่แสดงให้ทราบถึงลักษณะความเป็นอันตราย ซึ่งทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องใช้ความระมัดระวังมากขึ้น เช่น ความเป็นพิษเฉียบพลัน สารเคมีที่พิจารณาได้ว่ามีความเป็นอันตรายในลักษณะดังกล่าวจะแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ตามระดับความเป็นอันตรายของความเป็นพิษนั้น และมีการแสดง Pictogram หรือคำเตือนที่เป็นฉลาก นอกจากนี้ยังมีการแสดงถึงข้อมูลความเป็นอันตราย เช่น เสียชีวิต ถ้ากลืนกิน การปฐมพยาบาล วิธีการกำจัด ตามตัวอย่างภาพที่ 3. 1 ตัวอย่างองค์ประกอบของฉลากที่แสดงการแบ่งกลุ่มตามความเป็นอันตรายของความเป็นพิษเฉียบพลันตามระบบ GHS ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างฉลากตามระบบ GHS และตารางที่ 3.1 การสื่อสารความเป็นอันตรายตามระบบสากล GHS

ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างองค์ประกอบของฉลากที่แสดงการแบ่งกลุ่มตามความเป็นอันตราย ของความเป็นพิษเฉียบพลันตามระบบ GHS



ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างฉลากตามระบบ GHS

ตารางที่ 3.1 การสื่อสารความเป็นอันตรายตามระบบสากล GHS

อันตราย ทางกายภาพ		◘สารไวไฟ ◘สารที่ทำปฏิกิริยา ได้เอง ◘สารที่ลุกติดไฟได้เอง ◘สารที่เกิดความร้อน ได้เอง ◘สารที่ให้ก๊าซไวไฟ		◘สารออกซิไดส์ ◘สารเปอร์ออกไซด์ อินทรีย์
		◘วัตถุระเบิด ◘สารที่ทำปฏิกิริยา ได้ด้วยตนเอง ◘สารเปอร์ออกไซด์ อินทรีย์		◘ก๊าซภายใต้ความดัน
อันตราย ต่อ สุขภาพ		◘เป็นอันตรายต่อชีวิต		◘ระวังกัดกร่อน
		◘ระคายเคือง ◘ทำให้เกิดการแพ้ที่ผิวหนัง ◘เป็นพิษเฉียบพลัน ◘ระคายเคืองทางเดินหายใจ ◘ทำให้เกิดการง่วงซึม (ฤทธิ์ของวัตถุเสพติด)		◘ก่อมะเร็ง ◘ทำให้เกิดการแก้ หรือ หอบหืดหรือหายใจลำบาก ◘เป็นพิษต่อระบบอวัยวะเฉพาะ ◘ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ ◘อันตรายต่อระบบทางเดินหายใจส่วนล่างหรือทำให้ปอดอักเสบ
อันตรายต่อ สิ่งแวดล้อม		◘เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมในน้ำ		

(2) เอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS) SDS ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสารหรือสารผสมในลักษณะเบ็ดเสร็จเพื่อใช้ประโยชน์ในสถานที่ทำงาน (Workplace) เป็นข้อสนเทศที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ รูปแบบ (Format) ของ SDS มี 16 หัวข้อ ตามลำดับ ดังนี้

ก. การระบุชื่อสารเคมีและชื่อผู้ผลิต

ข. การระบุความเป็นอันตราย

ค. ส่วนประกอบของข้อสนเทศของส่วนผสม

ง. การปฐมพยาบาล

จ. มาตรการในการดับเพลิง

ฉ. มาตรการการจัดการเมื่อเกิดการหกรั่วไหล

ช. การใช้และการจัดเก็บรักษา

ซ. การควบคุมการรับสัมผัส/ การป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

ฌ. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

ญ. ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา

ฎ. ข้อสนเทศด้านพิษวิทยา

ฏ. ข้อสนเทศด้านนิเวศวิทยา

ฐ. ข้อพิจารณาในการกำจัดหรือทำลาย

ฑ. ข้อสนเทศเกี่ยวกับการขนส่ง

ฒ. ข้อสนเทศด้านกฎระเบียบ

ณ. ข้อสนเทศอื่น ๆ

เมื่อจำแนกประเภทได้แล้ว ก็จะต้องดูเกณฑ์ของ GHS เพื่อจัดระดับชั้นความเป็นพิษหรือประเภทย่อยอีก จึงจะนำไปสื่อสารความเป็นอันตรายได้ ใน GHS ก็จะมีตาราง Guide ให้และมีคำนิยามให้ด้วย เช่น ก๊าซไวไฟ คำนิยามที่ GHS กำหนดไว้เพื่อขจัดความแตกต่างในการนิยามของประเทศหรือระบบต่าง ๆ ก็คือ ก๊าซที่ติดไฟได้ ณ อุณหภูมิ 20°C และที่ความดันปกติ 101.3 กิโลปาสคาล ซึ่ง GHS ให้หลักเกณฑ์การจำแนกเป็น Category ดังนี้

Category 1 ก๊าซไวไฟอย่างยิ่ง (extremely flammable gas) ติดไฟได้แม้มีปนอยู่ในอากาศเพียง 13% โดยปริมาตรหรือต่ำกว่า

Category 2 ก๊าซไวไฟ (flammable gas) ก๊าซไวไฟที่อยู่นอกเหนือจาก Category 1

1.3 ฉลากสารเคมี

1.3.1 ข้อมูลบนฉลากสารเคมี ฉลากสารเคมีมีข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการป้องกันอันตรายจากสารเคมีและอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้ ข้อความที่ปรากฏอยู่บนฉลากประกอบด้วย

1) *ชื่อทางเคมี สูตรเคมี น้ำหนักโมเลกุล สมบัติทางกายภาพ เกรด*
2) *ชื่อผู้ผลิต เช่น Merck,Fluka,Carlo Erba เป็นต้น*
3) *ขนาดบรรจุ*
4) *Catalogue No. ของสารเคมีจากบริษัทผู้ผลิต*
5) *CAS number (Chemical Abstract Service Registry)* เป็นรหัสเฉพาะที่ใช้อ้างอิงสำหรับสารเคมีแต่ละชนิดที่กำหนดขึ้นโดย Chemical Abstract Service ซึ่งเป็นหน่วยงานหนึ่งของสมาคมเคมีของสหรัฐอเมริกา ปัจจุบันมีสารเคมีที่ลงทะเบียนแล้วกว่า 18 ล้านชนิดเป็นตัวเลข 3 ชุด เช่นdiethyl ether (60-29-7)
6) *คำเตือนและสัญลักษณ์แสดงระดับความอันตราย IMO number หรือ UN number*
7) *สิ่งที่ควรระวังหรือหลีกเลี่ยง*
8) *คำแนะนำในการใช้*
9) *คำแนะนำในการเก็บรักษา*

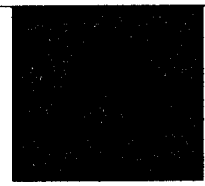
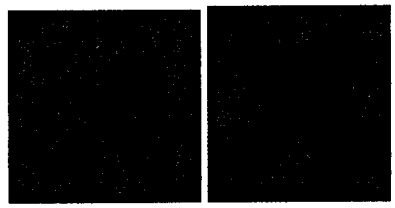
ตัวอย่างฉลากสารเคมีดังภาพที่ 3.3 ตัวอย่างฉลากสารเคมี และเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตราย

ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างฉลากสารเคมี และเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตราย

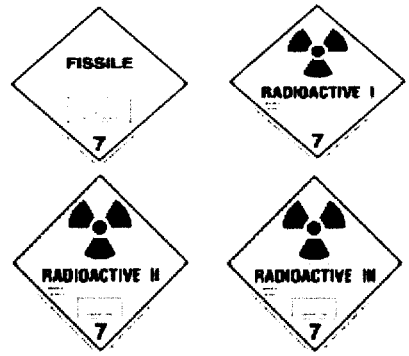
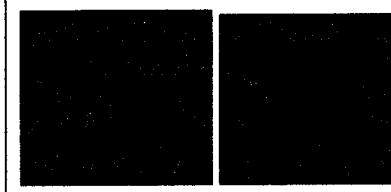
1.3.2 ฉลากสารเคมีของหน่วยงานต่างๆ ฉลากที่แสดงประกอบและอันตรายของสารที่ติดภาชนะ มีหน่วยงานต่างๆกำหนดขึ้นใช้หลายระบบ ได้แก่ ระบบองค์กรสหประชาชาติ ระบบ 704 ของ National Fire Protection Association ระบบHMIS ของ National Paint and Coating Association และระบบประชาคมยุโรป ซึ่งขึ้นกับการนำไปใช้งานที่มีความแตกต่างกัน กล่าวคือ ระบบ 704 ใช้กับภาชนะบรรจุขนาดใหญ่ที่ติดตรึงอยู่กับที่ในโรงงานอุตสาหกรรม ระบบ HMIS ใช้กับภาชนะบรรจุขนาดเล็กที่มีการขนถ่าย เคลื่อนย้ายภายในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งฉลากจะบ่งบอกอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องสวมใส่ขณะปฏิบัติงานกับสารอันตราย ระบบองค์การสหประชาชาติใช้ติดกับภาชนะบรรจุเมื่อขนส่งออกนอกโรงงานอุตสาหกรรม เป็นระบบสากลที่ใช้ในการขนส่งระหว่างประเทศ และภายในประเทศต่างๆ เช่น สหรัฐอเมริกา สิงคโปร์ เป็นต้น และระบบกลุ่มประชาคมยุโรปใช้ติดกับภาชนะบรรจุขนาดเล็ก นิยมกันในกลุ่มประชาคมยุโรปเท่านั้น ฉลากสารเคมีของหน่วยงานต่างๆที่กำหนดขึ้นมีดังนี้

1) *ระบบองค์กรสหประชาชาติ* เป็นระบบที่สื่อด้วยสัญลักษณ์ภาพ สี และหมายเลข เพื่อบ่งบอกให้ทราบประเภทของสารอันตรายว่าเป็นประเภทไหน ตัวอย่างสัญลักษณ์สารเคมีตามการจำแนกของUN ดังตารางที่ 3.3 ตารางเปรียบเทียบสัญลักษณ์อันตรายของสารเคมีตามระบบ UN และ EU
2) *กลุ่มประชาคมยุโรป* ตามข้อกำหนดของ EEC ที่ EEC ที่ 66/548/EEC เป็นระบบที่สื่อด้วยสัญลักษณ์ภาพแสดงอันตรายของสาร มีความเข้าใจง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ฉลากเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส สีพื้นของฉลากเป็นสีส้ม และมีสัญลักษณ์ภาพเป็นสีดำตัวอย่างสัญลักษณ์สารเคมีตามการจำแนกของ EU ดังตารางที่ 3.2 ตารางเปรียบเทียบสัญลักษณ์อันตรายของสารเคมีตามระบบ UN และ EU

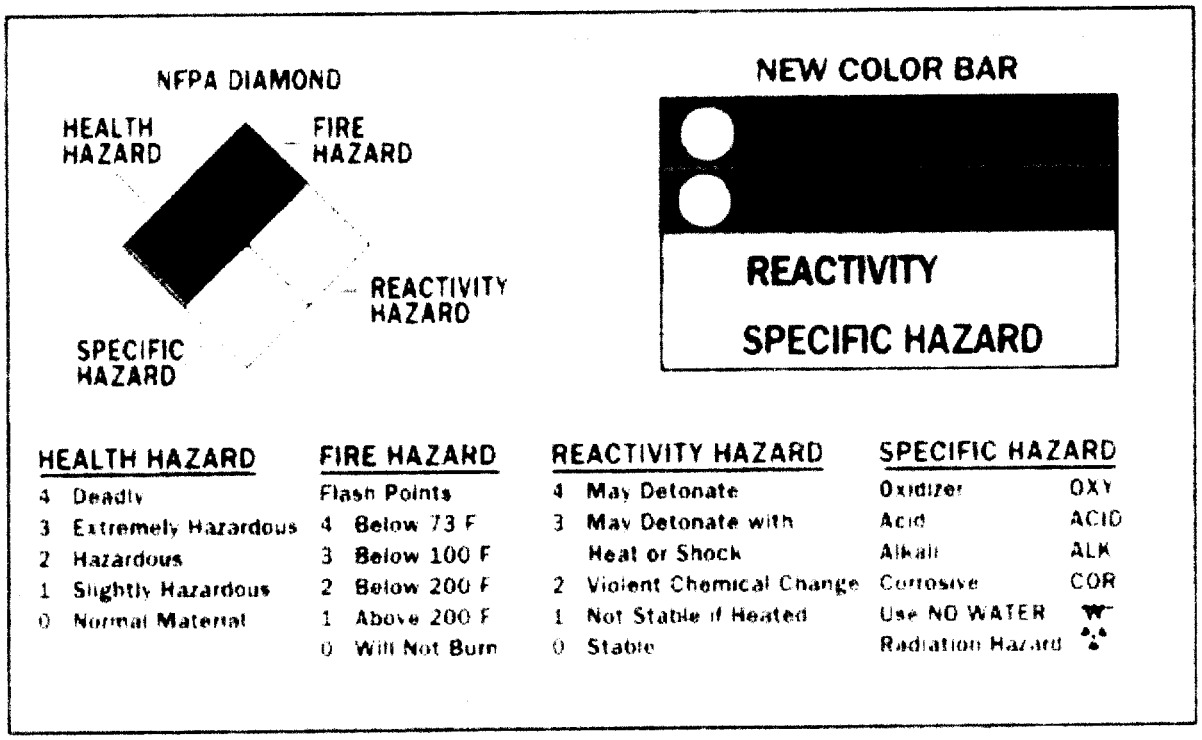
ตารางที่ 3.2 ตารางเปรียบเทียบสัญลักษณ์อันตรายของสารเคมีตามระบบ UN และ EU

ประเภทของสารเคมี	สัญลักษณ์แสดงอันตราย (Hazard) ของระบบ UN (สำหรับติดภายนอกเหนือหีบห่อบรรจุ)	สัญลักษณ์แสดงอันตราย (Hazard) สำหรับติดบนภาชนะบรรจุ ตามข้อกำหนดของ EEC 67/548/EEC
1.สารที่ก่อให้เกิดการระเบิดได้ (Explosives)		**E**
2. ก๊าซ (Gases)		**N/A**
3. ของเหลวไวไฟ (Flammable Liquids)		**F^+**
4. ของแข็งไวไฟ (Flammable Solids)		**F**
5.สารออกซิไดซ์ และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ (Oxidising Agent and Organic Peroxides)		 **O**
6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ (Toxic/Poisonous and Infectious Substances)		เป็นพิษมาก/เป็นพิษ เป็นอันตราย  **T^+/T** **Xn**

ตารางที่ 3.2 ตารางเปรียบเทียบสัญลักษณ์อันตรายของสารเคมีตามระบบ UN และ EU (ต่อ)

ประเภทของสารเคมี	สัญลักษณ์แสดงอันตราย (Hazard) ของระบบ UN (สำหรับติดภายนอกเหนือหีบห่อบรรจุ)	สัญลักษณ์แสดงอันตราย (Hazard) สำหรับติดบนภาชนะบรรจุ ตามข้อกำหนดของ EEC 67/548/EEC
7.สารกัมมันตรังสี (Radioactive)		**N/A**
8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน (Corrosives)		กัดกร่อน ระคายเคือง  **C** **Xi**
9.สาร หรือวัตถุอื่นที่อาจเป็นอันตรายได้ (Miscellaneous Dangerous Goods)		ทำลายสิ่งแวดล้อม (Dangerous for the Environment) **N**

(3) ระบบ 704 ของ National Fire Protection Association (NFPA) เป็นฉลากที่สื่อด้วยสีและหมายเลข เพื่อบ่งบอกให้ทราบถึงลักษณะอันตรายของสาร 3 กลุ่ม คือ อันตรายต่อสุขภาพ อันตรายจากการไวไฟ และอันตรายจากปฏิกิริยา และบอกระดับความรุนแรงของอันตรายที่เกิดขึ้นอย่างเฉียบพลันในระยะเวลาสั้นในช่วงเวลาที่ไฟไหม้ ฉลากของระบบ 704 มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสทำมุม 45 องศา บนฉลากแบ่งออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆกัน ดังภาพที่ 3.4 ฉลากระบบ 704 ของ National Fire Protection Association (NFPA) ช่องสี่เหลี่ยมสีขาวบอกข้อมูลอันตรายอื่นหรือคุณสมบัติเฉพาะของสารอันตราย/กำกับด้วยตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ (ถ้ามี) ช่องสี่เหลี่ยมสีขาวจะมีหรือไม่มีก็ได้



ภาพที่ 3.4 ฉลากระบบ 704 ของ National Fire Protection Association (NFPA)

(4) ระบบHazardous Material Information System (HMIS) ของ National Paint and Coating Association (NPCA) เป็นระบบที่แสดงให้ทราบถึงระดับความรุนแรงของอันตรายของสารที่เกิดขึ้นเฉียบพลันจากการสัมผัสในระยะเวลาสั้นในภาวการณ์ปกติ โดยบอกคุณสมบัติที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ อันตรายจากการ

ไวไฟ และอันตรายจากปฏิกิริยาโดยใช้ระบบตัวเลขลำดับอันตรายจาก 4 ถึง 0 เช่นเดียวกับระบบของ NFPA ฉลากเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีแถบสี 4 แถบ

ก. แถบสีน้ำเงิน แสดงอันตรายต่อสุขภาพ

ข. แถบสีแดง แสดงอันตรายจากการไวไฟ

ค. แถบสีเหลือง แสดงอันตรายจากการเกิดปฏิกิริยา โดยมีระดับคะแนนตั้งแต่ 0-4

0 หมายถึง สารเคมีนั้นไม่ก่อให้เกิดอันตราย

4 แสดงความอันตรายสูงสุด

ง. แถบสีขาว แสดงอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ดังตัวอย่างในภาพที่ 3.5 ฉลากระบบ Hazardous Material Information System (HMIS)

ภาพที่ 3.5 ฉลากระบบ Hazardous Material Information System (HMIS)

1.4 การจัดเก็บสารเคมี

1.4.1 หลักการจัดเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัย มีหลักเกณฑ์ ดังนี้

1) สำรวจสารเคมีที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ

2) ตรวจสอบข้อมูลจากฉลากที่ปรากฏบนขวดสารเคมี

3) จัดทำทะเบียนสารเคมีของห้องปฏิบัติการ

4) การเก็บสารเคมี ควรมีการจัดแยกเก็บตามชนิด หรือ ประเภทของสารเคมี รวมทั้งประเภทของอันตราย อันตรายของสารเคมีแต่ละชนิดอาจดูได้จากเอกสารข้อมูล

ความปลอดภัยเคมีภัณฑ์ Material Safety Data Sheets (MSDS) อย่างไรก็ตาม สารเคมีชนิดหนึ่งอาจถูกจัดเรื่องของความอันตรายอยู่ในหลายหมวดหมู่ได้ ซึ่งในกรณีนี้ควรจัดให้สารเคมีนั้นอยู่ในกลุ่มที่เป็นอันตรายสูงสุด จากนั้นจึงค่อยวางเรียงตามลำดับตัวอักษร

5) ไม่ควรใช้ตู้ดูดควัน เป็นที่เก็บสารเคมี

6) ภาชนะบรรจุสำหรับสารเคมีต้องมีฉลากชัดเจน เมื่อมีการถ่ายใส่ภาชนะขนาดเล็กสำหรับใช้งานต้องปิดฉลากสารเคมีให้ถูกต้อง

7) เก็บสารเคมีเข้าที่ ภายหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานทุกครั้ง

8) มีสัญลักษณ์แสดงสารอันตรายในพื้นที่จัดเก็บ

9) ควรใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เมื่อเข้าไปในพื้นที่จัดเก็บสารอันตราย

10) เมื่อมีการรั่วไหลของสารเคมี ต้องรีบดำเนินการและกำจัดทันที

11) ต้องมีอุปกรณ์ดับเพลิง /ป้องกันอยู่ใกล้ห้องเก็บสารเคมี

12) สารเคมีไวไฟ ควรเก็บตู้ควบคุมอุณหภูมิ เพื่อป้องกันการติดไฟ

13) ไม่ควรวางขวดสารเคมีซ้อนกันในแนวตั้ง

14) ไม่ควรเก็บสารเคมีในบริเวณทางเดิน บันได หรือวางบนพื้น ควรเก็บในพื้นที่ที่จัดไว้โดยเฉพาะ

15) สารเคมีทุกตัวควรมีการบันทึก วันที่ได้รับเข้ามาในห้องปฏิบัติการ และวันที่เปิดใช้

*1.4.2 **พื้นที่สำหรับเก็บสารอันตราย*** พื้นที่ที่ใช้ในการเก็บสารอันตรายต้องแยกออกจากอาคารอื่นๆและมีลักษณะ ดังนี้

1) ต้องทำด้วยโครงสร้างแข็งแรงและไม่เป็นวัสดุติดไฟ ได้แก่ เหล็ก คอนกรีต เป็นต้น

2) ต้องมีป้ายแสดงพื้นที่อันตรายและป้าย “ห้ามสูบบุหรี่”

3) ต้องอยู่ห่างจากบริเวณเปลวไฟอย่างน้อย 100 เมตร

4) ชั้นวางต้องติดตั้งหรือประกอบอย่างแน่นหนาและอยู่ชิดผนัง

5) ภายในอาคารต้องไม่ร้อนเกินไป และมีการระบายอากาศที่ดี

6) ต้องมีระบบน้ำทิ้งและบ่อบำบัดสำหรับกำจัดสารเคมี

1.4.3 การเก็บรักษาสารอันตราย (Safe Storage)

1) สารที่ระเบิดได้ ต้องแยกเก็บไว้ในที่เฉพาะและอยู่ห่างจากอาคารอื่นๆ อยู่ในบริเวณที่ห่างจากแหล่งเปลวไฟไม่น้อยกว่า 100 เมตร

2) *สารไวไฟ* ต้องแยกเก็บไว้ในสถานที่ที่เย็น มีอุณหภูมิต่ำกว่า 40°c และมีอากาศถ่ายเทได้ดีอยู่ในบริเวณที่ห่างจากเปลวไฟและแสงแดด รวมทั้งแยกจากก๊าซที่เป็นตัวช่วยในการเผาไหม้ เช่น ก๊าซไนตรัสออกไซด์ เป็นต้น

3) *สารที่เข้ากันไม่ได้* ต้องวางห่างจากกัน โดยเฉพาะสารที่ถูกอากาศไม่ได้ต้องเก็บไว้ในขวดที่มิดชิด เช่น โลหะโซเดียมต้องเก็บไว้ในน้ำมันพาราฟิน สำหรับสารที่ถูกน้ำไม่ได้ต้องเก็บไว้ในขวดที่อากาศเข้าไม่ได้และเก็บไว้ในตู้อบกันความชื้นหรือในเดซิกเคเตอร์ (desiccator) ที่มีสารดูดความชื้น

4) *การจัดเก็บสารเคมีประเภท Oxidizer* ไม่ควรเก็บสาร Oxidizer รวมกับสารเคมีประเภทของเหลวไวไฟ โดยทั่วไปสารOxidizer ที่เป็นก๊าซ จะมีความไวต่อปฏิกิริยาเคมี รวมทั้งสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะต่างๆ การทำความสะอาดสารเคมีประเภทนี้ ไม่ควรทิ้งลงในถังขยะเนื่องจากอาจเกิดการลุกไหม้ได้

5) *สารพิษ* ต้องเก็บในขวดที่มิดชิดและแยกออกจากสารอื่นๆ และต้องอนุญาตให้เฉพาะผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องเท่านั้น

6) *สารติดเชื้อ* ต้องเก็บไว้ในบริเวณหวงห้ามและปลอดเชื้อจากภายนอก และต้องอนุญาตเฉพาะผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องเท่านั้น

7) *สารกัมมันตรังสี* ต้องเก็บไว้ในขวดแก้วที่ห่อหุ้มด้วยแผ่นตะกั่ว หรือแผ่นอะลูมิเนียมและเก็บไว้ใน ตู้สแตนเลสแยกต่างหาก และควรอนุญาตเฉพาะผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการใช้เท่านั้น

8) *สารกัดกร่อน* ต้องแยกเก็บสารประเภทกรดและเบสอกจากกัน และวางไว้บนชั้นที่ทำด้วยไม้ หรือพลาสติก และอยู่ในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี

1.5 การป้องกันและควบคุมอันตรายจากสารเคมี

หลักการทั่วไปในการป้องกันและควบคุมอันตรายจากสารเคมี

1.5.1 ป้องกันและควบคุมที่แหล่งกำเนิดของสารเคมี โดย

1) ใช้สารเคมีที่มีพิษน้อยกว่าแทน

2) เปลี่ยนกระบวนการวิเคราะห์ใหม่

3) แยกกระบวนการวิเคราะห์ที่มีอันตรายออกห่างจากผู้ปฏิบัติ

4) สร้างที่ปกปิดกระบวนการวิเคราะห์ให้มิดชิดเพื่อมิให้สารเคมีฟุ้งหรือระเหยออกไป

1.5.2 ป้องกันและควบคุมที่ทางผ่านของสารเคมี โดย

1) การดูแลรักษาสถานที่ทำงานให้สะอาดเรียบร้อย

2) การติดตั้งระบบระบายอากาศทั่วไป

3) เพิ่มระยะห่างระหว่างผู้ปฏิบัติงาน กับแหล่งสารเคมี

4) การตรวจวัดปริมาณสารเคมี และควบคุมไม่ให้เกินค่ามาตรฐานความปลอดภัย และจะต้องปรับปรุงแก้ไข หากพบว่ามีปริมาณสารเคมีค่าสูงเกินมาตรฐานความปลอดภัย

1.5.3 การป้องกันและควบคุมที่ผู้ปฏิบัติงาน โดย

1) การให้การศึกษาและฝึกอบรมให้ผู้ปฏิบัติงานทราบถึงอันตรายและการป้องกัน

2) การลดชั่วโมงการทำงานที่ผู้ปฏิบัติงานต้องสัมผัสสารเคมีที่เป็นอันตรายให้น้อยลง

3) จัดให้มีการหมุนเวียนหรือสับเปลี่ยนหน้าที่การปฏิบัติงาน

4) จัดให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานอยู่ในห้องควบคุมเป็นพิเศษ

5) จัดให้มีการตรวจสุขภาพร่างกายก่อนรับเข้าทำงานและตรวจสุขภาพเป็นระยะๆ

6) จัดอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลให้เจ้าหน้าที่สวมใส่

1.6 การแต่งกายของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ

ควรใส่เครื่องแต่งกายให้รัดกุม และเหมาะสม ไม่ควรใส่เสื้อผ้าหลวม ผ้าคลุมผม ควรใส่เสื้อกาว แขนยาวตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันการกระเซ็นและปนเปื้อนของสารเคมี ไม่ควรใส่กางเกงขาสั้น หรือ กระโปรงสั้น รวมทั้งไม่ควรใส่รองเท้าแตะในการปฏิบัติงาน ไม่ควรสวมเครื่องประดับในระหว่างปฏิบัติงานเพราะอาจได้รับการปนเปื้อนของสารเคมี

เมื่อต้องปฏิบัติงานกับสารเคมีอันตรายควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสม (Personal protective equipment)เช่น เมื่อต้องปฏิบัติงานกับสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน ควรใส่ถุงมือที่เหมาะสม และสามารถป้องกันการซึมผ่านของสารเคมีนั้นได้ ใส่แว่นตาเพื่อป้องกันการกระเซ็นของสารเคมีเข้าตา

อย่างไรก็ตามควรถอดถุงมือที่ใส่ระหว่างปฏิบัติงาน เมื่อต้องรับโทรศัพท์เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารเคมี ไปยังอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งควรถอดเสื้อกาว เมื่อออกจากห้องปฏิบัติการเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ

1.7 มาตรการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางเคมี

การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการมีความเสี่ยงภัยตลอดเวลา เนื่องมาจากอันตรายจากสารเคมีและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ รวมทั้งการขาดความระมัดระวังในการปฏิบัติงาน ซึ่งอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการได้ง่าย เช่น การระเบิด การเกิดเพลิงไหม้ สารเคมีหกหล่น ไฟฟ้าดูดและไฟฟ้าลัดวงจร เป็นต้น ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องมีมาตรการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานและความสะดวกในการปฏิบัติงาน

*1.7.1 **ห้องปฏิบัติการที่ปลอดภัย*** ควรมีลักษณะดังนี้

1) ห้องปฏิบัติการควรมีการถ่ายเทอากาศที่ดี มีแสงสว่างเพียงพอ

2) ต้องมีระเบียบเกี่ยวกับการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

3) สร้างเสริมให้มีระเบียบและวินัยในเรื่องของความสะอาด

4) จัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันร่างกายส่วนบุคคลในขณะปฏิบัติงาน เช่น เสื้อคลุม หน้ากากกรองอากาศ แว่นตา ถุงมือ รองเท้า เป็นต้น

5) จัดให้มีอุปกรณ์ด้านความปลอดภัย เช่น เครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูดและไฟฟ้าลัดวงจร เครื่องเตือนภัย เมื่อแก๊สรั่ว อุปกรณ์ในการดับเพลิง ที่สามารถหยิบใช้งานได้สะดวก พร้อมทั้งมีการฝึกซ้อมการดับเพลิงหรือการใช้เครื่องดับเพลิงเป็นครั้งคราว

6) จัดให้มีคู่มือปฐมพยาบาลเบื้องต้น และตู้ยาในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉินในการปฏิบัติงาน เมื่อเกิดอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานหรือการใช้สารเคมีชนิดต่างๆ

7) จัดให้มีข้อมูลความปลอดภัยเกี่ยวกับสารเคมี (MSDS) และมีการปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ

8) จัดให้บุคลากรในห้องปฏิบัติการได้รับการฝึกอบรมให้มีความรู้เกี่ยวกับการใช้ การเก็บ การขนย้ายสารเคมี รวมทั้งการกำจัดของเสียจากห้องปฏิบัติการ

9) ต้องมีวิธีการจัดเก็บและกำจัดของเสียจากห้องปฏิบัติการอย่างเป็นระเบียบ

10) ต้องมีแผ่นป้ายเตือนภัยต่างๆ ที่จำเป็นในห้องปฏิบัติการ เช่น ห้ามสูบบุหรี่ ห้ามรับประทาน อาหารในบริเวณที่มีสารเคมี ทางหนีไฟ ป้ายอันตราย เป็นต้น

11) ต้องติดฉลากแสดงความเป็นอันตรายของสารเคมีที่เป็นอันตรายร้ายแรง

12) การจัดให้มีการอบรมเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการที่มีสารเคมีอันตราย ควรได้รับการฝึกอบรมในหัวข้อที่เกี่ยวของกับอันตราย และการป้องกันตนเอง เช่นการจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการ สารก่อมะเร็ง และการดำเนินงาน ข้อมูลความปลอดภัยเคมีภัณฑ์ เป็นต้น ผลการอบรมของผู้ปฏิบัติงานควรทำการจัดเก็บเอกสาร เพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบภายหลัง

13) ควรให้บุคลากรที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการได้รับการตรวจสุขภาพอย่างน้อยปีละครั้ง

*1.7.2 **มาตรการดำเนินการทั่วไป***

1) เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการทุกคน ต้องรับทราบนโยบายด้านความปลอดภัย รวมทั้งต้องอ่านคู่มือความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการก่อนเริ่มปฏิบัติงาน

2) เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการจะต้องทราบอันตรายต่างๆที่อาจเกิดขึ้น และแนวทางป้องกันก่อนเริ่มลงมือทำงาน โดยเฉพาะเมื่อต้องเริ่มงานใหม่
3) เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการจะต้องทราบตำแหน่งของอุปกรณ์ช่วยเหลือ และวิธีการปฏิบัติตนที่ถูกต้องเมื่อได้รับสารเคมี
4) เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการจะต้องทราบวิธีการกำจัดของเสียที่เหมาะสม เพื่อป้องกันผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม
5) เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการจะต้องตรวจสอบว่าภาชนะบรรจุสารเคมีแต่ละตัว มีป้ายและฉลากที่ถูกต้อง และชัดเจน
6) การใช้เครื่องมือ ต้องเป็นไปตามลักษณะการใช้งานที่แท้จริงของเครื่องมือนั้นๆ
7) ไม่ควรปฏิบัติงานโดยลำพัง กรณีที่ต้องปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารอันตราย
8) ห้ามมิให้นำเข้ามา เก็บ หรือ รับประทานอาหารในห้องปฏิบัติการ
9) ห้ามมิให้นำเครื่องแก้ว หรือภาชนะที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ไปใช้เพื่อการปรุงอาหาร
10) กรณีเกิดกลิ่นผิดปกติในห้องปฏิบัติการควรแจ้งให้ผู้บังคับบัญชาทราบโดยทันที
11) ไม่ควรใช้ภาชนะแก้วที่มีรอยแตกร้าว
12) ควรสวมใส่แว่นตา(Safety glasses) ตลอดเวลาที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ยกเว้นในการเทสารละลายสารเคมี ควรเปลี่ยนมาใช้ gogglesแทน
13) ไม่ควรใช้มือในการเก็บ ภาชนะแก้วที่หล่นแตก ให้ใช้ไม้กวาดพื้น และอุปกรณ์ทำความสะอาดที่เหมาะสม
14) ให้รายงานการเกิดอุบัติเหตุใดๆที่เกิดขึ้นภายในห้องปฏิบัติการแก่ผู้บังคับบัญชาโดยทันที

1.8 การจัดการของเสียห้องปฏิบัติการทางเคมี

1.8.1 การจัดการภายในห้องปฏิบัติการทางเคมี

1) ควรช่วยกันรักษาความสะอาดของพื้นที่ทำงาน ทำความสะอาดพื้นที่ทำงานทุกครั้งเมื่อเสร็จภารกิจในแต่ละวัน
2) ควรทิ้งขยะ และของเสียในภาชนะที่จัดเตรียมไว้
3) ควรแยกเครื่องแก้วแตก ในภาชนะรองรับที่แยกต่างหากจากของเสียอื่นๆ
4) ไม่ควรเก็บสารเคมีในบริเวณทางเดิน บันได หรือวางบนพื้น ควรเก็บในพื้นที่ที่จัดไว้โดยเฉพาะ

5) ภาชนะบรรจุสารเคมีทุกขวด ควรมีป้ายฉลากที่ชัดเจน

6) เมื่อสิ้นสุดภารกิจในแต่ละวันควรเก็บขวดสารเคมี กลับเข้าที่

7) ของเสียที่เป็นสารเคมีควรแยกเก็บ พร้อมติดป้ายฉลากระบุชนิดของสารเคมีให้ชัดเจน

8) จัดให้มีการทำความสะอาดห้องปฏิบัติการเป็นประจำ กรณีที่มีการหกของสารเคมีต้องทำความสะอาดโดยทันที

1.8.2 วิธีการจัดการของเสีย

1) ของเสียอันตรายแต่ละประเภทควรทำการเก็บในขวดแก้วแยกจากกัน

2) ของเสียที่มีส่วนประกอบเป็นน้ำ ควรเก็บไว้ในขวดพลาสติก ชนิด Polyethylene

3) ไม่ใช้ขวดโลหะในการเก็บของเสียที่เป็นกรด หรือ ด่าง

4) ภาชนะที่บรรจุของเสียควรมีจุกปิดแน่น ปิดฝาให้สนิท

5) หลีกเลี่ยงการใช้ฝาปิดที่ไม่คงทน เช่น จุกคอร์ก หรือ แผ่นพาราฟิล์ม ไม่ควรใส่ของเสียในภาชนะจนเต็ม เพื่อป้องกันการขยายตัวของของเสีย

6) ภาชนะที่ใช้บรรจุของเสียควรมีฉลากระบุชนิดของของเสีย พร้อมทั้งระบุวันที่เก็บของเสีย

7) ควรเก็บของเสียในสถานที่ที่จัดไว้ เพื่อรอการกำจัดต่อไป

1.8.3 การจัดการของเสียสารเคมีบางชนิด

1) *กรด และ ด่าง (Acid/Base)* ของเสียที่เป็นกรด และด่างสามารถกำจัดความเป็นพิษโดยทำให้เป็นกลาง (Neutralization) ก่อนปล่อยทิ้ง ข้อควรระวัง การกำจัดของเสียประเภทนี้ควรทำในตู้ดูดควันที่มีกระจกกั้น รวมทั้งควรสวมเครื่องป้องกันที่เหมาะสม เช่น ถุงมือ เสื้อกราวน์ แว่นตาเพื่อป้องกันสารเคมีกระเด็นเข้าตา

2) *Acetonitrile* เป็นสารทำละลายนิยมใช้ในห้องปฏิบัติการ HPLC เช่น การวิเคราะห์ปริมาณ caffeine และ sodium benzoate เป็นต้น จัดเป็นสารที่อันตรายและติดไฟได้ (Flammable) Acetonitrile สามารถเป็นอันตรายต่อร่างกาย จากการสัมผัสทางผิวหนัง การเข้าสู่ร่างกายทางช่องปาก และจากการหายใจ นอกจากนี้ร่างกายยังสามารถเปลี่ยน Acetonitrile เป็น Cyanide ได้ การกำจัดการปนเปื้อนของ Acetonitrile ควรทำในตู้ดูดควัน เพื่อไล่แอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาดังนี้

$$CH_3CN \xrightarrow{H_2O,\ OH^-} CH_3CONH_2$$

$$CH_3CONH_2 \xrightarrow{NaOH} CH_3COO\text{-}Na^+ + NH_3$$

$$CH_3COO\text{-}Na^+ \xrightarrow{HCl} CH_3COOH + NaCl$$

ขั้นตอน

(1) เจือจางสารละลาย Acetonitrile ด้วยน้ำให้มีความเข้มข้นต่ำกว่า 10% (V/V)

(2) เติมสารละลาย 10 M Sodium hydroxide ในสัดส่วน 2.5 mol Sodium hydroxide ต่อ 1 mol Acetonitrile

(3) คนให้เข้ากัน

(4) ปรับอุณหภูมิสารละลายให้เป็น 80 °C นาน 70 นาที ทิ้งให้เย็น ปรับให้เป็นกลาง pH 5-9 โดยใช้กรดเกลือ (Hydrochloric acid)

(5) ผลท้ายสุดของปฏิกิริยาได้เป็นกรดน้ำส้มเจือจาง และเกลือ สามารถทิ้งได้ตามปกติ

3) *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 หรือ บริษัทเอกชนที่รับกำจัดของเสียที่เป็นโลหะหนักโดยเฉพาะ

4) *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

2. ห้องปฏิบัติการทางเคมี

2.1 การจัดองค์กรห้องปฏิบัติการทางเคมี

ห้องปฏิบัติการทางเคมี บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด มีเจ้าหน้าที่ทั้งหมด 10 คน โดยมีหัวหน้าส่วนทางเคมี 1 คน เจ้าหน้าที่ทดสอบทางเคมี 4 คน และพนักงานทดสอบทางเคมี 6 คน ตามภาพที่ 2.2 ผังองค์กรห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด และ ภาพที่ 2.3 แผนผังห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด

2.2 การกำหนดพื้นที่ความปลอดภัยห้องปฏิบัติการทางเคมี รายละเอียดตามบทที่ 2 ข้อ 2.2

3. คู่มือความปลอดภัยห้องปฏิบัติการทางเคมี

3.1 ประเภทของสารอันตรายในห้องปฏิบัติการ

ทางห้องปฏิบัติการ บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด ได้มีการจัดแบ่งประเภทของสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการออกเป็น 2 ระบบ คือตามระบบ UN และ GHS รายละเอียดตามภาคผนวก จากการแบ่งประเภทของสารอันตรายตามระบบ UN ของห้องปฏิบัติ จะมีสารเคมีอยู่ 5 ประเภท ดังนี้

3.1.1 ของเหลวไวไฟ (Flammable Liquids)

3.1.2 สารออกซิไดซ์และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ (Oxidizing Substances and Organic Peroxides)

3.1.3 สารพิษและสารติดเชื้อ (Toxic Substances and Infectious Substances)

3.1.4 สารกัดกร่อน (Corrosive Substances)

3.1.5 วัสดุอันตรายเบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Dangerous Substances and Articles)

3.2 การจัดเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

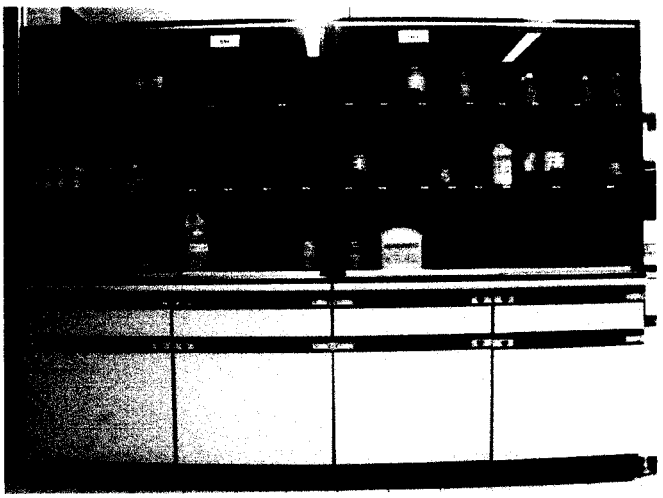
3.2.1 แยกการเก็บสารเคมีตามประเภทอันตราย จากนั้นจึงค่อยวางเรียงตามลำดับตัวอักษร ตัวอย่างการจัดเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการตามภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการจัดเก็บสารเคมี

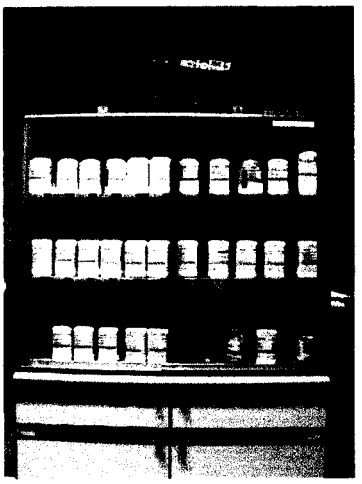
3.2.2 เก็บสารเคมีเข้าที่ ภายหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานทุกครั้ง

3.2.3 สารเคมีไวไฟ ควรเก็บตู้ควบคุมอุณหภูมิ เพื่อป้องกันการติดไฟ

3.2.4 สารเคมีทุกตัวควรมีการบันทึก วันที่ได้รับเข้ามาในห้องปฏิบัติการ และวันที่เปิดใช้

สารเคมีหลายตัวเมื่อทำปฏิกิริยากัน จะเกิดผลลัพธ์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และทรัพย์สิน ดังนั้นควรระมัดระวัง ในการจัดเก็บสารเคมีเหล่านี้ให้แยกจากกัน ตัวอย่างสารเคมีที่ไม่ควรจัดเก็บร่วมกันตามตารางที่ 3.3 ตัวอย่างสารเคมีที่ไม่ควรจัดเก็บร่วมกัน เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่จะทำให้สารเคมีเหล่านี้ทำปฏิกิริยากัน รวมทั้งระมัดระวังในการนำขวดบรรจุสารเคมีเก่ามาใช้บรรจุสารเคมีตัวอื่นๆ





ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการจัดเก็บสารเคมี

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างสารเคมีในห้องปฏิบัติการที่ไม่ควรจัดเก็บร่วมกัน

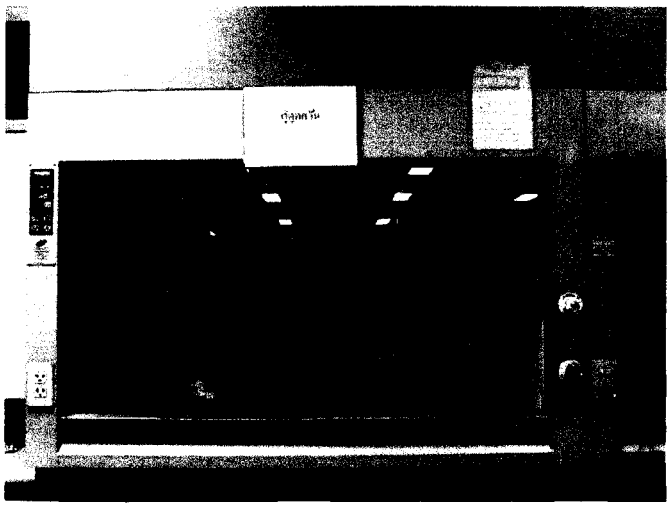
สารเคมี	ไม่ควรจัดเก็บร่วมกับ	สาเหตุ
Alkali metals(e.g.,sodium,potassium)	น้ำ	เกิดก๊าซไฮโดรเจนที่ติดไฟได้
Oxidizing agents (e.g.,nitric acid)	Reducing agents	อาจเกิดไฟไหม้ หรือระเบิด
Hydrogen peroxide	Acetone	หากมีกรดและได้รับความร้อน อาจเกิดการระเบิด
Hydrogen peroxide	Acetic acid	หากได้รับความร้อน อาจเกิดการระเบิด
Hydrogen peroxide	Sulfuric acid	อาจเกิดการระเบิด

3.3 อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานทางเคมี

3.3.1 ระบบระบายอากาศ (Ventilation) ห้องปฏิบัติการที่มีการใช้สารเคมีควรมีการระบายอากาศที่ดี การระบายอากาศในห้องปฏิบัติการ โดยทั่วไปไม่ควรน้อยกว่า 6 เท่าของขนาดห้อง ต่อชั่วโมง

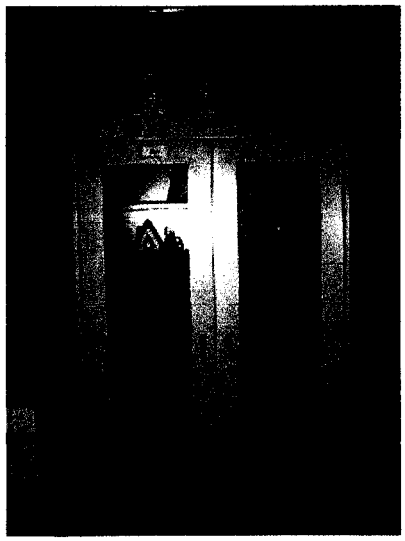
3.3.2 ตู้ดูดควัน (Fume hood) การปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีอันตราย ต้องทำใน ตู้ดูดควันเท่านั้น ตู้ดูดควัน ต้องสามารถดูดอากาศได้ไม่น้อยกว่า 80-120 ฟุต /นาที เมื่อ ฝาตู้ (Sash) เปิดที่ระดับ 18 นิ้ว ตัวอย่างตู้ดูดควันตามภาพที่ 3.7 การใช้ตู้ดูดควันควรมี ข้อพึงปฏิบัติ ดังนี้

1) ระหว่างปฏิบัติงาน ฝาตู้ดูดควัน (Sash) ต้องเปิดไม่เกิน 18 นิ้ว
2) อุปกรณ์ สารเคมีที่ใช้ปฏิบัติงานในตู้ดูดควัน ควรอยู่ห่างจากขอบฝาตู้ เข้าไปด้านในอย่างน้อย 6 นิ้ว
3) ควรเปิดพัดลมของตู้ดูดควันให้ทำงานตลอดเวลาที่มีสารเคมีอยู่ภายในตู้ดูดควัน



ภาพที่ 3.7 ตู้ดูดควัน

3.3.3 ***ตู้เก็บสารละลายไวไฟ (Flammable liquid storage)*** สารเคมีที่ใช้เป็นตัวทำละลาย เช่น Alcohol รวมทั้งกรด Glacial acetic acid ส่วนใหญ่มักเป็นสารไวไฟ ควรจัดเก็บในที่ห่างจากประกายไฟ รวมทั้งควรแยกเก็บจากสารเคมีอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารเคมีในกลุ่มที่เป็น oxidizer อุปกรณ์ที่ใช้เก็บสารเคมีในกลุ่มนี้ได้แก่ ตู้เก็บสารละลายไวไฟ ตัวอย่างตามภาพที่ 3.8 ในส่วนสารเคมีที่ง่ายต่อการเกิดระเบิดควรเก็บในตู้ แต่แยกให้อยู่บริเวณนอกอาคาร



ภาพที่ 3.8 ตู้เก็บสารละลายไวไฟ

3.3.4 อ่างล้างตา และที่ล้างตัวฉุกเฉิน (Emergency eyewash fountain and safety shower) เป็นอุปกรณ์จำเป็นสำหรับทุกห้องปฏิบัติการ ใช้ในกรณีเกิดอุบัติเหตุสารเคมีอันตรายหกราดตัว หรือกระเด็นเข้าตา ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายถึงขั้นเสียชีวิต หรือทุพลภาพต่อผู้ปฏิบัติงานได้ สถานที่ติดตั้ง อ่างล้างตา และที่ล้างตัว ควรอยู่ในระยะห่างไม่เกิน 10 วินาที จากจุดปฏิบัติงาน ไม่ควรวางสิ่งของกีดขวางเส้นทางเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าถึงได้โดยสะดวก ควรใช้ระยะเวลาการล้างตา หรือล้างตัวไม่ต่ำกว่า 15 นาที เพื่อให้แน่ใจว่าสารเคมีได้ถูกชะล้างจนหมด ตัวอย่างอ่างล้างตัว และที่ล้างตัวฉุกเฉิน ตามภาพที่ 3.9

ภาพที่ 3.9 อ่างล้างตา และที่ล้างตัวฉุกเฉิน

3.3.5 อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลในห้องปฏิบัติการ (Personal protective equipment) หรือ PPE อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลในห้องปฏิบัติการ ประกอบไปด้วยอุปกรณ์เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับลูกตา (Eye protection), เครื่องป้องกันหน้า เสื้อ รองเท้า ถุงมือ และหน้ากากกันสารพิษ เป็นต้น การใช้อุปกรณ์เหล่านี้ควรใช้ควบคู่ไปกับการจัดการและมาตรการด้านความปลอดภัยอื่นๆในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากไม่มีอุปกรณ์ใดที่สามารถป้องกันอันตรายได้ 100 %

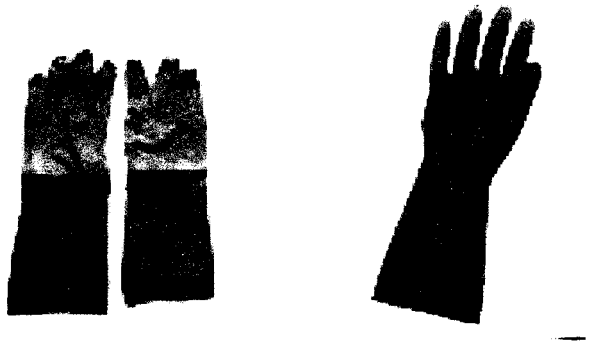
1) อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับลูกตา (Eye protection) อุปกรณ์เหล่านี้ประกอบ ไปด้วยแว่นตาประเภทต่างๆ (Glasses, goggles ,shield) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการใช้เพื่อป้องกันอันตรายในระดับที่แตกต่างกันออกไป

อย่างไรก็ตามควรมีการทำความสะอาด และตรวจสอบอุปกรณ์เหล่านี้อย่างสม่ำเสมอ ตัวอย่างแว่นตาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการตามภาพที่ 3.10

ภาพที่ 3.10 แว่นตาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

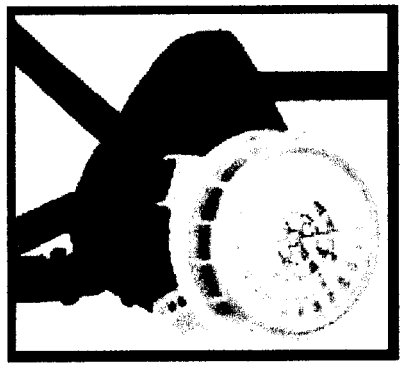
2) *เสื้อกราวด์ (Laboratory coat)* ใช้สวมทับชุดปกติระหว่างปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันการปนเปื้อน จากฝุ่น ผง ตลอดจนการหก กระเซ็นของสารเคมี เสื้อกราวด์ควรใช้เนื้อผ้าที่เป็นผ้าฝ้าย หรือทำจากใยสังเคราะห์ประเภท Tyvek หรือ Nomex ไม่ควรใช้วัสดุประเภท Rayon หรือ Polyester เนื่องจากเป็นวัสดุที่ติดไฟง่าย ซึ่งจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้สวมใส่ ควรได้มีการทำความสะอาดเสื้อกราวน์อย่างสม่ำเสมอ และควรถอดเสื้อกราวน์ออกทุกครั้งเมื่อออกจากห้องปฏิบัติการเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของสารเคมี
3) *อุปกรณ์ป้องกันเท้า (Foot Protection)* ได้แก่ รองเท้ายาง รองเท้าหุ้มส้น ควรสวมรองเท้าตลอดเวลาที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ รองเท้าที่ใช้สวมใส่ในห้องปฏิบัติการ ควรเป็นรองเท้าที่ปกปิดนิ้วเท้า อย่างน้อยด้านบนของรองเท้าควรทำจากหนังสัตว์ หรือ วัสดุประเภท Polymeric เพื่อป้องกันเท้ากรณีเกิดการหก กระเซ็นของสารเคมี ทั้งนี้ไม่ควรใส่รองเท้าแตะ รองเท้าผ้า หรือรองเท้าส้นสูง
4) *ถุงมือ* ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการแบ่งได้เป็นหลายประเภท การจะเลือกใช้ถุงมือประเภทใด ขึ้นอยู่กับชนิด และประเภทของสารเคมีที่จะต้องปฏิบัติงานด้วย หลีกเลี่ยงการใช้ถุงมือกันความร้อนหรือความเย็นที่ทำจากวัสดุ Asbestos เนื่องจากเป็นวัสดุที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง (carcinogen) ถุงมือที่ใช้กันสารเคมีควรทำจากยางธรรมชาติ หรือ วัสดุประเภท Neoprene, Polyvinyl chloride, Nitrile Butyl ถุงมือที่ใช้กับงานทางชีววิทยามักทำจาก Vinyl หรือ Latex อย่างไรก็ตามหลักในทางปฏิบัติที่สำคัญ ก่อนใช้ถุงมือทุกครั้งควรตรวจสภาพ

ของถุงมือก่อนใช้ นอกจากนี้เมื่อเลิกใช้ ก่อนที่จะถอดถุงมือออกควรล้างมือ ถอดถุงมือทุกครั้งเมื่อออกจากห้องปฏิบัติการ และไม่ควรไปจับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ลูกบิดประตู โทรศัพท์ ปากกา ขณะที่ยังสวมใส่ถุงมือ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารเคมีไปยังอุปกรณ์เหล่านั้น ตัวอย่างถุงมือป้องกันสารเคมี ตามภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 ถุงมือป้องกันสารเคมี

5) *อุปกรณ์ช่วยหายใจ และหน้ากากป้องกันไอระเหย (Respirator and face mask)* เป็นอุปกรณ์ใช้เมื่อต้องปฏิบัติงานกับสารเคมี ที่มีไอ เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ เช่น สารละลายแอมโมเนีย สารละลายฟอร์มาลิน เป็นต้น ตัวอย่างหน้ากากป้องกันไอระเหยตามภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 หน้ากากป้องกันไอระเหย

3.4 กฎระเบียบ ข้อปฏิบัติ สำหรับห้องปฏิบัติการเคมี มีดังนี้

3.4.1 ต้องสวมเสื้อกราวด์กันเปื้อนก่อนเข้าห้องปฏิบัติการเคมีทุกครั้ง ตัวอย่างการแต่งกายตาม ภาพที่ 3.13 ตัวอย่างการแต่งกายเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางเคมี

3.4.2 ต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ตามวิธีการทำงานที่กำหนดไว้

3.4.3 ต้องตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของตู้ดูดควันอย่างสม่ำเสมอ และไม่มีสิ่งกีดขวางในตู้ดูดควัน

3.4.4 ต้องตรวจสอบขวดสารเคมีให้มีฉลากและป้ายบ่งชี้ชัดเจน

3.4.5 ต้องตรวจสอบการรั่วไหลท่อน้ำและท่อก๊าซอย่างสม่ำเสมอ

3.4.6 เมื่อมีกลิ่นผิดปกติ หรืออุบัติเหตุต้องรายงานให้หัวหน้าทราบทันที

3.4.7 เมื่อมีสารเคมีหกรั่วไหลบนโต๊ะหรือพื้น ต้องดำเนินการทำความสะอาดทันที

3.4.8 เมื่อต้องการใช้สารละลายที่เตรียมไว้ ต้องรินออกจากขวดใส่ในบีกเกอร์ก่อน โดยรินออกมาประมาณเท่ากับจำนวนที่ต้องการจะใช้ อย่ารินออกมามากเกินไปเพราะจะทำให้สิ้นเปลืองสารโดยเปล่าประโยชน์ ถ้าสารละลายที่รินออกมาแล้วนี้เหลือใช้ให้เทส่วนที่เหลือนี้ลงในอ่าง อย่าเทกลับลงในขวดเดิมอีก ทั้งนี้เพื่อป้องกันการปะปนกัน

3.4.9 ถ้ากรดหรือด่างหรือสารเคมีที่เป็นอันตรายถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้า ต้องรีบล้างออกด้วยน้ำทันทีเพราะมีสารเคมีหลายชนิดซึมผ่านเข้าไปในผิวหนังได้อย่างรวดเร็วและเกิดเป็นพิษขึ้นมาได้ ซึ่งแต่ละคนจะมีความรู้สึกหรือเกิดพิษแตกต่างกัน

3.4.10 เมื่อต้องการจะดมกลิ่นสารเคมี อย่านำสารเคมีมาดมโดยตรง ควรใช้มือพัดกลิ่นสารเคมีนั้นเข้าจมูกเพียงเล็กน้อย (อย่าสูดแรงๆ) โดยถือหลอดที่ใส่สารเคมีไว้ห่างๆ

3.4.11 เมื่อจะใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายหรือสารที่ว่องไวต่อปฏิกิริยาหรือสารที่มีกลิ่นเหม็น เช่น กรดเข้มข้นต่างๆ จะต้องทำใน ตู้ดูดควัน

3.4.12 อย่าชิมสารเคมีหรือสารละลาย เพราะสารเคมีส่วนมากเป็นพิษอาจเกิดอันตรายได้

3.4.13 อย่าใช้มือหยิบสารเคมีใดๆ เป็นอันขาด และพยายามไม่ให้ส่วนอื่นๆ ของร่างกายถูกสารเคมีเหล่านี้ด้วย

3.4.14 อย่าเทน้ำลงบนกรดเข้มข้นใดๆ แต่ค่อยๆเทกรดเข้มข้นลงในน้ำอย่างช้าๆ พร้อมกับกวนตลอดเวลา

3.4.15 อย่าทิ้งของแข็งต่างๆ ที่ไม่ต้องการ เช่น ไม้ขีดไฟ หรือกระดาษกรองที่ใช้แล้ว ฯลฯ ลงในอ่างน้ำเป็นอันขาด ควรทิ้งไว้ในถังขยะที่จัดไว้ให้

3.4.16 อย่านำแก้วอ่อน เช่น กระบอกตวง กรวยแยก ไปให้ความร้อน เพราะจะทำให้ละลายใช้การไม่ได้

3.4.17 อย่ากินอาหารในห้องปฏิบัติการ เพราะอาจมีสารเคมีปะปนกับอาหารที่รับประทานเข้าไป เช่น อาจอยู่ในภาชนะที่ใส่อาหร ภาชนะที่ใส่น้ำสำหรับดื่ม หรือที่มือของท่าน ซึ่งสารเคมีบงชนิดอาจมีพิษหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้

3.4.18 ห้ามสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการ เพราะการสูบบุหรี่อาจทำให้สรที่ติดไฟง่ายติดไฟได้

3.4.19 ห้ามมิให้นำเครื่องแก้ว หรือภาชนะที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ไปใช้เพื่อการปรุงอาหาร หรือตักน้ำดื่ม ถึงแม้ว่าจะดูสะอาดก็ตาม เพราะอาจมีสารเคมีตกค้างอยู่ก็ได้

3.4.20 ขณะต้มสารละลายหรือให้สารทำปฏิกิริยากันในหลอดวิเคราะห์ จะต้องหันปากหลอดวิเคราะห์ออกห่างจากตัวเองและห่างจากคนอื่นๆ ด้วย

3.4.21 เมื่อการวิเคราะห์ใดใช้สารที่เป็นอันตราย หรือเป็นการวิเคราะห์ที่อาจระเบิดได้ ผู้วิเคราะห์ควรสวมแว่นตานิรภัยเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น

3.4.22 เมื่อเสื้อผ้าที่สวมอยู่ติดไฟ อย่าวิ่ง ต้องพยายามดับไฟก่อนโดยนอนกลิ้งลงบนพื้นแล้วบอกให้เพื่อนๆ ช่วยโดยใช้ผ้าหนาๆ คลุมรอบตัวหรือใช้ผ้าเช็ดตัวที่เปียกคลุมบนเปลวไปให้ดับก็ได้

3.4.23 พึงระลึกอยู่เสมอว่า ต้องทำการวิเคราะห์ด้วยความระมัดระวังที่สุด ความประมาทเลินเล่ออาจทำให้เกิดอันตรายต่อตัวเองได้

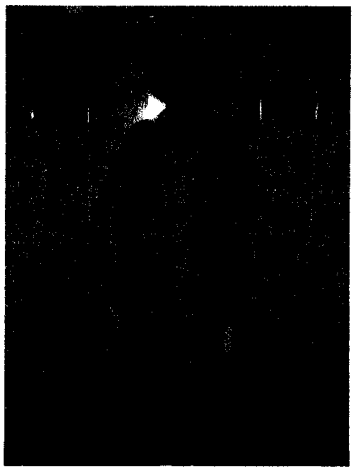
3.4.24 ไม่วางสิ่งกีดขวางทางเดิน

3.4.25 จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์เข้าที่เมื่อเลิกใช้งาน

3.4.26 หลังการวิเคราะห์ทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติการและภาชนะทุกครั้ง

3.4.27 หลังการวิเคราะห์แต่ละครั้งต้องล้างมือให้สะอาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งก่อนกินอาหาร เพราะในขณะทำการวิเคราะห์อาจมีสารเคมีที่เป็นอันตรายเกาะอยู่ก็ได้

3.4.28 ถอดปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้าและปิดแสงสว่างหลังเลิกใช้งาน



ภาพที่ 3.13 ตัวอย่างการแต่งกายเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางเคมี

3.5 การจัดการของเสียห้องปฏิบัติการทางเคมี

ของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการทางเคมี เกิดจากการใช้สารเคมีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาทดลอง วิเคราะห์ ทดสอบ และการวิจัย สารเคมีและรีเอเจนต์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเสื่อมสภาพหรือหมดอายุ ตัวอย่างที่เหลือจากการวิเคราะห์และทดสอบ น้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้ในการล้างเครื่องแก้ว ดังนั้นสามารถจำแนกของเสียในห้องปฏิบัติการออกเป็น 3 ชนิด คือ

3.5.1 ของเสียที่ไม่อันตรายที่สามารถปล่อยทิ้งได้เลย

1) เกลือของโลหะที่ไม่เป็นพิษและไม่มีแอนไอออนที่เป็นพิษหรือมีอันตรายอย่างอื่น

2) ของเสียที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย และมีสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ที่ไม่เป็นพิษละลายอยู่ไม่เกิน 5 %

3) ของแข็งที่ไม่มีสารเป็นพิษหรือมีอันตรายอย่างอื่น เช่น เศษแก้วที่สะอาด กระดาษกรอง ตัวดูดน้ำ

3.5.2 ของเสียที่ต้องบำบัดเบื้องต้นก่อนทิ้งหรือก่อนส่งบำบัด

1) สารละลายกรดและเบส ทำให้เป็นกลางแล้วทิ้งลงท่อน้ำพร้อมทั้งเปิดน้ำตามในปริมาณมากๆ

2) ตัวออกซิไดส์ (III) รีดิวส์ด้วยตัวรีดิวส์ที่เหมาะสมก่อนนำส่งเป็นของเสียประเภทอื่นหรือทิ้งลงท่อน้ำตามความเหมาะสม

3) สารไวต่อน้ำและ/หรืออากาศ ทำลายด้วยน้ำ/กรดอ่อน เช่น

(1) สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (พวกเมื่อไฮโดรไลส์แล้วได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นเบส เช่น โลหะไฮไดรด์หรือออร์แกโนเมทัลลิกรีเอเจนต์)

(2) สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต (พวกที่เมื่อไฮโดรไลส์แล้วได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นกรด เช่นแอซิดเฮไลด์)

แล้วนำส่งเป็นของเสียประเภทอื่นหรือทิ้งลงท่อน้ำตามความเหมาะสม

4) ของแข็งที่มีตัวทำละลายอินทรีย์ปนอยู่ เช่น ซิลิกาที่เหลือจากการทำโครมาโท-กราฟี ผึ่งให้แห้ง แล้วทิ้งเป็น waste ของแข็ง

5) สารละลายที่ประกอบด้วยโลหะหนักในปริมาณน้อยๆ ($\leq$ 100 mg/L) ทำให้เข้มข้นขึ้นโดยการตั้งทิ้งไว้ให้ระเหยแล้วทิ้งในสภาพที่เป็น สารละลายเข้มข้น

3.5.3 ของเสียที่ต้องบำบัด/กำจัด

1) ของเสียที่มีไซยาไนด์ (Cyanide Waste)

2) ของเสียที่มีสารออกซิแดนซ์ (Oxidizing Waste)

3) ของเสียที่มีปรอท (Mercury Waste)

4) ของเสียที่มีสารโครเมต (Chromate Waste)

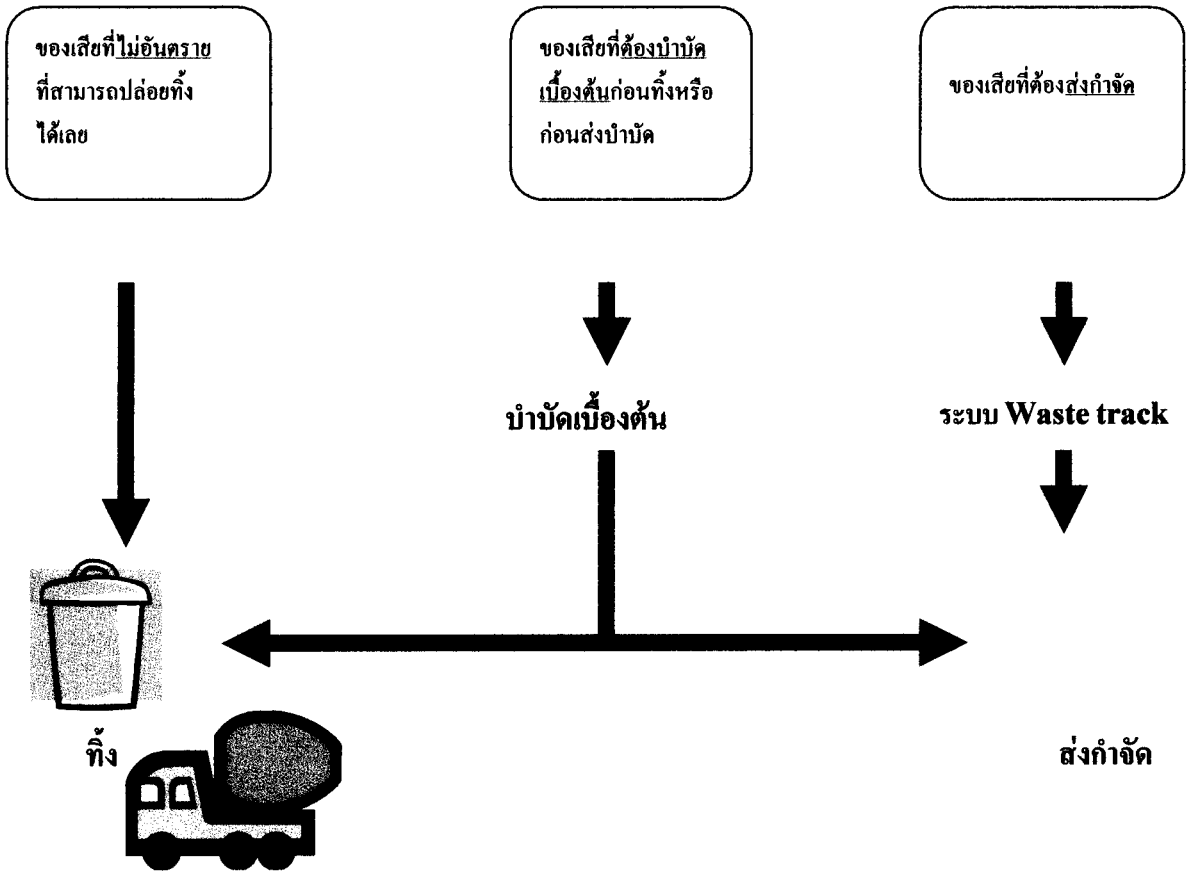
5) ของเสียที่มีโลหะหนัก (Heavy Metal Waste)

6) ของเสียที่เป็นกรด (Acid Waste)

7) ของเสียอัลคาไลน์ (Alkaline Waste)

8) ของเสียอื่นๆที่ไม่ทราบชื่อ

สามารถสรุปการจัดการของเสียตามการจำแนกของเสียภายในห้องปฏิบัติได้ตามภาพที่ 3.14 แผนผังแสดงการจำแนกของเสียในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 3.14 แผนผังแสดงการจำแนกของเสียในห้องปฏิบัติการ

3.6 การดำเนินการเมื่อเกิดอุบัติเหตุทางเคมี

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ดังนั้นจึงควรหาทางป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ และต้องหาวิธีแก้ไขอย่างถูกต้องและรวดเร็ว เมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น การดำเนินการแก้ไขอย่างมีประสิทธิภาพควรมีการวางแผนและเตรียมการที่ดี เมื่ออุบัติเหตุเกิดขึ้นทุกครั้งต้องแจ้งให้หัวหน้าห้องปฏิบัติการทราบทันที การดำเนินการเมื่อเกิดอุบัติเหตุมีวิธีปฏิบัติดังนี้

3.6.1 สารเคมีหกหล่นในปริมาณน้อย (minor chemical spills) ให้ปฏิบัติดังนี้

1) เตือนบุคคลที่อยู่ในห้องปฏิบัติการให้ห่างออกจากบริเวณที่มีสารหกหล่นทันที

2) เปิดตู้ดูดควัน พัดลม หรือหน้าต่าง เพื่อให้อากาศถ่ายเทดีขึ้น

3) ใส่อุปกรณ์ป้องกัน เช่น หน้ากาก ถุงมือ แว่นตานิรภัย

4) ทำความสะอาดหรือเช็ดล้างสารที่หกหล่นทันที

5) หลีกเลี่ยงการสูดดมไอระเหยจากสารที่หกหล่น ถ้าเป็นของเหลวต้องหาอุปกรณ์ป้องกันการสูดไอระเหย

6) ป้องกกันการกระจายของสารที่หกหล่น โดยใช้ตัวดูดซับ เช่น ดิน ทราย และเก็บลงภาชนะให้มิดชิด ติดฉลากให้เห็นชัดเจน

7) ถ้าสารที่หกหล่นเป็นกรด ต้องทำให้เป็นกลางก่อน โดยใช้ผงโซเดียมไบคาบอเนต (sodium bicarbonate) เป็นตัวดูดซับ แล้วรวบรวมใส่ภาชนะบรรจุ ติดฉลากให้เห็นชัดเจน

8) ถ้าสารที่หกหล่นเป็นเบส ทำให้เจือจางมากๆแล้วใช้ผ้าซับ

9) ถ้าสารละลายที่หกหล่นมีกลิ่น ใช้ผงถ่านเป็นตัวดูดซับ

3.6.2 สารเคมีหกหล่นในปริมาณมาก (major chemical spills) ให้ปฏิบัติดังนี้

1) แจ้งให้ผู้ปฏิบัติงานและบุคคลอื่นๆที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากที่เกิดเหตุ

2) นำผู้ป่วยที่ได้รับอุบัติเหตุออกจากที่เกิดเหตุ

3) พยายามทำให้อากาศถ่ายเทได้สะดวกโดยเปิดตู้ดูดควันหรือหน้าต่าง

4) ดำเนินการกำจัดสารเคมีที่หกหล่นแต่ละชนิด โดยดูจากคู่มือ MSDS

3.6.3 สารเคมีหกสัมผัสร่างกายในปริมาณมาก ให้ปฏิบัติดังนี้

1) ถอดเสื้อผ้าและรองเท้า เปิดน้ำให้ไหลผ่านร่างกายจาก safety shower หรือสายยางรดอย่างน้อย 15 นาที

2) รีบนำส่งโรงพยาบาลทันที

3.6.4 ปรอทหกหรือรั่วไหล ให้ปฏิบัติดังนี้

1) ดูดซับด้วยดิน ทรายหรือดูดซับอื่นที่ไม่ติดไฟ หลังจากนั้นให้คลุมด้วยแผ่นพลาสติกเพื่อป้องกันการกระจาย

2) โรยผงกำมะถัน อย่างน้อย 15 นาที เพื่อให้ดูดซับปรอท

3) เก็บใส่ภาชนะที่ปิดสนิท แล้วนำๆไปกำจัดโดยวิธีที่เหมาะสม

3.6.5 แนวทางปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นภายใน

แนวทางปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นภายในห้องปฏิบัติการเขียนเป็น Flow chart ได้ตามภาพที่ 2.8 แผนภูมิการไหล แนวทางปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นภายใน (รายละเอียดตามบทที่ 2 ข้อ 3.7.2)

บทที่ 4
การปฐมพยาบาลเมื่อเกิดอุบัติเหตุ

1. ทฤษฎีการปฐมพยาบาล

ในบางครั้ง อุบัติเหตุอาจเกิดขึ้นจากการทำงานในห้องปฏิบัติงาน ซึ่งมีผลทำให้ผู้ปฏิบัติงาน เกิดการบาดเจ็บและเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์และยาที่จำเป็นสำหรับการปฐมพยาบาลในห้องปฏิบัติการ และต้องมีการอบรมเจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับการปฐมพยาบาล เพื่อให้สามารถช่วยเหลือผู้ป่วยในเบื้องต้นก่อนนำส่งโรงพยาบาล

การปฐมพยาบาล หมายถึง การช่วยเหลือผู้ป่วยซึ่งได้รับอุบัติเหตุหรือเจ็บป่วยอย่างกะทันหัน โดยใช้เครื่องมือที่หาได้ในขณะนั้น เพื่อช่วยให้ผู้ป่วยมีอันตรายน้อยลงก่อนจะส่งไปพบแพทย์หรือสถานพยาบาลเพื่อรักษาต่อไป

หลักทั่วไปในการปฐมพยาบาล

1.1 เพื่อช่วยให้มีชีวิตอยู่ได้

1.2 ป้องกันไม่ให้คนไข้มีสภาพเลวลง

1.3 เพื่อช่วยให้กลับสภาพเดิมโดยเร็ว

2. การปฐมพยาบาลของห้องปฏิบัติการ

เนื่องจากภายในห้องปฏิบัติการจะมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นบ่อยครั้ง ทางห้องปฏิบัติการจึงจัดให้มี ตู้ปฐมพยาบาล และมีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการในเรื่อง “การปฐมพยาบาลเบื้องต้น” ซึ่งจะสามารถทำให้ผู้เข้าอบรมเกิดความรู้ความเข้าใจในหลักการและวิธีการในการปฐมพยาบาลเบื้องต้นอย่างถูกวิธี ทั้งนี้เพื่อให้บุคลากรมีทักษะในการปฐมพยาบาลเบื้องต้น สามารถช่วยเหลือตนเองและบุคคลใกล้ตัวได้อย่างปลอดภัยก่อนถึงโรงพยาบาล และเพื่อเป็นการลดความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตและลดค่าใช้จ่ายทางด้านค่ารักษาพยาบาลภายในองค์กรอีกด้วย

3. คู่มือความปลอดภัยในการปฐมพยาบาลของห้องปฏิบัติการ

3.1 ตู้ปฐมพยาบาล (First aid cabinet)

ตู้ปฐมพยาบาลเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการ ภายในมียาและสิ่งจำเป็นสำหรับใช้ในการปฐมพยาบาล และต้องจัดอยู่ในตำแหน่งที่หยิบได้สะดวก ใกล้อ่างน้ำ และมีแสงสว่างเพียงพอ ควรมีผู้ดูแลรับผิดชอบตู้ปฐมพยาบาล และควรมีหมายเลขโทรศัพท์ของโรงพยาบาลที่อยู่ใกล้เคียง ติดไว้หน้าตู้ปฐมพยาบาล ผู้ปฏิบัติงานทุกคนจะต้องรู้ว่า ชุดปฐมพยาบาลที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ เก็บไว้ที่ไหนและใช้อย่างไร ในตู้ปฐมพยาบาลควรมียาและอุปกรณ์ที่จำเป็น ดังต่อไปนี้

3.1.1 พลาสเตอร์ (band aid) สำหรับปิดแผลขนาดต่างๆ

3.1.2 ผ้าพันแผล ผ้ากอซและสำลีที่อบฆ่าเชื้อแล้ว

3.1.3 กรรไกรตัดผ้าหรือตัดสิ่งอื่นๆ

3.1.4 ปากคีบ

3.1.5 ครีมสำหรับแผลไหม้ (burn cream)

3.1.6 ยาแก้ปวด

3.1.7 แอลกอฮอล์ล้างแผลและฆ่าเชื้อโรค

3.1.8 สารละลายเบตาดีน

3.1.9 ยาดม

3.1.10 สารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (sodium hydrogen carbonate) ร้อยละ 2 และ 5

3.1.11 สารละลายกรดอะซติก (acitic acid) ร้อยละ 1 และ 2

3.1.12 สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (ammonium chloride) ร้อยละ 5

3.1.13 สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต (copper sulphate) ร้อยละ 1

3.1.14 กลีเซอรีน (glycerine)

หมายเหตุ ควรปิดฉลากบนภาชนะบรรจุยา บอกชื่อและวิธีใช้ให้ชัดเจน

3.2 การปฐมพยาบาล (First aid procedures)

การให้ความช่วยเหลือเบื้องต้นควรดำเนินการทันที เมื่อพบผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุหรือผู้ป่วย ผู้ที่ทำหน้าที่ในการปฐมพยาบาลควรจะหลีกเลี่ยงภาวะตื่นตระหนกต้องเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง ในการที่จะให้ความช่วยเหลือผู้ป่วย และควรปฏิบัติเท่าที่จำเป็นจนกว่าจะส่งถึงแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญ จุดประสงค์หลักของการปฐมพยาบาลเบื้องต้นคือ การรักษาชีวิตของผู้บาดเจ็บเอาไว้ก่อน

เมื่อผู้ปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการได้รับอุบัติเหตุ การปฐมพยาบาลจะแตกต่างกันตามลักษณะของการบาดเจ็บหรือได้รับอันตรายดังต่อไปนี้

*3.2.1 **กรณีที่เกิดการหกหล่นของสารชีวภาพบนร่างกาย*** ให้ปฏิบัติดังนี้

1) ถอดเสื้อผ้าที่ปนเปื้อนจากเชื้อออกแล้วล้างบริเวณที่สัมผัสเชื้ออย่างแรงด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อและน้ำเป็นเวลา 3นาที

2) ต้องพบแพทย์หรือไปห้องพยาบาลทันที

3) รายงานการเกิดเหตุการณ์ขึ้นต่อหัวหน้าห้องปฏิบัติการ

*3.2.2 **การปฏิบัติต่อบุคลากรหลังการสัมผัสเชื้อ*** บุคลากรที่สัมผัสเชื้อจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นอาจจะติดเชื้อได้ จึงต้องป้องกันหรือลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อโดยปฏิบัติตามหลักการต่อไปนี้

1) ล้างบริเวณที่สัมผัสเชื้อโรคโดยเร็วที่สุดและมากที่สุด

2) รายงานอุบัติเหตุต่อผู้บังคับบัญชาโดยเร็ว

3) พบแพทย์เพื่อขอรับการรักษา ถ้าคาดว่าน่าจะติดเชื้อแล้ว เช่น ถ้าเชื้อแบคทีเรียเข้าแผล ควรได้รับยาต้านจุลชีพ คำแนะนำการป้องกัน คำปรึกษาเกี่ยวกับการปฏิบัติตนหลังเกิดอุบัติเหตุ เพื่อลดความกังวลใจและลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อและการแพร่เชื้อสู่ผู้อื่น

*3.2.3 **แผลจากสารเคมี*** มักเกิดขึ้นจากการสัมผัสสารกัดกร่อน ประเภทกรด ด่าง และสารออกซิไดซ์ ผิวหนังจะปวดแสบปวดร้อน พอง แดง หรือเป็นแผลขึ้นทันที การช่วยเหลือควรกระทำทันที การปฐมพยาบาลแผลไหม้จากสารเคมีแตกต่างกันตามชนิดของสารเคมีดังนี้

1) แผลจากกรด ให้ล้างแผลด้วยน้ำสะอาดปริมาณมากๆ หลังจากนั้นล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตร้อยละ 5 แล้วตามด้วยน้ำสะอาด หากแผลไหม้รุนแรง ให้ล้างด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ ปล่อยให้แห้ง แล้วทาด้วยครีมสำหรับแผลไหม้

2) แผลจากด่าง ให้ล้างด้วยน้ำสะอาดปริมาณมาก แล้วล้างด้วยสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ ร้อยละ 5 หรือสารละลายกรดอะซิติกร้อยละ 2 และตามด้วยน้ำ

3) แผลจาก bromine ให้ล้างด้วยน้ำสะอาดปริมาณมาก แล้วใช้สำลีชุบกลีเซอรีนมากๆ ทาที่แผล ทิ้งไว้สักครู่จึงเช็ดส่วนที่เกินออก และทาด้วยครีมสำหรับแผลไหม้ แล้วนำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาล

4) แผลจาก phosphorus ให้ล้างด้วยน้ำสะอาดปริมาณมากๆทันที และล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตร้อยละ 2 จากนั้นให้ล้างด้วยสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตร้อยละ 1 และล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตร้อยละ 1 และล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตร้อยละ 2 อีกครั้งหนึ่ง (ห้ามใช้ Oily หรือ greasy dressing เด็ดขาด)

3.2.4 สารเคมีเข้าตา การบาดเจ็บของตาอาจเกิดจากการสัมผัสสารเคมีต่างๆ เช่น กรด ด่าง ตัวทำละลาย และก๊าซพิษเป็นต้น สารกัดกร่อนประเภทกรดและด่างเป็นอันตรายต่อตาอย่างมาก โดยเฉพาะด่างเมื่อถูกสารเคมีกัดไหม้ที่บริเวณดวงตา ถึงแม้ว่าจะไม่เกิดอาการบาดเจ็บที่รุนแรง แต่อาจทำให้ดวงตาเสื่อมลงอย่างช้าๆ เนื่องจากด่างสามารถละลายสารประกอบไขมันที่ผิวลูกตาได้ ขณะเดียวกันด่างจะแทรกซึมเข้าไปในลูกตาได้ลึกกว่ากรด ถ้าหากสารเคมีเป็นกรดแก่จะทำให้เกิดการตกตะกอนของโปรตีนที่ผิวของลูกตา การปฐมพยาบาลเมื่อสารเคมีเข้าตาให้ปฏิบัติดังนี้

1) ล้างตาทันทีด้วยน้ำประปาปริมาณมากๆอย่างน้อย 20 นาที โดยปล่อยน้ำให้ไหลผ่าน ขณะล้างต้องเปิดเปลือกตาของผู้ป่วยให้กว้างและให้ผู้ป่วยกรอกตาไปมา เพื่อล้างสารเคมีออกให้มากที่สุด

2) นำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลโดยเร็วที่สุด

3.2.5 การได้รับสารพิษโดยทางปาก โดยปกติ การได้รับสารเคมีโดยทางปาก มีโอกาสเกิดขึ้นน้อยมาก ในห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตาม ควรทราบถึงวิธีปฐมพยาบาล เพื่อแก้ในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ โดยแบ่งออกตามประเภทของสารเคมีที่กลืนเข้าไป ดังนี้

1) สารกัดกร่อน ห้ามทำให้ผู้ป่วยอาเจียน แต่ให้ดื่มน้ำมากๆ เพื่อให้กรดหรือด่างเจือจาง ในกรณีที่กลืนกรดเข้าไป ให้ดื่มนมหรือน้ำปูนใส เพื่อบรรเทาการกัดกร่อนของกรดในกระเพาะ ในกรณีที่กลืนด่างเข้าไป ให้ดื่มสารละลายกรดอะซิติก ร้อยละ 1 แทน แล้วรีบนำส่งโรงพยาบาลทันที

2) ถ้าสารเคมีที่กลืนเข้าไปไม่ใช่สารกัดกร่อน ต้องทำให้ผู้ป่วยอาเจียนออกมา แล้วรีบนำส่งโรงพยาบาลทันที

3.2.6 ช็อค อาการช็อคเกิดจากร่างกายเสียเลือด หรือน้ำมากๆ หรือขาด Oxygen หรือมีความเจ็บปวดอย่างรุนแรง อาการดังกล่าวอาจเกิดทันที หรือหลังจากได้รับอุบัติเหตุเป็นเวลาหลายชั่วโมง อาการที่แสดงออก คือหน้าซีด ตัวสั่น หายใจเร็ว ชีพจรเต้นเร็วและอ่อน ร่างกายหรือผิวหนังจะเย็นลง มีเหงื่อออกมากบริเวณหน้าผากและ ฝ่ามือ การปฐมพยาบาลผู้ที่ช็อคให้ปฏิบัติดังนี้

1) ถ้ามีเลือดออกให้ห้ามเลือดก่อน

2) ให้ผู้ป่วยนอนราบลงกับพื้น

3) ให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก พากผู้ป่วยอาเจียนให้ยกศีรษะผู้ป่วยตะแคงไปด้านใดด้านหนึ่งเพื่อป้องกันการสำลัก

4) หากไม่มีอาการแตกหักของกระดูกให้ยกขาผู้ป่วยให้สูงขึ้น โดยให้ศีรษะอยู่ต่ำกว่าส่วนของลำตัว เพื่อให้เลือดไปเลี้ยงสมอง

5) รักษาร่างกายผู้ป่วยให้อบอุ่น

6) ถ้าหยุดหายใจให้รีบช่วยหายใจ

7) นำส่งโรงพยาบาล

*3.2.7 **การหายใจขัด*** อาจเกิดขึ้นจากการหายใจเอาก๊าซพิษเข้าไป หรือการได้รับออกซิเจนในอากาศไม่เพียงพอหรือไฟฟ้าดูด อาการที่เกิดขึ้นได้แก่ หายใจขัด กระสับกระส่าย ทุรนทุราย หมดสติ ใบหน้าเขียวคล้ำจนดำ หัวใจเต้นผิดปกติจนหยุดเต้น การปฐมพยาบาลควรปฏิบัติดังนี้

1) นำผู้ป่วยออกจากที่เกิดเหตุไปยังที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก

2) ให้รีบช่วยหายใจ

3) ถ้ามีเลือดออก ควรรีบห้ามเลือด

4) รีบนำส่งโรงพยาบาล

*3.2.8 **บาดแผลและรอยถลอก*** ที่เกิดขึ้นเกิดขึ้น เมื่อผิวหนังฉีกขาดเนื่องจากของมีคมหรือแรงกระแทก การปฐมพยาบาลควรปฏิบัติดังนี้

1) ต้องระวังไม่ให้เกิดการติดเชื้อบริเวณบาดแผล โดยการทำความสะอาดบาดแผลและผิวหนังโดยรอบด้วยสบู่และน้ำอุ่น (ล้างทำความสะอาดจากบริเวณที่เป็นบาดแผลออกไปยังบริเวณรอบๆ) แล้วทาด้วยยาฆ่าเชื้อ

2) ใช้ผ้าสะอาดปราศจากเชื้อโรคปิดบาดแผลจนกระทั่งเลือดหยุดไหล หลังจากนั้นเปลี่ยนผ้าที่ปิดบาดแผลและใช้ผ้าพันแผลอย่างหลวมๆ

3) รักษาบาดแผลให้แห้งและสะอาดอยู่เสมอ หากเป็นบาดแผลฉกรรจ์ บาดผลที่เส้นเลือดหรือมีการสูญเสียเลือดมาก อาจทำให้ผู้บาดเจ็บเสียชีวิตได้ภายในเวลา 3-5 นาที ดังนั้นจึงต้องรีบปฐมพยาบาลดังนี้

(1) ใช้ผ้าเช็ดหน้าหรือเศษผ้าที่สะอาดปิดปากแผลเพื่อเป็นการห้ามเลือด โดยใช้มือกดผ้าลงบนบาดแผลเพื่อยุติการไหลของเลือด หรือใช้นิ้วมือหรือฝ่ามือช่วยในการห้ามเลือด

(2) ยกส่วนที่มีบาดแผลให้สูงกว่าส่วนอื่นๆของร่างกาย

(3) รักษาระดับอุณหภูมิของผู้ป่วยให้อบอุ่น โดยใช้ผ้าห่มหรือเสื้อกันหนาวใส่ให้กับผู้ป่วย

(4) ไม่ควรใช้ผ้าหรือวัสดุปิดบนปากแผลแน่นหรือนานเกินไป เพราะอาจทำให้วัยวะส่วนนั้นขาดเลือดไปเลี้ยง ทำให้เนื้อเยื่อหรือกล้ามเนื้อบริเวณนั้นตายได้

(5) ห้ามผู้ป่วยดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์

(6) หากผู้ป่วยหมดสติ หรือมีอาการบาดเจ็บที่บริเวณท้อง ห้ามให้ผู้ป่วยดื่มเครื่องดื่มใดๆทั้งสิ้น

(7) นำส่งโรงพยาบาลทันที

3.2.9 แผลไหม้จากความร้อน จะทำให้ผิวหนังแดง บวม พอง และปวดจนอาจหมดสติได้ หากเสียน้ำและน้ำเหลืองมากจะกระหายน้ำ กระสับกระส่าย หน้าซีด มือเย็น การปฐมพยาบาลแผลไหม้จากความร้อนควรปฏิบัติดังนี้

1) ผิวหนังไหม้เล็กน้อย มีอาการปวดแสบปวดร้อนจนถึงผิวหนังแดงและพอง ให้ทาด้วยครีมสำหรับแผลไหม้ (burn cream)

2) ผิวหนังไหม้รุนแรง ให้ถอดเสื้อผ้าหรือตัดเสื้อผ้าของผู้ป่วยออก หากมีอาการ ช็อคให้รีบแก้ไขก่อน จากนั้นปิดและพันด้วยผ้าสะอาด ถ้าปวดมากให้ยาระงับปวดแล้วรีบนำส่งโรงพยาบาล

3.2.10 การหมดสติจากกระแสไฟฟ้า เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าสู่ร่างกายจะทำให้กล้ามเนื้อชักกระตุก เกร็ง และถูกทำลาย รวมทั้งหัวใจจะเต้นผิดปกติจนหยุดเต้น การปฐมพยาบาลให้ปฏิบัติดังนี้

1) เมื่อผู้ป่วยถูกกระแสไฟฟ้าช๊อต ต้องตัดกระแสไฟฟ้าทันที หรือใช้วัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าดึงตัว ผู้ป่วยให้หลุดออกมา ห้ามถูกตัวผู้ป่วยจนกว่าผู้ป่วยจะหลุดออกจากกระแสไฟฟ้าแล้ว

2) ให้ความช่วยเหลือแบบเป่าปากทันที เมื่อผู้ป่วยหลุดจากกระแสไฟฟ้าแล้ว

3) กรณีที่มีบาดแผลจากไฟฟ้าช๊อต ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับแผลไหม้จากความร้อน แต่พึงระลึกไว้ เสมอว่าแผลจากไฟฟ้าดูดที่ผิวหนังอาจจะมีบาดแผลเล็กน้อยแต่กระแสไฟฟ้าอาจทำอันตรายต่อกล้ามเนื้อ เอ็น หรือเนื้อเยื่อข้างในอย่างรุนแรงได้ จึงควรนำส่งโรงพยาบาล

บทที่ 5
การสำรวจความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

การควบคุมอุบัติเหตุ หรือการป้องกันอันตรายในสถานประกอบการนั้น มีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับลักษณะและประเภทของธุรกิจของสถานประกอบการนั้นๆ แต่หลักการควบคุมอันตรายหรือป้องกันการเกิดอุบัติเหตุนั้น จะเน้นการป้องกันหรือการค้นหาอันตรายหรือต้นเหตุที่จะทำให้เกิดอันตรายหรือทำให้เกิดอุบัติเหตุก่อนที่จะเกิดปัญหาหรืออุบัติเหตุขึ้น ซึ่งเป็นการค้นหาปัญหานั่นเอง และวิธีการที่สถานประกอบการหลายๆแห่งนิยมใช้ในการค้นหาปัญหาหรือสภาพที่เป็นอันตรายในรูปแบบต่างๆ คือ การสำรวจความปลอดภัย ทั้งนี้หากสถานประกอบการนำการตรวจความปลอดภัยไปใช้หรือปฏิบัติอย่างถูกต้อง เหมาะสม หรือปฏิบัติจริง ก็จะทำให้สถานประกอบการนั้นๆมีความปลอดภัยมากขึ้น

1. ทฤษฎีการสำรวจความปลอดภัย

การสำรวจความปลอดภัย เป็นการค้นหาหรือสืบค้นปัจจัยเสี่ยงในเบื้องต้นทั้งด้านสภาพงาน เช่น เคมี กายภาพ เครื่องมือ อุปกรณ์ การปฏิบัติงานของพนักงานเป็นต้น รวมทั้งยังเป็นการประเมินมาตรฐานการควบคุมที่มีอยู่ในสถานประกอบกิจการว่ามีประสิทธิภาพและเพียงพอหรือไม่ ซึ่งอาจดำเนินการโดย การตรวจเบื้องต้น การสังเกต การสัมภาษณ์ เพื่อประเมินความเสี่ยง นอกจากนี้ยังเป็นการประเมินแนวคิดของผู้บริหาร หัวหน้างาน และพนักงานที่มีต่อมาตรการควบคุม ป้องกันเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานที่เหมาะสมต่อไป

1.1 การเตรียมการก่อนการสำรวจ

รวบรวมข้อมูลของห้องปฏิบัติการหรืออาจดูจากรายงานการสำรวจในอดีตในเรื่องดังนี้

1.1.1 กระบวนการวิเคราะห์หรือทดสอบ และอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากการทำการวิเคราะห์หรือทดสอบ สารเคมี เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่อาจเป็นอันตราย

1.1.2 นโยบาย กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ มาตรฐานขององค์กร

1.1.3 กฎหมายความปลอดภัย ในการทำงาน และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

1.143 สถิติอุบัติเหตุ อุบัติการณ์ ข้อเสนอแนะ เรื่องร้องเรียน ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสาเหตุหน่วยงานที่เกิดปัญหา การสำรวจ ผลการสำรวจ และการปรับปรุงแก้ไขที่ผ่านมา

1.2 การดำเนินการสำรวจ

*1.2.1 **กำหนดสถานที่*** และเส้นทางที่จะทำการสำรวจ ซึ่งควรมีการสำรวจครอบคลุมทุกบริเวณของห้องปฏิบัติการ รวมถึงบริเวณที่ปล่อยของเสียออกจากห้องปฏิบัติการ

*1.2.2 **กำหนดช่วงเวลาสำรวจ*** การสำรวจเป็นการค้นหาชนิดของสิ่งคุกคาม และประเมินปริมาณของสิ่งคุกคามเบื้องต้น ค้นหาข้อบกพร่องของมาตรควบคุม ป้องกันที่ใช้อยู่ โดยทั่วไปกำหนดให้มีการสำรวจเดือนละ 1 ครั้ง

*1.2.3 **กำหนดผู้สำรวจ*** คณะกรรมการความปลอดภัยในการทำงาน ควรกำหนดว่าในการสำรวจแต่ละครั้ง จะทำการสำรวจทั้งคณะ หรือแต่งตั้งคณะทำงานซึ่งมีกรรมการในคณะกรรมการฯร่วมด้วย เพื่อดำเนินการสำรวจ เพื่อนำผลการสำรวจเสนอต่อคณะกรรมฯต่อไป

นอกจากนี้ผู้ทำการสำรวจควรมีความพร้อมหรือมีลักษณะ ดังนี้คือ

1) การศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง เช่น ลักษณะอันตรายที่จะเกิดขึ้นได้ ปัจจัยเสี่ยงที่มีอยู่ เป็นต้น

2) การเตรียมความพร้อมก่อนการสำรวจ เช่น ศึกษาข้อมูลการสำรวจที่ผ่านมา ศึกษาข้อมูลสถิติอุบัติเหตุ อุบัติการณ์ ข้อเสนอแนะต่างๆ การเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ที่จะใช้ในการสำรวจเป็นต้น

3) ความช่างสังเกต

4) ไม่สร้างความกังวลว่าจะเป็นการจับผิดหรือรบกวนการปฏิบัติ

5) ไม่มีอคติ เป็นคนใจกว้าง มีความเป็นกลาง มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี

6) การสอบถามข้อมูลประกอบจากผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่

7) การขออนุญาตจากผู้ดูแลรับผิดชอบก่อนเข้าพื้นที่ หรือการให้มีส่วนร่วมในการสำรวจพื้นที่ของตน เพื่อป้องกันปัญหาการขัดแย้งขึ้นในภายหลัง

*1.2.4 **กำหนดประเด็นที่สำรวจ*** เช่น

1) ความเหมาะสมในการใช้พื้นที่การใช้งาน เช่นความแออัด แผนผังพื้นที่การทำงาน การวางผังงานในกระบวนการผลิต

2) ความถูกต้องของวิธีการทำงาน และลักษณะการทำงานของลูกจ้าง เช่น การแต่งกาย พฤติกรรมการทำงาน การปฏิบัติตามข้อกำหนดในการทำงาน

3) การทำงานเป็นกะ การทำงานล่วงเวลา

4) ความปลอดภัยของเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ที่พนักงานใช้ในการปฏิบัติงาน

5) มลพิษหรือสิ่งคุกคามที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต สารเคมี แสงสว่าง ความร้อน การสั่นสะเทือน

6) ข้อบกพร่องของมาตรการที่ใช้อยู่ เช่น บริเวณที่มีเสียงดังแต่ไม่ได้ถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่ต้องสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

1.2.5 เทคนิควิธีการสำรวจ ในการสำรวจอาจดำเนินการโดยเทคนิคใดเทคนิคหนึ่ง หรือทุกวิธีก็ได้ คือ

1) การตรวจเบื้องต้น เป็นการสำรวจโดยการบันทึกผลตามแบบสำรวจปลายปิด ซึ่งสามารถแปรผลได้ทันที หรือแบบสำรวจปลายเปิด

2) การสังเกต อาจมีแบบสังเกตหรือไม่มีก็ได้ โดยผู้สำรวจมาบันทึกผลการสังเกตที่ได้ในภายหลัง

3) การสัมภาษณ์ เป็นการสำรวจ โดยการพูดคุยกับพนักงานทุกระดับ เช่น ผู้แทนคนงาน ผู้จัดการฝ่าย เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน แพทย์ พยาบาล เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลด้านสุขภาพ ด้านความปลอดภัย แต่ต้องระวังไม่ใช้คำถามที่เป็นคำถามนำ และควรสอบถามเพิ่มเติมกี่ยวกับการทำงานล่วงเวลา หรือการทำงานเร่งด่วนในกรณีที่ต้องการเพิ่มผลผลิต เพื่อจะได้ประเมินอันรายด้วย

1.2.6 เครื่องมือที่ใช้สำรวจ การสำรวจ อาจใช้เครื่องมือ ดังนี้

1) เครื่องมือตรวจวัดประเภทอ่านผลได้ทันที เช่น detector tube, smoke tube

2) ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่

(1) การรับรู้กลิ่น ความรู้สึกครั้งแรกเมื่อเข้าสู่โรงงาน/หน่วยงาน ควรบันทึกไว้ทันทีก่อนที่จะเคยชินกับกลิ่นนั้น

(2) การมองเห็น เป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุด เนื่องจากต้องบันทึกลักษณะของแต่ละแผนก สิ่งที่พบเห็น ตำแหน่งของเครื่องมือ การจัดวางเครื่องมือ ตำแหน่งของประตู หน้าต่าง ลักษณะการทำงานของลูกจ้าง ความสะอาดของพื้นที่ ความสะอาดของตัวอาคาร การทำงานของระบบระบายอากาศ จำนวนของคนงาน การจัดเก็บสารเคมี สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่กำหนดให้ใช้และที่คนงานใช้จริง ป้าย สัญลักษณ์ต่างๆ มลพิษที่เกิดขึ้นรวมถึงบันทึกระบบควบคุมที่ใช้อยู่ นอกจากนี้ยังต้องสังเกตสภาพทั่วไปของโรงงาน มีที่ว่างหรือไม่ ประตูทางออกหนีไฟ อุปกรณ์ฉุกเฉิน บริเวณที่พักลูกจ้าง ห้องน้ำ ห้องงส้วม ห้องรับประทานอาหาร ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้ามีความสะอาดเพียงพอหรือไม่

(3) การฟัง ถ้าผู้สำรวจยืนห่างกัน 0.5 เมตร พูดคุยกันควรจะได้ยินเสียง ถ้าไม่ได้ยินแสดงว่าระดับเสียงในบริเวณดังกล่าวอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้

(4) การรับสัมผัสทางผิวหนัง แหล่งความร้อนที่แผ่รังสีความร้อนออกมาจะทำให้ผิวหนังร้อน และแดงได้ ส่วนอุณหภูมิและความชื้นที่สูง จะทำให้เกิดเหงื่อ และรู้สึกไม่สบาย

(5) การรับรส ประสามสัมผัสด้านนี้ใช้ได้จำกัดมากเฉพาะสารเคมีบางชนิด ซึ่งอาจรู้สึกได้เมื่ออากาศเข้าสัมผัสริมฝีปากและลิ้น เช่น ขณะพูดคุย เลียริมฝีปาก หัวเราะ

1.3 การสรุปผล การจัดลำดับปัญหา และการรายงานนายจ้างเพื่อเสนอแนะการปรับปรุงแก้ไข

เมื่อมีการสำรวจความปลอดภัยเสร็จแล้ว คณะกรรมการความปลอดภัยฯ จะต้องสรุปผลสำรวจ และจัดลำดับปัญหาเพื่อรายงานผู้บริหาร เพื่อเสนอแนะปรับปรุงแก้ไข โดยในการจัดลำดับปัญหามีแนวคิดในการพิจารณา ดังต่อไปนี้

1.3.1 โอกาสการเกิดอุบัติเหตุอันตราย เป็นการวิเคราะห์สาเหตุที่สำรวจพบว่ามีโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุอันตรายมากน้อยเพียงใด ชนิดไหน และมีความถี่มากน้อยระดับใด

1.3.2 ระยะเวลาที่พนักงานสัมผัสต่อสิ่งที่อาจเกิดอุบัติเหตุอันตราย เป็นการเปรียบเทียบระยะเวลาที่พนักงานสัมผัสต่อสิ่งที่เกิดอุบัติแหตุอันตรายกับชั่วโมงการทำงานโดยปกติของพนักงาน

1.3.3 ความร้ายแรงหรือผลเสียหายที่อาจเกิดขึ้น เป็นการคาดการณ์ว่าถ้าเกิดขึ้นจะเกิดผลร้ายแรงเพียงใด เช่น ทรัพย์สินเสียหาย บาดเจ็บ พิการ ตาย

1.3.4 ความยากง่าย เวลา ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

1.3.5 ความผิดพลาดของบุคคล ในการทำให้เกิดอุบัติเหตุ

1.3.6 การเห็นคุณค่าหรือประโยชน์ คำนึงถึงทัศนคติหรือการเห็นความสำคัญของฝ่ายบริหารที่ต้องการให้ลูกจ้างปลอดภัยมากน้อยเพียงใด

สำหรับการรายงานเพื่อเสนอแนะปรับปรุงแก้ไข ต้องระบุเรื่องที่จำเป็นเร่งด่วนตามลำดับ และแนวทางการปรับปรุงแก้ไข โดยระบุระยะเวลาที่ควรดำเนินการปรับปรุงให้แล้วเสร็จไว้ด้วย เพื่อให้เห็นถึงความเร่งด่วนและจะเป็นประโยชน์ในการติดตามผลต่อไป

นอกจากนี้ การจัดทำรายงานผลการสำรวจ ควรเพิ่มเติมในประเด็นเหล่านี้ด้วยเช่นกัน

1) ผลการประเมินอันตรายจากการทำงานแต่ละแผนกที่ทำการสำรวจ

2) ประสิทธิภาพของระบบและมาตรการที่มีใช้อยู่

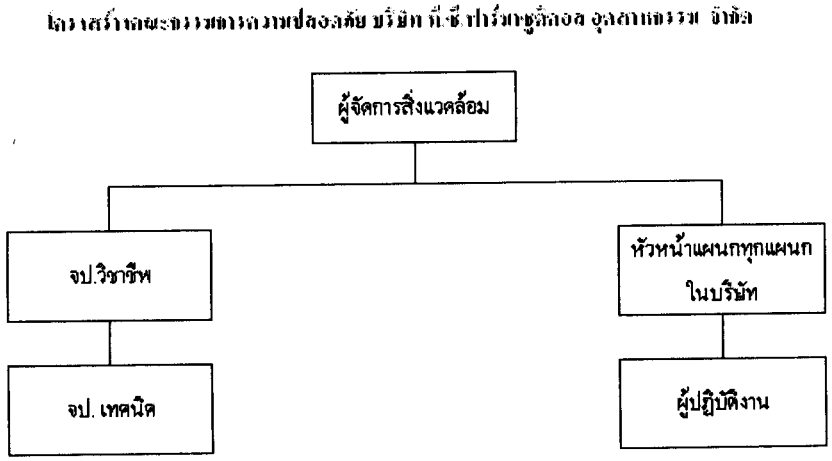
3) ข้อสังเกต และข้อเสนอแนะในจุดที่ต้องมีการประเมินปัจจัยเสี่ยงเพื่อวางแผนการตรวจโดยละเอียด และวางแผนการควบคุมปัจจัยเสี่ยงต่อไป

1.4 การติดตามผลการปรับปรุงแก้ไข

คณะกรรมการฯ มีหน้าที่ต้องติดตามผลความคืบหน้าเรื่องที่เสนอผู้บริหาร ดังนั้นเมื่อคณะกรรมการฯได้สรุปผล และรายงานเพื่อเสนอแนะการปรับปรุงแก้ไขตามผลที่ได้จากการสำรวจความปลอดภัยแล้ว คณะกรรมการฯต้องติดตามความคืบหน้าในการปรับปรุงแก้ไขตามที่เสนอแนะไว้โดยวิธีการต่างๆ เช่น การกำหนดไว้ในระเบียบวาระการประชุม การมอบหมายให้กรรมการคนใดคนหนึ่งให้ติดตามงาน การกำหนดให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องรายงานผลเป็นระยะๆ

2. การสำรวจของห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการเป็นแผนกหนึ่งใน บริษัท ที.ซี.ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด ดังนั้นจึงอยู่ในคณะกรรมการความปลอดภัยของบริษัทด้วย ตามภาพที่ 5.1 โครงสร้างคณะกรรมการความปลอดภัย โดยทางคณะกรรมการความปลอดภัยมีแผนการสำรวจความปลอดภัยทุกแผนกเดือนละ 1 ครั้ง



ภาพที่ 5.1 โครงสร้างคณะกรรมการความปลอดภัย

3. คู่มือความปลอดภัยในการสำรวจ

การสำรวจความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ มีวัตถุประสงค์และขั้นตอนการสำรวจความปลอดภัย ดังนี้

3.1 วัตถุประสงค์

3.1.1 เพื่อกระตุ้นให้ผู้ปฏิบัติงานมีความระมัดระวังในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการอย่างปลอดภัย

3.1.2 เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ

3.1.3 เพื่อสร้างจิตสำนึกในการรักษาความสะอาด และความเรียบร้อยในห้องปฏิบัติการ

3.1.4 เพื่อปรับปรุงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่ออันตราย

3.2 ขั้นตอนการสำรวจความปลอดภัย

3.2.1 จัดตั้งคณะทำงานเพื่อตรวจความปลอดภัย

3.2.2 จัดทำแบบสำรวจการใช้สารอันตรายในห้องปฏิบัติการ ตามตัวอย่างแบบสำรวจการใช้สารอันตรายในห้องปฏิบัติการ หน้าที่ 74

3.2.3 จัดทำแบบสำรวจความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ โดยแยกเป็นห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา และห้องปฏิบัติการทางเคมี ตัวอย่างแบบสำรวจความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา หน้าที่ 75-76 และตัวอย่างแบบสำรวจความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางเคมี หน้า 77-78

3.2.4 สำรวจห้องปฏิบัติการและประเมินด้านความปลอดภัยเดือนละ 1 ครั้ง โดยคณะกรรมการความปลอดภัย

3.2.5 ตรวจสอบข้อบกพร่องและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

3.2.6 คณะกรรมการความปลอดภัยติดตามผลการปรับปรุงแก้ไข

ตัวอย่างแบบสำรวจการใช้สารอันตรายในห้องปฏิบัติการ

ชื่อหน่วยงาน (ฝ่าย / แผนก).....

ห้องปฏิบัติการ.....จำนวนผู้ปฏิบัติงาน ..... คน โทรศัพท์.....

ผู้ตรวจสอบ ..... วันที่ตรวจสอบ .....

---

1. สารไวไฟ

1.1 ชนิดและปริมาณของสารไวไฟที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ

ชนิด	ปริมาณ
.....	.....

1.2 มีการแยกเก็บสารไวไฟตามประเภทสารอันตราย มี ☐ ไม่มี ☐

1.3 มีตู้เก็บสารละลายไวไฟ มี ☐ ไม่มี ☐

1.4 สถานที่เก็บสารไวไฟมีป้ายเตือนภัย มี ☐ ไม่มี ☐

2. สารออกซิไดซ์และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์

2.1 ชนิดและปริมาณของสารออกซิไดซ์และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ

ชนิดของสารออกซิไดซ์และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์	ปริมาณ
....	.....

2.2 มีการแยกเก็บสารออกซิไดซ์และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ตามประเภทสารอันตราย มี ☐ ไม่มี ☐

2.3 มีตู้สำหรับเก็บสารออกซิไดซ์และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์โดยเฉพาะ มี ☐ ไม่มี ☐

2.4 สถานที่เก็บสารออกซิไดซ์และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์มีป้ายเตือนภัย มี ☐ ไม่มี ☐

2. สารกัดกร่อน

2.1 ชนิดและปริมาณของกรดและเบสที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ

ชนิดของกรด	ปริมาณ	ชนิดของเบส	ปริมาณ
.....	.....	.....	.....

2.2 มีตู้สำหรับเก็บสารกัดกร่อนโดยเฉพาะ มี ☐ ไม่มี ☐

2.3 สถานที่เก็บสารกัดกร่อนมีป้ายเตือนภัย มี ☐ ไม่มี ☐

3. สารพิษและสารติดเชื้อ

3.1 มีการใช้สารพิษ/สารติดเชื้อในห้องปฏิบัติการ มี ☐ ไม่มี ☐

การทดลอง / วิเคราะห์	ชนิดของสารพิษ/สารติดเชื้อ	ปริมาณ
.....	.....	.....

3.2 มีตู้และภาชนะจัดเก็บเฉพาะสารพิษ/สารติดเชื้อ มี ☐ ไม่มี ☐

3.3 มีผู้รับผิดชอบการใช้และการจัดเก็บสารพิษ/สารติดเชื้อ มี ☐ ไม่มี ☐

3.4 มีป้ายเตือนภัยแสดงในบริเวณที่มีการใช้สารพิษ/สารติดเชื้อ มี ☐ ไม่มี ☐

3.5 มีขวดเฉพาะสำหรับจัดเก็บของเสียที่มีสารพิษ/สารติดเชื้อ มี ☐ ไม่มี ☐

ตัวอย่างแบบสำรวจความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา

ชื่อหน่วยงาน (ฝ่าย / แผนก).....

ห้องปฏิบัติการ.....จำนวนผู้ปฏิบัติงาน ..... คน โทรศัพท์.....

ผู้ตรวจสอบ ..... วันที่ตรวจสอบ .....

สิ่งที่ตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		
	ถูกต้อง	แก้ไข	หมายเหตุ
1. การรักษาความสะอาด 1.1 สะอาดและมีระเบียบ 1.2 การจัดการสิ่งของภายในห้องไม่แน่นหนา 1.3 ไม่มีสิ่งของเกะกะในทางเดิน 1.4 ทางเดินควรกว้างมากกว่า 1 เมตร 1.5 ไม่มีกลิ่นรบกวน 1.6 มีป้ายเตือนภัย 1.7 มีป้ายห้ามสูบบุหรี่ 1.8 เฟอร์นิเจอร์ไม่ชำรุด / เสียหาย 1.9 มีถังขยะแยกสำหรับขยะติดเชื้อและไม่ติดเชื้อ 1.10 มีแสงสว่างเพียงพอในห้องปฏิบัติการ 1.11 ตู้เก็บเครื่องแก้วและสารเคมีมีป้ายบอกชัดเจน 1.12 การจัดเก็บสิ่งของในลิ้นชักเป็นระเบียบและหาได้ง่าย			
2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ / วิจัย 2.1 สภาพเครื่องมือใช้งานได้ 2.2 มีตู้ Biological Safety Cabinets เพียงพอในห้องปฏิบัติการ 2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์จัดวางเหมาะสมและไม่ขวางการปฏิบัติงาน 2.5 มีป้ายบอกชื่อเครื่องมือและอุปกรณ์รวมทั้งชื่อของผู้รับผิดชอบ			
3. อุปกรณ์ทางไฟฟ้า (Electrical equipment) 3.1 เต้าเสียบมีสายดิน 3.2 มีอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้า (Breaker) เฉพาะสำหรับเครื่องมือต่างๆ 3.3 สายไฟควรอยู่ห่างจากอ่างน้ำ 3.4 การติดตั้งเต้าเสียบและสายไฟอยู่ในสภาพดีเหมาะสม			

สิ่งที่ตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		
	ถูกต้อง	แก้ไข	หมายเหตุ
4. สารเคมี (Chemicals) 4.1 มีสถานที่เก็บสารเคมีและเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสม 4.2 มีการจัดเก็บสารเคมีอย่างเป็นระเบียบตามประเภทของสารอันตรายและมีฉลากชัดเจน 4.3 มีการจัดเก็บเชื้อจุลินทรีย์อย่างถูกต้องตามคู่มือ 4.4 มีดัชนีเพื่อสะดวกในการค้นหาสารเคมี 4.4 มี MSDS ของสารเคมี 4.5 ถังก๊าซจัดแยกไว้นอกห้องปฏิบัติการ			
5. ความปลอดภัยด้านอัคคีภัย (Fire safety) 5.1 มีทางหนีไฟ (Fire exit) และไม่มีสิ่งกีดขวาง 5.2 มีเครื่องดับเพลิงเพียงพอและติดตั้งในบริเวณที่เหมาะสม รวมทั้งถังทรายในห้องปฏิบัติการ 5.3 มีสัญญาณตรวจจับควัน (Smoke alarm) 5.4 มีสัญญาณเตือนภัยในกรณีเกิดไฟไหม้ 5.5 มีแผนปฏิบัติการฉุกเฉินสำหรับการหนีไฟ			
6. อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (Protective equipment) 6.1 มีอ่างน้ำสำหรับล้างมือ 6.2 มีเครื่องป้องกันการหายใจส่วนบุคคล 6.3 มีถุงมือ รองเท้า เสื้อกราวด์ หมวกคลุมผม ในการปฏิบัติงาน			
7. บุคลากรในห้องปฏิบัติการ 7.1 รู้ตำแหน่งของอุปกรณ์ฉุกเฉินและวิธีใช้ 7.2 ได้รับการฝึกอบรมด้านความปลอดภัย 7.3 มีอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลในการปฏิบัติงาน 7.4 มีคู่มือเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ 7.5 ได้รับมอบหมายในการดูแลความเรียบร้อยในห้องปฏิบัติการ 7.6 ได้รับการอบรม และฝึกซ้อมกรณีเกิดเพลิงไหม้ 7.7 ได้รับการอบรม เรื่องการปฐมพยาบาลเบื้องต้น 7.8 ได้รับการสุขภาพประจำปี			

ตัวอย่างแบบสำรวจความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางเคมี

ชื่อหน่วยงาน (ฝ่าย / แผนก).....

ห้องปฏิบัติการ.....จำนวนผู้ปฏิบัติงาน ..... คน โทรศัพท์.....

ผู้ตรวจสอบ ..... วันที่ตรวจสอบ .....

สิ่งที่ตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		
	ถูกต้อง	แก้ไข	หมายเหตุ
1.การรักษาความสะอาด 1.1 สะอาดและมีระเบียบ 1.2 การจัดการสิ่งของภายในห้องไม่แน่นหนา 1.3 ไม่มีสิ่งของเกะกะในทางเดิน 1.4 ทางเดินควรกว้างมากกว่า 1 เมตร 1.5 ไม่มีกลิ่นรบกวน 1.6 มีป้ายเตือนภัย 1.7 มีป้ายห้ามสูบบุหรี่ 1.8 เฟอร์นิเจอร์ไม่ชำรุด / เสียหาย 1.9 มีถังขยะแยกสำหรับเศษกระดาษและเศษแก้ว 1.10 มีขวดสำหรับแยกเก็บของเสียอันตราย 1.11 มีแสงสว่างเพียงพอในห้องปฏิบัติการ 1.12 ตู้เก็บเครื่องแก้วและสารเคมีมีป้ายบอกชัดเจน 1.13 การจัดเก็บสิ่งของในลิ้นชักเป็นระเบียบและหาได้ง่าย			
2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ / วิจัย 2.1 สภาพเครื่องมือใช้งานได้ 2.2 มีตู้ดูดควันเพียงพอในห้องปฏิบัติการ 2.3 ตู้ดูดควันสะอาดและไม่มีสิ่งของวางเกะกะ 2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์จัดวางเหมาะสมและไม่ขวางการปฏิบัติงาน 2.5 มีป้ายบอกชื่อเครื่องมือและอุปกรณ์รวมทั้งชื่อของผู้รับผิดชอบ			
3. อุปกรณ์ทางไฟฟ้า (Electrical equipment) 3.1 เต้าเสียบมีสายดิน 3.2 มีอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้า (Breaker) เฉพาะสำหรับเครื่องมือต่างๆ 3.3 สายไฟควรอยู่ห่างจากอ่างน้ำ 3.4 การติดตั้งเต้าเสียบและสายไฟอยู่ในสภาพดีเหมาะสม			

สิ่งที่ตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		
	ถูกต้อง	แก้ไข	หมายเหตุ
4. สารเคมี (Chemicals) 4.1 มีสถานที่เก็บสารเคมีที่เหมาะสม 4.2 มีการจัดเก็บสารเคมีอย่างเป็นระเบียบตามประเภทของสารอันตรายและมีฉลากชัดเจน 4.3 มีดัชนีเพื่อสะดวกในการค้นหาสารเคมี 4.4 มีคู่มือความปลอดภัยของสารเคมี 4.5 มี MSDS ของสารเคมี 4.6 ถังก๊าซจัดแยกไว้นอกห้องปฏิบัติการ			
5. ความปลอดภัยด้านอัคคีภัย (Fire safety) 5.1 มีทางหนีไฟ (Fire exit) และไม่มีสิ่งกีดขวาง 5.2 มีเครื่องดับเพลิงเพียงพอและติดตั้งในบริเวณที่เหมาะสม รวมทั้งถังทรายในห้องปฏิบัติการ 5.3 มีสัญญาณตรวจจับควัน (Smoke alarm) 5.4 มีสัญญาณเตือนภัยในกรณีเกิดไฟไหม้ 5.5 มีแผนปฏิบัติการฉุกเฉินสำหรับการหนีไฟ			
6. อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (Protective equipment) 6.1 มีฝักบัวและอ่างน้ำสำหรับการล้างสารเคมี 6.2 มีเครื่องป้องกันการหายใจส่วนบุคคล 6.3 มีแว่นนิรภัยและถุงมือในการปฏิบัติงาน			
7. บุคลากรในห้องปฏิบัติการ 7.1 รู้ตำแหน่งของอุปกรณ์ฉุกเฉินและวิธีใช้ 7.2 ได้รับการฝึกอบรมด้านความปลอดภัย 7.3 มีอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลในการปฏิบัติงาน 7.4 มีคู่มือเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ 7.5 ได้รับมอบหมายในการดูแลความเรียบร้อยในห้องปฏิบัติการ 7.6 ได้รับการอบรม และฝึกซ้อมกรณีเกิดเพลิงไหม้ 7.7 ได้รับการอบรม เรื่องการปฐมพยาบาลเบื้องต้น 7.8 ได้รับการสุขภาพประจำปี			

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2541) *คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ* กรุงเทพมหานคร

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2550) "ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่องการจัดจำแนกความเสี่ยงของเชื้อโรค" ประกาศ ณ วันที่ 14 กันยายน 2550

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2544) *คู่มือความปลอดภัยทางเคมี* กรุงเทพมหานคร

กองตรวจความปลอดภัย กรมสวัสดิการคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน (2551) *คู่มือการฝึกอบรมหลักสูตรคณะกรรมการความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน* กรุงเทพมหานคร

เกรียงศักดิ์ เลิศประภามงคล (2546) "ความปลอดภัยทางชีวภาพในห้องทดลอง" *LAB TODAY* ปีที่ 12, ฉบับที่ 2 กรกฎาคม : หน้า 12-17

คมน์ ศิลปาจารย์ และ พิชญา ชัยนาค "ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ" ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งพังงา กรมประมง กรมประมง คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ www.fisheries.go.th/train-gr/003/S_Lap/S_Lap01.doc

ฐานความรู้เรื่องความปลอดภัยด้านสารเคมี (2546) (ออนไลน์) ค้นคืนวันที่ 6 เมษายน 2551 จาก http://www.chemtrack.org/

ธีรยุทธ วิไลวัลย์ (2548) *คู่มือความปลอดภัย* ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

ประเสริฐ ศรีไฟโรจน์ (2539) *เทคนิคทางเคมี* พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์ประกายพรึก

พยาธิวิทยาคลินิก (ม.ป.ป.) การจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ค้นคืนวันที่ 27 เมษายน 2552 จาก http://intranet.srbr.in.th/driveznew/พยาธิวิทยาคลินิค/งานแบคทีเรีย/Rightcom/Backup%20Leftcom/.../SOP%20ความปลอดภัย.doc

"พระราชบัญญัติเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ พ.ศ.2525" สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา พระราชบัญญัติเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ (2525) กรุงเทพมหานคร

พิพัฒน์ ลักษมีจรัลกุล (2543) *โรคติดเชื้อที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน* กรุงเทพมหานคร เจริญพันธุ์การพิมพ์

สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ (2551) *เอกสารประกอบการฝึกอบรม-สัมมนาวิชาการ เรื่อง ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารเคมี* จัดโดยสำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ วันที่ 29-30 มกราคม 2551 อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ

สุชาดา ไชยสวัสดิ์ "ความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมีอันตรายและชีวเคมีอันตราย" ศูนย์การจัดการด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อมความปลอดภัยและอาชีวอนามัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สุปราณี จงดีไพศาล (2544) "การจัดการสารอันตรายในโรงงานอุตสาหกรรม" *ในประมวลสาระชุดวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัยและการจัดการกากของเสียในโรงงานอุตสาหกรรม* หน่วยที่ 9 หน้า 26-39 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

สุพจน์ ใช้เทียมวงศ์ (2546) *จุลชีววิทยาปฏิบัติ* กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง

(ม.ป.ป.) "หลักการทั่วไปในการรักษาความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา" ค้นคืนวันที่ 27 เมษายน 2552 จาก http://yalor.yru.ac.th/~dolah/text/SAFETY%20PRACTICE.pdf

U.S. Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention and National Institutes of Health Fifth Edition (2007) Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories US Government Printing Office Washington (BMBL)

ภาคผนวก

การแบ่งประเภทสารเคมีในห้องปฏิบัติการตามระบบ UN และ GHS

ตารางผนวกที่ 1 การแบ่งประเภทสารเคมีในห้องปฏิบัติการตามระบบ UN และ GHS

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
1	2-Methoxymethanol	F^+	3.ของเหลวไวไฟ	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** - ของเหลวไวไฟ กลุ่ม 3 **ความเป็นอันตรายทางสุขภาพ** - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางปาก) กลุ่ม 5 - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางผิวหนัง) กลุ่ม 4 - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางสูดดม:ไอ) กลุ่ม 3 - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อตา กลุ่ม 2B - มีความเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ กลุ่ม 1B - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง - เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 1 (ตับ, ไต, ระบบประสาทส่วนกลาง, ลูกอัณฑะ) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจงเมื่อได้รับสัมผัสซ้ำ กลุ่ม 1 (ระบบประสาทส่วนกลาง, อวัยวะสร้างเซลล์เม็ดเลือด, ลูกอัณฑะ) **ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม** - N/A

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
2	2- Propanol	F^+	3.ของเหลวไวไฟ	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** - ของเหลวไวไฟ กลุ่ม 2 **ความเป็นอันตรายทางสุขภาพ** - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางปาก) กลุ่ม 5 - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางผิวหนัง) กลุ่ม 5 - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อตา กลุ่ม 2A-2B - มีความเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ กลุ่ม 2 - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง - เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 1 (ระบบประสาทส่วนกลาง, ไต, ความเป็นพิษต่อระบบร่างกาย) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง - เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 3 (ระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง - เมื่อได้รับสัมผัสซ้ำ กลุ่ม 2 (หลอดเลือด, ตับ, ม้าม) - เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจส่วนล่างหรือทำให้ปอดอักเสบ กลุ่ม 2 **ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม** N/A

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
3	Acetone	F^+	3.ของเหลวไวไฟ	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** - ของเหลวไวไฟกลุ่ม 2 **ความเป็นอันตรายทางสุขภาพ** - มีความเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ กลุ่ม 2 - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง - เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 3 (ระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ, มึนงง และ เวียนศีรษะ) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง - เมื่อได้รับสัมผัสซ้ำกลุ่ม 2 (เลือด) - เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจส่วนล่างหรือทำให้ปอดอักเสบ กลุ่ม 2 **ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม** N/A
4	Acetonitrile	F^+	3.ของเหลวไวไฟ	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** - ของเหลวไวไฟกลุ่ม 2 **ความเป็นอันตรายทางสุขภาพ** - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางปาก) กลุ่ม 5 - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางผิวหนัง) กลุ่ม 3

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
				- ทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อตา กลุ่ม 2A-2B - ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์กลุ่ม 2 - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 1 (ระบบประสาทส่วนกลาง, เกี่ยวกับทางเดินหายใจ) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสซ้ำ กลุ่ม 2 (ระบบประสาทส่วนกลาง, เกี่ยวกับทางเดินหายใจ, ไต, ระบบสร้างเลือด,ตับ) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง -เมื่อได้รับสัมผัสซ้ำ กลุ่ม 2 (ระบบประสาทส่วนกลาง, เกี่ยวกับทางเดินหายใจ, ไต, ระบบสร้างเลือด,ตับ) **ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม** - N/A
5	3-Methyl-1-butanol	F^+	3.ของเหลวไวไฟ	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** - ของเหลวไวไฟกลุ่ม 3 **ความเป็นอันตรายทางสุขภาพ** - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางปาก)กลุ่ม 5 - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางผิวหนัง)กลุ่ม 5 - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อตา กลุ่ม 2A - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับ

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
				สัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 1 (ระบบประสาทส่วนกลาง) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 3 (มึนงง และ เวียนศีรษะ, ระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ) **ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม** - N/A
6	Diethyl Ether	F^+	3.ของเหลวไวไฟ	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** - ของเหลวไวไฟกลุ่ม 1 **ความเป็นอันตรายทางสุขภาพ** - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางปาก) กลุ่ม 4 - กัดกร่อนและระคายเคืองต่อผิวหนัง กลุ่ม 3 - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อตา กลุ่ม 2B - มีความเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ กลุ่ม 2 - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 3 (มึนงง และ เวียนศีรษะ, ระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ) - เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจส่วนล่างหรือทำให้ปอดอักเสบ กลุ่ม 2

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
				ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม - N/A
7	Ethyl Alcohol 95 %	F^+	3.ของเหลวไวไฟ	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** - ของเหลวไวไฟกลุ่ม 2 **ความเป็นอันตรายทางสุขภาพ** - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อตา กลุ่ม 2A-2B - ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ กลุ่ม 1B - มีความเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ กลุ่ม 1A - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 3 (ระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ, มึนงง และ เวียนศีรษะ) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสซ้ำ กลุ่ม 1 (ตับ) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสซ้ำ กลุ่ม 2 (เกี่ยวกับประสาท) **ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม** - N/A

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
8	Methanol	F^{+}	3.ของเหลวไวไฟ	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** - ของเหลวไวไฟกลุ่ม 2 **ความเป็นอันตรายทางสุขภาพ** - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางปาก) กลุ่ม 5 - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อตา กลุ่ม 2A-2B - มีความเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ กลุ่ม 1B - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 1 (ระบบประสาทส่วนกลาง, อวัยวะสำหรับการมองเห็น, ความเป็นพิษต่อระบบร่างกาย) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 3 (ระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ, มึนงง และ เวียนศีรษะ) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสซ้ำ กลุ่ม 1 (ระบบประสาทส่วนกลาง, อวัยวะสำหรับการมองเห็น) **ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม** N/A

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
9	n-Pentane	F^+	3.ของเหลวไวไฟ	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** - ของเหลวไวไฟกลุ่ม 2 **ความเป็นอันตรายทางสุขภาพ** - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อตา กลุ่ม 2B - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 3 (มึนงง และ เวียนศีรษะ, ระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ) - เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจส่วนล่างหรือทำให้ปอดอักเสบกลุ่ม1 **ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม** - มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ กลุ่ม 2
10	Formaldehyde 40%	F^+	3.ของเหลวไวไฟ	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** - ของเหลวไวไฟกลุ่ม 4 **ความเป็นอันตรายทางสุขภาพ** - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางปาก) กลุ่ม 4 - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางผิวหนัง) กลุ่ม 3 - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางสูดดม:ก๊าซ) กลุ่ม 2 - กัดกร่อนและระคายเคืองต่อผิวหนัง กลุ่ม 2 - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อตา กลุ่ม 2A - ทำให้ไวต่ออาการแพ้ของระบบทางเดินหายใจ กลุ่ม 1

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
				- ทำให้ไวต่ออาการแพ้ของผิวหนัง กลุ่ม 1 - ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ กลุ่ม 2 - มีความสามารถในการก่อมะเร็ง กลุ่ม 1A - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 1 (ระบบประสาท, เกี่ยวกับทางเดินหายใจ) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสซ้ำ กลุ่ม 1 (เกี่ยวกับทางเดินหายใจ, ระบบประสาทส่วนกลาง) **ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม** - มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ กลุ่ม 2
11	Gram 's Decolorization solution reagent 3	F^+	3.ของเหลวไวไฟ	ยังไม่จำแนก
12	Gram 's Decolorization solution reagent 4	F^+	3.ของเหลวไวไฟ	ยังไม่จำแนก
13	Potassium Permanganate	O	5.สารออกซิไดซ์ และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์	ยังไม่จำแนก
14	Potassium Dichromate	O	5.สารออกซิไดซ์ และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์	ยังไม่จำแนก
15	Potassium Iodate	O	5.สารออกซิไดซ์ และสารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์	ยังไม่จำแนก

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
16	1-Naphthol	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
17	Alkaline Cyanide reagent	T	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
18	Ammonium Acetate	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
19	Ammonia Chloride	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** - N/A **ความเป็นอันตรายต่อสุขภาพ** - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางปาก) กลุ่ม 4 - กัดกร่อนและระคายเคืองต่อผิวหนัง กลุ่ม 3 - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อตา กลุ่ม 2A-2B - มีความเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ กลุ่ม 2 - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 3 (ระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสซ้ำ กลุ่ม 1 (ความเป็นพิษต่อระบบร่างกาย) **ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม** - มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ กลุ่ม 1 - มีความเป็นพิษเรื้อรังต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ กลุ่ม 1

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
20	Bromocresol Green	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
21	Bromothylmol Blue	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
22	Caffeine ,anhydrous	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
23	Copper (II) Sulphate	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
24	EDTA Disodium salt	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
25	Erichrom Black T	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
26	FerroVer Ion Reagent Powder Pillows	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
27	Lithium Hydroxide Powder Pillow	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
28	Magnesium Oxide	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
29	Methylene Blue	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
30	Methyl Red	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
31	Mercuric Thiocyanate	T	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
32	Mercury(II)sulphate	T^{+}	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
33	Standard Caffeine-DMSc	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
34	Standard Caffeine-USP	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
35	Iodine Sublimed	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** - N/A **ความเป็นอันตรายต่อสุขภาพ** - กัดกร่อนและระคายเคืองต่อผิวหนัง กลุ่ม 2 - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อตา กลุ่ม 2A-2B - ทำให้ไวต่ออาการแพ้ของผิวหนัง กลุ่ม 1 - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 3 (ระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสซ้ำ กลุ่ม 1 (ต่อมไทรอยด์) **ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม** - มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ กลุ่ม 1 - มีความเป็นพิษเรื้อรังต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ กลุ่ม 1
36	Trifluoroacetic acid	Xn	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก
37	m -Endo Agar LES	T	6.สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	ยังไม่จำแนก

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
38	Acetic Acid Acetic Acid Glacial 100% Acetic Acid Glacial, HPLC Grade	C	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** ของเหลวไวไฟกลุ่ม 3 **ความเป็นอันตรายทางสุขภาพ** - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางปาก) กลุ่ม 5 - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางผิวหนัง) กลุ่ม 4 - กัดกร่อนและระคายเคืองต่อผิวหนัง กลุ่ม 1A-1C - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อตา กลุ่ม 1 - ทำให้ไวต่ออาการแพ้ของระบบทางเดินหายใจ กลุ่ม 1 - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 1 (เลือด) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 2 (ระบบทางเดินหายใจ) **ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม** - มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ กลุ่ม 3
39	Acid Reagent Powder Pillows for High Range Silica	C,Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
40	Alkali solution for Calcium and Magnesium test	C,Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
41	Ammonium Hydroxide	C	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
42	Calcium and Magnesium Indicator Solution	Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
43	Citric Acid Powder Pillows	Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
44	DPD Free Chlorine Powder Pillows for 10 ml Sample	Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
45	DPD Free Chlorine Powder Pillows for 25 ml Sample	Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
46	EDTA Solution	Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
47	EGTA Solution	Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
48	Ethylenediaminetetraacetic acid Magnesium disodium salt	Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
49	Ethylenediamin	C	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** - ของเหลวไวไฟ กลุ่ม 3 **ความเป็นอันตรายทางสุขภาพ** - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางปาก) กลุ่ม 4 - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางผิวหนัง) กลุ่ม 3 - กัดกร่อนและระคายเคืองต่อผิวหนัง กลุ่ม 1A-1C - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อตา กลุ่ม 1

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
				- ทำให้ไวต่ออาการแพ้ของระบบทางเดินหายใจ กลุ่ม 1 - ทำให้ไวต่ออาการแพ้ของผิวหนัง กลุ่ม 1 - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 1 (ระบบสร้างเลือด, ไต, เกี่ยวกับทางเดินหายใจ) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสซ้ำ กลุ่ม 2 (ตับ, ไต, อวัยวะสำหรับการมองเห็น) **ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม** - มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ กลุ่ม 2
50	Ferric Ion Solution	C	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
51	Hydrochloric Acid	C	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** - ก๊าซภายใต้แรงดัน ก๊าซเหลว **ความเป็นอันตรายทางสุขภาพ** - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางปาก) กลุ่ม 3 - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางสูดดม:ก๊าซ) กลุ่ม 3 - กัดกร่อนและระคายเคืองต่อผิวหนัง กลุ่ม 1A-1C - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อตา กลุ่ม 1 - ทำให้ไวต่ออาการแพ้ของระบบทางเดินหายใจ กลุ่ม 1 - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 1 (ระบบทางเดินหายใจ)

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
				- ความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสซ้ำ กลุ่ม 1 (ฟัน, ระบบทางเดินหายใจ) ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม - มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ กลุ่ม 1
52	Molybdate Reagent Powder Pillows for High Range Silica	Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
53	Nitric acid 65%	C	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** - ของเหลวออกซิไดส์ กลุ่ม 3 **ความเป็นอันตรายทางสุขภาพ** - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางสูดดม:ละอองไอ) กลุ่ม 2 - กัดกร่อนและระคายเคืองต่อผิวหนัง กลุ่ม 1A - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อตา กลุ่ม 1 - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 1 (ระบบทางเดินหายใจ) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสซ้ำ กลุ่ม 1 (ฟัน, ระบบทางเดินหายใจ) - เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจส่วนล่างหรือทำให้ปอดอักเสบ กลุ่ม 1 **ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม** - N/A

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
54	PAN Indicator Solution 0.1%	Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
55	Sillver sulphate	Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
56	Sodium Carbonate	Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
57	Sodium benzoate (assay 99.0%) - Fluka	C,Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
58	Sodium benzoate (purity 99.9%) - SUPELCO	C,Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
59	Sodium Hydroxide	C	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** - N/A **ความเป็นอันตรายต่อสุขภาพ** - กัดกร่อนและระคายเคืองต่อผิวหนัง กลุ่ม 1 - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อตา กลุ่ม 1 - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 1 (ระบบทางเดินหายใจ) **ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม** - มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ กลุ่ม 3
60	Sulphamic Acid	Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สัญลักษณ์	การแบ่งประเภทตามระบบ UN	การแบ่งประเภทตามระบบ GHS
61	Sulphuric Acid 96 %	C	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	**ความเป็นอันตรายทางกายภาพ** - N/A **ความเป็นอันตรายต่อสุขภาพ** - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางปาก) กลุ่ม 5 - มีความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางสูดดม:ละอองไอ) กลุ่ม 2 - กัดกร่อนและระคายเคืองต่อผิวหนัง กลุ่ม 1A-1C - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อตา กลุ่ม 1 - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว กลุ่ม 1 (ระบบทางเดินหายใจ) - มีความเป็นพิษต่อระบบหรืออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เมื่อได้รับสัมผัสซ้ำ กลุ่ม 1 (ระบบทางเดินหายใจ) **ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม** - มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ กลุ่ม 3
62	Decon 90	Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
63	Gram 's Decolorization solution reagent 4	Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
64	Gram 's Decolorization solution reagent 5	Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก
65	Tartaric Acid	Xi	8.สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน	ยังไม่จำแนก

ตารางผนวกที่ 2 สารที่ไม่อันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สูตรเคมี	สัญลักษณ์	ความเป็นอันตราย
1	Ascorbic Acid Powder Pillows	$C_{20}H_{29}OH$	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
2	BOD Nutrient Buffer Solution Pillows	N/A	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
3	Boric Acid	H_3BO_3	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
4	Buffer Solution pH 4.00	N/A	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
5	Buffer Solution pH 7.00	N/A	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
6	Buffer Solution pH 4.00	N/A	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
7	Buffer Solution pH 7.00	N/A	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
8	Calcium carbonate	$CaCO_3$	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
9	(D+) Glucose Anhydrous	$CH_2OHCH(CHOH)_3CHOH$	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
10	DPD No.1	N/A	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
11	Potassium Sodium Tartrate	$COOK(CHOH)$	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
12	Potassium Sulphate	K_2SO_4	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
13	Potassium Chloride	KCl	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
14	Potassium Chloride Solution 3 mol	KCl	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
15	Potassium Hydrogen Phthalate	$HOOCC_6H_4COOK$	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
16	Phenolpthalein Indicator	$C_6H_4COOC(C_6H_4.4.OH)_2$	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สูตรเคมี	สัญลักษณ์	ความเป็นอันตราย
18	Sodium Chloride	NaCl	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
19	Sodium Chloride Standard Solution	NaCl	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
20	Sodium Sulphate (Anhydrous)	Na_2SO_4	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
21	Sodium Thiosulphate	$Na_2S_2O_3.5H_2O$	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
22	Standard liquid for Hand refractometer N-1E	N/A	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
23	Standard liquid for Hand refractometer N-2E	N/A	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
24	Standard liquid for Hand refractometer N-3E	N/A	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
25	Standard Sodium benzoate-USP	N/A	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC
26	Starch Soluble	N/A	Nh	ไม่เป็นอันตรายตามข้อกำหนด 67/548/EC

ตารางผนวกที่ 3 สารไม่อันตรายอื่นๆ

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สูตรเคมี	สัญลักษณ์	ความเป็นอันตราย
1	Water (HPLC Grade)	H_2O	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
2	Water (HPLC Grade)	H_2O	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
3	Agar Agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
4	Bromothylmol Blue	$C_{27}H_{28}Br_2O_5S$	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
5	Bacillius Cereus Selective	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
6	Brillant Green bile lactrose broth	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
7	Baird Parker Agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
8	Dextrose Casein Peptone Agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
9	EMB Agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
10	egg Yolk Tellurite Emulsion 20 %	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
11	Glycerol 99.5 %	$C_3H_8O_3$	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
12	Gram 's crystal violet solution	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
13	Gram 's safranine solution	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
14	Kovacs' indole reagent	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
15	Lauryl sulfate broth	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
16	Lugol 's solution Stabilized	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
17	Malt extract broth	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สูตรเคมี	สัญลักษณ์	ความเป็นอันตราย
18	Malt Extract Agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
19	MYP Agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
20	Nutrient Broth	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
21	Nutrient Agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
22	Orange sarum Agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
23	Plate Count Agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
24	Plate Count Agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
25	Potato Dextrose Agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
26	Potato Dextrose Agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
27	Potassium dihydrogen phosphate	KH_2PO_4	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
28	Paraffin oil	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
29	Reinforced Clostridial Agar (RCM)	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
30	Ringer Tabletten	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
31	Simmoms citeate agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
32	Sodium Chloride	NaCl	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
33	SSL	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
34	Triple sugar iron agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	สูตรเคมี	สัญลักษณ์	ความเป็นอันตราย
35	Tryptic Soy Agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
36	Tryptic Soy Broth	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
37	Tryptone Water	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
38	Sabouraud 4% dextrose agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
39	XLD Agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)
40	YGC Agar	N/A	Nh	สารไม่อันตราย (Non Hazardous)

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางสาววนิดา ยืนยาว
วัน เดือน ปี	28 พฤษภาคม 2518
สถานที่เกิด	อ.เมือง จ.อุบลราชธานี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล 2542
สถานที่ทำงาน	บริษัท ที.ซี. ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด จ.ปราจีนบุรี
ตำแหน่ง	หัวหน้าแผนกห้องปฏิบัติการ