



รายงานการปฏิบัติสหกิจศึกษา

บริษัท โอสด อินเทอร์เน็ต แลบบอราทอรีส์ จำกัด

สุเพ็ญะ ซอท

รายงานการโครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามรายวิชาสหกิจศึกษา

(401494)

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

2566



รายงานการปฏิบัติสหกิจศึกษา

บริษัท โอสถ อินเตอร์ แลบบอราทอรี่ส์ จำกัด

สุเพ็ญะ ซอท

รายงานการโครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามรายวิชาสหกิจศึกษา

(401494)

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

2566

## กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติสหกิจศึกษา ณ บริษัท โอสด อินเตอร์ แลบบอราทอรีส์ จำกัด ระหว่างวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2565 ถึงวันที่ 7 เมษายน พ.ศ. 2566 นับเป็นโอกาสที่ข้าพเจ้าจะได้นำความรู้ และความสามารถมาใช้ในการปฏิบัติงาน ซึ่งทำให้ตัวของข้าพเจ้าได้รับความรู้ และประสบการณ์ใหม่เพิ่มมากขึ้น ทั้งในด้านทฤษฎี การปฏิบัติ ด้านสังคมในการทำงาน ฯลฯ สำหรับรายงานการปฏิบัติสหกิจศึกษานี้จะสำเร็จไปได้ด้วยดี เนื่องจากความร่วมมือและการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

- |                              |                                  |
|------------------------------|----------------------------------|
| 1. นายอภิภูชิต จำปามูล       | หัวหน้างานตรวจสอบและควบคุมคุณภาพ |
| 2. นายกรกฎ ดอกกุหลาบ         | นักวิทยาศาสตร์                   |
| 3. นายชัชวาล วงไพโรเสริฐ     | นักวิทยาศาสตร์                   |
| 4. นางสาวจิตราพร รัตน์อนันต์ | นักวิทยาศาสตร์                   |
| 5. นายทินกร วิชาธรรม         | ผู้ช่วยนักวิทยาศาสตร์            |

และบุคคลท่านอื่นๆที่ข้าพเจ้าไม่ได้กล่าวนามถึง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการฝึกปฏิบัติสหกิจศึกษานี้ ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.วนิดา ชูหมื่นไวย คอยให้คำแนะนำแนวทางในการจัดทำรายงานให้เสร็จสมบูรณ์

สถานที่ปฏิบัติงาน	บริษัท โอสถ อินเตอร์ แลบบอราทอรีส์ จำกัด
ผู้ปฏิบัติงาน	นางสาวสุเพ็ญะ ซอท
อาจารย์นิเทศก์	ดร. วนิตา ชูหมื่นไวย
ประเภทสารนิพนธ์	รายงานการปฏิบัติสหกิจศึกษา วท.บ. สาขาวิชาเคมี

### บทคัดย่อ

บริษัท โอสถ อินเตอร์ แลบบอราทอรีส์ จำกัด เป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับกินผลิตภัณฑ์ และอาหารเสริม บริษัท โอสถ อินเตอร์ แลบบอราทอรีส์ จำกัด มีความมุ่งมั่นที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้า และสอดคล้องกับข้อกำหนด กฎหมาย GMP รวมถึงปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าทุกกลุ่ม จาก การที่ได้เข้าไปปฏิบัติงานใน บริษัท โอสถ อินเตอร์ แลบบอราทอรีส์ จำกัด ได้รับมอบหมายให้ไปปฏิบัติหน้าที่ในแผนก Quality control (QC) ระหว่างวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2565 ถึงวันที่ 7 เมษายน พ.ศ. 2566 ซึ่งในระหว่างการปฏิบัติงานข้าพเจ้าได้ทำงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการเคมีตามข้อกำหนดมาตรฐาน ESPReL (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand) ซึ่งเป็นการยกระดับความปลอดภัยทาง ห้องปฏิบัติการเคมีในการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการเคมีให้ถูกต้อง โดยอาศัยตามข้อกำหนด มาตรฐาน ESPReL เพื่อลดความอันตรายต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม เป็นวัตถุประสงค์ในการพัฒนา ระบบการจัดการของ สามารถยกระดับการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการให้ได้ตามมาตรฐานมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้สามารถแยกประเภทของเสีย การติดฉลากบนภาชนะบรรจุของเสียเพื่อไม่ให้เกิดการทิ้งของเสียปนเปื้อนกัน และระบุชนิดของของเสียแต่ละประเภท เป็นแนวทางใน พัฒนาระบบการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการได้ยิ่งขึ้น

## สารบัญ

	หน้า
<b>ส่วนที่ 1 ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ</b>	1
1.1 วัตถุประสงค์ของการปฏิบัติงาน	1
1.2 ชื่อและที่ตั้งสถานที่ประกอบการ	1
1.3 ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์/ผลผลิต หรือการให้บริการหลัก	1
1.4 เป้าหมายและวิสัยทัศน์	2
1.5 ตำแหน่ง และลักษณะงานที่นิสิตได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบ	2
1.6 พนักงานที่ปรึกษา และตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา	2
1.7 ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน (Gantt's Chart)	2
1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
<b>รายละเอียดเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน</b>	4
2.1 งานประจำที่ได้รับมอบหมาย	4
2.2 เครื่องมือ และหัวข้อการวิเคราะห์วัตถุดิบก่อนนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ยา และอาหารเสริม	4
2.3 การวิเคราะห์อัตลักษณ์ (Identification) โดยใช้เครื่อง Fourier- Transform Infrared Spectrometer (FT-IR)	6
2.4 การวิเคราะห์หาค่า Loss on drying โดยใช้เครื่อง Oven	7
2.5 การวิเคราะห์หาค่า Water content โดยใช้เครื่อง Karl Fischer titrator	8
2.6 การวิเคราะห์หาปริมาณ Calcium D-Pantothenate โดยใช้เครื่อง Auto Titrator	9
2.7 การวิเคราะห์ Kinglake Indigo carmine 20 โดยใช้เครื่อง UV-Vis Spectrophotometer (UV-Vis) ในหัวข้อ Pure dye	10
2.8 การวิเคราะห์ Terpin Hydrate โดยใช้เครื่อง UV-Vis Spectrophotometer (UV-Vis) ในหัวข้อ Assay	11

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.9 การวิเคราะห์ Triamcinolone acetonide โดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ในหัวข้อ Assay	12
2.10 การวิเคราะห์ Triamcinolone acetonide โดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ในหัวข้อ Related Substance	14
2.11 การวิเคราะห์ Trazodone HCl โดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ในหัวข้อ Assay และ Chromatography purity	15
<b>ผลการปฏิบัติงาน</b>	<b>17</b>
<b>ส่วนที่ 2</b> <b>โครงการสหกิจศึกษา</b>	
<b>บทที่ 1</b>	<b>1</b>
1.1 ที่มาและความสำคัญ	
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของโครงการ	2
<b>บทที่ 2</b>	
2.1 ความสำคัญในห้้องปฏิบัติการ	3
2.1.1 ห้องปฏิบัติการปลอดภัย	3
2.1.2 แนวทางการพัฒนาความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ	4
2.2 สัญลักษณ์เตือนความเป็นอันตราย	9
2.3 ของเสียอันตราย	11
2.3.1 การจัดการของเสียอันตราย	11
2.3.2 การแยกประเภท และจัดเก็บของเสีย	12
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16

<b>บทที่ 3</b>	19
เครื่องมือและอุปกรณ์	
วิธีการดำเนินการ	19
<b>บทที่ 4</b>	
4.1 การแยกประเภทของเสีย	21
4.1.1 จำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการตามข้อกำหนด ESPReI	22
4.1.2 ฉลาก	23
4.1.3 อบรมความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการจัดเก็บของเสีย	26
<b>บทที่ 5</b>	
5.1 สรุปผลการทดลอง	29
5.2 ประโยชน์ที่ได้รับ	30
5.3 ข้อเสนอแนะ	30
5.4 ปัญหาและอุปสรรค	30
<b>บรรณานุกรม</b>	31
ภาคผนวก ก	32
ภาคผนวก ข	33
ประวัติผู้เขียน	34

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงแผนปฏิบัติงาน 16 สัปดาห์	4
2 ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์แสดงความ เป็นอันตรายตามระบบ UN Class	11



## สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	รูปที่ 2.1 กรอบการจัดการความปลอดภัยตามมาตรฐาน ESPReL	5
2	รูปที่ 2.2 แนวการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ	13
3	รูปที่ 2.3 แผนผังการจำแนกประเภทของเสียอันตรายในระบบ WasteTrack	14
4	รูปที่ 2.4 ตัวอย่างฉลากติดบนภาชนะบรรจุของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการ	20
5	รูปที่ 4.1 การจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการก่อนจัดทำารพัฒนา	21
6	รูปที่ 4.2 การจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการก่อนจัดทำารพัฒนา	22
7	รูปที่ 4.3 ภาชนะบรรจุของเสียก่อนจัดทำฉลาก	24
8	รูปที่ 4.4 ภาชนะบรรจุของเสียก่อนจัดทำฉลาก	25

## ส่วนที่ 1

### ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ

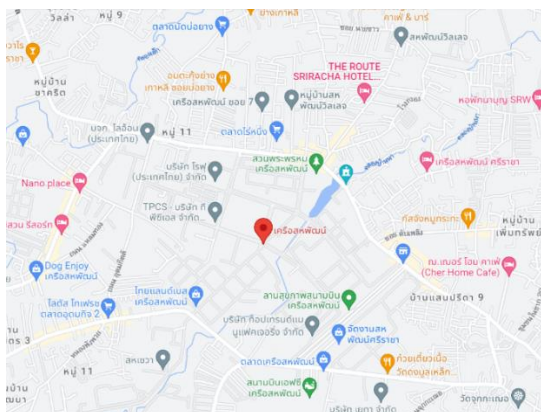
#### 1.1 วัตถุประสงค์ในการปฏิบัติงาน

- 1.1.1 เพื่อเรียนรู้และฝึกปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย
- 1.1.2 เพื่อนำความรู้ทางด้านเคมีมาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานร่วมกับงานด้านอื่นๆ เช่น ทางเภสัชวิทยา ชีววิทยา และด้านการแพทย์ เป็นต้น
- 1.1.3 เพื่อฝึกประสบการณ์ในการทำงานจริง ฝึกทักษะในการรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายและการทำงานร่วมกับผู้อื่นในองค์กรเดียวกันได้

#### 1.2 ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ

ชื่อสถานประกอบการ : บริษัท โอสธ อินเตอร์ แลบบอราทอรีส์ จำกัด ( Osoth Inter Laboratories CO., LTD)

ที่ตั้ง : 600/9 หมู่ที่ 11 ถนน สุขุมวิท 8 ตำบลหนองขาม อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี รหัส ไปรษณีย์ 20230



ภาพ 1 ที่ตั้ง บริษัท โอสธ อินเตอร์ แลบบอราทอรีส์ จำกัด

#### 1.3 ลักษณะการประกอบการ

บริษัท โอสธ อินเตอร์ แลบบอราทอรีส์ จำกัด (OSI) เป็นบริษัทยาหนึ่งเดียวในเครือสหพัฒน์ (สหพัฒน์ฟิบูล) ที่ได้รับอนุญาตในการผลิตและจัดจำหน่ายยา เวชภัณฑ์ทางยา และผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ด้วยธุรกิจที่หลากหลายภายใต้เครือสหพัฒน์ บริษัท โอสธ อินเตอร์ แลบบอราทอรีส์ จำกัด เป็นบริษัทยาที่มีโรงงานผลิตภายใต้การควบคุมโดยเภสัชกรผู้เชี่ยวชาญการผลิตผลิตภัณฑ์

#### 1.4 เป้าหมายและวิสัยทัศน์

บริษัท โอสด อินเตอร์ แลบบอราทอรีส์ จำกัด มุ่งมั่นที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้า และสอดคล้องกับข้อกำหนด กฎหมาย GMP รวมถึงปรับปรุง คุณภาพผลิตภัณฑ์ระบบการบริหารคุณภาพและพัฒนาบุคลากรอย่างต่อเนื่อง โดยมุ่งเน้นในเรื่องต่อไปนี้

- 1.4.1 การส่งมอบให้ตรงเวลาและถูกต้อง 100% ทุกเดือน
- 1.4.2 ลดการสูญเสียจากกระบวนการผลิตไม่เกิน 1.8% ของยอดผลิตรวม
- 1.4.3 ความพึงพอใจของลูกค้ามากกว่า 85%
- 1.4.4 ฝึกอบรมพนักงานให้เป็นไปตามแผนงานประจำปี 100%

#### 1.5 ตำแหน่ง และลักษณะงานที่นิสิตได้รับมอบหมายให้ดูแลรับผิดชอบ

ตำแหน่งงาน : นักวิทยาศาสตร์

ลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย : การวิเคราะห์วัตถุดิบ เพื่อให้วัตถุดิบที่วิเคราะห์สามารถนำไปผลิตยา และผลิตภัณฑ์ในบริษัทโอสด อินเตอร์ แลบบอราทอรีส์ จำกัดต่อไป

#### 1.6 พนักงานที่ปรึกษา และตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

- 1.6.1 นายอภิภูชิต จำปามูล หัวหน้างานตรวจสอบและความคุมคุณภาพ
- 1.6.2 นายกรกฎ ดอกกุหลาบ นักวิทยาศาสตร์
- 1.6.3 นายชัชวาล วงไพเรเสริฐ นักวิทยาศาสตร์
- 1.6.4 นางสาวจิตราพร รัตน์อนันต์ นักวิทยาศาสตร์

#### 1.7 ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน

16 สัปดาห์ คือ ตั้งแต่วันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2565 ถึง 7 เมษายน พ.ศ. 2566

ตารางที่ 1 แผนปฏิบัติงาน 16 สัปดาห์ตารางที่ 1 แผนปฏิบัติงาน 16 สัปดาห์

หัวข้องาน		เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
1.	ปฐมนิเทศ แนะนำกฎระเบียบ แนะนำสถานที่ และลักษณะงานที่ต้องปฏิบัติ	◄			
2.	ศึกษาการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และ หลักการของเครื่องมือ	◄→			
3.	เรียนรู้การสุ่มตรวจวัตถุดิบ การวิเคราะห์ วัตถุดิบ จนกระทั่งพิมพ์รายงานผลการ วิเคราะห์	◄			→
4.	ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดเก็บของเสียใน ห้องปฏิบัติการเคมี				◄→
5.	จัดทำโครงการสหกิจศึกษาเกี่ยวกับการ พัฒนาการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี				◄→
6.	สรุปรายงานผลปฏิบัติการ				◄

### 1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.8.1 สามารถนำความรู้ทางด้านเคมีที่เรียนมาใช้ในการปฏิบัติงานและลงมือทำปฏิบัติการ กับตัวอย่างที่แตกต่างกันได้
- 1.8.2 ได้รับความรู้และประสบการณ์ในการใช้เครื่องทางด้านเคมีวิเคราะห์ต่างๆ รวมถึงการ บำรุงรักษาเครื่องมือให้ดียิ่งขึ้น
- 1.8.3 ฝึกความรับผิดชอบต่อหน้าที่ และความมีระเบียบวินัยในการทำงาน อีกทั้งเรียนรู้การทำงานกับบุคคลอื่นภายในและภายนอกองค์กรได้
- 1.8.4 เรียนรู้กระบวนการทำงาน และการจัดการแก้ไขปัญหาต่างๆ

## รายละเอียดการปฏิบัติงาน

### 2.1 งานประจำที่ได้รับมอบหมาย

การปฏิบัติงาน ณ บริษัท โอสธ อินเตอร์ แลบบอราทอรีส์จำกัด ในห้องปฏิบัติการ QC ได้รับมอบหมายให้วิเคราะห์วัตถุดิบ (Raw Material) ก่อนการผลิตยา และอาหารเสริม ทั้งคุณภาพวิเคราะห์ (Qualitative analysis) และปริมาณวิเคราะห์ (Quantitative analysis) ในตัวอย่างวัตถุดิบ เช่น ไอบูโพรเฟน ซอร์บิทอล เอสไพรีน และไทแอมีน เพื่อตรวจสอบวัตถุดิบนั้นว่ามีคุณภาพตามมาตรฐาน United States Pharmacopeia (USP) British Pharmacopoeia (BP) และวิธีมาตรฐานที่ใช้ภายในบริษัท (In house method) และตัดสินใจยอมรับ (Pass) หรือไม่ยอมรับ (Reject) วัตถุดิบนั้นเพื่อการผลิตยาต่อไป

### 2.2 เครื่องมือ และหัวข้อการวิเคราะห์วัตถุดิบก่อนนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ยา และอาหารเสริมดังต่อไปนี้

1. การทดสอบทางกายภาพ
  - 1.1 การทดสอบสี
  - 1.2 การทดสอบลักษณะทางกายภาพของวัตถุดิบ
2. Oven
  - 2.1 Loss on drying
3. Temperature controlled furnace
  - 2.2 Loss on ignition
4. Densitometer
  - 4.1 Density
  - 4.2 Specific gravity
5. Reflectometer
  - 5.1 Reflective index
  - 5.2 Brix
6. Melting-point apparatus
  - 6.1 Melting-point
7. Polari meter
  - 7.1 Optical rotation

- 7.2 Specific rotation
- 8. pH meter
  - 8.1 ค่า pH
- 9. Karl Fischer titrator
  - 9.1 Water content
- 10. Fourier-Transform Infrared Spectrometer (FT-IR)
  - 10.1 Identification
- 11. UV-Vis Spectrophotometer (UV-Vis)
  - 11.1 Identification
  - 11.2 Pure dye
  - 11.3 Assay
- 12. Titrate method
  - 12.1 Acid value
  - 12.2 Iodine value
  - 12.3 Chloride content
  - 12.4 Assay
- 13. Auto Titrator
  - 13.1 Assay
- 14. High Performance Liquid Chromatography (HPLC)
  - 14.1 Assay
  - 14.2 Related substance
  - 14.3 Impurity

## 2.3 การวิเคราะห์อัตลักษณ์ (Identification) โดยใช้เครื่อง Fourier-Transform Infrared Spectrometer (FT-IR)



ภาพ 2 Fourier-Transform Infrared Spectrometer (FT-IR)

### อุปกรณ์

1. ช้อนตักสาร (Spatula)
2. ทิชชู
3. แพลงปิดฝุ่น

### สารเคมี

1. วัตถุตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์
2. Ethanol
3. Ultrapure Water

### วิธีการทดลอง

1. ทำการกดปุ่มเปิดเครื่อง Fourier-Transform Infrared Spectrometer (FT-IR) และคอมพิวเตอร์
2. จากนั้นเข้าโปรแกรมในการวิเคราะห์

### 2.3 การวิเคราะห์อัตลักษณ์ (Identification) โดยใช้เครื่อง Fourier-Transform Infrared Spectrometer (FT-IR)



ภาพ 2 Fourier-Transform Infrared Spectrometer (FT-IR)

#### อุปกรณ์

1. ช้อนตักสาร (Spatula)
2. ทิชชู
3. แพลงปิดฝุ่น

#### สารเคมี

1. วัสดุติดตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์
2. Ethanol
3. Ultrapure Water

#### วิธีการทดลอง

1. ทำการกดปุ่มเปิดเครื่อง Fourier-Transform Infrared Spectrometer (FT-IR) และคอมพิวเตอร์
2. จากนั้นเข้าโปรแกรมในการวิเคราะห์



3. เข้ามาที่หน้า spectrum กด Monitor เพื่อตรวจสอบค่าความเข้มของแสง พิจารณาค่า Energy ตามมาตรฐานกำหนด จากนั้นเข้ามาที่หน้า Instrument เพื่อเช็คค่าความถูกต้องแม่นยำในการวิเคราะห์

4. ทำการตั้งชื่อวัตถุตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ โดยให้เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด

5. ทำการ Scan background

6. ทำการวิเคราะห์อัตลักษณ์ของวัตถุที่ต้องการวิเคราะห์ ทำการล้างแทนสำหรับการวิเคราะห์วัตถุต่อไปด้วย Ultrapure Water และ Ethanol

7. จากนั้นนำ Spectrum ที่ได้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับข้อมูลของสารมาตรฐานที่เก็บในระบบซึ่งวัตถุที่ได้ควรมีความคล้ายกันมากกว่าร้อยละ 98 จึงจะผ่านตามมาตรฐานกำหนด

8. จัดทำราย (Report) เพื่อรายงานผลต่อไป

## 2.4 การวิเคราะห์หาค่า Loss on drying โดยใช้เครื่อง Oven



ภาพ 3 เครื่อง Oven ในการวิเคราะห์วัตถุ

### อุปกรณ์

1. ช้อนตักสาร (Spatula)
2. ถ้วยพร้อมฝาปิด (Cup)
3. Desiccator

### สารเคมี

1. วัตถุตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์

### วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่อง Oven จากนั้นตั้งค่าอุณหภูมิที่ และความดันที่เหมาะสมในการวิเคราะห์วัตถุบตัวอย่างนั้นๆ
2. ทำการชั่งถ้วยพร้อมฝาปิดบันทึกน้ำหนักที่ได้ จากนั้นชั่งวัตถุบตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ 1.0000 กรัมในคัพจากนั้นปิดฝาให้สนิท
3. เมื่อได้อุณหภูมิที่ต้องการ นำถ้วยที่บรรจุวัตถุบตัวอย่างเข้าสู่เครื่อง Oven จากนั้นเปิดฝากล้วย หยางฝากล้วย และอบทิ้งไว้ในระยะเวลาที่กำหนดของแต่ละวัตถุบแต่ละชนิด
4. เมื่อถึงเวลาที่กำหนดปิดฝากล้วย แล้วนำมาทิ้งไว้ให้อุณหภูมิกลงใน Desiccator ประมาณ 10 นาที
5. นำถ้วยที่บรรจุวัตถุบตัวอย่างที่ไปชั่งน้ำหนัก นำผลจากการวิเคราะห์ที่ได้จัดทำรายงานผล (Report) และสามารถนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาความบริสุทธิ์เป็น % (On the dried basis)

### 2.5 การวิเคราะห์หาค่า Water content โดยใช้เครื่อง Karl Fischer titrator



ภาพ 4 เครื่อง Karl Fischer titrator

### อุปกรณ์

1. ช้อนตักสาร (Spatula)
2. หลอดสำหรับบรรจุวัตถุบตัวอย่าง

### สารเคมี

1. Methanol dry

2. Iodine
3. วัสดุที่ตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์

### วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่อง Karl Fischer titrator และปริ้นเตอร์
2. ทำการตั้งค่าเครื่อง Karl Fischer titrator ให้อยู่ในโหมด Titer Ipol เพื่อทำการ Calibration ด้วย Ultrapure Water ปริมาตร 10 ไมโครลิตร จำนวน 3 ครั้ง และ %RSD ไม่มากกว่า 2 %
3. จากนั้นทำการเปลี่ยนโหมดเป็น KFT Ipol เพื่อหา Water content ในตัวอย่างวัสดุที่บด ด้วยการชั่งวัสดุที่ตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ 0.5000 g ในหลอดสำหรับบรรจุตัวอย่างที่ปิดสนิทจากนั้นบรรจุในคัพของเครื่อง Karl Fischer titrator จะได้ค่า Water content ซึ่ง %RSD ไม่มากกว่า 5 %
4. นำผลจากการวิเคราะห์ที่ได้จัดทำรายงานผล (Report) และสามารถนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาความบริสุทธิ์เป็น % (On the anhydrous basis)

### 2.6 การวิเคราะห์หาปริมาณ Calcium D-Pantothenate โดยใช้เครื่อง Auto Titrator



ภาพ 5 เครื่อง Auto Titrator

### อุปกรณ์

1. ช้อนตักสาร (Spatula)
2. ปีกเกอร์ (Beaker)
3. ปิเปต (Pipet)

4. magnetic stirring bar

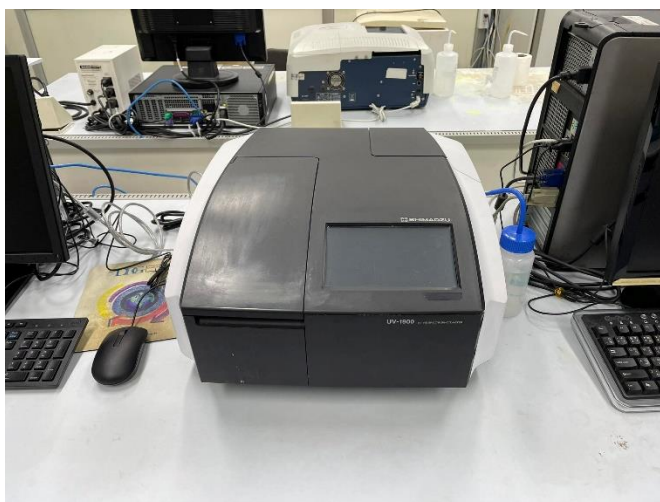
### สารเคมี

1. Sample Calcium D-Pantothenate
2. 0.1 M Perchloric acid
3. Acetic acid

### วิธีการทดลอง

1. ชั่ง Sample Calcium D-Pantothenate 0.4600 กรัม บนกระดาษชั่งสาร และเทลงใน ปีกเกอร์ จากนั้นเติม Acetic acid ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
2. เปิดเครื่อง Auto Titrator จากนั้นเลือก Method สำหรับการวิเคราะห์ Calcium D-Pantothenate
3. จากนั้นปีกเกอร์ที่บรรจุสารละลายตัวอย่างไทเทรตด้วยเครื่อง Auto Titrator โดยการ นำ อิเล็กโทรด และปิเปตจุ่มลงไปในการละลายตัวอย่าง จากนั้นทำการไทเทรต
4. นำผลจากการวิเคราะห์ที่ได้จัดทำรายงานผล (Report) และรายงานผลต่อไป

## 2.7 การวิเคราะห์ Kinglake Indigo carmine 20 โดยใช้เครื่อง UV-Vis Spectrophotometer (UV-Vis) ในหัวข้อ Pure dye



ภาพ 6 เครื่อง UV-Vis Spectrophotometer (UV-Vis)

### อุปกรณ์

1. ช้อนตักสาร (Spatula)

2. ปิเปต (Pipet)
3. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask)
4. ปีกเกอร์ (Beaker)

#### สารเคมี

1. Sample Kinglake Indigo carmine 20
2. 0.1 M Hydrochloric
3. Ultrapure Water

#### วิธีการทดลอง

1. ชั่ง Sample Kinglake Indigo carmine 20 0.1000 กรัม ละลายด้วย 0.1 M Hydrochloric ปริมาตร 50 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วย Ultrapure Water โดยได้ปริมาตรสุดท้าย 1000 มิลลิลิตรด้วยขวดปรับปริมาตร
2. ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย Ultrapure Water โดยได้ปริมาตรสุดท้าย 100 มิลลิลิตรด้วยขวดปรับปริมาตร
3. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 610 นาโนเมตร
4. นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ นำไปคำนวณหาค่า % Pure dye และจัดทำรายงานผล (Report)

#### 2.11 การวิเคราะห์ Trazodone HCl โดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ในหัวข้อ Assay และ Chromatography purity

#### อุปกรณ์

1. ช้อนตักสาร (Spatula)
2. ปีกเกอร์ (Beaker)
3. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask)
4. ปิเปต (Pipet)
5. ขวดไวแอล (Vial)

#### สารเคมี

1. Triethylamine

2. Acetonitrile
3. Standard Trazodone HCl
4. Sample Trazodone HCl
5. Compound C, Compound D

### วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ทั้ง 4 ส่วน คือ Pump, Sample introduction, Column และ Detector จะสังเกตไฟสีเขียวขึ้นทางด้านหน้า
2. ทำการเปลี่ยนคอลัมน์สำหรับการวิเคราะห์ Trazodone HCl โดยให้นำด้านที่มีลูกศรชี้ลง หรือนำด้านที่เขียนว่า “Flow” เป็นด้านที่ต่อเข้ากับ Detector จากนั้นทำการล้างคอลัมน์ (Column) ด้วย Ultrapure Water และ Acetonitrile ในอัตราส่วนที่เหมาะสม สังเกตการรั่วไหลของคอลัมน์ด้านหัวและด้านท้าย ถ้าเกิดการรั่วไหลให้ทำการหยุดอัตราการไหล (Flow rate) โดยสังเกตได้จากความดัน (Pressure) ที่จะแสดงบนหน้าจอกำหนดของเครื่องว่าคงที่ตลอดเวลา หลังจากนั้นทำการแก้ไขให้เรียบร้อย
3. ทำการเตรียม Mobile phase (MP) และ Diluent จากนั้นทำการกำจัดแก๊สส่วนเกิน (Degas) โดยการใช้คลื่นเสียง (Sonicate) เป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไป sonicate ให้ทำการคลายเกลียวฝาเล็กน้อยเพื่อให้แก๊สสามารถออกไปได้ หลังจากนั้นปิดฝาให้แน่นสนิท
4. นำ Mobile phase ทำการล้างสาย (Purge) ด้วย Mobile phase เพื่อเป็นการไล่ฟองอากาศ และไม่ให้ Mobile phase ไหลเข้าสู่คอลัมน์เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำ Mobile phase เข้าสู่คอลัมน์ ทำการปรับพารามิเตอร์ต่างๆ ที่กำหนดสำหรับการวิเคราะห์ Trazodone HCl
5. ทำการชั่งสารมาตรฐาน Trazodone HCl และสารตัวอย่าง Trazodone HCl จากนั้นปรับปริมาตรด้วย Diluent ให้ได้ปริมาตรสุดท้าย 50 มิลลิตร และกรองเข้าสู่ขวดไวแอล ด้วยฟิลเตอร์เมมเบรนขนาด 0.45 ไมครอน เพื่อใช้สำหรับหัวข้อ Assay และ Chromatography purity
6. ทำการชั่ง Compound C และ Compound D จากนั้นปรับปริมาตรด้วย Diluent ให้ได้ปริมาตรสุดท้าย 100 มิลลิตร จากนั้น ปิเปตสารละลายมาตรฐาน Trazodone HCl ปริมาตร 10 มิลลิตร และ สารละลาย Compound C และ Compound D ปริมาตร 1 มิลลิตร ปรับปริมาตรด้วย Diluent ให้ได้ปริมาตรสุดท้าย 100 มิลลิตร และกรองเข้าสู่ขวดไวแอล ด้วยฟิลเตอร์เมมเบรนขนาด 0.45 ไมครอน เพื่อใช้สำหรับหัวข้อ Assay
7. ทำการปิเปตสารละลายมาตรฐาน Trazodone HCl ปริมาตร 1 มิลลิตร ปรับปริมาตรด้วย Diluent ให้ได้ปริมาตรสุดท้าย 100 มิลลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายที่ได้ปริมาตร 1 มิลลิตร

เจือจางด้วย Diluent ให้ได้ปริมาตรสุดท้าย 10 มิลลิลิตร และกรองเข้าสู่ขวดไวแอล ด้วยฟิลเตอร์เมมเบรนขนาด 0.45 ไมครอน จะได้สารละลายมาตรฐานสำหรับหัวข้อ Chromatography purity

8. ทำการวิเคราะห์ Trazodone HCl และตั้ง Method ในหน้า Offline
9. แปลผล และจัดทำรายงานผล (Report) หัวข้อ Assay และ Chromatography purity

### ผลการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงาน ณ บริษัท โอสธ อินเตอร์ แลบบอราทอรีส์ จำกัด (Osoth Inter Laboratories CO., LTD) ได้ฝึกปฏิบัติงานในแผนก Quality Control (QC) ในทีม Raw Material ได้รับมอบหมายให้วิเคราะห์วัตถุดิบ (Raw Material) ก่อนนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ภายใน บริษัท โอสธ อินเตอร์ แลบบอราทอรีส์ จำกัด ซึ่งได้วิเคราะห์วัตถุดิบชนิดต่างๆ เช่น Sorbitol 70 % w/v solution, Terpin Hydrate, Ibuprofen, Aspirin Granule, Ethyl alcohol, Thiamine, L-Lysine monohydrochloride และอื่นๆ โดยใช้เครื่องมือต่างๆ ในการวิเคราะห์ เช่น เครื่อง Oven เพื่อวิเคราะห์หาค่า Loss on drying, เครื่อง Densitometer เพื่อวิเคราะห์หาค่า Density และค่า Specific gravity, เครื่อง Reflectometer เพื่อวิเคราะห์หาค่า Reflective index และค่า Brix, เครื่อง Melting-point apparatus เพื่อวิเคราะห์หาค่า Melting-point, เครื่อง Karl Fischer titrator เพื่อวิเคราะห์หาค่า Water content, เครื่อง Fourier-Transform Infrared Spectrometer (FT-IR) พิสูจน์เอกลักษณ์ของวัตถุดิบเทียบกับสารมาตรฐาน, เครื่อง UV-Vis Spectrophotometer (UV-Vis) เพื่อวิเคราะห์หาความบริสุทธิ์ของวัตถุดิบ, ใช้เทคนิคการ Titration เพื่อวิเคราะห์หาค่า Acid value, Iodine value, Chloride content และหาความบริสุทธิ์ของวัตถุดิบ, เครื่อง Auto Titrator ในการหาความบริสุทธิ์ของวัตถุดิบ และใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ในการหาความบริสุทธิ์ และสิ่งเจือปนในวัตถุดิบ ก่อนการนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ นอกจากนี้ยังได้มีการทำโครงการพิเศษในหัวข้อ “การพัฒนาการจัดเก็บของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการ” ทำให้ได้เรียนรู้งานทางด้านเคมีวิเคราะห์เพิ่มมากขึ้น เช่น การคำนวณ การเตรียมตัวอย่างและสารมาตรฐานก่อนการวิเคราะห์ ระบบ GMP เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมีที่ได้เรียนมา นอกจากนี้ยังได้รับประสบการณ์ในการทำงานร่วมกับผู้อื่น การทำกิจกรรมขององค์กร ทำให้ได้ฝึกความอดทน ความรอบคอบ มารยาทในการอยู่ร่วมกับผู้อื่น และความรับผิดชอบต่องานที่ได้มอบหมายเป็นอย่างดี ทำให้ตนเองเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพของตนเองทั้งในด้านวิชาการและกิจกรรมไปพร้อมกัน นอกจากนี้ทำให้เกิดกระบวนการคิดที่มาจากการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มนุษย์สัมพันธ์ที่ดีสามารถทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมงานต่างสถาบันได้ และสามารถทำให้งานสามารถดำเนินงานไปอย่างรวดเร็ว





## ส่วนที่ 2

### โครงการสหกิจศึกษา

การพัฒนาระบบการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี

Developing a Hazardous Waste Management System in QC Laboratory

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย

ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการตรวจวิเคราะห์และการทดลองต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการมีทั้งของเสียที่เป็นอันตราย และไม่เป็นอันตราย ซึ่งภายในห้องปฏิบัติการเคมีของบริษัท โอสธ อินเตอร์ แล็บ ออราทอริส จำกัด (Osoth Inter Laboratories CO., LTD) ได้มองถึงความสำคัญของบุคลากรที่ปฏิบัติงานเนื่องจากการจัดเก็บของเสียเคมียังไม่เป็นที่พึงพอใจ และอยากให้เกิดการพัฒนาที่ดียิ่งขึ้น ในอนาคตสำหรับการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ ในการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการที่ไม่ถูกต้องอาจส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับความเสี่ยงอันตรายจากของเสียเคมี ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงจำเป็นต้องปรับปรุงการจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการ Quality control, QC ซึ่งเดิมอาจเก็บในสถานที่ที่ไม่เหมาะสม ไม่ปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน และมีความเสี่ยงในการเกิดอัคคีภัย โดยได้นำฐานข้อมูลโครงการการยกระดับมาตรฐาน ความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand, ESPReL) มาใช้ในการจัดระบบเพื่อจัดเก็บของเสียแต่ละประเภทให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ในการจัดเก็บของเสียที่ดี และถูกต้องควรจะต้องประกอบด้วยสัญลักษณ์ที่ระบุความเป็นอันตรายของของเสีย และสามารถสื่อสารเป็นมาตรฐานเดียวกันเพื่อให้บุคคลที่เกี่ยวข้องสามารถป้องกัน ควบคุม และแก้ไขภัยอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากของเสียเคมีในลักษณะต่าง ๆ ได้หากผู้ที่เกี่ยวข้องรับรู้และเข้าใจถึงธรรมชาติหรือลักษณะความเป็นอันตรายและข้อควรปฏิบัติที่เหมาะสมของของเสียเหล่านั้นแล้ว จะส่งผลให้เกิดความระมัดระวัง และสามารถป้องกันอันตรายไม่ให้เกิดขึ้นต่อทั้งตนเอง ผู้อื่น และสิ่งแวดล้อมได้ เครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลของเสีย คือ ฉลาก (Label) จะแสดงสัญลักษณ์ที่บ่งบอกถึงความเป็นอันตราย ข้อความเตือน รวมถึงข้อควรปฏิบัติในการทิ้งของเสียเคมี เพื่อความปลอดภัยในการทิ้งของเสียเคมีที่ถูกต้อง

โครงการการยกระดับมาตรฐาน ความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand, ESPReL) ซึ่งเป็นเอกสารที่แสดงข้อมูลเกี่ยวกับการจัดเก็บของเสียที่ละเอียด โดยจะมีข้อมูลเกี่ยวข้องกับของเสียเหล่านั้นๆ ทั้งลักษณะความเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม วิธีการกำจัดและการจัดการอื่นๆ เช่น วิธีการกำจัดของเสียที่ถูกต้อง การจำแนกประเภทของเสียเคมีที่เข้ากันไม่ได้ การแบ่งประเภทของเสียเคมีที่อันตราย และไม่อันตราย สถานที่จัดเก็บของเสีย ถังเก็บของเสียและฉลาก เป็นต้น เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถจัดเก็บของเสียได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

การวิจัยครั้งนี้จะทำการพัฒนาระบบการจัดเก็บของเสียของห้องปฏิบัติการเคมีให้ดียิ่งขึ้นโดยใช้ข้อกำหนดของโครงการการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการการวิจัยในประเทศไทย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อพัฒนาระบบการจัดเก็บของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการตามข้อกำหนดมาตรฐาน ESPReL
2. เพื่อถ่ายทอดความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการทิ้งของเสียให้แก่บุคลากรในห้องปฏิบัติการ

## 1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถจัดเก็บ และแยกประเภทของเสียตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ESPReL
2. สามารถจัดทำระบบการจัดเก็บของเสีย และการระบุชนิดอันตรายของของเสีย
3. สามารถได้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการทิ้งของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการ และลดโอกาสในการเกิดอันตรายจากของเสียเคมี

## 1.4 ขอบเขตของโครงการ

จัดเก็บของเสียเคมีตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ESPReL รวมถึงการจัดทำฉลากสำหรับติดบนภาชนะที่บรรจุของเสียที่ระบุข้อมูลต่าง ๆ เช่น ชนิดของเสีย ความอันตรายของของเสีย แหล่งกำเนิดของเสีย เป็นต้น และมีการจัดอบรมให้แก่บุคลากรที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการในหัวข้อความปลอดภัยในการจัดเก็บของเสียเคมี

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ความสำคัญในห้องปฏิบัติการ

สาเหตุที่จะทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อมสอดคล้องแทรกอยู่ในกิจกรรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่ให้ความสนใจเกี่ยวกับการผลิตสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หรือห้องปฏิบัติการจากสถาบันศึกษาต่าง ๆ ที่ไม่สามารถปฏิบัติให้ได้สอดคล้องกับระบบที่ได้การยอมรับจะส่งผลทำให้มีอันตรายต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม

การทำงานด้วยความปลอดภัยได้เกิดขึ้นเมื่อผู้ปฏิบัติมีความตระหนักรู้ กฎระเบียบเพื่อป้องกันเหตุที่ไม่ควรเกิดขึ้น พร้อมทั้งมีมาตรฐานการกำกับดูแลความปลอดภัยในขั้นตอนต่าง ๆ และมีมาตรฐานด้านสุขภาพ และสิ่งแวดล้อมที่แข็งแกร่งขึ้น ในระบบการศึกษาได้ทำการจัดวิธีการทำงานอย่างปลอดภัยในทุกระดับ ห้องปฏิบัติการวิจัยเป็นเหมือนโรงงานเล็กที่เกี่ยวข้องกับคนทำงานหลายกลุ่ม เช่น นักวิจัย นักศึกษา ช่างเทคนิค ผู้ดูแลทำความสะอาด ผลผลิตจากโรงงานนี้อาจเป็นผลการทดลองผลการวิเคราะห์ทดสอบ เป็นต้น ซึ่งผลงานที่จะยอมรับได้ต้องมาจากสถานที่ผลิตที่ไว้วางใจได้ในแง่ของคุณภาพ และสภาพการทำงานที่เชื่อถือได้ หมายถึงการดูแลความปลอดภัยของคนทำงานและไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยจึงเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งในห้องปฏิบัติการ

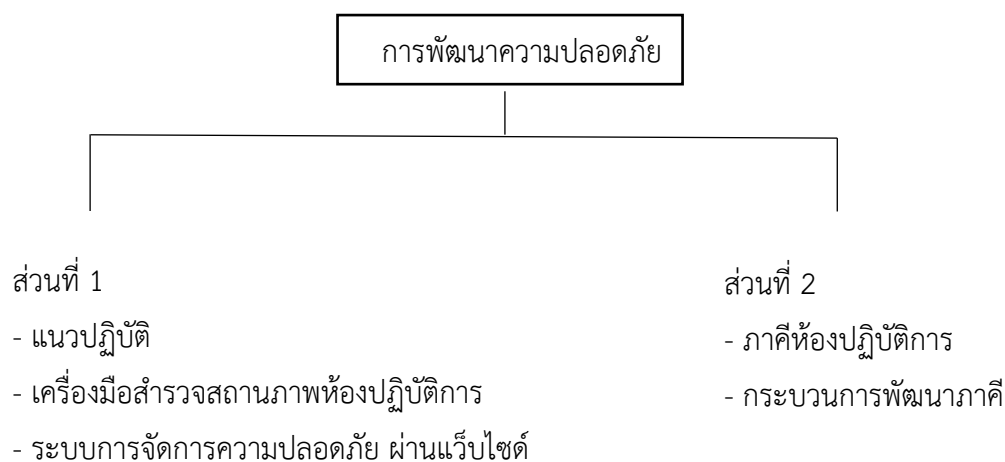
##### 2.1.1 ห้องปฏิบัติการปลอดภัย

ห้องปฏิบัติการปลอดภัย หมายถึงห้องปฏิบัติการที่มีการป้องกันและลดความเสี่ยงอย่างเพียงพอที่จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานที่ปฏิบัติตามข้อบังคับเกิดความปลอดภัย และไม่ก่อให้เกิดมลพิษ ต่อสิ่งแวดล้อมด้วย ดังนั้นการทำให้ห้องปฏิบัติการปลอดภัย จึงต้องทราบว่าจะภัยเสี่ยงในห้องปฏิบัติการมีอะไรบ้างและเสี่ยงอย่างไร เพื่อนำมาสร้างระบบการจัดการความเสี่ยงให้แก่ ห้องปฏิบัติการ ซึ่งจะบรรลุเป้าหมายได้ ผู้นำองค์กรต้องแสดงเจตนารมณ์แน่วแน่ที่จะทำให้เกิด ความมั่นใจว่าในสถานที่ทำงานมีความปลอดภัย ด้วยการกำหนดและประกาศนโยบายและแผนปฏิบัติ เป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อเป็นข้อยืนยันว่าจะกระทำการ (ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการ สิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555)

## 2.1.2 แนวทางการพัฒนาความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ ได้สนับสนุนการดำเนินงาน โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand, ESPRel) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาเป็นนโยบายระดับชาติ และเสนอแนวทางปฏิบัติในการบริหารจัดการให้เกิดวัฒนธรรมการทำงานในห้องปฏิบัติการอย่างปลอดภัยทั้งต่อตัวเองและผู้เกี่ยวข้อง การสร้างจิตสำนึกของนักวิจัย นักวิเคราะห์ และนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องให้ตระหนักในความรับผิดชอบต่อสังคม และสิ่งแวดล้อมโดยรวม

ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม และของเสียอันตรายออกแบบการดำเนินโครงการให้มีสองส่วนหลักคือ ส่วนที่ 1 เป็นเครื่องมือใช้ในการขับเคลื่อน กับส่วนของกระบวนการด้านการสร้างภาคีให้ร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้และขับเคลื่อนต่อไปได้



กรอบแนวคิดขององค์ประกอบของห้องปฏิบัติการปลอดภัย ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบประกอบด้วย

1. การบริหารระบบจัดการความปลอดภัย
2. ระบบการจัดการสารเคมี
3. ระบบการจัดการของเสีย
4. ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ
5. ระบบการป้องกัน และแก้ไขภัยอันตราย
6. การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
7. การจัดการข้อมูล และเอกสาร



รูปที่ 2.1 กรอบการจัดการความปลอดภัยตามมาตรฐาน ESPReL  
ที่มา: ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2555)

**องค์ประกอบที่ 1** การบริหารระบบการจัดการความปลอดภัย การบริหารระบบการจัดการความปลอดภัย เริ่มตั้งแต่ผู้บริหาร ผู้ปฏิบัติงาน และ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการรับผิดชอบ ร่วมกันเสนอแนะ และจัดทำนโยบาย แผน โครงสร้างการบริหาร และผู้รับผิดชอบระดับต่าง ๆ โดยในการบริหารระบบการจัดการความปลอดภัยสามารถทำได้ทุกระดับตั้งแต่ระดับห้องปฏิบัติการ ระดับหน่วยงาน และระดับองค์กร โดยทำการประเมิน ดังนี้

### 1.1 นโยบายด้านความปลอดภัย

ในระดับมหาวิทยาลัยมีการจัดทำนโยบายความปลอดภัยสำหรับการจัดการ เรียนการสอน การวิจัยภายในห้องปฏิบัติการ โดยกำหนดผู้รับผิดชอบในการบริหารจัดการเพื่อให้การจัดการความปลอดภัยเกิดประสิทธิภาพและเกิดแนวทางปฏิบัติที่เป็นแนวทางเดียวกัน ในระดับ สาขาวิชา มีการ ดำเนินงานสอดคล้องกับนโยบายของคณะ และมหาวิทยาลัย โดยจัดทำข้อกำหนด นโยบายและแนวทางปฏิบัติในการยกระดับห้องปฏิบัติการการเรียนการสอน และการวิจัย ของสาขาวิชาชีววิทยา เพื่อเป็นแนวทางในการถือปฏิบัติของสาขาวิชา และในระดับห้องปฏิบัติการ ที่มีเป้าหมายเพื่อจัดการเรียนการสอนและผลิตผลงานวิจัยที่เป็นประโยชน์ต่อประเทศ จัดทำนโยบาย ที่สอดคล้องกับสาขาวิชา คณะ มหาวิทยาลัย เพื่อให้ผู้ที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการและผู้ที่มีส่วน เกี่ยวข้องดำเนินการตามข้อปฏิบัติ และเกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน เพื่อให้ผู้ที่ปฏิบัติงาน ในห้องปฏิบัติการสามารถ ความปลอดภัยของ ห้องปฏิบัติการ การบริหารระบบ การจัดการความปลอดภัย ระบบการ จัดการ

สารเคมี ระบบการ จัดการของ เสีย ลักษณะทาง กายภาพของ ห้องปฏิบัติการ ระบบการ ป้องกันและ แก๊ซอันตราย การให้ความรู้ พื้นฐานเกี่ยวกับ ความปลอดภัย การจัดการ ข้อมูลและ เอกสาร ปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย ทั้งนี้นโยบายในระดับต่าง ๆ จะต้องมีระบบ กำกับดูแลที่เป็นรูปธรรม มีการสื่อสารให้บุคคลที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการ เช่น นักศึกษา อาจารย์นักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง รับทราบด้วย

## 1.2 แผนงานด้านความปลอดภัย

ห้องปฏิบัติการควรมีการจัดทำแผนงานด้านความปลอดภัย และสามารถ จัดทำให้ สอดคล้องกันทั้งในระดับมหาวิทยาลัย คณะ และสาขาวิชา เช่น แผนฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ แผนการ อบรมด้านความปลอดภัย จัดทำแผนผังบุคลากรกำกับดูแลความปลอดภัยทั้ง 7 องค์กรประกอบ จัดทำ การประเมินความเสี่ยงในระดับห้องปฏิบัติการและผู้ปฏิบัติงาน เพื่อจัดลำดับความสำคัญ ในการ บริหารจัดการความปลอดภัยตามแผนงานที่ได้วางไว้<sup>12</sup>

## 1.3 โครงสร้างการบริหารจัดการด้านความปลอดภัย

ในระดับมหาวิทยาลัย คณะ สาขาวิชา และห้องปฏิบัติการควรมีการจัดทำ โครงสร้าง การ บริหารจัดการด้านความปลอดภัย เช่น จัดทำคำสั่งคณะกรรมการในระดับมหาวิทยาลัย สำหรับ การ บริหารจัดการความปลอดภัย คำสั่งคณะกรรมการในระดับคณะฯ สำหรับการบริหาร จัดการ ความ ปลอดภัย 1.4 ห้องปฏิบัติการได้กำหนดผู้รับผิดชอบดูแลด้านความปลอดภัย ในระดับ ห้องปฏิบัติการ ควรมีการกำหนดผู้รับผิดชอบดูแลด้าน ความปลอดภัยในด้านต่าง ๆ อย่างชัดเจน ได้แก่ การจัดการ สารเคมี การจัดการของเสีย ลักษณะทาง กายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และ เครื่องมือ การ ป้องกันและแก๊ซอันตราย การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยใน ห้องปฏิบัติการ และการจัดการข้อมูลและเอกสาร

**องค์ประกอบที่ 2** ระบบการจัดการสารเคมีระบบการจัดการสารเคมีมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมิน สถานภาพการจัดการ สารเคมีในห้องปฏิบัติการ โดยทำการประเมิน ดังนี้

### 2.1 การจัดการข้อมูลสารเคมี

การบันทึกข้อมูลสารเคมีในรูปแบบ เอกสารและอิเล็กทรอนิกส์ มีระบบโครงสร้างการ บันทึก ข้อมูลสารเคมีที่สอดคล้องตามมาตรฐาน เช่น ราคา ที่จัดเก็บสารเคมี วันที่รับเข้ามา วันที่เปิด ใช้ขวด เป็นต้น จัดทำสารบบสารเคมี (Chemical inventory) เช่น การบันทึกนำเข้า - จ่ายออกของ สารเคมี และการปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน อย่างสม่ำเสมอ เช่น ระบุความถี่ของการตรวจสอบ และปรับ ฐานข้อมูลทุกภาคการศึกษา และจัดทำ รายงานที่แสดงความเคลื่อนไหวของสารเคมีใน ห้องปฏิบัติการ มีการจัดทำแนวปฏิบัติ Standard Operating Procedure (SOP) ในการจัดการสาร ที่ไม่ใช่แล้ว (Clearance) และการใช้ประโยชน์จากข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการ เช่น นำข้อมูลจากสา รบบ สารเคมี นำมาประเมินความเป็นอันตราย และความเสี่ยงของห้องปฏิบัติการ นำข้อมูลสารเคมี

มาใช้ ในการพิจารณาจัดสรรงบประมาณในการจัดซื้อสารเคมี โดยจะต้องทำการระบุราคาสารเคมี ใน Inventory และนำข้อมูลสารเคมีมาใช้ในการ จัดการสารที่ไม่ใช้แล้ว สามารถเอื้อให้เกิดการแบ่งปัน สารเคมีระหว่างห้องปฏิบัติการซึ่งช่วยลดการซื้อ สารเคมีซ้ำซ้อนได้ และการแบ่งปันสารเคมี จะต้อง ทำการบันทึกให้สอดคล้องกับข้อมูลสารบบสารเคมีเป็นต้น 13

## 2.2 การจัดเก็บสารเคมี

ประเมินการจัดเก็บสารเคมีตามข้อกำหนดที่เป็น มาตรฐาน ได้แก่ ข้อกำหนดทั่วไป สำหรับการ จัดเก็บสารไวไฟ สารกัดกร่อน สารออกซิไดซ์(Oxidizers) และสารก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ สารที่ไว ต่อปฏิกิริยา จัดทำสัญลักษณ์ความปลอดภัย บริเวณหน้าตู้เก็บสารเคมี ป้ายบอกบริเวณที่เก็บ สารเคมี ที่เป็นอันตราย ฉลากสารเคมีและเอกสาร ข้อมูลความปลอดภัย (Safety data sheet, SDS)

## 2.3 การ เคลื่อนย้ายสารเคมี (Chemical transportation)

มีการ เคลื่อนย้ายสารเคมีทั้งภายในและภายนอก ห้องปฏิบัติการที่เป็นไปตามแนวปฏิบัติ ในการเคลื่อนย้าย สารเคมี โดยมีแนวปฏิบัติแสดงเป็นเอกสาร ไว้ประจำห้องปฏิบัติการ เช่น การมี แนวปฏิบัติในการเคลื่อนย้ายสารเคมีที่ต้องใช้วัสดุหุ้มห่อ สารเคมีหรือวัสดุกันกระแทกขณะ เคลื่อนย้าย เป็นต้น

**องค์ประกอบที่ 3** ระบบการจัดการของเสีย ระบบการจัดการของเสียมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดการ ของเสียภายในห้องปฏิบัติการ ทั้งระบบข้อมูล การจำแนกและการเก็บเพื่อรอกการกำจัด/บำบัด การ ประเมินความเสี่ยงจากอันตราย ของของเสีย และจัดเตรียมงบประมาณในการกำจัด การจัดทำแนว ปฏิบัติ SOP และแบบฟอร์ม ในการตรวจสอบติดตาม โดยทำการประเมิน

### 3.1 การจัดการข้อมูลของเสีย

มีการบันทึกข้อมูลของเสียในรูปแบบ เอกสารและอิเล็กทรอนิกส์ มีรายงานข้อมูลของ เสียที่ ชัดเจน เพื่อบันทึกความเคลื่อนไหว เช่น ประเภทของเสีย ปริมาณของเสีย มีการส่งบำบัดของ เสีย รายงานข้อมูลของเสียที่กำจัดทิ้ง การปรับ ข้อมูลที่ปัจจุบันและสม่ำเสมอ และการใช้ประโยชน์ จาก ข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการ เช่น การจัดทำ ข้อมูลของเสียที่บันทึกมาจัดทำประเมินความ เสี่ยง และมาตรการในการควบคุมและป้องกันกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน และการจัดทำรายงานบริหาร ความ เสี่ยงจากข้อมูลสารเคมีของเสีย โดยระบุ งบประมาณในการกำจัด เพื่อการจัดเตรียม งบประมาณใน การกำจัดต่อไป

### 3.2 การเก็บของเสีย

มีเกณฑ์ที่เหมาะสมกับของเสียที่เกิดขึ้นในห้อง ปฏิบัติการ เพื่อสื่อสารให้ทุกคนใน ห้องปฏิบัติการรับทราบเป็นแนวทางเดียวกัน และมีแนวปฏิบัติที่ชัดเจนในการจัดเก็บของเสียที่ ถูกต้อง เช่น ภาชนะรองรับของเสียที่เหมาะสมทำจากวัสดุมาตรฐาน ป้ายสัญลักษณ์ที่บอกว่าเป็นของ



เสียชนิดใด การจัดวางของเสียในพื้นที่และตำแหน่งแน่นอนและ เหมาะสม และทำสัญลักษณ์เพื่อระบุพื้นที่เสี่ยง เป็นต้น 14

### 3.3 การลดการเกิดของเสีย

มีการจัดทำ SOP หรือแนวปฏิบัติในการลด การเกิดของเสียที่ชัดเจน จัดทำมาตรการลดการเกิด ของเสียด้วยวิธี Reuse/Recovery/Recycle 3.4) การบำบัดและกำจัดของเสีย มีแนวปฏิบัติของ ห้องปฏิบัติการในการ บำบัดของเสียอย่างเหมาะสม ก่อนส่งกำจัด และมีการส่งของเสียไปกำจัดยัง บริษัทที่ได้รับใบอนุญาต และมีรายงานจากบริษัทรับกำจัดของเสียทุกครั้ง ที่ส่งกำจัด นำรายละเอียด จากการบันทึกข้อมูล ของเสียมาสรุปตามระยะเวลาที่เหมาะสม เช่น ตามรอบการส่งกำจัดของเสีย รายไตรมาส หรือ ตามภาคการศึกษา เป็นต้น

**องค์ประกอบที่ 4** ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือที่แสดงถึง ความสมบูรณ์เหมาะสมของโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพ อุปกรณ์และเครื่องมือภายใน ห้องปฏิบัติการที่จ่อต่อความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ โดยทำการประเมิน

**องค์ประกอบที่ 5** ระบบการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย การจัดการด้านความปลอดภัย ต้องเริ่มจากการสำรวจข้อมูลของห้องปฏิบัติการ อย่างละเอียด เพื่อทราบข้อมูลและกำหนดว่าอะไรคือปัจจัยเสี่ยง ผู้ปฏิบัติงานต้องรู้ ว่าใช้สารใด หรือกิจกรรมใดในห้องปฏิบัติการที่อาจเป็นอันตราย จะต้อง ทำการประเมินความเสี่ยง มีการบริหาร ความเสี่ยง และแผนการหรือแนวปฏิบัติในการจัดการ ความเสี่ยงนั้น ๆ เพื่อการป้องกันหรือการลด ความเสี่ยง รวมทั้งการสื่อสารความเสี่ยงที่เหมาะสมด้วย

**องค์ประกอบที่ 6** การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยใน ห้องปฏิบัติการ การได้รับความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ โดยมีแบบ บันทึกการฝึกอบรม หรือเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้บริหาร หัวหน้าห้องปฏิบัติการ และผู้ปฏิบัติงาน ผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งพนักงานทำความสะอาด มีการประเมินในด้านข้อมูลที่แสดงว่าผู้บริหารได้รับ ความรู้พื้นฐานด้านความปลอดภัย หัวหน้าห้องปฏิบัติการได้รับความรู้พื้นฐานที่เหมาะสมและจำเป็น อย่างต่อเนื่อง เช่น เรื่องกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ผู้ปฏิบัติงาน เช่น อาจารย์ นักศึกษา นักวิทยาศาสตร์รวมทั้งพนักงานทำความสะอาด ได้รับความรู้พื้นฐานที่เหมาะสมและจำเป็นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิด ความรู้ ทักษะ และความเข้าใจในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ หรือการทำงานที่เกี่ยวข้อง กับสารเคมีได้อย่างปลอดภัย รวมถึงช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการได้



**องค์ประกอบที่ 7** การจัดการข้อมูลและเอกสาร การจัดการข้อมูลและเอกสารอย่างเป็นระบบ มีเอกสารและบันทึกที่จำเป็นอยู่ใน ห้องปฏิบัติการ โดยการประเมินในการจัดทำข้อมูลและเอกสารที่จำเป็นและสำคัญไว้ในห้องปฏิบัติการ เช่น แบบฟอร์มการรายงานอุบัติเหตุ เอกสารแนวปฏิบัติ SOP ของการปฏิบัติงาน เอกสารประวัติการศึกษาและคุณสมบัติของผู้ปฏิบัติงาน เอกสารการตรวจสุขภาพ

ประจำปี และเบอร์โทรศัพท์ติดต่อ ญาติกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน ทั้งนี้การจัดเก็บเอกสารจะต้องเป็นระบบ โดยมีระบบบันทึกข้อมูลและ การทำแท็กเอกสาร การควบคุมเอกสาร การยืมคืน การระบุตำแหน่งจัดวางเอกสาร การติดป้ายบอก ตำแหน่ง นอกจากนี้จะต้องมีเอกสารคู่มือการปฏิบัติงาน คู่มือประจำครุภัณฑ์ และเอกสารข้อมูล ความปลอดภัย Safety Data Sheet (SDS) ในตำแหน่งที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าถึงได้ง่ายและ รวดเร็ว

การเก็บของเสีย จะมีเกณฑ์ที่เหมาะสมกับของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเพื่อสื่อสารให้ทุกคนในห้องปฏิบัติการรับทราบเป็นแนวทางเดียวกัน และมีแนวปฏิบัติที่ชัดเจนในการจัดเก็บของเสียที่ถูกต้อง เช่น ภาชนะรองรับของเสียที่เหมาะสมทำจากวัสดุมาตรฐาน ป้ายสัญลักษณ์ที่บอกว่าเป็นของเสียชนิดใด การจัดวางของเสียในพื้นที่และตำแหน่งแน่นอนและ เหมาะสม และทำสัญลักษณ์เพื่อระบุพื้นที่เสี่ยง เป็นต้น

## 2.2 สัญลักษณ์เตือนความเป็นอันตราย

ผู้ใช้สารเคมีควรทำความเข้าใจกับสัญลักษณ์เตือนความเป็นอันตรายที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบัน พบเห็นได้ที่ ภาชนะทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ที่บรรจุสารเคมีหรือของเสีย และบนพาหนะขนส่งสารเคมีและของเสีย สัญลักษณ์ เหล่านี้มาจากระบบการจำแนกความเป็นอันตรายที่แตกต่างกัน ซึ่งมีจุดประสงค์ของการสื่อสารที่แตกต่างกันเล็กน้อย ระบบสัญลักษณ์ทุกระบบที่กำหนดขึ้นมานั้นจะใช้การสื่อสารด้วยรูปภาพ เพื่อให้สามารถเข้าใจความเป็นอันตรายของ สารนั้นๆ ได้ง่ายขึ้น เช่น










รูปเปลวไฟ		เพื่อเตือนอันตรายเกี่ยวกับวัตถุไวไฟ
รูปเปลวไฟบน ลูกกลมๆ ข้างล่าง		เพื่อเตือนอันตรายเกี่ยวกับสารออกซิไดซ
รูปของเหลว หยดใส่มือ		เพื่อเตือนอันตรายเกี่ยวกับสารกัดกร่อน

รูปกากบาท		เพื่อเตือนความเป็นพิษ เช่นเดียวกับรูปกะโหลกกระดูกไขว้ แต่ระดับ ความรุนแรง ลดลงตามปริมาณที่เป็นพิษ
หัวกะโหลก		เพื่อเตือนความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน
รูปคนที่กำลัง สลายออกจากข้างใน		เพื่อเตือนอันตรายเกี่ยวกับความเป็นพิษประเภทสะสมในร่างกาย จนเกิดความผิดปกติในระยะยาว เช่น ก่อเกิดมะเร็ง ความผิดปกติทางการสืบพันธุ์ และการก่อกลายพันธุ์ เป็นต้น

สัญลักษณ์เตือนความเป็นอันตรายที่นิยมใช้กันเป็นสัญลักษณ์ตามระบบข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการขนส่งสินค้า อันตรายของสหประชาชาติ (United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods; UNRTDG (UN Class)) และตามระบบการจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก (Globally Harmonized System for Classification and Labelling of Chemicals; GHS)

### ระบบ UN Class

สัญลักษณ์ตามระบบ UN Class (United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods) มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม สำหรับใช้กำกับการขนส่งสินค้าอันตราย ระบบสัญลักษณ์นี้ให้ ความสำคัญของความเป็นอันตรายที่เกิดจากคุณสมบัติทางกายภาพและความเป็นพิษเฉียบพลันเป็นหลักโดยระบบนี้จำแนกเป็น 9 ประเภทโดยหมายเลขสินค้าอันตราย หรือ UN Number กำหนดให้เชื่อมโยงกับข้อปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินกับสารเคมีชนิดนั้นๆ ซึ่งสัญลักษณ์แสดงความ เป็นอันตราย (Hazard symbols) ตามระบบ UN มี 9 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1	วัตถุระเบิด	
ประเภทที่ 2	แก๊ส	
ประเภทที่ 3	ของเหลวไวไฟ	
ประเภทที่ 4	ของแข็งไวไฟ สารที่ลุกไหม้ได้เอง	
ประเภทที่ 5	สารออกซิไดซ์ สารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์	
ประเภทที่ 6	สารพิษ สารติดเชื้อ	
ประเภทที่ 7	วัตถุกัมมันตรังสี	
ประเภทที่ 8	สารกัดกร่อน	
ประเภทที่ 9	วัตถุอันตรายเบ็ดเตล็ด อันตรายต่อสิ่งแวดล้อม	

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์แสดงความ เป็นอันตรายตามระบบ UN Class

## 2.3 ของเสียอันตราย

### 2.3.1 การจัดการของเสียอันตราย

องค์กรที่มีห้องปฏิบัติการที่ใช้สารเคมีควรมีหน่วยบริหารจัดการกลางที่รับผิดชอบเรื่องความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ของเสียเป็นปัจจัยเสี่ยงหนึ่งที่ทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยขึ้น ดังนั้นการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการ จึงเป็นภารกิจหนึ่งของการจัดการความปลอดภัย ทั้งนี้การ

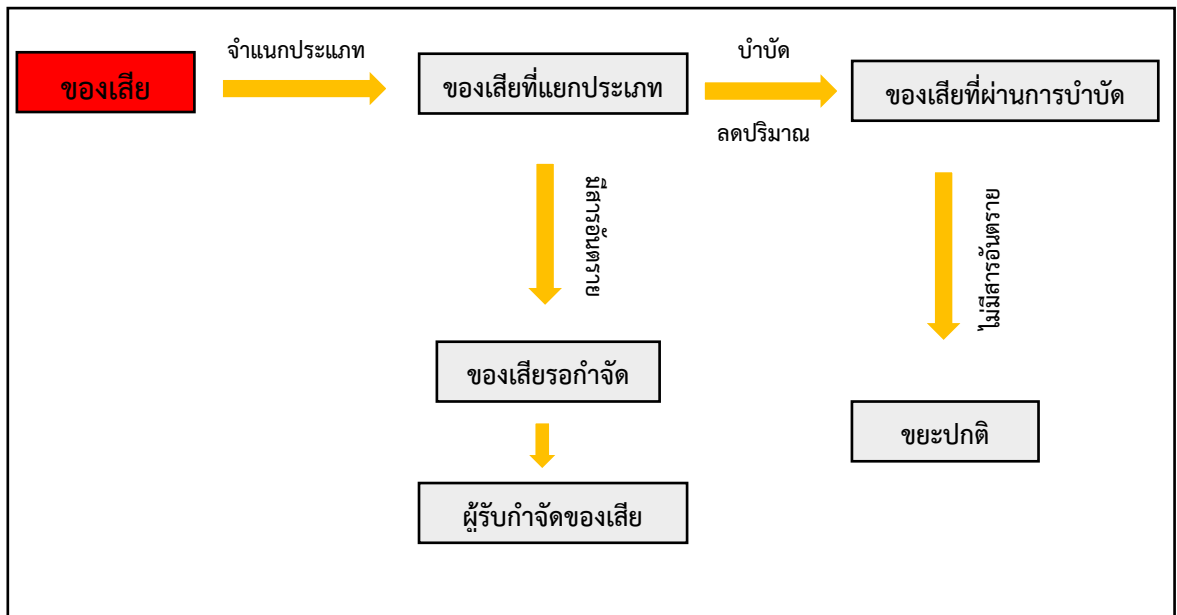
จัดการของเสียจำเป็น ต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ ในทิศทางเดียวกันจึงจำเป็นต้องมีหน่วยบริหารจัดการกลางที่ทำหน้าที่เป็นผู้กำหนดกติกา หรือเงื่อนไขให้ทุกห้องปฏิบัติการ ปฏิบัติตาม ซึ่งรวมถึงกำหนดวิธีการคัดแยกประเภทของเสียตั้งแต่ต้นทาง การจัดเก็บ การบำบัดเบื้องต้น และการกำจัด กำหนดวิธีจัดเก็บของเสียอย่างปลอดภัย และการติดฉลากบนภาชนะบรรจุจัดเก็บข้อมูลปริมาณและประเภทของเสียจากห้องปฏิบัติการทั้งหมด เพื่อแสดงปริมาณและประเภท ของเสียทั้งหมดในแต่ละปี รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการส่งกำจัดกำหนดกติกาการจัดเก็บ นัดหมายเวลาจัดเก็บ และพื้นที่รวบรวมที่ปลอดภัยกำหนดแนวทางการลดของเสีย ทั้งในเชิงปริมาณและความเป็นพิษจัดการฝึกอบรมตามกลุ่มเป้าหมาย

ของเสียจากห้องปฏิบัติการมีลักษณะความเป็นอันตรายได้หลากหลาย เช่น

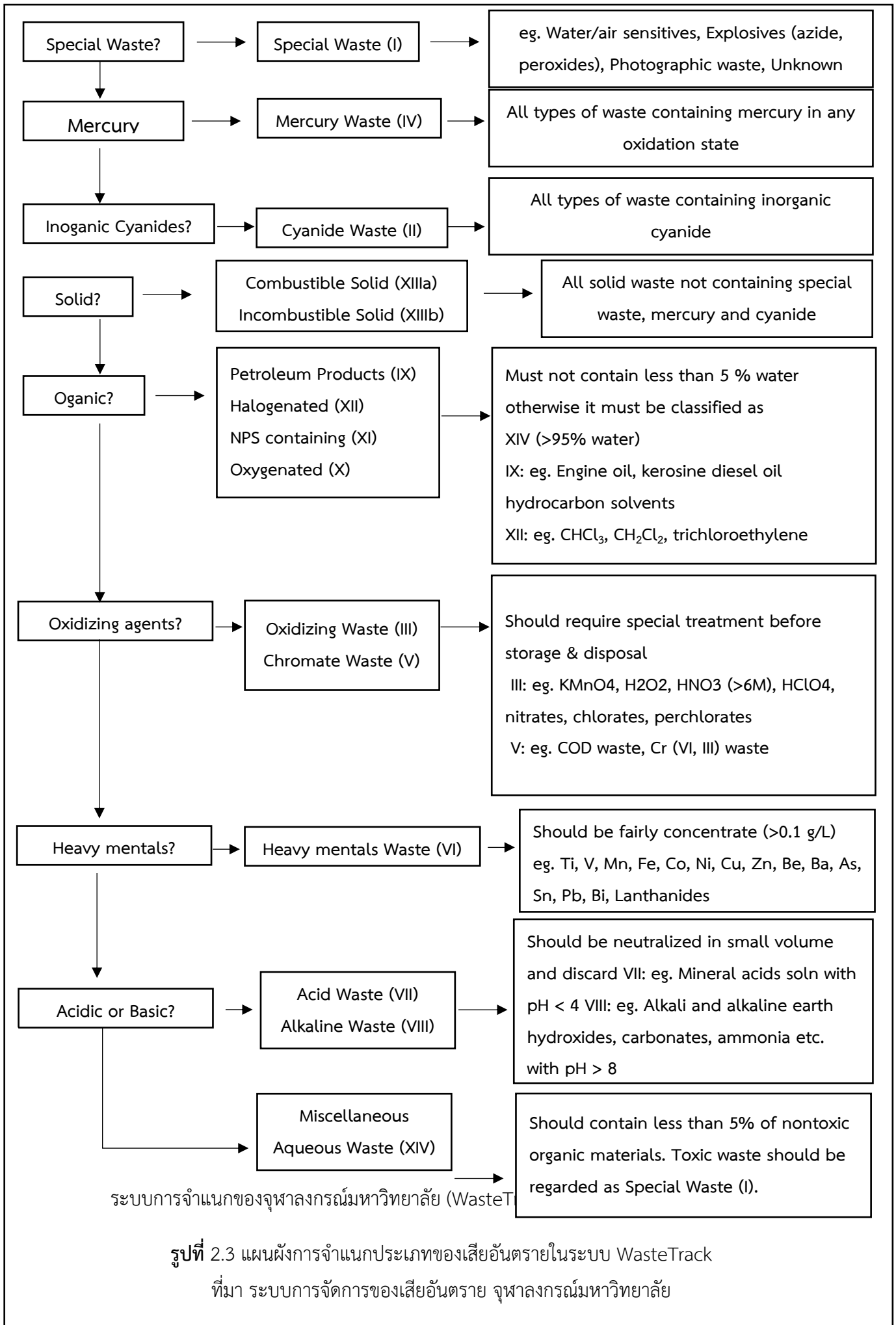
1. ของเสียที่ลุกติดไฟได้ เช่น ของเหลวหรือตัวทำละลายไวไฟ สารที่ลุกติดไฟได้เมื่อถูกเสียด
2. ของเสียประเภทกัดกร่อน (กำหนดด้วยช่วงความเป็นกรดเป็นด่างหรือค่า pH เช่น น้อยกว่า 2 หรือ มากกว่า 12.5)
3. ของเสียที่ไวต่อปฏิกิริยา เช่น ของเสียมีสิ่งเหล่านี้ปนอยู่ สารที่ทำ ปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ สารที่ลุกติดไฟได้เอง สารที่ให้ไอหรือแก๊สพิษเมื่อผสมกับน้ำ สารที่ระเบิดได้เมื่อถูกกระตุ้น หรือร้อนในที่จำกัด
4. ของเสียที่เป็นพิษ เนื่องจากมีองค์ประกอบที่เป็นพิษ เช่น ไซยาไนด์ เอทิลเดียมโบรไมด์

### 2.3.2 การแยกประเภทและเก็บของเสีย

การแยกประเภทของเสียเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดจากการผสมของเสียที่เข้ากันไม่ได้เข้าด้วยกัน เช่น เกิดปฏิกิริยาคายความร้อน เกิดการระเบิด หรือเกิดเป็นสารอื่นที่มีอันตราย เช่น แก๊สพิษ การแยกประเภทของเสียยังทำให้ ง่ายต่อการบำบัดหรือกำจัด ในการแยกประเภทของเสียอันตรายสามารถอิงระบบสากลหรือมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ แต่ต้องเหมาะสมกับธรรมชาติของของเสียที่เกิดขึ้นจริง หน่วยงานหรือสถาบันแต่ละแห่งควรมีข้อตกลงร่วมกันเพื่อจัดทำ ข้อกำหนดขึ้นว่าจะใช้ระบบใด หลักการสำคัญๆ ไม่ว่าจะใช้ระบบใดก็ตาม คือ การแยกเก็บตามประเภทความเป็นอันตราย ความเข้ากันไม่ได้ และวิธีการบำบัด โดยส่วนใหญ่สามารถแยกได้เป็นกลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้ ของแข็ง ได้แก่ ของแข็งอันตรายที่มีโลหะหนักหรือสารอันตรายอื่นๆ และของแข็งทั่วไป อาจแบ่งแยกเป็น เผาไหม้ได้ หรือไม่เผาไหม้ ของเหลว อาจเป็นกรด เบส หรืออาจมีโลหะหนักเจือปน กับตัวทำละลายอินทรีย์ แยกระหว่าง ชนิดที่มีฮาโลเจน และไม่มีฮาโลเจน ของเสียอันตรายพิเศษ เช่น พรอท เอทิลเดียมโบรไมด์ (Ethidium bromide) ขยะติดเชื้อ และขยะวัสดุ กัมมันตรังสี



รูปที่ 2.2 แนวการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 2.3 แผนผังการจำแนกประเภทของเสียอันตรายในระบบ WasteTrack  
 ที่มา ระบบการจัดการของเสียอันตราย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. **ประเภทที่ 1** ของเสียพิเศษ (I : Special Waste) เป็นขิงเสียที่มีปฏิกิริยาต่อน้ำหรืออากาศ อาจมีการระเบิด (เช่น azide, peroxides) สารอินทรีย์ ของเสียที่ไม่ทราบที่มา ของเสียที่เป็นชีวพิษ และของเสียที่เป็นสารก่อมะเร็ง เช่น เอทิลเดียมโบรไมด์
2. **ประเภทที่ 2** ของเสียที่มีไซยาไนด์ (II : Cyanides Waste) หมายถึง ของเสียที่มีไซยาไนด์เป็นส่วนประกอบ เช่น โซเดียมไซยาไนด์ หรือเป็นของเสียที่มีสารประกอบเชิงซ้อนไซยาไนด์ หรือมีไซยาไนด์คอมเพล็กซ์ เป็นองค์ประกอบ เช่น  $\text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$  เป็นต้น
3. **ประเภทที่ 3** ของเสียที่มีสารออกซิแดนท์ (III : Oxidizing Waste) หมายถึง ของเสียที่มีคุณสมบัติในการให้อิเล็กตรอน ซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับสารอื่นทำให้เกิดระเบิดได้ เช่น โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต, โซเดียมคลอเรต, โซเดียมเปอร์ไอออเดต และโซเดียมเปอร์ซัลเฟต
4. **ประเภทที่ 4** ของเสียที่มีปรอท (IV : Mercury Waste) หมายถึง ของเสียชนิดที่มีปรอทเป็นองค์ประกอบ เช่น เมอร์คิวรี (II) คลอไรด์, อัลคิลเมอร์คิวรี เป็นต้น
5. **ประเภทที่ 5** ของเสียที่มีสารโครเมต (V : Chromate Waste) หมายถึง ของเสียที่มีโครเมียม (VI) เป็นองค์ประกอบ เช่น สารประกอบ  $\text{Cr}^{6+}$ , กรดโครมิก, ของเสียที่ได้จากการวิเคราะห์ Chemical Oxygen Demand (COD) เป็นต้น
6. **ประเภทที่ 6** ของเสียที่มีโลหะหนัก (VI : Heavy Metal Waste) หมายถึง ของเสียที่มีไอออนของ โลหะหนักอื่นที่ไม่ใช่ปรอทเป็นส่วนผสม เช่น แบเรียม แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง เหล็ก แมงกานีส สังกะสี โคบอล นิเกิล เงิน ดีบุก แอนติโมนี ทังสแตน วาเนเดียม เป็นต้น
7. **ประเภทที่ 7** ของเสียที่เป็นกรด (VII : Acid Waste) หมายถึง ของเสียที่มีค่าของ pH ต่ำกว่า 7 และมีกรดแปรนอยู่ในสารมากกว่า 5% เช่น กรดซัลฟูริก, กรดไนตริก, กรดไฮโดรคลอริก เป็นต้น
8. **ประเภทที่ 8** ของเสียอัลคาไลน์ (VIII : Alkaline Waste) หมายถึง ของเสียที่มีค่า pH สูงกว่า 8 และมีด่างปนอยู่ในสารละลายมากกว่า 5% เช่น คาร์บอเนต, ไฮดรอกไซด์, แอมโมเนีย เป็นต้น
9. **ประเภทที่ 9** ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม (IX : Petroleum Products) หมายถึง ของเสียประเภท น้ำมัน ปิโตรเลียม และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำมัน เช่น น้ำมันเบนซิน, น้ำมันดีเซล, น้ำมันก๊าด, น้ำมันเครื่อง, น้ำมันหล่อลื่น
10. **ประเภทที่ 10** Oxygenated (X : Oxygenated) หมายถึง ของเสียที่ประกอบด้วยสารเคมีที่มี ออกซิเจนอยู่ในโครงสร้าง เช่น เอทิลอาซิเตต อะซิโตน, เอสเทอร์, อัลกอฮอล์, คีโตน, อีเทอร์
11. **ประเภทที่ 11** NPS Containing (XI : NPS Containing) หมายถึง ของเสียที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่มีส่วนประกอบของ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, ซัลเฟอร์ เช่น สารเคมีที่มีส่วนประกอบของ Dimethyl formamide (DMF), Dimethyl sulfoxide (DMSO), อะซิโตรไนไตรล์, เอมีน, เอมีน



12. **ประเภทที่ 12** Halogenated (XII : Halogenated) หมายถึง ของเสียที่มีสารประกอบอินทรีย์ ของฮาโลเจน เช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCL<sub>4</sub>), คลอโรเอทิลีน

13. **ประเภทที่ 13 (a) : ของแข็งที่เผาไหม้ได้ (XIII (a) : Combustible Solid)**

**(b) : ของแข็งที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ (XIII (b) : Incombustible Solid)**

14. **ประเภทที่ 14** ของเสียที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายอื่น ๆ (XIV : Miscellaneous Aqueous Waste) หมายถึง ของเสียที่มีสารประกอบน้อยกว่า 5% ที่เป็นสารอินทรีย์ที่ไม่มีพิษ หากเป็นสารมีพิษให้ พิจารณาเสมือนว่าเป็นของเสียพิเศษ (I : Special Waste)

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.4.1 การจัดการความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ตามมาตรฐาน ESPReL

ชลภัทร สุขเกษม และสุชาติา โทพล (2553) ได้ศึกษามาตรการด้านความปลอดภัย ทางชีวภาพสำหรับนักวิจัยทางชีวการแพทย์ ผลจากการดำเนินการวิจัยชี้ให้เห็นถึงความสำคัญ ของการสร้างมาตรการและหลักการด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ การประเมินความเสี่ยง ระดับ ของห้องปฏิบัติการ ตลอดจนเสนอแนะแนวทางการเลือกให้เหมาะสม โดยมุ่งหวังว่านักวิจัย ที่กำลังดำเนินการศึกษาวิจัยทางการแพทย์จะสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์เพื่อลดความเสี่ยง ของผู้ปฏิบัติงานและผู้ร่วมงาน ตลอดจนสิ่งแวดล้อมอีกด้วย โดยงานวิจัยได้สรุปข้อกำหนดหลักไว้ 4 ประการที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ ข้อกำหนดด้านอุปกรณ์ป้องกันเฉพาะบุคคล (Personal Protective Equipment; PPE) ข้อกำหนดด้านมาตรฐานในการปฏิบัติงาน (Work place practices หรือ SOP: Standard Operating Procedures) ข้อกำหนดด้านวิศวกรรม (Engineering control) และข้อกำหนดด้านการบริหารจัดการ (Administrative control) ข้อกำหนดด้านอุปกรณ์ป้องกันเฉพาะบุคคล การใช้อุปกรณ์ป้องกันเฉพาะบุคคล เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถใช้ในการควบคุมร่วมกับ วิธีการอื่นได้ อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลทุกชนิดควรมีคุณภาพตามมาตรฐานสากล เช่น National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) หรือ American National Standards Institute (ANSI) ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของ Occupational Safety and Health Administration (OSHA) และสิ่งสำคัญคือพนักงานต้องสวมอุปกรณ์ป้องกันตามที่หน่วยงานกำหนด ในขณะที่ปฏิบัติงานทุกครั้ง และต้องถอดออกเมื่อออกนอกห้องปฏิบัติการ อีกทั้งยังต้องทำการฆ่าเชื้อ อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในพื้นที่การปฏิบัติงานที่มีการใช้งานอุปกรณ์นั้น ๆ ด้วยก่อน นำมาใช้ซ้ำหรือทำลาย ข้อกำหนดด้านมาตรฐานในการปฏิบัติงานเป็นเอกสารที่เป็นแนวทาง 35 การปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน เพื่อให้การปฏิบัติถูกต้อง ซึ่งควรระบุถึงวิธีการปฏิบัติงานเป็นลำดับ ขั้นตอน เพื่อให้การ

ปฏิบัติและผลลัพธ์เป็นรูปแบบและมาตรฐานเดียวกัน ได้ผลน่าเชื่อถือ (Reliably) และมีความสม่ำเสมอ (Consistency) การจัดทำต้องใช้ข้อมูลพื้นฐานจากการปฏิบัติงานจริง ข้อกำหนดด้านวิศวกรรม (Engineering control) โรงพยาบาล และสถาบัน ต้องจัดสร้าง ควบคุม และดูแลห้องปฏิบัติการชีวอนามัย ให้มีอุปกรณ์ เครื่องมือ ระบบ และคุณลักษณะตามข้อกำหนด มาตรฐาน ซึ่งเป็นที่ยอมรับในระดับสากล เพื่อป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อ จากห้องปฏิบัติการสู่สิ่งแวดล้อม ลดความเสี่ยงจากการติดเชื้อในการปฏิบัติงานซึ่งข้อกำหนดทั้งในแง่ของคุณลักษณะของห้องปฏิบัติการ ปลอดภัยชีวอนามัย เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ข้อกำหนดด้านการบริหารจัดการ (Administrative control) ทั้งในแง่นโยบาย การจัดหา จัดเตรียม ดำเนินการ เพื่อสนับสนุนให้เกิดความปลอดภัยทางชีวภาพ เช่น มอบหมายบุคคลให้มีหน้าที่ดูแล รับผิดชอบสำหรับห้องปฏิบัติการนั้น ๆ (Biosafety officer หรือ Supervisor) จัดให้มีการฝึกอบรม ให้ความรู้อย่างสม่ำเสมอ (Training) เพื่อให้มั่นใจว่าผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติตามวิธีปฏิบัติ มาตรฐานได้ถูกต้อง

เสาวนีย์ สัตยดิษฐ์ (2556) ได้ศึกษาการจัดการของเสียชีวภาพและของเสียสารเคมี ในห้องปฏิบัติการวิจัยวิทยาศาสตร์ทางสัตวแพทย์ คณะสัตวแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล ดำเนินการศึกษาสภาพปัจจุบันของการเก็บรวบรวม การเคลื่อนย้าย การบำบัด และการกำจัด รวมถึงศึกษาแนวทางการจัดการของเสียชีวภาพและของเสียสารเคมีที่เกิดจากการทดลอง ทดสอบ และวิจัย ทางสัตวแพทย์ พื้นที่ศึกษาคือห้องปฏิบัติการภายใต้ศูนย์ตรวจวินิจฉัยทางการแพทย์ และ ศูนย์เฝ้าระวัง ปริมาณการเกิดและประเภทของเสียชีวภาพและของเสียสารเคมีพบว่า มีปริมาณรวม ทั้งสิ้น 205.5 และ 322.6 กิโลกรัม/เดือน โดยประเภทที่พบมากที่สุดจากของเสียแต่ละชนิดคือ ซาก ชิ้นส่วน ตัวอย่างจากสัตว์ (ร้อยละ 54.01) และของเสียติดเชื้อ (ร้อยละ 82.52) ตามลำดับ ประเด็น ปัญหา และอุปสรรคการจัดการของเสียชีวภาพ และของเสียสารเคมีที่พบ คือ ขาดการสื่อสารนโยบาย ที่ชัดเจน ขาดคู่มือดำเนินงานที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ขาดอุปกรณ์ในการจัดการของเสีย ไม่มีการ จัดบันทึกประเภทและปริมาณของเสีย มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่ไม่สม่ำเสมอ และ ไม่มีการจัดอบรมให้ความรู้ด้านการจัดการของเสียแก่เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการ และพนักงานจัดเก็บ ของเสีย จากผลการศึกษานั้น ผู้วิจัยจึงได้จัดทำแนวทางการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการสามารถ สรุปเป็นประเด็นหลักๆ ได้แก่ การกำหนดให้มีนโยบายที่ชัดเจน และมีการสื่อสารนโยบายสู่บุคลากร ทุกระดับอย่างทั่วถึง การจัดให้มีคู่มือหรือระเบียบการปฏิบัติงาน การจัดให้มีห้องเก็บรวบรวมของเสีย ส่วนกลางและจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมและเพียงพอ การพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ ความเข้าใจและมีส่วนร่วมในการจัดการ รวมทั้งการจัดให้มีการติดตามตรวจสอบผลการดำเนินงาน อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง

#### 2.4.1 การบ่งชี้อันตรายและการประเมินความเสี่ยง

พรเพ็ญ กำนารายณ์ (2558) ได้ศึกษาผลการสำรวจบ่งชี้อันตรายและวิเคราะห์ความเสี่ยงในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยดำเนินการสำรวจบ่งชี้อันตรายและวิเคราะห์ ความเสี่ยงในห้องปฏิบัติการ ทั้งด้านกายภาพ สารเคมี สารชีวภาพ อุปกรณ์ป้องกันตนเองส่วนบุคคล ระบบการรองรับสถานการณ์ฉุกเฉิน รวมทั้งระบบการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการ และด้าน การให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยของผู้ที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการ โดยใช้วิธีการทาง อาชีวอนามัยและความปลอดภัยที่เรียกว่าวิธีการ checklist โดยผลคะแนนจากการสำรวจระดับ ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ พบว่าระดับความปลอดภัยที่ได้มาตรฐานน้อยที่สุด 3 ลำดับสุดท้าย ได้แก่ การให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยของบุคลากรในห้องปฏิบัติการ การจัดการระบบการกำจัด ของเสียจากห้องปฏิบัติการ และการบริหารระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีคะแนนร้อยละ 10.7, 25.6 และ 33.3 ตามลำดับ ซึ่งจัดเป็นลำดับความเสี่ยงของห้องปฏิบัติการ สำหรับการเรียนการสอนของสถานวิทยาศาสตร์พรีคลินิกที่ควรหามาตรการในการป้องกันและ หาแนวทางในการปฏิบัติ เพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการอย่างเร่งด่วน นอกจากนี้ยังพบว่า บุคลากรของห้องปฏิบัติการ ต้องสัมผัสสารเคมีอันตรายหลากหลายชนิดทั้งสารเคมีที่ก่อให้เกิด การระคายเคือง สารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ สารก่อมะเร็ง รวมทั้งสารชีวภาพต่าง ๆ ที่อาจ ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้โดย สารเคมีที่มีมากที่สุดในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ สารเคมีทั่วไป ซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อตัวผู้ปฏิบัติงาน และสิ่งแวดล้อมมีจำนวนร้อยละ 37.6 รองลงมา ได้แก่ สาร ก่อการระคายเคืองพบว่ามีจำนวนร้อยละ 19.8 และสารก่อมะเร็งพบว่ามีจำนวนร้อยละ 11.8 เป็นต้น ซึ่งผลการวิจัยสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาและปรับปรุงการบริหารจัดการ ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นได้

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์ หรือโน้ตบุค
2. เครื่องถ่ายเอกสารแบบขาว
3. กระดาษ A4
5. เอกสารข้อมูลโครงการการยกระดับมาตรฐาน ความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand, ESPRel)





#### วิธีการดำเนินงาน

งานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการพัฒนาระบบความปลอดภัยในการจัดเก็บของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการตามข้อกำหนด ESPRel ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแสดงดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลความเป็นมา และความสำคัญของปัญหาด้านการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ Quality control, QC
2. กำหนดวัตถุประสงค์ และขอบเขตของการศึกษา
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเลือกศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ
  - สลักเตือนความอันตรายมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้ที่ปฏิบัติได้รับรู้ถึงความอันตรายของสารแต่ละประเภทรุ่น โดยสลักเตือนความอันตรายของระบบ UN Class ได้แบ่งออกเป็น 9 ประเภทได้แก่ วัตถุระเบิด แก๊ส ของเหลวไวไฟ สารที่ลุกไหม้ได้เอง สารออกซิไดซ์ สารอินทรีย์ออกซิไดซ์ สารพิษ สารติดเชื้อ วัตถุแก๊สอันตราย สารกัดกร่อน วัตถุอันตรายเบ็ดเตล็ด และอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น
  - การจำแนกประเภทของเสียเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดจากการผสมของเสียที่เข้ากันไม่ได้เข้าด้วยกัน เช่น เกิดปฏิกิริยาคายความร้อน เกิดการระเบิด หรือเกิดเป็นสารอื่นที่มีอันตราย เช่น แก๊สพิษ การแยกประเภทของเสียยังทำให้ ง่ายต่อการบำบัดหรือกำจัดในการแยกประเภทของเสียอันตรายสามารถอิงระบบสากลหรือมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ
4. กำหนดวิธีขั้นตอนการดำเนินงาน
5. จัดทำฉลากติดบนภาชนะบรรจุของเสีย

การจัดทำฉลากติดบนภาชนะบรรจุของเสียมีจุดประสงค์เพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ ซึ่งหากเกิดการปนเปื้อนจากของเสียเหล่านี้อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ โดยรายละเอียดที่อยู่บนฉลากสามารถบ่งบอกให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งของเสียอย่างถูกต้อง และปลอดภัย

รายละเอียดบนฉลากแสดงดังรูป

ของเสียอันตราย ( Hazardous Waste)		Waste TrackID				
<b>ของเสียอันตราย</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Acid</li> <li><input type="radio"/> Organic Waste</li> <li><input type="radio"/> Chloroform Waste</li> <li><input type="radio"/> Ether Waste</li> <li><input type="radio"/> Toluene Waste</li> <li><input type="radio"/> Terpin Waste</li> </ul>		<b>สัญลักษณ์ความเป็นอันตราย</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">   <input type="checkbox"/>            Flammable         </div> <div style="text-align: center;">   <input type="checkbox"/>            Corrosive         </div> <div style="text-align: center;">   <input type="checkbox"/>            Toxic         </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">   <input type="checkbox"/>            Oxidizer         </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 100px;">           อื่นๆ (ระบุ)         </div> </div>				
<table border="1" style="width: 100%; height: 150px;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;"><u>ส่วนประกอบ</u></th> <th style="width: 50%;"><u>แหล่งกำเนิดของของเสีย</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 100px;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	<u>ส่วนประกอบ</u>	<u>แหล่งกำเนิดของของเสีย</u>			ชื่อหน่วยงาน ..... ชื่อห้องปฏิบัติการ.....  วันที่เริ่มบรรจุ..... วันที่หยุดบรรจุ.....	
<u>ส่วนประกอบ</u>	<u>แหล่งกำเนิดของของเสีย</u>					

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างฉลากติดบนภาชนะบรรจุของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการ

6. จัดการอบรมความปลอดภัยในการจัดเก็บของเสียให้แก่บุคลากรที่เกี่ยวข้องในห้องปฏิบัติการ QC และทำการทดสอบความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดเก็บของเสีย

7. ปรับปรุง และข้อเสนอแนะ

8. สรุปผลการวิจัย และจัดทำเล่มรายงาน

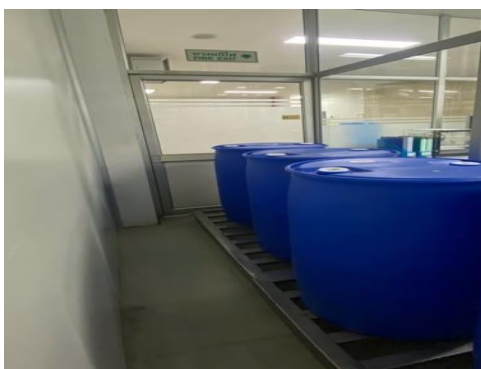
## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

เนื่องจากการจัดเก็บของเสียเคมีภายในห้องปฏิบัติการเคมีของบริษัท โอเอส อินเตอร์ แลบบอราทอรีส์ จำกัด ยังไม่เป็นที่พึงพอใจ และอยากให้มีการพัฒนาที่ดียิ่งขึ้นในอนาคตสำหรับการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการโดยนำฐานข้อมูลโครงการการยกระดับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety of Research Laboratory in Thailand; ESPReI) เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบการจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการ

#### 4.1 การแยกประเภทของเสีย

การแยกประเภทของเสียมีจุดประสงค์เพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดจากการผสมของของเสียที่เข้ากันไม่ได้ ซึ่งหากมีการปนเปื้อนของสิ่งเหล่านี้สามารถทำให้เกิดอันตรายได้ เช่น เกิดปฏิกิริยาคายความร้อน เกิดการระเบิด เป็นต้น ภายในห้องปฏิบัติการเคมีของบริษัท โอเอส อินเตอร์ แลบบอราทอรีส์ จำกัด ของเสียส่วนมากมีแหล่งกำเนิดมาจากเครื่อง High Performance Liquid Chromatography ของเสียประเภทสารอินทรีย์ สารละลายบัฟเฟอร์ ของเสียประเภทเป็นกรดที่เข้มข้น ของเสียคลอโรฟอร์ม ของเสียประเภทอีเทอร์ และโทลูอิน เป็นต้น ซึ่งเดิมแรกยังไม่มีเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของเสียที่เหมาะสม ไม่มีการตรวจความบัพรองของภาชนะบรรจุของเสีย ไม่มีการจัดทำฉลากบนภาชนะบรรจุของเสีย ไม่มีการแบ่งพื้นที่ให้ชัดเจน ไม่มีภาชนะรองรับขวดของเสีย และไม่มี การกำหนดปริมาณรวมสูงสุดของของเสียที่อนุญาตให้เก็บได้ในห้องปฏิบัติการ แสดงดังรูป



รูปที่ 4.1 การจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการก่อนการพัฒนา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบการจัดการของเสียให้มีความถูกต้อง และปลอดภัยมากยิ่งขึ้นโดยนำฐานข้อมูลโครงการการยกระดับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety of Research Laboratory in Thailand; ESPReI) เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบการจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการโดยมีภาพรวมแสดงดังต่อไปนี้

#### 4.1.1 จำแนกประเภทของเสียอันตรายตามหลักมาตรฐาน ESPReI

- ของเสียประเภทอินทรีย์
- ของเสียคลอโรฟอร์ม
- ของเสียที่เป็นกรด
- ของเสียเทอร์ปีน
- ของเสียอีเทอร์
- ของเสียโทลูอิน

ได้แบ่งพื้นที่การจัดเก็บ และมีการติดฉลากบนภาชนะบรรจุของเสียอย่างชัดเจน







รูปที่ 4.2 การจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการหลังการพัฒนา

#### 4.1.2 ฉลาก (Label)

ฉลากเป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อระบบการจัดเก็บของเสีย การติดฉลากบนภาชนะบรรจุของเสียมีจุดประสงค์เพื่อบ่งบอกถึงอันตรายของของเสีย หลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของเสียที่เข้ากันไม่ได้ โดยรายละเอียดที่อยู่บนฉลากมีดังนี้

- ประเภทของเสีย
- สัญลักษณ์บ่งบอกถึงอันตราย
- แหล่งกำเนิดของเสีย
- ส่วนประกอบ
- ชื่อหน่วยงาน
- วันที่เริ่มบรรจุ และหยุดบรรจุ

<p style="text-align: center;"><b>ของเสียอันตราย</b></p> <p> <input type="radio"/> Acid                      <input type="radio"/> Toxic waste  <input type="radio"/> Base                         <input type="radio"/> Reducing waste  <input type="radio"/> Hydrocarbon            <input type="radio"/> Heavy metal  <input type="radio"/> Oxidizing waste         </p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>ส่วนประกอบ แหล่งกำเนิดของของเสีย</p> </div>	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">             Waste TrackID           </div> <p style="text-align: center;"><b>สัญลักษณ์ความเป็นอันตราย</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">   <input type="checkbox"/>              Flammable           </div> <div style="text-align: center;">   <input type="checkbox"/>              Corrosive           </div> <div style="text-align: center;">   <input type="checkbox"/>              Toxic           </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">   <input type="checkbox"/>              Oxidizer           </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 100px; text-align: center;">             อื่นๆ (ระบุ)           </div> </div> </div> <p>ชื่อหน่วยงาน .....</p> <p>ชื่อห้องปฏิบัติการ.....</p> <p>วันที่เริ่มบรรจุ.....</p> <p>วันที่หยุดบรรจุ.....</p>
---	---



ก่อนศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่า ยังไม่มีการติดฉลากบนภาชนะบรรจุของเสียให้ชัดเจน โดยมีการเขียนบนภาชนะบรรจุของเสียด้วยใช้ปากกา ซึ่งเวลาที่ผู้ปฏิบัติการทดลองของเสียลงไปเกิดการหกหรือปนเปื้อนบนขวดเก็บของเสียทำให้ตัวหนังสือที่อยู่บนภาชนะมีความเสียหายเป็นเหตุทำให้มีการเทของเสียปนเปื้อนกันได้ ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญที่ไม่ควรมองข้าม ผู้วิจัยจึงได้จัดทำฉลากให้มีข้อมูลเพียงพอที่จะบ่งบอกถึงประเภทของเสียให้แก่บุคคลที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าใจได้อย่างง่าย และปฏิบัติตามอย่างถูกต้อง



รูปที่ 4.3 ภาชนะบรรจุของเสียก่อนติดฉลาก



รูปที่ 4.4 ภาพขณะบรรจุของเสียหลังติดฉลาก

#### 4.1.3 การอบรมความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี

ผู้วิจัยได้จัดทำการศึกษาการฝึกอบรมบุคลากรที่ปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการ QC มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มเติมความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย และการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการโดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

##### ทำแบบทดสอบก่อนอบรม

##### แบบทดสอบความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยและการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี

ชื่อ .....

เลือกคำตอบที่ถูกต้อง

1. แนวทางการดำเนินงานด้านปลอดภัยห้องปฏิบัติการประกอบไปด้วยกี่องค์ประกอบ
  - A. 5 องค์ประกอบ
  - B. 10 องค์ประกอบ
  - C. 3 องค์ประกอบ
  - D. 7 องค์ประกอบ
2. ของเสียในห้องปฏิบัติการแบบออกเป็นกี่ประเภท
  - A. 1 ประเภท ของเสียพิเศษ
  - B. 2 ประเภท ของเสียอันตราย และของเสียที่ไม่อันตราย
  - C. 3 ประเภท ของเสียอินทรีย์ ของเสียเป็นกรด และเบส
  - D. ไม่ถูกทุกข้อ
3. ข้อใดกล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยแก่ตนเองและผู้อื่น
  - A. นักเรียนคนหนึ่งใช้ลิฟต์โดยสารขนย้ายของเสียเคมีจากชั้น2 และแสดงป้ายห้ามผู้โดยสารใช้ลิฟต์
  - B. ห้องปฏิบัติการหนึ่งได้ใช้ตัวทำละลายอินทรีย์เป็นหลักได้รับงบประมาณสำหรับปรับปรุงความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ จึงได้นำงบประมาณซื้อตู้เก็บสารไวไฟ
  - C. นักวิทยาศาสตร์มักจะเข้มงวดเรื่องการทิ้งของเสียเคมีให้ถูกต้องตามวิธีและประเภท
  - D. สมาชิกในห้องปฏิบัติการคนหนึ่งได้เทกรดที่มีความเข้มข้นสูงลงท่อล้างอุปกรณ์
4. ข้อใดไม่จัดเป็นของเสียอันตราย
  - A. สารเคมีเสื่อมสภาพ
  - B. เศษแก้วแตกที่สะอาด
  - C. เศษแก้วแตกปนเปื้อนสารเคมี
  - D. ภาชนะบรรจุสารเคมีที่ผ่านการล้างสะอาด

5. การแยกประเภทของเสียอันตรายเพื่อส่งกำจัดต้องพิจารณาปัจจัยของข้อใด

- A. ลักษณะความเป็นอันตราย
- B. ข้อกำหนดของผู้รับกำจัด
- C. การจัดการปลายทาง
- D. ถูกต้องทุกข้อ

6. การทิ้งของเสียที่เป็นของเหลวควรที่จะ

- A. ปิดฝาหลวมๆ
- B. ทำด้วยวัสดุที่ทนไฟ
- C. มีภาชนะรองรับอีกชั้นหนึ่ง
- D. มีขีดบอกระดับปริมาตรของความจุ

7. สัญลักษณ์นี้บ่งบอกถึง

- A. สารก่อมะเร็ง
- B. วัตถุระเบิด
- C. สารกัดกร่อน
- D. อันตรายต่อโอโซน



8. สัญลักษณ์นี้บ่งบอกถึง

- A. สารออกซิไดซ์
- B. สารพิษ
- C. วัตถุไวไฟ
- D. วัตถุแก๊สมันตรึงสี



9. สัญลักษณ์นี้บ่งบอกถึง

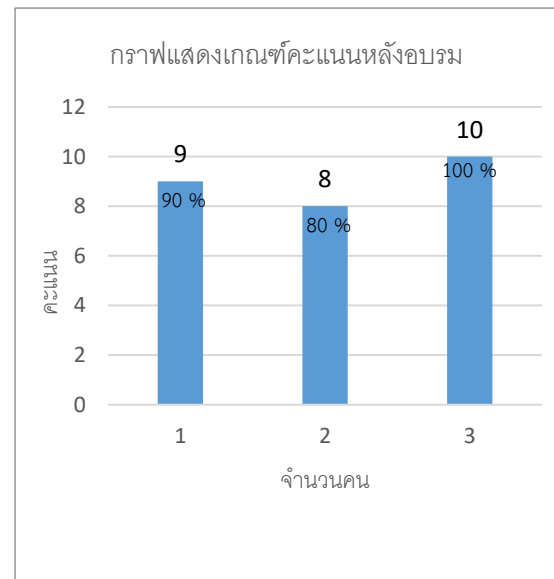
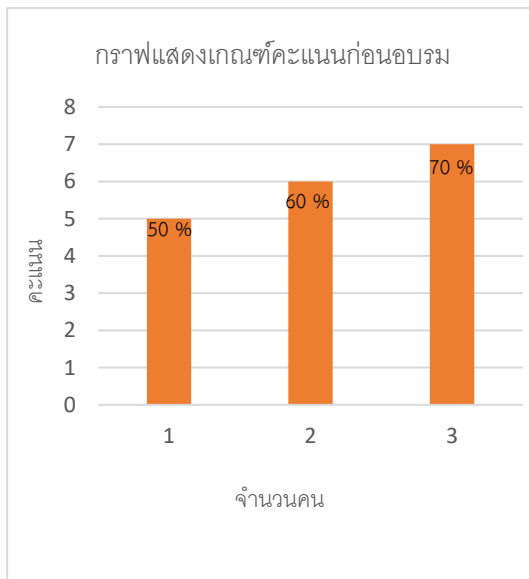
- A. สารกัดกร่อน
- B. วัตถุระเบิด
- C. สารพิษเฉียบพลัน
- D. เตือนระวัง



10. ข้อใดเป็นการจัดเก็บของเสียที่ไม่เหมาะสม

- A. มีการจำแนกประเภทของเสีย
- B. ไม่มีภาชนะรับรองขวดของเสียที่เป็นของเหลว
- C. มีการติดฉลากบนภาชนะบรรจุของเสีย
- D. มีการกำหนดพื้นที่เก็บของเสียอย่างชัดเจน

### เกณฑ์คะแนนของผู้เข้าร่วมอบรม



จากกราฟ พบว่าคะแนนของผู้ที่ได้เข้าร่วมการอบรมได้เพิ่มขึ้นจากเดิม ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าบุคลากรสามารถได้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการจากการอบรมครั้งนี้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการจับเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการของบริษัท โอเอส อินเตอร์ แลบบอราทอรีส์ จำกัด โดยได้นำฐานข้อมูล โครงการการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand, ESPReL) มาใช้ในการจัดระบบจัดเก็บของเสียแต่ละประเภทให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

จากการศึกษาปัญหาแล้ว จึงได้หาวิธีแก้ไขปัญหาโดยทำการศึกษาข้อมูลการจับเก็บของเสีย กำหนดวัตถุประสงค์ ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเลือกศึกษารายละเอียดของระบบ ESPReL ในหัวข้อระบบการจับเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ โดยได้แบ่งประเภทของเสีย แบ่งพื้นที่การเก็บของเสียให้ชัดเจน จัดทำฉลากติดบนภาชนะบรรจุของเสีย และได้ทำการอบรมบุคลากรที่เกี่ยวข้องในหัวข้อ ความปลอดภัยในการจับเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจากผลคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อน-หลัง การฝึกอบรม พบว่าหลังจากการฝึกอบรมครั้งนี้ ผู้ปฏิบัติการสามารถเข้าใจได้อย่างชัดเจนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทิ้งของเสียมากขึ้น สามารถปฏิบัติตามอย่างถูกต้อง และปลอดภัย

#### 5.2 ประโยชน์ที่ได้รับ

- 5.2.1 สามารถจัดเก็บ และแยกประเภทของเสียตามข้อกำหนดของระบบ ESPReL
- 5.2.2 สามารถพัฒนาระบบการจับเก็บของเสีย และระบุชนิดอันตรายของของเสีย
- 5.2.3 ลดโอกาสในการเกิดอันตรายจากของเสียเคมี

#### 5.3 ข้อเสนอแนะ

- 5.2.1 ควรมีภาชนะรองรับขวดที่บรรจุของเสีย
- 5.2.1 สถานที่เก็บของเสียควรมีพื้นที่ที่กว้าง และมีการแบ่งพื้นที่การจับเก็บให้ชัดเจน

#### 5.4 อุปสรรคและปัญหา

การวิจัยครั้งนี้มีบางหัวข้อที่ยังไม่สามารถปรับปรุงได้ เช่น การมีภาชนะรองรับขวดของเสียที่เป็นของเหลว การแบ่งพื้นที่การเก็บของเสียแต่ละประเภทให้ชัดเจน เนื่องจากยังไม่มีอุปกรณ์มากพอในการปรับปรุง และสถานที่ของห้องปฏิบัติการมีพื้นที่จำกัด ดังนั้นผู้วิจัยได้เสนอเป็นข้อเสนอแนะให้ผู้ที่เกี่ยวข้องดูแลเรื่องระบบการจัดเก็บของเสียเพื่อเป็นแนวทางพัฒนาที่ดียิ่งขึ้นในวันข้างหน้า

## บรรณานุกรม

- ฉัตรชัย วิริยะไกรกุล. (2558). "การพัฒนาตัวอย่างห้องปฏิบัติการวิจัยปลอดภัยในประเทศไทย." วารสารวิชาการสถาปัตยกรรมศาสตร์, 64: 33-46.
- ฉัตรชัย วิริยะไกรกุล. (2560). "การสำรวจประเมินองค์ประกอบด้านลักษณะทางกายภาพของอาคารที่เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการความปลอดภัย: อาคารมหามงกุฏ (รหัสอาคาร: SCI25) คณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย." วารสารวิชาการสถาปัตยกรรมศาสตร์, 66: 19-36.
- ประศาสตร์ เกื้อมณี. (2551). เทคนิคเนื้อเยื่อพืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตรายจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.(2555a). ความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ : พัฒนาได้อย่างไร ใช้จริยธรรมสร้างความตระหนักรู้สู่วัฒนธรรม. <http://esprel.labsafety.nrct.go.th/files/ESPreLBook3.pdf>
- ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตรายจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2555b). แนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ <http://esprel.labsafety.nrct.go.th/files/ESPreL-Book1.pdf>
- รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย.
- กองมาตรฐานการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. (2555). แนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ (Safety Guideline for Laboratory). สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2566, จาก : <http://esprel.labsafety.nrct.go.th/files/ESPreL-Book1.pdf>



## ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก ที่ 1 การจัดการอบรมความปลอดภัยในการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี



ภาคผนวก ก ที่ 2 ตารางแสดงผลคะแนนของผู้เข้าร่วมการอบรมก่อน-หลังอบรม

ผู้ที่เข้าร่วมทำ แบบทดสอบ	คะแนน Pre-test	คะแนน Post-test
1	5	8
2	6	9
3	6	9
4	7	10
5	7	10
6	7	10

## ภาคผนวก ข

### การคำนวณ

#### 1. การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์คะแนนของผู้เข้าร่วมการอบรม

$$\text{จากสมการ ร้อยละ} = \frac{\text{คะแนนที่ได้}}{\text{คะแนนสรุป}} \times 100$$

**บุคคลากรที่ 1** ทำแบบทดสอบได้คะแนนเท่ากับ 5

$$\text{ร้อยละ} = \frac{5}{10} \times 100 = 50 \%$$

**บุคคลากรที่ 2** ทำแบบทดสอบได้คะแนนเท่ากับ 7

$$\text{ร้อยละ} = \frac{7}{10} \times 100 = 70 \%$$

**บุคคลากรที่ 3** ทำแบบทดสอบได้คะแนนเท่ากับ 8

$$\text{ร้อยละ} = \frac{8}{10} \times 100 = 80 \%$$

**บุคคลากรที่ 4** ทำแบบทดสอบได้คะแนนเท่ากับ 9

$$\text{ร้อยละ} = \frac{9}{10} \times 100 = 90 \%$$

**บุคคลากรที่ 5** ทำแบบทดสอบได้คะแนนเท่ากับ 10

$$\text{ร้อยละ} = \frac{10}{10} \times 100 = 100 \%$$

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นางสาวสุเพ็ญ ชอท
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2543
ที่อยู่ปัจจุบัน	หอพักนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30000
E - mail address	sathsopheak777@gmail.com
ประวัติการศึกษา	ปี พ.ศ. 2557 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา จาก Otapong elementary school จังหวัดโปธิ์สัท ประเทศกัมพูชา ปี พ.ศ. 2559 จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น จากจาก Otapong- secondary school จังหวัดโปธิ์สัท ประเทศกัมพูชา ปี พ.ศ. 2561 จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย จากจาก Otapong high- school จังหวัดโปธิ์สัท ประเทศกัมพูชา