

## บทที่ 2

### ระบบการจัดการสารเคมีและของเสีย



#### 1. ข้อปฏิบัติในการจัดการสารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมีอยู่จำนวนมาก ตามการใช้งานและการปฏิบัติงาน ดังนั้นการจัดการสารเคมีและของเสียที่เกิดขึ้นจำเป็นต้องตระหนักถึงปัญหาที่อาจส่งผลกระทบต่อทั้งทางสุขภาพ กายภาพ และความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ผู้ใช้หรือผู้ที่เกี่ยวข้องควรศึกษาคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้สามารถเข้าใจหรือแก้ไขสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างทันท่วงที ดังนี้

- 1) ทราบอันตรายของสารเคมีที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงาน ซึ่งสามารถทราบได้จากเอกสารข้อมูลความปลอดภัยเคมีภัณฑ์ (MSDS)
- 2) ทราบสถานที่และวิธีการเก็บรักษาสารเคมีที่เหมาะสม
- 3) ทราบวิธีการเคลื่อนย้ายสารเคมีภายในห้องปฏิบัติการ
- 4) ทราบวิธีการใช้เครื่องป้องกันตนเองที่เหมาะสมต่อสารเคมี
- 5) ทราบจุดเก็บ และวิธีใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในกรณีสัมผัสสารเคมี
- 6) ทราบแนวทางการปฏิบัติในกรณีเกิดอุบัติเหตุ เช่น เส้นทางออกจากห้องปฏิบัติการ วิธีปฏิบัติเมื่อสัมผัสสารเคมีอันตราย รวมถึงแนวทางการจัดการของเสีย
- 7) ให้ความระมัดระวังในการจุดไฟในห้องปฏิบัติการ ดับไฟทันทีเมื่อเลิกใช้งาน ไม่ควรปล่อยให้ไฟติดทิ้งไว้โดยไม่มีคนดู
- 8) ก่อนที่จะทำการจุดไฟ ควรย้ายวัสดุไวไฟออกจากบริเวณดังกล่าว นอกจากนี้ควรแน่ใจว่าได้ปิดภาชนะที่บรรจุของเหลวไวไฟอย่างดีแล้ว
- 9) ควรเก็บสารเคมีไวไฟในตู้สำหรับเก็บสารเคมีไวไฟโดยเฉพาะ
- 10) ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ ในกรณีที่มีสารระเหยไวไฟ (Volatile flammable material)
- 11) ควรใช้ตู้ดูดควันในการถ่ายเท ผสม หรือ ให้ความร้อนสารเคมี
- 12) กรณีสามารถเลือกใช้สารเคมีได้ ควรเลือกใช้สารเคมี ที่มีความเป็นพิษน้อยที่สุด ในปริมาณน้อยที่สุดเท่าที่พึงกระทำได้
- 13) อ่านคู่มือ และเพิ่มความระมัดระวังเป็นพิเศษ เมื่อต้องปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับสารก่อมะเร็ง
- 14) กรณีเกิดกลิ่นผิดปกติในห้องปฏิบัติการควรแจ้งให้อาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ทราบโดยทันที

#### 1.1 สุขอนามัยบุคคล (personal hygiene)

- 1) หากผิวหนังถูกสัมผัสโดยสารเคมี ต้องล้างออกโดยทันทีด้วยน้ำประปา หรือน้ำสะอาดอย่างน้อย 15 นาที
- 2) หลีกเลี่ยงการสูดดมไอระเหยของสารเคมี ห้ามทดสอบชนิดของสารเคมีโดยการดมกลิ่นโดยตรงอย่างเด็ดขาด

- 3) ห้ามใช้ปากดูดปิเปต ให้ใช้อุปกรณ์ประกอบ เช่น ลูกยาง
- 4) เมื่อเลิกปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ควรล้างมือด้วยสบู่ และน้ำสะอาด
- 5) ห้ามดื่ม กิน เคี้ยวหมากฝรั่ง สูบบุหรี่ หรือ แม้แต่ทาเครื่องสำอางในห้องปฏิบัติการ
- 6) ห้ามนำเครื่องดื่ม อาหาร บุหรี่ และเครื่องสำอางเข้ามาเก็บในบริเวณห้องปฏิบัติการ
- 7) ห้ามใช้เครื่องไมโครเวฟในห้องปฏิบัติการเพื่อเตรียมกาแฟ อาหาร รวมทั้งห้ามใช้ตู้เย็นในห้องปฏิบัติการเพื่อเก็บอาหาร เช่นกัน
- 8) ควรช่วยกันรักษาความสะอาดของพื้นที่ทำงาน ทำความสะอาดพื้นที่ทำงานทุกครั้งเมื่อเสร็จภารกิจในแต่ละวัน
- 9) ควรทิ้งขยะ และของเสียในภาชนะที่จัดเตรียมไว้
- 10) ควรแยกเครื่องแก้วแตก ในภาชนะรองรับที่แยกต่างหากจากของเสียอื่น ๆ
- 11) ไม่ควรเก็บสารเคมีในบริเวณทางเดิน บันไดหรือวางบนพื้น ควรเก็บในพื้นที่ที่จัดไว้โดยเฉพาะ
- 12) ภาชนะบรรจุสารเคมีทุกขวด ควรมีป้ายฉลากที่ชัดเจน
- 13) ของเสียที่เป็นสารเคมีควรแยกเก็บ พร้อมติดป้ายฉลากระบุชนิดของสารเคมีให้ชัดเจน
- 14) จัดให้มีการทำความสะอาดห้องปฏิบัติการเป็นประจำ กรณีที่มีการหกของสารเคมีต้องทำความสะอาดโดยทันที

## 2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารเคมี

### 2.1 เกรดของสารเคมี (Chemical grade)

สารเคมี (reagent) หมายถึงสารประกอบอินทรีย์หรืออนินทรีย์ที่ทราบน้ำหนักสูตรโมเลกุลที่แน่นอนและมีความบริสุทธิ์เพียงพอที่ใช้กับงานวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำการทดสอบการวัดและการตรวจสอบค่าต่าง ๆ สารเคมีที่ผลิตขายมีความบริสุทธิ์ต่าง ๆ กัน และแบ่งเป็นหลายเกรดตามความบริสุทธิ์ของสาร

1) เกรด ACS reagent เป็นเกรดที่มีความบริสุทธิ์สูงสุด และความบริสุทธิ์ได้มาตรฐานตามที่สมาคมเคมีอเมริกัน (American Chemical Society หรือ ACS) กำหนดไว้และมีใบประกันรับรองให้เหมาะสำหรับใช้ในงานวิเคราะห์

2) เกรดวิเคราะห์ (analytical reagent (AR)/reagent grade) เป็นเกรดที่มีความบริสุทธิ์สูงกว่า 99% มีมลทินเจือปนในระดับที่น้อยมาก โดยทั่วไปจะมีข้อมูลแสดงปริมาณสิ่งเจือปนไว้ด้วยและเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์และสิ่งเจือปนจะต้องอยู่ในมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ เหมาะสำหรับใช้ในทางด้านงานวิเคราะห์และห้องปฏิบัติการทั่วไป ถ้าสารเคมีได้มาตรฐานตามที่สมาคมเคมีอเมริกัน (ACS) กำหนดไว้จะเขียนบ่งไว้ AR (ACS) reagent

3) เกรด USP เป็นเกรดที่มีความบริสุทธิ์ได้มาตรฐานตามที่ U.S. Pharmacopoeia กำหนดไว้เหมาะสำหรับใช้ในทางด้านอาหาร ยา ทางการแพทย์ และห้องปฏิบัติการทั่วไป สารเกรดโดยมีสารเจือปนที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ

4) เกรด purified/practical grade เป็นเกรดที่มีคุณภาพดีแต่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ ไม่เหมาะใช้ในทางด้านอาหาร ยา ทางการแพทย์

5) เกรด C.P. (chemical pure) รีเอเจนต์เกรดนี้บริสุทธิ์เกือบเทียบเท่าเกรดวิเคราะห์ (reagent grade) มาตรฐานของความบริสุทธิ์ของสารเคมีเกรดนี้ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับโรงงานผู้ผลิต

6) เกรดปฏิบัติการ (lab หรือ practical) เป็นสารเคมีที่มีเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์สูงกว่า 95% มีปริมาณสิ่งเจือปนมากกว่าเกรดงานวิเคราะห์ แต่บางครั้งสามารถใช้แทนสารเคมีเกรดวิเคราะห์ได้ หากมีเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์สูงพอและสิ่งเจือปนไม่มีผลต่อการทดลอง เหมาะสำหรับใช้ในกรณีที่ไม่ต้องคำนึงถึงความบริสุทธิ์ของสารเคมี

7) เกรด NF เป็นเกรดที่มีความบริสุทธิ์ได้มาตรฐานตามที่ national formulary (NF) กำหนด เหมาะสำหรับใช้ในกรณีที่ไม่ต้องคำนึงถึงความบริสุทธิ์ของสารเคมี จะมีสารเคมีอื่นเจือปน (impurities) อยู่ในปริมาณปานกลาง

8) เกรดทางการค้า (technical หรือ commercial) เป็นสารเคมีที่ใช้งานอุตสาหกรรม จัดเป็นสารเคมีเกรดต่ำสามารถใช้ได้ดีกับงานทดลองบางอย่าง โดยปกติสารเคมีชนิดนี้ไม่บอกรายละเอียดของสิ่งเจือปน (impurity) หรือเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของสารเคมี ไม่เหมาะใช้ในห้องปฏิบัติการ

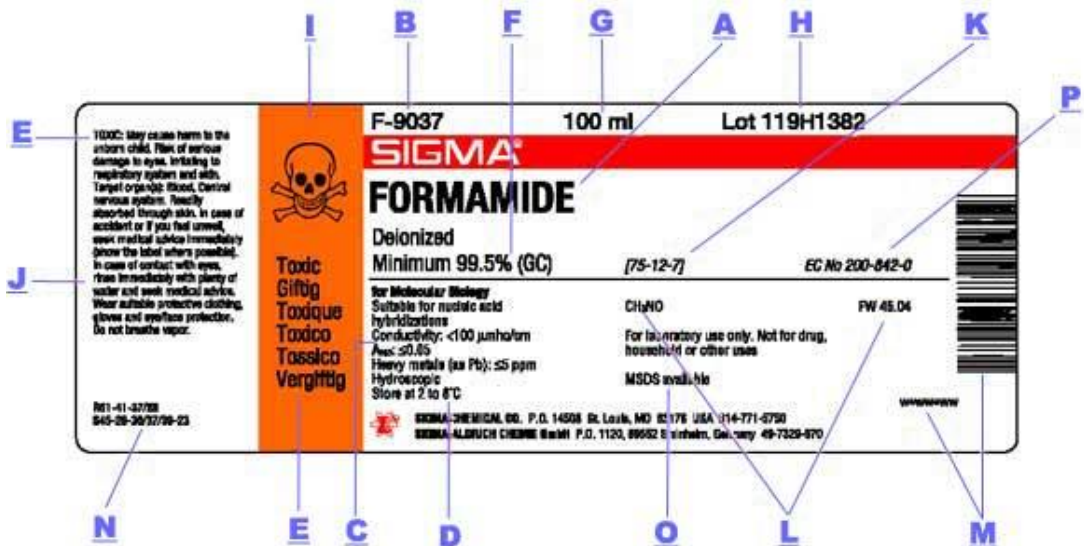
## 2.2 ฉลากสารเคมี

ผู้ใช้สารเคมีควรอ่านฉลากสารที่จะใช้ให้ดีเสียก่อนเพื่อป้องกันความผิดพลาดและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ โดยทั่วไปแล้วฉลากสารเคมีจะระบุถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ชื่อสารเคมี (chemical name)
2. สูตรโมเลกุลหรือสูตรโครงสร้าง (formula weight, formula structure)
3. มวลโมเลกุล, น้ำหนักโมเลกุล (molecular weight-  $M_r$ ,  $M_f$ ,  $M.W.$ ,  $F.W.$ )
4. เกรด (grade- AR, lab, technical)
5. บริษัทผู้ผลิต (company suppliers)
6. ความบริสุทธิ์ (% assay)
7. สิ่งเจือปน (impurities)
8. เลขประจำสารเคมี (catalog number)
9. รหัสแสดงอันตราย (risk phrases) และรหัสความปลอดภัย (safety phrases)
10. ปริมาณสุทธิ
11. สัญลักษณ์แสดงอันตรายและคำเตือน (hazard pictogram)
12. รายการอื่นๆ

ฉลากสารเคมีนับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากสารเคมีที่ใช้แล้วหรือเก็บไว้นานๆ ฉลากที่ติดข้างขวดอาจเกิดการหลุดออก หรือเปื่อยยุ่ย เลอะเลือนไม่ชัดเจน จึงจำเป็นต้องมีการตรวจเป็นระยะๆ เพราะหากไม่ทราบว่าเป็นสารใดแล้วจะต้องทำการพิสูจน์หรืออาจจะต้องทิ้งสารนั้นเลย ดังนั้นควรระลึกลึกเสมอว่าก่อนจะใช้สารเคมีใด ผู้ใช้ต้องมีความรู้และถึงข้อความตลอดจนคำเตือนหรือสัญลักษณ์ที่ระบุบนฉลากข้างขวดเสียก่อน ผู้ใช้ควรมีข้อปฏิบัติดังนี้

1. เมื่อมีการถ่ายเทสารออกจากขวดเดิมจะต้องเขียนชื่อสารเคมี บริษัทผู้ผลิต เกรด อย่างชัดเจนติดบนสารขวดใหม่เพื่อป้องกันการใส่สารเคมีผิดพลาด
2. ควรมีฐานข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมีที่จะใช้นั้น เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดเก็บหรือปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่ออุบัติเหตุ
3. สารเคมีที่นำกลับมาใช้อีกจะต้องเขียนฉลากให้ชัดเจน



รูปที่ 1 ตัวอย่างฉลากสารเคมีและรายการต่างที่ระบุที่ฉลาก

- A = ชื่อสารเคมี
- D = การเก็บ
- G = ปริมาตรสุทธิ
- J = คำแนะนำป้องกัน
- B = บริษัทผู้ผลิต
- E = คำเตือน
- H = Lot. NO.
- L = สูตรโมเลกุล, น้ำหนักโมเลกุล
- C = ความบริสุทธิ์
- F = เกรด
- I = สัญลักษณ์อันตราย
- O = MSDS

**NuGenTec** Trifluoroacetic Acid (TFA)  
Perfluoroacetic Acid / Trifluoroacetic Acid /  
TFA / 2,2,2-Trifluoroacetic acid

**First-aid measures**

**General information:** Immediately remove any clothing soiled by the product. Symptoms of poisoning may even occur after several hours; therefore medical observation for at least 48 hours after the accident.  
**After inhalation:** Supply fresh air. If required, provide artificial respiration. Keep patient warm. Consult doctor if symptoms persist. In case of unconsciousness place patient stably in side position for transportation.  
**After skin contact:** Immediately wash with water and soap and rinse thoroughly.  
**After eye contact:** Rinse opened eye for several minutes under running water. Then consult a doctor.  
**After swallowing:** Drink copious amounts of water and provide fresh air. Immediately call a doctor.



Danger

HEALTH	4
FIRE	1
REACTIVITY	0

**Hazard statements:** Causes severe skin burns and eye damage. Harmful if inhaled. Harmful to aquatic life with long lasting effects.  
**Precautionary statements:** Do not breathe dust/fume/gas/mist/vapours/spray. IF ON SKIN (or hair): Remove/Take off immediately all contaminated clothing. Rinse skin with water/shower. IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing. Store locked up. Dispose of contents/container in accordance with local/regional/national/international regulations.  
**Product contains:** trifluoroacetic acid



Flashpoint: > 95 °C  
Boiling point: 73 °C  
Density [g/cm<sup>3</sup>]: 1.535

Class 8  
DOT UN2699

Proper shipping name:  
TRIFLUOROACETIC ACID

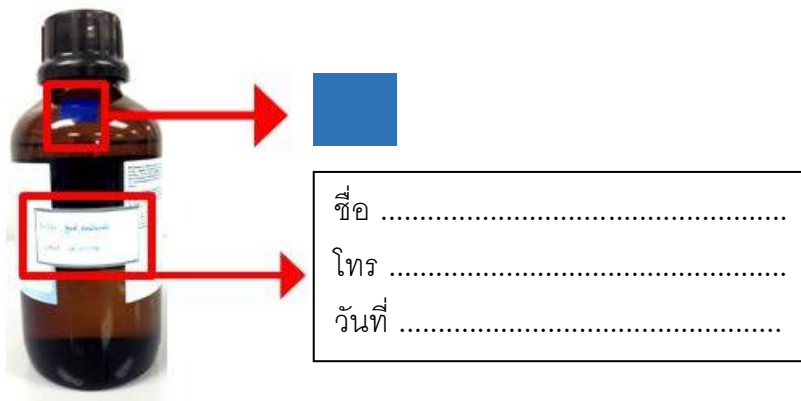
NuGeneration Technologies, LLC (dba NuGenTec)

1155 Park Avenue, Emeryville, CA 94608  
 salesteam@nugentec.com www.nugentec.com  
 888-996-8436 or 707-820-4080 for product information

รูปที่ 2 ฉลากสารเคมี trifluoroacetic acid

เมื่อมีการเตรียมสารละลายใหม่หรือเทสารละลายออกจากขวดแล้วใช้ไม่หมด ผู้ใช้จะต้องจัดเก็บสารเคมีบรรจุในขวด โดยติดสติ๊กเกอร์และจัดเก็บสารเคมีตามประเภทความเป็นอันตราย

สี	ความหมาย
สีแดง	สารไวไฟ
สีเหลือง	สารไวต่อปฏิกิริยาและสารออกซิไดซ์
สีน้ำเงิน	สารอันตรายต่อสุขภาพ (สารพิษ)
สีขาว	สารกัดกร่อน
สีเทา	ไม่มีสารอันตรายต่อสุขภาพมาก



รูปที่ 3 ตัวอย่างการติดฉลากสารเคมี

### 2.3 เอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี

เอกสารข้อมูลความปลอดภัยในการใช้สารเคมีและวัตถุอันตราย คือเอกสารข้อมูลความปลอดภัยเคมีภัณฑ์ (material safety data sheet, MSDS) โดย MSDS ถูกออกแบบมาเพื่อผู้ที่เกี่ยวข้อง คนงาน บุคคลากรที่ดูแลด้านความปลอดภัย ซึ่งประกอบด้วยวิธีการ และขั้นตอนการดำเนินงานที่เหมาะสมในการจัดการ หรือทำงานกับสารเคมี เอกสาร MSDS ประกอบด้วยข้อมูลที่เป็นประโยชน์ เช่น ข้อมูลทางกายภาพ (จุดหลอมเหลว จุดเดือด จุดวาบไฟ ฯลฯ) ความเป็นพิษ ผลต่อสุขภาพ การปฐมพยาบาลเบื้องต้น การเกิดปฏิกิริยา การเก็บ การทิ้ง อุปกรณ์ป้องกัน การปฏิบัติเมื่อหกหรือรั่วไหล ซึ่งจะแตกต่างกันไปสำหรับสารแต่ละชนิด ข้อมูลและรูปแบบของ MSDS ในแต่ละประเทศอาจมีข้อกำหนดหรือกฎเกณฑ์ที่แตกต่างกัน แต่ส่วนมากจะประกอบด้วยข้อมูลหลัก 16 ข้อ ได้แก่

1. ข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีและบริษัทผู้ผลิตและจัดจำหน่าย
2. องค์ประกอบ/ข้อมูลเกี่ยวกับส่วนผสม
3. ข้อมูลเกี่ยวกับอันตราย
4. มาตรการปฐมพยาบาล
5. มาตรการการพจญเพลิง
6. มาตรการเมื่อมีอุบัติเหตุสารหกหรือรั่วไหล
7. การจัดการและการเก็บรักษา

8. การควบคุมการสัมผัสสาร/ การป้องกันส่วนบุคคล
9. สมบัติทางเคมีและกายภาพ
10. ความเสถียรและความว่องไวต่อปฏิกิริยา
11. ข้อมูลทางพิษวิทยา
12. ข้อมูลเชิงนิเวศน์
13. มาตรการการกำจัด
14. ข้อมูลการขนส่ง
15. ข้อมูลเกี่ยวกับข้อกำหนด
16. ข้อมูลอื่น

ผู้ที่เกี่ยวข้องกับ การใช้หรือสัมผัสกับสารเคมีโดยตรงจำเป็นต้องศึกษาและทำความเข้าใจข้อมูลอย่างละเอียด เอกสาร MSDS และเอกสารแนะนำความปลอดภัย (SG) สามารถสืบค้นได้จากหลายแหล่ง เช่น

1. ที่ห้องปฏิบัติการหรือที่ทำงานควรต้องมี MSDS ซึ่งได้มากับสารเคมีอันตรายที่สั่งซื้อมา (อย่าทิ้ง MSDS ที่ติดมากับขวดสารเคมี)
2. บริษัทที่สั่งซื้อสารเคมีมา ถ้าทางบริษัทผู้จำหน่ายไม่มี ให้ติดต่อกับบริษัทผู้ผลิตโดยตรง
3. อินเทอร์เน็ต ซึ่งมีหลายเว็บไซต์ที่มี MSDS ให้บริการ เช่น <http://msds.pcd.go.th>, <http://www.msds.com>, <http://www.chemtrack.org> เป็นต้น

เจ้าหน้าที่ ที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการทุกคน ควรที่จะศึกษาข้อมูลความปลอดภัยเคมีภัณฑ์ ของสารเคมีทุกตัวที่ต้องใช้ในห้องปฏิบัติการ การเก็บข้อมูลความปลอดภัยเคมีภัณฑ์ ควรเก็บเข้าแฟ้มเอกสารเรียงตามตัวอักษร เพื่อความสะดวกในการค้นหามายหลัง

## 2.4 การแยกประเภทสารเคมี

สารเคมีสามารถแบ่งได้เป็นหลายประเภท แต่เมื่อพิจารณาถึงอันตรายต่อสุขภาพ สามารถแบ่งประเภทของสารเคมี ได้เป็น

1. สารเคมีที่ไวไฟ (flammable and combustible)

วัตถุไวไฟ (flammable substances) หมายถึงวัตถุที่ง่ายต่อการติดไฟและเผาไหม้ในที่ที่มีอากาศ ของเหลวไวไฟ (flammable liquid) หมายถึงของเหลวที่มีจุดวาบไฟ ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 37.8°C ส่วนของเหลวติดไฟได้ (combustible liquid) หมายถึงของเหลวที่มีจุดวาบไฟสูงกว่า หรือเท่ากับ 37.8°C บางกรณีมีการแยกประเภทสารไวไฟ ออกเป็นของแข็งและแก๊ส ตัวอย่างของแก๊สไวไฟ เช่น acetylene, ethylene oxide และ hydrogen เป็นต้น ในกลุ่มของสารเคมีที่ไวไฟ ยังสามารถแบ่งเป็นกลุ่มย่อย ดังนี้

1.1) สารเคมีที่ระเบิดได้ (explosive) สารเคมีที่ก่อให้เกิดการระเบิดเมื่อได้รับความร้อน แสงหรือตัวเร่ง (catalyst) ได้ที่พบในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ สารประกอบในกลุ่ม nitrate, chlorate, perchlorates นอกจากนั้นสารประกอบของโลหะเช่น ผงแมกนีเซียม (Mg powder) หรือผงสังกะสี (Zn powder) เมื่อผสมกับอากาศจะสามารถระเบิดได้เช่นกัน

1.2 สารเคมีที่ติดไฟเองได้ (pyrophorics) สารเคมีกลุ่ม pyrophorics ตามมาตรฐานของ US-OSHA ได้แก่สารเคมีที่สามารถติดไฟ (ignition) ได้เองที่อุณหภูมิเท่ากับหรือต่ำกว่า  $54.4^{\circ}\text{C}$  สารในกลุ่มนี้มักทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ (water reactive) และติดไฟเมื่อสัมผัสกับน้ำหรืออากาศชื้น ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะเร็วหรือช้าขึ้นกับชนิดของสารเคมี สารเคมีบางตัวสามารถติดไฟขึ้นเองได้ เมื่ออุณหภูมิภายนอกถึงจุดสันดาปของสารเคมีนั้น โดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์อื่นช่วย สารเคมีเหล่านี้ได้แก่ sodium, potassium, phosphorus เป็นต้น

1.3 สารที่ไวต่อการทำปฏิกิริยากับน้ำ (water reactive substances) สารเคมีที่ไวต่อปฏิกิริยากับน้ำเกิดปฏิกิริยารุนแรง โดยเฉพาะเมื่อมีน้ำอยู่จำกัด สารเคมีในกลุ่มนี้ เช่น สาร alkali และ สาร alkali earth เช่น potassium, calcium สารในกลุ่ม anhydrous metal halides เช่น  $\text{AlBr}_3$ ,  $\text{GeCl}_2$  เป็นต้น

1.4 สารเคมีที่เกิดเปอร์ออกไซด์ (peroxidizable substances) สารเคมีในกลุ่มนี้ ทำปฏิกิริยาอย่างช้า ๆ กับออกซิเจนในอากาศ โดยมีแสง และความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เกิดเป็นสารเปอร์ออกไซด์ ซึ่งสามารถก่อให้เกิดการระเบิดรุนแรงได้ การนำสารเคมีในกลุ่มนี้มาใช้ต้องแน่ใจว่าปราศจากสารเปอร์ออกไซด์ บางห้องปฏิบัติการกำหนดระยะเวลาจัดเก็บสารเคมีในกลุ่มนี้เป็นรายสารเคมี รายละเอียดสารเคมีในกลุ่มที่เกิดเปอร์ออกไซด์ และระยะเวลาจัดเก็บในห้องปฏิบัติการ (ตารางผนวกที่ 1 และ 2)

## 2. สารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน (corrosives)

สารในกลุ่มนี้ ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ทำลายเยื่อผิวหนัง และเยื่อตา สารในกลุ่มนี้ที่สำคัญ ได้แก่ กรดแก่ ต่างแก่ สารที่ดูดน้ำ (dehydrating agent) และ สารออกซิไดซ์ (oxidizing agent)

2.1 กรดแก่ (strong acid) หรือกรดเข้มข้นทุกชนิด สามารถก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังและเยื่อตา เฉพาะอย่างยิ่งกรดไนตริก ( $\text{HNO}_3$ ) กรดโครมิก ( $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ) และกรดไฮโดรฟลูออริก (HF) ทั้งนี้การเคลื่อนย้ายกรดเหล่านี้ควรใส่ถุงมือยาง ผ้ายางกันเปื้อน รวมทั้งควรใส่หน้ากากป้องกันไอระเหย

2.2 ต่างแก่ (strong base) เช่น  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ , conc.  $\text{NH}_3$  สารเหล่านี้ มีฤทธิ์ระคายเคืองตาสูง ดังนั้นการเคลื่อนย้ายสารเคมีในกลุ่มนี้ต้องใส่อุปกรณ์ป้องกันเช่นเดียวกับกับการเคลื่อนย้ายกรดแก่

2.3 สารที่ดูดน้ำ (dehydrating agent) สารเคมีในกลุ่มนี้ที่สำคัญ ได้แก่ กรดซัลฟูริก (sulfuric acid), sodium hydroxide, phosphorus pentoxide และ calcium oxide สารเหล่านี้หากสัมผัสผิวหนังก่อให้เกิดอาการไหม้ของผิวหนังได้

2.4 สารออกซิไดซ์ (oxidizing agent) ได้แก่ สารที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน (electron acceptor) ในปฏิกิริยาหรืออีกความหมายหนึ่งเป็นตัวให้ออกซิเจน สารเคมีในกลุ่มนี้ เช่น สารประกอบ hypochlorite, permanganate และเปอร์ออกไซด์ เป็นต้น เนื่องจากสารเคมีในกลุ่มนี้เป็นตัวให้ออกซิเจน จึงสามารถเป็นตัวเร่งให้เกิดการสันดาปหรือเผาไหม้ได้



## 2.5 การจัดทำบัญชีสารเคมี (Inventory control)

การจัดทำบัญชีสารเคมี (inventory control) อย่างเหมาะสม นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการ โดยมีแนวทางการปฏิบัติ ดังนี้

1. การจัดซื้อสารเคมีควรจัดซื้อเท่าที่จำเป็น การจัดซื้ออาจกระทำเป็นงวด เช่น งวดละ 6 เดือน เป็นต้น
2. ควรตรวจสอบวันหมดอายุของสารเคมีแต่ละตัว
3. ควรมีการบันทึกการซื้อสารเคมีแต่ละตัว เช่น วันที่ได้รับ ชื่อบริษัทที่ผลิต ปริมาณบรรจุ เป็นต้น
4. การใช้สารเคมีควรเป็นลักษณะ first-in, first-out ซึ่งเป็นวิธีการที่ดีเพื่อป้องกันการหมดอายุของสารเคมี
5. ควรมีการกำหนดตัวบุคคลที่ชัดเจน เพื่อเป็นผู้รับผิดชอบ ดูแลการจัดเก็บสารเคมี
6. ควรมีการตรวจสอบสารเคมีทุก ๆ ครึ่งปี ควรกำจัดสารเคมีที่เสื่อมสภาพ เช่น สีเปลี่ยน เป็นตะกอนหรือสีขุ่น รวมทั้งสารเคมีที่ฉลากลบเลือน หรือภาชนะบรรจุเสียหาย

## 2.6 การจัดเก็บสารเคมี

การจัดเก็บสารเคมีอย่างถูกวิธี ช่วยให้ง่ายในการทำงาน และเกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ การเก็บสารเคมี มีข้อพึงปฏิบัติทั่วไป ดังนี้

1. แยกการเก็บสารเคมีตามประเภทอันตราย จากนั้นจึงค่อยวางเรียงตามลำดับตัวอักษร
2. ไม่เก็บสารเคมีไว้ในตู้ควัน
3. เก็บสารเคมีเข้าที่ ภายหลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานทุกครั้ง
4. สารเคมีไวไฟ ควรเก็บตู้ควบคุมอุณหภูมิ เพื่อป้องกันการติดไฟ
5. ไม่ควรเก็บสารเคมีบนชั้นในระดับที่เหนือระดับสายตาขึ้นไป
6. ไม่ควรวางขวดสารเคมีซ้อนกันในแนวตั้ง
7. ไม่ควรเก็บสารเคมีในบริเวณทางเดิน บันได หรือวางบนพื้น ควรเก็บในพื้นที่ที่จัดไว้โดยเฉพาะ
8. สารเคมีทุกตัวควรมีการบันทึก วันที่ได้รับเข้ามาในห้องปฏิบัติการ และวันที่เปิดใช้
9. การเก็บสารเคมีที่เป็นของเหลวในตู้เย็นและตู้แช่แข็ง ขวดสารเคมีต้องมีภาชนะรองรับ (secondary container) ที่เหมาะสม เช่น ถาดพลาสติก และภาชนะรองรับต้องสามารถป้องกันการหกหรือรั่วไหลของสารเคมีได้ หรือสามารถรองรับปริมาณสารเคมีที่อยู่ในขวดได้อย่างเพียงพอหากเกิดการหกหรือรั่วไหล
10. ไม่เก็บขวดสารเคมีไว้บนหิ้งหรือโต๊ะปฏิบัติการ ยกเว้นกรณีขวดสารเคมีที่เตรียมขึ้นเองสำหรับการทดลอง เช่น stock solution
11. ไม่วางสารเคมี (รวมถึงถังแก๊ส) บริเวณทางเดิน

12. ในกรณีที่ต้องวางขวดหรือภาชนะบรรจุสารเคมีบนพื้นห้องปฏิบัติการ ต้องมีภาชนะรองรับที่มีความจุมากกว่าปริมาณรวมของสารเคมีที่มีอยู่ในภาชนะทุกใบ และไม่วางเกาะก่การทำงานของผู้ปฏิบัติงานและทางเดิน ในกรณีภาชนะเป็นแก้วต้องอยู่ในตำแหน่งที่ไม่แตกได้โดยง่าย

13. เก็บสารที่ติดไฟง่ายออกห่างจากแหล่งกำเนิดไฟ

14. เก็บสารไวปฏิกิริยาต่อน้ำออกห่างจากสปริงเกอร์

15. ไม่วางสารเคมีใกล้ท่อระบายน้ำ ใต้หรือในอ่างน้ำ หากจำเป็นต้องมีภาชนะรองรับ เพื่อป้องกันสารเคมีรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม

### 1) การจัดเก็บสารไวไฟ

- สารไวไฟต้องเก็บให้ห่างจากความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ และเปลวไฟ
- สารไวไฟต้องเก็บให้พ้นจากแสงอาทิตย์
- ในห้องปฏิบัติการต้องมีการกำหนดบริเวณการจัดเก็บสารไวไฟไว้โดยเฉพาะ และไม่นำสารอื่นมาเก็บไว้ในบริเวณที่เก็บสารไวไฟ
- ต้องไม่เก็บสารไวไฟไว้ในภาชนะที่ใหญ่เกินจำเป็น เช่น ในภาชนะขนาดใหญ่เกิน 20 ลิตร (carboy)
- ห้ามเก็บสารไวไฟหรือสารที่ไหม้ไฟได้ในห้องปฏิบัติการไว้มากกว่า 50 ลิตร
- ในกรณีที่ภายในห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องเก็บสารไวไฟหรือสารที่ไหม้ไฟได้ไว้มากกว่า 50 ลิตร ต้องเก็บไว้ในตู้เฉพาะที่ใช้สำหรับเก็บสารไวไฟ หากต้องเก็บในที่เย็น ตู้เย็นที่ใช้เก็บต้องมีระบบป้องกันการเกิดประกายไฟหรือปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจทำให้เกิดการติดไฟหรือระเบิดได้ (explosion-proof refrigerator)
- ห้ามเก็บสารไวไฟในตู้เย็นสำหรับใช้ในบ้าน เนื่องจากภายในตู้เย็นที่ใช้ในบ้านไม่มีระบบป้องกันการติดไฟ และยังมีวัสดุหลายอย่างที่เป็นสาเหตุให้เกิดการติดไฟได้ เช่น หลอดไฟภายในตู้เย็น เป็นต้น

### 2) การจัดเก็บสารกัดกร่อน

- ห้ามเก็บขวดสารกัดกร่อน (ทั้งกรดและเบส) ขนาดใหญ่ (ปริมาณมากกว่า 1 ลิตร หรือ 1.5 กิโลกรัม) ไว้ในระดับที่สูงเกิน 60 เซนติเมตร (2 ฟุต)
- ห้ามเก็บขวดสารกัดกร่อน (ทั้งกรดและเบส) ทุกชนิดเหนือกว่าระดับสายตา
- ขวดกรดต้องเก็บไว้ในตู้ไม้หรือตู้สำหรับเก็บกรดโดยเฉพาะที่ทำจากวัสดุป้องกันการกัดกร่อน เช่น พลาสติก หรือวัสดุอื่น ๆ ที่เคลือบด้วยอีพ็อกซี่ (epoxy enamel) และมีภาชนะรองรับ เช่น ถาดพลาสติก หรือมีวัสดุห่อหุ้มป้องกันการรั่วไหล
- การเก็บขวดกรดขนาดเล็ก (ปริมาณไม่เกิน 1 ลิตร หรือ 1.5 กิโลกรัม) บนชั้นวาง ต้องมีภาชนะรองรับ เช่น ถาดพลาสติก หรือมีวัสดุห่อหุ้มป้องกันการรั่วไหล

### 3) การจัดเก็บแก๊ส

- การเก็บถังแก๊สในห้องปฏิบัติการต้องมีอุปกรณ์ยึดที่แข็งแรง ถังแก๊สทุกถังต้องมีสายคาดหรือโซ่ยึดกับผนัง โต๊ะปฏิบัติการ หรือที่รองรับอื่น ๆ ที่สามารถป้องกันอันตรายให้กับผู้ปฏิบัติงานในบริเวณใกล้เคียงจากน้ำหนักของ ถังแก๊สที่ล้มมาทับได้ โดยทั่วไปสายยึดต้องคาดเหนือกึ่งกลางถัง ในระดับ ประมาณ 2/3 ของถัง



- ถังแก๊สทุกถังต้องมีที่ปิดครอบหัวถัง ถังแก๊สที่ไม่ได้สวมมาตรวัดต้องมีฝาปิดครอบหัวถัง ที่มี สกรูครอบอยู่เสมอ ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายจากแก๊สภายในถังพุ่งออกมาอย่างรุนแรงหากวาล์ว ควบคุมที่คอถังเกิดความเสียหาย

- ห้ามเก็บถังแก๊สเปล่านั้นรวมอยู่กับถังแก๊สที่มีแก๊ส และต้องติดป้ายระบุไว้อย่างชัดเจนว่า เป็นถังแก๊สเปล่า หรือถังแก๊สที่มีแก๊ส

- เก็บถังแก๊สในที่แห้ง อากาศถ่ายเทได้ดี ห่างจากความร้อน ประกายไฟ แหล่งกำเนิดไฟ วงจรไฟฟ้า

- ถังแก๊สที่บรรจุสารอันตรายหรือสารพิษ ต้องเก็บในตู้เก็บถังแก๊สโดยเฉพาะที่มีระบบ ระบายอากาศ หรือหากเป็นถังแก๊สขนาดเล็ก (lecture cylinders หรือ 4-L tanks) ต้องเก็บไว้ในตู้ควันและ ห้ามเก็บเกิน 2 ถัง

- เก็บถังแก๊สออกซิเจนห่างจากถังแก๊สเชื้อเพลิง (เช่น acetylene) แก๊สไวไฟ และวัสดุไหม้ ไฟได้ (combustible materials) อย่างน้อย 6 เมตร (20 ฟุต) หรือบังด้วยฉาก/ผนังกันที่ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ ที่มีความสูงอย่างน้อย 1.5 เมตร (5 ฟุต) และสามารถหน่วงไฟได้อย่างน้อยครึ่งชั่วโมง

### 4) การจัดเก็บสารออกซิไดซ์

สารออกซิไดซ์สามารถทำให้เกิดเพลิงไหม้และการระเบิดได้เมื่อสัมผัสกับสารไวไฟและสารที่ไหม้ ไฟได้ เมื่อสารที่ไหม้ไฟได้สัมผัสกับสารออกซิไดซ์จะทำให้อัตราในการลุกไหม้เพิ่มขึ้น ทำให้สารไหม้ไฟได้ เกิดการลุกติดไฟขึ้นทันที หรืออาจเกิดการระเบิดเมื่อได้รับความร้อน การสันตะเทียนหรือแรงเสียดทาน ข้อกำหนดในการจัดเก็บ

- เก็บสารออกซิไดซ์ห่างจากสารไวไฟ สารอินทรีย์ และสารที่ไหม้ไฟได้

- เก็บสารที่มีสมบัติออกซิไดซ์สูง (เช่น กรดโครมิก) ไว้ในภาชนะแก้วหรือภาชนะที่มีสมบัติเฉื่อย

- ห้ามใช้ขวดที่ปิดด้วยจุกคอร์กหรือจุกยางเก็บสารออกซิไดซ์

### 5) การจัดเก็บสารที่ไวต่อปฏิกิริยา

สารที่ไวต่อปฏิกิริยาสามารถแบ่งเป็นกลุ่มได้ ดังนี้

■ สารที่ไวต่อปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน (polymerization reactions) เช่น styrene สารในกลุ่มนี้ เมื่อเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันจะทำให้เกิดความร้อนสูงหรือไม่สามารถควบคุมการปลดปล่อยความร้อน ออกมาได้

- สารที่ไวต่อปฏิกิริยาเมื่อสัมผัสกับน้ำ (water reactive materials) เช่น alkali metals (lithium, sodium, potassium) silanes, magnesium, zinc, aluminum รวมทั้งสารประกอบอินทรีย์โลหะ เช่น alkylaluminiums, alkylolithiums เป็นต้น สารกลุ่มนี้เมื่อสัมผัสกับน้ำจะปลดปล่อยความร้อนออกมาทำให้เกิดการลุกติดไฟขึ้นในกรณีที่ตัวสารเป็นสารไวไฟหรือทำให้สารไวไฟที่อยู่ใกล้เคียงลุกติดไฟ นอกจากนี้อาจจะทำให้เกิดการปลดปล่อยสารไวไฟ สารพิษ ไอของออกไซด์ของโลหะ กรด แก๊สที่ทำให้เกิดการออกซิไดซ์ได้ดี
- สาร pyrophoric ส่วนใหญ่เป็น *tert*-butyllithium, diethylzinc, triethylaluminum, สารประกอบอินทรีย์โลหะ (organometallics) สารกลุ่มนี้เมื่อสัมผัสกับอากาศจะทำให้เกิดการลุกติดไฟ
- สารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ (Peroxide-forming materials) หมายถึง สารที่เมื่อทำปฏิกิริยากับอากาศ ความชื้น หรือสิ่งปนเปื้อนต่างๆ แล้วทำให้เกิดสารเปอร์ออกไซด์ เช่น ether, dioxane, sodium amide, tetrahydrofuran (THF) เป็นต้น สารเปอร์ออกไซด์เป็นสารที่ไม่เสถียรสามารถทำให้เกิดการระเบิดได้เมื่อมีการสั่นสะเทือน แรงเสียดทาน การกระทบ ความร้อน ประกายไฟ หรือ แสง
- สารที่ไวต่อปฏิกิริยาเมื่อเกิดการเสียดสีหรือกระทบกระแทก (shock-sensitive materials) เช่น สารที่มีหมูไนโตร (nitro), เกลือ azides, perchlorates เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีส่วนประกอบของสารอินทรีย์อยู่ด้วย เมื่อสารกลุ่มนี้ถูกเสียดสีหรือกระทบกระแทกจะทำให้เกิดการระเบิดได้

#### ข้อกำหนดในการจัดเก็บ

- มีการกำหนดพื้นที่ในห้องปฏิบัติการไว้เป็นสัดส่วนต่างหาก เพื่อแยกเก็บสารที่ไวต่อปฏิกิริยาต่างๆ (พอลิเมอไรเซชัน สารที่ไวต่อปฏิกิริยาเมื่อสัมผัสกับน้ำ สาร pyrophoric หรือ สารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ และสารที่ไวต่อปฏิกิริยาเมื่อเกิดการเสียดสีหรือกระทบกระแทก) โดยหลีกเลี่ยงสภาวะที่ทำให้สารเกิดปฏิกิริยา เช่น น้ำ แสง ความร้อน วงจรไฟฟ้า ฯลฯ ตัวอย่างเช่น สารที่ไวต่อปฏิกิริยาเมื่อสัมผัสกับน้ำต้องเก็บให้ห่างจากอ่างน้ำ ผักบัวฉุกเฉิน เป็นต้น
- ตู้เก็บสารไวต่อปฏิกิริยาต่างๆ ต้องมีการติดคำเตือนชัดเจน เช่น “สารไวต่อปฏิกิริยา-ห้ามใช้น้ำ” เป็นต้น
- เก็บสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ห่างจากความร้อน แสง และแหล่งกำเนิดประกายไฟ
- ภาชนะบรรจุสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ต้องมีฝาหรือจุกปิดที่แน่นหนา เพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสอากาศ
- ห้ามเก็บสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ในภาชนะที่มีฝาเกลียวหรือฝาแก้ว เนื่องจากแรงเสียดทานขณะเปิดอาจทำให้เกิดการระเบิดได้ อาจใช้เป็นขวดพลาสติกที่เป็นฝาเกลียวแทน

## 2.7 การแยกเก็บสารเคมี (segregation)

การเก็บสารเคมี ควรมีการจัดแยกเก็บตามชนิด หรือประเภทของสารเคมี รวมทั้งประเภทของอันตราย อันตรายของสารเคมีแต่ละชนิดอาจดูได้จากเอกสาร MSDS อย่างไรก็ตามสารเคมีชนิดหนึ่งอาจถูกจัดเรื่องของความอันตรายอยู่ในหลายหมวดหมู่ได้ ซึ่งในกรณีนี้ควรจัดให้สารเคมีนั้นอยู่ในกลุ่มที่เป็นอันตรายสูงสุด ข้อพึงระวังในการจัดเก็บสารเคมี

1. ควรมีการกำหนดปริมาณสูงสุดที่จะเก็บสารเคมีประเภทของเหลวที่ไวไฟหรือติดไฟ (flammable/combustible liquid) ในห้องปฏิบัติการ ไม่ควรเก็บของเหลวไวไฟในภาชนะที่ทำด้วยแก้ว เนื่องจากมีโอกาสที่เกิดการตกแตก และเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย รวมทั้งควรแยกการเก็บสารเคมีประเภทนี้ออกจากสารออกซิไดซ์ เช่น ไม่ควรเก็บกรดอินทรีย์ (organic acid) ที่มักมีคุณสมบัติติดไฟได้ (combustible) ไว้ร่วมกับกรดอนินทรีย์ (inorganic acid) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารออกซิไดซ์ กรณีของเหลวที่มีความไวไฟสูง อาจต้องเก็บในตู้เย็น ทั้งนี้ก่อนนำเข้าเก็บ ควรปิดฝาภาชนะให้แน่น เพื่อป้องกันไอระเหยของสารเคมีเหล่านี้

2. การจัดเก็บสารออกซิไดซ์ ไม่ควรเก็บสารออกซิไดซ์ร่วมกับสารเคมีประเภทของเหลวไวไฟ โดยทั่วไปสารออกซิไดซ์ที่เป็นแก๊ส จะมีความไวต่อปฏิกิริยาเคมี รวมทั้งสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะต่างๆ การทำความสะอาดสารเคมีประเภทนี้ ไม่ควรทิ้งลงในถังขยะเนื่องจากอาจเกิดการลุกไหม้ได้

3. สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ (health hazard) สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ (health hazard) ได้แก่สารพิษต่างๆ รวมถึงสารก่อมะเร็ง (carcinogen) และสารที่ก่อให้เกิดความผิดปกติของพันธุกรรม (mutagen) ควรมีการแยกเก็บสารเคมีประเภทนี้ไว้เฉพาะส่วน รวมทั้งควรมีการกำหนดบุคคลที่สามารถใช้งานสารประเภทนี้เฉพาะผู้ที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น

4. สารเคมีที่ไม่ควรจัดเก็บร่วมกัน (incompatible chemicals) สารเคมีหลายตัวเมื่อทำปฏิกิริยากัน จะเกิดผลลัพธ์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและทรัพย์สิน ดังนั้นควรระมัดระวัง ในการจัดเก็บสารเคมีเหล่านี้ให้แยกจากกัน เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่จะทำให้สารเคมีเหล่านี้ทำปฏิกิริยากัน รวมทั้งระมัดระวังในการนำขวดบรรจุสารเคมีเก่ามาใช้บรรจุสารเคมีตัวอื่น ๆ

#### ตารางที่ 1 ตัวอย่างสารเคมีที่ไม่ควรจัดเก็บร่วมกัน

สารเคมี	ไม่ควรจัดเก็บร่วมกับ	สาเหตุ
กรด	cyanide salts, cyanide solution	highly toxic cyanide gas
กรด	sulfide salts, sulfide solution	highly toxic hydrogen sulfide gas
กรด	ผงฟอกสี (bleach)	highly toxic chlorine gas
oxidizing acid (nitric acid)	alcohol, solvent	อาจเกิดไฟไหม้
alkali metals (sodium, potassium)	น้ำ	เกิดแก๊สไฮโดรเจนที่ติดไฟได้
oxidizing agents (nitric acid)	reducing agents	อาจเกิดไฟไหม้ หรือระเบิด
hydrogen peroxide (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	acetone	หากมีกรดและได้รับความร้อน อาจเกิดการระเบิด
hydrogen peroxide (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	CH <sub>3</sub> COOH	หากได้รับความร้อน อาจเกิดการระเบิด
hydrogen peroxide (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	อาจเกิดการระเบิด

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาการแยกเก็บสารเคมี ตามประเภทของสารเคมีอันตราย (ตารางที่ 2) สามารถแยกเก็บสารเคมีได้ดังนี้

## ตารางที่ 2 การแยกเก็บสารเคมีตามประเภทของสารเคมีอันตราย

Class	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	6.1	8	9
				3.3								
				3.4								
2.1	NA	NA	FS	FS	FS	PR	FS	PR	PR	FS	FS	SG
2.2	NA	NA	SG	SG	SG	FS	SG	SG	FS	SG	SG	SG
3.1	FS	SG	NA	NA	FS	FS	FS	PR	PR	FS	SG	SG
3.2												
3.3	FS	SG	NA	NA	SG	FS	FS	PR	PR	FS	SG	SG
3.4												
4.1	FS	SG	FS	SG	NA	FS	FS	PR	PR	FS	SG	SG
4.2	PR	FS	FS	FS	FS	NA	FS	PR	PR	FS	SG	SG
4.3	FS	SG	FS	FS	FS	FS	NA	PR	PR	FS	FS	SG
5.1	PR	SG	PR	PR	PR	PR	PR	NA	FS	FS	FS	FS
5.2	PR	FS	PR	PR	PR	PR	PR	FS	NA	PR	FS	FS
6.1	FS	SG	FS	FS	FS	FS	FS	FS	PR	NA	SG	SG
8	FS	SG	SG	SG	SG	SG	FS	FS	FS	SG	NA	SG
9	SG	SG	SG	SG	SG	SG	SG	FS	FS	SG	SG	NA

หมายเหตุ NA หมายถึง สามารถจัดเก็บบริเวณเดียวกันได้

SG หมายถึง ต้องแยกจากกันอย่างน้อย 3 เมตร

FS หมายถึง ต้องจัดเก็บให้ห่างจากเปลวไฟ

PR หมายถึง ห้ามอยู่ใกล้เคียงกัน ต้องแยกจากกันอย่างน้อย 10 เมตร

### 3. สารเคมีอันตราย

สารเคมีอันตราย หมายถึง สารเคมีที่มีหลักฐานที่เชื่อถือได้ว่าก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ ทั้งผลกระทบต่ออย่างฉับพลันหรือเรื้อรัง มักรวมถึงสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง (carcinogen) สารพิษ สารพิษที่ก่อให้เกิดผลต่อระบบสืบพันธุ์ (reproductive toxins) สารที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง (irritants) สารที่ส่งผลกระทบต่อระบบเลือด ระบบประสาท เป็นต้น ทั้งนี้ตามประกาศกระทรวงมหาดไทยว่าด้วยเรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย ได้ให้ความหมายของ สารเคมีอันตราย ว่าหมายถึง สารสารประกอบ สารผสม ซึ่งอยู่ในรูปของของแข็ง ของเหลวและแก๊ส ที่มีลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างดังต่อไปนี้

1. มีพิษ กัดกร่อน ระคายเคือง ทำให้เกิดอาการแพ้ ก่อมะเร็งหรือทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัย
2. ทำให้เกิดการระเบิด เป็นตัวทำปฏิกิริยาที่รุนแรง เป็นตัวเพิ่มออกซิเจนหรือไวไฟ
3. มีกัมมันตภาพรังสี

### 3.1 ประเภทของสารเคมีอันตราย






ในประเทศไทยการแบ่งประเภทของสารเคมีอันตราย ได้ยึดระบบสหประชาชาติ ที่ใช้อยู่แล้วกับประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก (international classification system) ซึ่งแบ่งสารเคมีอันตรายออกเป็น 9 ประเภท

#### ตารางที่ 3 การจัดหมวดหมู่ของสารเคมีอันตราย

ประเภท	คำจำกัดความ	ตัวอย่าง
<b>1. สารที่ก่อให้เกิดการระเบิดได้ (explosives)</b>		
1.1	สาร หรือสิ่งทีก่อให้เกิดอันตราย จากการระเบิดอย่างรุนแรง	วัตถุระเบิด, ยุทธภัณฑ์
1.2	สาร หรือสิ่งทีก่อให้เกิดอันตราย โดยการกระจายของสะเก็ดเมื่อเกิดการระเบิด แต่ไม่ก่อให้เกิดอันตราย จากการระเบิดอย่างรุนแรง	พลุ, ดอกไม้ไฟบางชนิด
1.3	สาร หรือสิ่งซึ่งก่อให้เกิดอันตราย จากเพลิงไหม้ ตามด้วยการระเบิด หรืออันตราย จากการกระจายของสะเก็ดบ้าง หรือเกิดอันตรายทั้งสองอย่าง แต่ไม่ก่อให้เกิดอันตราย จากการระเบิดอย่างรุนแรง	พลุ, ดอกไม้ไฟบางชนิด
1.4	สาร หรือสิ่งซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายมากนัก ผลของการระเบิดจำกัดอยู่ในเฉพาะที่บ่นอ ไม่มีการกระจายของสะเก็ด	ประทัด, ยุทธภัณฑ์ที่ใช้ในการฝึกซ้อม
1.5	สารที่ไม่ไวต่อการระเบิด แต่ถ้าเกิดการระเบิด จะก่อให้เกิดอันตรายอย่างรุนแรง เช่นเดียวกับสารในข้อ 1.1	Explosive slurries, emulsion, water gel (type E explosives)
1.6	สารที่ไม่ว่องไว หรือเฉื่อยชามาก ต่อการระเบิด ซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายรุนแรง จากการระเบิด	
<b>2. แก๊ส : ในรูปของเหลวอัดความดันหรืออยู่ในรูปของสารละลายภายใต้ความดัน</b>		
2.1	แก๊สไวไฟ	แก๊สหุงต้ม
2.2	แก๊สไม่ไวไฟ ไม่เป็นพิษ และไม่กัดกร่อน	แก๊สไนโตรเจน
2.3	แก๊สพิษ (Poisonous gas)	คลอไรด์, ไฮยาไนด์
2.4	แก๊สกัดกร่อน	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์
<b>3. ของเหลวไวไฟ</b>		
3.1	ของเหลวที่มีจุดวาบไฟน้อยกว่า -18°C	Gasoline
3.2	ของเหลวที่มีจุดวาบไฟน้อยกว่า -18 ถึง 23°C	อะซีโตน
3.3	ของเหลวที่มีจุดวาบไฟน้อยกว่า 23 ถึง 61°C	เมทานอล
<b>4. ของแข็งไวไฟ ซึ่งสามารถลุกไหม้ได้เอง</b>		
<b>และสารที่เมื่อสัมผัสกับน้ำแล้วจะปล่อยแก๊สไวไฟออกมา</b>		
4.1	ของแข็งซึ่งชนลงในสภาวะปกติ เกิดติดไฟ และลุกไหม้อย่างรุนแรง ซึ่งมีสาเหตุจากการเสียดสี หรือจากความร้อนที่ยังหลงเหลืออยู่ จากกระบวนการผลิต หรือปฏิกิริยาของสารเอง	ฟอสฟอรัส หรือไม้ขีดไฟ



4.2	สารที่ลุกติดไฟได้เอง ภายใต้การขนส่งในสภาวะปกติ หรือเมื่อสัมผัสกับอากาศแล้ว เกิดความร้อน จนถึงลุกติดไฟ	ฟอสฟอรัสขาว
4.3	สารที่เมื่อสัมผัสกับน้ำแล้ว จะปล่อยแก๊สไวไฟออกมา หรือเกิดการลุกไหม้ได้เอง เมื่อสัมผัสกับน้ำ หรือไอน้ำ	แคลเซียมคาร์ไบด์
<b>5. สารออกซิไดซ์ และสารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์</b>		
5.1	สารซึ่งทำให้ หรือช่วยให้สารอื่นติดไฟได้ โดยการให้ออกซิเจน หรือสารออกซิไดซ์อื่น ซึ่งตัวมันจะติดไฟหรือไม่ก็ตาม	ไนเตรท, ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
5.2	สารประกอบอินทรีย์ที่มีโครงสร้าง "-O-O-" ซึ่งเป็นสารออกซิไดซ์ที่รุนแรง และสามารถระเบิดสลายตัว หรือไวต่อความร้อน การกระทบกระเทือน หรือการเสียดสี	เมธิล เอธิล คีโตนเปอร์ออกไซด์
<b>6. สารพิษ และสารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ</b>		
6.1 (a)	สารพิษ	ไซยาไนด์ อาเซนิก
6.1 (b)	สารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ	สารประกอบของแคดเมียม
6.2	สารที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อ	วัคซิน, จุลินทรีย์
<b>7. สารกัมมันตรังสี</b>		
<b>8. สารที่ทำให้เกิดการกัดกร่อน</b>		
<b>9. สาร หรือวัตถุอื่น ที่อาจเป็นอันตรายได้</b>		
9.1	สารที่เป็นอันตราย ซึ่งยังไม่จำกัดอยู่ในประเภทใด ใน 8 ประเภทข้างต้น แต่สามารถก่อให้เกิดอันตรายได้	น้ำแข็งแห้ง (dry ice)
9.2	สารที่ก่อให้เกิดอันตราย ต่อสภาวะแวดล้อม	
9.3	ของเสียอันตราย	

**ตารางที่ 4** การแยกประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านกายภาพของสารเคมี

ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์*
1. วัตถุระเบิด (explosives)	- สารในรูปของแข็งหรือของเหลวที่เมื่อทำปฏิกิริยาทางเคมีแล้วเกิดแก๊สที่มีอุณหภูมิและความดันสูงจนสามารถทำความเสียหายให้กับสิ่งโดยรอบ - สารดอกไม้เพลิง (pyrotechnic substance)	
2. แก๊สไวไฟ (flammable gases)	แก๊สที่มีช่วงความไวไฟกับอากาศที่อุณหภูมิ 20°C ที่ความดันบรรยากาศ 101.3 kPa	
3. สารระเหยไวไฟ (flammable aerosols)	สารระเหยที่มีคุณสมบัติไวไฟ หรือมีส่วนประกอบของสารไวไฟ	
4. แก๊สออกซิไดซ์ (oxidizing gases)	แก๊สที่ให้ออกซิเจนได้ ซึ่งเป็นสาเหตุหรือมีส่วนทำให้เกิดการเผาไหม้มากกว่าปกติ	
5. แก๊สภายใต้ความดัน (gases under pressure)	แก๊สที่มีความดันไม่ต่ำกว่า 200 kPa ที่บรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุ ซึ่งหมายรวมถึง แก๊สอัด (compressed gas) แก๊สเหลว (liquefied gas) แก๊สในสารละลาย (dissolved gas) และแก๊สเหลวอุณหภูมิต่ำ (refrigerated liquefied gas)	



ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์*
6. ของเหลวไวไฟ (flammable liquids)	ของเหลวที่มีจุดวาบไฟไม่เกิน 93°C	
7. ของแข็งไวไฟ (flammable solids)	ของแข็งที่ลุกติดไฟได้ง่าย หรืออาจเป็นสาเหตุหรือช่วยให้เกิดไฟด้วยแรงเสียดทาน	
8. สารเคมีที่ทำปฏิกิริยาได้เอง (self-reactive substances and mixtures)	สารที่ไม่เสถียรทางความร้อนซึ่งมีแนวโน้มที่จะเกิดการสลายตัวระดับโมเลกุลทำให้เกิดความร้อนขึ้นอย่างรุนแรง แม้ไม่มีออกซิเจน (อากาศ) เป็นส่วนร่วม (ไม่รวมถึงสารที่เป็น วัตถุระเบิด สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ หรือ สารออกซิไดซ์)	 
9. ของเหลวที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ (pyrophoric liquids)	ของเหลวที่มีแนวโน้มที่จะลุกติดไฟภายใน 5 นาที แม้มีอยู่ในปริมาณน้อย เมื่อสัมผัสกับอากาศ	
10. ของแข็งที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ (pyrophoric solids)	ของแข็งที่มีแนวโน้มที่จะลุกติดไฟภายใน 5 นาที แม้มีอยู่ในปริมาณน้อย เมื่อสัมผัสกับอากาศ	
11. สารเคมีที่เกิดความร้อนได้เอง (self-heating substances and mixtures)	สารที่ทำปฏิกิริยากับอากาศโดยไม่ได้รับพลังงานจากภายนอก จะทำให้เกิดความร้อนได้เอง (สารประเภทนี้จะแตกต่างจากสารที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ คือ จะลุกติดไฟได้ก็ต่อเมื่อมีปริมาณมาก (หลายกิโลกรัม) และสะสมอยู่ด้วยกันเป็นระยะเวลาานาน (หลายชั่วโมงหรือหลายวัน)	
12. สารเคมีที่สัมผัสน้ำแล้วให้แก๊สไวไฟ (substances and mixtures, which in contact with water, emit flammable gases)	สารที่เป็นของแข็งหรือของเหลวที่ทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วสามารถลุกไหม้ได้โดยตัวเองหรือปล่อยแก๊สไวไฟออกมาในปริมาณที่เป็นอันตราย	
13. ของเหลวออกซิไดซ์ (oxidizing liquids)	ของเหลวที่โดยทั่วไปจะปล่อยแก๊สออกซิเจน ซึ่งเป็นสาเหตุหรือมีส่วนทำให้วัสดุอื่นเกิดการเผาไหม้ได้มากกว่าปกติ	
14. ของแข็งออกซิไดซ์ (oxidizing solids)	ของแข็งที่โดยทั่วไปจะปล่อยแก๊สออกซิเจน ซึ่งเป็นสาเหตุหรือมีส่วนทำให้วัสดุอื่นเกิดการเผาไหม้ได้มากกว่าปกติ	
15. สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ (organic peroxides)	สารอินทรีย์ที่เป็นของเหลวและของแข็งที่ประกอบด้วยโครงสร้างที่มีออกซิเจนสองอะตอมเกาะกัน (bivalent-O-O-structure) และอนุพันธ์ของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่อะตอมไฮโดรเจนถูกแทนที่ด้วยอนุมูลอินทรีย์ (organic radicals) และอาจมีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้	

ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์*
	<ul style="list-style-type: none"> <li>เมื่อสลายตัวทำให้เกิดการระเบิดได้</li> <li>ลุกไหม้ได้อย่างรวดเร็ว</li> <li>ไวต่อแรงกระแทกหรือการเสียดสี</li> <li>เกิดปฏิกิริยาอันตรายกับสารอื่นๆ ได้</li> </ul>	
16. สารที่กัดกร่อนโลหะ (corrosive to metals)	สารที่ทำให้ความเสียหายหรือทำลายโลหะได้ด้วยผลจากการกระทำทางเคมี	

หมายเหตุ \* ประเภทความเป็นอันตรายบางประเภทสามารถมีสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายได้มากกว่า 1 รูป ขึ้นกับระดับความเป็นอันตรายย่อย (category) ของประเภทความเป็นอันตรายนั้น ๆ



### ตารางที่ 5 การแยกประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสุขภาพของสารเคมี

ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์*
1. ความเป็นพิษเฉียบพลัน (acute toxicity)	ทำให้เกิดผลกระทบร้ายแรงหลังจากการได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายทางปากหรือทางผิวหนังเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งภายในเวลา 24 ชั่วโมง หรือทางการหายใจเป็นเวลา 4 ชั่วโมง	 
2. การกัดกร่อน/ระคายเคืองผิวหนัง (skin corrosion/irritation)	แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ <ul style="list-style-type: none"> <li><u>กัดกร่อนผิวหนัง</u> หมายถึง การเกิดอันตรายต่อผิวหนังชนิดที่ไม่สามารถฟื้นฟูให้กลับคืนสู่สภาพเดิมได้ หรือมีการตายของเซลล์ผิวหนังชั้นนอกจนถึงชั้นใน หลังการทดสอบกับสารทดสอบเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง</li> <li><u>ระคายเคืองผิวหนัง</u> หมายถึง การเกิดอันตรายต่อผิวหนังชนิดที่สามารถฟื้นฟูให้กลับคืนสู่สภาพเดิมได้ หลังการทดสอบกับสารทดสอบเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง</li> </ul>	 
3. การทำลายดวงตาอย่างรุนแรง/การระคายเคืองต่อดวงตา (serious eye damage/eye irritation)	แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ <ul style="list-style-type: none"> <li><u>ทำลายดวงตาอย่างรุนแรง</u> คือ ทำให้เนื้อเยื่อตาเสียหาย หรือเกิดความเสียหายทางกายภาพอย่างรุนแรงต่อการมองเห็น ที่ไม่สามารถฟื้นฟูกลับสู่สภาพเดิมได้ภายใน 21 วัน หลังการสัมผัส</li> <li><u>ระคายเคืองต่อดวงตา</u> คือ การเปลี่ยนแปลงของดวงตาที่สามารถฟื้นฟูกลับสู่สภาพเดิมได้ภายใน 21 วัน หลังการสัมผัส</li> </ul>	 
4. การทำให้ไวต่อการกระตุ้นอาการแพ้ต่อระบบทางเดินหายใจหรือผิวหนัง (respiratory or skin sensitization)	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>ไวต่อการกระตุ้นให้เกิดอาการแพ้ทางระบบทางเดินหายใจ</u> หมายถึง ทำให้เกิดภาวะภูมิไวเกินในระบบทางเดินหายใจหลังจากได้รับสารจากการหายใจ</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li><u>ไวต่อการกระตุ้นให้เกิดอาการแพ้ทางผิวหนัง</u> หมายถึง ทำให้เกิดอาการภูมิแพ้หลังจากได้รับสารทางผิวหนัง</li> </ul>	

ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์*
5. การกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ (germ cell mutagenicity)	ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ของมนุษย์ซึ่งสามารถถ่ายทอดสู่ลูกหลานได้	
6. ความสามารถในการก่อมะเร็ง (carcinogenicity)	ทำให้เกิดมะเร็งหรือเพิ่มอุบัติการณ์ของการเกิดมะเร็ง หรือทำให้เกิดก้อนเนื้อออกชนิดไม่รุนแรงและรุนแรงลูกกลมในสัตว์ทดลอง	
7. ความเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ (reproductive toxicity)	เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ อาจเกิดอันตรายต่อการเจริญพันธุ์หรือทารกในครรภ์ รวมถึงอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพของเด็กที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยน้ำนมมารดา	
8. ความเป็นพิษต่อระบบอวัยวะเป้าหมาย-การได้รับสัมผัสครั้งเดียว (specific target organ toxicity– single exposure)	ทำให้เกิดความผิดปกติของระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ทั้งที่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้และไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ แบบเฉียบพลันและ/หรือเรื้อรัง (แต่ไม่ถึงระดับทำให้เสียชีวิต) จากการได้รับสัมผัสครั้งเดียว	
9. ความเป็นพิษต่อระบบอวัยวะเป้าหมาย-การได้รับสัมผัสซ้ำ (specific target organ toxicity - repeated exposure)	ทำให้เกิดความผิดปกติของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ทั้งที่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้และไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ แบบเฉียบพลันและ/หรือเรื้อรัง (แต่ไม่ถึงระดับทำให้เสียชีวิต) จากการได้รับสัมผัสซ้ำ ๆ กัน	
10. อันตรายต่อระบบทางเดินหายใจส่วนล่างหรือทำให้ปอดอักเสบจากการสำลัก (aspiration hazardous)	เมื่อได้รับสารที่เป็นของแข็ง/ของเหลวเข้าสู่ระบบหายใจ โดยผ่านทางปาก จมูก หรือการสำลัก จะทำให้เกิดอาการรุนแรงที่เกิดขึ้นอย่างเฉียบพลัน เช่น ปอดบวมจากสารเคมี การบาดเจ็บที่เกิดต่อปอด โดยมีความรุนแรงหลายระดับจนถึงเสียชีวิต	

หมายเหตุ \* ประเภทความเป็นอันตรายบางประเภทสามารถมีสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายได้มากกว่า 1 รูป ขึ้นกับระดับความเป็นอันตรายย่อย (category) ของประเภทความเป็นอันตรายนั้น ๆ

## ตารางที่ 6 การแยกประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสิ่งแวดล้อมของสารเคมี

ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์
1. ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ (hazardous to the aquatic environment)	<p>หมายรวมถึงปัจจัยต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>เป็นพิษเฉียบพลันต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ</li> <li>เป็นพิษเรื้อรังต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ</li> <li>ทำให้เกิดการสะสมสารเคมีในสิ่งมีชีวิตในน้ำ</li> <li>ส่งผลกระทบต่อระบบการย่อยสลายสารเคมีในน้ำหรือในสิ่งมีชีวิต</li> </ul>	
2. ความเป็นอันตรายต่อชั้นโอโซน (hazardous to the ozone layer)	<ul style="list-style-type: none"> <li>สามารถทำลายชั้นโอโซนในชั้นบรรยากาศได้</li> <li>เป็นสารที่มีอยู่ในรายการสารเคมีที่พิจารณาว่าเป็นอันตรายต่อชั้นโอโซน</li> </ul>	

### 3.2 สัญลักษณ์แสดงอันตราย

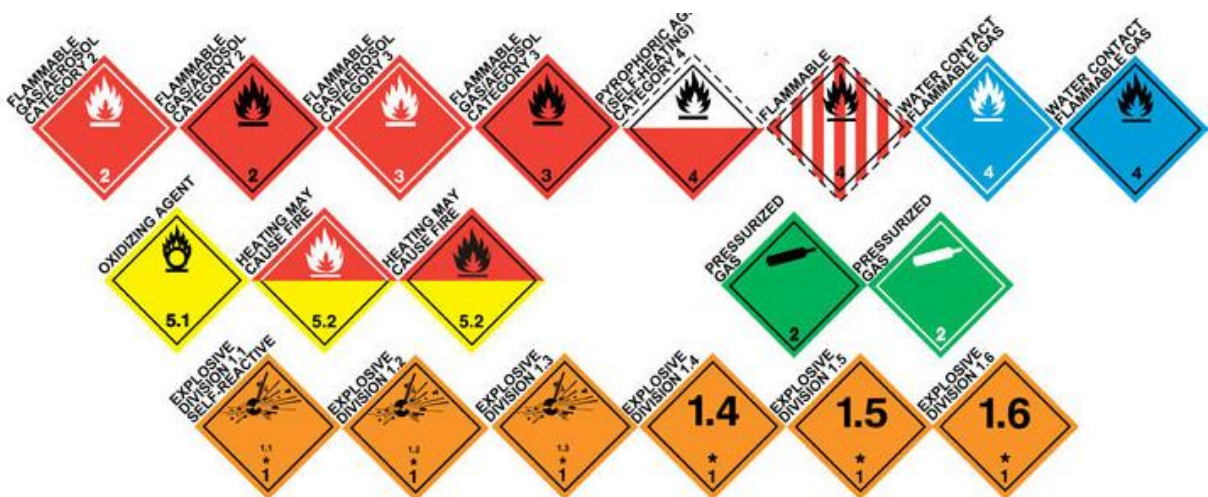
สัญลักษณ์แสดงอันตราย (hazard pictogram) ของสารเคมีเป็นเครื่องหมายสากลที่เข้าใจง่าย อาจใช้สีพื้น หรือข้อความที่แตกต่างกันได้บ้าง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงอันตรายของสารเคมี หรือแจ้งให้ทราบว่า เป็นพื้นที่อันตราย

1. ระบบแสดงอันตรายของ อีอีซี (European Economic Council, EEC) ของยุโรป เป็นสัญลักษณ์แสดงอันตรายสำหรับติดบนภาชนะที่ใช้เป็นสากลตามข้อกำหนดของ EEC ที่ 67/548/EEC โดยใช้สัญลักษณ์ภาพในรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสพื้นสีส้ม ภาพสีดำ ดังรูปที่ 4





รูปที่ 4 สัญลักษณ์แสดงอันตรายตามระบบ EEC

2. ฉลากเตือนอันตรายขององค์การสหประชาชาติ (UN) หรือองค์การทางทะเลระหว่างประเทศ (international maritime organization, IMO) สำหรับการขนส่ง (การติดภายนอกหีบห่อบรรจุ) โดยใช้สัญลักษณ์ภาพ สี และตัวเลข ตามประเภทของสารเคมี 9 ประเภท ลักษณะของฉลากเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ทำมุม 45 องศา



รูปที่ 5 เครื่องหมายแสดงอันตรายระบบ UN

	<p><b>วัตถุระเบิด</b> : ระเบิดได้เมื่อถูกกระแทกเสียดสี หรือความร้อน เช่น ทีเอ็นที ดินปืน พลุไฟ ดอกไม้ไฟ</p>
	<p><b>แก๊สไวไฟ</b> : ติดไฟง่ายเมื่อถูกประกายไฟ เช่น แก๊สหุงต้ม แก๊สไฮโดรเจน แก๊สมีเทน แก๊สอะเซทิลีน</p>
	<p><b>แก๊สไม่ไวไฟ, ไม่เป็นพิษ</b> : อาจเกิดระเบิดได้ เมื่อถูกกระแทกอย่างแรง หรือได้รับความร้อนสูงจากภายนอก เช่น แก๊สออกซิเจน แก๊สไนโตรเจนเหลว แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์</p>
	<p><b>แก๊สพิษ</b> : อาจตายไปเมื่อสูดดม เช่น แก๊สคลอรีน แก๊สแอมโมเนีย แก๊สไฮโดรเจน คลอไรด์</p>
	<p><b>ของเหลวไวไฟ</b> : ติดไฟง่ายเมื่อถูกประกายไฟ เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง ทินเนอร์ อะซิโตน ไชลิน</p>
	<p><b>ของแข็งไวไฟ</b> : ลูกติดไฟง่าย เมื่อถูกเสียดสี หรือความร้อนสูงภายใน 45 นาที เช่น ผงกำมะถัน ฟอสฟอรัสแดง ไม้ขีดไฟ</p>
	<p><b>วัตถุที่ถูกน้ำแล้วให้แก๊สไวไฟ</b> : เช่น แคลเซียมคาร์ไบด์ โซเดียม</p>
	<p><b>วัตถุที่เกิดการลุกไหม้ได้เอง</b> : ลูกติดไฟได้เมื่อสัมผัสกับอากาศภายใน 5 นาที เช่น ฟอสฟอรัสขาว ฟอสฟอรัสเหลือง โซเดียมซัลไฟด์</p>
	<p><b>วัตถุออกซิไดซ์</b> : ไม่ติดไฟแต่ช่วยให้สารอื่นเกิดการลุกไหม้ได้ดีขึ้น เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โพแทสเซียมคลอเรต แอมโมเนียมไนเตรท</p>
	<p><b>ออร์แกนิกเปอร์ออกไซด์</b> : อาจเกิดระเบิดได้เมื่อถูกความร้อนไวต่อการกระทบและเสียดสีทำปฏิกิริยารุนแรงกับสารอื่น ๆ เช่น อะซิโตนเปอร์ออกไซด์</p>
	<p><b>วัตถุติดเชื้อ</b> : วัตถุที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนและทำให้เกิดโรคได้ เช่น ของเสียอันตรายจากโรงพยาบาล เข็มฉีดยาที่ใช้แล้ว เชื้อโรคต่าง ๆ</p>

	<p><b>วัตถุมีพิษ :</b> อาจทำให้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บอย่างรุนแรงจากการกิน การสูดดม หรือจากการสัมผัสทางผิวหนัง เช่น อาร์ซีนิก ไซยาไนด์ ปรีอท สารฆ่าแมลง สารปราบศัตรูพืช โลหะหนักเป็นพิษ</p>
	<p><b>วัตถุก่อให้เกิดการระคายเคือง :</b> อาจก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ทำลายเยื่อเมือกผิวหนังและเยื่อเมือกตา เช่น กรดแก่, ด่างแก่</p>

3. ระบบมาตรฐาน NFPA (national fire protection association) เป็นระบบของประเทศสหรัฐอเมริกา นิยมใช้กันมากในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ โรงพยาบาลและบริเวณที่เก็บสารเคมี ซึ่งใช้สัญลักษณ์สีและตัวเลข ภายในรูปสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัด แบ่งเป็นสี่ส่วน มีสี่สี เพื่อบ่งบอกความรุนแรงเกี่ยวกับสุขภาพ ความไวไฟ ความไวในปฏิกิริยาและข้อมูลพิเศษ รายละเอียดดังนี้



รูปที่ 6 ฉลากสัญลักษณ์ระบบ NFPA

เครื่องหมายเตือนอันตรายระบบนี้ เครื่องหมายเป็นรูปเหลี่ยมแบ่งออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน วางตั้งตามแนวเส้นทแยงมุม โดยการกำหนดเป็นระดับตัวเลข 0-4 อยู่บน สีเหลี่ยมขนมเปียกปูน 4 ชิ้น เรียงกันหรือ diamond shape สำหรับข้อมูลพื้นฐานในการดับเพลิง การอพยพ ออกจากพื้นที่อันตรายแยกเป็น 4 สี คือ

- พื้นที่แดง แสดงอันตรายจากไฟ (flammability)
- พื้นที่น้ำเงิน แสดงอันตรายต่อร่างกาย (health)
- พื้นที่เหลือง แสดงความว่องไวต่อปฏิกิริยาของสาร (reactivity)
- พื้นที่ขาว แสดงเครื่องหมายเตือนอันตราย (ถ้ามี)

ระดับอันตรายแต่ละช่อง (ยกเว้นช่องสีขาว) แสดงด้วยตัวเลขสีดำ จาก 0 จนถึง 4 หมายเลข 0 แสดงว่าไม่มีอันตราย หมายเลข 4 แสดงว่ามีอันตรายมากที่สุด

ช่องสีขาว (special hazard) โดยมีรายละเอียด คือ

- W หมายถึง สารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับน้ำ (water reactive)
- Ox หมายถึง สารออกซิไดซ์ (oxidizer agent)
- Cor หมายถึง สารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน (corrosive)

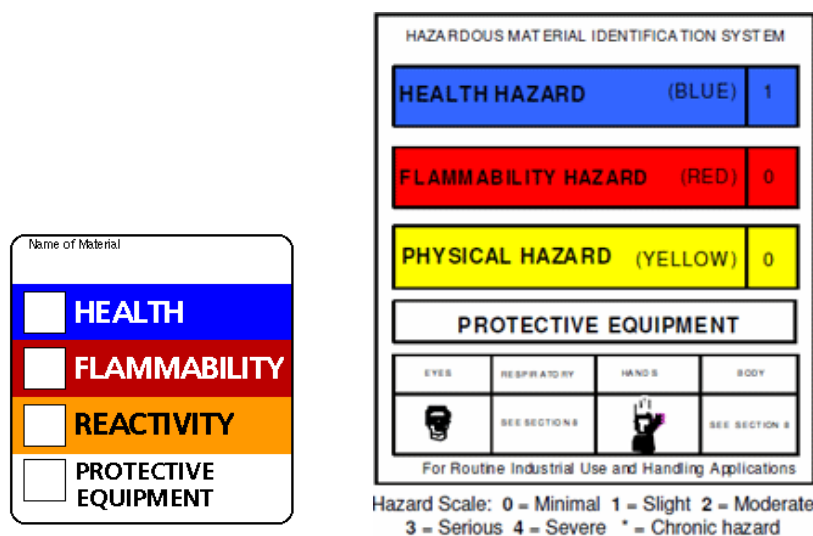


### ตารางที่ 7 รายละเอียดความรุนแรงของสารเคมีโดยแบ่งตามสีและระดับตัวเลขตามมาตรฐาน NFPA

สี	ประเภทอันตราย	0=น้อยมาก	1=น้อย	2=ปานกลาง	3=มาก	4=ร้ายแรง
แดง	ติดไฟ (flammability)	ไม่ติดไฟที่อุณหภูมิห้อง	ติดไฟที่ $Fp > 93^{\circ}\text{C}$	ติดไฟที่ $Fp > 38^{\circ}\text{C}$ แต่ $< 93^{\circ}\text{C}$	ติดไฟที่ $Fp < 23^{\circ}\text{C}$	ติดไฟที่ $Fp < 22^{\circ}\text{C}$
น้ำเงิน	อันตรายต่อสุขภาพ (health hazard)	ไม่อันตราย (oral $LD_{50} > 2000$ มก./กก.)	น้อย (oral $LD_{50} > 500-2000$ มก./กก.)	ปานกลาง (oral $LD_{50} > 50-500$ มก./กก.)	มาก (oral $LD_{50} > 5-50$ มก./กก.)	ถึงชีวิต (oral $LD_{50} \leq 5$ มก./กก.)
เหลือง	ไวต่อปฏิกิริยาเคมี (reactivity hazard)	ไม่เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิห้อง	เกิดปฏิกิริยาหากมีการเพิ่มอุณหภูมิ	เกิดปฏิกิริยารุนแรงหากมีการเพิ่มอุณหภูมิ หรือ ความดัน	สามารถเกิดการระเบิดได้หากมีการเพิ่มอุณหภูมิ หรือ ความดัน	สามารถเกิดการระเบิดได้ที่อุณหภูมิห้อง
ขาว	ลักษณะพิเศษ (special hazard)	-	-	-	-	-

หมายเหตุ Fp = จุดวาบไฟ (Flash point) ; Bp= จุดเดือด (Boiling point)

4. ระบบ HMIG (hazardous material identification guide) เป็นป้ายแสดงอันตรายของสารเคมี ซึ่งพัฒนาขึ้นมาโดยบริษัทเอกชน Lab safety Supply, Inc. และระบบ HMIS (hazardous material information system) ซึ่งพัฒนาโดย NPCA (national paint and coating association) ทั้งระบบ HMIG และ HMIS มีการใช้สี 4 สี โดยที่สามสีแรก ได้แก่ น้ำเงิน แดง และเหลือง เป็นการระบุถึงอันตรายของสารเคมีที่เกิดต่อสุขภาพ การติดไฟและปฏิกิริยาของสารเคมี ตามลำดับ โดยมีระดับคะแนนตั้งแต่ 0-4 (0 คือสารเคมีนั้นไม่ก่อให้เกิดอันตราย ขณะที่หมายเลข 4 แสดงความอันตรายสูงสุด) ขณะที่สีสุดท้ายคือ สีขาว จะแสดงถึงเครื่องป้องกันส่วนบุคคล ข้อแตกต่างของ HMIG และ HMIS ได้แก่ในระบบในช่องสีน้ำเงิน ได้มีการเพิ่มช่องขึ้น หากในช่องที่เพิ่มขึ้นนี้มีเครื่องหมายดอกจัน แสดงว่าสารเคมีนั้นส่งมีผลในระยะยาว



รูปที่ 7 ป้ายกำกับของสารเคมีตามมาตรฐาน HMIG

#### 4. การจัดการสารเคมีเฉพาะ

##### 1. การจัดการสารเคมีที่เป็นสารพิษ

การพิจารณาระดับความเป็นพิษของสารเคมีอาจพิจารณาจากค่า TLV (threshold limit values) หรือ PEL (permissible exposure limits) ซึ่งกำหนดระดับความเข้มข้นของสารเคมีสูงสุดที่มีได้ในอากาศ โดยปกติสารเคมีถูกจัดเป็นสารพิษ เมื่อมีค่า TLV หรือ PEL ต่ำกว่า 50 ppm นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณาความเป็นพิษของสารเคมีจากค่า LD<sub>50</sub> (lethal dose) หรือ LC<sub>50</sub> (lethal concentration) โดยที่ LD<sub>50</sub> เป็นการระบุความเข้มข้นของสารเคมีที่ทำให้สัตว์ทดลองตายลง 50% โดยสัตว์ทดลองได้รับสารเคมีนั้นโดยการกิน การฉีด หรือการดูดซึม หรือการหายใจ ขณะที่ LC<sub>50</sub> เป็นการระบุความเข้มข้นของสารเคมีที่ทำให้สัตว์ทดลองตายโดยการหายใจเท่านั้น ปกติค่าเหล่านี้จะมีระบุอยู่ในข้อมูล MSDS ของสารเคมีนั้น ๆ

##### ตารางที่ 8 ระดับความเป็นพิษของสารเคมีพิจารณาจากค่า LD<sub>50</sub> หรือ LC<sub>50</sub>

ระดับความเป็นพิษ	การกิน (มก./กก.) *	ทางลมหายใจ	การดูดซึม (มก./กก.)*
รุนแรง	<=1	<10 ppm	<=5
มาก	1-50	10-100 ppm	5-50
ปานกลาง	50-500	100-1,000 ppm	50-500
น้อย	500-5,000	1,000-10,000 ppm	500-5,000

หมายเหตุ \* หมายถึง น้ำหนักเป็น มก.ของสารเคมี ต่อน้ำหนัก 1 กก.ของสัตว์ทดลอง

ทั้งนี้การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารพิษ ต้องทำในตู้ดูดควันเท่านั้น รวมทั้งผู้ปฏิบัติงานต้องใช้เครื่องป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม

##### 2. การจัดการสารเคมีไวไฟ

สารเคมีไวไฟหมายถึงสารเคมีที่มีจุดวาบไฟ (flash point) ที่อุณหภูมิต่ำกว่ากว่า 93.3°C ถือเป็นสารเสี่ยงต่อการติดไฟ และอาจก่อให้เกิดความเสียหายจากเพลิงไหม้ได้ การจัดเก็บสารเคมีไวไฟควรเก็บในตู้เก็บสารเคมีสำหรับสารเคมีไวไฟเท่านั้น ควรเปิดตู้เมื่อจำเป็นเท่านั้น การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีไวไฟ ต้องทำในตู้ดูดควันเท่านั้น หลีกเลี่ยงอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดประกายไฟ

##### ตารางที่ 9 ตัวอย่างจุดวาบไฟ และจุดชวาล ของสารเคมีบางชนิด

สารเคมี	จุดวาบไฟ °C	จุดชวาล °C
n-hexane	-22.7	260
Acetone	-9.4	537
Methanol	12.2	464
Ethanol	12.7	422

หมายเหตุ จุดวาบไฟ (flash point) หมายถึง อุณหภูมิต่ำสุดที่ของเหลว หรือของแข็งติดไฟโดยอาศัยประกายไฟ

จุดชวาล (autoignition point) หมายถึงอุณหภูมิต่ำสุดที่ของเหลวหรือของแข็งติดไฟโดยไม่ต้องอาศัยประกายไฟ



### 3. การจัดการสารเคมีที่ไวต่อปฏิกิริยาเคมี

สารเคมีที่ไวต่อปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ สารจำพวก oxidizer, organic peroxide และสารที่ระเบิดได้ (explosive) การเคลื่อนย้ายสารเหล่านี้ต้องทำด้วยความระมัดระวัง ควรเก็บแยกจากสารประเภทอื่น นอกจากนี้หลีกเลี่ยงการผสมสารเหล่านี้ เข้ากับสารเคมีตัวอื่นโดยไม่จำเป็น การปฏิบัติงานกับสารในกลุ่มนี้ ควรใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม

### 4. การจัดการสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อนและอันตรายต่อการสัมผัส

สารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน ในที่นี้หมายถึงสารเคมีที่มีผลทำลายหรือเปลี่ยนแปลงเซลล์สิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ยังหมายรวมถึงสารเคมีที่สามารถกัดกร่อนโลหะอีกด้วย การปฏิบัติงานกับสารในกลุ่มนี้ควรทำในตู้ดูดควัน รวมทั้งควรใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม

### 5. การจัดการสารก่อมะเร็ง

ข้อมูลเกี่ยวกับสารก่อมะเร็ง (carcinogen) สามารถสืบค้นได้จากหน่วยงานที่ศึกษา และทำวิจัยเกี่ยวกับมะเร็ง ที่สำคัญ ได้แก่ IARC (The International Agency for Research on Cancer) ซึ่งเป็นหน่วยงานภายใต้องค์การอนามัยโลก (World Health Organization) ทั้งนี้ IARC ได้แบ่งสารก่อมะเร็ง ออกเป็นหลายหมวดหมู่ ขึ้นอยู่กับความสามารถก่อมะเร็งของสารนั้น ๆ รายชื่อสารเคมีที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง ซึ่งสามารถตรวจค้นได้ที่ <http://www.iarc.fr> นอกจากนี้อาจสืบค้นสารก่อมะเร็งได้จาก <http://www.cdc.gov/niosh/npotocca.html> ซึ่งเป็นเว็บไซต์ของสถาบันความปลอดภัยในอาชีพและสุขภาพแห่งชาติ (NIOSH)

#### ตารางที่ 10 สารก่อให้เกิดมะเร็งตามมาตรฐาน NIOSH ที่พบในห้องปฏิบัติการ

ชนิด	วัตถุประสงค์ในการใช้
แคดเมียมผง	วิเคราะห์ในเตรทในน้ำ
ใยแก้ว (glass wool)*	วิเคราะห์ในเตรทในน้ำ
chloroform	สกัด DNA ในการทำ PCR
potassium dichromate	วิเคราะห์ organic carbon ในดิน
	วิเคราะห์ COD ในน้ำ
formaldehyde	รักษาโรคพาราสิตปลา

\*จัดอยู่ในกลุ่ม 2B ตามมาตรฐานของ IARC

การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารก่อมะเร็ง ควรทำในพื้นที่ที่กำหนดไว้ให้โดยเฉพาะ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวต้องมีขอบเขตที่แน่ชัดและมีป้ายประกาศที่ชัดเจน การปฏิบัติงานทำได้เฉพาะบุคลากรที่ได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับสารก่อมะเร็งเท่านั้น การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารก่อมะเร็ง ควรใช้สารก่อมะเร็งในปริมาณที่น้อยที่สุดเท่าที่กำหนดในคู่มือปฏิบัติงานเท่านั้น รวมทั้งควรทำความสะอาดพื้นที่ทำงานทุกครั้ง ภายหลังจากการปฏิบัติงาน

## 5. ระบบการจัดการของเสีย

ของเสียอันตรายแต่ละประเภทควรทำการเก็บในขวดแก้วแยกจากกัน แต่ถ้าของเสียที่มีส่วนประกอบเป็นน้ำ ควรเก็บไว้ในขวดพลาสติก ชนิด polyethylene ไม่ใช่ขวดโลหะในการเก็บของเสียที่เป็นกรดหรือด่าง ภาชนะที่บรรจุของเสียควรมีจุกปิดแน่น ปิดฝาให้สนิท หลีกเลี่ยงการใช้ฝาปิดที่ไม่คงทน เช่น จุกคอรัทหรือแผ่นพาราฟิล์ม ไม่ควรใส่ของเสียในภาชนะจนเต็ม เพื่อป้องกันการขยายตัวของของเสีย ภาชนะที่ใช้บรรจุของเสียควรมีฉลากระบุชนิดของของเสีย พร้อมทั้งระบุวันที่เก็บของเสีย จากนั้นนำไปเก็บในสถานที่ที่จัดไว้ เพื่อรอการกำจัดต่อไป

### 5.1 ข้อปฏิบัติในการจัดการของเสีย

ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการต้องคัดแยกขยะและของเสียอันตราย ทั้งนี้ห้องปฏิบัติการได้ทำการแยกประเภทถึงขยะออกเป็น 4 ส่วน คือ

- 1) ถึงขยะทั่วไป คือ ขยะที่ไม่มีการปนเปื้อนของสารเคมี
- 2) ถึงขยะที่เป็นเศษแก้ว
- 3) ถึงขยะในห้องปฏิบัติการ (ของแข็งเผาได้)
- 4) ของเสียจากการใช้สารเคมีหรือของเสียอันตราย (แยกประเภทตามระบบการจำแนก

ของเสียของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

#### การจัดการของเสียเบื้องต้น

1) ใช้ภาชนะบรรจุของเสียที่เหมาะสมตามประเภท พร้อมทั้งตรวจเช็คสภาพภาชนะก่อนบรรจุ เช่น รอยร้าว หรือภาชนะที่ปิดไม่สนิท

2) ต้องติดป้ายข้อมูล Waste ทันที ที่มีการบรรจุของเสียลงขวด โดยระบุชื่อพร้อมระบุกลุ่มของเสียตามคู่มือการแยกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการ พร้อมทั้งระบุชื่อ และลงวันที่ให้เรียบร้อย

#### สารเคมีที่ใช้แล้ว (Waste)

ชื่อสารเคมี .....
ประเภท (กลุ่ม) สารเคมี.....
ชื่อนักศึกษา.....
วันที่.....

3) ตรวจสอบความบกพร่องของภาชนะและฉลากของเสียอย่างสม่ำเสมอ

4) บรรจุไม่เกินกว่า 80% ของความจุภาชนะหรือปริมาณของเสียต้องอยู่ต่ำกว่าปากภาชนะอย่างน้อย 1 นิ้ว

5) มีภาชนะรองรับขวดของเสียที่เหมาะสม

6) แยกภาชนะรองรับขวดของเสียที่เข้ากันไม่ได้

7) ไม่วางภาชนะบรรจุของเสียใกล้บริเวณอุปกรณ์ฉุกเฉิน หรือ ขวางทาง เข้า-ออก

8) วางภาชนะบรรจุของเสียห่างจากความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ และเปลวไฟ

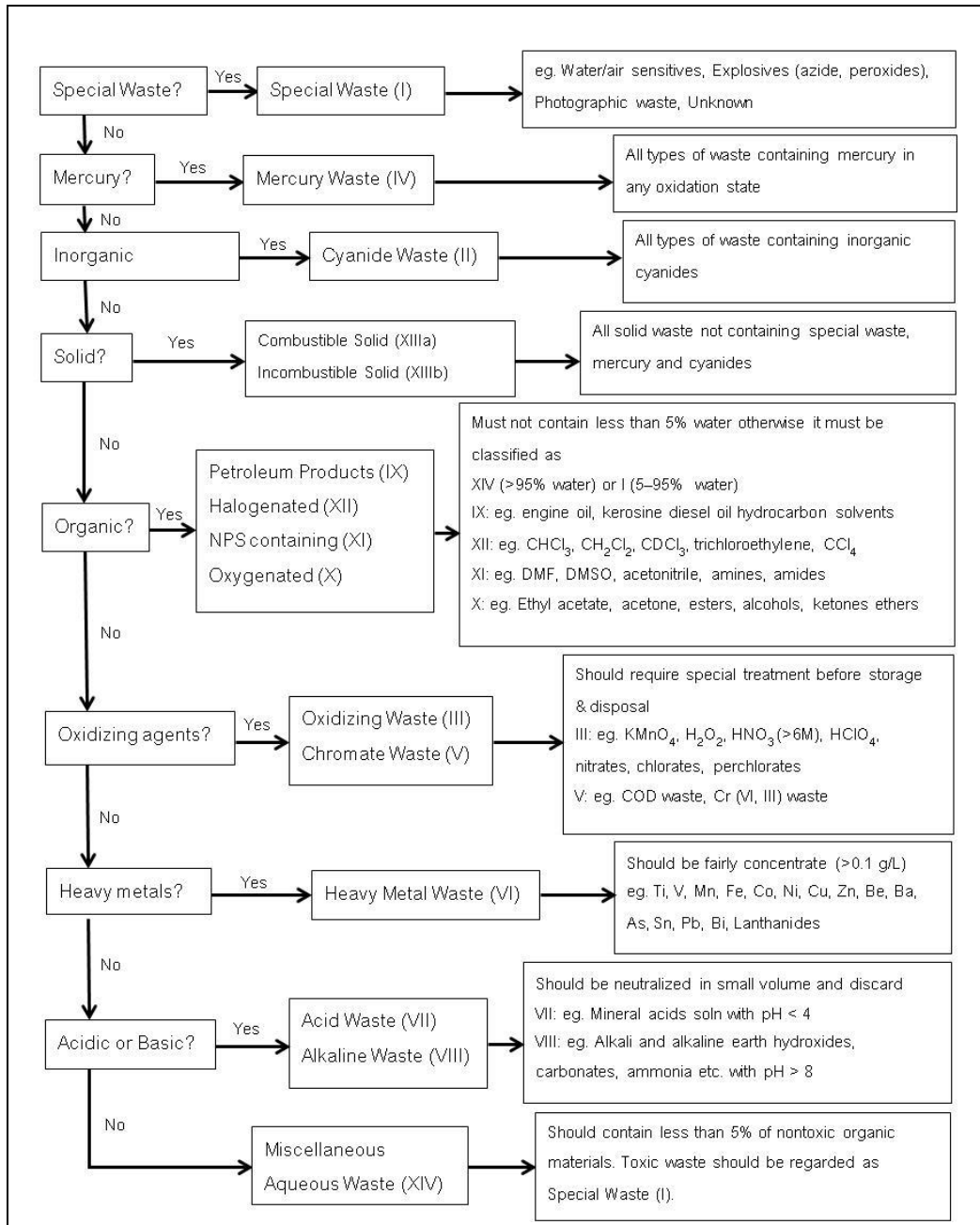
9) ของเสียประเภทขวดขนาดเล็ก เช่น ขวดยาพลาสติก จะรวบรวมส่งกำจัดประเภทของแข็ง โดยจำแนกตามลักษณะสาร

## 5.2 การกำจัดของเสียอันตราย

ระบบการจัดการของเสียอันตราย WasteTrack ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจำแนกของเสียอันตรายเป็น 14 ประเภท ดังนี้

1. ประเภทที่ 1 ของเสียพิเศษ (I : special waste) หมายถึงของเสียที่มีปฏิกิริยาต่อน้ำหรืออากาศ ของเสียที่อาจมีการระเบิด (เช่น azide, peroxides) สารอินทรีย์ ของเสียที่ไม่ทราบที่มา ของเสียที่เป็นชีวพิษ และของเสียที่เป็นสารก่อมะเร็ง เช่น เอทิลเดียมโบรไมด์
2. ประเภทที่ 2 ของเสียที่มีไซยาไนด์ (II : cyanide waste) หมายถึงของเสียที่มีไซยาไนด์เป็นส่วนประกอบ เช่น โซเดียมไซยาไนด์ หรือเป็นของเสียที่มีสารประกอบเชิงซ้อนไซยาไนด์หรือมีไซยาโนคอมเพล็กซ์ เป็นองค์ประกอบ เช่น  $Ni(CN)_4^{2-}$  เป็นต้น
3. ประเภทที่ 3 ของเสียที่มีสารออกซิแดนท์ (III : oxidizing waste) หมายถึงของเสียที่มีคุณสมบัติในการให้อิเล็กตรอน ซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับสารอื่นทำให้เกิดระเบิดได้ เช่น โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต, โซเดียมคลอเรต, โซเดียมเปอร์ไอโอดेट และโซเดียมเปอร์ซัลเฟต
4. ประเภทที่ 4 ของเสียที่มีปรอท (IV : mercury waste) หมายถึงของเสียชนิดที่มีปรอทเป็นองค์ประกอบ เช่น เมอร์คิวรี (II) คลอไรด์, อัลคิลเมอร์คิวรี เป็นต้น
5. ประเภทที่ 5 ของเสียที่มีสารโครเมต (V : chromate waste) หมายถึงของเสียที่มีโครเมียม (VI) เป็นองค์ประกอบ เช่น สารประกอบ  $Cr^{6+}$ , กรดโครมิก, ของเสียที่ได้จากการวิเคราะห์ chemical oxygen demand (COD) เป็นต้น
6. ประเภทที่ 6 ของเสียที่มีโลหะหนัก (VI : heavy metal waste) หมายถึงของเสียที่มีไอออนของโลหะหนักอื่นที่ไม่ใช่ปรอทเป็นส่วนผสม เช่น แบเรียม แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง เหล็ก แมงกานีส สังกะสี โคบอล นิเกิล เงิน ดีบุก แอนติโมนี ทังสแตน วาเนเดียม เป็นต้น
7. ประเภทที่ 7 ของเสียที่เป็นกรด (VII : acid waste) หมายถึงของเสียที่มีค่าของ pH ต่ำกว่า 7 และมีกรดแปรนอยู่ในสารมากกว่า 5% เช่น กรดซัลฟูริก, กรดไนตริก, กรดไฮโดรคลอริก เป็นต้น
8. ประเภทที่ 8 ของเสียอัลคาไลน์ (VIII : alkaline waste) หมายถึงของเสียที่มีค่า pH สูงกว่า 8 และมีด่างปนอยู่ในสารละลายมากกว่า 5% เช่น คาร์บอเนต, ไฮดรอกไซด์, แอมโมเนีย เป็นต้น
9. ประเภทที่ 9 ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม (IX : petroleum products) หมายถึง ของเสียประเภทน้ำมันปิโตรเลียม และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำมัน เช่น น้ำมันเบนซิน, น้ำมันดีเซล, น้ำมันก๊าด, น้ำมันเครื่อง, น้ำมันหล่อลื่น
10. ประเภทที่ 10 oxygenated (X : oxygenated) หมายถึงของเสียที่ประกอบด้วยสารเคมีที่มีออกซิเจนอยู่ในโครงสร้าง เช่น เอทิลอะซิเตต อะซิโตน, เอสเทอร์, อัลกอฮอล์, คีโตน, อีเทอร์ เป็นต้น
11. ประเภทที่ 11 NPS containing (XI : NPS containing) หมายถึงของเสียที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่มีส่วนประกอบของไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, ซัลเฟอร์ เช่นสารเคมีที่มีส่วนประกอบของ dimethyl formamide (DMF), dimethyl sulfoxide (DMSO), อะซิโตนไนโตรล, เอมีนและเอไมด์

12. ประเภทที่ 12 halogenated (XII : halogenated) หมายถึงของเสียที่มีสารประกอบอินทรีย์ของฮาโลเจน เช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์ ( $\text{CCl}_4$ ), 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 หากเป็นสารมีพิษให้พิจารณาเสมือนว่าเป็นของเสียพิเศษ (I : special Waste)



รูปที่ 9 ระบบการจำแนกของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (WasteTrack)

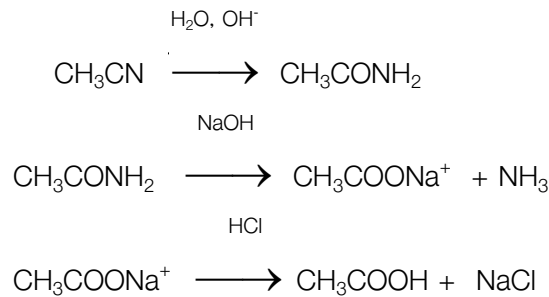
## การจัดการของเสียสารเคมีบางชนิด

### กรดและด่าง (acid/base)

ของเสียที่เป็นกรดและด่างสามารถกำจัดความเป็นพิษโดยทำให้เป็นกลาง (neutralization) ก่อนปล่อยทิ้ง ข้อควรระวัง การกำจัดของเสียประเภทนี้ควรทำในตู้ดูดควันที่มีกระจกกัน

### อะซิโตไนไตรล์ (acetonitrile)

อะซิโตไนไตรล์ (CH<sub>3</sub>CN) เป็นสารทำละลายนิยมใช้ในห้องปฏิบัติการ HPLC จัดเป็นสารที่อันตรายและติดไฟได้ อะซิโตไนไตรล์สามารถเป็นอันตรายต่อร่างกาย จากการสัมผัสทางผิวหนัง การเข้าสู่ร่างกายทางช่องปากและจากการหายใจ นอกจากนี้ร่างกายยังสามารถเปลี่ยนอะซิโตไนไตรล์เป็นไซยาไนด์ได้ การกำจัดการปนเปื้อนของอะซิโตไนไตรล์ ควรทำในตู้ดูดควัน เพื่อไล่แอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา ขั้นตอนปฏิกิริยาดังนี้



#### ขั้นตอน

- เจือจางสารละลาย CH<sub>3</sub>CN ด้วยน้ำให้มีความเข้มข้นต่ำกว่า 10%(v/v)
- เติมสารละลาย 10 mol/L NaOH ในสัดส่วน 2.5 mol NaOH ต่อ 1 mol CH<sub>3</sub>CN คนให้เข้ากัน
- ปรับอุณหภูมิสารละลายให้เป็น 80°C นาน 70 นาที
- ทิ้งให้เย็น ปรับให้เป็นกลาง pH 5-9 โดยใช้กรดเกลือ
- ผลท้ายสุดของปฏิกิริยาได้เป็นกรดน้ำส้มเจือจาง และเกลือ สามารถทิ้งได้ตามปกติ

### โพแทสเซียมไดโครเมต

โพแทสเซียมไดโครเมต (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) ถือเป็นสารออกซิไดซ์และ USEPA (United States Environmental protection agency) ถือเป็นของเสียที่เป็นโลหะหนัก ผงฝุ่นของ K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> ถือเป็นสารก่อมะเร็ง ในการกำจัดใช้การตกตะกอนโครเมียม ออกจากสารละลาย อย่างไรก็ตามตะกอนโครเมียมที่เกิดขึ้นจำเป็นต้องส่งไปกำจัดโดยหน่วยงาน หรือบริษัทเอกชนที่รับกำจัดของเสียที่เป็นโลหะหนักโดยเฉพาะ

### ฟอร์มัลดีไฮด์

ฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde และ formalin (37-40% formaldehyde ใน 5-12% methanol) เป็นสารที่นิยมใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างและใช้ในการฆ่าเชื้อ USEPA ได้จัด formaldehyde เป็นสารพิษ เป็นสารที่ติดไฟและมีฤทธิ์กัดกร่อน (corrosive) เป็นพิษในระดับปานกลาง หากสูดดมหรือสัมผัสทางผิวหนัง

## ตารางผนวกที่ 1 สารเคมีที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์

ก. สารเคมีที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์และเกิดการระเบิดจากโดยไม่คำนึงถึงระดับความเข้มข้น (Chemicals that form explosive levels of peroxides without concentration)

Butadine	Divinylacetylene	Tetrafluoroethylene	Vinylidene chloride
Choloprene	Isopropyl ether		

ข. สารเคมีที่ก่อให้เกิดการระเบิดจากเปอร์ออกไซด์เมื่อถึงระดับความเข้มข้น

Acetal	Decahydronaphthalene	2-Hexanol	1-Phenylethanol
Acetaldehyde	Diacetylene	Methylacetylene	2-Phenylethanol
Benzyl alcohol	Dicyclopentadine	3-Methyl-1-butanol	2-Propanol
2-Butanol	Diethyl ether	Methylcyclopentane	Tetrahydrofuran
Cumene	Diethylene glycol dimethyl ether	Methyl isobutyl ketone	Tetrahydronaphthalene
Cyclohexanol	Dioxanes	4-Methyl-2-pentanol	Vinyl ethers
2-Cyclohexen-1-ol	Ethylene glycol dimethyl ether	2-pentanol	Other secondary alcohols
Cyclohexene	4-Heptanol	4-Penten-1-ol	

ค. สารเคมีที่สามารถก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์

Acrylic acid	Chlorotrifluoroethylene	Vinyl acetate	Vinyladiene chloride
Acrylonitrile	Methyl methacrylate	Vinylacetylene	
Butadiene	Styrene	Vinyl chloride	
Chloroprene	Tetrafluoroethylene	Vinylpyrdine	

ง. สารเคมีที่เชื่อว่าสามารถก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์

Acrolein	<i>o</i> -Chlorophenetole	<i>n</i> -Hexyl ether
Allyl ether	<i>p</i> -Chlorophenetole	<i>p,o</i> -Iodophenetole
Allyl ethyl ether	Cyclooctene	Isoamyl benzyl ether
Allyl phenyl ether	Cyclopropyl methyl ether	Isoamyl ether
<i>p</i> -( <i>n</i> -Amyloxy) benzoyl chloride	Diallyl ether	Isobutyl vinyl ether
<i>n</i> -Amyl ether	<i>p</i> -Di- <i>n</i> -butoxybenzene	Isophorone
Benzyl <i>n</i> -butyl ether	1,2-Dibenzoyloxyethane	<i>beta</i> -isopropoxypropionitrile
Benzyl ether	<i>p</i> -Dibenzoyloxybenzene	Isopropyl 2,4,5-trichloro-phenoxyacetaet
Benzyl ethyl ether	1,2-Dichloroethyl ethyl ether	Limonene
Benzyl methyl ether	2,4-Dichlorophenetole	1,5- <i>p</i> -Methadiene
Benzyl 1-naphthyl ether	Diethoxymethane	Methyl- <i>p</i> -( <i>n</i> -amyloxy) benzoate
1,2-Bis(2-chloroethoxy) ethane	2,2-Diethoxypropane	4-Methyl-2-pentanone
Bis(2 ethoxyethyl) ether	Diethyl ethoxymethylenemalonate	<i>n</i> -Methylpenetole
Bis(2-(methoxyethoxy) ethyl ether	Diethyl fumarate	<i>n</i> -Methylpenetole
Bis(2-chloroethyl) ether	Diethyl acetal	2-Methyltetrahydrofuran

Bis(2-ethoxyethyl) adipate	Diethylketene	3-Methoxy-1-butyl acetate
Bis(2-ethoxyethyl) phthalate	<i>m,o,p</i> -Diethoxybenzene	3-Methoxyethyl acetate
Bis(2-methoxyethyl) carbonate	1,2-Diethoxyethane	2-Methoxyethyl vinyl ether
Bis(2-methoxyethyl) ether	Dimethoxymethane	Methoxy-1,3,5,7-cycloocta tetraene
Bis(2-methoxyethyl) phthalate	1,1-Dimethoxyethane	<i>beta</i> -Methoxypropionitrile
Bis(2-methoxymethyl) adipate	Dimethylketene	<i>m</i> -Nitrophenetole
Bis(2- <i>n</i> -butoxyethyl) phthalate	3,3-Dimethoxypropene	1-Octene
Bis(2-phenoxyethyl) ether	2,4-Dinitrophenetole	Oxybis(2-ethyl acetate)
Bis(4-chlorobutyl) ether	3,3-Dioxepane	Oxybis(2-ethyl benzoate)
Bis(chloromethyl) ether	Di(1-propynyl) ether	<i>beta, beta</i> -Oxydipropionitrile
2-Bromomethyl ethyl ether	Di(2-propynyl) ether	1-Pentene
<i>Beta</i> -Bromophenetole	Di- <i>n</i> -propoxynethane	Phenoxyacetyl chloride
<i>o</i> -Bromophenetole	1-2-Epoxy-3-isopropoxy propane	<i>alpha</i> -Phenoxypropionyl chloride
<i>p</i> -Bromophenetole	1,2-Epoxy-3-phenoxy propane	Phenyl <i>o</i> -propyl ether
3-Bromopropyl phenyl ether	<i>p</i> -Ethoxyacetophenone	<i>p</i> -Phenylphenetone
1,3-Butadiyne	1-(2-Ethoxyethoxy) ethyl acetate	<i>n</i> -Propyl ether
Buten-3-yne	2-Ethoxyethyl acetate	<i>n</i> -Propyl isopropyl ether
<i>Tert</i> -Butyl ethyl ether	(2-Ethoxyethyl)- <i>o</i> -benzoyl benzoate	Sodium 8,11,14-eicosatetraenoate
<i>Tert</i> -Butyl methyl ether	3-Ethoxypropionitrile	Sodium ethoxyacetylde
<i>n</i> -Butyl phenyl ether	2-Ethylacryldehyde oxime	Tetrahydropyran
<i>n</i> -Butyl vinyl ether	2-Ethylbutanol	Triethylene glycol diacetate
Chloroacetaldehyde diethylacetal	Ethyl <i>beta</i> -ethoxypropionate	Triethylene glycol dipropionate
2-Chlorobutadiene	2-Ethylhexanal	1,3,3-Trimethoxypropene
1-(2-Chloroethoxy)-2-phenoxyethane	Ethyl vinyl ether	1,1,2,3-Tetrachloro-1,3-buta diene
Chloroethylene	Furan	Vinyl cyclohexene
Chloromethyl methyl ether	2,5-Hexadiyn-1-ol	Vinylene carbonate
<i>b</i> -Chlorophenetole	4,5-Hexadien-2-yn-1-ol	Vinylidene chloride

## ตารางผนวกที่ 2 ระยะเวลาปลอดภัยในการเก็บสารเคมีที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์

รายละเอียด	ระยะเวลาจัดเก็บ
ยังไม่มีกรเปิดใช้	18 เดือน
เมื่อมีการเปิดใช้	
- สารเคมีในกลุ่ม ก ตารางผนวก 1	3 เดือน
- สารเคมีในกลุ่ม ข และ ง ตารางผนวก 1	12 เดือน