



รายงานการวิจัย

การจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Waste and Hazardous Waste Management from the
Laboratory Faculty of Science and Technology

วรินทร์ ขาดิสุภาพ
งานศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Waste and Hazardous Waste Management from the
Laboratory Faculty of Science and Technology

โดย

วรินทร์ ชาทิสภาพ

งานศูนย์วิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
งบประมาณรายได้
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

หัวข้อวิจัย	การจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ผู้วิจัย	วรินทร์ ชาดิสุภาพ
ที่ปรึกษา	อาจารย์พนิตทิพย์ แก้วแกมทอง
หน่วยงาน	งานศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2560

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการสารเคมีและของเสียจากห้องปฏิบัติการที่ถูกต้องและปลอดภัย เพื่อให้ได้คู่มือการจัดแยกประเภทและการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการจากผลการตรวจสอบพบปริมาณของเสียแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางเคมี แบ่งเป็นของเสียอันตรายที่ทราบชนิดและของเสียอันตรายที่ไม่ทราบชนิด ภายในระยะเวลา 1 เดือน พบว่า มีปริมาณของเสียอันตรายที่ทราบชนิด เป็นของแข็ง 15 กิโลกรัม ของเหลว 75 ลิตร และของเสียที่ไม่ทราบชนิด เป็นของแข็ง 12 กิโลกรัม และของเหลว 46 ลิตร และจากผลการสัมภาษณ์นักศึกษาระดับปริญญาตรีและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี พบว่ามีความรู้เรื่องการจัดการสารเคมีและของเสียจากห้องปฏิบัติการที่ถูกต้องและปลอดภัย ในระดับปานกลาง และได้นำข้อมูลดังกล่าวมาประกอบการสร้างคู่มือและแนวทางการจัดการสารเคมีและของเสียจากห้องปฏิบัติการที่ถูกต้องและปลอดภัย โดยมีคู่มือการจัดแยกประเภทและการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการ ข้อบังคับ ระเบียบกำกับ เพื่อให้เกิดการปฏิบัติอย่างจริงจัง

คำสำคัญ : การจัดการสารเคมี, ของเสียอันตราย

Subject Waste and Hazardous Waste management from the
Laboratory Faculty of Science and Technology
Researcher Miss warinthorn chatsuphaphp
Consultants Miss Pintip Keawkamtong
Department Science Center Job Faculty of Science and Technology
Phetchabun Rajabhat University 2560

Abstract

The research aim is to know the properly and safely way of chemicals and hazardous wastes management for classification and management of the waste guideline book form the laboratory. The results of waste in the chemical laboratory found that the amount of known and unknown type of hazardous waste. Within 1 month, there was a known type of hazardous solid waste 15 kg, 75 liters of liquid and unknown solid waste was 12 kg, 46 liters of liquid. The results of the interviews with undergraduate students and chemical officials revealed that knowledge of the management of chemicals and waste from the properly and safely laboratory showed the moderate level. This information has been provided to create the way of safety and security waste management guideline book. This guidebook consist of the classification and management of waste from the laboratory, regulatory regulations make it a serious practice.

(ค)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำคำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์พิณทิพย์ แก้วแกมทองเป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำให้แก่ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณ งานศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้ให้ความกรุณาด้านข้อมูลและสถานที่ทำวิจัย จึงขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

วรินทร์ ขาดิสภาพ

20 มีนาคม 2561

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
1.5 นิยามศัพท์.....	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.2 งานวิจัยที่สัมพันธ์กับเรื่องที่วิจัย.....	27
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	32
3.1 ประชากร.....	32
3.2 กลุ่มตัวอย่างและสุ่มตัวอย่าง.....	32
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	32
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	32
3.5 ระยะเวลาการวิจัย.....	32
3.6 วิธีการดำเนินการ.....	33
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	34
4.1 ผลการวิจัย.....	34
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	38
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	38
5.2 อภิปรายผล.....	38
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	38
บรรณานุกรม.....	40
ภาคผนวก.....	41
ภาคผนวก ก (คู่มือการแยกประเภทและการจัดการของเสีย).....	42
ภาคผนวก ข (แบบฟอร์มการเก็บรวบรวมจำนวนของเสียอันตราย).....	43
ประวัติคณะผู้วิจัย.....	47

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	ข้อมูลที่ใช้ในกระบวนการจัดการสารเคมี.....	4
2-2	ข้อห้ามการเก็บสารในภาชนะ.....	8
2-3	การติดฉลากสีเพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดเก็บสารเคมี.....	10
2-4	เกณฑ์การแยกเก็บสารกลุ่มที่ไม่ควรจัดเก็บไว้ในที่เดียวกัน.....	11

(ฉ)

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2-1 แสดงแผนผังหลักการการจัดแยกประเภทของเสีย.....	17
2-2 แสดงแผนผังหลักการการจัดแยกประเภทของเสียที่ไม่ทราบข้อมูล.....	17
2-3 แสดงตัวอย่างฉลากของเสีย.....	18
2-4 แสดงแผนผังการจำแนกประเภทของเสียอันตรายในระบบของ มจร.....	23

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

งานศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ภายใต้การดำเนินงานของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีห้องปฏิบัติการทางด้านเคมีและเคมีประยุกต์ ห้องปฏิบัติการด้านชีววิทยาและชีววิทยาประยุกต์ และงานให้บริการด้านการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างต่าง ๆ รวมทั้งการให้บริการที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือที่มีสารเคมีร่วมด้วย งานศูนย์วิทยาศาสตร์จึงได้ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการสารเคมีและของเสียจากห้องปฏิบัติการที่ถูกต้องและปลอดภัยทุกภาคส่วน โดยมีความมุ่งหวังให้การจัดการสารเคมีและของเสียจากห้องปฏิบัติการเป็นไปในแบบแผนเดียวกัน โดยยึดหลักของความปลอดภัยและความถูกต้องเหมาะสมตามระบบสากลนิยม และเพื่อให้ห้องปฏิบัติการทุกห้องปฏิบัติการสามารถที่จะแยกประเภทและจัดเก็บของเสียและสารเคมีทำให้สามารถรู้ชนิดและปริมาณของของเสียและสารเคมีของห้องปฏิบัติการต่างๆ ภายในงานศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อประโยชน์ในการที่จะติดตามรวบรวมและหาวิธีที่เหมาะสมในการบำบัดของเสียในห้องปฏิบัติการต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการสารเคมีและของเสียจากห้องปฏิบัติการที่ถูกต้องและปลอดภัย
2. เพื่อให้ได้คู่มือการจัดแยกประเภทและการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รูปแบบการจัดการสารเคมีและของเสียจากห้องปฏิบัติการที่ถูกต้องและปลอดภัย
2. นักศึกษาและนักวิจัยที่เกี่ยวข้องในการใช้ห้องปฏิบัติการด้านสารเคมีมีความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายและไม่อันตราย
3. ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการรู้ถึงวิธีการทั้งสารเคมีแต่ละประเภทและปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง
4. ปริมาณของเสียอันตรายลดลง ไม่มีของเสียที่ไม่รู้ประเภท (unknown waste)
5. ลดงบประมาณ ลดผลกระทบและความเสี่ยงต่อสุขภาพของคนในองค์กรตลอดจนถึงสิ่งแวดล้อม

1.5 นิยามศัพท์

การจัดการสารเคมี หมายถึง เป็นระบบควบคุมกำกับดูแลให้ห้องปฏิบัติการมีสารเคมีเท่าที่จำเป็นมีการเก็บและการใช้ที่ปลอดภัย เพื่อลดความเสี่ยงจากสารเคมีที่เป็นปัจจัยเสี่ยงหลักของห้องปฏิบัติการ การจัดการสารเคมี จึงต้องครอบคลุมวัฏจักรของสารเคมีในห้องปฏิบัติการ คือ ตั้งแต่การจัดหา การเก็บ การใช้จนกระทั่งกำจัดทิ้ง โดยใช้สารบบข้อมูลสารเคมีเป็นเครื่องมือ เพราะการจัดการสารเคมีต้องใช้ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับสารเคมีในครอบครอง จึงจะสามารถบริหารจัดการเพื่อการทำงานและการรับมือกับสารเคมีอย่างถูกต้อง

ของเสียอันตราย หมายถึง เศษสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือเสื่อมสภาพ รวมถึงภาชนะบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ที่ปนเปื้อนสารอันตราย ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการของเสียอันตราย มี 3 กลุ่มใหญ่ คือ ผู้ก่อกำเนิด (Waste Generator) ผู้ขนส่ง (Waste Transporter) ผู้รับบำบัดกำจัด (Waste Processor) ซึ่งแต่ละกลุ่มมีหน้าที่ความรับผิดชอบเพื่อให้การดำเนินการจัดการของเสียอันตรายเป็นไปอย่างถูกต้อง ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ ความปลอดภัยของประชาชน และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ระบบการจัดการสารเคมี

การจัดการสารเคมี เป็นระบบควบคุมกำกับดูแลให้ห้องปฏิบัติการมีสารเคมีเท่าที่จำเป็น มีการเก็บและการใช้ที่ปลอดภัย เพื่อลดความเสี่ยงจากสารเคมีที่เป็นปัจจัยเสี่ยงหลักของห้องปฏิบัติการ

การจัดการสารเคมี จึงต้องครอบคลุมวัฏจักรของสารเคมีในห้องปฏิบัติการ คือ ตั้งแต่การจัดหาการเก็บ การใช้ จนกระทั่ง กำจัดทิ้ง โดยใช้สารบบข้อมูลสารเคมีเป็นเครื่องมือ เพราะการจัดการสารเคมีต้องใช้ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับสารเคมีในครอบครองจึงจะสามารถบริหารจัดการเพื่อการทำงาน และการรับมือกับสารเคมีอย่างถูกต้อง

ระบบการจัดการสารเคมี จึงมีสองด้าน คือ ข้อมูล และ สารเคมี ดังนี้

การจัดการข้อมูลสารเคมี จัดทำสารบบสารเคมีและการจัดหาเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS) เพื่อให้มีข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการและควบคุมความเสี่ยงจากอันตรายของสารเคมีได้ การจัดการสารเคมี ประกอบด้วยกระบวนการต่อไปนี้(สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ <http://labsafety.nrct.go.th>)

การจัดหาสารเคมี

การจัดหาเป็นจุดเริ่มต้นของการนำความเสี่ยงเนื่องจากสารเคมีเข้ามาในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นเพื่อลดความเสี่ยงจากการมีสารเคมีที่ไม่จำเป็น การจัดหาสารเคมีจึงควรดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

- 1) ศึกษาข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี และทางเลือกการใช้สารที่ไม่มีหรือมีอันตรายน้อยกว่าแทน
- 2) ตรวจสอบว่าห้องปฏิบัติการมีสารเคมีที่ต้องการหรือไม่ โดยค้นหาชื่อสารเคมีในสารบบข้อมูลสารเคมีก่อนการจัดหา
- 3) จัดหาสารเคมีในปริมาณที่เหมาะสม เพราะนอกจากความเสี่ยงแล้ว ยังต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดสารเคมีที่เหลือด้วย
- 4) เตรียมที่จัดเก็บที่เหมาะสม
- 5) ตรวจสอบความถูกต้องและตรงกันของสารเคมีกับฉลากขวดบรรจุและเอกสารข้อมูลความปลอดภัยก่อนรับสารเคมี

การจัดเก็บสารเคมี ที่คำนึงถึงอันตรายของสาร และอันตรายที่เกิดจากสารเคมีที่เก็บไว้ด้วยกัน การทำปฏิกิริยากันเอง รวมถึงความสะดวกรวดเร็วในการค้นหาใช้งาน

องค์ประกอบของความปลอดภัยในการเก็บสารเคมี มีดังนี้

สารเคมีที่เก็บ

ต้องบรรจุในภาชนะ และปิดฝาสนิทแน่น หรือ ถังบรรจุแก๊ส มีฉลากถูกต้องชัดเจน แม้มิใช่สารอันตราย เช่น น้ำ มีตำแหน่งที่เก็บแน่นอน

สถานที่เก็บ ต้องเย็นและแห้ง อากาศถ่ายเทได้ ห่างจากแหล่งความร้อน เปลวไฟ แสงอาทิตย์ วงจรไฟฟ้า อ่างน้ำ และฝักบัวฉุกเฉิน อย่างไรก็ตาม สารเคมีบางประเภทบางชนิด

ต้องเก็บในที่ที่มีลักษณะเฉพาะ เช่น ตู้เย็น ตู้ที่ติดตั้งเครื่องพ่นน้ำหรือระบบระบายอากาศ หรือ มีการป้องกันสารเคมีจากการสัมผัสกับน้ำ ก่อนนำสารไปเก็บจึงต้องศึกษาข้อมูลจากเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS) ให้เข้าใจชัดเจนก่อน

การเก็บต้องแยกเก็บเป็นกลุ่มตามประเภทความเป็นอันตรายหรือเก็บตามคำแนะนำใน SDS ของสารนั้นๆ แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาด้วยว่า functional group ของสารนั้น ที่อาจมีได้มากกว่าหนึ่งชนิด จะต้องไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆ ที่จะเก็บไว้ด้วยกัน (chemical compatibility) ทำให้เกิดภัยอันตรายได้ และการติดฉลากสีตามกลุ่มประเภทความเป็นอันตรายที่ขวดสารเคมีจะช่วยให้ง่ายแก่การสังเกตในการจัดเก็บ นอกจากการจัดเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัยแล้ว ยังต้องมีการตรวจสอบสภาพของสารเคมี ฉลากภาชนะบรรจุฝาปิด ภาชนะรองรับ ตู้เก็บและชั้นวาง รวมถึงตำแหน่งที่วางสารอย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากความบกพร่องของสิ่งที่กล่าวมาข้างต้น

การสำรวจและคัดออกสารเคมีที่หมดอายุและเลิกใช้แล้ว เพื่อประหยัดพื้นที่เก็บและควบคุมให้ห้องปฏิบัติการมีสารเคมีเท่าที่จำเป็นเท่านั้น สารเคมี ที่ต้องคัดออกจากห้องปฏิบัติการ คือ

1) สารที่ไม่สามารถใช้งานได้จริง (ซึ่งอาจจะเสื่อมก่อนหรือหลังวันหมดอายุที่ระบุในฉลาก) สารที่ไม่ต้องการใช้แล้ว แม้จะยังไม่หมดอายุ

2) การสำรวจเบื้องต้นเพื่อค้นหาสารที่ต้องคัดออก สามารถใช้สารบบข้อมูลสารเคมีเป็นเครื่องมือ โดยใช้วันที่ที่หมดอายุเรียกค้นรายชื่อสารเคมีได้ รวมทั้งรายชื่อสารที่ต้องมีการตรวจสอบสภาพเป็นพิเศษ เช่น สารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์และรายการสารเคมีที่ใช้ในโครงการที่สิ้นสุดแล้ว อย่างไรก็ตาม การสำรวจจริงยังเป็นสิ่งจำเป็นต้องทำทุก 6 เดือน และภายหลังการคัดสารเคมีออกจากห้องปฏิบัติการแล้ว จะต้องตัดรายการของสารนั้นออกจากสารบบข้อมูลสารเคมีด้วย

การเคลื่อนย้ายสารเคมี ที่มีการป้องกันมิให้เกิดอุบัติเหตุ เพราะเป็นอันตรายแก่ตนเอง หรือ ผู้ทำการเคลื่อนย้ายต้องทราบว่าสารเคมีที่จะเคลื่อนย้ายคือสารอะไร และมีลักษณะความเป็นอันตรายอย่างไร ทั้งนี้เพื่อให้สามารถจัดการหรือสื่อสารให้ผู้ช่วยเหลือทราบได้ในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุสารหกหรือไหล และต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดดังนี้

1) สวมถุงมือ แว่นตานิรภัย เสื้อคลุมปฏิบัติการ (เสื้อกาวน์) และอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่จำเป็นอื่นๆ สำหรับการเคลื่อนย้ายสารเคมีและต้องดูแลเผื่อระวังสารเคมีที่เคลื่อนย้ายอย่างเคร่งครัด

2) สารเคมีที่เคลื่อนย้าย ต้องติดฉลากที่ถูกต้องชัดเจน บรรจุในภาชนะที่ปิดฝาสนิท หากจำเป็นอาจฉีกด้วยแผ่นพาราฟิล์ม หากเป็นของเหลวไวไฟต้องใช้ภาชนะที่ทนต่อแรงดัน

3) ต้องใช้ภาชนะรองรับ (secondary container) ขวดบรรจุสาร โดยภาชนะรองรับต้องไม่แตกหักง่าย เช่น ทำด้วยยาง เหล็ก หรือพลาสติก ที่มีขนาดที่สามารถบรรจุขวดสารเคมีนั้นได้ มีวัสดุกันกระแทกและหรือมีตัวดูดซับสารเคมีระหว่างขวด เช่น vermiculite หากเคลื่อนย้ายสารที่เข้ากันไม่ได้ต้องแยกภาชนะรองรับ

4) รถเข็นที่ใช้เคลื่อนย้ายสารเคมี ต้องมีแนวกันที่สูงเพียงพอที่จะกั้นขวดสารเคมี

5. การเคลื่อนย้ายสารเคมีและวัตถุดิบระหว่างชั้นให้ใช้ลิฟต์ขนของ หลีกเลี่ยงการใช้ลิฟต์ทั่วไป เพื่อไม่ให้แพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม

ข้อมูลที่ใช้ในกระบวนการจัดการสารเคมี

ตาราง 2-1 ข้อมูลที่ใช้ในกระบวนการจัดการสารเคมี

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ข้อมูลที่ต้องใช้	แหล่งข้อมูล
การจัดหา	รายการสารเคมีในครอบครองทั้งหมด	สารบบข้อมูลสารเคมี
การจัดเก็บ	สารเคมีที่จัดเก็บไว้ด้วยกันไม่ได้	เอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี
การสำรวจและคัดออก	วันที่หมดอายุ/วันที่เปิดใช้/วันที่ผลิต	สารบบข้อมูลสารเคมี
การเคลื่อนย้าย	ข้อควรระวังในการเคลื่อนย้ายสาร	เอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี

2.1.2 ข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี (Safety Data Sheet, SDS)

เอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Material Safety Data Sheet: MSDS หรือ Safety Data Sheet: SDS) เป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญของสารเคมี ที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับความปลอดภัย ทั้งนี้ ข้อมูลที่แสดงใน SDS ในบางหัวข้อจะประกอบด้วยค่าตัวแปรต่างๆ และข้อมูลเชิงเทคนิค เช่น ตัวแปรแสดงความเป็นพิษ (เช่น LD50, LC5, NOEL ฯลฯ) ค่ามาตรฐานด้านอาชีวอนามัย (เช่น TWA, TLV, STEL ฯลฯ) เป็นต้น ดังนั้นผู้อ่านควรทำความเข้าใจเพื่อที่จะสามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลใน SDS ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตามระบบสากล เช่น GHS ขององค์การสหประชาชาติ ข้อมูลใน SDS จะประกอบด้วย 16 หัวข้อ ดังนี้

- ข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีบริษัทผู้ผลิตและหรือจำหน่าย (identification) แสดงชื่อผลิตภัณฑ์ที่เหมือนกับที่แสดงบนฉลากของผลิตภัณฑ์ ชื่อสารเคมี วัตถุประสงค์การใช้งานของผลิตภัณฑ์ ชื่อที่อยู่และหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ผลิต ผู้นำเข้าหรือผู้จัดจำหน่าย และหมายเลขโทรศัพท์ฉุกเฉิน

- ข้อมูลความเป็นอันตราย (hazards identification) โดยระบุว่า
 - เป็นสารเคมีหรือเคมีภัณฑ์อันตรายหรือไม่ และเป็นสารประเภทใดตามเกณฑ์การจัดประเภทความเป็นอันตรายและระบุความเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมด้วย
 - ลักษณะความเป็นอันตรายที่สำคัญที่สุดของสารเคมีหรือเคมีภัณฑ์ ผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และอาการที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้และการใช้ที่ผิดวิธี
 - ความเป็นอันตรายอื่น ๆ ถึงแม้ว่าสิ่งเหล่านั้นจะไม่ได้จัดอยู่ในประเภทของความเป็นอันตรายตามข้อกำหนด

1) ส่วนประกอบและข้อมูลเกี่ยวกับส่วนผสม (composition/information on ingredients) ระบุสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบในเคมีภัณฑ์ ปริมาณความเข้มข้นหรือช่วงของความเข้มข้นของสารเคมีที่เป็นส่วนผสมของเคมีภัณฑ์ แสดงสัญลักษณ์ประเภทความเป็นอันตราย และรหัสประจำตัวของสารเคมี

2) มาตรการปฐมพยาบาล (first aid measures) ระบุวิธีการปฐมพยาบาลที่พิจารณาถึงคุณสมบัติและความเป็นอันตรายของสาร และความเหมาะสมกับลักษณะของการได้รับหรือสัมผัสกับสารนั้น รวมทั้งการใช้อุปกรณ์ในการช่วยเหลือเป็นพิเศษสำหรับเคมีภัณฑ์บางอย่าง

3) มาตรการผจญเพลิง (fire fighting measures) แสดงข้อมูลเกี่ยวกับการดับเพลิงเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้นเนื่องจากสารเคมีหรือเคมีภัณฑ์ ประกอบด้วย วัสดุที่เหมาะสมสำหรับการดับเพลิง วัสดุที่ไม่เหมาะสมสำหรับการดับเพลิง ความเป็นอันตรายที่จะเกิดขึ้นเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ ความเป็นอันตรายที่เกิดจากการเผาไหม้ของผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันภัยสำหรับผู้ผจญเพลิงหรือพนักงานดับเพลิง และคำแนะนำอื่น ๆ ในการดับเพลิง

4) มาตรการจัดการเมื่อมีการหกรั่วไหล (accidental release measures) ครอบคลุมถึง การป้องกันส่วนบุคคลเพื่อไม่ให้ได้รับอันตรายในการจัดการสารเคมีหรือเคมีภัณฑ์ที่หกรั่วไหล การดำเนินการเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม และวิธีทำความสะอาด เช่น การใช้วัสดุในการดูดซับ เป็นต้น

5) การใช้และการจัดเก็บ (handling and storage) ครอบคลุมถึง ข้อปฏิบัติในการใช้ทั้งเรื่องการจัดเก็บ สถานที่และการระบายอากาศ มาตรการป้องกันการเกิดละอองของเหลว มาตรการเพื่อการรักษาสีสิ่งแวดล้อม การเก็บรักษาอย่างปลอดภัย และข้อบ่งชี้พิเศษ

6) การควบคุมการได้รับสัมผัสและการป้องกันส่วนบุคคล (exposure controls/personal protection) ครอบคลุมถึง ปริมาณที่จำกัดการได้รับสัมผัส สำหรับผู้ปฏิบัติงานกับสารเคมีนั้น (exposure limit values) การควบคุมการได้รับสัมผัสสาร (exposure controls) เช่น หน้ากาก ถุงมือที่ใช้ป้องกันขณะปฏิบัติงาน และความรับผิดชอบของผู้ใช้สารเคมีตามกฎหมายเกี่ยวกับการป้องกันสิ่งแวดล้อม หากทำรั่วไหลปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม

7) สมบัติทางกายภาพและเคมี (physical and chemical properties) ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป เช่น ลักษณะที่ปรากฏ กลิ่น เป็นต้น ข้อมูลที่สำคัญต่อสุขภาพ ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม เช่น ความเป็นกรด-ด่าง (pH) จุดเดือด/ช่วงการเดือด จุดวาบไฟ ความไวไฟ สมบัติการระเหิด ความดันไอ อัตราการระเหย เป็นต้น และข้อมูลอื่น ๆ ที่เป็นตัวแปรเกี่ยวกับความปลอดภัย

8) ความเสถียรและการเกิดปฏิกิริยา (stability and reactivity) แสดงข้อมูลที่ครอบคลุมถึงสภาวะที่ควรหลีกเลี่ยง เช่น รายการของสภาวะต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุให้สารเคมีหรือเคมีภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาที่อันตราย วัสดุที่ควรหลีกเลี่ยง และสารอันตรายที่เกิดจากการสลายตัวของสารเคมีหรือเคมีภัณฑ์

9) ข้อมูลด้านพิษวิทยา (toxicological information) คำอธิบายที่สั้นและชัดเจนถึงความเป็นอันตรายที่มีต่อสุขภาพจากการสัมผัสกับสารเคมีหรือเคมีภัณฑ์ที่ได้จากการค้นคว้าและบทสรุปของการทดลองทางวิทยาศาสตร์ จำแนกข้อมูลตามลักษณะและช่องทางการรับสัมผัสสาร

เข้าสู่ร่างกาย เช่น ทางหายใจทางปาก ทางผิวหนัง และทางดวงตา เป็นต้น และข้อมูลผลจากพิษต่าง ๆ เช่น ก่อให้เกิดอาการแพ้ ก่อมะเร็ง เป็นต้น

10) ข้อมูลด้านระบบนิเวศ (ecological information) ระบุถึงการเปลี่ยนแปลงและการสลายตัวของสารเคมีในสิ่งแวดล้อมและความเป็นไปได้ของผลกระทบ และผลลัพธ์ต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการทดสอบ เช่น ข้อมูลความเป็นพิษที่มีต่อสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในน้ำ (ecotoxicity), ระดับปริมาณที่ถูกปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม (mobility) ระดับ/ความสามารถในการคงอยู่ และสลายตัวของสารเคมีหรือส่วนประกอบเมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อม (persistence and degradability) และ ระดับหรือปริมาณการสะสมในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (bioaccumulative potential)

11) ข้อพิจารณาในการกำจัด (disposal considerations) ระบุวิธีการกำจัดสารเคมีหรือเคมีภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม และถ้าการกำจัดสารเคมีหรือเคมีภัณฑ์มีความเป็นอันตรายต้องให้ข้อมูลเกี่ยวกับส่วนที่เหลือจากการกำจัด และข้อมูลในการจัดการกากอย่างปลอดภัย

12) ข้อมูลสำหรับการขนส่ง (transport information) แสดงข้อมูลเกี่ยวกับการขนส่งที่ผู้ใช้งานจำเป็นต้องรู้ หรือใช้ติดต่อสื่อสารกับบริษัทขนส่ง

13) ข้อมูลเกี่ยวกับกฎข้อบังคับ (regulatory information) แสดงข้อมูลกฎหมายหรือข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย สุขภาพ และสิ่งแวดล้อมของสารเคมี

14) ข้อมูลอื่นๆ (other information) แสดงข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดเตรียม SDS ที่ผู้จัดทำนายประเมินแล้วเห็นว่าเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญ และไม่ได้แสดงอยู่ในหัวข้อ 1-15 เช่น ข้อมูลอ้างอิง แหล่งข้อมูลที่รวบรวม ข้อมูลการปรับปรุงแก้ไข (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ <http://labsafety.nrct.go.th>)

2.1.3 ข้อกำหนด การจัดเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารไวไฟ

1) ในห้องปฏิบัติการต้องมีการกำหนดบริเวณการจัดเก็บสารไวไฟไว้โดยเฉพาะ และไม่นำสารอื่นมาเก็บไว้ในบริเวณที่เก็บสารไวไฟ

2) สารไวไฟต้องเก็บให้พ้นจากแสงอาทิตย์ และห่างจากความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ และเปลวไฟ

3) ห้ามเก็บสารไวไฟหรือสารที่ไหม้ไฟได้ไว้ในห้องปฏิบัติการมากกว่า 50 ลิตร และต้องไม่บรรจุในภาชนะที่ใหญ่เกินจำเป็น เช่น ขนาดใหญ่กว่า 20 ลิตร (carboy)

4) ในกรณีที่ภายในห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องเก็บสารไวไฟหรือสารที่ไหม้ไฟได้ไว้มากกว่า 50 ลิตร ต้องเก็บไว้ในตู้เฉพาะที่ใช้สำหรับเก็บสารไวไฟ หากต้องเก็บในที่เย็น ตู้เย็นที่ใช้เก็บต้องมีระบบป้องกันการเกิดประกายไฟหรือปัจจัยอื่นๆ ที่อาจทำให้เกิดการติดไฟหรือระเบิดได้ (explosion-proof refrigerator)

5) ห้ามเก็บสารไวไฟในตู้เย็นสำหรับใช้ในบ้าน เนื่องจากภายในตู้เย็นที่ใช้ในบ้านไม่มีระบบป้องกันการติดไฟ และยังมีวัสดุหลายอย่างที่เป็นสาเหตุให้เกิดการติดไฟได้ เช่น หลอดไฟ ภายในตู้เย็น เป็นต้น

2.1.4 ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารกัดกร่อน

- 1) ห้ามเก็บขวดสารกัดกร่อน (ทั้งกรดและเบส) ขนาดใหญ่ (ปริมาณมากกว่า 1 ลิตร หรือ 1.5 กิโลกรัม) ไว้ในระดับที่สูงเกิน 60 เซนติเมตร (2 ฟุต)
- 2) ห้ามเก็บขวดสารกัดกร่อน (ทั้งกรด และเบส) ทุกชนิด เหนือกว่าระดับสายตา
- 3) ขวดกรดต้องเก็บไว้ในตู้ไม้ หรือตู้สำหรับเก็บกรดโดยเฉพาะที่ทำจากวัสดุป้องกันการกัดกร่อน เช่น พลาสติก หรือวัสดุอื่นๆ ที่เคลือบด้วยอีพ็อกซี่ (epoxy enamel) และมีภาชนะรองรับ เช่น ถาดพลาสติก หรือมีวัสดุห่อหุ้มป้องกันการรั่วไหล
- 4) การเก็บขวดกรดขนาดเล็ก (ปริมาณไม่เกิน 1 ลิตร หรือ 1.5 กิโลกรัม) บนชั้นวาง ต้องมีภาชนะรองรับ เช่น ถาดพลาสติก หรือมีวัสดุห่อหุ้มป้องกันการรั่วไหล

2.1.5 ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บแก๊ส

- 1) เก็บถังแก๊สในที่แห้ง อากาศถ่ายเทได้ดี ห่างจากความร้อน ประกายไฟ แหล่งกำเนิดไฟ วงจรไฟฟ้า
- 2) การเก็บถังแก๊สในห้องปฏิบัติการต้องมีอุปกรณ์ยึดที่แข็งแรง ถังแก๊สทุกถังต้องมีสายคาดหรือโซ่ยึดกับผนัง โต๊ะปฏิบัติการ หรือที่รองรับอื่นๆ ที่สามารถป้องกันอันตรายให้กับผู้ปฏิบัติงานในบริเวณใกล้เคียงจากน้ำหนักของถังแก๊สที่ล้มมาทับได้ โดยทั่วไปสายยึดต้องคาดเหนือกึ่งกลางถัง ในระดับประมาณ 2/3 ของถัง
- 3) ถังแก๊สทุกถังต้องมีที่ปิดครอบหัวถัง ถังแก๊สที่ไม่ได้สวมมาตรวัดต้องมีฝาปิดครอบหัวถังที่มีสกรูครอบอยู่เสมอ ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายจากแก๊สภายในถังพุ่งออกมาอย่างรุนแรง หากวาล์วควบคุมที่คอถังเกิดความเสียหาย
- 4) ห้ามเก็บถังแก๊สเปลารวมอยู่กับถังแก๊สที่มีแก๊ส และต้องติดป้ายระบุไว้อย่างชัดเจนว่าเป็นถังแก๊สเปล่า หรือถังแก๊สที่มีแก๊ส
- 5) ถังแก๊สที่บรรจุแก๊สอันตรายหรือแก๊สพิษ (ตามรายการด้านล่าง) ต้องเก็บในตู้เก็บถังแก๊สโดยเฉพาะที่มีระบบระบายอากาศ หรือหากเป็นถังแก๊สขนาดเล็ก (lecture cylinders หรือ 4-L tanks) ต้องเก็บไว้ในตู้ควันและห้ามเก็บเกิน 2 ถัง
- 6) เก็บถังแก๊สออกซิเจนห่างจากถังแก๊สเชื้อเพลิง (เช่น acetylene) แก๊สไวไฟ และวัสดุไหม้ไฟได้ (combustible materials) อย่างน้อย 6 เมตร (20 ฟุต) หรือบังด้วยฉาก/ผนังกันที่ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ ที่มีความสูงอย่างน้อย 1.5 เมตร (5 ฟุต) และสามารถหน่วงไฟได้อย่างน้อยครึ่งชั่วโมง

2.1.6 ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารออกซิไดซ์

- 1) เก็บสารออกซิไดซ์ห่างจากสารไวไฟ สารอินทรีย์ และสารที่ไหม้ไฟได้
- 2) เก็บสารที่มีสมบัติออกซิไดซ์สูง (เช่น กรดโครมิก) ไว้ในภาชนะแก้วหรือภาชนะที่มีสมบัติเฉื่อย
- 3) ห้ามใช้ขวดที่ปิดด้วยจุกคอร์กหรือจุกยางเก็บสารออกซิไดซ์

เนื่องจากสารออกซิไดซ์สามารถทำให้เกิดเพลิงไหม้และการระเบิดได้เมื่อสัมผัสกับสารไวไฟและสารที่ไหม้ไฟได้ เมื่อสารที่ไหม้ไฟได้สัมผัสกับสารออกซิไดซ์จะทำให้อัตราในการลุกไหม้เพิ่มขึ้น ทำให้สารไหม้ไฟได้เกิดการลุกติดไฟขึ้นทันที หรืออาจเกิดการระเบิดเมื่อได้รับความร้อน การสั่นสะเทือน (shock) หรือแรงเสียดทาน

2.1.7 ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารที่ไวต่อปฏิกิริยา

1) มีการกำหนดพื้นที่ในห้องปฏิบัติการไว้เป็นส่วนต่างหาก เพื่อแยกเก็บสารที่ไวต่อปฏิกิริยาต่างๆ (พอลิเมอร์เซชัน สารที่ไวต่อปฏิกิริยาเมื่อสัมผัสกับน้ำ สาร pyrophoric หรือ สารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ และสารที่ไวต่อปฏิกิริยาเมื่อเกิดการเสียดสีหรือกระทบกระแทก) โดยหลีกเลี่ยงสภาวะที่ทำให้สารเกิดปฏิกิริยา เช่น น้ำ แสง ความร้อน วงจรไฟฟ้า ฯลฯ ตัวอย่างเช่น สารที่ไวต่อปฏิกิริยาเมื่อสัมผัสกับน้ำต้องเก็บให้ห่างจากอ่างน้ำ ฝักบัวฉุกเฉิน เป็นต้น

2) ตู้เก็บสารไวต่อปฏิกิริยาต่างๆต้องมีการติดคำเตือนชัดเจน เช่น “สารไวต่อปฏิกิริยา-ห้ามใช้น้ำ” เป็นต้น

3) เก็บสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ห่างจากความร้อน แสง และแหล่งกำเนิดประกายไฟ

4) ภาชนะบรรจุสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ต้องมีฝาหรือจุกปิดที่แน่นหนา เพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสอากาศ

5) ห้ามเก็บสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ในภาชนะที่มีฝาเกลียวหรือฝาแก้ว เนื่องจากแรงเสียดทานขณะเปิดอาจทำให้เกิดการระเบิดได้ อาจใช้เป็นขวดพลาสติกที่เป็นฝาเกลียวแทน (polyethylene bottles with screw-top lids)

6) มีการตรวจสอบวันหมดอายุ หรือการเกิดเปอร์ออกไซด์ของสาร เช่น Dioxane, Ethers, Furans (e.g. tetrahydrofuran or THF), Picric acid และ Sodium amide

ภาชนะบรรจุ

- ภาชนะบรรจุต้องทำด้วยวัสดุที่ทนต่อสารเคมี
- ภาชนะและฝาปิด ต้องไม่แตกร้าวหรือรั่วซึม

ข้อห้ามการเก็บสารในภาชนะต่อไปนี้

ตาราง 2-2 ข้อห้ามการเก็บสารในภาชนะต่อไปนี้

สารเคมี	การเก็บสารเคมี
กรดไฮโดรฟลูออริก	ห้ามเก็บในภาชนะแก้ว เพราะสามารถกัดกร่อนแก้วได้
สารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์	ห้ามเก็บในภาชนะแก้วที่มีฝาเกลียวหรือฝาแก้ว เพราะเมื่อปิดเกลียวปิด-เปิดฝามีการเสียดสี ทำให้เกิดการระเบิด ควรใช้เป็นขวดพลาสติกที่เป็นฝาเกลียวแทน (polyethylene bottles with screw-top lids)
สารละลายต่าง ที่มี pH สูงกว่า 11	ห้ามเก็บในภาชนะแก้ว เพราะสามารถกัดกร่อนแก้วได้
สารออกซิไดซ์สูง (เช่น กรดโครมิก)	เก็บในภาชนะแก้วหรือภาชนะที่ทำด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติเฉื่อย ห้ามใช้จุกคอร์กหรือจุกยาง ปิดขวดหรือภาชนะ

ภาชนะรองรับ

ภาชนะรองรับ (secondary container) ต้องทำด้วยวัสดุที่ทนต่อสารเคมี และมีความจุเพียงพอที่รองรับสารเคมีได้ทั้งหมด หากหกหรือรั่วไหล

ถังบรรจุแก๊ส

1) ต้องมีโช้หรือสายคาดเหนือกึ่งกลางหรือ 2/3 ของความสูงของถังสำหรับยึดกับผนัง โต๊ะปฏิบัติการ หรือที่รองรับอื่นๆ ที่สามารถป้องกันอันตรายให้กับผู้ปฏิบัติงานในบริเวณใกล้เคียงจาก น้ำหนักของถังแก๊สที่ล้มมาทับได้

2) หัวถังต้องมีฝาครอบที่มีสกรูครอบอยู่เสมอเมื่อไม่มาตรัด ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายจากแก๊สภายในถังพุ่งออกมาอย่างรุนแรง หากวาล์วควบคุมที่คอถังเกิดความเสียหาย

3) ถังก๊าซต้องระบุชื่อก๊าซที่บรรจุให้เห็นชัดเจน

4) ติดป้ายระบุไว้อย่างชัดเจนว่าเป็นถังแก๊สเปล่า หรือถังแก๊สที่มีแก๊ส

5) ต้องแยกเก็บถังแก๊สเปล่ากับถังที่มีแก๊ส

ฉลาก

1) ขวดทุกใบที่มีสารบรรจุอยู่ ต้องมีฉลากระบุชื่อสารแม้ไม่ใช่สารอันตราย เช่น น้ำ

2) ฉลาก ควรมีลักษณะดังนี้

2.1 มีข้อมูลบนฉลากสมบูรณ์และชัดเจน

2.1.1 ฉลากสารเคมี ควรมีข้อมูลต่อไปนี้

2.2.2 ชื่อเต็มของสารเคมี และ CAS number

2.2.3 ความเป็นอันตรายของสารต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสัตว์

สิ่งแวดล้อม รวมถึงพิษภัยทางเคมีและกายภาพ

2.2.4 คำเตือนเกี่ยวกับการเก็บและใช้

2.2.5 วันหมดอายุ/วันที่ผลิต

2.2.6 ชื่อผู้ผลิต

2.2.7 ข้อมูลเกี่ยวกับสาร เช่น degree of hydration, purity

2.2.8 ปริมาณสารในบรรจุภัณฑ์

2.2.9 สูตรทางเคมี และน้ำหนักโมเลกุลของสาร

2.2 ชื่อสารเคมีต้องเป็นชื่อเต็ม และมีคำเตือนเกี่ยวกับอันตราย

2.3 ควรระบุเพิ่มเติม วันที่ได้รับสารเคมี และวันที่เปิดใช้สารเคมีเป็นครั้งแรก

2.4 หากเป็น stock solution หรือ working solution ที่เตรียมขึ้นเองให้

ระบุ ชื่อสารเคมี ส่วนผสม ความเข้มข้น ชื่อผู้เตรียม และวันที่เตรียมด้วย

3. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของฉลากบนภาชนะสารเคมีอย่างสม่ำเสมอ

3.1 ฉลากต้องมีข้อมูลครบถ้วน

3.2 ข้อความบนฉลากมีความชัดเจน ไม่จาง ไม่เลือน

การติดฉลากสีตามกลุ่มประเภทความเป็นอันตรายที่ขวดสารเคมี เพื่อช่วยให้ง่ายแก่การสังเกตในการจัดเก็บ

ตาราง 2-3 การติดฉลากสีเพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดเก็บสารเคมี

รหัสการเก็บรักษา	สี	ความหมาย	เก็บให้ห่างจาก	ข้อกำหนดการเก็บรักษา
R	สีแดง	สารไวไฟ	สีเหลือง, สีน้ำเงิน, สีขาว และสีเทา	เก็บในพื้นที่ที่กำหนดไว้สำหรับวัสดุไวไฟ
Y	สีเหลือง	สารไวต่อปฏิกิริยาและสารออกซิไดซ์	สีแดง	เก็บให้ห่างจากวัสดุไวไฟและไหม้ไฟได้
B	สีน้ำเงิน	สารอันตรายต่อสุขภาพ (สารพิษ)		เก็บในพื้นที่ปลอดภัย
W	สีขาว	สารกัดกร่อน	สีแดง, สีเหลือง และสีน้ำเงิน	เก็บให้ห่างจากสารไวไฟ, สารไวต่อปฏิกิริยา, สารออกซิไดซ์, และสารพิษ
G	สีเทา	ไม่มีสารอันตรายต่อสุขภาพมาก	ไม่มีข้อกำหนดเฉพาะ	ขึ้นกับสารเคมีแต่ละชนิด

ที่มา Department of Microbiology, University of Manitoba [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://umanitoba.ca/science/microbiology/WHMIS/WHMISincompatibility.htm> สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มีนาคม 2555

การแบ่งกลุ่มจัดเก็บสารเคมี

การจัดเก็บสารเคมี ต้องแยกเก็บเป็นกลุ่มตามประเภทความเป็นอันตราย ดังนี้

1. สารกัดกร่อน
2. สารไวไฟ
3. สารระเบิดได้
4. สารออกซิไดซ์
5. สารที่ไวต่อปฏิกิริยา
6. สารพิษ

เกณฑ์การแยกเก็บสารกลุ่มที่ไม่ควรจัดเก็บไว้ในที่เดียวกัน

ตาราง 2-4 เกณฑ์การแยกเก็บสารกลุ่มที่ไม่ควรจัดเก็บไว้ในที่เดียวกัน

	Acids, inorganic	Acids, oxidizing	Acids, organic	Alkalis (bases)	Oxidizers	Poisons, inorganic	Poisons, organic	Water– reactives	Organic solvents
Acids, inorganic			X	X		X	X	X	X
Acids, oxidizing			X	X		X	X	X	X
Acids, organic	X	X		X	X	X	X	X	
Alkalis (bases)	X	X	X				X	X	X
Oxidizers			X				X	X	X
Poisons, inorganic	X	X	X				X	X	X
Poisons, organic	X	X	X	X	X	X			
Water–reactives	X	X	X	X	X	X			
Organic solvents	X	X		X	X	X			

หมายเหตุ X = เข้ากันไม่ได้

ที่มา Chemical segregation (Hazard class), Lawrence Berkeley National Laboratory (Berkeley Lab), U.S. Department of Energy [ออนไลน์] เข้าถึงได้

จาก <http://www.lbl.gov/ehs/chsp/html/storage.shtml> สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มีนาคม 2555

* กลุ่มสารที่ควรหลีกเลี่ยงการเก็บไว้ใกล้กัน *

2.1.8 ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารไวไฟ

1) ในห้องปฏิบัติการต้องมีการกำหนดบริเวณการจัดเก็บสารไวไฟไว้โดยเฉพาะ และไม่นำสารอื่นมาเก็บไว้ในบริเวณที่เก็บสารไวไฟ

2) สารไวไฟต้องเก็บให้พ้นจากแสงอาทิตย์ และห่างจากความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ และเปลวไฟ

3) ห้ามเก็บสารไวไฟหรือสารที่ไหม้ไฟได้ไว้ในห้องปฏิบัติการมากกว่า 50 ลิตร และต้องไม่บรรจุในภาชนะที่ใหญ่เกินจำเป็น เช่น ขนาดใหญ่กว่า 20 ลิตร (carboy)

4) ในกรณีที่ภายในห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องเก็บสารไวไฟหรือสารที่ไหม้ไฟได้ไว้มากกว่า 50 ลิตร ต้องเก็บไว้ในตู้เฉพาะที่ใช้สำหรับเก็บสารไวไฟ หากต้องเก็บในที่เย็น ตู้เย็นที่ใช้เก็บต้องมีระบบป้องกันการเกิดประกายไฟหรือปัจจัยอื่นๆ ที่อาจทำให้เกิดการติดไฟหรือระเบิดได้ (explosion-proof refrigerator)

5) ห้ามเก็บสารไวไฟในตู้เย็นสำหรับใช้ในบ้าน เนื่องจากภายในตู้เย็นที่ใช้ในบ้านไม่มีระบบป้องกันการติดไฟ และยังมีวัสดุหลายอย่างที่เป็นสาเหตุให้เกิดการติดไฟได้ เช่น หลอดไฟภายในตู้เย็น เป็นต้น

2.1.9 ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารกัดกร่อน

- 1) ห้ามเก็บขวดสารกัดกร่อน (ทั้งกรด และเบส) ขนาดใหญ่ (ปริมาณมากกว่า 1 ลิตร หรือ 1.5 กิโลกรัม) ไว้ในระดับที่สูงเกิน 60 เซนติเมตร (2 ฟุต)
- 2) ห้ามเก็บขวดสารกัดกร่อน (ทั้งกรด และเบส) ทุกชนิด เหนือกว่าระดับสายตา
- 3) ขวดกรดต้องเก็บไว้ในตู้ไม้ หรือตู้สำหรับเก็บกรดโดยเฉพาะที่ทำจากวัสดุป้องกันการกัดกร่อน เช่น พลาสติก หรือวัสดุอื่นๆ ที่เคลือบด้วยอีพอกซี (epoxy enamel) และมีภาชนะรองรับ เช่น ถาดพลาสติก หรือมีวัสดุห่อหุ้มป้องกันการรั่วไหล
- 4) การเก็บขวดกรดขนาดเล็ก (ปริมาณไม่เกิน 1 ลิตร หรือ 1.5 กิโลกรัม) บนชั้นวาง ต้องมีภาชนะรองรับ เช่น ถาดพลาสติก หรือมีวัสดุห่อหุ้มป้องกันการรั่วไหล

2.1.10 ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บแก๊ส

- 1) เก็บถังแก๊สในที่แห้ง อากาศถ่ายเทได้ดี ห่างจากความร้อน ประกายไฟ แหล่งกำเนิดไฟ วงจรไฟฟ้า
- 2) การเก็บถังแก๊สในห้องปฏิบัติการต้องมีอุปกรณ์ยึดที่แข็งแรง ถังแก๊สทุกถังต้องมีสายคาดหรือโซ่ยึดกับผนัง โต๊ะปฏิบัติการ หรือที่รองรับอื่นๆ ที่สามารถป้องกันอันตรายให้กับผู้ปฏิบัติงานในบริเวณใกล้เคียงจากน้ำหนักของถังแก๊สที่ล้มมาทับได้ โดยทั่วไปสายยึดต้องคาดเหนือกึ่งกลางถัง ในระดับประมาณ 2/3 ของถัง
- 3) ถังแก๊สทุกถังต้องมีที่ปิดครอบหัวถัง ถังแก๊สที่ไม่ได้สวมมาตรวัดต้องมีฝาปิดครอบหัวถังที่มี สกรูครอบอยู่เสมอ ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายจากแก๊สภายในถังพุ่งออกมาอย่างรุนแรง หากวาล์วควบคุมที่คอถังเกิดความเสียหาย
- 4) ห้ามเก็บถังแก๊สเปลารวมอยู่กับถังแก๊สที่มีแก๊ส และต้องติดป้ายระบุไว้อย่างชัดเจนว่าเป็นถังแก๊สเปล่า หรือถังแก๊สที่มีแก๊ส
- 5) ถังแก๊สที่บรรจุแก๊สอันตรายหรือแก๊สพิษ (ตามรายการด้านล่าง) ต้องเก็บในตู้เก็บถังแก๊สโดยเฉพาะที่มีระบบระบายอากาศ หรือหากเป็นถังแก๊สขนาดเล็ก (lecture cylinders หรือ 4-L tanks) ต้องเก็บไว้ในตู้ควันและห้ามเก็บเกิน 2 ถัง
- 6) เก็บถังแก๊สออกซิเจนห่างจากถังแก๊สเชื้อเพลิง (เช่น acetylene) แก๊สไวไฟ และวัสดุไหม้ไฟได้ (combustible materials) อย่างน้อย 6 เมตร (20 ฟุต) หรือบังด้วยฉาก/ผนังกันที่ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ ที่มีความสูงอย่างน้อย 1.5 เมตร (5 ฟุต) และสามารถหน่วงไฟได้อย่างน้อยครึ่งชั่วโมง

2.1.11 ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารออกซิไดซ์

- 1) เก็บสารออกซิไดซ์ห่างจากสารไวไฟ สารอินทรีย์ และสารที่ไหม้ไฟได้
- 2) เก็บสารที่มีสมบัติออกซิไดซ์สูง (เช่น กรดโครมิก) ไว้ในภาชนะแก้วหรือภาชนะที่มีสมบัติเฉื่อย
- 3) ห้ามใช้ขวดที่ปิดด้วยจุกคอร์กหรือจุกยางเก็บสารออกซิไดซ์

เนื่องจากสารออกซิไดซ์สามารถทำให้เกิดเพลิงไหม้และการระเบิดได้เมื่อสัมผัสกับสารไวไฟและสารที่ไหม้ไฟได้ เมื่อสารที่ไหม้ไฟได้สัมผัสกับสารออกซิไดซ์จะทำให้อัตราในการลุกไหม้เพิ่มขึ้น ทำให้สารไหม้ไฟได้เกิดการลุกติดไฟขึ้นทันที หรืออาจเกิดการระเบิดเมื่อได้รับความร้อน การสั่นสะเทือน (shock) หรือแรงเสียดทาน

2.1.12 ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารที่ไวต่อปฏิกิริยา

1) มีการกำหนดพื้นที่ในห้องปฏิบัติการไว้เป็นสัดส่วนต่างหาก เพื่อแยกเก็บสารที่ไวต่อปฏิกิริยาต่างๆ (พอลิเมอร์เซชัน สารที่ไวต่อปฏิกิริยาเมื่อสัมผัสกับน้ำ สาร pyrophoric หรือ สารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ และสารที่ไวต่อปฏิกิริยาเมื่อเกิดการเสียดสีหรือกระทบกระแทก) โดยหลีกเลี่ยงสถานะที่ทำให้สารเกิดปฏิกิริยา เช่น น้ำ แสง ความร้อน วงจรไฟฟ้า ฯลฯ ตัวอย่างเช่น สารที่ไวต่อปฏิกิริยาเมื่อสัมผัสกับน้ำต้องเก็บให้ห่างจากอ่างน้ำ ฝักบัวฉุกเฉิน เป็นต้น

2) ตู้เก็บสารไวต่อปฏิกิริยาต่างๆต้องมีการติดคำเตือนชัดเจน เช่น “สารไวต่อปฏิกิริยา-ห้ามใช้น้ำ” เป็นต้น

3) เก็บสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ให้ห่างจากความร้อน แสง และแหล่งกำเนิดประกายไฟ

4) ภาชนะบรรจุสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ต้องมีฝาหรือจุกปิดที่แน่นหนา เพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสอากาศ

5) ห้ามเก็บสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ในภาชนะที่มีฝาเกลียวหรือฝาแก้ว เนื่องจากแรงเสียดทานขณะเปิดอาจทำให้เกิดการระเบิดได้ อาจใช้เป็นขวดพลาสติกที่เป็นฝาเกลียวแทน (polyethylene bottles with screw-top lids)

6) มีการตรวจสอบวันหมดอายุ หรือการเกิดเปอร์ออกไซด์ของสาร เช่น

Dioxane, Ethers, Furans (e.g. tetrahydrofuran or THF), Picric acid และ Sodium amide\

*เกณฑ์การพิจารณาในการทิ้งสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์

แก๊สอันตราย

Ammonia	Dichloroborane	Hydrogen sulfide
Arsenic pentafluoride	Dichlorosilane	Methylamine
Arsine	Dimethylamine	Methyl bromide
Boron trifluoride	Ethylamine	Methyl chloride
1,3-Butadiene	Ethylene oxide	Methyl mercaptan
Carbon monoxide	Fluorine	Nitrogen oxides
Carbon oxysulfide	Formaldehyde	Phosgene
Chlorine	Germane	Phosphine
Chlorine monoxide	Hydrogen chloride, anhydrous	Silane
Chlorine trifluoride	Hydrogen cyanide	Silicon tetrafluoride
Chloroethane	Hydrogen fluoride	Stibine
Cyanogen	Hydrogen selenide	Trimethylamine
Diborane		Vinyl chloride

ตัวอย่างกลุ่มสารออกซิไดซ์ตัวอย่างกลุ่มสารออกซิไดซ์

Peroxides (O_2^{2-})	Chlorates (ClO_3^-)	Chlorites (ClO_2^-)
Dichromates ($Cr_2O_7^{2-}$)	Hypochlorites (ClO^-)	Nitrates (NO_3^-)
Nitrites (NO_2^-)	Perchlorates (ClO_4^-)	Permanganates (MnO_4^-)
Persulfates ($S_2O_8^{2-}$)		

เกณฑ์การทิ้งสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์

สารที่ทำให้เกิดเปอร์ออกไซด์ ควรกำจัดทิ้งหลังจากเก็บนานเกิน 3 เดือน ได้แก่

Divinyl acetylene	Divinyl ether
Isopropyl ether	Potassium metal
Sodium amide	Vinylidene chloride

สารที่ทำให้เกิดเปอร์ออกไซด์เมื่อมีความเข้มข้น ควรกำจัดทิ้งหลังจากเก็บนานเกิน 1 ปี ได้แก่

Acetal	Dioxane
Cumene	Ethylene glycol dimethyl ether (diglyme)
Cyclohexene	Furan
Cycloxyene	Methyl acetylene
Cyclopentene	Methylcyclopentane
Diacetylene	Methyl isobutyl ketone
Dicyclopentadiene	Tetrahydronaphtalene (Tetralin)
Diethyl ether	Tetrahydrofuran
Diethylene glycol dimethyl ether (glyme)	Vinyl ethers

สารที่ทำให้เกิดเปอร์ออกไซด์และเกิดพอลิเมอร์แข็ง ควรกำจัดทิ้งหลังจากเก็บนานเกิน 1 ปี ได้แก่

Acrylic acid	Styrene
Acrylonitrile	Tetrafluoroethylene
Butadiene	Vinyl acetylene
Chloroprene	Vinyl acetate
Chlorotrifluoroethylene	Vinyl chloride
Methyl methacrylate	Vinyl pyridine

สารเหล่านี้หากเก็บในสถานะของเหลว จะมีโอกาสเกิดเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้น และมอนอเมอร์บางชนิด (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง butadiene chloroprene และ tetrafluoroethylene) จึงควรกำจัดทิ้งหลังจากเก็บนานเกิน 3 เดือน

ตู้เย็น

ตู้เย็นที่ใช้เก็บสารเคมีต้องมีระบบป้องกันการเกิดประกายไฟหรือปัจจัยอื่นๆ ที่อาจทำให้เกิดการติดไฟหรือระเบิดได้ (explosion-proof refrigerator)

ห้ามใช้ตู้เย็นสำหรับใช้ในบ้านเก็บสารเคมี เพราะภายในตู้ไม่มีระบบป้องกันการติดไฟ และยังมีวัสดุหลายอย่างที่เป็นสาเหตุให้เกิดการติดไฟได้ เช่น หลอดไฟภายในตู้เย็น เป็นต้น

การจัดการของเสีย

ของเสียหรือขยะในห้องปฏิบัติการ เป็นของเสียหรือขยะที่อาจมีสารเคมีปนเปื้อน ซึ่งอาจเป็นสารที่ใช้หรือสารใหม่ที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาในการศึกษาทดลอง จึงต้องมีการจัดการของเสียและขยะจากการปฏิบัติการอย่างเป็นระบบ

- 1) เพื่อมิให้สารเคมีรั่วไหลแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม
- 2) ป้องกันการเกิดอันตรายจากสารเคมีที่ทิ้งเข้าทำปฏิกิริยากัน
- 3) ช่วยลดปริมาณของเสียและประหยัดงบประมาณในการกำจัด

กระบวนการดำเนินงานเกี่ยวกับของเสียและขยะ จำเป็นต้องประกอบด้วย การจัดการข้อมูลควบคู่ไปกับการจัดการของเสีย ดังนี้

- 1) การจัดการข้อมูลของเสียสารเคมี
- 2) การจำแนกประเภทของของเสีย
- 3) การรวบรวมและจัดเก็บของเสีย
- 4) การบำบัดและกำจัดของเสีย
- 5) การตรวจติดตามประเมินและรายงานผลการดำเนินการด้านต่างๆของการ

จัดการของเสีย

2.1.13 การจัดการข้อมูลของเสียสารเคมี

ข้อมูลและรายงานการดำเนินงานเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการจัดการของเสีย เมื่อผู้ปฏิบัติสามารถบันทึกข้อมูลการรวบรวมของเสียของตนได้สะดวกและเป็นระบบ จะช่วยให้ประมวลผลได้รวดเร็ว เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ดังต่อไปนี้

ผู้ปฏิบัติงาน สามารถติดตามดูแลและดำเนินการเก็บรวบรวมและกำจัดของเสียด้วยการตรวจสอบข้อมูลในระบบ

ผู้บริหารสามารถใช้รายงานที่ได้จากการประมวลภาพรวมของประเภทและชนิดของของเสียอันตราย ในการวางแผนป้องกันอันตรายจากภัยของของเสียและขยะสารเคมีอันตราย บริหารงบประมาณการกำจัดของเสีย และกำหนดนโยบายและแผนลดปริมาณของเสีย

โครงสร้างของระบบบันทึกข้อมูลของเสียสารเคมี ควรประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- 1) ประเภทของเสีย
- 2) รหัสภาชนะบรรจุ (Bottle ID)
- 3) ห้องที่จัดเก็บของเสีย (Storage room)
- 4) อาคารที่จัดเก็บของเสีย (Storage building)
- 5) ปริมาณของเสีย (Waste volume/weight)
- 6) วันที่บันทึกข้อมูล (Input date)

การบันทึกข้อมูลเข้าระบบให้ทำทุกครั้งที่นำของเสียไปใส่ในภาชนะที่เก็บรวบรวม และปรับปรุงข้อมูลทุกครั้งหลังส่งของเสียที่รวบรวมไปกำจัด

การจำแนกประเภทของเสีย

ขยะและของเสียของห้องปฏิบัติการมีทั้งของแข็งของเหลว และอาจเป็นสารเคมีหรือวัตถุสิ่งของปนเปื้อนสารเคมีที่เป็นอันตรายหรือเข้าทำปฏิกิริยากันแล้วเกิดอันตราย จึงต้องมีการจำแนกประเภทของของเสียและขยะในการเก็บรวบรวมและกำจัด เพื่อความปลอดภัยจากพิษของสารอันตรายในขยะและของเสียและป้องกันอันตรายที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างสารเคมีในของเสีย (chemical incompatibility) รวมทั้งลดปริมาณของเสียและประหยัดงบประมาณการกำจัดของเสียอันตราย

ขยะและของเสีย สามารถจำแนกประเภทได้ ดังนี้

1) แยกเป็นกลุ่มขยะของเสียสารเคมีและวัสดุปนเปื้อนสารเคมี กับ ภาชนะบรรจุ
2) แยกของเสียสารเคมีและวัสดุปนเปื้อน ออกเป็นกลุ่มตามประเภทและระดับความเป็นอันตราย คือกลุ่มที่ไม่อันตรายสามารถทิ้งลงระบบสุขาภิบาล กลุ่มที่สามารถบำบัดก่อนทิ้งหรือส่งกำจัดด้วยวิธีที่ถูกต้อง และกลุ่มขยะอันตราย

3) แยกกลุ่มขยะอันตรายเป็นกลุ่มย่อยตามระบบจำแนกประเภทของเสีย เพื่อกำจัดด้วยวิธีการที่ปลอดภัยสำหรับสารอันตรายแต่ละประเภท เช่น ระบบการจำแนกประเภทของเสีย: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ ระบบการจำแนกประเภทของเสีย: ศูนย์การจัดการด้านพลังงานสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและอาชีวอนามัย (EESH) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

อย่างไรก็ตามการแยกเก็บของเสียของห้องปฏิบัติการจะไม่เกิดประโยชน์ หากการรวบรวมเพื่อส่งกำจัดขององค์กรไม่เป็นไปตามระบบการจำแนกประเภทของเสีย

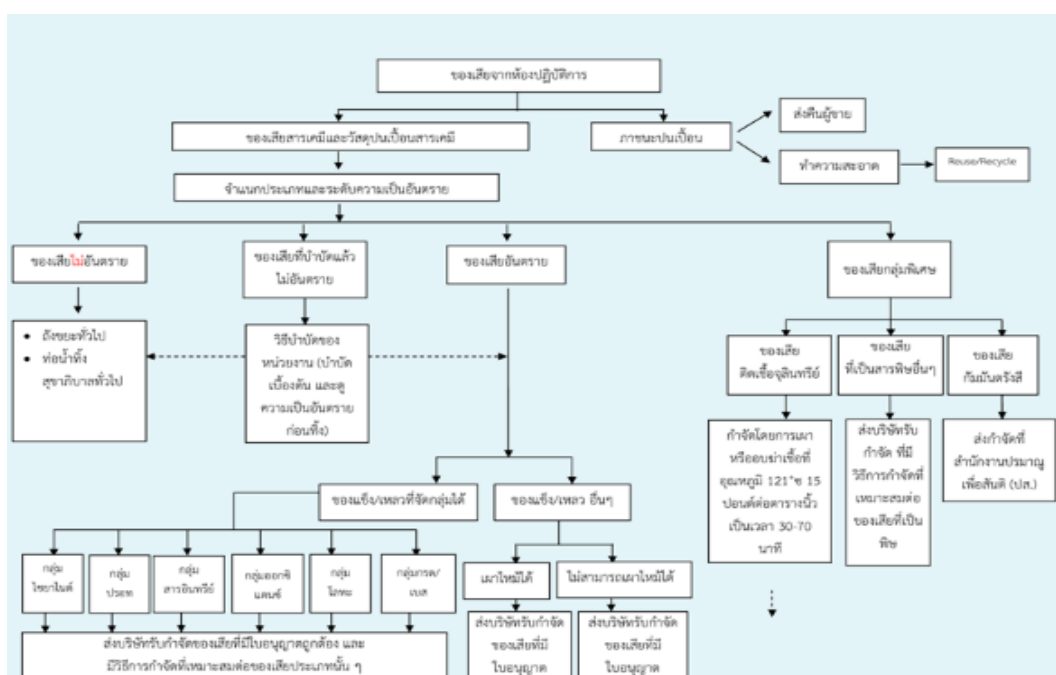
การรวบรวมและจัดเก็บของเสีย

หลังจากจำแนกประเภทของเสียแล้ว การรวบรวมและจัดเก็บของเสียก่อนส่งกำจัดเป็นหนทางหนึ่งที่จะป้องกันอันตรายจากสารเคมีในของเสีย ควรมีให้รู้ไหลปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม และประหยัดค่ากำจัดของเสียอันตราย โดยการดำเนินการ ดังต่อไปนี้

- 1) ต้องเก็บแยกตามประเภทและกลุ่มการจำแนกของเสีย
- 2) บรรจุในภาชนะที่เหมาะสมที่จัดไว้เฉพาะของเสียแต่ละประเภท และมีฝา
- 3) มีภาชนะรองรับ (secondary container) ที่มีขนาดเหมาะสมกับภาชนะบรรจุของเสีย
- 4) มีฉลากถูกต้องชัดเจน
- 5) มีพื้นที่จัดวาง อย่างปลอดภัย
- 6) บันทึกข้อมูลการเก็บเข้าระบบข้อมูลของเสีย ทุกครั้ง เมื่อมีการนำของเสียไปเก็บ

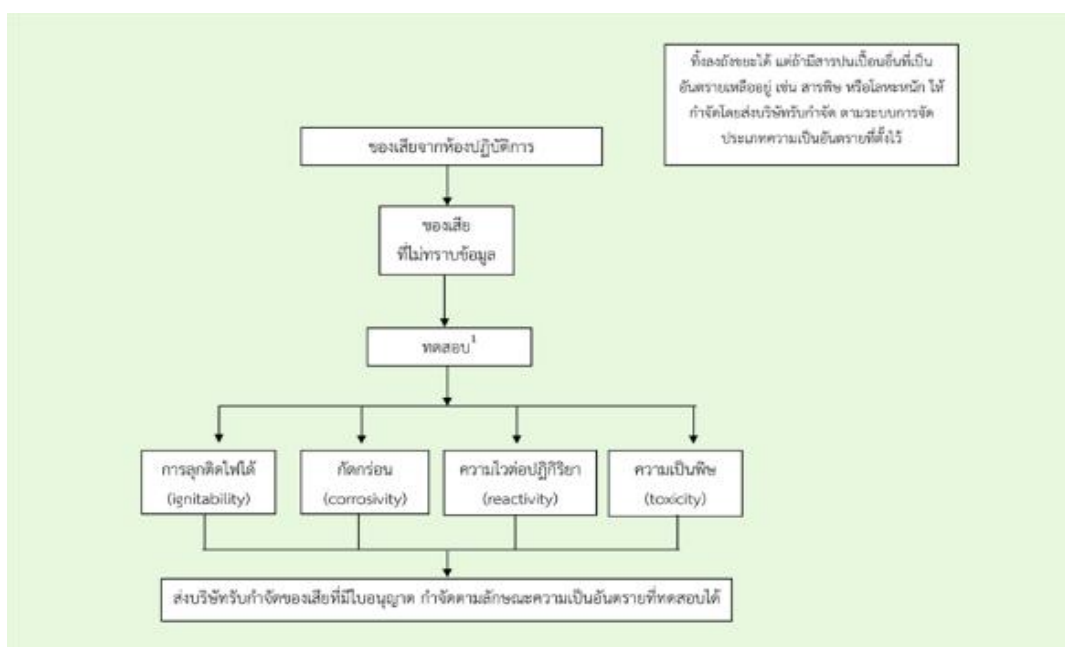
รวบรวม

- 7) หมั่นตรวจสอบมิให้มีการรั่วไหลของของเสีย เพราะภาชนะแตกหรือไม่ปิดฝา
- 8) ตรวจสอบติดตามมิให้มีการเก็บของเสียไว้นานเกินเวลาที่กำหนด
- 9) กรณีที่ของเสียพร้อมส่งกำจัด (ปริมาตร 80% ของภาชนะ): ไม่ควรเก็บไว้นานกว่า 90 วัน
- 10) กรณีที่ของเสียไม่เต็มภาชนะ (ปริมาตรน้อยกว่า 80% ของภาชนะ) : ไม่ควรเก็บของเสียไว้นานกว่า 1 ปี



รูปที่ 2-1 แสดงแผนผังหลักการจัดการแยกประเภทของเสีย

ที่มา การทดสอบลักษณะความเป็นอันตรายของของเสีย ตามวิธีของ US EPA (เข้าถึงได้จาก <http://www.epa.gov/epawaste/hazard/wastetypes/wasteid/index.htm> สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มีนาคม 2555)



รูปที่ 2-2 แสดงแผนผังหลักการจัดการแยกประเภทของเสียที่ไม่ทราบข้อมูล

ที่มา การทดสอบลักษณะความเป็นอันตรายของของเสีย ตามวิธีของ US EPA (เข้าถึงได้จาก <http://www.epa.gov/epawaste/hazard/wastetypes/wasteid/index.htm> สืบค้นเมื่อวันที่ 12 มีนาคม 2555)

ภาชนะบรรจุของเสีย

- 1) ทำด้วยวัสดุที่ไม่ละลายหรือไม่ถูกทำลายหรือทำปฏิกิริยากับสารเคมีในของเสีย
- 2) ต้องอยู่ในสภาพดีไม่มีรอยแตกร้าว
- 3) หากใช้ขวดสารเคมีที่ใช้หมดแล้วมาบรรจุของเสีย สารเคมีในขวดเดิมต้องไม่ใช่สารที่เข้ากันไม่ได้กับของเสียนั้น และต้องลอกฉลากเดิมออก
- 4) ต้องมีฉลากและข้อความบนฉลากมีความชัดเจน ไม่จาง ไม่เลือน
- 5) มีฝาหรือจุกเกลียวที่ปิดภาชนะได้สนิททนการรั่วไหลได้แน่นอนหากภาชนะบรรจุล้มและห้ามใช้จุกคอร์ก parafilm หรือ beaker ครอบแทนจุกหรือฝาปิดภาชนะ
- 6) ความจุของภาชนะต้องมีความเหมาะสมสอดคล้องกับปริมาณของเสีย และห้ามบรรจุของเสียเกินกว่า 80% ของความจุ หรือปริมาณของเสียต้องอยู่ต่ำกว่าปากภาชนะอย่างน้อย 1 นิ้ว
- 7) มีการตรวจสอบสภาพภาชนะบรรจุของเสีย เช่น รอยร้าว หรือ แตกร้าวย่างสม่ำเสมอ

ฉลากภาชนะบรรจุของเสียอันตราย

- 1) ภาชนะบรรจุของเสียอันตรายต้องมีฉลากระบุคำว่า“ของเสีย” ไว้อย่างชัดเจนและต้องมีข้อมูลประกอบ
- 2) ข้อมูลในฉลากต้องถูกต้องครบถ้วนและชัดเจน ประกอบด้วย
 - ประเภทของเสีย/ประเภทความเป็นอันตราย
 - ส่วนประกอบของของเสีย (ถ้าเป็นไปได้)
 - วันที่เริ่มบรรจุของเสีย
 - ชื่อห้องปฏิบัติการ/ชื่อเจ้าของ
3. ต้องมีการตรวจสอบสภาพของฉลากและข้อมูลบนฉลากอย่างสม่ำเสมอ

ฉลากของเสีย	
เครื่องหมายแสดงประเภท ความเป็นอันตรายของ ของเสีย	ประเภทของเสีย ชื่อห้องปฏิบัติการ/ชื่อเจ้าของ..... สถานที่..... เบอร์โทรติดต่อ.....
ผู้รับผิดชอบ/เบอร์โทร	ส่วนประกอบของของเสีย
รหัสฉลาก/รหัสภาชนะ	
ปริมาณของเสีย..... วันที่เริ่มบรรจุของเสีย..... วันที่หยุดการบรรจุของเสีย.....	

รูปที่ 2-3 แสดงตัวอย่างฉลากของเสีย

พื้นที่จัดเก็บ/จัดวางของเสีย

- พื้นที่สำหรับวางภาชนะบรรจุของเสียของห้องปฏิบัติการ ควรห่างจาก
- ความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ และเปลวไฟ
- ท่อระบายน้ำ
- บริเวณอุปกรณ์ฉุกเฉิน เช่น ฝักบัวฉุกเฉิน
- ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุของเสียกลุ่มต่างๆ ใช้เกณฑ์เดียวกับการจัดเก็บสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ (chemical incompatibility) และมีข้อควรปฏิบัติดังนี้
 - มีภาชนะรองรับ (secondary container) ภาชนะบรรจุของเสียที่เหมาะสม
 - ห้ามวางใกล้ ใต้ หรือ ในอ่างน้ำ
 - ห้ามวางกีดขวางหรือปิดทาง เข้า-ออก
 - ห้ามเก็บของเสียประเภทไวไฟในห้องปฏิบัติการมากกว่า 50 ลิตร หากจำเป็นต้องเก็บไว้ในตู้สำหรับเก็บสารไวไฟโดยเฉพาะ
 - ห้ามเก็บของเสียไว้ในตู้ควั่นอย่างถาวร

ระยะเวลาที่เก็บของเสียไว้ในพื้นที่

ประเทศไทย มีกฎหมายเกี่ยวกับการจัดการของเสียสำหรับภาคอุตสาหกรรม (เน้นสถานประกอบการ) คือ

- ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548
- ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง ระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย พ.ศ. 2547
- ประกาศกระทรวง ฯ กำหนดไว้ว่า

ผู้ก่อกำเนิดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว และผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตราย ขนาดใหญ่ตั้งแต่ 1,000 กิโลกรัม /เดือน สามารถเก็บของเสียไว้ในพื้นที่ตนเองได้ไม่เกิน 90 วัน

ผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตราย ขนาดกลาง ตั้งแต่ 100 กก. /เดือน ถึง น้อยกว่า 1,000 กก./เดือน สามารถเก็บของเสียไว้ในพื้นที่ตนเองได้ไม่เกิน 180 วัน

ทั้งนี้หากผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตรายที่มีพิษเฉียบพลันมากกว่า 1 กก./เดือน สามารถเก็บของเสียไว้ในพื้นที่ตนเองได้ไม่เกิน 90 วัน

ห้องปฏิบัติการ ควรกำหนดปริมาณของเสียที่เก็บไว้ในห้องปฏิบัติการ และกำหนดเวลาส่งของเสียออกไปกำจัด โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับสมบัติความเป็นอันตรายของเสียนั้นๆ เนื่องจากห้องปฏิบัติการมีของเสียหลากหลายประเภทที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ง่าย แม้มีปริมาณน้อย

การบำบัดและกำจัดของเสีย

ห้องปฏิบัติการควรมีแนวทางและวิธีการในการลดปริมาณของเสียอันตราย โดยมีกระบวนการจัดการเบื้องต้นก่อนทิ้งหรือส่งบริษัทรับกำจัด เพื่อลดความเสี่ยงจากอันตรายของของเสียสารเคมี และประหยัดค่ากำจัดของเสียอันตรายที่ไม่สามารถกำจัดได้เอง ดังนี้

1) การกำจัดของเสียที่ไม่มีความเป็นอันตราย สามารถเจือจางด้วยน้ำและทิ้งลงสู่ระบบ สุขาภิบาลสาธารณะ

2) การบำบัดเบื้องต้นสำหรับของเสียอันตราย เพื่อลดความเป็นอันตรายก่อนทิ้งลงระบบ สุขาภิบาลหรือระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง ก่อนส่งบริษัทหรือหน่วยงานที่รับกำจัด เช่น

- การบำบัดด้วยสารเคมีให้เป็นสารที่ไม่อันตรายที่สามารถทิ้งลงระบบ สุขาภิบาลได้ เช่น สะเทินของเสียกรดและเบสให้เป็นกลางก่อนทิ้งลงท่อน้ำสุขาภิบาล
- การลดปริมาณก่อนทิ้ง เพื่อลดปริมาณของเสียปลายทางหรือทำให้เกิดของเสียอันตรายปลายทางน้อยที่สุด โดยการใช้สารเคมีตั้งต้นที่ไม่อันตรายทดแทนสารเคมีอันตราย และ/หรือ การลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ทำปฏิกิริยา เป็นต้น

- การลดปริมาณก่อนส่งกำจัด เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัด เช่น การทำให้โลหะหนักที่มีปริมาณน้อย อยู่ในของเสียสารละลายมีความเข้มข้นมากขึ้น โดยการทำให้ตัวทำละลายระเหย หรือตกตะกอนโลหะหนักเพื่อแยกออกจากสารละลาย ก่อนส่งกำจัดในสภาพสารละลายเข้มข้น หรือตะกอนของโลหะหนัก เป็นต้น

- การ Reuse, Recovery, Recycle ของเสียที่เกิดขึ้น

ของเสียอันตรายชนิดของเหลว 18 ประเภท ดังนี้

1) ของเสียที่เป็นกรด หมายถึง ของเสียที่มีค่า pH ต่ำกว่า 7 และมีกรดแปรนอยู่ในสารละลายมากกว่า 5% เช่น กรดซัลฟูริก กรดไนตริก กรดไฮโดรคลอริก ของเสียจากการทดลอง Dissolved Oxygen (DO)

2) ของเสียที่เป็นเบส หมายถึง ของเสียที่มีค่า pH สูงกว่า 7 และมีเบสปรนอยู่ในสารละลายมากกว่า 5% เช่น แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไฮดรอกไซด์

3) ของเสียที่เป็นเกลือ หมายถึง ของเสียที่มีคุณสมบัติเป็นเกลือ หรือของเสียที่เป็นผลิตภัณฑ์จากการทำปฏิกิริยาของกรดกับเบส เช่น โซเดียมคลอไรด์ แอมโมเนียมไนเตรด

4) ของเสียที่ประกอบด้วยฟอสฟอรัส หรือฟลูออไรด์ หมายถึง ของเสียที่เป็นของเหลวที่ประกอบด้วยฟอสฟอรัส/ฟลูออไรด์ เช่น กรดไฮโดรฟลูออริก สารประกอบฟลูออไรด์ ซิลิคอนฟลูออไรด์ กรดฟอสฟอริก

5) ของเสียที่ประกอบด้วย ไฮยาไนด์อินทรีย์/อินทรีย์ หมายถึง ของเสียที่มีโซเดียมไฮยาไนด์และของเสียที่มีสารประกอบเชิงซ้อนไฮยาไนด์ หรือไฮยาโนคอมเพล็กซ์เป็นส่วนประกอบ เช่น โซเดียมไฮยาไนด์ (NaCN), $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$

6) ของเสียที่ประกอบด้วยโครเมียม หมายถึง ของเสียที่มีโครเมียมเป็นองค์ประกอบ เช่น สารประกอบ Cr^{6+} , Cr^{3+} , กรดโครมิก

7) ของเสียที่เป็นสารปรอทอินทรีย์/ปรอทอินทรีย์ หมายถึง ของเสียชนิดที่มีปรอทอินทรีย์และปรอทอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ เช่น เมอคิวรี (II) คลอไรด์, อัลคิลเมอร์คิวรี

8) ของเสียที่เป็นสารอาร์เซนิก หมายถึง ของเสียชนิดที่มีอาร์เซนิกเป็นองค์ประกอบ เช่น อาร์เซนิกออกไซด์ อาร์เซนิกคลอไรด์

9) ของเสียที่เป็นไอออนของโลหะหนักอื่นๆ หมายถึง ของเสียที่มีไอออนของโลหะหนักอื่นซึ่งไม่ใช่โครเมียม อาร์เซนิก โซเดียม และปรอทเป็นส่วนผสม เช่น แบเรียม แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง

10) ของเสียประเภทออกซิไดซิงเอเจนต์ หมายถึง ของเสียที่มีคุณสมบัติในการให้อิเล็กตรอนซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับสารอื่นทำให้เกิดการระเบิดได้ เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เปอร์แมงกาเนต ไฮโปคลอไรต์

11) ของเสียประเภทรีดิวซิงเอเจนต์ หมายถึง ของเสียที่มีคุณสมบัติในการรับอิเล็กตรอนซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับสารอื่นทำให้เกิดการระเบิดได้ เช่น กรดซัลฟูริก ไฮโดรซิงไฮดรอกซิลเอมีน

12) ของเสียที่สามารถเผาไหม้ได้ หมายถึง ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ที่สามารถเผาไหม้ได้ เช่น ตัวทำละลายอินทรีย์ อัลกอฮอล์เอสเทอร์ อัลดีไฮด์ คีโตน กรดอินทรีย์ และสารอินทรีย์พวกไนโตรเจนหรือกำมะถัน เช่น เอมีน เอไมด์ ไพริมิดีน คิวโนลีน รวมทั้งน้ำยาจากการล้างรูป (developer)

13) ของเสียที่เป็นน้ำมัน หมายถึง ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ประเภทไขมันที่ได้จากพืช และสัตว์ (เช่น กรดไขมัน น้ำมันพืชและสัตว์ น้ำมันปิโตรเลียม) และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำมัน (เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันเครื่อง น้ำมันหล่อลื่น)

14) ของเสียที่เป็นสารฮาโลเจน หมายถึง ของเสียที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ของธาตุฮาโลเจน เช่น คาร์บอนเตตราคลอไรด์ (CCl_4) คลอโรเบนซีน ($\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$) คลอโรเอทิลีน โบรมีนผสมตัวทำละลายอินทรีย์

15) ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ที่ประกอบด้วยน้ำ หมายถึง ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ที่มีน้ำผสมอยู่มากกว่า 5% เช่น น้ำมันผสมน้ำ สารที่เผาไหม้ได้ผสมน้ำ เช่น อัลกอฮอล์ผสมน้ำ ฟีนอลผสมน้ำ กรดอินทรีย์ผสมน้ำ เอมีนหรืออัลดีไฮด์ผสมน้ำ

16) ของเสียที่เป็นสารไวไฟ หมายถึง ของเสียที่สามารถลุกติดไฟได้ง่าย ซึ่งต้องแยกให้ห่างจากแหล่งกำเนิดไฟ ความร้อน ปฏิกิริยาเคมี เปลวไฟ เครื่องไฟฟ้า ปลั๊กไฟ เช่น อะซิโตน เบนซิน คาร์บอนไดซัลไฟด์ โซโคลเฮกเซน ไดเอทิลอีเทอร์ เอทานอล เมทานอล เมทิลอะซีเตต โทลูอิน ไซลีน ปิโตรเลียมสปีริต

17) ของเสียที่มีสารที่ทำให้สภาพคงตัว หมายถึง ของเสียที่เป็นพวกน้ำยาล้างรูป ซึ่งประกอบไปด้วยสารเคมีอันตรายและสารอินทรีย์ เช่น ของเสียจากห้องมืด (Dark room) สำหรับล้างรูป ซึ่งประกอบด้วยโลหะเงินและของเหลวอินทรีย์

18) ของเสียที่เป็นสารระเบิดได้ หมายถึง ของเสียหรือสารประกอบที่เมื่อได้รับความร้อน การเสียดสี แรงกระแทก ผสมกับน้ำ หรือความดันสูงๆ สามารถระเบิดได้ เช่น พวกละอองไนโตรเจน ไนโตรามีน คลอเรต ไนโตรเปอร์คลอเรต พิคเรต (picrate) เอไซด์ ไดเอโซ เปอร์ออกไซด์ อะเซติไลด์ อะซิติกคลอไรด์

ของเสียอันตรายชนิดของแข็ง 5 ประเภท

1) ขวดแก้ว ขวดสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว หมายถึง ขวดแก้วเปล่าที่เคยบรรจุสารเคมีทั้งชนิดของเหลวและของแข็ง ขวดพลาสติกเปล่าที่เคยบรรจุสารเคมีทั้งชนิดของเหลวและของแข็ง

2) เครื่องแก้ว หรือ ขวดสารเคมีแตก หมายถึง เครื่องแก้ว ขวดแก้วที่แตก หักชำรุด หลอดทดลองที่แตกหัก ชำรุด

3) Toxic Waste หมายถึง สารพิษ สารเคมีอันตราย สารก่อมะเร็ง เช่น สารเคมีหมดอายุ สารเคมีที่เสื่อมคุณภาพ สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

4) Organic Waste หมายถึง ของเสียชนิดของแข็งที่มีจุลินทรีย์ปนเปื้อน หรือมีเชื้อก่อโรคปนเปื้อน เช่น อาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็ง

5) ขยะปนเปื้อนสารเคมี หมายถึง ขยะที่มีการปนเปื้อนสารเคมี หรือบรรจุภัณฑ์ที่ปนเปื้อนสารเคมี เช่น ทิชชู ถุงมือ เศษผ้า หน้ากาก หรือบรรจุภัณฑ์ที่ปนเปื้อนสารเคมี

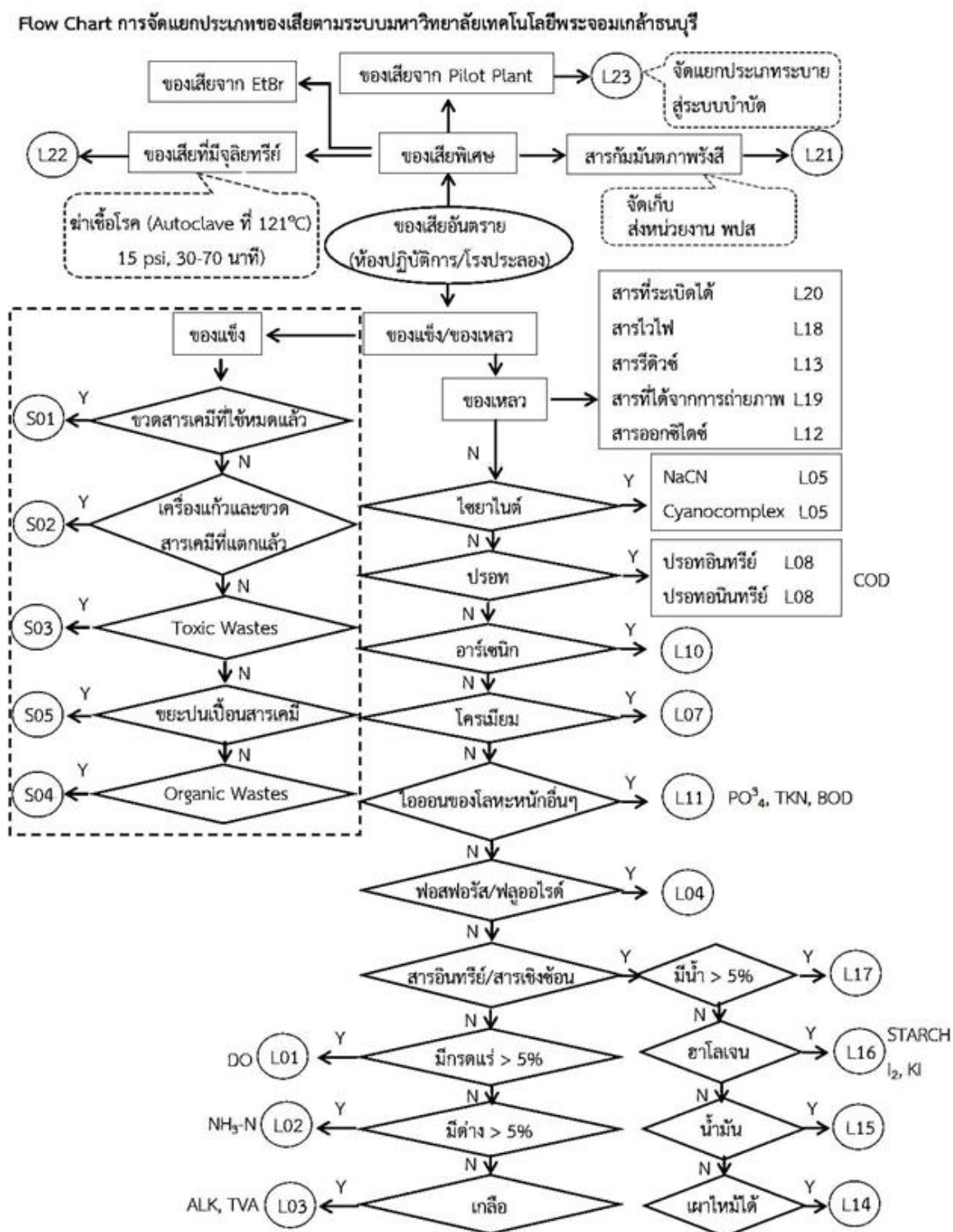
ของเสียอันตรายพิเศษ 4 ประเภท

1) ของเสียที่เป็นสารกัมมันตรังสี หมายถึง ของเสียที่ประกอบด้วยสารกัมมันตรังสี ซึ่งเป็นสารที่ไม่เสถียร สามารถแผ่รังสี ทำให้เกิดอันตรายต่อทั้งสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม เช่น S^{35} , P^{32} , I^{125}

2) ของเสียที่มีจุลินทรีย์ หมายถึง ของเสียที่มีสารประกอบของสารจุลินทรีย์ที่อาจมีอันตรายหรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ เช่น ของเสียที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อ แยกเชื้อ บ่มเพาะจุลินทรีย์ รา เชื้อในถังหมัก

3) ของเสียจาก pilot plant หมายถึง ของเสียที่เกิดจากกิจกรรมใน pilot plant ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์หรือสารเคมี ซึ่งหากมีการระบายของเสียลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจำนวนมากจะทำให้ระบบบำบัดเสียหายได้ เช่น ของเสียที่ได้จากกิจกรรมการวิจัยหรือบริการ โดยใช้ถังหมักขนาดใหญ่หรือจากกิจกรรมของเครื่องมือในระดับต้นแบบ

4) ของเสีย Ethidium bromide (EtBr) หมายถึง ของเสียอันตรายทั้งชนิดของเหลวและของแข็งที่มีการปนเปื้อน หรือมีส่วนประกอบของ EtBr เช่น EtBr buffer solution, EtBr Gel ทิชชูหรือบรรจุภัณฑ์ที่ปนเปื้อน EtBr



รูปที่ 2-4 แสดงแผนผังการจำแนกประเภทของเสียอันตรายในระบบของ มจร.

ที่มา คู่มือการจัดการของเสียอันตรายภายใน มจร., ศูนย์การจัดการด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและอาชีวอนามัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, สิงหาคม 2552

**ตัวอย่างระบบการจำแนกของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (WasteTrack) จำแนกของเสีย
อันตรายเป็น 14 ประเภท ดังนี้**

ประเภทที่ 1 ของเสียพิเศษ (I : Special Waste) หมายถึง ของเสียที่มีปฏิกิริยาต่อน้ำหรืออากาศ ของเสียที่อาจมีการระเบิด (เช่น azide, peroxides) สารอินทรีย์ ของเสียที่ไม่ทราบที่มาของเสียที่เป็นชีวพิษ และของเสียที่เป็นสารก่อมะเร็ง เช่น เอทิลเอมโบรไมด์

ประเภทที่ 2 ของเสียที่มีไซยาไนด์ (II : Cyanide Waste) หมายถึง ของเสียที่มีไซยาไนด์เป็นส่วนประกอบ เช่น โซเดียมไซยาไนด์ หรือเป็นของเสียที่มีสารประกอบเชิงซ้อนไซยาไนด์หรือมีไซยาไนด์คอมเพล็กซ์ เป็นองค์ประกอบ เช่น Ni(CN)_4^{2-} เป็นต้น

ประเภทที่ 3 ของเสียที่มีสารออกซิแดนท์ (III : Oxidizing Waste) หมายถึง ของเสียที่มีคุณสมบัติในการให้ออกซิเจน ซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับสารอื่นทำให้เกิดระเบิดได้ เช่น โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต, โซเดียมคลอเรต, โซเดียมเปอร์ไอโอดेट และโซเดียมเปอร์ซัลเฟต

ประเภทที่ 4 ของเสียที่มีปรอท (IV : Mercury Waste) หมายถึง ของเสียชนิดที่มีปรอทเป็นองค์ประกอบ เช่น เมอร์คิวรี (II) คลอไรด์, อัลคิลเมอร์คิวรี เป็นต้น

ประเภทที่ 5 ของเสียที่มีสารโครเมต (V : Chromate Waste) หมายถึง ของเสียที่มีโครเมียม (VI) เป็นองค์ประกอบ เช่น สารประกอบ Cr^{6+} , กรดโครมิก, ของเสียที่ได้จากการวิเคราะห์ Chemical Oxygen Demand (COD) เป็นต้น

ประเภทที่ 6 ของเสียที่มีโลหะหนัก (VI : Heavy Metal Waste) หมายถึง ของเสียที่มีไอออนของโลหะหนักอื่นที่ไม่ใช่ปรอทเป็นส่วนผสม เช่น แบเรียม แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง เหล็ก แมงกานีส สังกะสี โคบอลต์ นิกเกิล เงิน ดีบุก แอนติโมนี ทังสเตน วาเนเดียม เป็นต้น

ประเภทที่ 7 ของเสียที่เป็นกรด (VII : Acid Waste) หมายถึง ของเสียที่มีค่าของ pH ต่ำกว่า 7 และมีกรดแปรนอยู่ในสารมากกว่า 5% เช่น กรดซัลฟูริก, กรดไนตริก, กรดไฮโดรคลอริก เป็นต้น

ประเภทที่ 8 ของเสียอัลคาไลน์ (VIII : Alkaline Waste) หมายถึง ของเสียที่มีค่า pH สูงกว่า 8 และมีด่างปนอยู่ในสารละลายมากกว่า 5% เช่น คาร์บอเนต, ไฮดรอกไซด์, แอมโมเนีย เป็นต้น

ประเภทที่ 9 ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม (IX : Petroleum Products) หมายถึง ของเสียประเภทน้ำมันปิโตรเลียม และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำมัน เช่น น้ำมันเบนซิน, น้ำมันดีเซล, น้ำมันก๊าด, น้ำมันเครื่อง, น้ำมันหล่อลื่น

ประเภทที่ 10 Oxygenated (X : Oxygenated) หมายถึง ของเสียที่ประกอบด้วยสารเคมีที่มีออกซิเจนอยู่ในโครงสร้าง เช่น เอทิลอะซิเตต อะซิโตน, เอสเทอร์, อัลกอฮอล์, คีโตน, อีเทอร์ เป็นต้น

ประเภทที่ 11 NPS Containing (XI : NPS Containing) หมายถึง ของเสียที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่มีส่วนประกอบของ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, ซัลเฟอร์ เช่น สารเคมีที่มีส่วนประกอบของ Dimethyl formamide (DMF), Dimethyl sulfoxide (DMSO), อะซิโตรไนไตรล์, เอมีน, เอไมน์

ประเภทที่ 12 Halogenated (XII : Halogenated) หมายถึง ของเสียที่มีสารประกอบอินทรีย์ของฮาโลเจน เช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4), คลอโรเอทิลีน

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

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

ประเภทที่ 14 ของเสียที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายอื่น ๆ (XIV : Miscellaneous Aqueous Waste) หมายถึง ของเสียที่มีสารประกอบน้อยกว่า 5% ที่เป็นสารอินทรีย์ที่ไม่มีพิษ หากเป็นสารมีพิษ ให้พิจารณาเสมือนว่าเป็นของเสียพิเศษ (I : Special Waste)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ด้วยเหตุที่ศูนย์ปฏิบัติการด้านสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและสุขภาพ เป็นองค์กรหนึ่งซึ่งถูกจัดตั้งขึ้น เพื่อทำหน้าที่ส่งเสริมประสานงานด้านสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและสุขภาพของมหาวิทยาลัย โดยดำเนินการสนับสนุนและให้บริการกับหน่วยงานหรือห้องปฏิบัติการต่างๆ ให้มีการดำเนินงานภายใต้ระเบียบข้อบังคับ รวมถึงให้ความช่วยเหลือด้านเทคนิคและคำแนะนำด้านสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัย และสุขภาพ ภาระกิจอันหนึ่งของศูนย์ปฏิบัติการด้านสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและสุขภาพ คือ การวิจัยและพัฒนาเพื่อให้ได้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการของเสียอันตราย โดยเฉพาะอย่างยิ่งของเสียจากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของเสียจากการวิเคราะห์ BOD, COD และ TKN เป็นของเสียหลัก ซึ่งเกิดจากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้ศูนย์ปฏิบัติการด้านสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัย และสุขภาพ กำหนดภาระกิจในการที่จะแก้ไขปัญหา หรือลดมลพิษอันเกิดจากของเสียเหล่านี้ แนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหา หรือลดมลพิษจากของเสียที่ได้จากการวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม คือ การวิจัยพัฒนาหาวิธีการ หรือ สภาวะที่เหมาะสม ในการบำบัดของเสียเหล่านี้ ภายในห้องปฏิบัติการหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติงาน ซึ่งจะทำให้ห้องปฏิบัติการ สามารถที่จะลดปริมาณของเสียอันตราย ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของห้องปฏิบัติการนั้นๆ อันเป็นการแยกสารพิษ และของเสียอันตราย ออกจากของเสียที่เกิดจากห้องปฏิบัติการในขั้นต้น เพื่อให้มีของเสียอันตรายเหลือในปริมาณที่น้อยลง เพื่อที่จะได้นำไปบำบัด หรือกำจัดอย่างถูกต้อง โดยวิธีมาตรฐานต่อไป

ของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม ได้แก่ BOD, COD และ TKN ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือโลหะหนักซึ่งประกอบไปด้วยแมงกานีสจากการวิเคราะห์ BOD โปรท โครเมียม และเงินจากการวิเคราะห์ COD และทองแดงซึ่งเกิดจากการวิเคราะห์ TKN การบำบัดของเสียทั้งสามชนิดซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นโลหะหนักนั้นสามารถทำได้ในหลายวิธีการเช่น Precipitation/Flocculation, Oxidation/Reduction Reactions รวมทั้งการใช้สารดูดซับต่างๆ จากการบำบัดโลหะหนักโดยวิธีการตกตะกอนทางเคมีซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อนและควบคุมง่าย อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพที่ดีในการบำบัดโลหะหนักส่วนใหญ่โดยน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมีความเข้มข้นของโลหะหนักผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง คณะผู้วิจัยจึงได้เสนอวิธีการบำบัดของเสียจากการวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม ซึ่งมีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ ด้วยวิธีการตกตะกอนทางเคมี ร่วมกับวิธีรีดักชันโดยใช้สารตกตะกอนและสารรีดิวซ์ชนิดต่างๆ และการบำบัดของเสียทั้งสามชนิดโดยใช้ของเสียจากห้องปฏิบัติการเอง ทั้งนี้เพื่อให้ได้วิธีการต้นแบบในการนำไปใช้ในการบำบัดของเสียบางอย่างได้เองภายในห้องปฏิบัติการต่างๆ ตามความเหมาะสม งานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาวิธีการที่เหมาะสมในการบำบัดของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบภายในห้องปฏิบัติการอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้วิธีการต้นแบบในการบำบัดของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ เผยแพร่ให้ห้องปฏิบัติการอื่นนำไปใช้ (กิตติศักดิ์ หนูสุราและคณะ, 2544)

ศึกษาการบำบัดของเสียจากการวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบประกอบ โดยใช้สารตกตะกอนอย่างน้อยที่สุด 3 ชนิด และทำการตรวจสอบโลหะหนักของตัวอย่างก่อนและหลัง บำบัดโดยทำการศึกษาชนิดละ 3 ชั่วโมง เพื่อพัฒนาวิธีการที่เหมาะสมในการบำบัดของเสียที่เกิดจากการ วิเคราะห์สิ่งแวดล้อมที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบภายในห้องปฏิบัติการอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ ได้วิธีการต้นแบบในการบำบัดของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ เผยแพร่ให้ห้องปฏิบัติการอื่นนำไปใช้ (สุชาดา ไชยสวัสดิ์และคณะ, 2548)

“ของเสียภายในห้องปฏิบัติการ” หมายถึง ของเสียจากห้องปฏิบัติการ ที่เกิดจากการทดสอบ ตัวอย่าง ซึ่งประกอบไปด้วยสารที่มีอันตรายต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความเข้มข้นเกินกว่าค่า มาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม หากขาดการจัดการที่เหมาะสมแล้ว จะเกิดปัญหาต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม ได้ ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมมีการกำหนดวิธีการจัดการของเสียภายในอาคารห้องปฏิบัติการ ทั้งการ คัดแยก การรวบรวมและจัดเก็บ และการส่งกำจัด ทั้งนี้ เพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อเจ้าหน้าที่ พื้นที่ การปฏิบัติงาน และสิ่งแวดล้อม การจัดการของเสียประกอบด้วย

- การจัดแยกประเภทของเสีย
- การจัดเก็บของเสียภายใน
- การบันทึกปริมาณของเสีย
- การรายงานปริมาณของเสีย
- การเก็บรวบรวมของเสีย

โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การจัดแยกประเภทของเสียภายในห้องปฏิบัติการ

ของเสียภายในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่เป็นของเสียที่เกิดจากสารเคมี โดยสารเคมีบาง ประเภทหากทิ้งรวมกับสารเคมีประเภทอื่นอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ดังนั้นการจัดแยกของเสียภายใน ห้องปฏิบัติการออกเป็นประเภทต่างๆ จึงเป็นสิ่งที่จำเป็น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการบำบัดของเสียแต่ละ ประเภท ซึ่งแตกต่างกัน

2. การจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการ

ต้องคำนึงถึงประเภทของของเสียที่เกิดจากกิจกรรมภายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งต้องศึกษา ทำความเข้าใจ และแยกประเภทของของเสียให้ถูกต้องก่อนทำการจัดเก็บ ระบุประเภทของเสียที่เกิด จากกิจกรรมต่างๆ ภายในห้องปฏิบัติการอย่างชัดเจน และให้ทุกคนปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด

2.1 การเตรียมภาชนะและอุปกรณ์ในการจัดเก็บของเสีย

ในการจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการซึ่งได้ทำการระบุและจัดแยก ประเภทของของเสียเรียบร้อยแล้วนั้น ต้องมีการจัดเก็บโดยแยกเก็บในภาชนะที่ถูกต้องและเหมาะสม ประกอบด้วย

2.2 สถานที่ที่ใช้ในการจัดเก็บของเสีย

สถานที่ที่ใช้ในการจัดเก็บของเสียจะแยกออกเป็นสามส่วนคือ สถานที่จัดเก็บ ของเสียภายในห้องปฏิบัติการ และสถานที่จัดเก็บรวบรวมของเสียส่วนกลาง

2.3 การติดฉลากบนภาชนะบรรจุของเสีย

เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนกันของของเสียแต่ละประเภท ซึ่งอาจทำให้เกิดปฏิกิริยารุนแรงในกรณีที่เป็นการที่เข้ากันไม่ได้ จึงควรที่จะมีการติดฉลากบนภาชนะบรรจุของเสียให้เห็นอย่างชัดเจน โดยฉลากที่ติดบนภาชนะบรรจุของเสียควรมีลักษณะดังนี้

3. การบันทึกปริมาณของเสีย

เพื่อเก็บบันทึกปริมาณของเสียในแต่ละห้องปฏิบัติการให้เป็นระบบ และสามารถที่จะติดตามรวบรวม และหาวิธีที่เหมาะสมในการจัดการของเสียเหล่านั้น จึงต้องมีการบันทึกประเภท ชนิด และปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมในแต่ละวันลงในแบบฟอร์มการบันทึกของเสียประจำห้องปฏิบัติการ ของเสียที่ได้จาก กิจกรรมในห้องปฏิบัติการทุกอย่างต้องมีการวัดปริมาณ แล้วนำของเสียนั้นลงทิ้งในภาชนะบรรจุของเสียตาม ประเภทที่ถูกต้องและเหมาะสม และในทุก เดือนจะมีการจัดส่งบันทึกรวบรวมปริมาณของเสีย และประเภท พร้อมส่งของเสียที่อยู่ภายในห้องปฏิบัติการไปยังหน่วยจัดเก็บรวบรวมของเสียส่วนกลางต่อไป

4. การรายงานปริมาณของเสีย

การรายงานปริมาณของเสียของห้องปฏิบัติการ เป็นบันทึกรวบรวมปริมาณของเสียประเภท และปริมาณที่ส่งไปยังหน่วยจัดเก็บรวบรวมของเสียส่วนกลาง เพื่อที่จะได้ดูการเคลื่อนไหวของประเภทและปริมาณของเสียภายในห้องปฏิบัติการ ต่อไป

5. ข้อควรปฏิบัติและข้อควรระวังในการจัดการของเสีย

อย่าผสมหรือปรับสภาพสารเคมีหากไม่แน่ใจว่าจะเกิดปฏิกิริยาอันตรายหรือไม่ โดยตรวจสอบ รายชื่อสารที่ห้ามผสม ทุกครั้งที่เทสารลงถัง ต้องสวมอุปกรณ์ป้องกันทุกครั้ง ขณะดำเนินการเทสาร ต้องให้มีการถ่ายเทหรือระบายอากาศภายในห้องได้โดยสะดวก สารเคมีหรือของเสียหก ให้ทำตามขั้นตอนในเอกสาร HSDS (Hazardous Safety Data Sheet) ที่จัดไว้ในบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน ทดสอบ ในกรณีที่เกิดการบาดเจ็บ หรือสูดดมก๊าซอันตรายเข้าไป ให้นำส่งโรงพยาบาลโดยด่วน และแจ้งชื่อสารเคมีที่ใช้ให้แพทย์ทราบ

(ลาวัลย์ เอียวส์วส์ตี้, 2556)

การบริหารจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเป็นสิ่งสำคัญที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของบุคลากรในห้องปฏิบัติการ สิ่งแวดล้อม และชุมชนได้ โดยเฉพาะห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ซึ่งจัดเป็น สถานที่ที่มีความเสี่ยงเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นบุคลากรซึ่งปฏิบัติงานอยู่ในสถานที่เหล่านี้ควรมีความรู้ความเข้าใจถึงวิธีการ ปฏิบัติตนเพื่อป้องกันอันตรายและลดความเสี่ยงจากการได้รับอันตรายอันเนื่องมาจากการปฏิบัติงานในหน้าที่ ประจำวัน รวมทั้งสามารถป้องกันอันตรายที่อาจส่งผลกระทบต่อบุคคลอื่น สิ่งแวดล้อมและชุมชนด้วย ผลงานวิจัยชิ้น นี้จึงดำเนินการสำรวจปัจจัยอันตรายและวิเคราะห์ความเสี่ยงในห้องปฏิบัติการ ทั้งด้านกายภาพ สารเคมี สารชีวภาพ อุปกรณ์ป้องกันตนเองส่วนบุคคล ระบบการรองรับสถานการณ์ฉุกเฉิน รวมทั้งระบบการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการ และด้านการให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยของผู้ที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการ โดยใช้วิธีการทางอาชีวอนามัยและความปลอดภัยที่เรียกว่าวิธีการ checklist โดยทำการสำรวจในห้องปฏิบัติการสำหรับจัดการเรียน การสอนทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ของหน่วยงานสถาน วิทยาศาสตร์พรีคลินิก คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์ โดยผลคะแนนจากการสำรวจระดับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการพบว่าระดับความปลอดภัยที่ได้มาตรฐานน้อยที่สุด 3 ลำดับ

สุดท้าย ได้แก่ การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยของบุคลากรในห้องปฏิบัติการ การจัดการระบบการกำจัดของเสียจากห้องปฏิบัติการ และการบริหารระบบจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีคะแนนร้อยละ 10.7, 25.6 และ 33.3 ตามลำดับ ซึ่งจัดเป็นลำดับความเสี่ยงของห้องปฏิบัติการ สำหรับการเรียนการสอนของสถานวิทยาศาสตร์พรีคลินิกที่ควรหามาตรการในการป้องกันและหาแนวทางการปฏิบัติ เพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการอย่างเร่งด่วน นอกจากนั้นยังพบว่าบุคลากรของห้องปฏิบัติการต้องสัมผัส สารเคมีอันตรายหลากหลายชนิดทั้งสารเคมีที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง สารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ สารก่อมะเร็ง รวมทั้งสารชีวภาพต่าง ๆ ที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ โดยสารเคมีที่มีมากที่สุดในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ สารเคมีทั่วไปซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อตัวผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อมมีจำนวนร้อยละ 37.6 รองลงมา ได้แก่ สารก่อการระคายเคืองพบว่ามีจำนวนร้อยละ 19.8 และสารก่อมะเร็งพบว่ามีจำนวนร้อยละ 11.8 เป็นต้น นอกจากนั้นยังพบว่าปริมาณของเสียที่มีมากที่สุดคือของเสียที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ส่วนเชื้อจุลชีพ ที่มีการใช้งานในห้องปฏิบัติการสถานวิทยาศาสตร์พรีคลินิกนั้น ส่วนใหญ่เป็นเชื้อจุลชีพกลุ่มเสี่ยงระดับที่ 2 ซึ่งเชื้อ จุลชีพดังกล่าวจัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถก่อโรคในคนได้ ยังมีวิธีการรักษาป้องกัน โดยเชื้อจุลชีพดังกล่าวจำเป็นต้องมี การบริหารจัดการและวิธีการปฏิบัติงานทางจุลชีววิทยาพิเศษที่เหมาะสมสำหรับห้องปฏิบัติการความปลอดภัยทางชีวภาพระดับที่ 2 แต่พบว่าห้องปฏิบัติการสถานวิทยาศาสตร์พรีคลินิกมีเพียงการบริหารจัดการและวิธีการปฏิบัติงานทางจุลชีววิทยาพื้นฐานที่เหมาะสมสำหรับห้องปฏิบัติการความปลอดภัยทางชีวภาพระดับที่ 1 เท่านั้น ซึ่งผลการวิจัย ในครั้งนี้สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาและปรับปรุงการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยใน ห้องปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นได้

(พรเพ็ญ กำนารายณ์และคณะ, 2558)

การวิจัยเชิงสำรวจครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา แหล่งกำเนิด ปริมาณ และลักษณะทางกายภาพของกากของเสียอุตสาหกรรม วิธีการเก็บรวบรวม และการขนส่งกากของเสียอุตสาหกรรม วิธีการบำบัด และการกำจัดกากของเสียอุตสาหกรรม ค่าใช้จ่ายในการจัดการกากของเสียอุตสาหกรรม และเสนอแนวทางการจัดการกากของเสียอุตสาหกรรมที่เหมาะสม

ประชากรที่ศึกษาคือ กากของเสียอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นทั้งหมดในโรงงานแปรรูปอาหารทะเลแช่แข็งโดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงเป็นโรงงานแปรรูปอาหารทะเลแช่แข็ง จำนวน 1 แห่ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบสำรวจที่ 1 ใช้ในการสำรวจแหล่งกำเนิดและปริมาณกาก ของเสีย แบบสำรวจที่ 2 ใช้ในการสำรวจวิธีการเก็บรวบรวม และการขนส่งกากของเสีย แบบสำรวจที่ 3 ใช้ในการสำรวจวิธีการบำบัด และการกำจัดกากของเสียแบบสำรวจที่ 4 ใช้ในการสำรวจค่าใช้จ่ายในการจัดการกากของเสีย และเครื่องมือในการหาปริมาณกากของเสียทั้งหมดและลักษณะทางกายภาพของกากของเสีย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ ร้อยละ และค่าเฉลี่ยเลขคณิตผลการศึกษา พบว่า 1) กากของเสียอุตสาหกรรมเกิดจากทุกหน่วยงานในโรงงาน แบ่งเป็น 17 ชนิด เกิดขึ้นเฉลี่ย 81.06 กิโลกรัมต่อวัน ความหนาแน่นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.12 กิโลกรัมต่อลิตร และมีองค์ประกอบทางกายภาพ ได้แก่ เศษอาหารมากที่สุด ร้อยละ 47.84รองลงมาคือ พลาสติก แก้ว ยาง กระดาษ โลหะ และอื่นๆ ตามลำดับ 2) โรงงานมีการคัดแยกกากของเสียอุตสาหกรรมที่แหล่งกำเนิด มีภาชนะเก็บรวบรวม แต่ไม่มีการติดฉลากที่ภาชนะ สถานที่เก็บรวบรวมมี 2 จุดหลักได้แก่ ห้องเก็บขยะรีไซเคิล และพื้นที่บริเวณด้านหลังโรงงาน กากของเสียส่วนใหญ่มีผู้มารับซื้อที่โรงงานซึ่งการขนส่งออกนอกโรงงาน ไม่ได้มีการขอ

อนุญาตนำ สิ่งปลูกสร้างหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกนอกโรงงานอย่างถูกต้องตามกฎหมาย 3) โรงงานมีวิธีการบำบัดและการกำจัดได้แก่ การขาย การส่งกลับผู้ขาย การฝังกลบในพื้นที่โรงงาน การให้เทศบาลนำไปกำจัด และการให้แม่ค้าและประชาชนนำไปใช้ประโยชน์ โดยกากของเสียที่นำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ จะถูกทิ้งรวมกับกากของเสียทั่วไป 4) โรงงานมีรายได้จากการขายกากของเสียเฉลี่ยเดือนละ 67,678 บาท และมีค่าใช้จ่ายในการกำจัดเฉลี่ยเดือนละ 2,000 บาท 5) แนวทางการจัดการกากของเสียอุตสาหกรรมมีวิธีการและขั้นตอนที่แตกต่างกันตามชนิดของกากของเสียอุตสาหกรรมแต่ละชนิด (ศิริวรรณ พงศ์วิริยะกาญจน์และคณะ, 2559)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research) ด้วยการประยุกต์หลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการของเคมมิสและแมคเทกกาท (Kemmis และ McTaggart) นำปัญหามาดำเนินการจัดการแก้ไขปรับปรุงโดยให้ผู้ที่อยู่กับปัญหาได้ให้เข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการก่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่แท้จริง พร้อมรับฟังปัญหาต่างๆ เพื่อนำความคิดมาใช้ในการปรับให้เป็นแนวทางการปฏิบัติงานของงานศูนย์วิทยาศาสตร์ด้านการจัดการแยกประเภทและของเสียในห้องปฏิบัติ

3.1 ประชากร

กลุ่มประชากรที่เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี และของเสียอันตราย

3.2 กลุ่มตัวอย่างและสุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากรที่เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี และของเสียอันตราย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการจดบันทึกปริมาณของเสียแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการที่ใช้ดำเนินงานวิจัย คือ ห้อง 16302 ห้อง 16306 และห้อง 16314

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

เดือนกรกฎาคม 2560

๑) ผู้วิจัยใช้วิธีสังเกตการแบบมีส่วนร่วม โดยแบบบันทึกการสังเกต ในขณะที่การวิจัยดำเนินการอยู่ การสังเกตนี้จะรวมถึงการรวบรวมผลการปฏิบัติด้วยตาเห็น การได้ฟัง เพื่อนำข้อมูลมาจัดทำคู่มือการแยกประเภทและจัดการของเสีย

๒) ผู้วิจัยใช้แบบสอบถาม เพื่อทราบข้อมูลความเข้าใจในการแยกประเภทและจัดการของเสีย

3.5 ระยะเวลาการวิจัย

เดือนมีนาคม – เดือนกันยายน 2560

3.6 วิธีการดำเนินการ

1) ขั้นวางแผน (Plan) ประกอบด้วย

ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาพบว่างานศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ มีห้องปฏิบัติการทางด้านเคมี ที่ใช้สารเคมีเป็นจำนวนมาก

มากกว่างานในสาขาอื่นๆ รวมถึงงานให้บริการด้านการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างต่าง ๆ ที่ให้บริการกับการใช้เครื่องมือที่มีสารเคมีร่วมด้วย

ผู้วิจัยนำปัญหามาใช้ในการสนทนากลุ่มระหว่างเจ้าหน้าที่ เพื่อเป็นเครื่องมือในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและโครงการและทำความเข้าใจวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมรวมทั้งเพื่อกำหนดขั้นตอนที่สำคัญในการทำงานร่วมกัน เพื่อให้ทุกคนในกลุ่มได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและรวมกันตัดสินใจ

2) ขั้นลงมือปฏิบัติ (Action)

2.1 ลงพื้นที่สังเกตแบบมีส่วนร่วม สร้างแบบสัมภาษณ์และสัมภาษณ์ แบบเจาะลึกเกี่ยวกับการจัดการสารเคมีและของเสียจากห้องปฏิบัติการ

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลของเสีย

3) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยใช้วิธีสังเกตการแบบมีส่วนร่วม โดยแบบบันทึกการสังเกต ในขณะที่การวิจัยดำเนินการอยู่ การสังเกตนี้จะรวมถึงการรวบรวมผลการปฏิบัติด้วยตาเห็น การได้ฟังและแบบสอบถาม

4) สะท้อนผล (Reflection)

ในขั้นตอนสะท้อนผลนี้ผู้วิจัยนำบันทึกการได้ฟังและแบบสอบถามมาวิเคราะห์ ประเมินผลเพื่อทราบปัญหาของการปฏิบัติงาน และกระบวนการแก้ไข เป็นข้อมูลนำไปสู่การปรับปรุงพัฒนาวางแผนและปฏิบัติในการนำแนวทางการจัดการสารเคมี และของเสียจากห้องปฏิบัติการมา ใช้ในงานศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research) ด้วยการประยุกต์หลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการของเคมมิสและแมคเทกกาท (Kemmis และ McTaggart) นำปัญหามาดำเนินการจัดการแก้ไขปรับปรุงโดยให้ผู้ที่อยู่กับปัญหาได้ให้เข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการก่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่แท้จริง พร้อมรับฟังปัญหาต่างๆ เพื่อนำความคิดมาใช้ในการปรับให้เป็นแนวทางการปฏิบัติงานของงานศูนย์วิทยาศาสตร์ด้านการจัดการแยกประเภทและของเสียในห้องปฏิบัติ

4.1 ผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่า ปัญหาการทิ้งของเสียในแต่ละวันมีปริมาณมาก แต่ไม่พบการเก็บแยกและกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากการยังมีทิ้งของเสียที่เป็นของเหลวลงในอ่างน้ำ

ผู้วิจัยนำปัญหามาใช้ในการสนทนากลุ่มระหว่างเจ้าหน้าที่ เพื่อเป็นเครื่องมือในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและโครงการและทำความเข้าใจวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม รวมทั้งเพื่อกำหนดขั้นตอนที่สำคัญในการทำงานร่วมกัน เพื่อให้ทุกคนในกลุ่มได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและรวมกันตัดสินใจ

4.1.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณของเสีย

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการจดบันทึกปริมาณของเสียแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการที่ใช้ด้านงานวิจัย คือ ห้อง 16302 ห้อง 16306 และห้อง 16314 พบว่าปริมาณของเสียอันตรายในเดือนกรกฎาคม

1. ของแข็งทราบชื่อ	14	กิโลกรัม
2. ของเหลวทราบชื่อ	75	ลิตร
3. ของแข็งที่ไม่ทราบชื่อ	12	กิโลกรัม
4. ของเหลวที่ไม่ทราบชื่อ	46	ลิตร

4.1.2 ผลจากการสัมภาษณ์และการตอบแบบสอบถาม

พบว่านักศึกษาระดับปริญญาตรีและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี มีความรู้เรื่องการจัดการของเสีย การจัดการสารเคมีที่ใช้แล้ว ฤดูกาลและสัญลักษณ์ของสาร การจัดเก็บของเสียที่เป็นอันตราย การจัดเก็บของเสียไม่อันตราย การจัดการของเสียอันตราย การขนย้ายสารเคมี ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารไวไฟ ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารกัดกร่อน ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บแก๊ส ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารออกซิไดซ์ ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารที่ไวต่อปฏิกิริยา สัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านกายภาพของสารเคมี สัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสุขภาพของสารเคมี สัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสิ่งแวดล้อมของสารเคมี ของเสียจากห้องปฏิบัติการที่สามารถทิ้งลงในท่อระบายน้ำได้ การจัดแยกประเภทของเสียที่เป็นของเหลว ส่วนใหญ่จะทราบข้อมูลแต่ยังไม่ได้นำมาใช้ตอนปฏิบัติงานจริง

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ คณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51-5.00	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจ <i>มากที่สุด</i>
ค่าเฉลี่ย	3.51-4.50	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจ <i>มาก</i>
ค่าเฉลี่ย	2.51-3.50	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจ <i>ปานกลาง</i>
ค่าเฉลี่ย	1.51-2.50	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจ <i>น้อย</i>
ค่าเฉลี่ย	1.00-1.50	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจ <i>น้อยที่สุด</i>

ตอนที่ 1 สถานภาพทั่วไป

1. เพศ	จำนวน	ร้อยละ
1) ชาย	2	10.0%
2) หญิง	8	40.0%
รวม	10	50.0%

2. อายุ	จำนวน	ร้อยละ
1) ต่ำกว่า 25 ปี	10	50.0%
2) 25-30 ปี	0	0.0%
3) 31-40 ปี	0	0.0%
4) 41-50 ปี	0	0.0%
5) มากกว่า 50 ปี	0	0.0%
รวม	10	50.0%

3. อาชีพ	จำนวน	ร้อยละ
1) ปริญญาตรี	10	50.0%
2) ปริญญาโท	0	0.0%
3) ปริญญาเอก	0	0.0%
4) อื่นๆ (ระบุ).....		0.0%
รวม	10	50.0%

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจ

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจ

ตาราง 4-1 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการประเมินระดับความพึงพอใจ ด้านความรู้ความเข้าใจ (n=10)

ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
1	ความรู้ที่ได้รับจากรูปแบบการจัดแยกประเภทและจัดการของเสีย	3.60	1.02	มาก
2	ความรู้ความเข้าใจ ก่อน อ่านคู่มือและปฏิบัติ	2.90	0.70	ปานกลาง
3	ความรู้ความเข้าใจ หลัง อ่านคู่มือและปฏิบัติ	3.20	0.60	ปานกลาง
ภาพรวม		3.23	0.77	ปานกลาง

จากตาราง 4-1 พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจ ของผู้ที่มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.23$) แต่เมื่อพิจารณาในแต่ละรายการผู้ที่มีความพึงพอใจมากที่สุด ในด้านความรู้ความเข้าใจหลังอ่านคู่มือและปฏิบัติ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.20$) รองลงมาคือ ความรู้ความเข้าใจก่อนอ่านคู่มือและปฏิบัติ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.90$) และท้ายสุด คือ ความรู้ที่ได้รับความรู้ที่ได้รับจากรูปแบบการจัดแยกประเภทและจัดการของเสียของผู้ใช้ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.60$)

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 4-2 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการประเมินระดับความพึงพอใจ ด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (n=10)

ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ผลการประเมิน
1	เนื้อหาของคู่มือสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและการทำงานได้	3.30	0.78	ปานกลาง
2	คู่มือการจัดแยกประเภทและจัดการของเสียที่มีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	3.10	0.54	ปานกลาง
3	ความรู้จากการใช้คู่มือการจัดแยกประเภทและจัดการของเสียสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้	3.40	0.92	ปานกลาง
ภาพรวม		3.26	0.75	ปานกลาง

ผลการประเมินความพึงพอใจด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ตามตารางที่ 4-2 พบว่า มีความพึงพอใจในภาพรวม อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.26$) และเมื่อพิจารณาในแต่ละรายการแล้วผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจมากที่สุดในเรื่องความรู้จากการใช้คู่มือการจัดแยกประเภทและการจัดการของเสีย สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.40$) รองลงมา คือ เนื้อหาของคู่มือสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและการทำงานได้ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.30$) และท้ายสุด คือ คู่มือการจัดแยกประเภทและการจัดการของเสียที่มี สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.10$) โดยทั้งหมดผู้เข้ารับการอบรมมีระดับความพึงพอใจ อยู่ในระดับปานกลาง

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการสารเคมีและของเสียจากห้องปฏิบัติการ ที่ถูกต้องและปลอดภัย เพื่อให้ได้คู่มือการจัดแยกประเภทและการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการ กลุ่มประชากรที่เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี และของเสียอันตราย ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการจดบันทึกปริมาณของเสียแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการที่ใช้ดำเนินงานวิจัย คือ ห้อง 16302 ห้อง 16306 และห้อง 16314 เดือนกรกฎาคม 2560 มีวิธีดำเนินการ คือ ขึ้นวางแผน (Plan) ประกอบด้วย ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาพบว่างาน ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ มีห้องปฏิบัติการ ทางด้านเคมี ที่ใช้สารเคมีเป็นจำนวนมากกว่างานในสาขาอื่นๆ รวมถึงงานให้บริการด้านการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างต่าง ๆ ที่ให้บริการกับการใช้เครื่องมือที่มีสารเคมีร่วมด้วย ผู้วิจัยได้นำปัญหามาใช้ในการสนทนากลุ่มระหว่างเจ้าหน้าที่ เพื่อเป็นเครื่องมือในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและโครงการและทำความเข้าใจวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม รวมทั้งเพื่อกำหนดขั้นตอนที่สำคัญในการทำงานร่วมกัน เพื่อให้ทุกคนในกลุ่มได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและร่วมกันตัดสินใจ ขั้นตอนลงมือปฏิบัติ (Action) ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่สังเกตแบบมีส่วนร่วม สร้างแบบสัมภาษณ์และสัมภาษณ์ แบบเจาะลึกเกี่ยวกับการจัดการสารเคมีและของเสียจากห้องปฏิบัติการ รวมถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสีย ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยใช้วิธีสังเกตการแบบมีส่วนร่วม โดยแบบบันทึกการสังเกต ในขณะที่การวิจัยดำเนินการอยู่ การสังเกตนี้จะรวมถึงการรวบรวมผลการปฏิบัติด้วยตาเห็น การไต่ถามและแบบสอบถาม การสะท้อนผล (Reflection) ในขั้นตอนสะท้อนผลนี้ผู้วิจัยนำบันทึกการได้ฟังและแบบสอบถามมาวิเคราะห์ ประเมินผลเพื่อทราบปัญหาของการปฏิบัติงาน และกระบวนการแก้ไขเป็นข้อมูลนำไปสู่การปรับปรุงพัฒนาวางแผนและปฏิบัติในการนำแนวทางการจัดการสารเคมี และของเสียจากห้องปฏิบัติการมาใช้ในการงานศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการจดบันทึกปริมาณของเสียแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการที่ใช้ดำเนินงานวิจัย คือ ห้อง 16302 ห้อง 16306 และห้อง 16314 พบว่าปริมาณของเสียอันตรายในเดือนกรกฎาคม

1. ของแข็งที่ทราบชื่อ	จำนวน 14 กิโลกรัม
2. ของเหลวที่ทราบชื่อ	จำนวน 75 ลิตร
3. ของแข็งที่ไม่ทราบชื่อ	จำนวน 12 กิโลกรัม
4. ของเหลวที่ไม่ทราบชื่อ	จำนวน 46 ลิตร

ผลจากการสัมภาษณ์พบว่านักศึกษาระดับปริญญาตรีและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี มีความรู้เรื่องการจัดการของเสีย การจัดการสารเคมีที่ใช้แล้ว ผลากและสัญลักษณ์ของสาร การจัดเก็บของเสียที่เป็นอันตราย การจัดเก็บของเสียไม่อันตราย การจัดการของเสียอันตราย การขนย้ายสารเคมี ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารไวไฟ ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารกัดกร่อน ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บแก๊ส ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารออกซิไดซ์ ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารที่ไวต่อปฏิกิริยา สัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านกายภาพของสารเคมี สัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสุขภาพของสารเคมี สัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสิ่งแวดล้อมของสารเคมี ของเสียจากห้องปฏิบัติการที่สามารถทิ้งลงในท่อระบายน้ำได้ การจัดแยกประเภทของเสียที่เป็นของเหลว อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากส่วนใหญ่จะทราบข้อมูล แต่ยังไม่ได้นำมาใช้จริงในการปฏิบัติงาน โดยต้องมีคู่มือการจัดแยกประเภทและการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการ ข้อบังคับ ระเบียบกำกับเพื่อให้เกิดการปฏิบัติอย่างจริงจัง

5.2 อภิปรายผล

ปัญหาการทิ้งของเสียจากห้องปฏิบัติการในแต่ละวันมีปริมาณมาก แต่ไม่พบการเก็บแยกและกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการเท่าที่ควร เนื่องจากการยังมีทิ้งของเสียที่เป็นของเหลวที่ทราบชื่อของเหลวที่ไม่ทราบชื่อลงในอ่างน้ำสำหรับล้างอุปกรณ์ และพบว่านักศึกษาและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี มีความรู้เรื่องการจัดการของเสียที่เกิดจากห้องปฏิบัติการที่ไม่ครอบคลุมทุกด้าน เมื่อจัดทำรูปแบบการจัดการสารเคมีและของเสียจากห้องปฏิบัติการ คู่มือการจัดแยกประเภทและการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการ ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ ด้านความรู้ความเข้าใจ ของผู้ที่มีความพึงพอใจในภาพรวม $\bar{X} = 3.23$ ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง และผลการประเมินระดับความพึงพอใจ ด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ความพึงพอใจในภาพรวม $\bar{X} = 3.26$ อยู่ในระดับปานกลาง ความรู้ ความเข้าใจก่อนอ่านคู่มือและปฏิบัติ $\bar{X} = 2.90$ ความรู้ความเข้าใจหลังอ่านคู่มือและปฏิบัติ $\bar{X} = 3.20$ อยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการจัดแยกประเภทและการจัดการของเสียไว้ในภาคผนวก ก เพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถนำมาใช้ในการแยกประเภทของเสียจากห้องปฏิบัติการได้ด้วยตนเอง

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการจัดการสารเคมีและของเสียจากห้องปฏิบัติการควรมีการพัฒนาและนำรูปแบบการจัดการสารเคมีและของเสียจากห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้จริง แต่ควรเริ่มจากห้องปฏิบัติการที่มีการใช้สารเคมีจำนวนมากก่อน เพื่อเป็นแนวทางให้เกิดการพัฒนาที่ยกระดับเข้าสู่ระบบห้องปฏิบัติการที่มีความปลอดภัย มีมาตรฐานและมีปริมาณของเสียอันตรายที่ทราบชื่อ ของเสียอันตรายที่ไม่ทราบชื่อน้อยลง ลดผลกระทบและความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในองค์กร

บรรณานุกรม

- ลาวัลย์ เอียวสวัสดิ์. **การจัดการของเสีย**. สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี). 2557.
- คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. **คู่มือการแยกประเภทและการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการ**. 2553.
- ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์. **คู่มือความปลอดภัย**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 7. 2560.
- ฝ่ายคุณภาพสิ่งแวดล้อมและห้องปฏิบัติการ. **คู่มือการจัดการของเสียของห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม**. กรมควบคุมมลพิษ. 2556.
- คณะกรรมการจัดการด้านการป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์. **คู่มือการป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการและหลักการจัดการสารเคมี**. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ฉบับที่ ๑ ปี. ๒๕๕๔.
- พรเพ็ญ กำนารายณ์และคณะ. “ผลการสำรวจชี้บ่งอันตรายและวิเคราะห์ความเสี่ยงในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การแพทย์”. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** ปีที่ 23 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2558. 2558
- พิมพ์ปวีณ์ เรืองเกษตรกิจ. **คู่มือความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี**. คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี. 2560.
- ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสีย อันตรายจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. **แนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2555.
- ศูนย์พัฒนานโยบายแห่งชาติด้านสารเคมี กองแผนงานและวิชาการ. **แนวปฏิบัติการจัดการของเสียทางการแพทย์ที่เป็นสารเคมี**. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. อักษรกราฟฟิกแอนด์ดีไซน์. 2559.
- ศิริวรรณ พงศ์วิริยะกาญจน์และคณะ. “การจัดการกากของเสียอุตสาหกรรมของโรงงานแปรรูปอาหารทะเลแช่แข็งในจังหวัดระนอง”. **วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ** ปีที่ 9 ฉบับที่ 32 ประจำเดือนเมษายน-มิถุนายน 2559. 2559.
- ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม. **คู่มือการบำบัดและกำจัดของเสียที่เป็นอันตรายที่แหล่งกำเนิด**. มหาวิทยาลัยนเรศวร. 2550.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คู่มือการแยกประเภทและการจัดการของเสีย



คู่มือ การแยกประเภทและการจัดการของเสีย

โดย

นางสาววรินธร ชาทิสุภาพ

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์

งานศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

คำนำ

การจัดการสารเคมี เป็นระบบควบคุมกำกับดูแลให้ห้องปฏิบัติการมีสารเคมีเท่าที่จำเป็น มีการเก็บ และการใช้ที่ปลอดภัย เพื่อลดความเสี่ยงจากสารเคมีที่เป็นปัจจัยเสี่ยงหลักของห้องปฏิบัติการ การจัดการ สารเคมี จึงต้องครอบคลุมวัฏจักรของสารเคมีในห้องปฏิบัติการ คือ ตั้งแต่การจัดหา การเก็บ การใช้ จนกระทั่ง กำจัดทิ้ง โดยใช้ข้อมูลสารเคมีเป็นเครื่องมือ เพราะการจัดการสารเคมีต้องใช้ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับสารเคมีใน ครอบครอง จึงจะสามารถบริหารจัดการเพื่อการทำงานและการรับมือกับสารเคมีอย่างถูกต้อง

“ของเสียภายในห้องปฏิบัติการ ” หมายถึง ของเสียจากห้องปฏิบัติการ ที่เกิดจากการทดสอบ ตัวอย่าง ซึ่งประกอบไปด้วยสารที่มีอันตรายต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความเข้มข้นเกินกว่าค่ามาตรฐาน น้ำทิ้งอุตสาหกรรม หากขาดการจัดการที่เหมาะสมแล้ว จะเกิดปัญหาต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมได้ ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมมีการกำหนดวิธีการจัดการของเสียภายในอาคารห้องปฏิบัติการ ทั้งการ คัดแยก การรวบรวมและจัดเก็บ และการส่งกำจัดทิ้งนี้ เพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อเจ้าหน้าที่ พื้นที่การปฏิบัติงาน และสิ่งแวดล้อม

คู่มือฉบับนี้จัดทำเพื่อใช้เป็นแนวปฏิบัติที่ตีร่วมกันในการปฏิบัติงานของบุคลากรในงานศูนย์ วิทยาศาสตร์ โดยมีเป้าประสงค์เพื่อให้มีการจัดการสารเคมี การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการได้อย่าง ถูกต้องตาม มาตรฐานสากลเกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงาน หวังว่าคู่มือฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อ ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการของงานศูนย์วิทยาศาสตร์และผู้ที่สนใจทั่วไป

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือให้การจัดทำคู่มือฉบับนี้สำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี

ผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ.....	ก
สารบัญ.....	ข
บทที่ ๑ การจัดแยกประเภทสารเคมี.....	๑
๑.๑ การจัดแยกประเภทสารเคมี.....	๑
๑.๒ การจัดเก็บสารเคมี.....	๑
๑.๓ การใช้สารเคมีและการเบิกสารเคมี.....	๑๒
๑.๔ การกำจัดสารเคมี.....	๑๒
๑.๕ สัญลักษณ์แสดงอันตรายของสารเคมี.....	๑๒
๑.๖ การเก็บรักษาสารเคมี.....	๑๗
บทที่ ๒ การจัดการของเสีย.....	๒๐
๒.๑ การจัดการของเสีย.....	๒๐
๒.๒ ระบบการจำแนกของเสียของงานศูนย์วิทยาศาสตร์	๒๒
๒.๓ การแยกประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านกายภาพของสารเคมี.....	๒๓
๒.๔ การแยกประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสุขภาพของสารเคมี.....	๒๕
๒.๕ การแยกประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสิ่งแวดล้อมของสารเคมี.....	๒๗
๒.๖ วิธีการจัดแยกของเสียจากห้องปฏิบัติการ.....	๒๘
บรรณานุกรม.....	๓๑
ภาคผนวก	
๑. แบบฟอร์มที่เกี่ยวข้อง.....	๓๒

บทที่ ๑ การจัดแยกประเภทสารเคมี

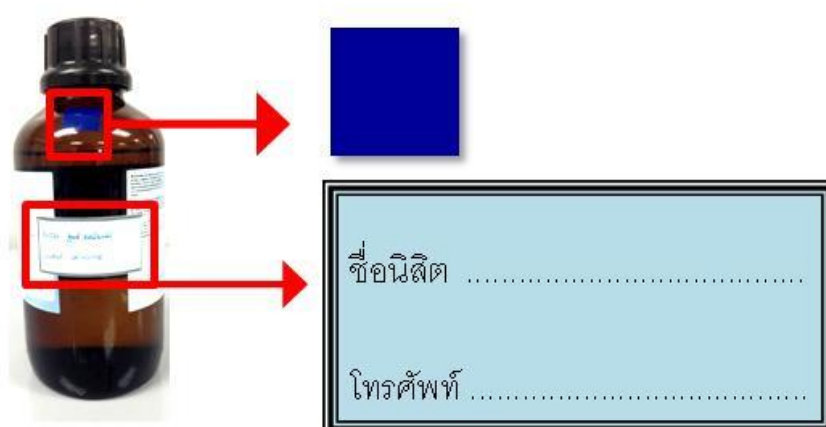
๑.๑ การจัดแยกประเภทสารเคมี

การนำสารเคมีเข้าห้องปฏิบัติการ

๑) บันทึกข้อมูลสารเคมีลงสมุดและติดรหัสให้เรียบร้อย

๒) ติดสติ๊กเกอร์(สามารถรับสติ๊กเกอร์ได้จากเจ้าหน้าที่) และจัดเก็บสารเคมีตามประเภทความเป็นอันตราย ตามตำแหน่งตู้ที่กำหนด

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



รูปที่ ๑-๑ ตัวอย่างการติดสติ๊กเกอร์สารเคมีส่วนบุคคล

๑.๒ การจัดเก็บสารเคมี

๑) ไม่เก็บสารเคมีไว้ในตู้ควัน

๒) การเก็บสารเคมีที่เป็นของเหลวในตู้เย็นและตู้แช่แข็ง ขวดสารเคมีต้องมีภาชนะรองรับ (secondary container) ที่เหมาะสม เช่น ถาดพลาสติก และภาชนะรองรับต้องสามารถป้องกันการหกหรือรั่วไหลของสารเคมีได้ หรือสามารถรองรับปริมาณสารเคมีที่อยู่ในขวดได้อย่างเพียงพอหากเกิดการหกหรือรั่วไหล

๓) ไม่เก็บขวดสารเคมีไว้นานหึ่งหรือโตะปฏิบัติการ ยกเว้นกรณีขวดสารเคมีที่เตรียมขึ้นเองสำหรับการทดลอง เช่น stock solution

๔) ไม่วางสารเคมี (รวมถึงถังแก๊ส) บริเวณทางเดิน

๕) ในกรณีที่ต้องวางขวดหรือภาชนะบรรจุสารเคมีบนพื้นห้องปฏิบัติการ ต้องมีภาชนะรองรับที่มีความจุมากกว่าปริมาณรวมของสารเคมีที่มีอยู่ในภาชนะทุกใบ และไม่วางเกะกะการทำงานของผู้นปฏิบัติงาน และทางเดิน ในกรณีภาชนะเป็นแก้วต้องอยู่ในตำแหน่งที่ไม่แตกได้โดยง่าย

๖) เก็บสารที่ติดไฟง่ายออกห่างจากแหล่งกำเนิดไฟ

๗) ไม่มีสิ่งกีดขวางการทำงานของหัวสปริงเกอร์

๘) เก็บสารไวปฏิกิริยาต่อน้ำออกห่างจากสปริงเกอร์

๙) ไม่วางสารเคมีใกล้ท่อระบายน้ำ ใต้หรือในอ่างน้ำ หากจำเป็นต้องมีภาชนะรองรับ เพื่อป้องกันสารเคมีรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม

ความรู้เกี่ยวกับการจัดเก็บสารเคมี ประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

๑) ข้อเสนอแนะการจัดเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ ๑-๑ ข้อเสนอแนะการจัดเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

กลุ่มของสารเคมี	คำแนะนำวิธีการเก็บรักษา	ตัวอย่างสารเคมี	สารที่เข้ากันไม่ได้ (ดู SDS ในทุกกรณี)
แก๊สไวไฟภายใต้ความดัน (รวมถึงแก๊สติดไฟได้) (compressed gases-flammable includes combustible)	เก็บรักษาในที่เย็นและแห้ง ห่างจากแก๊สออกซิไดซ์ อย่างน้อย ๖ ม. (๒๐ ฟุต) โดยมัดหรือล่มาถึงไว้กับผนังหรือโตะปฏิบัติการ แก๊สบางชนิดอาจต้องเก็บในตู้ที่ติดตั้งสปริงเกอร์หรือระบบระบายอากาศ	Methane, Acetylene, Hydrogen	แก๊สพิษและออกซิไดซ์ ภายใต้ความดัน, ของแข็งออกซิไดซ์ (oxidizing and toxic compressed gases, oxidizing solids)
แก๊สเหลวไวไฟภายใต้ความดัน (compressed gases-liquefied flammable)	เก็บรักษาในที่เย็น และแห้ง ห่างจากแก๊สออกซิไดซ์ อย่างน้อย ๖ ม. (๒๐ ฟุต) โดยมัดหรือล่มาถึงไว้กับผนังหรือโตะปฏิบัติการ แก๊สบางชนิดอาจต้องเก็บในตู้ที่ติดตั้งสปริงเกอร์หรือระบบระบายอากาศ แก๊สที่เก็บในอาคาร ถึงควรมีขนาดบรรจุ ไม่เกิน ๑๖ ออนซ์ (๓๕๐ กรัม) หากมีขนาดใหญ่ ให้นำเข้ามาใช้ภายในอาคาร เป็นรายวันเท่านั้น และเก็บถาวรอยู่ภายนอกอาคาร	Propane, Butane	แก๊สพิษและออกซิไดซ์ ภายใต้ความดัน, ของแข็งออกซิไดซ์ (oxidizing and toxic compressed gases, oxidizing solids)

กลุ่มของสารเคมี	คำแนะนำวิธีการเก็บรักษา	ตัวอย่างสารเคมี	สารที่เข้ากันไม่ได้ (ดู SDS ในทุกกรณี)
แก๊สภายใต้ความดันที่ไวต่อปฏิกิริยา (รวมถึงแก๊สออกซิไดซ์) (compressed gases–reactive, including oxidizing)	เก็บรักษาในที่เย็นและแห้ง ห่างจากแก๊สไวไฟอย่างน้อย ๖ ม. (๒๐ ฟุต) มัดหรือล่ามัดไว้กับผนังหรือโต๊ะปฏิบัติการ แก๊สบางชนิดอาจต้องเก็บในตู้ที่ติดตั้งระบบระบายอากาศ	Oxygen, Chlorine	แก๊สไวไฟ (flammable gases)
แก๊สภายใต้ความดันที่คุกคามสุขภาพของคน รวมถึงแก๊สพิษและกัดกร่อน (compressed gases–threat to human health, includes toxic and corrosive)	เก็บรักษาในที่เย็นและแห้ง ห่างจากแก๊สและของเหลวไวไฟ โดยมัดหรือล่ามัดไว้กับผนังหรือโต๊ะปฏิบัติการ แก๊สบางชนิดอาจต้องเก็บในตู้ที่ติดตั้งระบบระบายอากาศ	Carbon monoxide, Hydrogen sulfide, Hydrogen chloride	แก๊สไวไฟ และ/หรือออกซิไดซ์ (flammable and/or oxidizing gases)
สารกัดกร่อน–กรดอินทรีย์ (corrosives–acids inorganic)	เก็บในตู้เก็บรักษากรดที่ติดตั้งระบบป้องกัน หรือมีภาชนะพลาสติกรองรับ	Inorganic (mineral) acids, Hydrochloric acid, Sulfuric acid, Chromic acid, Nitric acid หมายเหตุ: Nitric acid เป็นสารออกซิไดซ์ที่แรงและควรเก็บแยกจากกรดอื่น ๆ โดยเก็บในภาชนะรองรับหรือตู้กรดที่แยกออกจากกัน	ของเหลวไวไฟ (flammable liquids) ของแข็งไวไฟ (flammable solids) เบส (bases) และ สารออกซิไดซ์ (oxidizers) กรดอินทรีย์ (organic acids)
สารกัดกร่อน–กรดอินทรีย์ (corrosives–acids organic)	เก็บในตู้เก็บรักษากรดที่ติดตั้งระบบป้องกัน หรือมีภาชนะพลาสติกรองรับ	Acetic acid, Trichloroacetic acid, Lactic acid	ของเหลวไวไฟ (flammable liquids) ของแข็งไวไฟ (flammable solids) เบส (bases) และ สารออกซิไดซ์ (oxidizers) กรดอินทรีย์ (inorganic acids)
สารกัดกร่อน–เบส (corrosives–bases)	เก็บในตู้ที่แยกต่างหาก	Ammonium hydroxide, Potassium hydroxide, Sodium hydroxide	สารออกซิไดซ์ และกรด (oxidizers and acids)

กลุ่มของสารเคมี	คำแนะนำวิธีการเก็บรักษา	ตัวอย่างสารเคมี	สารที่เข้ากันไม่ได้ (ดู SDS ในทุกกรณี)
สารระเบิดได้ (explosives)	เก็บให้ห่างจากสารเคมีอื่น ๆ ทั้งหมด ในตำแหน่งที่ ปลอดภัย เพื่อมิให้พลัดตกลง มาได้	Ammonium nitrates, Nitrourea, Sodium azide, Trinitroaniline, Trinitroanisole, Trinitrobenzene, Trinitrophenol (Picric acid), Trinitrotoluene (TNT)	สารเคมีอื่น ๆ ทั้งหมด
ของเหลวไวไฟ (flammable liquids)	เก็บในตู้เก็บเฉพาะสารไวไฟ หมายเหตุ: สารเคมีที่เกิดเปอร์ ออกไซด์ได้ต้องลงวันที่ที่เปิด ขวด เช่น Ether, Tetrahydrofuran, Dioxane	Acetone, Benzene, Diethyl ether, Methanol, Ethanol, Hexanes, Toluene	สารออกซิไดซ์ และ กรด (oxidizers and acids)
ของแข็งไวไฟ (flammable solids)	เก็บในพื้นที่ที่เย็นและแห้ง แยกห่างออกไปจากสาร ออกซิไดซ์ และสารกัดกร่อน	Phosphorus, Carbon, Charcoal	สารออกซิไดซ์ และ กรด (oxidizers and acids)
สารเคมีที่ไวปฏิกิริยา ต่อน้ำ (water reactive chemicals)	เก็บในสถานที่ที่เย็นและแห้ง และมีการป้องกันสารเคมีจาก การสัมผัสน้ำ (รวมทั้งระบบ สปริงเกอร์) และติดป้าย เตือนในสถานที่นั้นว่า “สารเคมีที่ไวปฏิกิริยาต่อน้ำ”, “ห้ามใช้น้ำดับไฟในทุกกรณี” ไม่เก็บบนพื้นเพื่อกรณีน้ำท่วม (เช่น ท่อน้ำแตก)	Sodium metal, Potassium metal, Lithium metal, Lithium aluminum hydride	แยกจากสารละลายที่มี น้ำเป็นองค์ประกอบ ทั้งหมด และสาร ออกซิไดซ์ (all aqueous solutions and oxidizers)
สารออกซิไดซ์ (oxidizers)	วางบนถาดและเก็บไว้ในตู้ทน ไฟ แยกต่างหากจากสารไวไฟ และวัสดุที่ติดไฟได้	Sodium hypochlorite, Benzoyl peroxide, Potassium permanganate, Potassium chlorate, Potassium dichromate หมายเหตุ: กลุ่มสารเคมี ต่อไปนี้เป็นสารออกซิไดซ์:	สารรีดิวซ์, สารไวไฟ, สารไหม้ไฟได้, วัสดุ อินทรีย์ และโลหะ สภาพเป็นผงละเอียด

กลุ่มของสารเคมี	คำแนะนำวิธีการเก็บรักษา	ตัวอย่างสารเคมี	สารที่เข้ากันไม่ได้ (ดู SDS ในทุกกรณี)
		Nitrates, Nitrites, Chromates, Dichromates, Chlorites, Permanganates, Persulfates, Peroxides, Picrates, Bromates, Iodates, Superoxides	
สารพิษ (poisons)	แยกเก็บจากสารอื่น โดยมีภาชนะ รองรับที่ทนสารเคมีในพื้นที่ที่แห้ง เย็น และมีการระบายอากาศ	Cyanides, สารประกอบ โลหะหนัก เช่น Cadmium, Mercury, Osmium	ดู SDS
สารเคมีทั่วไปที่ไม่ไวต่อ ปฏิกิริยา (general chemicals non-reactive)	เก็บในตู้หรือชั้นวาง	Agar, Sodium chloride, Sodium bicarbonate, และเกลือที่ไม่ไวต่อปฏิกิริยา ส่วนใหญ่	ดู SDS

(ดัดแปลงจาก Laboratory Safety Manual, The University of Texas at Austin, January ๒๐๑๑)

- ๒) ตัวอย่างเกณฑ์การแยกประเภทสารเคมีเพื่อการจัดเก็บ
- ๒.๑ การแยกเก็บสารกลุ่มที่ไม่ควรจัดเก็บไว้ในที่เดียวกัน

ตาราง ๑-๒ การแยกเก็บสารกลุ่มที่ไม่ควรจัดเก็บไว้ในที่เดียวกัน

Compound/Class	Avoid Storage Near or Contact With:
Acids	
Acetic acid	Chromic acid, nitric acid, hydroxyl compounds, ethylene, glycogen, perchloric acid, peroxides, permanganate
Hydrofluoric acid	Ammonia (aqueous or anhydrous)
Nitric acid (conc.)	Acetic acid, aniline, chromic acid, acetone, alcohol, or other flammable liquids, hydrocyanic acid, hydrogen sulfide, or other flammable gases, nitratable substances: copper, brass or any heavy metals (or will generate nitrogen dioxide/nitrous fumes) or organic products such as wood and paper
Sulfuric acid	Light metals (lithium, sodium, potassium), chlorates, perchlorates, permanganates
Bases	
Ammonia	Mercury, chlorine, bromine, iodine, hydrofluoric acid, calcium hypochlorite
Calcium oxide	Water

Compound/Class	Avoid Storage Near or Contact With:
Alkaline metals	Sodium, potassium, magnesium, calcium, aluminum, carbon dioxide, carbon tetrachloride or other chlorinated hydrocarbons, halogens, water
Bromine	Ammonia, acetylene, butadiene, methane, propane, butane (or other petroleum gases), hydrogen, sodium carbide, turpentine, benzene, finely divided metals
Carbon, activated	Calcium hypochlorite, oxidizing agents
Chlorine	Ammonia, acetylene, butadiene, methane, propane, butane, or other petroleum gases, hydrogen, sodium carbide, turpentine, benzene, finely divided metals
Copper	Acetylene, hydrogen peroxide, nitric acid
Fluorine	Isolate from everything
Iodine	Acetylene, ammonia (aqueous or anhydrous), hydrogen
Mercury	Acetylene, ammonia, fulminic acid (produced in nitric acid-ethanol mixtures)
Oxygen	Oils, grease, hydrogen, other flammable gases, liquids, or solids
Phosphorous (white)	Air, oxygen, caustic alkalis as reducing agents (will generate phosphine)
Potassium	Carbon tetrachloride, carbon dioxide, water
Silver	Acetylene, oxalic acid, tartaric acid, fulminic acid (produced in nitric acid-ethanol mixtures), and ammonium compounds
Organics	
Acetone	Concentrated nitric acid and sulfuric acid mixtures
Acetylene	Fluorine, chlorine, bromine, copper, silver, mercury
Aniline	Nitric acid, hydrogen peroxide
Flammable liquids	Ammonium nitrate, chromic acid, hydrogen peroxide, nitric acid, sodium peroxide, halogens
Compound/Class	Avoid Storage Near or Contact With:
Hydrocarbons (propane, butane, etc.)	Fluoride, chlorine, bromine, chromic acid, sodium peroxide
Nitroparaffins	Inorganic bases, amines
Oxalic acid	Silver, mercury
Oxidizers	
Chlorates	Ammonium salts, acids, metal powders, sulfur, finely divided organics, or combustible materials
Chromic acid	Acetic acid, naphthalene, camphor, glycerol, turpentine, alcohol or

Compound/Class	Avoid Storage Near or Contact With:
(trioxide)	flammable liquids
Ammonium nitrate	Acids, metal powders, flammable liquids, chlorates, nitrates, sulfur, finely divided organics or combustible materials
Chlorine dioxide	Ammonia, methane, phosphine, hydrogen sulfide
Cumene hydroperoxide	Organic or inorganic acids
Hydrogen peroxide	Copper, chromium, iron, most other metals or salts, alcohols, acetone, or other flammable liquids, aniline, nitromethane, or other organic or combustible materials
Hypochlorites	Acids (will generate chlorine or hypochlorous acid)
Nitrates	Sulfuric acid (will generate nitrogen dioxide)
Perchloric acid	Acetic acid, bismuth and its alloys, alcohol, paper, wood, grease, oils
Peroxides (organics)	Organic or inorganic acids; also avoid friction and store cold
Potassium chlorate	Acid, especially sulfuric acid
Potassium permanganate	Glycerol, ethylene glycol, benzaldehyde, sulfuric acid
Sodium peroxide	Any oxidizable substance such as methanol, ethanol, glycerol, ethylene glycol, glacial acetic acid, acetic anhydride, benzaldehyde, furfural, methyl acetate, ethyl acetate, carbon disulfide
Alkaline metals	Sodium, potassium, magnesium, calcium, aluminum, carbon dioxide, carbon tetrachloride or other chlorinated hydrocarbons, halogens, water
Calcium oxide	Water
Cyanides	Acids (will generate hydrogen cyanide)
Phosphorous (white)	Air, oxygen, caustic alkalis as reducing agent (will generate phosphine)
Potassium	Carbon tetrachloride, carbon dioxide, water
Sodium	Carbon tetrachloride, carbon dioxide, water
Sodium peroxide	Any oxidizable substance such as methanol, ethanol, glycerol, glacial acetic acid, acetic anhydride, benzaldehyde, furfural, methyl acetate, ethyl acetate, carbon disulfide
Sulfides	Acids (will generate hydrogen sulfide)
Reducing Agents	
Hydrazine	Hydrogen peroxide, nitric acid, other oxidants

Compound/Class	Avoid Storage Near or Contact With:
Nitrites	Acids (will generate nitrous fumes)
Sodium nitrite	Ammonium nitrate and other ammonium salts
Toxics/Poisons	
Arsenicals	Reducing agents (will generate arsine)
Azides	Acids (will generate hydrogen azide)
Cyanides	Acids (will generate hydrogen cyanide)
Hydrocyanic acid	Nitric acid, alkalis
Hydrogen sulfide	Fuming nitric acid, oxidizing gases
Selenides	Reducing agents (will generate hydrogen selenide)
Sulfides	Acids (will generate hydrogen sulfide)
Tellurides	Reducing agents (will generate hydrogen telluride)

(Chemical Segregation & Incompatibilities Guidelines, University of Texas at Arlington
 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://www.uta.edu/campus-ops/ehs/chemical/docs/chemical-segregation.pdf>)

๓) ข้อกำหนดการจัดเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

๓.๑) ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารไวไฟ

- ๓.๑.๑ สารไวไฟต้องเก็บให้ห่างจากความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ และเปลวไฟ
- ๓.๑.๒ สารไวไฟต้องเก็บให้พ้นจากแสงอาทิตย์
- ๓.๑.๓ ในห้องปฏิบัติการต้องมีการกำหนดบริเวณการจัดเก็บสารไวไฟไว้โดยเฉพาะ และไม่นำสารอื่นมาเก็บไว้ในบริเวณที่เก็บสารไวไฟ
- ๓.๑.๔ ต้องไม่เก็บสารไวไฟไว้ในภาชนะที่ใหญ่เกินจำเป็น เช่น ในภาชนะขนาดใหญ่เกิน ๒๐ ลิตร (carboy)
- ๓.๑.๕ ห้ามเก็บสารไวไฟหรือสารที่ไหม้ไฟได้ในห้องปฏิบัติการไว้มากกว่า ๕๐ ลิตร
- ๓.๑.๖ ในกรณีที่ภายในห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องเก็บสารไวไฟหรือสารที่ไหม้ไฟได้ไว้มากกว่า ๕๐ ลิตร ต้องเก็บไว้ในตู้เฉพาะที่ใช้สำหรับเก็บสารไวไฟ หากต้องเก็บในที่เย็น ตู้เย็นที่ใช้เก็บต้องมีระบบป้องกันการเกิดประกายไฟหรือปัจจัยอื่นๆ ที่อาจทำให้เกิดการติดไฟหรือระเบิดได้ (explosion-proof refrigerator)
- ๓.๑.๗ ห้ามเก็บสารไวไฟในตู้เย็นสำหรับใช้ในบ้าน เนื่องจากภายในตู้เย็นที่ใช้ในบ้านไม่มีระบบป้องกันการติดไฟ และยังมีวัสดุหลายอย่างที่เป็นสาเหตุให้เกิดการติดไฟได้ เช่น หลอดไฟภายในตู้เย็น เป็นต้น

๓.๒) ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารกัดกร่อน

- ๓.๒.๑ ห้ามเก็บขวดสารกัดกร่อน (ทั้งกรด และเบส) ขนาดใหญ่ (ปริมาณมากกว่า ๑ ลิตร หรือ ๑.๕ กิโลกรัม) ไว้ในระดับที่สูงเกิน ๖๐ เซนติเมตร (๒ ฟุต)
- ๓.๒.๒ ห้ามเก็บขวดสารกัดกร่อน (ทั้งกรด และเบส) ทุกชนิดเหนือกว่าระดับสายตา
- ๓.๒.๓ ขวดกรดต้องเก็บไว้ในตู้ไม้ หรือตู้สำหรับเก็บกรดโดยเฉพาะที่ทำจากวัสดุป้องกันการกัดกร่อน เช่น พลาสติก หรือวัสดุอื่นๆ ที่เคลือบด้วยอีพ็อกซี (epoxy enamel) และมีภาชนะรองรับ เช่น ถาดพลาสติก หรือมีวัสดุห่อหุ้มป้องกันการรั่วไหล
- ๓.๒.๔ การเก็บขวดกรดขนาดเล็ก (ปริมาณไม่เกิน ๑ ลิตร หรือ ๑.๕ กิโลกรัม) บนชั้นวาง ต้องมีภาชนะรองรับ เช่น ถาดพลาสติก หรือมีวัสดุห่อหุ้มป้องกันการรั่วไหล

๓.๓) ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บแก๊ส

- ๓.๓.๑ การเก็บถังแก๊สในห้องปฏิบัติการต้องมีอุปกรณ์ยึดที่แข็งแรง ถังแก๊สทุกถังต้องมีสายคาดหรือโซ่ยึดกับผนัง โต๊ะปฏิบัติการ หรือที่รองรับอื่นๆ ที่สามารถป้องกันอันตรายให้กับผู้ปฏิบัติงาน ในบริเวณใกล้เคียงจากน้ำหนักของถังแก๊สที่ล้มมาทับได้ โดยทั่วไปสายยึดต้องคาดเหนือกึ่งกลางถัง ในระดับประมาณ ๒/๓ ของถัง
- ๓.๓.๒ ถังแก๊สทุกถังต้องมีที่ปิดครอบหัวถัง ถังแก๊สที่ไม่ได้สวมมาตรวัดต้องมีฝาปิดครอบหัวถังที่มี สกรูครอบอยู่เสมอ ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายจากแก๊สภายในถังพุ่งออกมาอย่างรุนแรงหากวาล์วควบคุมที่คอถังเกิดความเสียหาย
- ๓.๓.๓ ห้ามเก็บถังแก๊สเปล่ารวมอยู่กับถังแก๊สที่มีแก๊ส และต้องติดป้ายระบุไว้อย่างชัดเจนว่าเป็นถังแก๊สเปล่า หรือถังแก๊สที่มีแก๊ส
- ๓.๓.๔ เก็บถังแก๊สในที่แห้ง อากาศถ่ายเทได้ดี ห่างจากความร้อน ประกายไฟ แหล่งกำเนิดไฟ วงจรไฟฟ้า

๓.๓.๕ ถังแก๊สที่บรรจุสารอันตรายหรือสารพิษ (ตามรายการด้านล่าง) ต้องเก็บในตู้เก็บถังแก๊สโดยเฉพาะที่มีระบบระบายอากาศ หรือหากเป็นถังแก๊สขนาดเล็ก (lecture cylinders หรือ ๔-L tanks) ต้องเก็บไว้ในตู้ควั่นและห้ามเก็บเกิน ๒ ถัง

๓.๓.๖ เก็บถังแก๊สออกซิเจนห่างจากถังแก๊สเชื้อเพลิง (เช่น acetylene) แก๊สไวไฟ และวัสดุไหม้ไฟได้ (combustible materials) อย่างน้อย ๖ เมตร (๒๐ ฟุต) หรือบังด้วยฉาก/ผนังกั้นที่ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ ที่มีความสูงอย่างน้อย ๑.๕ เมตร (๕ ฟุต) และสามารถหน่วงไฟได้อย่างน้อยครึ่งชั่วโมง

ตาราง ๑-๓ แก๊สอันตราย

<u>แก๊สอันตราย</u>		
Ammonia	Dichloroborane	Hydrogen sulfide
Arsenic pentafluoride	Dichlorosilane	Methylamine
Arsine	Dimethylamine	Methyl bromide
Boron trifluoride	Ethylamine	Methyl chloride
๑,๓-Butadiene	Ethylene oxide	Methyl mercaptan
Carbon monoxide	Fluorine	Nitrogen oxides
Carbon oxysulfide	Formaldehyde	Phosgene
Chlorine	Germane	Phosphine
Chlorine monoxide	Hydrogen chloride, anhydrous	Silane
Chlorine trifluoride	Hydrogen cyanide	Silicon tetrafluoride
Chloroethane	Hydrogen fluoride	Stibine
Cyanogen	Hydrogen selenide	Trimethylamine
Diborane		Vinyl chloride

๓.๔) ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารออกซิไดซ์ (Oxidizers)

สารออกซิไดซ์สามารถทำให้เกิดเพลิงไหม้และการระเบิดได้เมื่อสัมผัสกับสารไวไฟและสารที่ไหม้ไฟได้ เมื่อสารที่ไหม้ไฟได้สัมผัสกับสารออกซิไดซ์จะทำให้อัตราในการลุกไหม้เพิ่มขึ้น ทำให้สารไหม้ไฟได้เกิดการลุกติดไฟขึ้นทันที หรืออาจเกิดการระเบิดเมื่อได้รับความร้อน การสั่นสะเทือน (shock) หรือแรงเสียดทาน

ตาราง ๑-๔ ตัวอย่างกลุ่มสารออกซิไดซ์

Peroxides (O_2^{2-})	Chlorates (ClO_3^-)
Nitrates (NO_3^-)	Chlorites (ClO_2^-)
Nitrites (NO_2^-)	Hypochlorites (ClO^-)
Perchlorates (ClO_4^-)	Dichromates ($Cr_2O_7^{2-}$)
Permanganates (MnO_4^-)	Persulfates ($S_2O_8^{2-}$)

ข้อกำหนดในการจัดเก็บ

๑. เก็บสารออกซิไดซ์ห่างจากสารไวไฟ สารอินทรีย์ และสารที่ไหม้ไฟได้
๒. เก็บสารที่มีสมบัติออกซิไดซ์สูง (เช่น กรดโครมิก) ไว้ในภาชนะแก้วหรือภาชนะที่มีสมบัติเฉื่อย
๓. ห้ามใช้ขวดที่ปิดด้วยจุกคอร์กหรือจุกยางเก็บสารออกซิไดซ์
- ๓.๕) ข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บสารที่ไวต่อปฏิกิริยา
 - สารที่ไวต่อปฏิกิริยาสามารถแบ่งเป็นกลุ่มได้ ดังนี้
 ๑. สารที่ไวต่อปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน (polymerization reactions) เช่น styrene สารกลุ่มนี้เมื่อเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันจะทำให้เกิดความร้อนสูงหรือไม่สามารถควบคุมการปลดปล่อยความร้อนออกมาได้
 ๒. สารที่ไวต่อปฏิกิริยาเมื่อสัมผัสกับน้ำ (water reactive materials) เช่น alkali metals (lithium, sodium, potassium) silanes, magnesium, zinc, aluminum รวมทั้งสารประกอบอินทรีย์โลหะ เช่น alkylaluminums, alkyllithiums เป็นต้น สารกลุ่มนี้เมื่อสัมผัสกับน้ำจะปลดปล่อยความร้อนออกมาทำให้เกิดการลุกติดไฟขึ้นในกรณีที่ตัวสารเป็นสารไวไฟ หรือทำให้สารไวไฟที่อยู่ใกล้เคียงลุกติดไฟ นอกจากนี้ยังอาจทำให้เกิดการปลดปล่อยสารไวไฟ สารพิษ ไอของออกไซด์ของโลหะ กรด แก๊สที่ทำให้เกิดการออกซิไดซ์ได้ดี
 ๓. สาร Pyrophoric ส่วนใหญ่เป็น tert-butyllithium, diethylzinc, triethylaluminum, สารประกอบอินทรีย์โลหะ (organometallics) สารกลุ่มนี้เมื่อสัมผัสกับอากาศจะทำให้เกิดการลุกติดไฟ
 ๔. สารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ (Peroxide-forming materials) หมายถึง สารที่เมื่อทำปฏิกิริยากับอากาศ ความชื้น หรือสิ่งปนเปื้อนต่างๆ แล้วทำให้เกิดสารเปอร์ออกไซด์ เช่น ether, dioxane, sodium amide, tetrahydrofuran (THF) เป็นต้น สารเปอร์ออกไซด์เป็นสารที่ไม่เสถียรสามารถทำให้เกิดการระเบิดได้เมื่อมีการสั่นสะเทือน แรงเสียดทาน การกระทบ ความร้อน ประกายไฟ หรือ แสง
 ๕. สารที่ไวต่อปฏิกิริยาเมื่อเกิดการเสียดสีหรือกระทบกระแทก (Shock-sensitive materials) เช่น สารที่มีหมู่นิโตร (nitro), เกลือ azides, fulminates, perchlorates เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีส่วนประกอบของสารอินทรีย์อยู่ด้วย เมื่อสารกลุ่มนี้ถูกเสียดสีหรือกระทบกระแทกจะทำให้เกิดการระเบิดได้

๑.๓ การใช้สารเคมี และเบกสารเคมี

๑) สามารถตรวจสอบรายชื่อสารเคมีส่วนกลางของงานศูนย์วิทยาศาสตร์ ที่เจ้าหน้าที่ (นักวิทยาศาสตร์) ประจำชั้น

๒) นักศึกษาต้องลงบันทึกการใช้สารเคมีทุกครั้ง (กับเจ้าหน้าที่)

๓) ใช้แล้วต้องนำกลับมาวางไว้ที่เดิม

๔) ให้นักศึกษาดักหรือเทสารเคมีเท่าที่พอใช้ห้ามเทสารกลับลงขวดสารเคมีโดยเด็ดขาด..เพราะจะเกิดการปนเปื้อน

๕) กรณีที่สารเคมีหมด

๑) บันทึกข้อมูลลงในเอกสารสำหรับตัดขวดสารเคมีของศูนย์ฯ (ที่เจ้าหน้าที่ประจำชั้น)

๒) นำขวดเปล่าของสารเคมีที่ชนิดของเหลวไปเก็บไว้ใต้ตู้ดูดควันห้อง (เพื่อใช้เป็นภาชนะทิ้งของเสียต่อไป) สำหรับภาชนะของสารเคมีที่ชนิดของแข็งให้ทิ้งลงถังขยะห้องแลป ห้องปฏิบัติการจะส่งกำจัดตามระบบต่อไป

๑.๔ การกำจัดสารเคมี

นักศึกษาต้องดำเนินการจัดการสารที่ไม่ใช้แล้ว ได้แก่ สารที่ไม่ต้องการใช้, สารที่หมดอายุตามฉลาก หรือ สารที่หมดอายุตามสภาพ (ปรึกษาผู้อื่น หรือ ส่งกำจัด ตามความเหมาะสม)

๑.๕ สัญลักษณ์แสดงอันตรายของสารเคมี

เราสามารถทราบว่สารเคมีที่พบเป็นสารอันตรายหรือไม่ และก่อให้เกิดอันตรายได้โดย การสังเกตฉลากหรือเครื่องหมาย ซึ่งเป็นเครื่องหมายสากล ที่แสดงไว้ตามสถานที่ต่าง ๆ เช่น ติด บนภาชนะบรรจุถังเหล็ก แท็งก์ หรือป้ายที่ ติดบนรถยนต์หรือรถบรรทุก ทั้งนี้เพื่อเป็นการแสดง ให้รู้ว่สารเคมีที่อยู่ ณ ที่นั้น หรือที่บรรทุกมาเป็นสารเคมีประเภทใด ผู้พบเห็นจะได้ระวังและ ป้องกันอันตรายได้ถูกต้อง ระบบสัญลักษณ์แสดงอันตรายที่รู้จักและนิยมใช้มี ๔ ระบบ ได้แก่ ระบบ UN, ระบบ NFPA, ระบบ EEC และระบบ GHS ซึ่งสัญลักษณ์ของทั้ง ๔ ระบบนั้น มีดังนี้

๑.๕.๑ ระบบ UN (United Nations Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods) จำแนกสารที่เป็นอันตรายและเป็นเหตุให้ถึงแก่ความตายได้ หรือก่อให้เกิด ความพินาศ เสียหายออกเป็น ๙ ประเภท (UN-Class) ตามลักษณะที่ก่อให้เกิดอันตรายหรือความ เสี่ยงในการเกิดอันตราย ดังนี้

ประเภทที่ ๑ วัตถุระเบิด

ประเภทที่ ๒ ก๊าซ

ประเภทที่ ๓ ของเหลวไวไฟ

ประเภทที่ ๔ ของแข็งไวไฟ

ประเภทที่ ๕ วัตถุออกซิไดส์และออร์แกนิกเปอร์ออกไซด์

ประเภทที่ ๖ วัตถุมีพิษและวัตถุติดเชื้อ

ประเภทที่ ๗ วัตถุกัมมันตรังสี

ประเภทที่ ๘ วัตถุกัดกร่อน

ประเภทที่ ๙ วัตถุอื่นๆ ที่เป็นอันตราย



รูปที่ ๑-๒ รายละเอียดระบบสัญลักษณ์แบบ UN

ที่มาของภาพ: <https://www.pinterest.com/pin/๖๗๕๕๔๐๖๓๑๓๒๒๕๒๘๐/>

๑.๕.๒ ระบบ NFPA (The National Fire Protection Association)

ของสหรัฐอเมริกา กำหนดสัญลักษณ์แสดงอันตรายเป็นรูปเพชร (Diamond-shape) เพื่อใช้ในการป้องกันและตอบโต้เหตุเพลิงไหม้ สัญลักษณ์ดังกล่าวมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่วางตั้งตามแนวเส้นทแยงมุม ภายในแบ่งออกเป็นสี่เหลี่ยมย่อย ขนาดเท่ากัน ๔ รูป ใช้พื้นที่กำกับ ๔ สี ได้แก่ สีแดง สีน้ำเงิน สีเหลือง และสีขาว และใช้ตัวเลข ๐ ถึง ๔ แสดงถึงระดับอันตราย โดย ๐ หมายถึงสารนั้นไม่ก่อให้เกิดอันตรายและ ๔ แสดงถึงอันตรายสูงสุด โดยแต่ละสี แสดงคุณสมบัติต่างๆ ของสาร ดังนี้

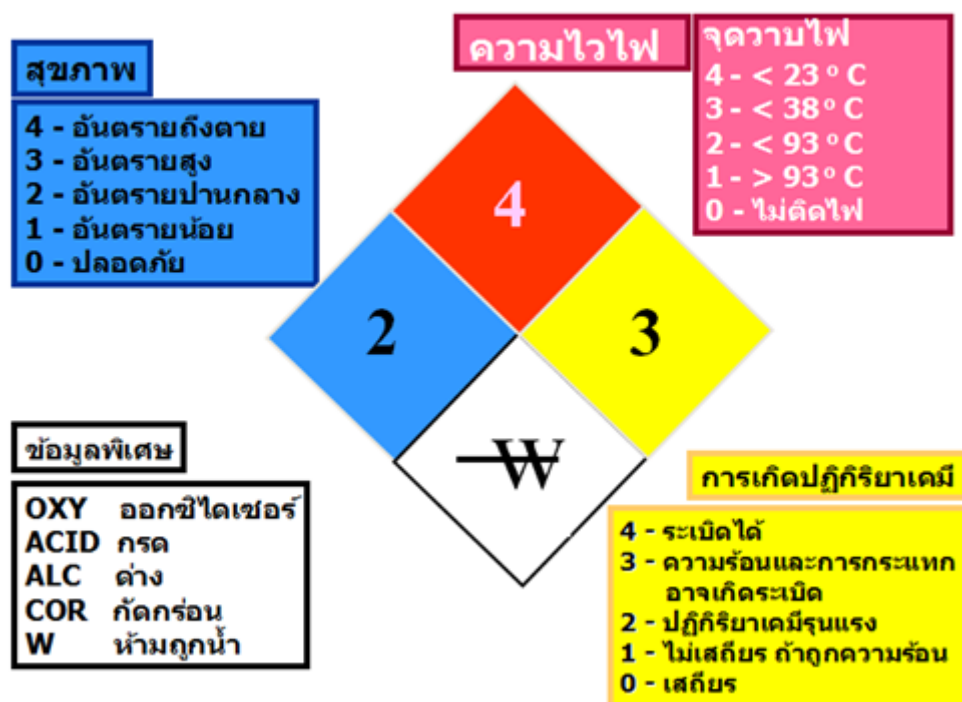
สีแดง	แสดงอันตรายจากไฟ (Flammable)
สีน้ำเงิน	แสดงอันตรายต่อสุขภาพ (Health)
สีเหลือง	แสดงความไวต่อปฏิกิริยาของสาร (Reactivity)
สีขาว	แสดงคุณสมบัติพิเศษของสาร (Special hazard)

โดยมีสัญลักษณ์ต่างๆ คือ

W หมายถึง สารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับน้ำ (Water reactive)

Ox หมายถึง สารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นตัวออกซิไดซ์ (Oxidizer)

Cor หมายถึง สารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน (Corrosive)



รูปที่ ๑-๒ รายละเอียดระบบสัญลักษณ์แบบ NFPA
ที่มาของภาพ: สุเมธา วิเชียรเพชร [๖]

๑.๕.๓ ระบบ EEC (The European Economic Council)

ตามข้อกำหนดของประชาคมยุโรป ที่ ๖๗/๕๔๘/EEC สัญลักษณ์แสดง อันตรายจะแบ่งออกตามประเภทของอันตราย โดยใช้รูปภาพสีดำเป็นสัญลักษณ์แสดงอันตรายบนพื้นสีเหลี่ยมจัตุรัสสีส้ม และมีอักษรย่อกำกับที่มุมขวา ซึ่งสัญลักษณ์เหล่านี้ปรากฏอยู่ที่ฉลากของสารเคมีที่ใช้ในสหภาพยุโรป

สัญลักษณ์ (Symbol)	สิ่งบ่งชี้อันตราย (Indication of Danger)	ประเภทความเป็นอันตราย (Hazard Class)	สัญลักษณ์ (Symbol)	สิ่งบ่งชี้อันตราย (Indication of Danger)	ประเภทความเป็นอันตราย (Hazard Class)
	Explosive (E)	วัตถุระเบิด (Explosive)		Extremely Flammable (F+)	สารไวไฟมากเป็นพิเศษ (Extremely Flammable)
	Oxidizing (O)	สารออกซิไดซ์ (Oxidizing)		Highly Flammable (F)	- สารไวไฟมาก (Highly Flammable) - สารไวไฟ (Flammable)
	Very Toxic (T+)	สารมีพิษมาก (Very Toxic)		Irritant (Xi)	- สารระคายเคือง (Irritant) - สารที่ทำให้เกิดการกระตุ้นอาการแพ้ (Sensitization)
	Toxic (T)	- สารมีพิษ (Toxic) - สารก่อมะเร็ง ประเภทที่ 1, 2 (Carcinogenic) - สารก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ ประเภทที่ 1, 2 (Mutagenic) - สารที่เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ ประเภทที่ 1, 2 (Toxic for Reproduction)		Harmful (Xn)	- สารอันตราย (Harmful) - สารที่ทำให้เกิดการกระตุ้นอาการแพ้ (Sensitization) - สารก่อมะเร็ง ประเภทที่ 3 (Carcinogenic) - สารก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ ประเภทที่ 3 (Mutagenic) - สารที่เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ ประเภทที่ 3 (Toxic for Reproduction)
	Dangerous for the Environment (N)	สารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (Dangerous for the Environment)		Corrosive (C)	สารกัดกร่อน (Corrosive)

รูปที่ ๑-๓ รายละเอียดระบบสัญลักษณ์แบบ EEC
ที่มาของภาพ: <http://www.thailandindustry.com>

๑.๕.๔ ระบบ GHS (The Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals) เป็นระบบการจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์เคมีและการติดฉลากที่องค์การ สหประชาชาติได้กำหนดขึ้นเพื่อให้เป็นระบบสากลในการจำแนกหรือการจัดกลุ่มความเป็นอันตรายและการสื่อสารความเป็นอันตรายของสารเคมีในรูปแบบของการแสดงฉลากและเอกสารข้อมูลความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี (Safety Data Sheet, SDS) ที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก สัญลักษณ์แสดงอันตราย (Hazard Pictogram) ตามระบบสากล GHS ได้กำหนดไว้ ๙ รูป

สัญลักษณ์ทั้ง ๔ ระบบนี้ จะปรากฏบนฉลากผลิตภัณฑ์และหีบห่อเพื่อประโยชน์ในการจัดการเตรียมความพร้อมด้านความปลอดภัยและตอบโต้เหตุฉุกเฉิน รวมทั้งประโยชน์ในการจัดเก็บ ตามชนิดของอันตรายของสารเคมี

สัญลักษณ์แสดงอันตราย (Hazard Pictogram) ตามระบบสากล GHS

องค์ประกอบของฉลากที่สำคัญได้แก่ รูปสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายของสารเคมี ซึ่งตามระบบ GHS ได้กำหนดไว้ ๙ รูปดังแสดงในตารางต่อไปนี้

อันตราย ด้าน กายภาพ	 สารไวไฟ สารที่ทำปฏิกิริยาได้ด้วยตนเอง สารที่ลุกติดไฟได้เอง สารที่เกิดความร้อนได้เอง สารที่ให้ก๊าซไวไฟ	 สารออกซิไดส์ สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์
	 วัตถุระเบิด สารที่ทำปฏิกิริยาได้ด้วยตนเอง สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์	 ก๊าซภายใต้ความดัน
อันตราย ด้าน สุขภาพ	 เป็นอันตรายถึงชีวิต	 ระวังกัดกร่อน
	 ระคายเคือง ทำให้เกิดการแพ้ที่ผิวหนัง เป็นพิษเฉียบพลัน อาจระคายเคืองทางเดินหายใจ อาจทำให้เกิดการระงับซึม (ฤทธิ์ของวัตถุเสพติด)	 ก่อมะเร็ง หากสูดเข้าไปทำให้เกิด การแพ้หรือหอบหืดหรือ หายใจลำบาก เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ เป็นพิษต่อระบบอวัยวะ เป้าหมาย ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ อันตรายจากการสำลัก
อันตราย ด้าน สิ่งแวดล้อม	 เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ	

รูปที่ ๑-๔ สรุปข้อมูลอันตรายและการเปรียบเทียบกับสัญลักษณ์ของระบบต่างๆ

ที่มาของภาพ : [ศูนย์พัฒนานโยบายแห่งชาติด้านสารเคมี“ระบบ GHS...การบังคับใช้ใกล้เข้ามาทุกขณะ”](#)
[ธนาคารเพื่อการส่งออกและนำเข้าแห่งประเทศไทย](#)

๔.๒ การเก็บรักษาสารเคมี

เพื่อให้สามารถจัดเก็บรักษาสารเคมีในห้องปฏิบัติการอย่างปลอดภัย เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานควรปฏิบัติดังนี้

๔.๒.๑ จัดทำบัญชี/ฐานข้อมูลสารเคมีเพื่อให้สะดวกในการจัดซื้อและลดการจัดซื้อซ้ำซ้อน นอกจากนี้ยังใช้เป็น ฐานข้อมูลในการประเมินความเสี่ยง

๔.๒.๑.๑ ห้องปฏิบัติการต้องมีบัญชี/ฐานข้อมูลสารเคมีในรูปเอกสารหรือในระบบคอมพิวเตอร์ควมมีข้อมูลดังนี้

- ๑) ชื่อสารเคมี(IUPAC name, trade name)
- ๒) chemical abstract service number (CAS No.)
- ๓) วันที่รับสารเคมี/วันที่เปิดขวด/วันหมดอายุ
- ๔) แหล่งที่ซื้อ เช่น โรงงานที่ผลิต ตัวแทนจำหน่าย
- ๕) ประเภทของความเป็นอันตราย
- ๖) การจัดเก็บ/การใช้/การทิ้ง
- ๗) สถานที่จัดเก็บ ห้อง เลขที่ห้อง (หากมีหลายแหล่งจัดเก็บ)
- ๘) ตำแหน่งที่จัดเก็บไว้ในห้อง (ชั้นหรือตู้)
- ๙) ปริมาณคงเหลือ/ชื่อผู้สั่งซื้อหรือผู้รับผิดชอบ
- ๑๐) เกรด (grade)

๔.๒.๑.๒ มีการมอบหมายผู้รับผิดชอบในการจัดทำปรับปรุงบัญชี/ฐานข้อมูลสารเคมีให้เป็นปัจจุบัน จัดเก็บและติดตามการใช้สารเคมีรวมทั้งการกำจัดสารเคมีที่หมดอายุและต้องมีการติดตามอย่างน้อยปีละครั้ง

๔.๒.๒ ตรวจสอบป้ายชื่อและฉลากสารเคมีให้ถูกต้อง เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานต้องตรวจสอบฉลากบนภาชนะบรรจุสารเคมีที่มาจากผู้ผลิต โดยฉลากต้องมี ข้อความชัดเจน ไม่ลบเลือน มองเห็นง่าย ติดแน่นไม่หลุดลอก กรณีที่ฉลากเสื่อมสภาพหรือถูกทำลายต้องจัดทำฉลาก ใหม่ให้มีข้อมูลที่สำคัญเพียงพอสำหรับภาชนะที่บรรจุสารเคมีที่เตรียมขึ้นเองหรือที่ถ่ายแยกจากขวดเดิมต้องมีฉลาก ที่มีข้อมูลอย่างน้อยประกอบด้วย

- ๔.๒.๒.๑ ชื่อทางเคมี
- ๔.๒.๒.๒ ข้อมูลความเป็นพิษที่สำคัญ
- ๔.๒.๒.๓ ผู้เตรียม/บริษัทผู้ผลิต
- ๔.๒.๒.๔ วันเดือนปีที่เตรียม และวันหมดอายุ
- ๔.๒.๒.๕ ข้อแนะนำในการใช้
- ๔.๒.๒.๖ ข้อแนะนำในการเก็บรักษา ในกรณีที่ภาชนะมีขนาดเล็ก

อย่างน้อยควรมีข้อ ๔.๒.๒.๑ ๔.๒.๒.๓ และ ๔.๒.๒.๔

๔.๒.๓ ศึกษาข้อมูลความปลอดภัยทางเคมี (safety data sheet-SDS)

๔.๒.๓.๑ เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานต้องศึกษาข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมีให้เข้าใจ เพื่อให้ทราบถึง วิธีการใช้สารเคมีได้อย่างถูกต้องวิธีการเก็บรักษาอย่างปลอดภัยอันตรายของสารเคมีที่อาจเกิดขึ้นและวิธีปฐมพยาบาล เบื้องต้น SDS ที่ใช้กันทั่วไป มีรายละเอียด ๑๖ ข้อ ดังต่อไปนี้

- ๑) ข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีและบริษัทผู้ผลิตหรือจำหน่าย (identification)
- ๒) ข้อมูลความเป็นอันตราย (hazards identification)
- ๓) ส่วนประกอบและข้อมูลเกี่ยวกับส่วนผสม(composition/information on ingredients)
- ๔) มาตรการปฐมพยาบาล (first aid measures)
- ๕) มาตรการผจญเพลิง (fire fighting measures)

- ๖) มาตรการจัดการเมื่อมีการหกรั่วไหล (accidental release measures)
- ๗) การใช้และการจัดเก็บ (handling and storage)
- ๘) การควบคุมการได้รับสัมผัสและการป้องกันส่วนบุคคล(exposure controls/personal

protection)

๙) สมบัติทางกายภาพและเคมี(physical and chemical properties)

๑๐) ความเสถียรและการเกิดปฏิกิริยา (stability and reactivity)

๑๑) ข้อมูลด้านพิษวิทยา (toxicological information)

๑๒) ข้อมูลด้านระบบนิเวศ (ecological information)

๑๓) ข้อพิจารณาในการกำจัด (disposal considerations)

๑๔) ข้อมูลสำหรับการขนส่ง (transport information)

๑๕) ข้อมูลเกี่ยวกับกฎข้อบังคับ (regulatory information)

๑๖) ข้อมูลอื่น ๆ (other information)

๔.๒.๓.๒ ต้องมีSDS ที่เป็นปัจจุบันของสารเคมีทุกชนิดที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการและมีอายุไม่เกิน ๓ ปี

๔.๒.๓.๓ จัดเก็บ SDS เป็นเอกสาร หรือไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ที่เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานเข้าถึงได้ง่าย

๔.๒.๔ จัดเก็บโดยแยกตามประเภทสารเคมีและวัตถุอันตราย

๔.๒.๔.๑ พื้นที่สำหรับเก็บสารอันตราย หากเป็นไปได้พื้นที่ที่ใช้ในการเก็บสารเคมีและวัตถุอันตรายต้องแยกออกจากอาคารอื่น ๆ และต้องมีลักษณะดังนี้

๑) ทำด้วยโครงสร้างที่แข็งแรงและไม่เป็นวัสดุติดไฟ เช่น เหล็ก คอนกรีตและอิฐ

๒) มีป้ายแสดงพื้นที่อันตรายและป้าย “ห้ามสูบบุหรี่”

๓) อยู่ห่างจากบริเวณที่มีเปลวไฟอย่างน้อย ๑๐๐ เมตร

๔) ภายในอาคารไม่ร้อนเกินไปและมีการระบายอากาศที่ดี

๕) มีระบบน้ำทิ้งและบ่อบำบัดสำหรับการกำจัดสารเคมี

๖) สารเคมีที่มีอันตรายสูงต้องเก็บในตู้เก็บสารเคมีที่ออกแบบเฉพาะสำหรับเก็บสารเคมี ประเภทนั้น ๆ กรณีที่ไม่มีพื้นที่จัดเก็บแยกจากอาคารอื่น ควรเก็บในพื้นที่แยกจากห้องปฏิบัติการ หรือพื้นที่อื่นที่จัดสรร ไว้และมีป้ายแสดงว่าเป็นสถานที่เก็บสารเคมีและวัตถุอันตราย

๔.๒.๔.๒ ข้อกำหนดทั่วไปของการจัดเก็บสารเคมีระดับห้องปฏิบัติการ

๑) จัดเก็บสารเคมีเป็นกลุ่มตามประเภทของสารเคมีหรือตามคำแนะนำใน SDSของสารนั้น ๆ

๒) ชั้นวางสารเคมีต้องอยู่ในสภาพดีคือแข็งแรง ไม่ผุหรือเป็นสนิมไม่โค้งงอและมี

ขอบกั้น

๓) ตู้เก็บสารเคมีที่วางอยู่ในพื้นที่ส่วนกลางต้องมีการระบุชื่อเจ้าของหรือผู้ดูแล พร้อมทั้งติดสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายของสารเคมีในตู้ (ถ้าเป็นไปได้ให้แสดงชื่อสารเคมีที่อยู่ภายในตู้ด้วย)

๔) สารเคมีทุกชนิดในห้องปฏิบัติการต้องมีตำแหน่งการเก็บที่แน่นอน

๕) บริเวณที่เก็บสารเคมีที่เป็นพิษต้องมีป้ายแสดงอย่างชัดเจน

๖) สารเคมีที่มีอันตรายสูงต้องเก็บในตู้เก็บสารเคมีที่ออกแบบเฉพาะสำหรับเก็บสารเคมี ประเภทนั้น ๆ และเก็บไว้กับผู้ที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น

๗) ห้ามเก็บสารเคมีไว้ในตู้ควั่นอย่างถาวร

๘) การเก็บสารเคมีที่เป็นของเหลวในตู้เย็นและตู้แช่แข็ง ขวดสารเคมีต้องมีภาชนะรองรับ (secondary container) ที่เหมาะสม เช่น ถาดพลาสติก ภาชนะรองรับต้องสามารถป้องกันการหก

หรือรั่วไหลของสาร เคมีได้หรือสามารถรองรับปริมาณสารเคมีที่อยู่ในขวดได้อย่างเพียงพอหากเกิดการหกหรือรั่วไหล

๙) ห้องปฏิบัติการควรกำหนดเงื่อนไขการวางขวดสารเคมีที่หึ่งหรือโต๊ะการทดลอง เพื่อความ เป็นระเบียบและปลอดภัยเช่น ห้ามวางขวดสารเคมีไว้บนโต๊ะปฏิบัติการนานกว่า๑วัน หากเป็นของเหลวต้องมีปริมาณ ไม่เกิน ๑ ลิตร ยกเว้น ขวดสารเคมีที่เตรียมขึ้นเองสำหรับการทดลอง เช่น stock solution

๑๐) ห้ามวางสารเคมีและถังแก๊ส บริเวณระเบียงทางเดิน

๑๑) ในกรณีที่จำเป็นต้องวางขวดหรือภาชนะบรรจุสารเคมีบนพื้นห้องปฏิบัติการ ต้องมีภาชนะ รองรับที่มีความจุมากกว่าปริมาณรวมของสารเคมีที่มีอยู่ในภาชนะทุกใบ และไม่วางเกะกะการทำงานของผู้ปฏิบัติงานและทางเดิน ในกรณีภาชนะเป็นแก้วต้องอยู่ในตำแหน่งที่ไม่แตกได้โดยง่าย

๑๒) ไม่วางสารเคมีใกล้ท่อระบายน้ำ ใต้หรือในอ่างน้ำ หากจำเป็นต้องมีภาชนะรองรับ เพื่อ ป้องกันสารเคมีรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม

๔.๒.๔.๓ การเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

๑) แยกสารเคมีตามลักษณะทางกายภาพ คือของแข็งของเหลวแก๊สเพื่อจัดเก็บในบริเวณ ที่แยกจากกัน

๒) แยกสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ออกจากกันอย่างเด็ดขาด

๓) แยกสารเคมีตามประเภทสารเคมีอันตราย ตามระบบ GHS และปฏิบัติตามคำแนะนำ SDS ของสารนั้น ๆ

๔) นำสารเคมีในกลุ่มเดียวกันเก็บเรียงตามตัวอักษร

บทที่ ๒

การจัดการของเสีย

๒.๑ การจัดการของเสีย

๑. ห้องปฏิบัติการจะทำการจัดเก็บทุกสัปดาห์
๒. ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการต้องคัดแยกขยะและของเสียอันตราย ทั้งนี้ห้องปฏิบัติการได้ทำการแยกประเภทถึงขยะออกเป็น ๔ ส่วน คือ
 - ๑) ถึงขยะทั่วไป คือ ขยะที่ไม่มีการปนเปื้อนของสารเคมี
 - ๒) ถึงขยะที่เป็นเศษแก้ว
 - ๓) ถึงขยะในห้องปฏิบัติการ (ของแข็งเผาได้)
 - ๔) ของเสียจากการใช้สารเคมีหรือของเสียอันตราย
(แยกประเภทตามระบบการจำแนกของเสีย)
๓. ใช้ภาชนะบรรจุของเสียที่เหมาะสมตามประเภท พร้อมทั้งตรวจเช็คสภาพภาชนะก่อนบรรจุ เช่น รอยร้าว หรือภาชนะที่ปิดไม่สนิท
๔. ต้องติดป้ายข้อมูล Waste ทันที ที่มีการบรรจุของเสียลงขวด โดยระบุชื่อพร้อมระบุกลุ่มของเสีย ตามคู่มือการแยกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการ พร้อมทั้งระบุชื่อนักศึกษา และลงวันที่ให้เรียบร้อย

สารเคมีที่ใช้แล้ว (Waste)	
ชื่อสารเคมี	
ประเภท (กลุ่ม) สารเคมี.....	
ชื่อนิสิต	
วันที่	

รูปที่ ๒-๑ ตัวอย่างการติดสติ๊กเกอร์สารเคมีส่วนบุคคล

๕. ตรวจสอบความบกพร่องของภาชนะและฉลากของเสียอย่างสม่ำเสมอ
๖. บรรจุไม่เกิน กว่า ๘๐ % ของความจุภาชนะหรือปริมาณของเสียต้องอยู่ต่ำกว่าปากภาชนะอย่างน้อย ๑ นิ้ว
๗. มีภาชนะรองรับขยะของเสียที่เหมาะสม
๘. แยกภาชนะรองรับขยะของเสียที่เข้ากันไม่ได้
๙. ไม่วางภาชนะบรรจุของเสียใกล้บริเวณอุปกรณ์ฉุกเฉิน หรือ ขวางทาง เข้า-ออก
๑๐. วางภาชนะบรรจุของเสียห่างจากความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ และเปลวไฟ
๑๑. ของเสียประเภทขวดขนาดเล็ก เช่น ขวดยาพลาสติก จะรวบรวมส่งกำจัดประเภทของแข็ง โดยจำแนกตามลักษณะสาร ทั้งนี้สติดังกล่าวของเหลวออกจากขวดให้เรียบร้อยก่อน และเก็บขวดตัวอย่างรวมกัน ซึ่งจะส่งกำจัดในลักษณะ Solid waste ต่อไป
๑๒. นักศึกษาที่มี waste อันตรายมากๆ ต้องมาแจ้งเจ้าหน้าที่ทุกครั้ง

๑๓. นำขวดของเสียไปวางตรงจุดที่กำหนด ตามประเภทของเสีย
๑๔. กรอกข้อมูลลงตารางบันทึกข้อมูลของเสียในห้องปฏิบัติการ
๑๕. จัดทำรหัสของเสีย ไปติดที่ข้างขวด (เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเป็นผู้ดำเนินการ)
๑๖. จัดบริเวณเตรียมส่งของเสีย

๑) ขนย้ายของเสียทุกรายการที่แปะรหัสของเสียเรียบร้อยแล้ว

๒) บรรจุขวดของเสียลงกล่องกระดาษตามความเหมาะสม เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุขณะขนย้าย

๑๘. ขนย้ายของเสีย ไปบริเวณจุดนัดหมายจัดเก็บของเสีย ตามกำหนดการจัดเก็บที่กำหนด

๒.๒ ระบบการจำแนกของเสียของงานศูนย์วิทยาศาสตร์ (WasteTrack)

WasteTrack จำแนกของเสียอันตรายเป็น ๑๔ ประเภท

๑. ประเภทที่ ๑ ของเสียพิเศษ (I : Special Waste) หมายถึง ของเสียที่มีปฏิกิริยาต่อน้ำหรืออากาศ ของเสียที่อาจมีการระเบิด (เช่น azide, peroxides) สารอินทรีย์ ของเสียที่ไม่ทราบที่มา ของเสียที่เป็นชีวพิษ และของเสียที่เป็นสารก่อมะเร็ง เช่น เอทิลเอทิลโบรไมด์

๒. ประเภทที่ ๒ ของเสียที่มีไซยาไนด์ (II : Cyanide Waste) หมายถึง ของเสียที่มีไซยาไนด์ เป็น ส่วนประกอบ เช่น โซเดียมไซยาไนด์ หรือเป็นของเสียที่มีสารประกอบเชิงซ้อนไซยาไนด์ หรือมีไซยาไนด์คอมเพล็กซ์ เป็นองค์ประกอบ เช่น $Ni(CN)_2$ เป็นต้น

๓. ประเภทที่ ๓ ของเสียที่มีสารออกซิแดนท์ (III : Oxidizing Waste) หมายถึง ของเสียที่มีคุณสมบัติ ในการให้ออกซิเจน ซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับสารอื่นทำให้เกิดระเบิดได้ เช่น โพแทสเซียมเปอร์แมงกา เนต, โซเดียมคลอเรต, โซเดียมเปอร์ไอโอเดต และโซเดียมเปอร์ซัลเฟต

๔. ประเภทที่ ๔ ของเสียที่มีปรอท (IV : Mercury Waste) หมายถึง ของเสียชนิดที่มีปรอทเป็น องค์ประกอบ เช่น เมอร์คิวรี (II) คลอไรด์, อัลคิลเมอร์คิวรี เป็นต้น

๕. ประเภทที่ ๕ ของเสียที่มีสารโครเมต (V : Chromate Waste) หมายถึง ของเสียที่มีโครเมียม (VI) เป็นองค์ประกอบ เช่น สารประกอบ Cr^{6+} , กรดโครมิก, ของเสียที่ได้จากการวิเคราะห์ Chemical Oxygen Demand (COD) เป็นต้น

๖. ประเภทที่ ๖ ของเสียที่มีโลหะหนัก (VI : Heavy Metal Waste) หมายถึง ของเสียที่มีไอออนของ โลหะหนักอื่นที่ไม่ใช่ปรอทเป็นส่วนผสม เช่น แบเรียม แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง เหล็ก แมงกานีส สังกะสี โคบอลต์ นิกเกิล เงิน ดีบุก แอนติโมนี ทังสเตน วาเนเดียม เป็นต้น

๗. ประเภทที่ ๗ ของเสียที่เป็นกรด (VII : Acid Waste) หมายถึง ของเสียที่มีค่าของ pH ต่ำกว่า ๗ และมีกรดแปรนอยู่ในสารมากกว่า ๕% เช่น กรดซัลฟูริก, กรดไนตริก, กรดไฮโดรคลอริก เป็นต้น

๘. ประเภทที่ ๘ ของเสียอัลคาไลน์ (VIII : Alkaline Waste) หมายถึง ของเสียที่มีค่า pH สูงกว่า ๘ และมีด่างปนอยู่ในสารละลายมากกว่า ๕% เช่น คาร์บอเนต, ไฮดรอกไซด์, แอมโมเนีย เป็นต้น

๙. ประเภทที่ ๙ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม (IX : Petroleum Products) หมายถึง ของเสียประเภทน้ำมัน ปิโตรเลียม และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำมัน เช่น น้ำมันเบนซิน, น้ำมันดีเซล, น้ำมันก๊าด, น้ำมันเครื่อง, น้ำมันหล่อลื่น

๑๐. ประเภทที่ ๑๐ Oxygenated (X : Oxygenated) หมายถึง ของเสียที่ประกอบด้วยสารเคมีที่มี ออกซิเจนอยู่ในโครงสร้าง เช่น เอทิลเอซีเตต อะซีโตน, เอสเทอร์, อัลกอฮอล์, คีโตน, อีเทอร์ เป็นต้น

๑๑. ประเภทที่ ๑๑ NPS Containing (XI : NPS Containing) หมายถึง ของเสียที่ประกอบด้วย สารอินทรีย์ที่มีส่วนประกอบของ ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, ซัลเฟอร์ เช่น สารเคมีที่มีส่วนประกอบของ Dimethyl formamide (DMF), Dimethyl sulfoxide (DMSO), อะซิโตรไนไตรล์, เอมีน, เอไมน์

๑๒. ประเภทที่ ๑๒ Halogenated (XII : Halogenated) หมายถึง ของเสียที่มีสารประกอบอินทรีย์ ของธาตุฮาโลเจน เช่น คาร์บอนเตตราคลอไรด์ (CCl_4), คลอโรเอทิลีน

๑๓. ประเภทที่ ๑๓ (a) : ของแข็งที่เผาไหม้ได้ (XIII (a) : Combustible Solid)

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

๑๔. ประเภทที่ ๑๔ ของเสียที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายอื่น ๆ (XIV : Miscellaneous Aqueous Waste) หมายถึง ของเสียที่มีสารประกอบน้อยกว่า ๕% ที่เป็นสารอินทรีย์ที่ไม่มีพิษ หากเป็นสารมีพิษให้พิจารณา เสมือนว่าเป็นของเสียพิเศษ (I : Special Waste)

๒.๓ การแยกประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านกายภาพของสารเคมี

ตาราง ๒-๑ การแยกประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านกายภาพของสารเคมี

ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์*
๑. วัตถุระเบิด (explosives)	- สารในรูปของแข็งหรือของเหลวที่เมื่อทำปฏิกิริยาทางเคมีแล้วเกิดแก๊สที่มีอุณหภูมิและความดันสูงจนสามารถทำความเสียหายให้กับสิ่งโดยรอบ - สารดอกไม้เพลิง (pyrotechnic substance)	
๒. แก๊สไวไฟ (flammable gases)	แก๊สที่มีช่วงความไวไฟกับอากาศที่อุณหภูมิ ๒๐ องศาเซลเซียส ที่ความดันบรรยากาศ ๑๐๑.๓ กิโลปาสกาล	
๓. สารละอองลอยไวไฟ (flammable aerosols)	สารละอองลอยที่มีคุณสมบัติไวไฟ หรือมีส่วนประกอบของสารไวไฟ	
๔. แก๊สออกซิไดซ์ (oxidizing gases)	แก๊สที่ให้ออกซิเจนได้ ซึ่งเป็นสาเหตุหรือมีส่วนทำให้วัสดุอื่นเกิดการเผาไหม้มากกว่าปกติ	
๕. แก๊สภายใต้ความดัน (gases under pressure)	แก๊สที่มีความดันไม่ต่ำกว่า ๒๐๐ กิโลปาสกาล ที่บรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุ ซึ่งหมายถึง แก๊สอัด (compressed gas) แก๊สเหลว (liquefied gas) แก๊สในสารละลาย (dissolved gas) และแก๊สเหลวอุณหภูมิต่ำ (refrigerated liquefied gas)	
๖. ของเหลวไวไฟ (flammable liquids)	ของเหลวที่มีจุดวาบไฟไม่เกิน ๙๓ องศาเซลเซียส	
๗. ของแข็งไวไฟ (flammable solids)	ของแข็งที่ลุกติดไฟได้ง่าย หรืออาจเป็นสาเหตุหรือช่วยให้เกิดไฟด้วยแรงเสียดทาน	
๘. สารเคมีที่ทำปฏิกิริยาได้เอง (self-reactive substances and mixtures)	สารที่ไม่เสถียรทางความร้อนซึ่งมีแนวโน้มที่จะเกิดการสลายตัวระดับโมเลกุลทำให้เกิดความร้อนขึ้นอย่างรุนแรง แม้ไม่มีออกซิเจน (อากาศ) เป็นส่วนร่วม (ไม่รวมถึงสารที่เป็น วัตถุระเบิด สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ หรือ สารออกซิไดซ์)	 
๙. ของเหลวที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ (pyrophoric liquids)	ของเหลวที่มีแนวโน้มที่จะลุกติดไฟภายใน ๕ นาที แม้มีอยู่ในปริมาณน้อย เมื่อสัมผัสกับอากาศ	
๑๐. ของแข็งที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ (pyrophoric solids)	ของแข็งที่มีแนวโน้มที่จะลุกติดไฟภายใน ๕ นาที แม้มีอยู่ในปริมาณน้อย เมื่อสัมผัสกับอากาศ	

ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์*
๑๑. สารเคมีที่เกิดความร้อนได้เอง (self-heating substances and mixtures)	สารที่ทำปฏิกิริยากับอากาศโดยไม่ได้รับพลังงานจากภายนอก จะทำให้เกิดความร้อนได้เอง (สารประเภทนี้จะแตกต่างจากสารที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ คือ จะลุกติดไฟได้ก็ต่อเมื่อมีปริมาณมาก (หลายกิโลกรัม) และสะสมอยู่ด้วยกันเป็นระยะเวลานาน (หลายชั่วโมงหรือหลายวัน)	
๑๒. สารเคมีที่สัมผัสน้ำแล้วให้แก๊สไวไฟ (substances and mixtures, which in contact with water, emit flammable gases)	สารที่เป็นของแข็งหรือของเหลวที่ทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วสามารถลุกไหม้ได้โดยตัวเองหรือปล่อยแก๊สไวไฟออกมาในปริมาณที่เป็นอันตราย	
๑๓. ของเหลวออกซิไดซ์ (oxidizing liquids)	ของเหลวที่โดยทั่วไปจะปล่อยแก๊สออกซิเจน ซึ่งเป็นสาเหตุหรือมีส่วนทำให้วัสดุอื่นเกิดการเผาไหม้ได้มากกว่าปกติ	
๑๔. ของแข็งออกซิไดซ์ (oxidizing solids)	ของแข็งที่โดยทั่วไปจะปล่อยแก๊สออกซิเจน ซึ่งเป็นสาเหตุหรือมีส่วนทำให้วัสดุอื่นเกิดการเผาไหม้ได้มากกว่าปกติ	
๑๕. สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ (organic peroxides)	สารอินทรีย์ที่เป็นของเหลวและของแข็งที่ประกอบด้วยโครงสร้างที่มีออกซิเจนสองอะตอมเกาะกัน (bivalent-O-O-structure) และอนุพันธ์ของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่อะตอมไฮโดรเจนถูกแทนที่ด้วยอนุมูลอินทรีย์ (organic radicals) และอาจมีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้ ■ เมื่อสลายตัวทำให้เกิดการระเบิดได้ ■ ลุกไหม้ได้อย่างรวดเร็ว ■ ไวต่อแรงกระแทกหรือการเสียดสี ■ เกิดปฏิกิริยาอันตรายกับสารอื่นๆ ได้	 
๑๖. สารที่กัดกร่อนโลหะ (corrosive to metals)	สารที่ทำให้ความเสียหายหรือทำลายโลหะได้ด้วยผลจากการกระทำทางเคมี	

(ประเภทความเป็นอันตรายบางประเภทสามารถมีสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายได้มากกว่า ๑ รูป ขึ้นกับระดับความเป็นอันตรายย่อย (category) ของประเภทความเป็นอันตรายนั้นๆ)

๒.๔ การแยกประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสุขภาพของสารเคมี

ตาราง ๒-๒ การแยกประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสุขภาพของสารเคมี

ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์*
๑. ความเป็นพิษเฉียบพลัน (acute toxicity)	ทำให้เกิดผลกระทบร้ายแรงหลังจากการได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายทางปากหรือทางผิวหนังเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งภายในเวลา ๒๔ ชั่วโมง หรือทางการหายใจเป็นเวลา ๔ ชั่วโมง	 
๒. การกัดกร่อน/ระคายเคืองผิวหนัง (skin corrosion/irritation)	แบ่งเป็น ๒ ประเภท คือ ■ <u>กัดกร่อนผิวหนัง</u> หมายถึง การเกิดอันตรายต่อผิวหนังชนิดที่ไม่สามารถฟื้นฟูให้กลับคืนสู่สภาพเดิมได้ หรือมีการตายของเซลล์ผิวหนังชั้นนอกจนถึงชั้นใน หลังการทดสอบกับสารทดสอบเป็นระยะเวลา ๔ ชั่วโมง ■ <u>ระคายเคืองผิวหนัง</u> หมายถึง การเกิดอันตรายต่อผิวหนังชนิดที่สามารถฟื้นฟูให้กลับคืนสู่สภาพเดิมได้ หลังการทดสอบกับสารทดสอบเป็นระยะเวลา ๔ ชั่วโมง	 
๓. การทำลายดวงตาอย่างรุนแรง/การระคายเคืองต่อดวงตา (serious eye damage/eye irritation)	แบ่งเป็น ๒ ประเภท คือ ■ <u>ทำลายดวงตาอย่างรุนแรง</u> คือ ทำให้เนื้อเยื่อตาเสียหาย หรือเกิดความเสียหายทางกายภาพอย่างรุนแรงต่อการมองเห็น ที่ไม่สามารถฟื้นฟูกลับสู่สภาพเดิมได้ภายใน ๒๑ วัน หลังการสัมผัส ■ <u>ระคายเคืองต่อดวงตา</u> คือ การเปลี่ยนแปลงของดวงตาที่สามารถฟื้นฟูกลับสู่สภาพเดิมได้ภายใน ๒๑ วัน หลังการสัมผัส	 
๔. การทำให้ไวต่อการกระตุ้นอาการแพ้ต่อระบบทางเดินหายใจหรือผิวหนัง (respiratory or skin sensitization)	■ <u>ไวต่อการกระตุ้นให้เกิดอาการแพ้ทางระบบทางเดินหายใจ</u> หมายถึง ทำให้เกิดภาวะภูมิไวเกินในระบบทางเดินหายใจหลังจากได้รับสารจากการหายใจ	
	■ <u>ไวต่อการกระตุ้นให้เกิดอาการแพ้ทางผิวหนัง</u> หมายถึง ทำให้เกิดอาการภูมิแพ้หลังจากได้รับสารทางผิวหนัง	
๕. การกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ (germ cell mutagenicity)	ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ของมนุษย์ซึ่งสามารถถ่ายทอดสู่ลูกหลานได้	
๖. ความสามารถในการก่อมะเร็ง (carcinogenicity)	ทำให้เกิดมะเร็งหรือเพิ่มอุบัติการณ์ของการเกิดมะเร็ง หรือทำให้เกิดก้อนเนื้อออกชนิดไม่รุนแรงและรุนแรงลุกลามในสัตว์ทดลอง	

ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์*
๗. ความเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ (reproductive toxicity)	เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ อาจเกิดอันตรายต่อการเจริญพันธุ์หรือทารกในครรภ์ รวมถึงอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพของเด็กที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วยน้ำนมมารดา	
๘. ความเป็นพิษต่อระบบอวัยวะเป้าหมาย-การได้รับสัมผัสครั้งเดียว (specific target organ toxicity – single exposure)	ทำให้เกิดความผิดปกติของระบบต่างๆ ของร่างกาย ทั้งที่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้และไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ แบบเฉียบพลันและ/หรือเรื้อรัง (แต่ไม่ถึงระดับทำให้เสียชีวิต) จากการได้รับสัมผัสครั้งเดียว	 
๙. ความเป็นพิษต่อระบบอวัยวะเป้าหมาย-การได้รับสัมผัสซ้ำ (specific target organ toxicity - repeated exposure)	ทำให้เกิดความผิดปกติของระบบต่างๆ ในร่างกาย ทั้งที่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้และไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ แบบเฉียบพลันและ/หรือเรื้อรัง (แต่ไม่ถึงระดับทำให้เสียชีวิต) จากการได้รับสัมผัสซ้ำๆ กัน	
๑๐. อันตรายต่อระบบทางเดินหายใจส่วนล่างหรือทำให้ปอดอักเสบจากการสำลัก (aspiration hazardous)	เมื่อได้รับสารที่เป็นของแข็ง/ของเหลวเข้าสู่ระบบหายใจ โดยผ่านทางปาก จมูก หรือการสำลัก จะทำให้เกิดอาการรุนแรงที่เกิดขึ้นอย่างเฉียบพลัน เช่น ปอดบวมจากสารเคมี การบาดเจ็บที่เกิดต่อปอด โดยมีความรุนแรงหลายระดับ จนถึงเสียชีวิต <u>หมายเหตุ</u> การสำลัก คือการที่ของเหลวหรือของแข็งเข้าสู่หลอดลม และทางเดินหายใจส่วนล่าง โดยผ่านปากหรือจมูกโดยตรง หรือทางอ้อมผ่านการอาเจียน	

(ประเภทความเป็นอันตรายบางประเภทสามารถมีสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายได้มากกว่า ๑ รูป ขึ้นกับระดับความเป็นอันตรายย่อย (category) ของประเภทความเป็นอันตรายนั้นๆ)

๒.๕ การแยกประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสิ่งแวดล้อมของสารเคมี

ตาราง ๒-๔ การแยกประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสิ่งแวดล้อมของสารเคมี

ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์
๑. ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ (hazardous to the aquatic environment)	หมายรวมถึงปัจจัยต่อไปนี้ ■ เป็นพิษเฉียบพลันต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ■ เป็นพิษเรื้อรังต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ■ ทำให้เกิดการสะสมสารเคมีในสิ่งมีชีวิตในน้ำ ■ ส่งผลกระทบต่อระบบการย่อยสลายสารเคมีในน้ำหรือในสิ่งมีชีวิต	
๒. ความเป็นอันตรายต่อชั้นโอโซน (hazardous to the ozone layer)	■ สามารถทำลายชั้นโอโซนในชั้นบรรยากาศได้ ■ เป็นสารที่มีอยู่ในรายการสารเคมีที่พิจารณาว่าเป็นอันตรายต่อชั้นโอโซน ในภาคผนวกของ Montreal Protocol	

๒.๖ วิธีการจัดแยกของเสียจากห้องปฏิบัติการ

การรวบรวมของเสียและการบำบัดเบื้องต้น กระบวนการทดสอบต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ ทำให้มีของเสียและขยะเกิดขึ้นมากมาย ของเสียและขยะ จากการปฏิบัติการ เป็นปัจจัยเสี่ยงอีกอย่างหนึ่งที่ต้องมีการจัดการอย่างเป็นระบบ เพื่อป้องกันมิให้สารเคมีรั่วไหลและ แพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกห้องปฏิบัติการ โดยการดำเนินงานเกี่ยวกับของเสียและขยะ ประกอบด้วยการคัดแยก ประเภทของของเสีย การรวบรวมและจัดเก็บของเสีย การบำบัดและกำจัดของเสีย การจำแนกประเภทของเสียของ ห้องปฏิบัติการ ดังนี้

ตาราง ๒-๕ แสดงของเสียจากห้องปฏิบัติการที่สามารถทิ้งลงในท่อระบายน้ำได้

ชนิด	วิธีการจัดการของเสีย
กรดหรือด่างน้อยกว่า ๑ ลิตร	เปิดน้ำตามมาก ๆ อย่างน้อย ๒ เท่าของปริมาตรของของเสีย
เกลือของโลหะที่ไม่เป็นพิษและไม่มีแอนไอออนที่เป็นพิษ	เปิดน้ำตามมาก ๆ อย่างน้อย ๒ เท่าของปริมาตรของของเสีย
แอลกอฮอล์ ชนิดที่มี carbon น้อยกว่า ๕ อะตอม โดยที่ไม่มีสารอื่นต้องกำจัด เจือปนอยู่ในปริมาณที่น้อยกว่า ๑ ลิตร	เปิดน้ำตามมาก ๆ อย่างน้อย ๒ เท่าของปริมาตรของของเสีย
Formalin ที่มีปริมาณไม่มากกว่า ๑ mg/L	เปิดน้ำตามมาก ๆ อย่างน้อย ๒ เท่าของปริมาตรของของเสีย
Aliphatic amines ชนิดที่มีอะตอมของ carbon น้อยกว่า ๗ อะตอม และมีปริมาณน้อยกว่า ๑ ลิตร	เปิดน้ำตามมาก ๆ อย่างน้อย ๒ เท่าของปริมาตรของของเสีย

ตาราง ๒-๖ แสดงการจัดแยกประเภทของเสียที่เป็นของแข็ง

ชนิด	วิธีการจัดการของเสีย
So๑ ขวดสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว	จัดเก็บตามประเภทของเสียที่ปนเปื้อน และแยกขวดที่เป็นแก้วออกจากขวดที่เป็นพลาสติก
So๒ เครื่องแก้วและสารเคมีที่แตก	แยกทิ้งเป็นชนิด ที่ไม่ปนเปื้อนสารอันตราย (สามารถเก็บรวบรวมนำไปทิ้งกับขยะอันตรายธรรมดาได้) และชนิดที่ปนเปื้อนสารอันตรายซึ่งต้องแยกตามประเภทของสารที่ปนเปื้อนและให้ระบุชื่อสารที่ปนเปื้อนไว้ด้วย
So๓ Toxic waste	แยกจัดเก็บตามชนิดของเสียอันตราย
So๔ Organic waste	เช่นอาหารเลี้ยงเชื้อ สาลีเปื้อนเลือดให้ทิ้งฆ่าเชื้อตามวิธีการบำบัดของเสียที่มีจุลินทรีย์และทิ้งเป็นขยะปกติ
So๕ ขยะปนเปื้อนสารเคมีอันตรายที่มีความเข้มข้นสูง	เช่น adsorbent หรือกระดาษชำระที่ดูดซับสารเหล่านี้ ต้องแยกเก็บและติดฉลากตามประเภทของเสียอันตราย
So๖ เข็มฉีดยาและของมีคม	ทิ้งในภาชนะที่ไม่รั่วปิดผนึกให้แน่นติดฉลากให้เห็นชัดเจน

ตาราง ๒-๗ แสดงการจัดแยกประเภทของเสียที่เป็นของเหลว

ชนิดของเสีย	คำจำกัดความ	การจัดเก็บ
Lo๑ ของเสียที่เป็นกรด	ของเสียที่มี pH ต่ำกว่า ๕ หรือมีส่วนประกอบของกรดอินทรีย์มากกว่า ๕ % เช่น กรดซัลฟูริก กรดไนตริก กรดไฮโดรคลอริก	ขวดแก้วที่มีฝาปิด ถึงพลาสติก PE
Lo๒ ของเสียที่เป็นด่าง	ของเสียที่มี pH สูงกว่า ๙ หรือมีส่วนประกอบของเบสมากกว่า ๕ % เช่น ammonia, carbonate, hydroxide	ถึงพลาสติก PE
Lo๓ ของเสียที่เป็นเกลือ	ของเสียที่มีคุณสมบัติเป็นเกลือ ซึ่งมีความเข้มข้นมากกว่า ๓๐๐๐ mg/L เช่น $(\text{NH}_4)_2\text{NO}_3$, Phosphate buffer	ถึงพลาสติก PE
Lo๔ ของเสียที่ประกอบด้วยฟอสฟอรัส/ฟลูออไรด์	ของเสียที่เป็นของเหลวประกอบด้วยฟอสฟอรัส/ฟลูออไรด์และสารประกอบฟลูออไรด์ (Hydrofluoric acid Silicon fluoride)	ขวดแก้วที่มีฝาปิด ถึงพลาสติก PE
Lo๕ ของเสียที่ประกอบด้วยไซยาไนด์	ของเสียที่ประกอบด้วยไซยาไนด์ เช่น Ammonium thiocyanate, Sodium cyanide	ขวดแก้วที่มีฝาปิด ถึงพลาสติก PE
Lo๖ ของเสียที่ประกอบด้วยโครเมียม	ของเสียที่มีโครเมียมเป็นองค์ประกอบ เช่น Potassium dichromate	ขวดแก้วที่มีฝาปิด ถึงพลาสติก PE
Lo๗ ของเสียที่เป็นปรอท	ของเสียที่เป็นสารปรอท เช่น Mercury (II) chloride, Mercuric acetate, Mercuric nitrate	ขวดแก้วที่มีฝาปิด ถึงพลาสติก PE
Lo๘ ของเสียที่เป็นสาร arsenic	เช่น Arsenic oxide, Arsenic chloride	ขวดแก้วที่มีฝาปิด ถึงพลาสติก PE
Lo๙ ของเสียที่เป็นไอออนของโลหะหนักอื่น ๆ	Sb, BaSO_4 , BaCl_2 , FeCl_3 , Bi, Cd, CuSO_4 , $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, AgNO_3 , AgCl, ZnSO_4	ขวดแก้วที่มีฝาปิด ถึงพลาสติก PE
Lo๑๐ ของเสียประเภท Oxidizing agent	ของเสียที่มีคุณสมบัติในการรับอิเล็กตรอน ซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับสารอื่น ทำให้เกิดการระเบิดได้ เช่น hydrogen peroxide, Iodine, KMnO_4 , Sodium hypochlorite	ถึงพลาสติก PE และแยกเก็บกับ ของเสียอื่น ๆ

ตาราง ๒-๗ (ต่อ)

ชนิดของเสีย	คำจำกัดความ	การจัดเก็บ
L๑๑ ของเสียประเภท reducing agent	ของเสียที่ให้คุณสมบัติในการให้อิเล็กตรอน ซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับสารอื่น ทำให้เกิดการระเบิดได้ เช่น Lithium aluminium hydride, KI, Sodium thiosulfate	ถังพลาสติก PE
L๑๓ ของเสียที่เป็น สารอินทรีย์ที่ ประกอบด้วยน้ำ	ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ที่มีน้ำผสมอยู่มากกว่า ๕ %	ขวดแก้วที่มีฝาปิด ถังพลาสติก PE
L๑๔ ของเสียที่เป็นน้ำมัน	ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ประเภทไขมัน	ขวดแก้วที่มีฝาปิด ถังพลาสติก PE
L๑๕ ของเสียที่เป็นฮาโลเจน	ของเสียที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ของธาตุฮาโลเจนซึ่งเผาไหม้ยาก หรือไม่สามารถเผาไหม้ได้ เช่น Dichloromethane, Chloroform	ขวดแก้วที่มีฝาปิด ถังพลาสติก PE
L๑๖ ของเหลวไวไฟ	ของเสียที่สามารถลุกติดไฟได้ง่าย เช่น Acetaldehyde, Benzene, Butanol, Hexane, Diethyl ether, Ethanol, Ethyl acetate, Methanol	ขวดแก้วที่มีฝาปิด ถังพลาสติก PE
L๑๗ ของเสียที่เป็นสาร ระเบิดได้	ของเสียที่เป็นสารหรือสารประกอบที่เมื่อได้รับความร้อน การเสียดสี แรงกระแทก หรือความดันสูง ๆ จะสามารถระเบิดได้ เช่น Azide, Chlorate, Nitrate, Peroxide, Picrate	ถังพลาสติก PE
L ๑๘ ของเสียที่มีจุลินทรีย์	ของเสียที่ได้จากปฏิบัติการทดลองทางจุลชีววิทยา	เก็บในภาชนะเดิม และห่อหุ้มด้วยวัสดุ ที่เหมาะสม

บรรณานุกรม

- คู่มือความปลอดภัย. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.ฉบับปรับปรุงครั้งที่ ๗ (สิงหาคม ๒๕๖๐).
- คู่มือปฏิบัติงานด้านความปลอดภัยห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ. ๒๕๕๘. กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- คู่มือความปลอดภัย. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ฉบับปรับปรุงครั้งที่ ๗ (สิงหาคม ๒๕๖๐).
- คู่มือการจัดการของเสียของห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ฝ่ายคุณภาพสิ่งแวดล้อมและห้องปฏิบัติการ. กรมควบคุมมลพิษ. สิงหาคม ๒๕๕๖.
- คู่มือการป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการและหลักการจัดการสารเคมี. คณะกรรมการจัดการด้านการป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ฉบับที่ ๑ ปี พ.ศ. ๒๕๕๔.
- คู่มือความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี. น.ส.พิมพ์ปวีณ์ เรืองเกษตรกิจ. ๒๕๖๐
- แนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ. ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตรายจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. ๒๕๕๕.
- แนวปฏิบัติการจัดการของเสียทางการแพทย์ที่เป็นสารเคมี. ศูนย์พัฒนานโยบายแห่งชาติด้านสารเคมี กองแผนงานและวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. มีนาคม ๒๕๕๙. สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์.
- ระบบการจัดการของเสียอันตราย WasteTrack จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย [Online].๒๐๐๗ [cited๒๐๐๘ April ๔]; Available from: URL:<http://chemsafe.chula.ac.th/wastetrack>
<http://labsafety.nrct.go.th/>

ภาคผนวก

แบบฟอร์มเก็บรวบรวมจำนวนของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

ข้อมูลการเก็บ Waste ของงานศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น

ลำดับที่	ชื่อ waste	จำนวน	รหัส	ชื่อผู้เก็บ	วันที่เก็บ	สถานที่เก็บ

ลงชื่อ.....

(เจ้าหน้าที่ประจำชั้น)

แบบฟอร์ม																																																																																																			
ข้อมูลของเสียจากห้องปฏิบัติการ.....																																																																																																			
ข้อมูลหน่วยงาน																																																																																																			
ชื่อห้องปฏิบัติการ.....หน่วยงาน.....คณะ.....																																																																																																			
เบอร์โทรศัพท์.....e-mail address.....อาคาร.....ชั้น.....																																																																																																			
ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว..... หลักสูตรสาขาวิชา..... คณะ..... ขอแจ้งข้อมูลของเสียอันตรายที่ต้องการส่งไปกำจัด ซึ่งเป็นของเสียที่เกิดจากกิจกรรมภายในห้องปฏิบัติการที่อยู่ในความรับผิดชอบของข้าพเจ้า โดยมีประเภทและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ดังต่อไปนี้ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">รหัสของเสีย</th> <th style="width: 40%;">ประเภทของเสีย</th> <th style="width: 20%;">ปริมาณ</th> <th style="width: 20%;">ลิตร</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>W๐๑</td><td>ของเสียที่เป็นกรด</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๐๒</td><td>ของเสียที่เป็นเบส</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๐๓</td><td>ของเสียที่เป็นเกลือ</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๐๔</td><td>ของเสียที่มีฟอสฟอรัส/ฟลูออไรด์</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๐๕</td><td>ของเสียที่มีไซยาไนด์อินทรีย์/อินทรีย์</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๐๗</td><td>ของเสียที่มีโครเมียม</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๐๘</td><td>ของเสียที่เป็นสารปรอทอินทรีย์/อินทรีย์</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๑๐</td><td>ของเสียที่เป็นสารอาร์เซนิก</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๑๑</td><td>ของเสียที่เป็นไอออนของโลหะหนัก</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๑๒</td><td>ของเสียประเภทออกซิไดซ์เชิงเอเจนต์</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๑๓</td><td>ของเสียประเภทรีดิวซ์เชิงเอเจนต์</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๑๔</td><td>ของเสียที่เผาไหม้ได้</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๑๕</td><td>ของเสียที่เป็นน้ำมัน</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๑๖</td><td>ของเสียที่เป็นฮาโลเจน</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๑๗</td><td>ของเหลวอินทรีย์ที่ประกอบด้วยน้ำ</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๑๘</td><td>ของเสียที่เป็นสารไวไฟ</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๑๙</td><td>ของเสียที่มีสารที่ทำให้ภาพคงตัว</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๒๐</td><td>ของเสียที่เป็นสารระเบิดได้</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๒๑</td><td>ของเสียที่เป็นสารกัมมันตรังสี</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๒๒</td><td>ของเสียที่มีจุลินทรีย์</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๒๓</td><td>ของเสียจาก pilot plan</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr><td>W๒๔</td><td>ของเสียจาก EtBr ชนิดของเหลว</td><td></td><td>ลิตร</td></tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">รวม</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				รหัสของเสีย	ประเภทของเสีย	ปริมาณ	ลิตร	W๐๑	ของเสียที่เป็นกรด		ลิตร	W๐๒	ของเสียที่เป็นเบส		ลิตร	W๐๓	ของเสียที่เป็นเกลือ		ลิตร	W๐๔	ของเสียที่มีฟอสฟอรัส/ฟลูออไรด์		ลิตร	W๐๕	ของเสียที่มีไซยาไนด์อินทรีย์/อินทรีย์		ลิตร	W๐๗	ของเสียที่มีโครเมียม		ลิตร	W๐๘	ของเสียที่เป็นสารปรอทอินทรีย์/อินทรีย์		ลิตร	W๑๐	ของเสียที่เป็นสารอาร์เซนิก		ลิตร	W๑๑	ของเสียที่เป็นไอออนของโลหะหนัก		ลิตร	W๑๒	ของเสียประเภทออกซิไดซ์เชิงเอเจนต์		ลิตร	W๑๓	ของเสียประเภทรีดิวซ์เชิงเอเจนต์		ลิตร	W๑๔	ของเสียที่เผาไหม้ได้		ลิตร	W๑๕	ของเสียที่เป็นน้ำมัน		ลิตร	W๑๖	ของเสียที่เป็นฮาโลเจน		ลิตร	W๑๗	ของเหลวอินทรีย์ที่ประกอบด้วยน้ำ		ลิตร	W๑๘	ของเสียที่เป็นสารไวไฟ		ลิตร	W๑๙	ของเสียที่มีสารที่ทำให้ภาพคงตัว		ลิตร	W๒๐	ของเสียที่เป็นสารระเบิดได้		ลิตร	W๒๑	ของเสียที่เป็นสารกัมมันตรังสี		ลิตร	W๒๒	ของเสียที่มีจุลินทรีย์		ลิตร	W๒๓	ของเสียจาก pilot plan		ลิตร	W๒๔	ของเสียจาก EtBr ชนิดของเหลว		ลิตร	รวม			
รหัสของเสีย	ประเภทของเสีย	ปริมาณ	ลิตร																																																																																																
W๐๑	ของเสียที่เป็นกรด		ลิตร																																																																																																
W๐๒	ของเสียที่เป็นเบส		ลิตร																																																																																																
W๐๓	ของเสียที่เป็นเกลือ		ลิตร																																																																																																
W๐๔	ของเสียที่มีฟอสฟอรัส/ฟลูออไรด์		ลิตร																																																																																																
W๐๕	ของเสียที่มีไซยาไนด์อินทรีย์/อินทรีย์		ลิตร																																																																																																
W๐๗	ของเสียที่มีโครเมียม		ลิตร																																																																																																
W๐๘	ของเสียที่เป็นสารปรอทอินทรีย์/อินทรีย์		ลิตร																																																																																																
W๑๐	ของเสียที่เป็นสารอาร์เซนิก		ลิตร																																																																																																
W๑๑	ของเสียที่เป็นไอออนของโลหะหนัก		ลิตร																																																																																																
W๑๒	ของเสียประเภทออกซิไดซ์เชิงเอเจนต์		ลิตร																																																																																																
W๑๓	ของเสียประเภทรีดิวซ์เชิงเอเจนต์		ลิตร																																																																																																
W๑๔	ของเสียที่เผาไหม้ได้		ลิตร																																																																																																
W๑๕	ของเสียที่เป็นน้ำมัน		ลิตร																																																																																																
W๑๖	ของเสียที่เป็นฮาโลเจน		ลิตร																																																																																																
W๑๗	ของเหลวอินทรีย์ที่ประกอบด้วยน้ำ		ลิตร																																																																																																
W๑๘	ของเสียที่เป็นสารไวไฟ		ลิตร																																																																																																
W๑๙	ของเสียที่มีสารที่ทำให้ภาพคงตัว		ลิตร																																																																																																
W๒๐	ของเสียที่เป็นสารระเบิดได้		ลิตร																																																																																																
W๒๑	ของเสียที่เป็นสารกัมมันตรังสี		ลิตร																																																																																																
W๒๒	ของเสียที่มีจุลินทรีย์		ลิตร																																																																																																
W๒๓	ของเสียจาก pilot plan		ลิตร																																																																																																
W๒๔	ของเสียจาก EtBr ชนิดของเหลว		ลิตร																																																																																																
รวม																																																																																																			

แบบฟอร์มเก็บรวบรวมจำนวนของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

ข้อมูลการเก็บของเสียที่เป็นของแข็งงานศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น

ของเสียที่เป็นของแข็ง			
รหัสของเสีย	ประเภทของเสีย	ปริมาณ	กิโลกรัม
So๑	ขวดแก้วสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว		กิโลกรัม
So๒	เครื่องแก้วและขวดสารเคมีที่แตก		กิโลกรัม
So๓	Toxic Waste		กิโลกรัม
So๔	Organic Waste		กิโลกรัม
So๕	ขยะปนเปื้อนสารเคมี		กิโลกรัม
	ของเสียจาก EtBr ชนิดของแข็ง		
รวม			

ลงชื่อ.....

(เจ้าหน้าที่ประจำชั้น)

ภาคผนวก ข

แบบฟอร์มการเก็บรวบรวมจำนวนของเสียอันตราย

แบบฟอร์มเก็บรวบรวมจำนวนของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

ข้อมูลการเก็บ Waste ของงานศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น

ลำดับที่	ชื่อ waste	จำนวน	รหัส	ชื่อผู้เก็บ	วันที่เก็บ	สถานที่เก็บ

ลงชื่อ.....

(เจ้าหน้าที่ประจำชั้น)

แบบฟอร์ม			
ข้อมูลของเสียจากห้องปฏิบัติการ.....			
ข้อมูลหน่วยงาน			
ชื่อห้องปฏิบัติการ.....หน่วยงาน.....คณะ.....			
เบอร์โทรติดต่อ.....e-mail address.....อาคาร.....ชั้น.....			
ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว..... หลักสูตรสาขาวิชา..... คณะ..... ขอแจ้งข้อมูลของเสียอันตรายที่ต้องการส่งไปกำจัด ซึ่งเป็นของเสียที่เกิดจากกิจกรรมภายในห้องปฏิบัติการที่อยู่ในความรับผิดชอบของข้าพเจ้า โดยมีประเภทและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ดังต่อไปนี้			
รหัสของเสีย	ประเภทของเสีย	ปริมาณ	ลิตร
W๐๑	ของเสียที่เป็นกรด		ลิตร
W๐๒	ของเสียที่เป็นเบส		ลิตร
W๐๓	ของเสียที่เป็นเกลือ		ลิตร
W๐๔	ของเสียที่มีฟอสฟอรัส/ฟลูออไรด์		ลิตร
W๐๕	ของเสียที่มีไซยาไนด์อินทรีย์/อินทรีย์		ลิตร
W๐๗	ของเสียที่มีโครเมียม		ลิตร
W๐๘	ของเสียที่เป็นสารปรอทอินทรีย์/อินทรีย์		ลิตร
W๑๐	ของเสียที่เป็นสารอาร์เซนิก		ลิตร
W๑๑	ของเสียที่เป็นไอออนของโลหะหนัก		ลิตร
W๑๒	ของเสียประเภทออกซิไดซ์ซิงเกอเจนต์		ลิตร
W๑๓	ของเสียประเภทรีดิวซ์ซิงเกอเจนต์		ลิตร
W๑๔	ของเสียที่เผาไหม้ได้		ลิตร
W๑๕	ของเสียที่เป็นน้ำมัน		ลิตร
W๑๖	ของเสียที่เป็นฮาโลเจน		ลิตร
W๑๗	ของเหลวอินทรีย์ที่ประกอบด้วยน้ำ		ลิตร
W๑๘	ของเสียที่เป็นสารไวไฟ		ลิตร
W๑๙	ของเสียที่มีสารที่ทำให้ภาพคงตัว		ลิตร
W๒๐	ของเสียที่เป็นสารระเบิดได้		ลิตร
W๒๑	ของเสียที่เป็นสารกัมมันตรังสี		ลิตร
W๒๒	ของเสียที่มีจุลินทรีย์		ลิตร
W๒๓	ของเสียจาก pilot plan		ลิตร
W๒๔	ของเสียจาก EtBr ชนิดของเหลว		ลิตร
รวม			

แบบฟอร์มเก็บรวบรวมจำนวนของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

ข้อมูลการเก็บของเสียที่เป็นของแข็งงานศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น

ของเสียที่เป็นของแข็ง			
รหัสของเสีย	ประเภทของเสีย	ปริมาณ	กิโลกรัม
So๑	ขวดแก้วสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว		กิโลกรัม
So๒	เครื่องแก้วและขวดสารเคมีที่แตก		กิโลกรัม
So๓	Toxic Waste		กิโลกรัม
So๔	Organic Waste		กิโลกรัม
So๕	ขยะปนเปื้อนสารเคมี		กิโลกรัม
	ของเสียจาก EtBr ชนิดของแข็ง		
รวม			

ลงชื่อ.....

(เจ้าหน้าที่ประจำชั้น)

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาววรินธร ชาติสุภาพ
- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss.Warinthorn Chatsuphaph
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 670300829 11 5
3. ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์
4. หน่วยงานที่สังกัด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
อ. เมือง จ. เพชรบูรณ์ 67000
โทร. (056) 717122 ต่อ 2705
โทรสาร (056) 717123
e-mail : warinthornna@outlook.co.th

5. ประวัติการศึกษา

ชื่อปริญญา	สถานศึกษา	ปีที่สำเร็จ	ประเทศ
วท.บ.(เคมี)	สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์	2546	ประเทศไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

-

7. ประสบการณ์ในการทำวิจัย

- ชื่อเรื่อง 1.การศึกษาระบบนิเวศบริเวณสวนสาธารณะหนองนารีเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการศึกษา
ระบบนิเวศให้สมดุล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- แหล่งทุน : สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- ปีที่ได้รับทุน: 2552
- สถานะภาพ: ผู้ช่วยนักวิจัย
- ชื่อเรื่อง 2.พัฒนาศักยภาพพลังงานทดแทนของตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์
- แหล่งทุน : สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- ปีที่ได้รับทุน: 2553
- สถานะภาพ: ผู้ช่วยนักวิจัย
- ชื่อเรื่อง 3.การจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- แหล่งทุน : สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- ปีที่ได้รับทุน: งบประมาณปี 2560
- สถานะภาพ: นักวิจัย