สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ

จรรยารัตน์ เตชะพกาพงษ์

พิชญ์นิภา แพทย์รักษ์

เลขหมู่.......................................
เลขทะเบียน 72900
วัน,เดือน,ปี 25 มิ.ย. 2550

.b 11274356
.i..............................

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LABORATORY WASTE MANAGEMENT SYSTEM

JANYARAT TECHAPAKAPONG

PHITNIPHA PHATRAK

A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF BACHELOR IN CHEMICAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง	ระบบการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ
โดย	นางสาวจรรยารัตน์ เตชะพกาพงษ์
	นางสาวพิชญ์นิภา แพทย์รักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.นริศรา ทองบุญชู

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี

คณะกรรมการตรวจสอบปริญญานิพนธ์

....ประธานกรรมการ
(ดร.นริศรา ทองบุญชู)

....กรรมการ
(อ.รื่นฤดี เบญจางคประเสริฐ)

....กรรมการ
(อ.ศิริพันธ์ มุรธาธัญลักษณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ

โดย นางสาวจรรยารัตน์ เตชะพกาพงษ์

นางสาวพิชญ์นิภา แพทย์รักษ์

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.นริศรา ทองบุญชู

ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ห้องปฏิบัติการในสถาบันการศึกษาส่วนใหญ่เป็นแหล่งที่ผลิตของเสียในปริมาณไม่มากนัก แต่การจัดการอย่างไม่เหมาะสมอาจทำให้เกิดอันตรายต่อนักศึกษา คณาจารย์ เจ้าหน้าที่ และสิ่งแวดล้อม โครงงานนี้จึงได้พัฒนาระบบจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ โดยได้ศึกษาแหล่งที่มาของของเสียและลักษณะ แบ่งชนิดของของเสียเป็น 7 ประเภท ตามลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และความเป็นอันตราย นำเสนอวิธีจัดการ ภาชนะที่เหมาะสมในการทิ้งของเสีย ออกแบบฉลากสำหรับภาชนะบรรจุของเสีย และสถานที่ในการจัดเก็บของเสีย จัดทำคู่มือในการจำแนกประเภทและจัดการของเสีย และสร้างซอฟแวร์ฐานข้อมูลในการจัดการของเสียเพื่อบันทึกข้อมูลและแสดงบัญชีของของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Report Title	Laboratory Waste Management System
By	Miss Janyarat Techapakapong
	Miss Phitnipha Phatrak
Advisor	Dr.Narisara Thongboonchoo
Report for	Bachelor Degree in Chemical Engineering
	Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Abstract

Most academic laboratories are a small quantity waste generator. However, the improper waste management may cause hazard to student, faculty, staff and environment. The wastes management in an academic laboratory has been developed in this project. The source of wastes were identified and characterized. The wastes were separated into 7 categories according its physical, chemical, and hazard properties. The waste handling, proper container for waste disposal, waste labels, and waste storage site are also proposed. The handbook for waste segregation and handling in laboratory were prepared. The waste management database software was written for waste record keeping and inventory lists.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาและความอนุเคราะห์จากคณาจารย์และบุคคลหลายฝ่าย ทางคณะผู้จัดทำขอบพระคุณ

คณาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความรู้และความช่วยเหลือ

เจ้าหน้าที่ บริษัท บริหารและพัฒนาเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำกัด (มหาชน) บริษัท เอ็นไวรอนเมนทอล คอนเซอร์เวทีฟ เซอร์วิส จำกัด และบริษัท เมอร์ค จำกัด ที่ให้ความรู้และข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เพื่อนๆ นักศึกษาทุกคนที่ช่วยเหลือ ให้ข้อมูล และคำแนะนำต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ดร.นริศรา ทองบุญชู อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และความรู้ในการทำปริญญานิพนธ์นี้มาโดยตลอด ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์อย่างสุดซึ้ง

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้เป็นที่รักและเคารพยิ่งที่ให้การสนับสนุน ให้กำลังใจและคำแนะนำตลอดมา หากมีข้อผิดพลาดประการใด คณะผู้จัดทำขอน้อมรับและขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

จรรยารัคน์ เตชะพกาพงษ์
พิชญ์นิภา แพทรักษ์
14 มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย........ I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ........ II

กิตติกรรมประกาศ........ III

สารบัญ........ IV

สารบัญรูป........ VI

สารบัญตาราง........ VII

บทที่ 1 บทนำ........ 1

1.1 ความเป็นมา........ 1

1.2 วัตถุประสงค์........ 3

1.3 ขอบเขตในการดำเนินงาน........ 3

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน........ 3

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ........ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง........ 5

2.1 คำจำกัดความ........ 5

2.2 แหล่งกำเนิดของเสีย........ 5

2.3 การจำแนกประเภทของเสีย........ 7

2.4 อันตรายที่เกิดจากของเสีย........ 9

2.5 การจัดเก็บของเสีย........ 12

2.6 ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสีย........ 15

2.7 วิธีการจัดการของเสีย........ 16

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง........ 25

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน........ 27

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล........ 28

3.2 การศึกษาลักษณะของของเสีย........ 28

3.3 การจัดทำระบบการจัดการของเสีย........ 28

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน........ 30

4.1 การจำแนกประเภทของเสียให้ห้องปฏิบัติการ........ 30

4.2 ภาชนะบรรจุของเสีย........ 30

4.3 การออกแบบฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสีย........ 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

4.4 การออกแบบสถานที่จัดเก็บของเสียรวม.. 33

4.5 การจัดทำคู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ................ 36

4.6 การจัดทำโปรแกรมฐานข้อมูลการจัดการของเสีย.. 37

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.. 38

5.1 สรุปผล.. 38

5.2 ข้อเสนอแนะ... 39

เอกสารอ้างอิง.. 40

ภาคผนวก... 42

ภาคผนวก ก. ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ.. 43

ภาคผนวก ข. ลักษณะของเสียอันตราย... 49

ภาคผนวก ค. สารที่เข้ากันไม่ได้.. 51

ภาคผนวก ง. คู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการฉบับสมบูรณ์......... 56

ภาคผนวก จ. คู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ.. 88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ประเภทและรหัสของเสียอันตรายตามบัญชีรายชื่อตาราง.................................... 7

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างปฏิกิริยาทางเคมีของออกซิเดชันและรีดักชัน.. 18

ตารางที่ ก-1 ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ... 43

ตารางที่ ข-1 ความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีสำหรับการคาดการณ์สมบัติของความเป็นพิษ...... 49

ตารางที่ ค-1 สารที่ทำปฏิกิริยากันรุนแรง.. 52

ตารางที่ ค-2 สารที่ทำปฏิกิริยากันแล้วเกิดการระเบิด.. 53

ตารางที่ ค-3 สารที่ทำปฏิกิริยากันแล้วให้ก๊าซไวไฟ.. 54

ตารางที่ ค-4 สารที่ทำปฏิกิริยากันแล้วให้ก๊าซพิษ.. 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 3.1 วิธีการดำเนินงานวิจัย........ 27

รูปที่ 4.1 ฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสียสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ........ 32

รูปที่ 4.2 ฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้จัดเก็บของเสีย........ 33

รูปที่ 4.3 แผนผังสถานที่จัดเก็บของเสียรวม........ 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ในปัจจุบันมาตรฐานที่อยู่อาศัยและการดำรงชีวิตของประชากรมีแนวโน้มสูงขึ้น ทำให้ประชากรมีความต้องการที่จะอุปโภคบริโภคทรัพยากรเพิ่มมากขึ้นจึงเป็นเหตุให้เกิดของเสียและการทิ้งของเสียโดยไม่ได้คำนึงถึงคุณค่าที่ยังคงอยู่ในของเสียทั้งที่ตั้งใจและไม่ได้ตั้งใจ การประกอบกิจกรรมต่างๆ อาทิ โรงงานอุตสาหกรรม บ้านเรือน พื้นที่การเกษตร และโรงพยาบาล เป็นแหล่งก่อให้เกิดของเสีย โดยของเสียที่เกิดขึ้นอาจจะอยู่ในรูปของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ซึ่งทำให้ยากต่อการจำแนกประเภทและการจัดการ ถ้าหากมีการจำแนกประเภทและการจัดการของเสียไม่ถูกวิธี อาจทำให้เกิดอันตรายได้ ซึ่งนับวันจะมีของเสียอันตรายหรือของเสียเสี่ยงภัยมากขึ้นและเข้าใกล้ประชากรเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะเขตเมืองและเขตอุตสาหกรรม เช่น ขยะในครัวเรือนจำพวกเศษอาหาร อินทรีย์สาร ขยะอุตสาหกรรมจำพวกวัตถุดิบไม่ได้เปลี่ยนแปลงสภาพ กากของเหลือ ของเสียเหล่านี้อาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์หรือสภาพแวดล้อม หากมีการบำบัด กักเก็บรักษา การเคลื่อนย้าย การกำจัดและการจัดการที่ไม่เหมาะสม

การปล่อยของเสียจำนวนมากออกมาสู่สิ่งแวดล้อมทั้งในรูปแบบของแข็ง ของเหลว และก๊าซ มีแนวโน้มที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต การกำจัดที่ไม่เหมาะสมอาจเป็นสาเหตุการปนเปื้อนของของเสียออกสู่สภาพแวดล้อมได้ โดยการปนเปื้อนจะเกิดได้หลายทาง ได้แก่ ทางอากาศ เช่น การระเหยของสารเคมี สารพิษ และการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง ทางน้ำผิวดิน เช่น การไหลล้นของน้ำจากพื้นดินหรือการไหลผ่านพื้นผิวจะพัดพาเอาสารพิษติดมาด้วย ทำให้ของเสียไหลลงแหล่งน้ำ ทางน้ำใต้ดิน เช่น โดยจากการชะ การซึมผ่านสารพิษลงใต้ดิน ทางดิน เช่น การกัดเซาะ รวมถึงการเกิดฝุ่น ละอองตกลงสู่พื้นโลกและการตกตะกอน ทางสิ่งมีชีวิต เช่น การดูดซึมสู่ร่างกายและการสะสมทางชีวภาพ โดยส่วนใหญ่การปนเปื้อนของน้ำผิวดินจากสารที่ถูกชะออกมาจากบริเวณการฝังกลบ จะเป็นสารละลายที่อยู่ในน้ำที่มาจากของเสีย ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อน้ำผิวดินและบ่อน้ำที่อยู่ปลายทาง ดังนั้นการพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่การฝังกลบของเสียจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อป้องกันไม่ให้ของเสียปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องปฏิบัติการเป็นแหล่งก่อให้เกิดของเสียอีกแหล่งหนึ่ง ของเสียที่เกิดจากกระบวนการทดลองต่างๆ ในห้องปฏิบัติการมีทั้งของเสียอันตรายและของเสียที่ไม่เป็นอันตราย ซึ่งอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ โดยของเสียอันตรายที่ส่งผลกระทบและก่อปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่จะเป็นของเสียที่เป็นของเหลว และของแข็ง ได้แก่ ของเสียติดไฟ ของเสียกัดกร่อน ของเสียเป็นพิษ ของเสียว่องไวปฏิกิริยา ของเสียติดเชื้อ ของเสียกัมมันตรังสี เป็นต้น ของเสียอันตรายเหล่านี้สามารถก่อให้เกิดอันตรายทั้งต่อผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการและก่อให้เกิดปัญหามลพิษได้หากปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม

ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ในประเทศไทยยังไม่มีระบบการจัดการของเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ จากการทดลองอย่างเหมาะสม ของเสียอันตรายส่วนหนึ่งจะถูกทิ้งสู่ท่อระบายน้ำโดยไม่ได้ผ่านการบำบัดอย่างถูกต้องหรือผ่านการบำบัดไม่สมบูรณ์ส่งผลให้ของเสียนั้นอาจมีอันตรายแฝงอยู่และของเสียนั้นจะไหลไปรวมในท่อน้ำทิ้งรวม และถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะต่อไป ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ถ้าไปผสมกับสารที่เข้ากันไม่ได้ นอกจากนี้ของเสียส่วนหนึ่งยังถูกเก็บรวบรวมไว้ในภาชนะต่างๆ เช่น ขวดแก้ว ขวดพลาสติก ถังพลาสติก เป็นต้น โดยถูกรวบรวมไว้ภายในห้องปฏิบัติการเพื่อรอการกำจัดที่เหมาะสมต่อไป โดยที่ของเสียเหล่านี้ได้สะสมเพิ่มขึ้นในทุกขณะ หากภาชนะที่บรรจุของเสียนั้นเกิดชำรุดหรือเก็บในที่ที่ไม่เหมาะสมอาจเกิดความเสี่ยงสูงที่จะเกิดอันตรายได้

ปริญญานิพนธ์นี้จะนำเสนอการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งของเสียจากสารเคมีที่เกิดขึ้นแม้มีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับโรงงานอุตสาหกรรม แต่ถ้าขาดการจัดการที่เป็นระบบและการดูแลเอาใจใส่ที่ดีพอ ก็อาจจะเกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมหรือผู้คนที่อยู่โดยรอบได้ จากการที่ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มีการนำของเสียมาใส่ภาชนะโดยไม่มีการติดฉลากบอกถึงแหล่งที่มาและส่วนประกอบของของเสีย หรือวางภาชนะที่บรรจุของเสียไว้ในที่ที่ไม่เหมาะสม ทำให้เมื่อเวลาผ่านไปอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้อื่นได้ ดังนั้นจึงมีการจัดทำระบบการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการขึ้น เพื่อที่จะจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียให้ถูกต้อง พร้อมทั้งทราบแนวทางในการบำบัดและกำจัดที่เหมาะสมกับของเสียนั้นๆ นอกจากนี้เพื่อให้การจัดการของเสียมีความเป็นระบบมากยิ่งขึ้นจึงได้มีแนวคิดในการจัดทำคู่มือในการทิ้งและจัดเก็บของเสีย และโปรแกรมเพื่อบันทึกปริมาณของเสียขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาแหล่งที่มา ชนิด และประเภทของของเสียที่เกิดจากห้องปฏิบัติการ

1.2.2 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางเคมี และความเป็นพิษของของเสียที่เกิดจากห้องปฏิบัติการ

1.2.3 ศึกษาวิธีการจำแนกประเภทของเสียและวิธีจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ขอบเขตในการดำเนินงาน

1.3.1 จัดทำคู่มือการจำแนกประเภทและการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ

1.3.2 ทำระบบจัดการของเสียในภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ จำแนกประเภทของเสีย ระบุภาชนะบรรจุของเสีย ออกแบบฉลากปิดภาชนะ ออกแบบสถานที่จัดเก็บของเสีย และจัดทำโปรแกรมฐานข้อมูลการจัดการของเสียเพื่อบันทึกปริมาณของเสียที่ได้จัดเก็บ

1.3.3 ศึกษาแนวทางในการกำจัดของเสียแต่ละชนิด

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ออกแบบฉลากปิดภาชนะ

1.4.3 เก็บข้อมูลและศึกษาแหล่งที่มา ชนิดของเสียที่เกิดจากห้องปฏิบัติการ

1.4.4 จำแนกประเภทของเสียและระบุภาชนะบรรจุของเสีย

1.4.5 สร้างคู่มือการจำแนกประเภทและการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ

1.4.6 ออกแบบสถานที่จัดเก็บของเสีย

1.4.7 ออกแบบและจัดทำโปรแกรมฐานข้อมูลการจัดการของเสีย

1.4.8 สรุปผลและจัดทำรูปเล่มรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 ทำให้เข้าใจถึงวิธีการจำแนกประเภทของเสีย คุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และความเป็นพิษ และเข้าใจถึงระบบการจัดการของเสียได้ดีขึ้น ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนในการจัดทำระบบการจัดการของเสีย หรือโปรแกรมที่ใช้ในการบันทึกปริมาณของเสีย

1.5.2 สร้างระบบการจัดการของเสียให้กับภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ให้มีการจัดเก็บของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากการทิ้งและการจัดเก็บของเสียที่ไม่ถูกวิธี

1.5.3 ป้องกันและลดมลพิษที่เกิดจากของเสีย และลดอันตรายจากการจัดเก็บของเสีย ทำให้ไม่เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของผู้คนที่อยู่โดยรอบ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบการจัดการของเสียจัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้ใช้เป็นแนวทางในการจำแนกประเภทของเสียและจัดเก็บของเสียอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อป้องกันอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ ในการจัดทำระบบการจัดการของเสียจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานในเรื่องต่างๆ แบ่งเป็น 7 ส่วน ได้แก่ คำจำกัดความของของเสียและของเสียอันตราย แหล่งกำเนิดของเสีย การจำแนกประเภทของเสีย อันตรายที่เกิดจากของเสีย การจัดเก็บของเสียที่ถูกวิธี ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสีย และแนวทางในการจัดการของเสียสำหรับผู้ผลิต ผู้จัดเก็บ และผู้กำจัดของเสีย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 คำจำกัดความ [1,2]

เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานไม่เข้าใจในคำจำกัดความของของเสียและของเสียอันตรายทำให้มีการทิ้ง การจัดเก็บ และจัดการของเสียที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้นในการจัดการของเสียให้เป็นระบบและมีความถูกต้อง ผู้ปฏิบัติงานจึงจำเป็นต้องทราบถึงคำจำกัดความของของเสียและของเสียอันตราย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ของเสีย (Wastes) หมายถึง วัสดุหรือสารเคมีต่างๆ ซึ่งอาจอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีก

2.1.2 ของเสียอันตราย (Hazardous Wastes) หมายถึง ของเสียที่มีองค์ประกอบความเป็นอันตรายอยู่ ได้แก่ การเกิดระเบิด การเกิดปฏิกิริยาเคมีรุนแรง การเกิดกัดกร่อน และลักษณะความมีพิษ เป็นต้น โดยของเสียที่มีองค์ประกอบอันตรายนี้จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตรวมถึงสุขภาพของมนุษย์

2.2 แหล่งกำเนิดของเสีย [2,3]

ของเสียสามารถเกิดขึ้นได้มากมายจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ทั้งของเสียอันตรายและของเสียไม่อันตราย ซึ่งอาจอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ โดยของเสียส่วนใหญ่จะเกิดจากแหล่งกำเนิดของเสีย 5 แหล่ง ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม ชุมชนบ้านเรือน พื้นที่เกษตรกรรม ห้องปฏิบัติการและห้องวิจัยในสถาบันศึกษา และโรงพยาบาล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 โรงงานอุตสาหกรรม นับว่าเป็นแหล่งกำเนิดที่ทำให้เกิดของเสียมากที่สุดทั้งของเสียที่เป็นอันตรายและไม่อันตราย ของเสียจะเกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการอุตสาหกรรม ซึ่งถ้าในกระบวนการใดมีการใช้สารเคมี โลหะหนัก น้ำมัน หรือสารสังเคราะห์ที่ซับซ้อนก็จะมีโอกาสทำให้เกิดของเสียอันตรายขึ้นได้ หากของเสียอันตรายนี้ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมโดยไม่ได้รับการบำบัดและกำจัดที่เหมาะสมก็จะทำให้เกิดผลเสียต่างๆ เช่น การลุกติดไฟ การระเบิด หรือการเกิดไอสารพิษที่ส่งผลอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์

2.2.2 ชุมชนบ้านเรือน เนื่องจากปัจจุบันจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นความต้องการของประชากรที่จะอุปโภคและบริโภคก็มีค่าเพิ่มสูงเป็นเหตุก่อให้เกิดของเสียเป็นจำนวนมากโดยของเสียส่วนใหญ่ที่เกิดจากชุมชนบ้านเรือนจะเป็นพวกของเสียเหลือใช้ที่เสื่อมสภาพ ขยะมูลฝอย ขยะประเภทเศษอาหาร นอกจากของเสียทั่วไปแล้วชุมชนบ้านเรือนยังเป็นแหล่งกำเนิดของเสียอันตราย เช่น ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ ภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ปนเปื้อนสารพิษ สารไวไฟ ภาชนะบรรจุยาปราบศัตรูพืช หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ น้ำมันเครื่องเก่าใช้แล้ว และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ชำรุด เป็นต้น ของเสียอันตรายเหล่านี้มักจะถูกทิ้งปนกับขยะมูลฝอยทั่วไปหรือทิ้งลงท่อระบายน้ำ ซึ่งทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และสุขภาพมนุษย์

2.2.3 พื้นที่เกษตรกรรม ของเสียที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นของเสียอันตราย ได้แก่ ภาชนะบรรจุสารเคมี ภาชนะบรรจุยาปราบศัตรูพืชหรือยาฆ่าแมลง ของเสียเหล่านี้จะถูกทิ้งลงสู่สิ่งแวดล้อมโดยไม่ได้รับการกำจัดที่เหมาะสม ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตโดยรอบ และถ้าเกิดพื้นที่เกษตรอยู่ใกล้แม่น้ำที่ประชาชนใช้อุปโภคบริโภคแล้วเกิดฝนหรือน้ำชะของเสียอันตรายที่อยู่บนพื้นที่เกษตรกรรมยิ่งทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์

2.2.4 ห้องปฏิบัติการและห้องวิจัยในสถาบันการศึกษา เช่น ห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยหรือโรงเรียน ซึ่งของเสียที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นของเสียทางเคมีที่เกิดจากผู้ทำการทดลองได้ทดลองและวิจัยในห้องปฏิบัติการ โดยของเสียทางเคมีอาจอยู่ในรูปของแข็งหรือของเหลว ทั้งอาจเป็นของเสียที่อันตรายหรือไม่อันตราย ของเสียบางชนิดอาจสามารถทิ้งลงในขยะหรือท่อน้ำทิ้งได้เลยและของเสียบางชนิดอาจต้องเก็บไว้เพื่อรอการบำบัดหรือกำจัด ถ้าของเสียนั้นเป็นของเสียอันตรายแล้วผู้ปฏิบัติการไม่ทราบทิ้งลงในท่อน้ำทิ้งทันทีก็อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้คนโดยรอบและสิ่งแวดล้อมได้ ดังนั้นก่อนที่ผู้ปฏิบัติการจะทิ้งของเสียควรทราบคุณสมบัติและความเป็นอันตรายของของเสียนั้นก่อนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 โรงพยาบาล ของเสียที่เกิดจากโรงพยาบาล ได้แก่ ขยะมูลฝอยติดเชื้อ เศษเนื้อเยื่อหรืออวัยวะของร่างกายที่เกิดจากผู้ป่วย ของเสียที่ปนเปื้อนสารกัมมันตรังสี ของที่ใช้กับผู้ป่วย เช่น ผ้าพันแผล และสำลี เป็นต้น ซึ่งหากของเสียเหล่านี้ปะปนอยู่กับของเสียจากชุมชนบ้านเรือนโดยมิได้บำบัดและกำจัดให้เหมาะสมก็อาจส่งผลอันตรายถึงแก่ชีวิตของผู้คนที่อยู่โดยรอบได้

2.3 การจำแนกประเภทของเสีย [2,4]

เมื่อปฏิบัติงานใดๆ แล้วทำให้เกิดของเสีย ผู้ปฏิบัติงานควรทราบว่าของเสียที่เกิดขึ้นคืออะไร เกิดจากแหล่งกำเนิดไหน มีคุณสมบัติกายภาพ ทางเคมี หรือว่ามีความเป็นพิษอย่างไร เพื่อที่จะช่วยในการจำแนกประเภทของเสีย โดยการจำแนกประเภทของของเสียเป็นสิ่งที่สำคัญที่จะช่วยให้ง่ายต่อการจัดการ บำบัดหรือกำจัดของเสีย และยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดและกำจัดของเสียอีกด้วย การจำแนกประเภทของเสียมีอยู่หลายวิธี ดังนี้

2.3.1 การจำแนกตามบัญชีรายชื่อ (Listing) เป็นการพิจารณาของเสียอันตรายตามบัญชีรายชื่อของหน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับดูแล อาทิเช่น บัญชีรายชื่อสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 6 พ.ศ. 2540 และบัญชีรายชื่อและรหัสของเสียอันตรายของ US. EPA, Code Federal Regulation, Part 261, 47 p.p., US. Government Printing Office, Washington D.C, July 1, 1992

โดยรายชื่อและรหัสของเสียอันตรายจากบัญชีรายชื่อทั้งสองตามระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตรายสามารถจำแนกเป็นประเภทต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ประเภทและรหัสของเสียอันตรายตามบัญชีรายชื่อ [4]

ประเภทของเสียอันตราย	จำนวน	รหัสของเสียอันตราย
ของเสียอันตรายจากแหล่งกำเนิดทั่วไป	28 ชนิด	F001-F039
ของเสียอันตรายจากแหล่งกำเนิดเฉพาะ	117 ชนิด	K001-K161
เคมีภัณฑ์เสื่อมคุณภาพที่มีพิษเฉียบพลัน	247 ชนิด	P001-P205
เคมีภัณฑ์เสื่อมคุณภาพที่มีพิษ	530 ชนิด	U001-U411
ของเสียอันตรายจากกิจกรรมต่าง ๆ	60 ชนิด	A01-A99
ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ	89 ชนิด	B001-B801
ของเสียอันตรายที่ควบคุมภายใต้อนุสัญญาบาเซล	59 ชนิด	A1010-A4160

ในที่นี้จะสนใจบัญชีรายชื่อและรหัสของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการตามระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย ซึ่งแบ่งตามลักษณะของเสียอันตราย แสดงไว้ในภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การจำแนกตามคุณสมบัติ (Characteristics) เป็นการพิจารณาของเสียอันตรายตามคุณสมบัติต่างๆ ที่เป็นอันตรายแก่มนุษย์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ของเสียติดไฟได้ (Ignitable Waste) คือ ของเสียที่เป็นของแข็งหรือของเหลวที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส ลุกติดไฟเมื่อเกิดการเสียดสี ดูดความชื้น ปฏิกิริยาภายใน หรือเป็นก๊าซอัดที่จุดระเบิดได้เป็นสารออกซิไดส์

2. ของเสียกัดกร่อน (Corrosive Waste) คือ ของเสียที่มีค่าพีเอชน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 หรือพีเอชมากกว่าหรือเท่ากับ 12.5 สามารถกัดกร่อนเหล็กกล้าชั้น SAE 1020 (Society of Automotive Engineers) ได้มากกว่า 6.35 มิลลิเมตรต่อปี ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

3. ของเสียว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา (Reactive Waste) คือ ของเสียที่มีสภาพไม่คงตัว ทำปฏิกิริยาได้รวดเร็วและรุนแรงกับน้ำ รวมกับน้ำได้ของผสมระเบิดได้ เกิดก๊าซพิษหรือเป็นสารที่มีไซยาไนด์ หรือกำมะถัน เมื่อพีเอชอยู่ระหว่าง 2-12.5 จะเกิดก๊าซพิษ ไอพิษหรือควันพิษ

4. ของเสียเป็นพิษ (Toxic Waste) คือ ของเสียที่มีอันตรายต่อสุขภาพอนามัยทำให้ถึงตายได้เมื่อได้รับในปริมาณเล็กน้อย เป็นพิษต่อสัตว์ทดลอง เป็นสารก่อให้เกิดมะเร็ง หรือสกัดแล้วมีโลหะหนักหรือสารพิษมากกว่ามาตรฐานที่กำหนด รวมของเสียที่ถูกชะล้างได้ (Leachable Waste) ซึ่งเมื่อนำมาสกัดด้วยวิธีมาตรฐานแล้ว มีปริมาณโลหะหนักหรือสารที่มีพิษ เช่น ตะกั่ว ปรอท และสารหนู ปนเปื้อนอยู่ในน้ำสกัดเท่ากับหรือเกินกว่ามาตรฐานกำหนดไว้ โดยความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีสำหรับการคาดการณ์สมบัติของความเป็นพิษมีทั้งหมด 43 ชนิด ซึ่งแสดงในภาคผนวก ข

5. ของเสียติดเชื้อ (Infectious Waste) คือ ของเสียที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ในปริมาณหรือความเข้มข้นที่สามารถทำให้เกิดโรคได้และเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อได้

6. ของเสียกัมมันตรังสี (Radioactive Waste) คือ ของเสียที่ประกอบหรือปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตรังสีที่ไม่ใช้แล้วในระดับกัมมันตรังสีสูงเกินกว่าเกณฑ์ปกติในธรรมชาติเกิดจากการผลิต ซึ่งปนเปื้อนด้วยวัตถุกัมมันตรังสี

7. ของเสียอื่นๆ (Miscellaneous Waste) คือ ของเสียใดๆ ที่ไม่เข้าข่ายของเสียประเภทใดประเภทหนึ่ง แต่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 อันตรายที่เกิดจากของเสีย [5-7]

ของเสียต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ทั้งที่ตั้งใจและไม่ตั้งใจอาจเป็นของเสียอันตรายหรือไม่อันตราย ซึ่งของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นนี้หากถูกละเลยในการจัดการของเสียอย่างถูกวิธีอาจก่อให้เกิดอันตรายต่างๆ ดังนี้

2.4.1 เกิดเพลิงไหม้

องค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้คือ เชื้อเพลิง ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ช่วยในการติดไฟ และแหล่งจุดติดไฟ เช่น ความร้อนหรือประกายไฟ โดยหากขาดองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งก็จะไม่ทำให้เกิดเพลิงไหม้ ดังนั้น การป้องกันการเกิดเพลิงไหม้จะทำได้โดยแยกองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งออกไป แต่การที่จะแยกออกซิเจนออกเพื่อไม่ให้เกิดเพลิงไหม้นั้นทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากสภาพแวดล้อมของบรรยากาศมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ ดังนั้น การที่จะป้องกันไม่ให้เกิดเพลิงไหม้จึงมักจะแยกแหล่งจุดติดไฟออกให้ห่างจากแหล่งเชื้อเพลิง โดยแหล่งเชื้อเพลิงอาจเป็นพวกสารไวไฟที่สามารถติดไฟได้อย่างรวดเร็วและเกิดการเผาไหม้ได้ในอากาศ อันตรายที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งมักจะเกิดจากการติดไฟกับของเสียที่มีองค์ประกอบของไอของของเหลวที่สามารถระเหยออกมาได้ดีหรือเมื่อเกิดการลุกไหม้อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อเนื่องคือ ทำให้เกิดระเบิดขึ้นเมื่อมีการจัดเก็บของเสียไว้ในบริเวณที่ใกล้เคียงกันอีกด้วย

2.4.2 เกิดระเบิด

การเกิดระเบิดเป็นการเกิดปฏิกิริยาของของเสียที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจากของเสียที่อยู่ในรูปของแข็งหรือของเหลวไปเป็นก๊าซ ซึ่งก๊าซนี้จะมีความดันเกิดขึ้นค่อนข้างสูงทำให้เกิดระเบิดอย่างรุนแรงได้ อันตรายที่เกิดจากการระเบิดมักเกิดได้กับของเสียหลายชนิดที่มีองค์ประกอบของสารที่มีสมบัติระเบิดได้ ซึ่งแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ดังนี้

1. วัตถุระเบิด เป็นสารประกอบเคมีหรือของผสม ซึ่งเมื่อได้รับความร้อน การขัดสี หรือการจุดระเบิดแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และเกิดก๊าซที่มีความร้อนสูงออกสู่บรรยากาศโดยรอบ ตัวอย่างของสารที่ทำปฏิกิริยากันแล้วทำให้เกิดระเบิดได้ เช่น ไฮโดรเจนทำปฏิกิริยากับคลอรีน เป็นต้น

2. สารเปอร์ออกไซด์ ของเสียที่มีองค์ประกอบของสารเปอร์ออกไซด์สามารถเกิดระเบิดได้หากได้รับความร้อน การสั่นสะเทือน หรือประกายไฟ เนื่องจากสารเปอร์ออกไซด์มีคุณสมบัติที่สามารถเกิดการออกซิเดชันได้เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผงละเอียด ของเสียที่มีลักษณะเป็นอนุภาคเล็กๆ หรือเป็นผงละเอียด เช่น ผงพอลิเมอร์ ผงแป้ง ผงสังกะสี ผงคาร์บอน หรือผงกำมะถัน ผงละเอียดนี้สามารถเกิดออกซิเดชันขึ้นได้ ดังนั้นจึงสามารถเกิดระเบิดได้หากผงละเอียดมีปริมาณมากและแขวนลอยในอากาศ พร้อมทั้งมีแหล่งจุดติดไฟ

2.4.3 อันตรายต่อสุขภาพ

ของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากการประกอบกิจกรรมต่างๆ ล้วนเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์หากของเสียนั้นไม่ได้ถูกนำมาบำบัดหรือกำจัดอย่างถูกวิธี ซึ่งปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อร่างกายมนุษย์เมื่อมีสารพิษเข้าสู่ร่างกาย ได้แก่ คุณสมบัติทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพ ขนาดหรือปริมาณที่ได้รับ ความต้านทานของร่างกายและอายุของแต่ละบุคคล เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีช่องทางที่สารพิษเข้าสู่ร่างกาย และลักษณะการเกิดพิษตามระยะเวลาที่ได้รับ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ช่องทางที่สารพิษเข้าสู่ร่างกายมนุษย์

เมื่อของเสียไม่ได้ถูกบำบัดหรือกำจัดให้ถูกต้องโอกาสที่สารพิษที่อยู่ในรูปของเสียจะเข้าสู่ร่างกายได้ก็มีอยู่ตลอดเวลา โดยช่องทางที่สารพิษเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ที่สำคัญมี 4 ช่องทางคือ การหายใจ (Inhalation) การสัมผัสกับผิวหนังหรือดวงตา (Contact with Skin or Eyes) การกินหรือเข้าสู่ระบบทางเดินอาหาร (Digestion) และการฉีด (Injection) หรือผ่านทางบาดแผลที่ผิวหนัง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- การหายใจ สารพิษที่จะเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจ ได้แก่ ของเสียที่มีองค์ประกอบของไอระเหย ก๊าซ ละออง ผง และฝุ่น เป็นต้น หากหายใจเอาของเสียที่มีองค์ประกอบเหล่านี้เข้าไปในร่างกายจะทำให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อ ทำลายระบบทางเดินหายใจ นอกจากนี้ของเสียยังอาจซึมผ่านเข้าสู่ระบบหมุนเวียนโลหิตหรือเข้าสู่ปอด แล้วทำลายอวัยวะภายในได้

- การสัมผัสกับผิวหนังหรือดวงตา การได้รับอันตรายจากสารพิษที่อยู่ในรูปของเสียโดยการสัมผัสกับผิวหนังหรือดวงตาเป็นสิ่งที่พบอยู่เสมอ โดยของเสียบางชนิดอาจทำให้เกิดการระคายเคือง เกิดอาการแพ้เป็นผื่นแดง ของเสียบางชนิดอาจรุนแรงจนสามารถทำลายโครงสร้างของผิวหนัง หรือสามารถซึมเข้าสู่ระบบหมุนเวียนโลหิตทำลายอวัยวะหรือระบบต่างๆ ภายในร่างกายได้

- การกินหรือเข้าสู่ระบบทางเดินอาหาร สารพิษที่อยู่ในรูปของเสียที่เข้าสู่ร่างกายโดยการกินนั้นจะรวมไปถึงสารพิษที่เข้าสู่ปากโดยไม่ได้ตั้งใจหรือไม่รู้ตัว เช่น การหยิบจับอาหารเข้าสู่ปากโดยไม่ทราบว่ามีของเสียเปื้อนอยู่บริเวณมือ หรือการเกิดอุบัติเหตุที่มีการหยิบของผิดพลาดเข้าปาก เป็นต้น สารพิษที่เข้าสู่ระบบทางเดินอาหารสามารถถูกดูดซึมไปยังระบบหมุนเวียนโลหิต ซึ่งจะไปทำลายอวัยวะภายในร่างกาย โดยสารพิษที่อยู่ในรูปของเสียบางชนิดมีคุณสมบัติเพิ่มการดูดซึมของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบทางเดินอาหาร ทำให้ความเป็นพิษในร่างกายเกิดได้เร็วขึ้น และสารพิษที่อยู่ในรูปของเสียบางชนิดมีฤทธิ์กัดกร่อนทำให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อต่างๆ ในระบบทางเดินอาหาร

- การฉีดหรือผ่านทางบาดแผลที่ผิวหนัง สารพิษที่อยู่ในรูปของเสียที่เข้าสู่ร่างกายด้วยการฉีดหรือผ่านทางบาดแผลที่ผิวหนังจะมีโอกาสเกิดขึ้นค่อนข้างน้อย ส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นจะเกิดจากการไม่ตั้งใจหรือจากอุบัติเหตุ หรือของมีคมที่มีของเสียอยู่บาด ซึ่งวิธีการฉีดหรือผ่านทางบาดแผลที่ผิวหนังเป็นช่องทางที่มีความอันตรายสูง เนื่องจากสารพิษจะเข้าสู่ร่างกายโดยตรงโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการดูดซึมตามธรรมชาติของร่างกาย ทำให้สารพิษแพร่กระจายทั่วร่างกายได้อย่างรวดเร็ว

2. ลักษณะการเกิดพิษ

ลักษณะของการเกิดพิษเมื่อสารพิษเข้าสู่ร่างกาย โดยจำแนกตามระยะเวลาหรือจำนวนเดือนที่สารพิษเข้าไปในร่างกาย ซึ่งจำแนกได้เป็น 4 ประเภทดังนี้

- การเกิดพิษแบบเฉียบพลัน (Acute Effect) หมายถึง การได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งต่อเนื่องกันภายในเวลา 24 ชั่วโมง แล้วแสดงอาการ เช่น คลื่นไส้ วิงเวียนเป็นลม สลบ หรือมีผื่นคันตามผิวหนังออกมา โดยมากจะได้รับสารพิษโดยวิธีการฉีด การกิน หรือการทาบนผิวหนัง

- การเกิดพิษแบบกึ่งเฉียบพลัน (Sub-acute Effect) หมายถึง การได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งต่อเนื่องกันภายใน 1 เดือน

- การเกิดพิษแบบกึ่งเรื้อรัง (Sub-chronic Effect) หมายถึง การได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งต่อเนื่องกันภายใน 1-3 เดือน

- การเกิดพิษแบบเรื้อรัง (Chronic Effect) หมายถึง การได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งต่อเนื่องกันมากกว่า 3 เดือน โดยมากจะได้รับสารพิษโดยวิธีการกินหรือสูดดมเข้าไปเป็นระยะเวลานานๆ จนเกิดอาการของการเป็นพิษแสดงออกมา เช่น การเกิดมะเร็ง การเกิดความผิดปกติในระบบคุ้มกัน เป็นต้น

2.4.4 อันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

ของเสียอันตรายที่ส่งผลกระทบและก่อปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ของเสียติดไฟได้ ของเสียกัดกร่อน ของเสียเป็นพิษ ของเสียว่องไวปฏิกิริยา ของเสียติดเชื้อ ของเสียกัมมันตรังสี เป็นต้น ของเสียอันตรายเหล่านี้สามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการและก่อให้เกิดปัญหามลพิษได้หากปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม ยกตัวอย่างเช่น สารพีซีบี (Polychlorinated Biphenyls : PCBs) เป็นของเหลวที่สังเคราะห์ขึ้น โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ คลอรีน คาร์บอน และไฮโดรเจน ซึ่งสารพีซีบีมีคุณสมบัติที่สำคัญทั้งด้านการนำความร้อนที่สม่ำเสมอและคงที่ เฉื่อยต่อปฏิกิริยาออกซิเดชัน และไม่ทำปฏิกิริยากับกรด ด่าง และสารเคมีอื่นๆ ดังนั้นจึงมีการนำสารพีซีบีไปใช้ในอุตสาหกรรม เช่น ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า และใช้เป็นส่วนผสมใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น แม้ว่าสารพีซีบีจะมีประโยชน์มากมาย แต่ก็เป็นสารที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพมนุษย์ เนื่องจากสารพีซีบีนี้สามารถปนเปื้อนได้ทั้งในดินและแหล่งน้ำธรรมชาติทำให้มีผลกระทบโดยตรงต่อวงจรอาหารของมนุษย์

2.5 การจัดเก็บของเสีย [2, 4-5, 8]

เมื่อเกิดของเสียจากกิจกรรมต่างๆ ขึ้น ผู้ที่ทำให้เกิดของเสียจะต้องทราบองค์ประกอบที่มีอยู่ในของเสียเพื่อช่วยในการจำแนกประเภทและการจัดการที่เหมาะสม โดยของเสียแบ่งออกเป็นหลายประเภท บางประเภทสามารถทิ้งได้เลยตามท่อระบายน้ำหรือถังขยะ แต่บางประเภทต้องจัดเก็บไว้ก่อนเพื่อรอการบำบัดหรือกำจัดให้หมดไป ดังนั้นการจัดเก็บของเสียจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและผู้คนโดยรอบ ซึ่งสิ่งสำคัญในการจัดเก็บของเสียที่ต้องคำนึงถึงได้แก่ ลักษณะของห้องจัดเก็บของเสีย หลักการเก็บของเสียในภาชนะ และการจัดวางภาชนะบรรจุของเสีย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.5.1 ห้องจัดเก็บของเสีย

ในการจัดเก็บของเสียจะต้องมีสถานที่ที่เหมาะสม เพื่อป้องกันเหตุฉุกเฉินที่อาจเกิดขึ้น โดยห้องเก็บของเสียที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. พื้นห้องต้องเรียบ ไม่ลื่น ไม่มีรอยแตกร้าว ทำความสะอาดได้ง่าย และพื้นห้องควรมีการทำขอบธรณีประตูหรือขอบกั้นโดยรอยเพื่อป้องกันกักเก็บของเสียที่หกรั่วไหล หรือน้ำจากการดับเพลิง
2. ห้องจัดเก็บของเสียควรมีระบบถ่ายเทอากาศที่ดี โดยคำนึงถึงชนิดของของเสียที่เก็บและสภาพความปลอดภัย
3. ห้องจัดเก็บควรออกแบบให้ปิดล็อคได้และมิดชิดแสงแดดเข้าไม่ถึงเพื่อป้องกันของเสียบางชนิดที่อาจทำปฏิกิริยากับแสงแล้วเกิดเพลิงไหม้หรือระเบิด
4. วัสดุก่อสร้างเป็นชนิดไม่ไวไฟ และโครงสร้างอาคารเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหรือเหล็กแต่หากเป็นโครงสร้างเหล็กต้องหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน
5. หลังคาของอาคารต้องกันฝนได้ และออกแบบให้มีการระบายควันและความร้อนได้ในขณะเกิดเพลิงไหม้
6. พื้นที่ภายในห้องเก็บต้องสามารถแบ่งออกเป็นสัดส่วนเพื่อแยกเก็บของเสียที่ไม่สามารถเก็บรวมกันได้
7. ห้องเก็บของเสียควรอยู่ห่างจากบริเวณที่มีคนอาศัยอยู่ ห่างไกลจากบริเวณที่น้ำท่วมถึงและห่างไกลจากแหล่งอันตรายอื่นๆ ที่เกิดภายนอกห้องเก็บของเสีย
8. ห้องเก็บของเสียควรมีเส้นทางที่สะดวกต่อการขนส่งและการจัดการเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ห้องเก็บของเสียควรมีสิ่งอำนวยความสะดวกอย่างเพียงพอ เช่น ระบบจ่ายไฟฉุกเฉิน ระบบดับเพลิง และแสงสว่างเพื่อให้อ่านฉลากได้ชัดเจน หลอดไฟควรเป็นชนิดป้องกันไฟได้ และสวิทช์ปิดเปิดไฟควรอยู่นอกห้อง

10. ห้องเก็บของเสียควรมีป้ายที่บ่งบอกถึงสัญลักษณ์ เครื่องหมายและข้อความเตือน เช่น สัญลักษณ์และเครื่องหมายเตือนภัยของบริเวณเฉพาะส่วน สัญลักษณ์และเครื่องหมายแสดงสิ่งที่ต้องห้ามสำหรับอาณาเขตบริเวณเฉพาะส่วน และสัญลักษณ์และเครื่องหมายฉุกเฉิน

2.5.2 หลักการเก็บของเสียในภาชนะ

หลักการเก็บของเสียในภาชนะบรรจุควรคำนึงถึงคุณสมบัติของของเสียนั้นๆ ทั้งคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และความเป็นพิษ เนื่องจากของเสียบางชนิดเมื่ออยู่ตามลำพังอาจไม่เกิดอันตราย แต่หากของเสียที่เข้ากันไม่ได้ผสมกันก็อาจทำให้ของเสียนั้นทำปฏิกิริยากันจนเกิดความร้อนสูง เกิดระเบิดได้ นอกจากนี้ของเสียที่ต้องจัดเก็บเพื่อรอการบำบัดหรือกำจัดยังต้องคำนึงถึงภาชนะที่บรรจุของเสียอีกด้วย โดยภาชนะบรรจุควรเลือกให้เหมาะสมกับประเภทของของเสีย ควรมีฝาปิดให้มิดชิด พร้อมปิดฉลากระบุให้เรียบร้อย ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับสารที่เข้ากันไม่ได้และภาชนะที่ใช้บรรจุของเสียมีดังนี้

1. สารที่เข้ากันไม่ได้

สารที่เข้ากันไม่ได้ หมายถึง สารที่ผสมกันแล้วจะทำให้เกิดอันตราย โดยอันตรายที่เกิดขึ้นมีหลายรูปแบบ ได้แก่ สารที่ผสมกันทำให้เกิดปฏิกิริยารุนแรงจนเป็นเหตุให้เกิดความร้อนสูง หรือเกิดระเบิด หรือสารที่ผสมกันแล้วทำให้เกิดก๊าซไวไฟหรือเกิดก๊าซพิษ ดังแสดงในภาคผนวก ค

2. ภาชนะบรรจุของเสีย

ภาชนะบรรจุของเสียควรเลือกให้เหมาะสมกับประเภทของของเสีย โดยภาชนะบรรจุจะต้องทนต่อคุณสมบัติของของเสียแต่ละประเภท ภาชนะส่วนใหญ่ที่ใช้ในการบรรจุของเสีย ได้แก่ ภาชนะบรรจุประเภทแก้ว โลหะ และพลาสติก

- ภาชนะประเภทแก้ว เป็นภาชนะที่เหมาะสมในการบรรจุสารเคมี เนื่องจากแก้วเป็นวัสดุที่มีโครงสร้างแข็งแรง โปร่งใส ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมี ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นและอากาศได้ดีทำให้สามารถเก็บสารที่ระเหยไว้ได้ดี และมีความคงทนต่อความร้อนสูง แต่ภาชนะประเภทแก้วมีราคาแพง มีน้ำหนักมาก เมื่อถูกแรงกระแทกมากๆ อาจทำให้แตก และแก้วไม่เหมาะสมกับสารที่ไวต่อแสง แต่สามารถใช้ภาชนะประเภทแก้วที่เป็นขวดสีชาเพื่อป้องกันแสงทำปฏิกิริยากับสารในภาชนะได้

- ภาชนะประเภทโลหะ เป็นภาชนะที่ทนทานและแข็งแรง ป้องกันแสงสว่างได้ดี แต่โลหะเกิดการกัดกร่อนได้ง่าย สามารถทำปฏิกิริยากับสารที่มีความเป็นกรดและด่าง นอกจากนี้ดีบุกและแลกเกอร์ที่ใช้เคลือบภาชนะมีโอกาสที่จะหลุดออกไปปนเปื้อนกับสารที่บรรจุได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ภาชนะประเภทพลาสติก เป็นภาชนะที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากพลาสติกมีน้ำหนักเบา ราคาถูก มีความยืดหยุ่นสูง สามารถป้องกันการซึมผ่านของความชื้นและอากาศได้ค่อนข้างดี นิยมใช้พลาสติกโพลีเอทิลีนประเภทความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene : HDPE) เป็นภาชนะบรรจุกรด ด่าง และตัวออกซิไดส์แรงๆ เพราะมีคุณสมบัติทนทานต่อกรดและด่างได้ดีมากและมีสภาพเฉื่อยต่อการทำปฏิกิริยา

2.5.3 หลักการจัดวางของเสีย

สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการจัดวางของเสียอันตรายคือ ความเข้ากันได้และเข้ากันไม่ได้ของของเสีย เนื่องจากของเสียบางชนิดหากวางใกล้กันอาจเกิดทำให้เกิดปฏิกิริยารุนแรง เกิดระเบิดได้ โดยก่อนที่จะจัดวางทุกครั้งควรมีฉลากปิดที่ภาชนะบรรจุของเสียเพื่อบอกรายละเอียดเกี่ยวกับของเสียที่เกิดขึ้น หลักในการจัดวางมีดังต่อไปนี้

1. ควรจัดวางแยกตามคุณสมบัติของของเสีย เช่น ค่าความเป็นกรด-เบส ค่าความหนาแน่น สารที่มีฤทธิ์เป็นกรดหรือเบส ควรใช้ถาดกันหกรองขวดหรือภาชนะที่บรรจุกันขวดแตกหรือหก

2. จัดวางของเสียที่มีปฏิกิริยาต่อกันแยกออกจากกัน เพื่อป้องกันการเกิดอันตราย และยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการกำจัด เนื่องจากของเสียแต่ละประเภทจะมีการกำจัดที่แตกต่างกันออกไป

3. ของเสียที่มีองค์ประกอบของสารที่ระเบิดได้ควรแยกเก็บจากของเสียทุกประเภท

4. ต้องไม่ให้ของเสียที่มีองค์ประกอบอันตราย เช่น ไวไฟ ระเบิด หรือระเหยเป็นไอได้ง่ายอยู่ใกล้เตาไฟ หม้อไอน้ำ ท่อไอน้ำ สายไฟฟ้าแรงสูง บริเวณที่ทำให้เกิดประกายไฟหรือบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง เพราะอาจทำให้เกิดเพลิงไหม้หรือระเบิดได้

5. ไม่ควรวางภาชนะบรรจุของเสียไว้ใกล้กับอ่างหรือท่อระบายน้ำ เพราะของเสียอาจหกหรือรั่วไหลลงสู่ท่อระบายน้ำได้ และของเสียที่สามารถทำปฏิกิริยากับน้ำได้ควรจัดวางให้ห่างจากแหล่งที่มีน้ำ

6. ของเสียหนักไม่ควรวางไว้ข้างบนชั้นสูง เพราะทำให้เคลื่อนย้ายไม่สะดวก เกิดอันตรายได้

7. ของเสียที่เป็นของเหลวควรวางในที่ที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก ห่างจากของเสียที่ลุกติดไฟ และของเสียที่เป็นของแข็ง ควรจัดวางไว้ในที่แห้ง ห่างจากความร้อนและน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสีย

การจัดการของเสียมีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยหากมีการจัดการของเสียอย่างถูกวิธีจะช่วยให้เกิดความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ ซึ่งการจัดการของเสียนั้นต้องเริ่มจากการจำแนกประเภทของเสียที่เกิดขึ้นก่อนเพื่อพิจารณาว่าของเสียเป็นของเสียอันตรายหรือไม่ และสามารถทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อมได้หรือไม่ หากของเสียนั้นมีอันตรายไม่สามารถทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ทันทีจะต้องจัดเก็บเพื่อรอการบำบัดก่อนหรืออาจบำบัดทันทีเพื่อลดอันตรายลง เมื่อของเสียผ่านการบำบัดแล้วก็สามารถกำจัดของเสียให้หมดไปได้ตามวิธีการต่างๆ ดังนั้นในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจึงสามารถแบ่งผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสียออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ผู้ผลิตหรือผู้ที่ทำให้เกิดของเสีย ผู้จัดเก็บของเสีย และผู้กำจัดของเสีย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.6.1 ผู้ผลิตหรือผู้ที่ทำให้เกิดของเสีย

ผู้ผลิตหรือผู้ที่ทำให้เกิดของเสียทั้งที่ตั้งใจและไม่ตั้งใจจะต้องทราบว่าของเสียที่เกิดขึ้นมีความเป็นอันตรายหรือไม่ โดยอาจจะพิจารณาจากบัญชีรายชื่อหรือพิจารณาจากคุณสมบัติที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 2.3 หากของเสียนั้นเป็นของเสียอันตรายจะต้องผ่านการบำบัด ซึ่งผู้ผลิตหรือผู้ที่ทำให้เกิดของเสียจะต้องส่งไปยังผู้จัดเก็บต่อไป แต่ถ้าของเสียนั้นไม่มีความเป็นอันตรายผู้ผลิตหรือผู้ที่ทำให้เกิดของเสียก็สามารถทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ทันที ดังนั้นผู้ผลิตหรือผู้ที่ทำให้เกิดของเสียควรต้องมีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของของเสียนั้นๆ และการทิ้งของเสียอย่างถูกวิธี

2.6.2 ผู้จัดเก็บของเสีย

ผู้จัดเก็บของเสียจะจัดเก็บของเสียที่ผู้ผลิตทำขึ้นแล้วไม่สามารถทิ้งได้ในทันที เนื่องจากของเสียนั้นมีความเป็นอันตรายอยู่ต้องรอการบำบัดหรือกำจัดก่อน โดยผู้ที่ทำหน้าที่จัดเก็บของเสียจะต้องทราบทั้งคุณสมบัติและความเป็นอันตรายของของเสียที่เกิดขึ้น หลักการเก็บของเสียในภาชนะโดยต้องทราบว่าของเสียประเภทใดเข้ากันได้หรือเข้ากันไม่ได้ ของเสียแต่ละประเภทควรใส่ภาชนะอย่างไร และการจัดวางภาชนะบรรจุของเสีย ซึ่งได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 2.5 นอกจากนี้ผู้จัดเก็บของเสียยังต้องทราบว่าของเสียที่เก็บไว้สามารถนำกลับคืน (Recover) ได้หรือไม่ ของเสียที่เกิดขึ้นนี้มีวิธีการบำบัดหรือกำจัดอย่างไร พร้อมทั้งทราบถึงหน่วยงานที่สามารถนำกลับคืน บำบัดและกำจัดของเสียอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 ผู้กำจัดของเสีย

ผู้กำจัดของเสียเป็นผู้ที่ทำให้ของเสียหมดไปอย่างสิ้นเชิง ซึ่งของเสียที่มายังผู้กำจัดอาจจะเป็นของเสียที่ผ่านการบำบัดหรือของเสียที่ไม่ต้องผ่านการบำบัดแล้วสามารถกำจัดได้เลย ซึ่งผู้กำจัดของเสียนั้นจะต้องทราบคุณสมบัติและความเป็นอันตรายของของเสียเพื่อจะหาวิธีกำจัดได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ผู้กำจัดของเสียจะต้องทราบวิธีการกำจัดของเสียอย่างเหมาะสมอีกด้วย

2.7 วิธีการจัดการของเสีย [1-2, 7, 9-13]

เมื่อมีของเสียเกิดขึ้น ผู้ผลิตหรือผู้ที่ทำให้เกิดของเสีย ผู้จัดเก็บของเสีย และผู้กำจัดของเสียจะต้องทราบว่าควรจะจัดการกับของเสียที่เกิดขึ้นนั้นอย่างไร อาทิเช่น ผู้ผลิตจะต้องทราบว่าของเสียที่เกิดขึ้นสามารถทิ้งได้เลยหรือต้องนำไปบำบัดก่อน เป็นต้น ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 2.6 ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับการทิ้งของเสีย การนำกลับคืน การบำบัด และการกำจัดของเสีย มีดังต่อไปนี้

2.7.1 การทิ้งของเสีย

การทิ้งเป็นการจัดการของเสียอย่างง่ายเพื่อใช้ในการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นให้หมดไป ของเสียส่วนใหญ่ที่สามารถทิ้งได้เลยไม่ว่าจะทิ้งตามท่อระบายน้ำ อ่างน้ำทิ้งหรือถังขยะจะต้องเป็นของเสียที่ไม่มีผลอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ โดยก่อนที่จะทิ้งของเสียลงออกสู่สิ่งแวดล้อม ผู้ปฏิบัติงานจะต้องทราบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และความเป็นพิษของของเสียเพื่อจะจัดการของเสียให้ถูกวิธี โดยหลักการปฏิบัติในการทิ้งของเสียจากห้องปฏิบัติการหรือโรงงาน มีดังต่อไปนี้

1. ต้องไม่ทิ้งของเสียที่มีองค์ประกอบของสารที่เข้ากันไม่ได้หรือสารที่เกิดปฏิกิริยารุนแรงลงในอ่างน้ำทิ้งร่วมกัน
2. ต้องไม่ทิ้งของเสียที่มีองค์ประกอบของสารที่ไม่ผสมกับน้ำหรือทำปฏิกิริยากับน้ำลงอ่างน้ำทิ้ง เช่น อีเทอร์ หรือโซเดียม และต้องไม่ทิ้งสารที่เกิดปฏิกิริยากับน้ำรุนแรง หรือถูกออกซิไดส์ด้วยอากาศทำให้ลุกเป็นไฟได้ลงในอ่างน้ำหรือถังขยะ เช่น โลหะโซเดียม และโปแตสเซียม
3. ต้องไม่ทิ้งกรดหรือด่างลงท่อน้ำทิ้งในปริมาณมากๆ เกิน 500 มิลลิลิตร ถ้าทิ้งในปริมาณน้อยๆ ต้องเปิดน้ำล้างตามไปมาก ๆ ถ้ามีปริมาณมากๆ อาจทำให้เป็นกลางก่อนจึงทิ้ง
4. สารเป็นพิษ เช่น ไซยาไนด์ห้ามทิ้งลงท่อหรือขยะ และต้องเก็บใส่ภาชนะแยกไว้ต่างหาก
5. ไม่ทิ้งสารข้นเหนียว ของแข็ง หรือสารไวไฟลงท่อน้ำทิ้ง
6. ถ้าเป็นของเสียที่มีอันตรายต่อระบบนิเวศน์ ควรเปลี่ยนเป็นของเสียที่ไม่อันตรายก่อนทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 การนำคืนกลับ

การนำคืนกลับเป็นการลดปริมาณของเสีย ไม่ต้องเสียเงินเพื่อซื้อของใหม่ และไม่ต้องเสียเงินเพื่อกำจัดของเสีย โดยการนำของเสียที่เกิดขึ้นไปผ่านกระบวนการดังต่อไปนี้

1. การกลั่นตัวทำละลาย เป็นวิธีที่นิยมในการทำให้ของเสียบริสุทธิ์ โดยมักใช้กับตัวทำละลายเพียงชนิดเดียวที่ไม่มีสิ่งเจือปนที่ระเหยง่าย เช่น อะซิโตนที่ใช้ล้างภาชนะสามารถเก็บรวบรวมเพื่อนำไปกลั่นลำดับส่วนเพื่อนำคืนกลับมาใช้ใหม่ โดยวิธีนี้จะเป็นการยุ่งยากและสิ้นเปลืองพลังงานแต่ถ้าตัวทำละลายมีปริมาณมากก็คุ้มค่า

2. การสกัดแยกเกลือของโลหะหนัก เช่น สารละลายเกลือซิลเวอร์ สารละลายเกลือนิกเกิล เป็นต้น ซึ่งเกลือของโลหะต่างๆ ที่ละลายน้ำได้ดีมักดูดความชื้นจนเยิ้มเหลว แต่ก็ไม่ได้ทำให้คุณสมบัติทางเคมีเปลี่ยนไปสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

2.7.3 การบำบัดของเสีย

การบำบัดเป็นขั้นตอนการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ หรือทางเคมีของของเสียอันตรายให้มีอันตรายลดลงหรือไม่มีอันตรายเลย ซึ่งอยู่ในสภาพที่ง่ายต่อการจัดการ วิธีการบำบัดนี้สามารถทำได้หลายวิธี อาทิเช่น การปรับเสถียร การตกตะกอน การบำบัดโดยความร้อน การบำบัดทางชีวภาพ ซึ่งการบำบัดจะเหลือกากตะกอนหรือเศษของเสียอันตราย จำเป็นต้องดำเนินการกำจัดต่อไปอีกขั้นตอนหนึ่ง

กระบวนการบำบัดทางกายภาพและทางเคมีเป็นกระบวนการที่นิยมนำมาบำบัดของเสียอันตรายมากกว่ากระบวนการทางชีวภาพ โดยการบำบัดทางกายภาพเป็นการบำบัดโดยอาศัยแรงต่างๆ เช่น แรงโน้มถ่วงของโลก แรงหนีศูนย์กลาง และแรงลอยตัว เป็นต้น ส่วนการบำบัดทางเคมีเป็นการบำบัดโดยใช้สารเคมี เช่น การทำให้สารเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง เป็นต้น เทคนิคที่ใช้ในการบำบัดโดยอาศัยกระบวนการทางกายภาพและทางเคมีมีมากมาย ดังต่อไปนี้

1. การทำให้เป็นกลาง (Neutralization)

การปฏิบัติงานที่ทำให้เกิดของเสียโดยเฉพาะของเสียที่อยู่ในรูปของเหลว กากตะกอน (Sludge) และของเหลวข้น (Slurry) อาจจะมีสภาพเป็นกรดหรือด่างเข้มข้น ขั้นแรกในการบำบัดคือการทำให้ของเสียมีสภาพเป็นกลางก่อน เพื่อความสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการบำบัดต่างๆ ในลำดับต่อไป โดยการทำให้เป็นกลางนี้จะทำได้โดยผสมของเสียกับสารประกอบที่เหมาะสม เช่น ของเสียที่เป็นกรดอาจเติมปูนขาวที่เป็นของเหลวข้น หรือเติมโซดาไฟ (Sodium Hydroxide : NaOH) หรือโซดาแอช เพื่อทำให้ของเสียที่เป็นกรดมีสภาพเป็นกลาง เช่นเดียวกับกากตะกอนสามารถบำบัดในพื้นที่โดยเติมปูนขาวหรือโซดาแอชลงในบ่อบำบัด และของเสียที่เป็นด่างอาจเติมคาร์บอนไดออกไซด์หรือเติมกรดซัลฟิวริกก็ได้

72900
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเกิดออกซิเดชันและรีดักชัน (Oxidation and Reduction)

การเกิดออกซิเดชันและรีดักชันเป็นวิธีการบำบัดของเสียทางเคมี โดยมีวัตถุประสงค์หลัก คือ บำบัดความเป็นพิษของของเสีย ด้วยวิธีการใช้สารออกซิไดส์และสารรีดิวซ์ วิธีนี้มีประสิทธิภาพสูงสามารถบำบัดพวกโมเลกุลสารอินทรีย์ได้หลายชนิดเช่น สารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds : VOCs) ต่างๆ และสารฟีนอล เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถบำบัดสารอนินทรีย์ได้ด้วย เช่น สารไซยาไนด์ และสารซัลไฟด์ เป็นต้น

การเกิดออกซิเดชันนั้นจะใช้กำจัดความเป็นพิษของของเสียโดยใช้ตัวออกซิไดส์ชนิดต่างๆ เช่น โอโซน โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และคลอรีน การบำบัดด้วยวิธีออกซิเดชันสามารถบำบัดได้ทั้งในและนอกแหล่งกำเนิด ข้อดีของการออกซิเดชันที่แหล่งกำเนิดก็คือ มักช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายทางชีวภาพ

การเกิดรีดักชันมักจะใช้ในการเปลี่ยนรูปโลหะไปอยู่ในรูปที่ตกตะกอนได้ด้วยปูนขาว ยกตัวอย่างเช่น การกำจัดเฮกซะวาเลนท์โครเมียม วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพกับทุกโลหะ การรีดักชันก็เช่นเดียวกันกับออกซิเดชันคือ สามารถบำบัดได้ทั้งในและนอกแหล่งกำเนิด ซึ่งตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีของออกซิเดชันและรีดักชันแสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างปฏิกิริยาทางเคมีของออกซิเดชันและรีดักชัน [11-13]

สารออกซิไดส์หรือสารรีดิวซ์	สารที่ทำปฏิกิริยา	ปฏิกิริยาทางเคมี	หมายเหตุ
1. ออกซิเดชัน			
- โอโซน	ไซยาไนด์	$NaCNO + O_3 \rightarrow NaCNO + O_2$	
- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	ไซยาไนด์	$NaCN + H_2O_2 \rightarrow NaCNO + H_2O$	pH 9.5 – 10.5
- คลอรีน	ไซยาไนด์เปลี่ยนไปเป็นไซยาเนต	$NaCN + Cl_2 \rightarrow CNCl + NaCl$ $CNCl + 2NaOH \rightarrow NaCNO + H_2O + NaCl$	แคลเซียมไซยาไนด์เป็นก๊าซพิษ
2. รีดักชัน			
- เฟอรัสซัลเฟต	โครเมียม(VI)	$2CrO_3 + 6FeSO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + 6H_2O$	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การปรับเสถียรและการทำให้เป็นของแข็ง (Stabilization and Solidification)

การปรับเสถียรและการทำให้เป็นของแข็งเป็นกระบวนการบำบัดทางกายภาพและทางเคมีชนิดหนึ่งที่มีการนำมาใช้อย่างกว้างขวาง เพื่อที่จะช่วยลดมลพิษและลดการเคลื่อนที่ของสารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม นิยมนำมาใช้แก้ปัญหาดินที่ปนเปื้อน และปรับสภาพกากของเสียอันตรายที่ออกมาจากระบบบำบัดน้ำเสียก่อนนำไปฝังกลบ

การปรับเสถียรเป็นกระบวนการที่มีการเติมวัสดุหรือสารเพิ่มเติมลงไปในของเสีย เพื่อไม่ให้สารอันตรายกระจัดกระจายออกสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้การจัดการใดๆ ของของเสียอันตรายง่ายขึ้น เช่น การเคลื่อนย้ายง่ายขึ้น เป็นต้น และยังช่วยลดพื้นที่ผิวสัมผัสของของเสียลง ส่งผลให้สารอันตรายหลุดออกจากของเสียได้ยากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยลดการละลายได้ในน้ำและความเป็นพิษของของเสียอันตรายอีกด้วย

การทำให้เป็นของแข็งเป็นกระบวนการที่มีการเติมวัสดุหรือสารเพิ่มเติมลงไปในของเสีย ทำให้ของเสียมีความแข็งแรงมากขึ้น สามารถทนแรงกดได้มากขึ้น ลดความสามารถในการซึมผ่านน้ำ โดยกลไกและวิธีการเกี่ยวกับการปรับเสถียรและการทำให้เป็นของแข็ง มีรายละเอียดดังนี้

ก. กลไกที่เกี่ยวข้องกับการปรับเสถียรและการทำให้เป็นของแข็ง แบ่งออกเป็น 6 กลไก ได้แก่ การจับแบบแคปซูลระดับแมคโคร การจับแบบแคปซูลระดับไมโคร การดูดซึม การดูดซับ การตกตะกอน และการกำจัดสารพิษ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- การจับแบบแคปซูลระดับแมคโคร (Macro encapsulation)

ของเสียจะถูกห้อมล้อมด้วยวัสดุหรือสารที่เติมลงไปด้วยกลไกทางกายภาพ เมื่อมีการทำให้วัสดุแตกออกของเสียจะถูกปล่อยออกมาได้อย่างง่าย ตัวอย่างของกลไกนี้เกิดขึ้นกับของเสียที่เป็นน้ำมันได้ถูกผสมกับเถ้าลอย ปูนขาว และซีเมนต์ จนทำให้กากน้ำมันอยู่ภายในช่องว่างระหว่างเถ้าลอย ปูนขาว และซีเมนต์ที่ผสมกัน

- การจับแบบแคปซูลระดับไมโคร (Micro encapsulation)

ของเสียจะถูกห้อมล้อมด้วยวัสดุหรือสารที่เติมลงไปด้วยกลไกทางกายภาพเช่นเดียวกับการจับแบบแคปซูลระดับแมคโคร ต่างกันตรงที่การจับแบบแคปซูลระดับไมโครของเสียจะถูกจับอยู่ในโครงสร้างของวัสดุ ซึ่งเป็นการจับที่แน่นกว่าระดับแมคโคร อย่างไรก็ตามเมื่อมีการทำให้วัสดุแตกออกเป็นก้อนละเอียด ของเสียจะถูกปล่อยออกมาได้เช่นกัน

- การดูดซึม (Absorption)

ของเสียจะถูกดูดซึมเข้าไปภายในตัวดูดซึม เช่นเดียวกับที่ฟองน้ำดูดน้ำไว้ กลไกนี้จะใช้สารหรือตัวดูดซึมชนิดต่างๆ ดูดซึมของเหลวออกจากของเสีย ทำให้ของเสียอยู่ในสภาพของแข็งมากขึ้นหรือเพิ่มค่าปริมาณของแข็งมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้การจัดการใดๆ ของของเสียง่ายขึ้น เช่น การทำการเคลื่อนย้ายของเสียที่เป็นของเหลว เป็นต้น พวกตัวดูดซึม ได้แก่ ดิน เถ้าลอย ฝุ่นจากเตาเผาซีเมนต์ ฝุ่นจากเตาเผาปูนขาว ขี้เลื่อย หญ้าฟาง และดินเหนียวชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การดูดซับ (Adsorption)

ของเสียจะถูกดูดติดผิวของตัวดูดซับด้วยพันธะเคมีชนิดต่างๆ เช่น แวนเดอร์วาลส์ ไอออนิก หรือไฮโดรเจน เป็นต้น การดูดซับในลักษณะนี้จะค่อนข้างแข็งแรงทำให้การรั่วไหลหรือการหลุดออกจากผิวของตัวดูดซับมีน้อยกว่าการจับแบบแคปซูลระดับแมคโคร และไมโคร ซึ่งเป็นจุดเด่นของกลไกนี้ โดยทั่วไปถ้าตัวดูดซับและตัวถูกดูดซับพบกันและดูดซับกันไว้แล้วที่สภาวะหนึ่ง ๆ ก็จะจับยึดกันตลอดไปที่สภาวะนั้น ๆ เช่น ไอระเหยของสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ถูกจับยึดอยู่บนผิวของผงถ่านกัมมันต์ ที่อุณหภูมิห้องและความดันปกติ ก็จะจับยึดกันไปตลอดถ้าไม่มีอะไรไปรบกวนสภาวะการจับยึดนี้ แต่การจับยึดจะมีความแข็งแรงเปลี่ยนไปถ้าสภาวะสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป เช่น ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นมากๆ สารอินทรีย์ที่ถูกจับยึดอยู่บนผิวของผงถ่านกัมมันต์ก็จะมีพลังงานจลน์สูงกว่าพลังงานการจับยึด ทำให้สามารถเคลื่อนที่แยกตัวออกไปได้ ตัวอย่างตัวดูดซับที่ดีตัวหนึ่งคือ ดินเหนียวดัดแปลง ดินเหนียวตามปกติจะเป็นประเภทไม่ชอบสารอินทรีย์ นั่นคือการดูดซับอินทรีย์ได้ไม่ดี แต่นำมาดัดแปลงโดยจะผ่านกระบวนการเปลี่ยนพวกอนินทรีย์ประจุบวกที่อยู่ในดินออกและใส่สารอินทรีย์ที่มีโซ่พันธะยาว ๆ ลงไปแทน การที่ใส่สารอินทรีย์ลงไปในดินทำให้ดินมีองค์ประกอบที่ไม่มีขั้ว และทำให้สามารถดูดซับสารที่ไม่มีขั้วเช่นสารอินทรีย์ด้วยกันเองได้มากขึ้นนั่นเอง สารอันตรายที่ยึดเกาะติดกับดินเหนียวดัดแปลงนี้เช่น ไซลีน และโทลูอีน เป็นต้น ได้ถูกยึดเกาะติดกับผิวของดินเหนียวเป็นลักษณะโยงใยกับแขนโมเลกุลของพวกอินทรีย์ประจุบวกอย่างแข็งแรง

- การตกตะกอน (Precipitation)

สารเคมีจะถูกเติมลงไปในของเสียประเภทอนินทรีย์เพื่อให้ตกตะกอนในรูปต่างๆ เช่น ไฮดรอกไซด์ ซิลิเกต คาร์บอเนต และฟอสเฟต เป็นต้น โดยทั่วไปการตกตะกอนนี้จะเป็นการกำจัดโลหะหนัก ด้วยการปรับพีเอช (pH) ให้สูงหรือให้เหมาะสมต่อการเกิดตะกอนผลึก ถ้าตะกอนนี้มีพีเอชลดลง เช่น ได้ผสมกับกรด จะเกิดปัญหาของเสียอันตรายหรือสาร โลหะหนักละลายออกมาจากผลึก สร้างปัญหาให้กับสิ่งแวดล้อมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การกำจัดสารพิษ (Detoxification)

ของเสียจะถูกทำให้เปลี่ยนรูปไปหรือเปลี่ยนค่าออกซิเดชัน ซึ่งทำให้ความเป็นพิษของของเสียอันตรายลดลงและยังช่วยฝังกลบให้ง่ายขึ้น เช่น เปลี่ยนจากโครเมียม (VI) ซึ่งมีความเป็นพิษมากให้เป็นโครเมียม (III) ซึ่งมีความเป็นพิษน้อยกว่า ในการเปลี่ยนจากโครเมียม (VI) ให้เป็นโครเมียม (III) อาจใช้เฟอร์รัสซัลเฟตรวมกับโซเดียมซัลเฟตหรือเฟอร์รัสซัลเฟต

ข. วิธีการปรับเสถียรและการทำให้เป็นของแข็ง เป็นวิธีที่อาศัยการเติมสารปรับเสถียรและสารทำให้เป็นของแข็งเพื่อให้ของเสียมีความเป็นพิษน้อยลง และทำให้ของเสียอยู่ในรูปของของแข็งมีความสามารถในการละลายน้อยที่สุดเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการชะล้างไปได้ ซึ่งสารปรับเสถียรและสารทำให้เป็นของแข็งมีดังต่อไปนี้

- ซีเมนต์ (Cement)

ซีเมนต์เป็นสารผสมระหว่างแคลเซียม ซิลิเกต อะลูมินัม และเหล็กออกไซด์ และมีหลายเกรดขึ้นอยู่กับสัดส่วนขององค์ประกอบต่าง ๆ เช่น บางองค์ประกอบช่วยให้แข็งตัวเร็ว บางองค์ประกอบช่วยให้มีความแข็งสูงแต่อาจมีความยืดหยุ่นต่ำ เป็นต้น การใช้ซีเมนต์เป็นสารหรือตัวที่ทำให้เป็นของแข็งสามารถทำได้ง่ายโดยการผสมซีเมนต์กากของเสียเข้าด้วยกันและผสมน้ำลงไปเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันที่ทำให้ปูนจับตัวเป็นผลึกของแคลเซียมอะลูมิโนซิลิเกต หลายแห่งอาจจะผสมทรายและหินขนาดเล็กด้วยเพื่อเพิ่มความแข็งแรง การใช้ซีเมนต์จะทำงานได้ดีกับของเสียอนินทรีย์ โดยเฉพาะพวกโลหะหนักเนื่องจากซีเมนต์จะมีฤทธิ์ค่อนข้างเป็นด่าง ทำให้โลหะมีความสามารถในการละลายต่ำ ลดโอกาสของการหลุดออกของโลหะจากโครงสร้างของซีเมนต์

ข้อดีของการใช้ซีเมนต์คือ ราคาถูกเนื่องจากซีเมนต์เป็นสิ่งที่สามารถหาได้ง่ายทั่วไป สามารถเก็บสารอันตรายอยู่ในก้อนซีเมนต์ได้ยาวนานนับเป็นสิบๆ ปี มีความแข็งแรงทนทานต่อสภาพอากาศร้อน ฝน หนาวได้ดี และทนแรงกระแทกได้ แต่การใช้ซีเมนต์นี้อาจเกิดปัญหาเมื่อของเสียบางชนิดผสมกับซีเมนต์แล้วไม่ทำให้เกิดเป็นของแข็งและอาจเกิดความร้อนสูง เช่น ของเสียที่มีองค์ประกอบของโปแตสเซียมไดโครเมตผสมกับซีเมนต์และน้ำ พบว่าไม่ก่อให้เกิดของแข็งและมีความร้อนสูงมาก

- ปอซโซลาน (Pozzolans)

ปอซโซลานเป็นวัสดุคล้ายซีเมนต์ โดยปอซโซลานจะมีส่วนประกอบได้แก่ เถ้าลอย ขี้เถ้าจากเตาเผา และผงฝุ่นซีเมนต์ ซึ่งส่งผลให้ปอซโซลานมีโครงสร้างไม่เป็นผลึก (Amorphous Alumino-silicates) เมื่อปอซโซลานผสมกับปูนขาวและน้ำจะทำให้ปอซโซลานแข็งตัว (Pozzolans Concrete) ดังนั้นปอซโซลานก็จะทำหน้าที่ปรับเสถียรของของเสียอันตรายและทำให้เป็นของแข็งเช่นเดียวกับซีเมนต์แต่ความแข็งแรงของปอซโซลานจะน้อยกว่าซีเมนต์ ซึ่งปอซโซลานนี้สามารถทำงานได้ดีกับของเสียอนินทรีย์โดยเฉพาะพวกโลหะหนัก ตัวอย่างโลหะหนักที่สามารถใช้ปอซโซลานบำบัดความเป็นพิษได้คือ แคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว แมงกานีส เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสังกะสี นอกจากนี้ปอซโซลานยังสามารถใช้ได้กับของเสียอินทรีย์เนื่องจากปอซโซลานมีองค์ประกอบของเถ้าลอยซึ่งเถ้าลอยนี้มีผงคาร์บอนที่ยังไม่ได้ถูกเผาอยู่ทำให้สามารถดูดซับสารอินทรีย์จากของเสียได้

- ปูนขาว (Lime)

ปูนขาวมีสูตรทางเคมีคือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Calcium Hydroxide : $Ca(OH)_2$) เป็นสารหรือวัสดุที่ทำให้เป็นก้อนแข็งและนิยมใช้อีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีราคาถูก หาซื้อง่าย และให้ผลการบำบัดดีสำหรับโลหะหนักต่างๆ เนื่องจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์จะไปเพิ่มความเป็นด่างให้กับของเสียทำให้ความสามารถในการละลายของโลหะหนักลดลง ของเสียจึงมีความเสถียรภาพสูงขึ้นไม่ละลายไปกับน้ำ แต่ปูนขาวจะไม่มีความสามารถในการบำบัดพิษที่เกิดจากสารอินทรีย์ได้เลย ดังนั้นถ้าต้องการจะบำบัดพิษของเสียที่มีส่วนผสมของสารอินทรีย์จะต้องใช้วัสดุอื่นมาช่วยผสมด้วย เช่น เถ้าลอย เป็นต้น

- ปูนขาวดัดแปลง (Modified Lime)

ปูนขาวดัดแปลงประกอบด้วย แคลเซียมออกไซด์กับสารหรือวัสดุอื่นๆ เพื่อเพิ่มความสามารถในการบำบัดพิษของสารอินทรีย์ ตัวอย่างเช่น ผสมปูนขาวกับกรดสเตียริก ซึ่งจะช่วยให้สารอินทรีย์จับตัวกันเป็นก้อน ไม่ละลายน้ำและคายความร้อนออกมาในระหว่างที่เกิดปฏิกิริยา วัสดุนี้จะเหมาะสมกับใช้เป็นวัสดุก่อสร้างถนนและเขื่อน

- ดินเหนียวดัดแปลง (Modified Clays)

ดินเหนียวดัดแปลงเป็นดินเหนียวที่นำสารอินทรีย์ประจุบวก เช่น ควอเทอร์นารีแอมโมเนียมไอออนแทนสารอนินทรีย์ประจุบวก ทำให้สารอินทรีย์ประจุบวกในดินเหนียวสามารถดูดซับสารอินทรีย์อื่นๆ ได้ ซึ่งเรียกว่าเป็นดินเหนียวที่มีคุณสมบัติชอบจับสารอินทรีย์ ดังนั้นเมื่อใช้ดินเหนียวดัดแปลงเพื่อจับสารอินทรีย์แล้วจะต้องผ่านกากของเสียนี้เข้าสู่การบำบัดพิษโดยใช้ซีเมนต์ต่อไปเพื่อทำให้เป็นของแข็ง

- ซิลิเกต (Silicates)

สารซิลิเกตที่ใช้สำหรับการปรับเสถียรโลหะหนักมีใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น นำสารซิลิเกตผสมกับซีเมนต์เพื่อไปปรับสภาพของเสียที่มีโลหะหนัก

- พอลิเมอร์อินทรีย์ (Organic Polymers)

พอลิเมอร์อินทรีย์เป็นสารที่ใช้ปรับเสถียรของเสียอันตราย สารพอลิเมอร์เกิดขึ้นจากกลุ่มมอนอเมอร์ วัสดุพอลิเมอร์นี้มีลักษณะคล้ายฟองน้ำสามารถดักจับของเสียอันตรายไว้ภายในพอลิเมอร์ในลักษณะการจับแบบแคปซูลระดับไมโคร ข้อดีของวิธีนี้คือ กากของเสียที่เกิดขึ้นจากการบำบัดจะมีน้ำหนักเบากว่าวิธีอื่นมาก เนื่องจากสามารถออกแบบพอลิเมอร์ให้มีความหนาแน่นน้อยได้ และยังใช้ปริมาณสารพอลิเมอร์ไม่มากในการปรับสภาพ ส่วนข้อเสียคือ พวกของเสียที่เป็นของเหลวอาจถูกยึดเกาะไว้ในพอลิเมอร์ไม่หมด มีการรั่วไหลทิ้งออกบ้าง ดังนั้นของเสียที่ถูกปรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสถียรแล้วควรทำให้แห้งแล้วบรรจุไว้ในถังบรรจุก่อนนำไปทิ้งครั้งสุดท้าย และไม่ควรใช้กับของเสียที่มีคุณสมบัติระเหยออกได้ง่าย

- เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic Materials)

วัสดุเทอร์โมพลาสติก เช่น ยางมะตอย พาราฟินส์ โพลีเอทธิลีน โพลีโพรพิลีน และกำมะถัน เป็นต้น ที่หลอมเหลวในอุณหภูมิสูงจะใช้ผสมกับของเสียอันตรายทำให้ของเสียอันตรายถูกปรับเสถียร จากนั้นนำวัสดุเทอร์โมพลาสติกที่ปกคลุมของเสียอันตรายไปลดอุณหภูมิลง หรือทำให้เย็นลงจนวัสดุเทอร์โมพลาสติกแข็งตัว แล้วบรรจุวัสดุและของเสียอันตรายนี้ไว้ในถังเก็บกักเพื่อนำไปทิ้งในพื้นที่ฝังกลบอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ วิธีนี้ส่วนใหญ่ใช้กับสารพิษที่เป็นสารกัมมันตรังสี และโลหะหนักต่างๆ แต่จะไม่เหมาะกับสารอินทรีย์เพราะสารอินทรีย์จะระเหยง่ายที่อุณหภูมิการหลอมเหลวของวัสดุเทอร์โมพลาสติก นอกจากนี้สารอินทรีย์บางประเภทจะมีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลาย และจะค่อยๆ ละลายวัสดุเทอร์โมพลาสติกทำให้กากของเสียมีความเสถียรภาพต่ำลง

2.7.4 การกำจัดของเสีย

การกำจัดของเสียเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการจัดการของเสียอันตราย โดยการกำจัดของเสียนั้นเป็นการกำจัดของเสียในรูปแบบต่างๆ ให้หมดไปหรือให้อยู่ในที่ที่ปลอดภัยไม่สามารถแพร่กระจายสารพิษออกมาได้และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งการกำจัดมี 2 วิธีหลักๆ ดังต่อไปนี้

1. การเผา (Incineration)

การเผาเป็นการกำจัดของเสียอันตรายทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ให้เหลือกากเถ้าน้อยที่สุดโดยการเปลี่ยนรูปของของเสียให้กลับเป็นของแข็งหรือก๊าซที่มีอันตรายน้อยลงหรือให้หมดไป โดยให้ความร้อนสูงที่อุณหภูมิ 800-1,200 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ป้องกันการเกิดมลพิษออกสู่อากาศและไม่สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง โดยที่การเผาจะเกิดสมบูรณ์หรือไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการเผาไหม้ภายในเตาเผา เวลาในการเผาไหม้ และความปั่นป่วนภายในหัวเตาเพื่อให้เกิดการลุกติดไฟของของเสียได้อย่างทั่วถึง นอกจากนั้นในการเผาไหม้ยังจำเป็นต้องใช้ออกซิเจน (Oxygen : O_2) อย่างเพียงพอในการทำสันดาปกับคาร์บอน (Carbon : C)

การเผานี้เหมาะกับของเสียประเภทที่ติดไฟง่าย มีจุดวาบไฟต่ำ และไม่เกิดระเบิดที่รุนแรงจนควบคุมไม่ได้ ใช้กับของเสียที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ยากโดยเฉพาะของเสียที่มีโครงสร้างของสารประกอบคาร์บอน ของเสียประเภทตัวทำละลายที่ระเหยได้ดี และของเสียที่ไม่ปลอดภัยต่อการนำไปฝังกลบในหลุมฝังกลบ เช่น พวกที่ปะปนด้วยเชื้อโรค เป็นต้น แต่การเผาไม่ได้เหมาะสมสำหรับของเสียอันตรายทุกชนิด เช่น ของเสียที่ระเบิดได้ และของเสียกัมมันตรังสี อย่างไรก็ตามถ้าของเสียบางอย่างที่ปนเปื้อนด้วยรังสีของสาร อาทิ เสื้อผ้า กระดาษ ก็สามารถทำการเผาได้แต่ต้องควบคุมการเผาไหม้และการปล่อยอากาศเสียจากเตาเผาเป็นอย่างดี สำหรับเตาเผาที่ต้องการเผาของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียที่ประกอบด้วยพีซีบี (Polychlorinated Biphenyls : PCBs) จะต้องควบคุมอุณหภูมิภายในห้องเผาไม่ให้ต่ำกว่า 9000 องศาเซลเซียสเพราะหากต่ำกว่านี้จะเกิดการเปลี่ยนของพีซีบีไปเป็นสารพิษชนิดอื่นที่มีอันตรายมากกว่าอันได้แก่ ทีซีดีดี (Tetrachlorinated Dibenzo Dioxins : TCDD) และพีซีดีเอฟ (Polychlorinated Dibenzo Furans : PCDF)

2. การฝังกลบ (Landfills)

การฝังกลบของเสียอันตรายเป็นวิธีการที่นิยมกันมากในหลายประเทศทั่วโลก การฝังกลบเป็นระบบที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อกักเก็บของเสียโดยไม่ให้มีการรั่วไหลออกไปปนเปื้อนสิ่งแวดล้อมภายนอก จะเห็นได้ว่าการฝังกลบมีความจำเป็นเนื่องจากการจัดการของเสียอันตรายแบบอื่นไม่สามารถกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดและการบำบัดของเสียอันตรายโดยใช้เทคโนโลยีต่างๆ เช่น การบำบัดทางกายภาพและทางเคมี เป็นต้น จะทำให้เกิดกากขึ้นในขั้นสุดท้าย ซึ่งการฝังกลบนี้เหมาะสมสำหรับการกำจัดของเสียอันตรายที่มีลักษณะเป็นของแข็งหรือของกึ่งแข็ง (Solid or Semi Solid) โดยก่อนที่จะนำของเสียอันตรายไปฝังกลบจำเป็นต้องผ่านการบำบัดก่อน เช่น การกำจัดสารพิษ การปรับเสถียรและการทำให้เป็นของแข็ง เป็นต้น หากของเสียผ่านการบำบัดหลายครั้งหรือหลายวิธีก็ย่อมจะแน่ใจว่าปลอดภัยและมั่นใจต่อการนำไปฝังกลบในหลุมฝังกลบที่ได้เตรียมไว้ ในกรณีดำเนินการฝังกลบสารเคมีที่จะฝังกลบต้องมีปริมาณไม่มากเกินไปและไม่สามารถแพร่กระจาย ต้องป้องกันไม่ให้สารเคมีถูกดูดซึมหรือปนเปื้อนไปยังพืชที่เจริญเติบโตอยู่เหนือหรือบริเวณใกล้หลุมฝังกลบ ต้องบันทึกที่ตั้งของหลุมฝังกลบของเสียไว้ด้วยเพื่อที่จะได้ไม่เกิดการผิดพลาดที่จะทำการขุดหลุมใหม่ในบริเวณนั้นอีก และต้องมีการคลุมดินในบริเวณที่ฝังกลบอย่างดีเพื่อป้องกันไม่ให้สัตว์ขุดเขี่ย ซึ่งอาจทำให้สารเคมีนั้นแพร่กระจายไปบริเวณอื่นๆ เพราะหากรั่วไหลออกไปจากบริเวณฝังกลบจะทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ อาทิ ภาวะมลพิษทางน้ำทั้งน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน ดังนั้นในการฝังกลบของเสียอันตรายจึงจำเป็นต้องจัดหาสถานที่ที่อยู่ห่างไกลชุมชน ห่างไกลพื้นที่เกษตรกรรมหรือที่ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของมนุษย์ เพื่อป้องกันการเกิดอันตรายจากของเสียอันตราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Barbara L. Foster [14] ศึกษาระบบการจัดการรายการสารเคมีในห้องปฏิบัติการออกแบบคู่มือการใช้ห้องปฏิบัติการ การซื้อ การเก็บ และการจัดรายการสารเคมีให้มีความทันสมัย โดยต้องทราบถึงปริมาณของสารเคมีที่ใช้ และทราบว่ามีสารเคมีที่ต้องการอยู่ในห้องเก็บสารเคมี โดยการใช้สารเคมีต้องมีการใช้สารเคมีให้น้อยที่สุดเพื่อให้เกิดของเสียน้อยที่สุด การเก็บสารเคมีต้องมีชื่อสารเคมี คำเตือนความอันตราย ชื่อผู้ผลิต ชื่อนักวิจัยที่รับผิดชอบ และวันที่ขนส่ง รายการสารเคมีต้องทำให้ทันสมัยตลอดเวลาเพราะเป็นข้อมูลที่จำเป็นในการจัดการสารเคมี ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงที่จะสัมผัสกับวัสดุอันตรายและช่วยให้มีความแน่ใจในสิ่งแวดล้อมที่สะอาดและสมบูรณ์

George Koufodimos และ Zissis Samaras [15] ศึกษาทางเลือกการจัดการของเสียในยุโรปตอนใต้โดยใช้ข้อมูลจริงและข้อมูลจากการทดลอง ความเหมาะสมของแนวความคิดการจัดการของเสียที่เป็นลำดับขั้นตอนได้กลายเป็นส่วนประกอบที่จำเป็นในนโยบายสิ่งแวดล้อมของสหประชาชาติ รูปแบบการเกิดของเสียประเมินได้จากความไม่เหมาะสมในการเลือกการจัดการของเสียที่แตกต่างกัน การจัดการต่างๆ คิดหลังจากการเก็บตัวอย่างในเมือง Pilea ประเทศกรีกในระเวลา 1 ปี ในบทความนี้จะอธิบายถึงผลของกระบวนการเก็บตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่าง 4 ครั้งใน 1 ปี ฤดูละ 1 ครั้งในพื้นที่ภายในเมืองที่เลือกไว้ การวิเคราะห์คุณสมบัติของตัวอย่างการบำบัดของเสียประกอบไปด้วย การอบแห้ง การบด การวัดค่าความร้อน การเผาและการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวอย่างจะมีการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ระหว่างข้อมูลที่อ้างจากข้อมูลการสำรวจในประเทศกรีกและบริเวณอื่นๆ ที่มีลักษณะเหมือนเมือง Pilea ใช้ในการระบุและตัดสินใจถึงแนวโน้มการเกิดของเสีย การวิเคราะห์สถานะการจัดการของเสียในประเทศกรีกถึงความเป็นไปของวิธีการจัดการเพื่อนโยบายที่ส่งเสริมฟื้นฟูแหล่งพลังงานที่ใช้

Virendra Misra [16] ได้เสนอกลยุทธ์การพัฒนาการจัดการที่ดีกว่าเดิม โดยจะต้องทำความเข้าเรื่องธรรมชาติของของเสีย อุตสาหกรรมทำให้เกิดของเสีย ลักษณะของของเสีย สุขภาพและสภาพแวดล้อมอันเป็นผลมาจากการจัดการของเสีย ขั้นตอนการวางแผน การออกแบบ และพัฒนาแบบจำลองเพื่อการจัดการของเสียอันตรายอย่างมีประสิทธิผล การบำบัด วิธีการปฏิบัติ และข้อกำหนดของการกำจัดของเสีย ในที่ได้การประเมินสถานการณ์ในประเทศอินเดียได้ทำขึ้นมาเพื่อที่จะได้มีการพัฒนากลยุทธ์การจัดการที่ได้ผลสูงเมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่าการลงทุนที่ดีกว่าสำหรับการจัดการของเสียให้เกิดขึ้นมาในอนาคต จะต้องการบำบัดและการกำจัดของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นอย่างถูกวิธี และแนวทางที่สำคัญในการลดของเสียที่จะเกิดขึ้นต่อการหลีกเลี่ยงปัญหาของการบำบัดและการกำจัด เทคโนโลยีการบำบัดของเสียอันตรายมีราคาแพง ถูกเรียกว่า "เทคโนโลยีสะอาด"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

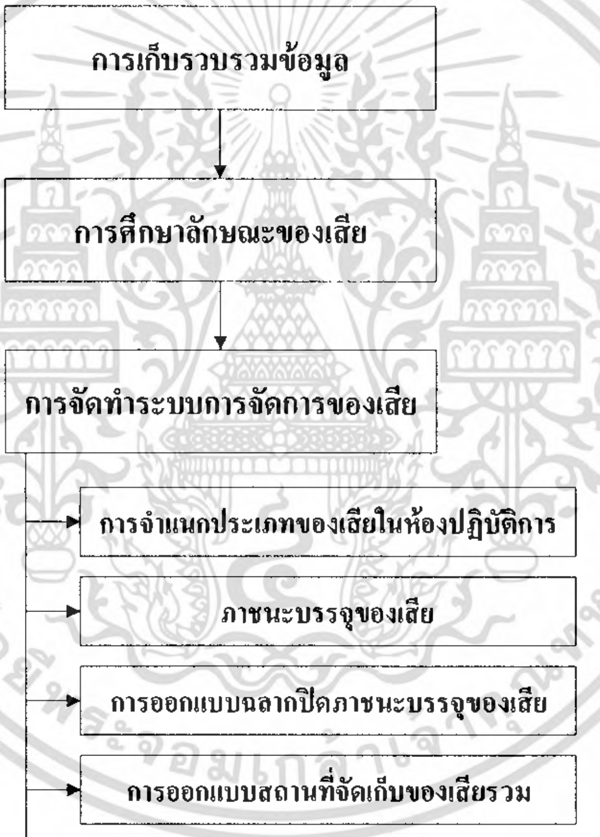
Ilhan Talınlı, Rana Yamanturk และ Egemen Aydın [17] ได้จำแนกของเสียโดยใช้ระบบการประเมินเชิงปริมาณเพื่อที่จะขจัดปัญหาเกี่ยวกับคำนิยามและการจำแนกประเภทของเสียด้วยการคำนวณค่าการประเมินโดยรวม (Overall Rating Value : ORV) เพื่อที่จะจำแนกของเสียว่าเป็นของเสียทั่วไป ของเสียไม่ทั่วไป หรือของเสียอันตราย ในรูปของสเกลนาฬิกาทราย (Hourglass scale) ซึ่ง “ORV” คือค่าที่ได้จากผลรวมแบบเชิงเส้นของแบบจำลองที่นำเสนอที่ประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ ผลกระทบทางนิเวศน์วิทยาของของเสีย แนวโน้มความเสี่ยงโดยรวม บัญชีรายชื่อที่มีอยู่และวิธีการ และปัจจัยในการตัดสินใจ นอกจากนี้รูปแบบทางกายภาพและปริมาณของของเสียก็นำมาพิจารณาเป็นปัจจัยในส่วนประกอบด้วย พร้อมทั้งยังมีการประเมินตัวอย่างของเสีย 17 ชนิดที่มาจากแหล่งต่างๆ เพื่อแสดงการใช้แบบจำลองที่นำเสนอนี้ ประโยชน์ที่ได้หลักของระบบการประเมินที่นำเสนอคือ ช่วยในการตัดสินใจของผู้ปฏิบัติงานในการจัดการของเสีย

ธนาวรรณ ต่อตระกูล นริศ ลาภสุนทรพิทักษ์ และ บงกช สมบูรณ์ทรัพย์ [6] ได้ศึกษาการจัดการของเสียทางเคมีที่เกิดจากการปฏิบัติทดลอง ภายในภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยได้จัดทำคู่มือสำหรับผู้ที่ใช้ห้องปฏิบัติการทดลองจะประกอบด้วยการปฏิบัติตนที่ถูกต้องในการจัดการของเสียทางเคมีที่เกิดขึ้น สามารถจำแนกของเสียตามตารางที่ออกแบบมาให้ได้ จัดเตรียมสถานที่และภาชนะในการเก็บของเสียทางเคมีต้องเลือกสถานที่ที่เหมาะสมมีอากาศถ่ายเทสะดวกเป็นที่ไม่มีผู้คนทำงานอยู่ ภาชนะที่ใช้บรรจุต้องดูความเหมาะสมของของเสียที่ใส่ ดูวัสดุของภาชนะด้วยเพื่อความปลอดภัยต่อการจัดเก็บ จัดทำโปรแกรม Mass balance สำหรับตรวจสอบปริมาณของเสียทางเคมีที่เกิดขึ้นจริงเพื่อให้มีการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทางเคมีอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานปริญญานิพนธ์ สามารถแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ การเก็บรวมรวบข้อมูล การศึกษาลักษณะของเสีย และการจัดทำระบบการจัดการของเสีย โดยการจัดทำระบบการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการจะประกอบด้วยการจำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการ ภาชนะบรรจุของเสีย การออกแบบฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสีย การออกแบบสถานที่จัดเก็บของเสียรวม การจัดทำคู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ และการจัดทำโปรแกรมฐานข้อมูลการจัดการของเสีย แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 วิธีการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลของเสียที่มีอยู่ในภายในภาควิชาวิศวกรรมเคมี โดยการเก็บข้อมูลของของเสียที่มีอยู่เดิม และการใช้แบบสอบถามกับผู้ทำการทดลองในแต่ละห้องปฏิบัติการเพื่อให้ได้ข้อมูลของเสียที่ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการได้ทำให้เกิดขึ้น อาทิเช่น แหล่งที่มา กระบวนการผลิต ปริมาณของเสีย และการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น จากนั้นเมื่อทราบข้อมูลของของเสียทั้งหมดทั้งหมดภายในภาควิชา ทำให้สามารถทราบถึงส่วนประกอบของเสีย และนำไปศึกษาลักษณะของของเสียต่อไป

3.2 การศึกษาลักษณะของเสีย

หลังจากที่ทราบส่วนประกอบของเสียแล้ว ต่อจากนั้นจะศึกษาลักษณะของเสีย ซึ่งเป็นการศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และความเป็นอันตรายของของเสียที่เกิดขึ้นเพื่อให้ทราบว่าจะแบ่งประเภทของเสียในภาควิชาออกเป็นกี่ประเภท ให้สอดคล้องกับของเสียที่มีทั้งหมด และเลือกภาชนะบรรจุของเสียได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยการศึกษาลักษณะของเสียนั้น สามารถหารายละเอียดได้จากเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Material Safety Data Sheet : MSDS) ตามเวบไซต์ต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น http://msds.pcd.go.th/ หรือ http:// www.merck.co.th /th/services/chemical_msds.asp เป็นต้น

3.3 การจัดทำระบบการจัดการของเสีย

การจัดทำระบบการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการแบ่งเป็น 6 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ การจำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการ การระบุภาชนะที่ควรใช้บรรจุของเสีย การออกแบบฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสีย การออกแบบสถานที่จัดเก็บของเสียรวม การจัดทำคู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ และการจัดทำโปรแกรมฐานข้อมูลการจัดการของเสีย

3.3.1 การจำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการ

โดยก่อนที่จะจำแนกของเสียได้ว่าจะอยู่ในประเภทใด ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจะต้องทราบข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นว่าคืออะไร มีคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และความเป็นอันตรายอย่างไร การจำแนกประเภทของเสียจะช่วยให้สะดวกต่อการจัดเก็บ ง่ายต่อการบำบัดและกำจัดของเสีย หากไม่มีการจำแนกประเภทของของเสียอาจเกิดอันตรายขึ้นได้ เช่น การเทสารที่เข้ากันไม่ได้ลงในภาชนะเดียวกัน ทำให้เกิดการระเบิดหรือเกิดก๊าซพิษขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ภาชนะบรรจุของเสีย

หลังจากจำแนกประเภทของเสียแล้ว ผู้ปฏิบัติงานจะต้องทราบว่าของเสียนั้นสามารถทิ้งได้เลย หรือต้องจัดเก็บไว้ก่อนเพื่อรอการบำบัดหรือกำจัด สำหรับของเสียที่ต้องรอการบำบัดหรือกำจัด จะต้องจัดเก็บใส่ภาชนะไว้ก่อน โดยต้องมีการระบุภาชนะบรรจุของเสียตามประเภทนั้นๆ ภาชนะบรรจุของเสียควรเลือกให้เหมาะสมกับประเภทของของเสียและทนต่อคุณสมบัติของของเสียแต่ละประเภท และทุกๆ ภาชนะบรรจุของเสียจะต้องมีฉลากปิดภาชนะเพื่อบ่งบอกรายละเอียดต่างๆ ของของเสีย โดยที่ภาชนะบรรจุของเสียมี 3 ประเภทหลักๆ คือ ภาชนะประเภทโลหะ ภาชนะประเภทแก้ว และภาชนะประเภทพลาสติก

3.3.3 การออกแบบฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสีย

ฉลากปิดภาชนะจะช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการจัดเก็บและจัดการของเสีย โดยในฉลากปิดภาชนะจะระบุถึงแหล่งที่มา หมายเลขของเสีย วันที่เริ่มและวันที่สิ้นสุดการบรรจุของเสีย ส่วนประกอบของเสีย และปริมาณของของเสีย เพื่อให้ทราบว่าหากต้องการเทของเสียลงไปอีกจะสามารถเข้ากันได้กับของเสียที่มีอยู่เดิมหรือไม่ หรือว่าหากเกิดปัญหาขึ้นกับภาชนะบรรจุจะสามารถระบุได้ทันทีถึงส่วนประกอบ แหล่งที่มา และผู้บรรจุในแต่ละช่วงเวลา

3.3.4 การออกแบบสถานที่จัดเก็บของเสียรวม

สถานที่จัดเก็บของเสียมีไว้เพื่อแยกของเสียให้เป็นสัดส่วนจากส่วนอื่นๆ ของห้องปฏิบัติการ เพราะว่าสถานที่จัดเก็บของเสียต้องไม่ใช่ที่ทำงาน มีไว้เพียงนำของเสียมาจัดเก็บหรือเคลื่อนย้ายของเสียเข้าออก การออกแบบต้องคำนึงถึงระบบถ่ายเทอากาศ แสงแดด การจัดวางตำแหน่งของของเสียแต่ละประเภท

3.3.5 การจัดทำคู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ

สร้างคู่มือในการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการและผู้จัดเก็บของเสียมีความเข้าใจในระบบการจัดการของเสียมากขึ้น

3.3.6 การจัดทำโปรแกรมฐานข้อมูลการจัดการของเสีย

การจัดการของเสียให้เป็นระบบควรมีโปรแกรมสำหรับบันทึกปริมาณของเสีย เพื่อช่วยให้ทราบปริมาณของเสีย สถานที่จัดเก็บ ของของเสียแต่ละประเภท ณ เวลาปัจจุบัน ซึ่งโปรแกรมที่ใช้จะเป็น Microsoft Office Access เนื่องจากโปรแกรมนี้จะช่วยให้การจัดเก็บ การค้นหาและเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็วและเป็นระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

การจัดทำระบบการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการและผู้จัดเก็บของเสียมีการจำแนกประเภทของเสียและจัดเก็บของเสียอย่างถูกต้องและถูกวิธี และยังช่วยป้องกันและลดอันตรายที่เกิดจากของเสีย ทำให้ไม่เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ โดยการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการให้เป็นระบบนั้นสามารถแบ่งเป็น 6 หัวข้อหลักๆ ได้แก่ การจำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการ การระบุภาชนะบรรจุของเสีย การออกแบบฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสีย การออกแบบสถานที่ในการจัดเก็บของเสีย การจัดทำคู่มือการจำแนกประเภทและการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ และการจัดทำโปรแกรมฐานข้อมูลการจัดการของเสีย

4.1 การจำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการ

การจำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งที่จะช่วยให้สะดวกต่อการจัดเก็บ ง่ายต่อการบำบัดและกำจัดของเสีย และยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดและกำจัดของเสียอีกด้วย โดยทางคณะผู้จัดทำได้จำแนกประเภทของเสียเป็น 7 ประเภทด้วยกัน โดยอ้างอิงข้อมูลจากการจำแนกประเภทของเสียของมหาวิทยาลัยไอโอวา (The University of Iowa) ประเทศสหรัฐอเมริกา และหน่วยงานบำบัดและกำจัดของเสีย โดยจำแนกประเภทของเสียออกเป็น 7 ประเภทหลักๆ คือ ของเสียประเภทตัวทำละลายและน้ำมัน ของเสียที่เป็นกรด ของเสียที่เป็นเบส ของเสียประเภทเปอร์ออกไซด์และออกซิไดส์ ของเสียที่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา ของเสียที่ประกอบด้วยไซยาไนด์ และของเสียที่ประกอบด้วยโลหะหนัก ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับการจำแนกประเภทของเสียนั้นแสดงอยู่ในภาคผนวก ง (คู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการฉบับสมบูรณ์ หน้าที่ 5)

4.2 ภาชนะบรรจุของเสีย

ภาชนะบรรจุของเสียมี 3 ประเภทหลักๆ คือ ภาชนะประเภทโลหะเป็นภาชนะที่มีความทนทานแข็งแรง และป้องกันแสงสว่างได้ดี แต่โลหะจะสามารถทำปฏิกิริยากับสารที่มีความเป็นกรดและด่าง เกิดการกัดกร่อนได้ง่าย ภาชนะประเภทแก้ว เป็นภาชนะที่เหมาะสมในการบรรจุสารเคมีเนื่องจากแก้วเป็นวัสดุที่มีโครงสร้างแข็งแรง ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมี ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นและอากาศได้ดีทำให้สามารถเก็บสารที่ระเหยไว้ได้ดี แต่มีราคาแพง และมีน้ำหนักมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และภาชนะประเภทพลาสติก เป็นภาชนะที่มีน้ำหนักเบา ราคาถูก มีความยืดหยุ่นสูง สามารถป้องกันการซึมผ่านของความชื้นและอากาศได้ค่อนข้างดี การเลือกภาชนะบรรจุที่เหมาะสมกับของเสียแต่ละประเภทจะช่วยป้องกันอันตรายจากการกัดกร่อน การระเบิด หรืออันตรายอื่นๆ โดยภาชนะที่แนะนำสำหรับบรรจุของเสียทั้ง 7 ประเภทก็คือ ถังโพลีเอทิลีนประเภทความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene : HDPE) เนื่องจากว่ามีราคาถูก น้ำหนักเบา สามารถบรรจุกรด ด่าง และตัวออกซิไดส์ที่มีความรุนแรงได้ดี และมีสภาพเฉื่อยต่อการทำปฏิกิริยา หรือสามารถเก็บไว้ในขวดแก้วมีฝาปิดมิดชิดแทน แต่ก็ควรระมัดระวังในการเคลื่อนย้ายเพราะอาจเกิดอันตรายจากการแตกของภาชนะได้ และเพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายอาจใช้ขวดแก้วที่บรรจุสารเคมีเดิมเป็นภาชนะบรรจุของเสีย โดยของเสียที่ไม่ควรใช้ขวดแก้วในการบรรจุคือ ของเสียประเภทน้ำมัน เนื่องจากน้ำมันไม่มีฤทธิ์กัดกร่อนสามารถใช้ภาชนะประเภทพลาสติกในการบรรจุเพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากการเคลื่อนย้ายของเสียที่อาจเกิดจากขวดแก้วได้ ซึ่งในการบรรจุของเสียควรบรรจุไม่เกินร้อยละ 80 ของปริมาตรภาชนะเพื่อป้องกันการระเบิดเนื่องจากแรงดันที่เกิดขึ้นจากของเสียและการเกิดอันตรายจากการเคลื่อนย้ายของเสียไปยังสถานที่จัดเก็บรวม

4.3 การออกแบบฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสีย

ฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสียจะเป็นสิ่งที่ช่วยป้องกันอันตรายจากการจัดเก็บ จัดวางและจัดการของเสีย โดยทางคณะผู้จัดทำได้ออกแบบฉลากปิดภาชนะของเสียเป็น 2 แบบด้วยกันคือ ฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเพื่อให้ทราบรายละเอียดเกี่ยวกับของเสียที่มีอยู่ในภาชนะบรรจุ และฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้จัดเก็บของเสียเพื่อสรุปปริมาณของเสียในภาชนะเป็นร้อยละของปริมาณที่บรรจุซึ่งสะดวกต่อการนำไปบำบัดหรือกำจัด

4.3.1 ฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ (ดังรูปที่ 4.1) เป็นฉลากที่ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการหรือผู้เติมของเสียลงภาชนะ จะต้องบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับของเสียลงไปบนฉลาก โดยฉลากประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1. แหล่งที่มา เพื่อให้ทราบว่าของเสียนั้นเกิดจากห้องปฏิบัติการใด
2. หมายเลขของเสีย เพื่อให้ทราบถึงประเภทของเสียและช่วยให้สะดวกต่อการจัดเก็บและการจัดการของเสีย โดยหมายเลขของเสียนั้นจะเป็นตามประเภทของเสียที่จำแนกไว้ข้างต้น
3. วันที่เริ่มและวันที่สิ้นสุดการบรรจุของเสีย เพื่อให้ทราบถึงช่วงเวลาที่จัดเก็บของเสีย
4. ลำดับ หมายถึง ลำดับหรือครั้งที่บรรจุของเสียลงภาชนะ
5. ส่วนประกอบของเสียหรือชื่อสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ปริมาณของเสีย เพื่อให้ทราบปริมาณของเสียที่บรรจุในภาชนะ ซึ่งอาจระบุเป็นปริมาณรวมและเปอร์เซ็นต์ของแต่ละส่วนประกอบ หรือปริมาณของแต่ละส่วนประกอบ โดยปริมาณอาจเป็นปริมาตรหรือน้ำหนัก ซึ่งจะต้องเขียนหน่วยกำกับทุกครั้งเพื่อป้องกันการผิดพลาด

7. ชื่อผู้บรรจุ

การเขียนข้อมูลในฉลากทุกครั้งควรเขียนให้ชัดเจนและครบถ้วน โดยจะต้องบันทึกโดยใช้ดินสอเท่านั้น เพื่อที่จะสามารถแก้ไขได้ง่ายกรณีมีข้อผิดพลาด

ของเสียห้องปฏิบัติการ

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
ห้องปฏิบัติการ ________ หมายเลขของเสีย ____________
วันที่เริ่มบรรจุ __________ วันที่สิ้นสุดการบรรจุ __________

ลำดับ	ส่วนประกอบของเสีย (ชื่อสารเคมี)	ปริมาณของเสีย			ชื่อผู้บรรจุ
		% ส่วนประกอบ	ปริมาณรวม	ปริมาณส่วนประกอบ	

* ใช้ดินสอในการบันทึกเท่านั้น

รูปที่ 4.1 ฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสียสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

4.3.2 ฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้จัดเก็บของเสีย เป็นฉลากสำหรับผู้จัดเก็บของเสีย โดยเมื่อของเสียส่งมายังห้องจัดเก็บของเสียรวมแล้ว ผู้จัดเก็บจะทำการสรุปข้อมูลเกี่ยวกับของเสียในฉลากที่ปิดภาชนะสำหรับผู้ปฏิบัติงาน ได้แก่ แหล่งที่มา วันที่บรรจุ ปริมาณของเสียรวม ส่วนประกอบต่างๆ ของของเสีย และร้อยละ เป็นต้น ลงในฉลากปิดภาชนะอันใหม่ ซึ่งจะมีลักษณะดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเสียห้องปฏิบัติการ

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
ห้องปฏิบัติการ ____________ หมายเลขของเสีย ______________
วันที่เริ่มบรรจุ ____________ วันที่สิ้นสุดการบรรจุ ____________
ปริมาณรวม ____________ ชื่อผู้จัดเก็บ ______________

ส่วนประกอบของเสีย (ชื่อสารเคมี)	%	ส่วนประกอบของเสีย	%

* ใช้ดินสอในการบันทึกเท่านั้น

รูปที่ 4.2 ฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้จัดเก็บของเสีย

4.4 การออกแบบสถานที่จัดเก็บของเสียรวม

สถานที่จัดเก็บของเสียจะแยกออกเป็นสองส่วนใหญ่ๆ คือ สถานที่จัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการและสถานที่จัดเก็บของเสียรวม โดยผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจะต้องจัดเก็บของเสียไว้ในสถานที่จัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการก่อน โดยควรถูกจัดวางในที่ที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก ห่างจากแหล่งกำเนิดแสง ส่วนที่ปฏิบัติการ และจัดเก็บของเสียที่อาจเกิดปฏิกิริยาให้ห่างกัน เมื่อมีของเสียบรรจุถึงร้อยละ 80 ของภาชนะบรรจุให้แจ้งหน่วยงานจัดเก็บทันที เพื่อนำไปเก็บยังสถานที่จัดเก็บของเสียรวม ซึ่งจะต้องทำตามอย่างเคร่งครัด เนื่องจากหากบรรจุเกินกว่าที่ระบุความดันไอของสารที่อยู่ในช่องว่างในขวดอาจเพิ่มสูงมากจนทำให้เกิดการระเบิดได้ ส่วนสถานที่จัดเก็บของเสียรวมจะเป็นแหล่งรวมของเสียจากห้องปฏิบัติการต่างๆ โดยจะเก็บของเสียแต่ละประเภทจนถึงปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการส่งไปบำบัดหรือกำจัดยังหน่วยงานที่ทำหน้าที่บำบัดหรือกำจัดของเสีย โดยสถานที่จัดเก็บของเสียรวมจะเป็นห้องหรือสถานที่ที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก แสงแดดเข้าไม่ถึง และต้องเป็นที่ที่ไม่มีคนเข้าไปทำงานในบริเวณนั้นๆ จะจัดเก็บโดยใช้ตู้ ซึ่งจำนวนตู้ที่ใช้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม โดยในปริญญานิพนธ์นี้เสนอแนะให้ใช้ตู้จำนวนอย่างน้อย 6 ตู้ ดังรายละเอียด ดังนี้

ตู้ที่ 1 จัดเก็บของเสียประเภทที่ 1 คือ ของเสียประเภทตัวทำละลายและน้ำมัน

ตู้ที่ 2 จัดเก็บของเสียประเภทที่ 6 และ 7 คือ ของเสียที่ประกอบด้วยไซยาไนด์ และของเสียที่ประกอบด้วยโลหะหนัก

ตู้ที่ 3 จัดเก็บของเสียประเภทที่ 3 คือ ของเสียที่เป็นเบส

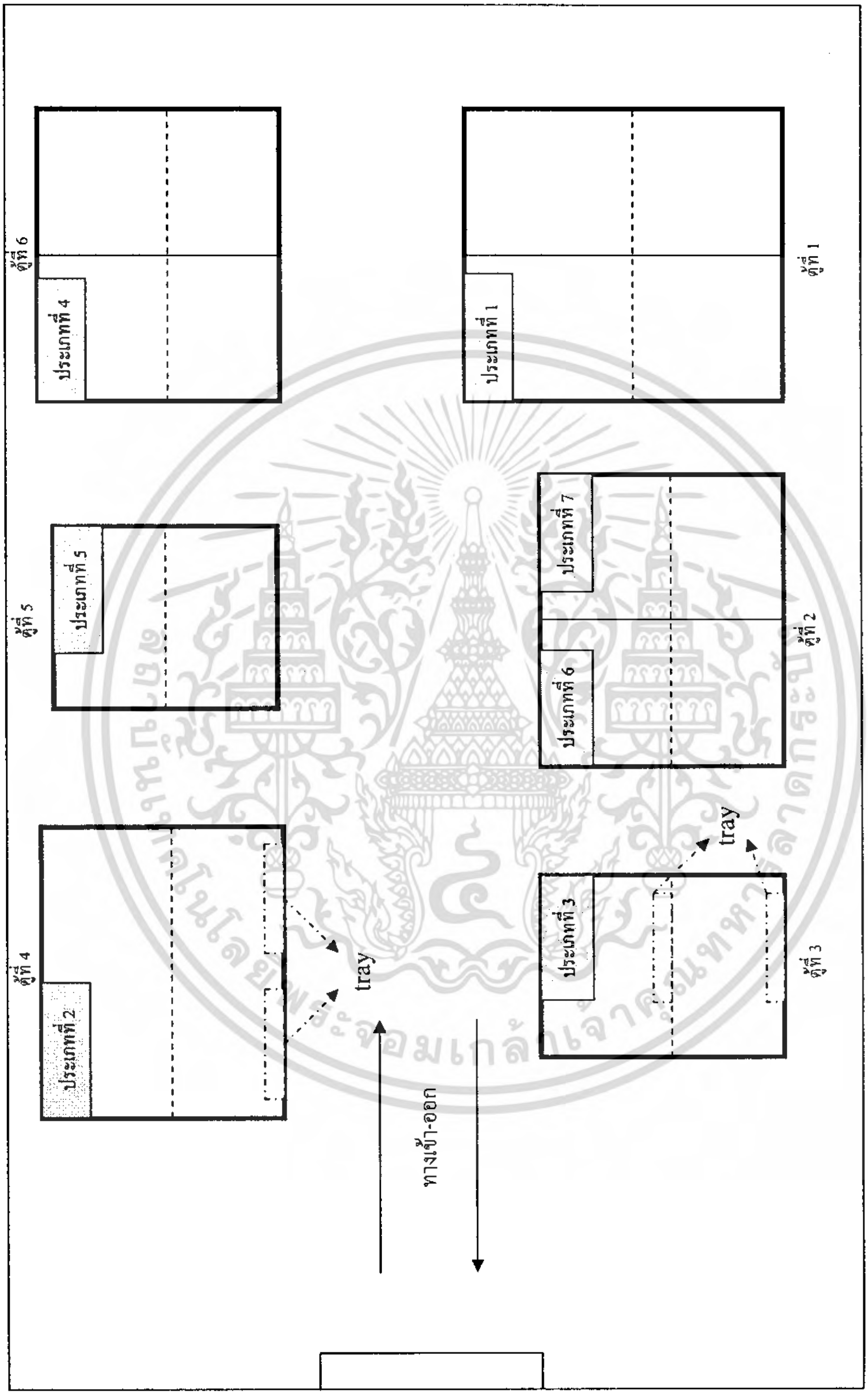
ตู้ที่ 4 จัดเก็บของเสียประเภทที่ 2 คือ ของเสียที่เป็นกรด

ตู้ที่ 5 จัดเก็บของเสียประเภทที่ 5 อยู่ในตู้เดียวกัน คือ ของเสียที่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา

ตู้ที่ 6 จัดเก็บของเสียประเภทที่ 4 คือ ของเสียประเภทเปอร์ออกไซด์และออกซิไดส์

และที่ต้องมีถาดรองกันหก (tray) ที่ตู้ที่ 3 และ 5 เพื่อป้องกันการกัดกร่อนของกรดและเบส โดยลักษณะการจัดวางตู้ต่างๆ จะจัดวางโดยอาศัยหลักการ ให้การจัดวางของเสียที่ติดไฟง่ายและอันตรายไว้ในส่วนในสุด ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้ได้เสนอแผนผังการจัดวางสถานที่จัดเก็บของเสียรวมไว้ดังแสดงในรูปที่ 4 .3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แผนผังสถานที่จัดเก็บของเสียรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การจัดทำคู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ

ได้จัดทำคู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ เพื่อช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการและผู้จัดเก็บของเสียมีความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการของเสีย เช่น การจำแนกประเภท การเลือกภาชนะบรรจุ และการเขียนฉลากปิดภาชนะ เป็นต้น โดยคู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการจะแบ่งเป็น 2 แบบคือ คู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ และคู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการฉบับสมบูรณ์ โดยคู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการนั้นจะเป็นคู่มือฉบับย่อ เพื่อช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการสามารถศึกษาข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

4.5.1 คู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการฉบับสมบูรณ์ (ดังภาคผนวก ง) ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับ

1. คำจำกัดความของของเสียและของเสียอันตราย
2. อันตรายที่เกิดจากของเสีย
3. ช่องทางที่สารพิษเข้าสู่ร่างกาย
4. ลักษณะการเกิดพิษ
5. ความสำคัญของการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ
6. ขั้นตอนการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ
7. การจำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการ
8. การจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจะรวมถึงภาชนะบรรจุของเสีย ฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสีย และสถานที่จัดเก็บของเสีย
9. การบันทึกและรายงานปริมาณของเสีย โดยใช้โปรแกรม (Microsoft access)
10. หน่วยงานบำบัดและกำจัดของเสีย
11. ภาคผนวก ซึ่งจะมีรายชื่อสารเคมีในห้องปฏิบัติการที่จำแนกตามประเภทต่างๆ

4.5.2 คู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ (ดังภาคผนวก จ) เป็นคู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการฉบับย่อ โดยจะจัดทำเป็นโปสเตอร์ติดฝาผนัง ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับ

1. คำจำกัดความของของเสีย
2. ขั้นตอนการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ
3. ตัวอย่างการเขียนฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสีย
4. ข้อแนะนำ
5. สิ่งที่พึงระวัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การจัดทำโปรแกรมฐานข้อมูลการจัดการของเสีย

ได้จัดทำโปรแกรมฐานข้อมูลการจัดการของเสียโดยใช้โปรแกรม Microsoft Office Access ในการจัดเก็บ ค้นหาและเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล เพื่อให้ผู้จัดเก็บได้บันทึกและทราบปริมาณของเสียที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ โดยโปรแกรมฐานข้อมูลการจัดการของเสียจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ

4.6.1 ส่วนที่บันทึกข้อมูลของเสีย เป็นส่วนที่ผู้จัดเก็บใช้บันทึกข้อมูลของเสียไปในโปรแกรมฐานข้อมูลการจัดการของเสีย โดยส่วนนี้ประกอบด้วยการบันทึกปริมาณของเสีย และการบันทึกปริมาณของเสียรวม โดยข้อมูลที่บันทึกจะเหมือนกับฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ และฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้จัดเก็บของเสีย ตามลำดับ

4.6.2 ส่วนแสดงข้อมูลของเสียที่บันทึก เป็นส่วนที่จะสรุปปริมาณของเสียที่ได้บันทึกแล้ว ประกอบด้วยสรุปปริมาณของเสียแต่ละภาชนะ และสรุปปริมาณของเสียแต่ละประเภทที่มีอยู่ในสถานที่จัดเก็บรวม

4.6.3 ส่วนข้อมูลการจัดการของเสีย เป็นส่วนที่ช่วยผู้จัดเก็บในการจำแนก จัดเก็บ และจัดการของเสีย ซึ่งส่วนนี้ประกอบด้วยคู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ และคู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการฉบับสมบูรณ์

โดยขั้นตอนการใช้โปรแกรมฐานข้อมูลการจัดการของเสียแสดงในภาคผนวก ง (คู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการฉบับสมบูรณ์ หน้า 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการศึกษาแหล่งที่มา ชนิด และประเภทของของเสียที่เกิดจากห้องปฏิบัติการ การจำแนกประเภทของเสีย และวิธีจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการ จึงได้มีการจัดทำระบบการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 การจำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการ

สามารถแบ่งจำแนกของเสียภายในห้องปฏิบัติการออกเป็น 7 ประเภท ดังต่อไปนี้ คือ ของเสียประเภทตัวทำละลายและน้ำมัน ของเสียที่เป็นกรด ของเสียที่เป็นเบส ของเสียประเภทเปอร์ออกไซด์และออกซิไดส์ ของเสียที่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา ของเสียที่ประกอบด้วยไซยาไนด์ และของเสียที่ประกอบด้วยโลหะหนัก

5.1.2 ภาชนะบรรจุของเสีย

ภาชนะที่เลือกใช้เก็บของเสียมี 2 ประเภท คือถังโพลีเอทิลีนประเภทความหนาแน่นสูงและขวดแก้วมีฝาปิดมิดชิด โดยที่ส่วนใหญ่จะเลือกใช้ทั้งถังโพลีเอทิลีนประเภทความหนาแน่นสูง ยกเว้นของเสียประเภทน้ำมันที่ควรบรรจุในถังโพลีเอทิลีนประเภทความหนาแน่นสูงเพียงอย่างเดียว เนื่องมาจากปริมาณของเสียประเภทน้ำมันในภาควิชามีปริมาณมาก หากบรรจุในขวดแก้วจะต้องใช้ขวดจำนวนมากทำให้เปลืองค่าใช้จ่าย และเคลื่อนย้ายไม่สะดวก

5.1.3 ฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสีย

ฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสียมี 2 ประเภทคือ ฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ โดยการบันทึกรายละเอียดของข้อมูลของของเสียทั้งหมด และฉลากสำหรับผู้จัดเก็บของเสียเป็นผู้กรอกข้อมูล โดยการบันทึกข้อมูลส่วนประกอบและสัดส่วนของของเสียทั้งหมดในแต่ละภาชนะ เพื่อสรุปปริมาณร้อยละของของเสียในภาชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 สถานที่จัดเก็บของเสียรวม

สถานที่จัดเก็บของเสียแยกออกเป็นสองส่วน คือ สถานที่จัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการ และสถานที่จัดเก็บของเสียรวม ซึ่งผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจะต้องจัดเก็บของเสียไว้ภายในห้องปฏิบัติการก่อนจนกระทั่งของเสียมีปริมาณร้อยละ 80 ของภาชนะบรรจุ จากนั้นให้นำไปส่งยังสถานที่จัดเก็บของเสียรวมทันที โดยสถานที่จัดเก็บของเสียรวมจะต้องเป็นที่ที่มีตู้จัดเก็บของเสียทั้งหมด 6 ตู้แยกตามประเภทของเสีย

5.1.5 การจัดทำคู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ

ในคู่มือการจำแนกประเภทและการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการมีการให้ความรู้ในเรื่องอันตรายที่เกิดจากของเสีย ช่องทางที่สารพิษเข้าสู่ร่างกาย ลักษณะความเป็นพิษ และขั้นตอนการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ การจำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการ การจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ การบันทึกและรายงานปริมาณของเสีย

5.1.6 การจัดทำโปรแกรมฐานข้อมูลการจัดการของเสีย

จัดทำโปรแกรมเพื่อความเป็นระบบในการจัดเก็บของเสีย โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนบันทึกข้อมูลของเสีย ได้แก่ การบันทึกปริมาณของเสีย และการบันทึกปริมาณของเสียรวม ส่วนแสดงข้อมูลการบันทึก ได้แก่ สรุปปริมาณของเสียในห้องจัดเก็บ สรุปปริมาณของเสียแต่ละประเภท และเพื่อความสะดวกในการจัดเก็บสามารถเรียกดูส่วนข้อมูลการจัดการของเสีย ได้แก่ คู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสีย และคู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 หากมีการใช้ระบบการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ ควรมีการอบรมและประชาสัมพันธ์ให้กับผู้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการทุกคนได้ทราบ พร้อมทั้งแจกคู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการ

5.2.2 ควรกำหนดมาตรการลงโทษ สำหรับผู้ที่ไม่ปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับในการจัดการของเสีย

5.2.3 เนื่องจากการจัดทำระบบการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ ยังไม่ได้ดำเนินการใช้งานจริง เพราะมีข้อจำกัดทางด้านเวลา จึงเสนอเป็นแนวทางในการปฏิบัติต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ธีรยุทธ วิไลวัลย์ และคณะกรรมการความปลอดภัย. **"คู่มือความปลอดภัย."** [Online]. Available : http://www.chemistry.sc.chula.ac.th/Safety/safctymanual.pdf. 2548.

[2] สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ. **"แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ."** กรุงเทพมหานคร : หจก.มีเดีย เพรส. 2548.

[3] เทศบาลเมืองทุ่งสง. **"ของเสียอันตราย."** [Online]. Available : http://www.tungsong.com/Environment/Garbage_n/garbage_06.html.

[4] กรมควบคุมมลพิษ. **"คู่มือระบบเอกสารกำกับการขนส่งเคลื่อนย้ายและกำจัดของเสียอันตราย."** [Online]. Available : http://www.anusornproducts.com/information/13.doc.

[5] นริศ ลาภสุนทรพิทักษ์ และคณะ. **"การจัดการของเสียทางเคมี ภายในภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ."** ปริญญานิพนธ์ สาขาวิศวกรรมเคมี, มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ. 2547.

[6] กรมควบคุมมลพิษ. **"การระวังภัยจากสารเคมีอันตราย."** [Online]. Available : http://www.pcd.go.th/info_serv/haz_manual.html. 2548

[7] เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. **"ของเสียอันตราย."** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยรังสิต. 2546.

[8] The University of Iowa, Health Protection Office. **"Waste Management Guidelines & Procedure."** 2001.

[9] มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์. **"การบำบัดพิษและการฝังกลบ."** [Online]. Available : http://www.eng.chula.ac.th/~fchppv/lecture/haz-stable.pdf.

[10] มหาวิทยาลัยขอนแก่น. **"การกำจัดของเสียอันตราย."** [Online]. Available : http://vdo.kku.ac.th/mediacenter/mediacenter-uploads/libs/html/1030/lesson6_1.html

[11] M.D.LaGrega, P.L.Buckingham, J.J.C.Evans (1994). **"Hazardous Waste Management."** McGraw-Hill, Inc. Singapore.

[12] W.C.Blackman, Jr (1992). **"Basic Hazardous Waste Management."** Lewis Publishers. Florida. USA

[13] C.A.Wentz (1989). **"Hazadous Waste Management."** McGraw-Hill. Inc. USA.

[14] Barbara L. Foster (2005). **"The chemical inventory management system in academia."** Chemical Health and Safety, vol. 12, Issue 5, September-October 2005. pp. 21-25 .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[15] Koufodimos, G. and Z. Samaras (2002). **"Waste management options in southern Europe using field and experimental data."** Waste Management 22(1): 47-59.

[16] Misra, V. and S. D. Pandey (2005). **"Hazardous waste, impact on health and environment for development of better waste management strategies in future in India."** Environment International 31(3): 417-431.

[17] Talinli, I., R. Yamanturk, et al. (2005). **"A rating system for determination of hazardous wastes."** Journal Of Hazardous Materials 126(1-3): 23-30.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ ตามระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย

การจำแนกของเสียตามบัญชีรายชื่อ

การจำแนกของเสียตามบัญชีรายชื่อนั้นจะพิจารณาของเสียว่าเป็นของเสียอันตรายตามบัญชีรายชื่อของหน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับดูแล ซึ่งรายชื่อและรหัสของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการตามระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย แสดงดังตารางที่ ก-1

ตารางที่ ก-1 ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ [4]

รหัส	ลักษณะของของเสียอันตราย
บรรจุภัณฑ์จากห้องปฏิบัติการ (Lab packs) ได้แก่ บรรจุภัณฑ์จากห้องปฏิบัติการของของเสียผสม สารเคมีของเสียจากห้องปฏิบัติการ (Lab packs of mixed wastes, chemicals, lab wastes)	
B001	บรรจุภัณฑ์จากห้องปฏิบัติการของสารเคมีเก่าเพียงอย่างเดียว (Lab packs of old chemicals only)
B002	บรรจุภัณฑ์จากห้องปฏิบัติการของฝุ่นผงต่างๆ (Lab packs of debris only)
B003	บรรจุภัณฑ์จากห้องปฏิบัติการผสม (Mixed lab packs)
B004	บรรจุภัณฑ์บรรจุของเสียอันตรายที่มีพิษเฉียบพลัน(Lab packs containing acute hazardous wastes)
B005	บรรจุภัณฑ์จากห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ตามที่กำหนดไว้(Other lab packs (Specific in comments))
<u>ของเหลว (Liquids)</u> ของเหลวอนินทรีย์ (Inorganic liquids) ได้แก่ ของเสียที่มีสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลักและมีสถานะเป็นของเหลว โดยมีของแข็งอนินทรีย์แขวนลอย (suspended inorganic solids) และสารอินทรีย์ (organic) เจือปนในปริมาณต่ำ	
B101	ของเสียที่เป็นของเหลวที่มีตัวทำละลายเจือปนในปริมาณต่ำ (Aqueous waste with low solvents)
B102	ของเสียที่เป็นของเหลวที่มีสารอินทรีย์เป็นพิษอื่น ๆเจือปนในปริมาณต่ำ (Aqueous waste with low other toxic organics)
B103	กรดที่ใช้งานแล้วที่มีโลหะเจือปน (spent acid with metals)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-1 ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ [4] (ต่อ)

B104	กรดที่ใช้งานแล้วที่ไม่มีโลหะเจือปน (Spent acid without metals)
B105	ของเสียที่เป็นของเหลวที่มีฤทธิ์เป็นกรด (Acidic aqueous waste)
B106	สารละลายที่มีฤทธิ์เป็นด่างที่มีโลหะเจือปนแต่ไม่มีไซยาไนด์(Caustic solution with metals but no cyanides)
B107	สารละลายที่มีฤทธิ์เป็นด่างที่มีโลหะและไซยาไนด์เจือปน(Caustic solution with metals and cyanides)
B108	สารละลายที่มีฤทธิ์เป็นด่างที่มีไซยาไนด์เจือปนแต่ไม่มีโลหะ (Caustic solution with cyanides but on metals)
B109	ด่างที่ใช้งานแล้ว (Spent caustic)
B110	ของเสียที่เป็นของเหลวที่มีฤทธิ์เป็นด่าง (Spent caustic waste)
B111	ของเสียที่เป็นของเหลวที่มีซัลไฟด์ที่ไวต่อปฏิกิริยาเจือปน(Aqueous waste with reactive sulfides)
B112	ของเสียที่เป็นของเหลวที่มีสารไวต่อปฏิกิริยาอื่น ๆเจือปน เช่น สารที่ระเบิดได้ (Aqueous waste with other reactive e.g., explosives)
B113	ของเสียที่เป็นของเหลวอื่น ๆ ที่มีของแข็งละลายได้เจือปนในปริมาณสูง (Other aqueous waste with high dissolved solids)
B114	ของเสียที่เป็นของเหลวอื่น ๆ ที่มีของแข็งละลายได้เจือปนในปริมาณต่ำ (Other aqueous waste with low dissolved solids)
B115	น้ำเสียจากกระบวนการกำจัดของแข็งด้วยน้ำ (Scrubber water)
B116	น้ำชะ (Leachate)
B117	Bของเสียปรอทในรูปของเหลว (Waste liquid mercury)
B119	ของเหลวอนินทรีย์อื่น ๆ ตามที่กำหนดไว้ (Other inorganic liquids(specify in comments)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-1 ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ [4] (ต่อ)

ของเหลวอินทรีย์ (Organic liquids) ได้แก่ของเสียที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลักและมีสถานะเป็นของเหลว โดยมีของแข็งอินทรีย์เจือปนในปริมาณต่ำและน้ำเจือปนในปริมาณต่ำถึงปานกลาง	
B201	สารละลายของน้ำกับตัวทำละลายเข้มข้น (Concentrated solvent-water solution)
B202	ตัวทำละลายที่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ (Halogenated solvent) เช่น chlorinated
B203	ตัวทำละลายที่ไม่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ (Non-halogenated solvent)
B204	ของผสมของตัวทำละลายที่มี/ไม่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ (Halogenated/ Non-halogenated solvent mixture)
B205	ของผสมหรืออิมัลชั่นของน้ำกับน้ำมัน (Oil-water emulsion or mixture)
B206	กากน้ำมัน (Waste oil)
B207	สารละลายเข้มข้นของสารอินทรีย์อื่น ๆ (Concentrated aqueous solution of other organics)
B208	ฟีนอลิกเข้มข้น (Concentrated phenolics)
B209	น้ำมันชักเงา แลคเกอร์ หมึก หรือสีอินทรีย์ (Organic paint, ink, lacquer or varnish)
B210	Adhesives หรือ epoxies
B211	สารจากการกลั่นปิโตรเลียมหรือทินเนอร์ผสมสี (Paint thinner or petroleum distills)
B212	ของเหลวอินทรีย์ประเภทโพลิเมอร์ และไวต่อปฏิกิริยา (Reactive or polymerizable organic liquid)
B219	ของเหลวอินทรีย์อื่น ๆ ตามที่กำหนดไว้ (Other organic liquids (specify in comments))
<u>ของแข็ง (Solids)</u> ของแข็งอนินทรีย์ (Inorganic solids) ได้แก่ ของเสียที่มีสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลักและมีสถานะเป็นของแข็ง โดยที่มีสารอินทรีย์เจือปนในปริมาณต่ำและมีน้ำเจือปนในปริมาณต่ำหรือปานกลาง ซึ่งไม่สามารถสูบได้	
B301	ดินที่ปนเปื้อนสารอินทรีย์ (Soil contaminated with organic)
B302	ดินที่มีปนเปื้อนแต่เฉพาะสารอนินทรีย์ (Soil contaminated with inorganic only)
B303	ขี้เถ้า ตะกรันโลหะ หรือเศษวัสดุเหลือจากการเผาของเสีย (Ash, slag, or other residue from incineration of wastes)
B304	ขี้เถ้า ตะกรันโลหะ หรือเศษวัสดุเหลือจากการบำบัดด้วยความร้อนที่มีลักษณะแห้งอื่น ๆ (Other "dry" ash, slag, or thermal residue)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-1 ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ [4] (ต่อ)

B305	ปูนแห้งหรือโลหะไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการตรึงทางเคมี("Dry" lime or metal hydroxide solids chemically "fixed")
B306	ปูนแห้งหรือโลหะไฮดรอกไซด์ที่ไม่ใช้ในการตรึงทางเคมี ("Dry" lime or metal hydroxide solids not "fixed")
B307	เศษ/ผงโลหะ (Metal scale, fillings, scrap)
B308	ภาชนะบรรจุหรือถังโลหะที่ว่างเปล่าหรือถูกอัด (Empty or crushed metal drums or containers)
B309	แบตเตอรี่หรือชิ้นส่วนแบตเตอรี่ ปลอก แกน (Battery or battery parts, casing, cores)
B310	สารดูดซับหรือสารตัวกรองที่เป็นของแข็งที่ใช้งานแล้ว(Spent solid filters or adsorbents)
B311	ก้อนหรือเศษผง Asbestos (Asbestos solids or debris)
B312	สารเคมี/เกลือโลหะ-ไซยาไนด์ (Metal-cyanide salts/chemicals)
B313	สารเคมี/เกลือไซยาไนด์ที่ไวต่อปฏิกิริยา (Reactive cyanide salts/chemicals)
B314	สารเคมี/เกลือซัลไฟด์ที่ไวต่อปฏิกิริยา (Reactive sulfide salts/chemicals)
B315	สารเคมี/เกลือที่ไวต่อปฏิกิริยาอื่นๆ (Other reactive salts/chemicals)
B316	สารเคมี/เกลือของโลหะอื่น ๆ (Other metal salts/chemicals)
B319	ของเสียที่เป็นของแข็งอนินทรีย์อื่น ๆ (Other waste inorganic solids (Specify in comments)ของแข็งอินทรีย์ (Organic solids) ได้แก่ ของเสียที่ มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลักและมีสถานะเป็นของแข็ง โดยที่มีสารอนินทรีย์และน้ำเจือปนในปริมาณ ต่ำถึงปานกลาง
B401	สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่มีสถานะเป็นของแข็งและมีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ(Halogenated pesticide solid)
B402	สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่มีสถานะเป็นของแข็งแต่ไม่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ(Non-halogenated pesticide solid)
B403	สารอินทรีย์โพลิเมอร์หรือเรซินที่มีสถานะเป็นของแข็ง(Solid resins or Polymerized organic)
B404	คาร์บอนที่ใช้งานแล้ว (Spent carbon)
B405	ของแข็งอินทรีย์ที่ไวต่อปฏิกิริยา (Reactive organic solid)
B406	ภาชนะบรรจุพลาสติกหรือไฟเบอร์ที่ว่างเปล่า(Empty fiber or plastic containers)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-1 ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ [4] (ต่อ)

B407	ของแข็งอินทรีย์อื่น ๆ ที่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบตามที่กำหนดไว้ (Other halogenated organic solids (specify in comments))
B409	ของแข็งอินทรีย์ที่ไม่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบตามที่กำหนดไว้ (Other non-halogenated organic solids (specify in comments))
<u>กากตะกอน (Sludge)</u> กากตะกอนอนินทรีย์ (Inorganic sludge) ได้แก่ ของเสียที่มีสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก โดยที่มีน้ำเจือปนในปริมาณปานกลางถึงสูงและสารอินทรีย์เจือปนในปริมาณต่ำ และสามารถสูบได้	
B501	กากตะกอนปูนที่ไม่มีโลหะเจือปน (Lime sludge without metals)
B502	กากตะกอนปูนที่มีโลหะ/กากตะกอนโลหะไฮดรอกไซด์เจือปน (Lime sludge with metals/metal hydroxide sludge)
B503	กากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียที่มีสารพิษอินทรีย์เจือปน (Wastewater treatment sludge with toxic organic)
B504	กากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียอื่น ๆ (Other wastewater treatment sludge)
B505	กากตะกอนจากการชุบที่ไม่ผ่านการบำบัดที่ไม่มีไซยาไนด์เจือปน (Untreated plating sludge without cyanidcs)
B506	กากตะกอนจากการชุบที่ไม่ผ่านการบำบัดที่มีไซยาไนด์เจือปน (Untreated plating sludge with cyanides)
B507	กากตะกอนอื่น ๆ ที่มีไซยาไนด์เจือปน (Other sludge with cyanides)
B508	กากตะกอนที่มีซัลไฟด์ที่ไวต่อปฏิกิริยาเจือปน (Sludge with reactive sulfides)
B509	กากตะกอนที่มีสารไวต่อปฏิกิริยาอื่น ๆ เจือปน (Sludge with other reactive)
B510	กากตะกอนจากการแยกไขมันที่มีเศษหรือผงโลหะเจือปน (Degreasing sludge with metal scale or filings)
B511	กากตะกอนจากอุปกรณ์ควบคุมมลพิษทางอากาศ (Air pollution control device sludge) เช่น ขี้เถ้าลอย(fly ash) กากตะกอนจาก wet scrubber
B512	ตะกอนที่ปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์ (Sediment or lagoon drag out contaminated with organics)
B513	ตะกอนที่ปนเปื้อนแต่เฉพาะสารอนินทรีย์ (Sediment or lagoon drag out contaminated within organics only)
B514	โคลนจากการขุดเจาะ (Drilling mud)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-1 ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ [4] (ต่อ)

B515	กากตะกอนหรือเลนใยหิน (Asbestos slurry or sludge)
B516	คลอไรด์หรือกากตะกอนเกลืออื่น ๆ (Chloride or other brine sludge)
B519	กากตะกอนอนินทรีย์อื่น ๆ (Other in organic sludge) กากตะกอนอินทรีย์ (Organic sludge) ได้แก่ ของเสียที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก โดยที่มีน้ำและของแข็งอนินทรีย์เจือปนอยู่ในปริมาณต่ำถึงปานกลาง และสามารถสูบได้
B601	ตะกอนจากเครื่องกลั่นตัวทำละลายที่มีฮาโลเจน เช่นchlorinated เป็นองค์ประกอบหรือของเหลวอินทรีย์อื่น ๆ (Still bottoms of halogenated (e.g., chlorinated) solvents or other organic liquids)
B602	ตะกอนจากเครื่องกลั่นตัวทำละลายที่ไม่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบหรือของเหลวอินทรีย์อื่น ๆ (Still bottoms of non-halogenated solvents or other organic liquids)
B603	กากตะกอนน้ำมัน (Oily sludge)
B604	กากตะกอนของหมึกหรือสีอินทรีย์ (Organic paint or ink sludge)
B605	สารอินทรีย์โพลิเมอร์หรือไวต่อปฏิกิริยา (Reactive or polymerizable organics)
B606	กากตะกอนน้ำมันดินหรือเรซิน (Resins, tars, or tarry sludge)
B607	กากตะกอนจากการบำบัดทางชีวภาพ (Biological treatment sludge)
B608	สิ่งปฏิกูลหรือกากตะกอนที่ไม่ผ่านการบำบัดทางชีวภาพ(Sewage or other untreated biological sludge)
B609	กากตะกอนอินทรีย์อื่น ๆ ตามที่กำหนดไว้ (Other organic sludge (specific in comments)
<u>แก๊ส (Gases)</u> แก๊สอนินทรีย์ (Inorganic gases) ได้แก่ ของเสียที่มีสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก โดยที่มีสารอินทรีย์เจือปนอยู่ในปริมาณต่ำและมีสถานะเป็นแก๊สที่ความดันปกติ	
B701	แก๊สอนินทรีย์ (Inorganic gases) แก๊สอินทรีย์ (Organic gases) ได้แก่ ของเสียที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก โดยที่มีสารอนินทรีย์เจือปนอยู่ในปริมาณต่ำถึงปานกลางและมีสถานะเป็นแก๊สที่ความดันปกติ
B801	แก๊สอินทรีย์ (Organic gases)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ลักษณะของเสียอันตราย

ตารางที่ ข-1 ความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีสำหรับการคาดการณ์สมบัติของความเป็นพิษ [4]

รหัส	ลักษณะของเสียอันตราย	ความเข้มข้นสูงสุด (มก./ลิตร)
D001	ของเสียที่ลุกติดไฟ (Ignitable waste)	ดูที่ หลักเกณฑ์และวิธี
D002	ของเสียที่กัดกร่อน (Corrosive waste)	จำแนกของเสียอันตราย
D003	ของเสียที่ไวต่อปฏิกิริยา (Reactive waste)	ตามคุณสมบัติ หัวข้อ 2.3.2
D004	สารหนู (Arsenic)	5.0
D005	แบเรียม (Barium)	100.0
D006	แคดเมียม (Cadmium)	1.0
D007	โครเมียม (Chromium)	5.0
D008	ตะกั่ว (Lead)	5.0
D009	ปรอท (Mercury)	0.2
D010	ซีลีเนียม (Selenium)	1.0
D011	เงิน (Silver)	5.0
D012	เอ็นดริน (Endrin)	0.02
D013	ลินเดน (Lindane)	0.4
D014	เมธ็อกซิคลอร์ (Methoxychlor)	10.0
D015	ท็อกซาฟีน (Toxaphene)	0.5
D016	2,4-ดี (2,4-D)	10.0
D017	2,4,5-ทีพี (ซิลเว็ก) (2,4,5-TP (Silvex))	1.0
D018	เบนซีน (Benzene)	0.5
D019	คาร์บอนเตตราคลอไรด์ (Carbontetrachloride)	0.5
D020	คลอร์เดน (Chlordane)	0.03
D021	คลอร์โรเบนซีน (Chlorobenzene)	100.0
D022	คลอร์โรฟอร์ม (Chloroform)	6.0
D023	ออร์โธ-ครีซอล (o-Cresol)	200.0
D024	เมทา-ครีซอล (m-Cresol)	200.0
D025	พารา-ครีซอล (p-Cresol)	200.0
D026	ครีซอล (Cresol)	200.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-1 ความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีสำหรับการคาดการณ์สมบัติของความเป็นพิษ [4] (ต่อ)

รหัส	ลักษณะของของเสียอันตราย	ความเข้มข้นสูงสุด (มก./ลิตร)
D027	1,4-ไดคลอโรเบนซีน (1,4-Dichlorobenzene)	7.5
D028	1,2-ไดคลอโรอีเธน (1,2-Dichloroethane)	0.5
D029	1,1-ไดคลอโรเอธีลีน (1,1-Dichloroethylene)	0.7
D030	2,4-ไดไนโตรโทลูอีน (2,4-Dinitrotoluene)	0.13
D031	เฮปตาคลอร์ (Heptachlor and its epoxide)	0.008
D032	เฮกซาคลอโรเบนซีน (Hexachlorobenzene)	0.13
D033	เฮกซาคลอโรบิวตาดีอีน (Haxachlorobutadiene)	0.5
D034	เฮกซาคลอโรอีเธน (Haxachloroethane)	3.0
D035	เมธิล เอธิล คีโตน (Methyl ethyl ketone)	200.0
D036	ไนโตรเบนซีน (Nitrobenzene)	2.0
D037	เพนตาคลอโรฟีนอล (Pentrachlorophenol)	100.0
D038	ไพริดีน (Pyridine)	5.0
D039	เตทตราคลอโรเอทธิลีน (Tetrachloroethylene)	0.7
D040	ไตรคลอโรเอทธิลีน (Trichlorolethylene)	0.5
D041	2,4,5-ไตรคลอโรฟีนอล (2,4,5-Trichlorophenol)	400.0
D042	2,4,6-ไตรคลอโรฟีนอล (2,4,6-Trichlorophenol)	2.0
D043	ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl chloride)	0.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
สารที่เข้ากันไม่ได้

สารที่เข้ากันไม่ได้

สารที่เข้ากันไม่ได้ เป็นสารที่ผสมกันแล้วจะทำให้เกิดอันตราย โดยอันตรายที่เกิดขึ้นมีหลายรูปแบบ ได้แก่ สารที่ผสมกันทำให้เกิดปฏิกิริยารุนแรงจนเป็นเหตุให้เกิดความร้อนสูง หรือเกิดระเบิด หรือสารที่ผสมกันแล้วทำให้เกิดก๊าซไวไฟหรือเกิดก๊าซพิษ แสดงดังตารางที่ ค-1 ถึงตารางที่ ค-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-1 สารที่ทำปฏิกิริยากันรุนแรง [6]

ชื่อสาร	สารที่ทำปฏิกิริยาด้วย	หมายเหตุ
กรด	น้ำ	การทำกรดให้เจือจางไม่ใช่ปฏิกิริยาทางเคมี
กรด	ด่าง	โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเข้มข้นมาก
ตัวออกซิไดส์	ตัวรีดิวส์	เช่น กรดไนตริก หรือสารพวกเปอร์ออกไซด์กับแอลกอฮอล์ หรือโลหะ
ตัวออกซิไดส์	สารอินทรีย์	เช่น กรดโครมิกกับกรดแอนทราซีน กรดไนตริกกับกรดอะซิติก
กรดซัลฟิวริก	อะซิโตนไซยาโนไฮดริน อะคริโลไนไตรล์	
กรดโครมิก	ฟอสฟอรัส กำมะถัน	ลุกติดไฟหรือระเบิดได้เมื่อร้อน
ด่าง	อะโครลีน อะคริโลไนไตรล์ ฟูร์ฟูรอล	ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน
โบรมีน	แอมโมเนีย อะเซทิลีน ฟอสฟอรัส (ขาว) โพแทสเซียม	เมื่อถูกไอของโบรมีนจะลุกติดไฟ แต่ถ้าถูกโบรมีนเหลวจะระเบิดได้
เอทิลีนออกไซด์	สารประกอบเกลือคลอไรด์ของเหล็ก ดีบุก อลูมิเนียม แอมโมเนีย	
กลีเซอรอล	อะซิติกแอนไฮไดรด์ ฟอสฟอรัสออกซีคลอไรด์	
ออกซิเจน	อะโครลีน อะคริโลไนไตรล์ ไฮโดรคาร์บอน น้ำมัน	
ฟอสฟีน	โบรมีน คลอรีน กรดไนตริก	
น้ำ	ฟอสฟอรัสเพนทอกไซด์ โซเดียม อัลคิลอะลูมิเนียม แคลเซียมออกไซด์	ความร้อนสูง ระเบิดลุกติดไฟ ลุกติดไฟ ให้ความร้อนสูงถึง 800° ซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-2 สารที่ทำปฏิกิริยากันแล้วเกิดการระเบิด [6]

ชื่อสาร	สารที่ทำปฏิกิริยาด้วย	หมายเหตุ
แอมโมเนีย อะเซทิลีน	ทองแดง เงิน ปรอท	ให้สารระเบิดได้
แอมโมเนียมไนเตรท	ผงโลหะของสังกะสี แคดเมียม ทองแดง แมกนีเซียม ตะกั่ว โคบอลต์ นิเกิล บิทมัส โครเมียม พลวง	
อะซิโตน	คลอโรฟอร์ม	ระเบิดได้เมื่อมีด่าง เนื่องจากปฏิกิริยาให้ความร้อนสูง
คาร์บอนไดซัลไฟด์	สารประกอบเอไซด์	ได้เกลือที่ไวต่อการระเบิด
คลอเรต	กรด กำมะถัน น้ำตาล แป้ง ถ่าน เกลือ ขี้เลื่อย แอมโมเนียม	ให้ของผสมที่ระเบิดได้
คลอรีน	อะเซทิลีน แอลกอฮอล์ อีเทอร์ ไฮโดรคาร์บอน อีเทน ผงโลหะ เช่น แมกนีเซียม อะลูมิเนียม	
คลอรีนไดออกไซด์ ไดคีทีน	ปรอท	ให้สารระเบิดได้
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	กรดไนตริก	ให้ก๊าซระเบิดได้
ไอโอดีน	แอมโมเนีย น้ำมันสน	
แมกนีเซียม	คลอโรฟอร์ม คลอโรมีเทน ออกไซด์ ของเบอริลเลียม แคดเมียม ปรอท โมลิบดีนัม สังกะสี โพแทสเซียม เปอร์คลอเรต คลอรีน	เมื่อร้อน เมื่อโลหะเป็นผง ให้ของผสมที่ระเบิดได้เมื่อเสียดสี เมื่อชิ้นโลหะลุกติดไฟได้
ออกซิเจนเหลว	เบนซีน คาร์บอนมอนอกไซด์เหลว อะลูมิเนียม แมกนีเซียม ไทเทเนียม เชื้อเพลิง ไฮโดรคาร์บอน ลิเทียมไฮไดรด์	เมื่อเป็นผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-2 สารที่ทำปฏิกิริยากันแล้วเกิดการระเบิด [6] (ต่อ)

ชื่อสาร	สารที่ทำปฏิกิริยาด้วย	หมายเหตุ
โอโซน	เอทิลีน	
กรดเปอร์คลอริก	กรดอะซิติก ไม้ ถ่าน แอลกอฮอล์ อีเทอร์ ฟอสฟอรัส เพนทอกไซด์	
กรด Picric	ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี	
ฟอสฟอรัส	กรดซัลโฟนิก โบรมีนเหลว	
กำมะถัน	สังกะสี	เมื่อร้อน

ตารางที่ ค-3 สารที่ทำปฏิกิริยากันแล้วให้ก๊าซไวไฟ [6]

ชื่อสาร	สารที่ทำปฏิกิริยาด้วย	หมายเหตุ
น้ำ	โลหะอัลคาไลน์	เช่น โซเดียม โพแทสเซียม เกิดการะเบิด
	สารประกอบโลหะ	เช่น ลิเทียมอะลูมิเนียมไฮไดรด์ ให้ก๊าซไฮโดรเจน
	แคลเซียมคาร์ไบด์	ให้ก๊าซอะเซทิลีน
กรด	โลหะอะลูมิเนียม แมกนีเซียม สังกะสี โครเมียม เหล็ก ดีบุก นิเกิล ตะกั่ว	ให้ก๊าซไฮโดรเจน
ด่าง	โลหะอะลูมิเนียม สังกะสี	ให้ก๊าซไฮโดรเจน แต่ช้ามาก
โซเดียม	แอลกอฮอล์	ให้ก๊าซไฮโดรเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-4 สารที่ทำปฏิกิริยากันแล้วให้ก๊าซพิษ [6]

ชื่อสาร	สารที่ทำปฏิกิริยาด้วย	หมายเหตุ
กรด	เกลือไซยาไนด์ สารประกอบที่มีคาร์บอน และกำมะถัน	ให้ก๊าซไฮโดรเจนไซยาไนด์ ที่ไวไฟ ให้ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์
น้ำ	กรดเฮไลด์ อะซิทิลคลอไรด์ ไทโอนิลคลอไรด์	ให้ควันของไฮโดรเจนคลอไรด์
คาร์บอนเตตระคลอไรด์ และ คลอริเนท ไฮโดรคาร์บอน		เมื่อร้อนสลายตัวให้ก๊าซฟอสจีน
สารประกอบไนเตรทและ กรดไนตริก		เมื่อเผาให้ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์
กำมะถันและสารประกอบ ที่มีกำมะถัน		เมื่อเผาให้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์
สารประกอบที่มีคาร์บอน และไนโตรเจน ขนสัตว์ ไหม พลาสติกเมลามีน		เมื่อเผาในที่มีอากาศน้อยให้ก๊าซ ไฮโดรเจนไซยาไนด์
สารประกอบที่มีคาร์บอน ถ่าน ไม้ กระดาษ		เมื่อเผาในที่มีอากาศน้อยให้ก๊าซ คาร์บอนมอนอกไซด์ซึ่งลุกติดไฟได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

คู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ ฉบับสมบูรณ์

รายละเอียดในคู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการฉบับสมบูรณ์ ประกอบด้วย

1. คำจำกัดความของของเสียและของเสียอันตราย
2. อันตรายที่เกิดจากของเสีย
3. ช่องทางที่สารพิษเข้าสู่ร่างกาย
4. ลักษณะการเกิดพิษ
5. ความสำคัญของการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ
6. ขั้นตอนการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ
7. การจำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการ
8. การจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจะรวมถึงภาชนะบรรจุของเสีย ฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสีย และสถานที่จัดเก็บของเสีย
9. การบันทึกและรายงานปริมาณของเสีย โดยใช้โปรแกรม (Microsoft access)
10. หน่วยงานบำบัดและกำจัดของเสีย
11. ภาคผนวก ซึ่งจะมีรายละเอียดเกี่ยวกับรายชื่อสารเคมีในห้องปฏิบัติการที่จำแนกตามประเภทต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสีย ในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำจำกัดความ

ของเสีย (Wastes) หมายถึง วัสดุหรือสารเคมีต่างๆ ซึ่งอาจอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีก

ของเสียอันตราย (Hazardous Wastes) หมายถึง ของเสียที่มีองค์ประกอบความเป็นอันตรายอยู่ ซึ่งได้แก่ การเกิดระเบิด การเกิดปฏิกิริยาเคมีรุนแรง การเกิดกัดกร่อน และลักษณะความมีพิษ เป็นต้น โดยของเสียที่มีองค์ประกอบความเป็นอันตรายนี้จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตรวมถึงสุขภาพของมนุษย์

อันตรายที่เกิดจากของเสีย

อันตรายที่อาจเกิดขึ้นหากละเลยในการจัดการของเสียอย่างถูกวิธี มีดังนี้

1. เกิดเพลิงไหม้ มักจะเกิดจากการติดไฟกับของเสียที่มีองค์ประกอบของไอของของเหลวที่สามารถระเหยออกมาได้ดี

2. เกิดระเบิด มักเกิดได้กับของเสียหลายชนิดที่มีองค์ประกอบของสารที่มีสมบัติระเบิดได้ เช่น สารจำพวกสารเปอร์ออกไซด์ เป็นต้น

3. อันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ เกิดอาการวิงเวียน สลบ มีผื่นคันตามผิวหนังออกมา หรือทำลายอวัยวะหรือระบบต่างๆภายในร่างกาย หรืออาจก่อให้เกิดมะเร็งได้

4. อันตรายต่อสิ่งแวดล้อม มักเป็นของเสียจำพวก ของเสียติดไฟได้ ของเสียกัดกร่อน ของเสียเป็นพิษ ของเสียว่องไวปฏิกิริยา ของเสียติดเชื้อ ของเสียกัมมันตรังสี เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่องทางที่สารพิษเข้าสู่ร่างกาย

สารพิษหรือของเสียสามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ทั้งหมด 4 ช่องทางคือ การหายใจ (Inhalation) การสัมผัสกับผิวหนังหรือดวงตา (Contact with Skin or Eyes) การกิน (Digestion) และการฉีด (Injection) หรือผ่านทางบาดแผลที่ผิวหนัง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การหายใจ ทำให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อ ทำลายระบบทางเดินหายใจ และทำลายอวัยวะภายในได้

2. การสัมผัสกับผิวหนัง ทำให้เกิดการระคายเคือง เกิดอาการแพ้เป็นผื่นแดง หรือทำลายโครงสร้างของผิวหนัง ทำลายระบบต่างๆภายในร่างกายได้

3. การกิน ทำให้เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินอาหาร สามารถถูกดูดซึมไปยังระบบหมุนเวียนโลหิต ซึ่งจะไปทำลายอวัยวะภายในร่างกายได้

4. การฉีดหรือผ่านทางบาดแผลที่ผิวหนัง เป็นช่องทางที่มีความอันตรายสูง เนื่องจากสารพิษจะเข้าสู่ร่างกายโดยตรง ทำให้สารพิษแพร่กระจายทั่วร่างกายได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเกิดพิษ

การเกิดพิษนั้นจะจำแนกตามระยะเวลาที่สารพิษเข้าไปในร่างกายแล้วแสดงอาการออกมา เช่น วิงเวียนหรือมีผื่นคันตามผิวหนังออกมา ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ประเภทนั่นก็คือ

1. การเกิดพิษแบบเฉียบพลัน หมายถึง การได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งต่อเนื่องกันภายในเวลา 24 ชั่วโมง แล้วแสดงอาการ เช่น คลื่นไส้ วิงเวียน เป็นลม สลบ หรือมีผื่นคันตามผิวหนังออกมา โดยมากจะได้รับสารพิษโดยวิธีการฉีด การกิน หรือการทาบนผิวหนัง

2. การเกิดพิษแบบกึ่งเฉียบพลัน หมายถึง การได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งต่อเนื่องกันภายใน 1 เดือน

3. การเกิดพิษแบบกึ่งเรื้อรัง หมายถึง การได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งต่อเนื่องกันภายใน 1-3 เดือน

4. การเกิดพิษแบบเรื้อรัง หมายถึง การได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งต่อเนื่องกันมากกว่า 3 เดือน โดยมากจะได้รับสารพิษโดยวิธีการกินหรือสูดดมเข้าไปเป็นระยะเวลานานๆจนเกิดอาการของการเป็นพิษแสดงออกมา เช่น การเกิดมะเร็ง การเกิดผิดปกติในระบบคุ้มกัน เป็นต้น

ความสำคัญของการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ

เนื่องจากในห้องปฏิบัติการมีการใช้สารเคมีในการปฏิบัติการทดลองเป็นจำนวนมาก เป็นเหตุให้มีปริมาณของเสียเกิดขึ้นมากเช่นเดียวกัน ซึ่งห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ในประเทศไทยยังไม่มีระบบการจัดการของเสียอย่างเหมาะสม บางครั้งของเสียอันตรายถูกทิ้งสู่ท่อระบายน้ำโดยไม่ได้ผ่านการบำบัด ทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สุขภาพและความปลอดภัยของผู้คนโดยรอบ ดังนั้น การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการช่วยลดอันตรายต่างๆ ที่เกิดจากของเสียและเป็นการปัญหาสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

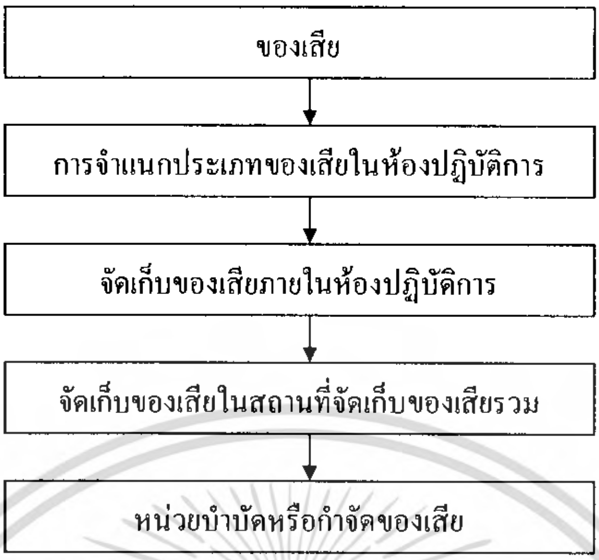
ขั้นตอนการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ

การมีระบบการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการก็เพื่อลดอันตรายที่มีต่อสิ่งแวดล้อม สุขภาพและความปลอดภัยของผู้คนโดยรอบ ดังนั้น เพื่อให้ระบบการจัดการของเสียเป็นระเบียบและมีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ควรมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การจำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการ
2. การจัดเก็บของเสีย
3. การบันทึกและรายงานปริมาณของเสีย

ขั้นตอนการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการอย่างเป็นระบบจะเริ่มจากการจำแนกประเภทของเสียภายในห้องปฏิบัติการ เพื่อจะพิจารณาว่าของเสียนั้นสามารถทิ้งได้เลยหรือต้องจัดเก็บไว้ก่อน โดยก่อนที่จะจำแนกประเภทของเสียนั้นผู้ปฏิบัติงานจะต้องทราบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และความเป็นอันตรายของของเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถค้นหารายละเอียดได้จากเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Material Safety Data Sheet : MSDS) ตามเวบไซต์ต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น http://msds.pcd.go.th/ และ http:// www.merck.co.th /th/services/chemical_msds.asp เป็นต้น หากของเสียนั้นเป็นไปตาม 7 ประเภทที่จำแนกไว้ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องจัดเก็บของเสียไว้ภายในห้องปฏิบัติการก่อนจนของเสียบรรจุถึงร้อยละ 80 ของภาชนะบรรจุให้แจ้งหน่วยงานจัดเก็บทันที เพื่อนำไปเก็บยังสถานที่จัดเก็บของเสียรวม ซึ่งการจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการนั้นผู้ปฏิบัติงานจะต้องบันทึกปริมาณของเสียลงฉลากปิดภาชนะทุกครั้งเมื่อมีการจัดเก็บของเสีย และเมื่อสถานที่จัดเก็บของเสียรวมมีของเสียแต่ละประเภทในปริมาณเพียงพอที่จะบำบัดหรือกำจัดก็จะส่งไปยังหน่วยงานที่รับบำบัดหรือกำจัดของเสียต่อไป โดยขั้นตอนการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการแสดงดังรูปที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 ระบบการจัดการของเสียภายในห้องปฏิบัติการ

การจำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการ

การจำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งที่จะช่วยให้สะดวกต่อการจัดเก็บ เนื่องจากของเสียบางชนิดไม่สามารถนำมารวมกันได้เพราะอาจก่อให้เกิดอันตราย เช่น ทำปฏิกิริยากันแล้วทำให้เกิดสารพิษหรือเกิดการระเบิด เป็นต้น นอกจากนี้การจำแนกประเภทของเสียยังสามารถช่วยให้ง่ายต่อการบำบัดหรือกำจัดของเสีย และยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดและกำจัดของเสียอีกด้วย สำหรับระบบการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการได้จำแนกของเสียภายในห้องปฏิบัติการออกเป็น 7 ประเภท ดังต่อไปนี้

ประเภทที่ 1 ของเสียประเภทตัวทำละลายและน้ำมัน (Solvent and Oil wastes) ของเสียที่เป็นตัวทำละลาย หมายถึงของเหลวที่สามารถละลาย ตัวถูกละลาย ที่เป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซได้เป็นสารละลาย ได้แก่ อะซิโตน (Acetone) อะซีตัลดีไฮด์เมทิลอะซิเตต (Acetaldehyde amyl acetate) ไดเมทิลไดคลอโรไซเลน (Dimethyl dichlorosilane) อะเซทโตรไนไตรล์ (Acetronitrile) ไซโคลเฮกเซน (Cyclohexane) เบนซีน (Benzene) และไดออกเซน (Dioxane) เป็นต้น ของเสียที่เป็นน้ำมัน หมายถึงของเหลวอินทรีย์ประเภทไขมันที่ได้จากพืช และสัตว์ เช่น กรดไขมัน (Fatty acid) น้ำมันพืช (Vegetable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

oil) น้ำมันปิโตรเลียม และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำมัน เช่น น้ำมันเบนซิน (Gasoline) น้ำมันเครื่อง (Engine oil) น้ำมันก๊าด (Kerosene) และน้ำมันหล่อลื่น (Lubricating oil)

ประเภทที่ 2 ของเสียที่เป็นกรด (Acid wastes) หมายถึงของเสียที่มีค่าพีเอชต่ำกว่า 7 และมีกรดปนอยู่ในสารละลายมากกว่าร้อยละ 5 ได้แก่ กรดไนตริก (Nitric acid) กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid) กรดเปอร์คลอริก (Perchloric acid) กรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid) กรดโครมิก (Chromic acid) กรดอะซีติค (Acetic acid) กรดไฮโดรคลอริค (Hydrochloric acid) กรดฟอร์มิก (Formic acid) กรดโพรไพโอนิค (Proprionic acid) และกรดไตรฟลูออโรอะซีติก (Trifluoroacetic acid) เป็นต้น

ประเภทที่ 3 ของเสียที่เป็นเบส (Base wastes) หมายถึง ของเสียที่มีค่า พีเอชสูงกว่า 7 และมีเบสปนอยู่ในสารละลายมากกว่าร้อยละ 5 เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium hydroxide) แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Calcium hydroxide) และกลูตาร์อัลดีไฮด์ (Glutaraldehyde) เป็นต้น

ประเภทที่ 4 ของเสียประเภทเปอร์ออกไซด์และออกซิไดส์ (Peroxide and Oxidizing wastes) หมายถึง ของเสียที่ทำปฏิกิริยากับสารอื่นแล้วก่อให้เกิดหรือช่วยให้เกิดการระเบิด หรือเกิดการเผาไหม้ เช่น โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต (Potassium permanganate) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) และแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต (Ammonium persulfate) เป็นต้น

ประเภทที่ 5 ของเสียที่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา (Reactive wastes) หมายถึง ของเสียที่มีสภาพไม่คงตัว สามารถทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วและรุนแรง หรือของเสียที่ทำปฏิกิริยาอย่างรุนแรงกับน้ำแล้วทำให้เกิดความร้อน ไฟไหม้ หรือก๊าซพิษ หรือของเสียสามารถทำปฏิกิริยากับอากาศแล้วลุกติดไฟได้เอง (Pyrophoric) ได้แก่ อะลูมินัมคลอไรด์แอนไฮไดรด์ (Aluminum chloride anhydrous) แคลเซียมคาร์ไบด์ (Calcium carbide) อะซีทิลคลอไรด์ (Acetyl chloride) ฟอสฟอรัส เพนตะคลอไรด์แคลเซียม (Phosphorous pentachloride calcium) อะลูมิเนียมไตรโบร์ไมด์ (Aluminum tribromide) แคลเซียมออกไซด์ (Calcium oxide) กรดแอนไฮไดรด์ (Anhydride acid) ไดคลอโรโบเรน (Dichloroborane) ฟอสฟอรัสขาว (White phosphorus) ฟอสฟอรัสเหลือง (Yellow phosphorus) และไตรเมทิลอะลูมินัม (Trimethyl aluminum) และของเสียที่ประกอบด้วยโลหะ เช่น โซเดียมโบโรไฮไดรด์ (Sodium borohydride) แคลเซียมไฮไดรด์ (Calcium hydride) และลิเทียมอะลูมิเนียมไฮไดรด์ (Lithium aluminum hydride) เป็นต้น

6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 6 ของเสียที่ประกอบด้วยไซยาไนด์ (Cyanide wastes) หมายถึง ของเสียที่มีไซยาไนด์เป็นองค์ประกอบ เช่น โซเดียมไซยาไนด์ (Sodium cyanide) โปแตสเซียมไซยาไนด์ (Potassium cyanide) และไซยาโนไฮดริน (Cyanohydrins) เป็นต้น

ประเภทที่ 7 ของเสียที่ประกอบด้วยโลหะหนัก (Heavy metal wastes) หมายถึงของเสียที่มีไอออนของโลหะหนัก เช่น โครเมียม (Chromium) อาร์เซนิก (Arsenic) ปรอท (Mercury) แบเรียม (Barium) แคดเมียม (Cadmium) และตะกั่ว (Lead) เป็นต้น

การจัดเก็บของเสีย

การจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการจะต้องคำนึงถึงประเภทของของเสีย ปริมาณในการจัดเก็บของเสีย ภาชนะจัดเก็บของเสียพร้อมฉลากปิดภาชนะ และสถานที่จัดเก็บของเสีย โดยเมื่อมีของเสียเกิดขึ้นผู้ปฏิบัติงานจะต้องศึกษาและจำแนกประเภทของเสียให้ถูกต้องตามที่กล่าวมาข้างต้น สำหรับของเสียที่เป็นไปตาม 7 ประเภทที่จำแนกไว้จะต้องจัดเก็บของเสียไว้ภายในห้องปฏิบัติการจนของเสียบรรจุถึงร้อยละ 80 ของภาชนะบรรจุให้แจ้งหน่วยงานจัดเก็บทันที เพื่อนำไปเก็บยังสถานที่จัดเก็บของเสียรวม ซึ่งจะต้องทำตามอย่างเคร่งครัด เนื่องจากหากบรรจุเกินกว่าที่ระบุความดันไอของสารที่อยู่ในช่องว่างในขวดอาจเพิ่มสูงมากจนทำให้เกิดการระเบิดได้ โดยภาชนะที่บรรจุของเสียต้องเลือกให้เหมาะสมตามประเภทของเสียนั้นๆ พร้อมทั้งปิดฉลากระบุแหล่งที่มา หมายเลขของเสีย วันที่เริ่มและวันที่สิ้นสุดการบรรจุของเสีย ส่วนประกอบของเสีย และปริมาณของเสียให้เห็นชัดเจน เมื่อของเสียส่งมายังสถานที่จัดเก็บของเสียรวมแล้ว ผู้จัดเก็บจะทำการสรุปข้อมูลเกี่ยวกับของเสียในฉลากที่ปิดภาชนะสำหรับผู้ปฏิบัติงานลงในฉลากปิดภาชนะอันใหม่คือ ฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้จัดเก็บของเสีย พร้อมทั้งจัดวางของเสียให้ถูกต้อง และบันทึกข้อมูลของเสียลงในโปรแกรมการบันทึกปริมาณของเสีย (Microsoft Access) นอกจากนี้ผู้จัดเก็บยังต้องติดต่อหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการบำบัดหรือกำจัดของเสียอีกด้วย โดยรายละเอียดเกี่ยวกับภาชนะบรรจุของเสีย ฉลากปิดภาชนะ และสถานที่จัดเก็บของเสีย มีดังต่อไปนี้

7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ภาชนะบรรจุของเสีย

เมื่อจำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการเรียบร้อยแล้ว อันดับต่อไปต้องมีการจัดเก็บของเสียโดยแยกเก็บในภาชนะที่ถูกต้องและเหมาะสม ภาชนะบรรจุของเสียมี 3 ประเภทหลักๆ ได้แก่

- ภาชนะประเภทโลหะ เป็นภาชนะที่มีความทนทานแข็งแรง และป้องกันแสงสว่างได้ดี แต่โลหะจะสามารถทำปฏิกิริยากับสารที่มีความเป็นกรดและด่าง เกิดการกัดกร่อนได้ง่าย

- ภาชนะประเภทแก้ว เป็นภาชนะที่เหมาะสมในการบรรจุสารเคมี เนื่องจากแก้วเป็นวัสดุที่มีโครงสร้างแข็งแรง ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมี ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นและอากาศได้ดีทำให้สามารถเก็บสารที่ระเหยไว้ได้ดี แต่มีราคาแพง และมีน้ำหนักมาก

- ภาชนะประเภทพลาสติก เป็นภาชนะที่มีน้ำหนักเบา ราคาถูก มีความยืดหยุ่นสูง สามารถป้องกันการซึมผ่านของความชื้นและอากาศได้ค่อนข้างดี การเลือกภาชนะบรรจุที่เหมาะสมกับของเสียแต่ละประเภทจะช่วยป้องกันอันตรายจากการกัดกร่อน การระเบิด หรืออันตรายอื่นๆ

ภาชนะที่แนะนำสำหรับบรรจุของเสียทั้ง 7 ประเภทก็คือ ถังโพลีเอทิลีนประเภทความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene : HDPE) มีฝาปิดสนิท มีหูหิ้วหรือมือจับเพื่อให้สามารถยกหรือเคลื่อนย้ายได้สะดวก ซึ่งข้อดีของถังโพลีเอทิลีนประเภทความหนาแน่นสูงก็คือ มีราคาถูก น้ำหนักเบา สามารถบรรจุกรด ด่าง ตัวออกซิไดส์ที่มีความรุนแรงได้ดี และมีสภาพเฉื่อยต่อการทำปฏิกิริยา หรือสามารถเก็บไว้ในขวดแก้วมีฝาปิดมิดชิดแทน แต่ก็ควรระมัดระวังในการเคลื่อนย้ายเพราะอาจเกิดอันตรายจากการแตกของภาชนะได้ และเพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายอาจใช้ขวดแก้วที่บรรจุสารเคมีเดิมเพื่อเป็นภาชนะบรรจุของเสีย โดยของเสียที่ควรหลีกเลี่ยงการใช้ภาชนะประเภทแก้วในการบรรจุคือของเสียประเภทน้ำมัน เนื่องจากน้ำมันไม่มีฤทธิ์กัดกร่อน สามารถใช้ภาชนะประเภทพลาสติกในการบรรจุ เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากการเคลื่อนย้ายของเสียที่อาจเกิดจากขวดแก้วได้ โดยในการบรรจุของเสียควรบรรจุร้อยละ 80 ของภาชนะบรรจุ เพื่อป้องกันการระเบิดเนื่องจากแรงดันที่เกิดขึ้นจากของเสียและการเกิดอันตรายจากการเคลื่อนย้ายของเสียไปยังสถานที่จัดเก็บรวม

2. ฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสีย

ฉลากปิดภาชนะมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการจัดเก็บและจัดการของเสีย โดยฉลากปิดภาชนะช่วยในการป้องกันไม่ให้เกิดการปนกันของของเสียแต่ละประเภทซึ่งอาจทำให้เกิดปฏิกิริยารุนแรงหรือเกิดระเบิดในกรณีที่เป็นสารที่เข้ากันไม่ได้ ฉลากควรมีขนาดใหญ่เห็นได้ชัดเจน โดยฉลากปิดภาชนะของเสียจะมี 2 แบบด้วยกันคือ ฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ทราบรายละเอียดเกี่ยวกับของเสียที่มีอยู่ในภาชนะ และฉลากปิดภาชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับผู้จัดเก็บของเสีย เพื่อสรุปปริมาณของเสียในภาชนะเป็นร้อยละของปริมาณที่บรรจุซึ่งสะดวกต่อการนำไปบำบัดและกำจัด

2.1 ฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ (ดังรูปที่ 2-3) เป็นฉลากที่ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการหรือผู้เติมของเสียลงภาชนะ จะต้องบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับของเสียลงไปบนฉลาก โดยฉลากประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

- แหล่งที่มา เพื่อให้ทราบว่าของเสียนั้นเกิดจากห้องปฏิบัติการใด
- หมายเลขของเสีย เพื่อให้ทราบถึงประเภทของเสียและช่วยให้สะดวกต่อการจัดเก็บและการจัดการของเสีย โดยหมายเลขของเสียนั้นจะเป็นตามประเภทของเสียที่จำแนกไว้ดัง 7 ประเภทข้างต้น
- วันที่เริ่มและวันที่สิ้นสุดการบรรจุของเสีย เพื่อให้ทราบถึงช่วงเวลาที่จัดเก็บของเสีย
- ลำดับ หมายถึง ลำดับหรือครั้งที่บรรจุของเสียลงภาชนะ
- ส่วนประกอบของเสียหรือชื่อสารเคมี
- ปริมาณของเสีย เพื่อให้ทราบปริมาณของเสียที่บรรจุในภาชนะ ซึ่งอาจระบุเป็นปริมาณรวมและเปอร์เซ็นต์ของแต่ละส่วนประกอบ หรือปริมาณของแต่ละส่วนประกอบ โดยปริมาณอาจเป็นปริมาตรหรือน้ำหนัก ซึ่งจะต้องเขียนหน่วยกำกับทุกครั้งเพื่อป้องกันการผิดพลาด
- ชื่อผู้บรรจุ

ของเสียห้องปฏิบัติการ

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

ห้องปฏิบัติการ __________ หมายเลขของเสีย __________

วันที่เริ่มบรรจุ __________ วันที่สิ้นสุดการบรรจุ __________

ลำดับ	ส่วนประกอบของเสีย	ปริมาณของเสีย			ชื่อผู้บรรจุ
		% ส่วนประกอบ	ปริมาณรวม	ปริมาณส่วนประกอบ	

* ใช้ดินสอในการบันทึกเท่านั้น

รูปที่ 2 ฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสียสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเสียห้องปฏิบัติการ

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
ห้องปฏิบัติการ ChE 605 หมายเลขของเสีย 3
วันที่เริ่มบรรจุ 23/08/2549 วันที่สิ้นสุดการบรรจุ 30/11/2549

ลำดับ	ส่วนประกอบของเสีย (ชื่อสารเคมี)	ปริมาณของเสีย			ชื่อผู้บรรจุ
		% ส่วนประกอบ	ปริมาณรวม	ปริมาณส่วนประกอบ	
1	Nitric acid Potassium permanganate Paraffin			25 ml 10 ml 20 ml	ดี รักชาติ
2	Sulfuric acid Hydrochloric acid	60 40	70 ml		สวย รักดี

* ใช้ดินสอในการบันทึกเท่านั้น

รูปที่ 3 ตัวอย่างการเขียนฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสียสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

2.2 ฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้จัดเก็บของเสีย (ดังรูปที่ 4-5) ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับ

- แหล่งที่มา เพื่อให้ทราบว่าของเสียนั้นเกิดจากห้องปฏิบัติการใด
- หมายเลขของเสีย เพื่อให้ทราบถึงประเภทของเสียและช่วยให้สะดวกต่อการจัดเก็บและการจัดการของเสีย โดยหมายเลขของเสียนั้นจะเป็นตามประเภทของเสียที่จำแนกไว้ดัง 7 ประเภทข้างต้น
- วันที่เริ่มและวันที่สิ้นสุดการบรรจุของเสีย เพื่อให้ทราบถึงช่วงเวลาที่จัดเก็บของเสีย
- ปริมาณรวม หมายถึง ปริมาณของเสียทั้งหมดที่มีในภาชนะบรรจุ ซึ่งอาจจะเป็นปริมาตรหรือน้ำหนักก็ได้
- ชื่อผู้จัดเก็บ
- ส่วนประกอบของเสียหรือชื่อสารเคมี
- เปอร์เซนต์ของเสียที่มีแต่ละส่วนประกอบ

โดยการเขียนข้อมูลในฉลากทุกครั้งควรเขียนให้ชัดเจนและครบถ้วน และจะต้องบันทึกโดยใช้ดินสอเท่านั้น เพื่อที่จะสามารถแก้ไขได้ง่ายกรณีมีข้อผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเสียห้องปฏิบัติการ

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

ห้องปฏิบัติการ ______________ หมายเลขของเสีย ________________

วันที่เริ่มบรรจุ ______________ วันที่สิ้นสุดการบรรจุ ______________

ปริมาณรวม ______________ ชื่อผู้จัดเก็บ ____________________

ส่วนประกอบของเสีย	%	ส่วนประกอบของเสีย	%

* ใช้ดินสอในการบันทึกเท่านั้น

รูปที่ 4 ฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้จัดเก็บของเสีย

ของเสียห้องปฏิบัติการ

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์

ห้องปฏิบัติการ ChE 605 หมายเลขของเสีย 3

วันที่เริ่มบรรจุ 23/08/2549 วันที่สิ้นสุดการบรรจุ 30/11/2549

ปริมาณรวม 125 ml ชื่อผู้จัดเก็บ ธรรมชาติ รักสิ่งแวดล้อม

ส่วนประกอบของเสีย (ชื่อสารเคมี)	%	ส่วนประกอบของเสีย	%
Nitric acid	20		
Potassium permanganate	8		
Paraffin	16		
Sulfuric acid	34		
Hydrochloric acid	22		

* ใช้ดินสอในการบันทึกเท่านั้น

รูปที่ 5 ตัวอย่างการเขียนฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้จัดเก็บของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สถานที่จัดเก็บของเสีย

สถานที่จัดเก็บของเสียจะแบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ๆ คือ สถานที่จัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการ และสถานที่จัดเก็บของเสียรวม

3.1 สถานที่จัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ ควรมีอากาศถ่ายเทสะดวก ควรจัดเก็บของเสียห่างจากแหล่งกำเนิดแสง ส่วนที่ปฏิบัติการ และจัดเก็บของเสียที่อาจเกิดปฏิกิริยาให้ห่างกัน เมื่อมีของเสียบรรจุถึงร้อยละ 80 ของภาชนะบรรจุให้แจ้งหน่วยงานจัดเก็บทันที เพื่อนำไปเก็บยังสถานที่จัดเก็บของเสียรวม

3.2 สถานที่จัดเก็บของเสียรวม จะเป็นแหล่งรวมของเสียจากห้องปฏิบัติการต่างๆ โดยจะเก็บของเสียแต่ละประเภทจนถึงปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการส่งไปบำบัดหรือกำจัดยังหน่วยงานที่ทำหน้าที่บำบัดหรือกำจัดของเสีย โดยสถานที่จัดเก็บของเสียรวมจะเป็นห้องหรือสถานที่ที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก แสงแดดเข้าไม่ถึง และต้องเป็นที่ที่ไม่มีคนเข้าไปทำงานในบริเวณนั้นๆ และจะจัดเก็บโดยใช้ตู้จำนวนอย่างน้อย 6 ตู้ ซึ่งจำนวนตู้ที่ใช้จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสม โดยรายละเอียดเกี่ยวกับการจัดวางสถานที่จัดเก็บของเสียรวม มีดังนี้

ตู้ที่ 1 จัดเก็บของเสียประเภทที่ 1 คือ ของเสียประเภทตัวทำละลายและน้ำมัน

ตู้ที่ 2 จัดเก็บของเสียประเภทที่ 6 และ 7 คือ ของเสียที่ประกอบด้วยไซยาไนด์ และของเสียที่ประกอบด้วยโลหะหนัก

ตู้ที่ 3 จัดเก็บของเสียประเภทที่ 3 คือ ของเสียที่เป็นเบส

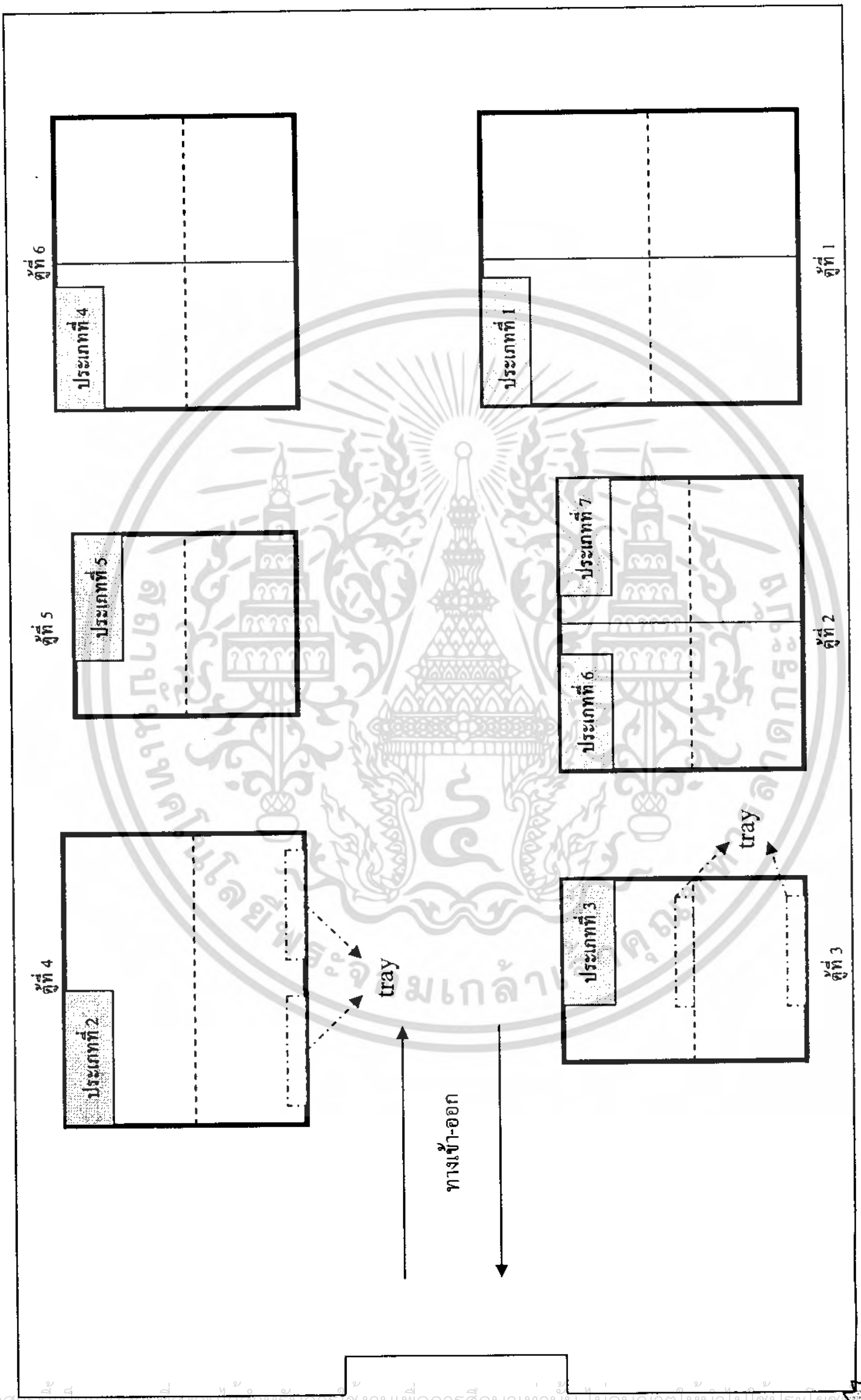
ตู้ที่ 4 จัดเก็บของเสียประเภทที่ 2 คือ ของเสียที่เป็นกรด

ตู้ที่ 5 จัดเก็บของเสียประเภทที่ 5 อยู่ในตู้เดียวกัน คือ ของเสียที่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา

ตู้ที่ 6 จัดเก็บของเสียประเภทที่ 4 คือ ของเสียประเภทเปอร์ออกไซด์และออกซิไดส์

และที่ต้องมีถาดรองกันหก (tray) ที่ตู้ที่ 3 และ 5 เพื่อป้องกันการกัดกร่อนของกรดและเบส โดยลักษณะการจัดวางตู้ต่างๆ จะจัดวางโดยอาศัยหลักการให้การจัดวางของเสียที่ติดไฟง่ายและอันตรายไว้ในส่วนในสุด ดังแสดงในรูปที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 แผนผังสถานที่จัดเก็บของเสียรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
13

การบันทึกและรายงานปริมาณของเสีย

เพื่อความสะดวกและง่ายในการจัดการของเสียในสถานที่จัดเก็บของเสียรวม และเพื่อให้ผู้จัดเก็บได้บันทึกและทราบปริมาณของเสียที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ จึงได้มีการจัดทำโปรแกรม (Microsoft Access) ซึ่งโปรแกรมนี้ช่วยให้การจัดเก็บ การค้นหาและเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็วและเป็นระบบ โดยโปรแกรมฐานข้อมูลการจัดการของเสียจะมีรายละเอียดเกี่ยวกับการบันทึกปริมาณของเสีย (ฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ) การบันทึกปริมาณของเสียรวม (ฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้จัดเก็บของเสีย) คู่มือการจำแนกประเภทของเสีย และคู่มือการจัดเก็บของเสีย เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนการใช้โปรแกรมฐานข้อมูลการจัดการของเสียมีดังต่อไปนี้

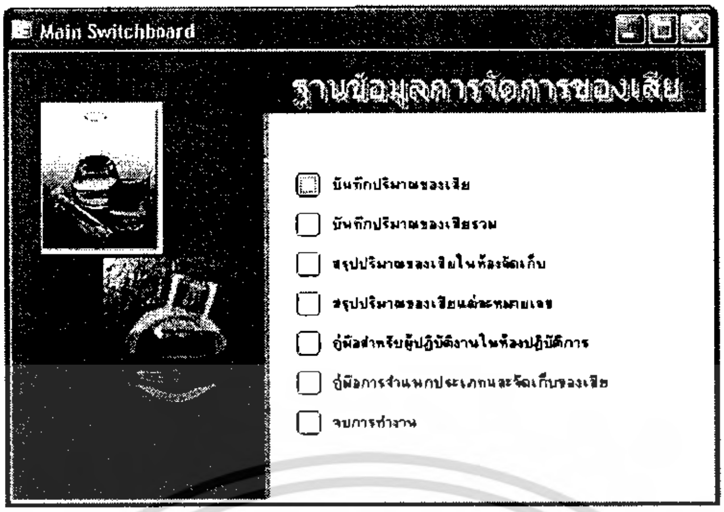
1. เมื่อเปิดโปรแกรมฐานข้อมูลการจัดการของเสีย ผู้จัดเก็บของเสียจะต้องใส่รหัสผ่านก่อนเข้าใช้ เพื่อป้องกันการปรับเปลี่ยนข้อมูล ดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 รหัสผ่านของโปรแกรมฐานข้อมูลการจัดการของเสีย

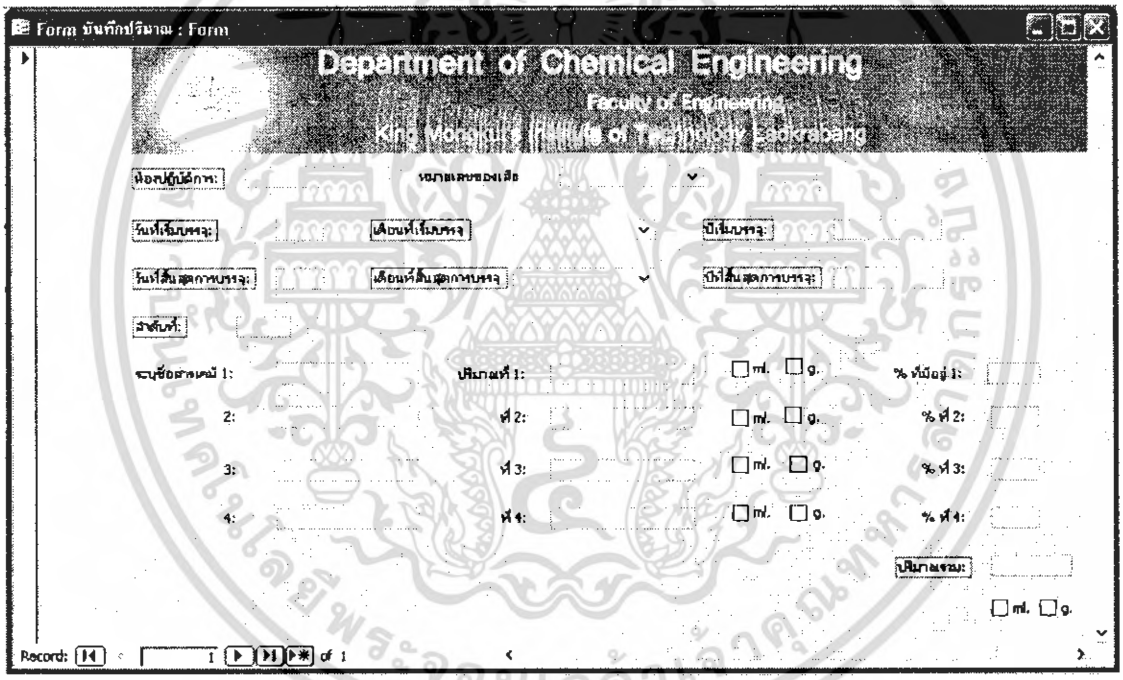
2. จากนั้นจะขึ้นหน้าเมนูหลักของฐานข้อมูลการจัดการของเสีย ซึ่งหัวข้อหน้าเมนูหลักได้แก่ การบันทึกปริมาณของเสีย การบันทึกปริมาณของเสียรวม สรุปปริมาณของเสียในห้องจัดเก็บ สรุปปริมาณของเสียแต่ละประเภท คู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ และคู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการฉบับสมบูรณ์ โดยผู้จัดเก็บสามารถเลือกหัวข้อที่มีอยู่ได้ตามที่ต้องการ ดังรูปที่ 8

3. เมื่อเลือกที่ช่องบันทึกปริมาณของเสีย ก็จะขึ้นหน้าจอใหม่โดยจะมีแบบในการบันทึกปริมาณของเสีย ดังแสดงในรูปที่ 9 ซึ่งผู้จัดเก็บของเสียจะต้องกรอกข้อมูลของเสียตามฉลากปิดภาชนะสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการให้ครบถ้วน หากผู้จัดเก็บต้องการกรอกข้อมูลลำดับหรือภาชนะต่อไปให้เลือกไปที่ ▶ และหากเสร็จสิ้นการทำงานก็ให้เลือกไปที่ ☒ เพื่อกลับไปยังหน้าเมนูหลักของฐานข้อมูลการจัดการของเสียได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



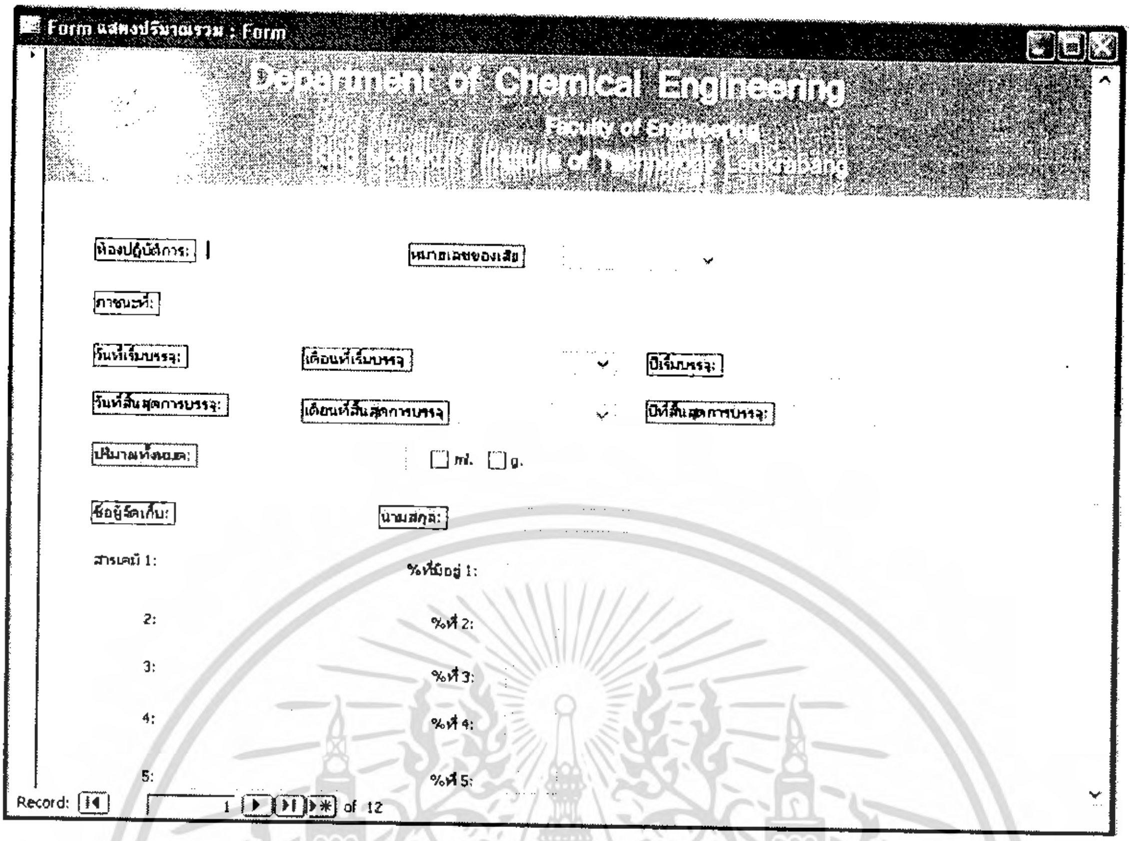
รูปที่ 8 เมนูหลักของฐานข้อมูลการจัดการของเสีย



รูปที่ 9 แบบในการบันทึกปริมาณของเสีย

4. เมื่อกลับมาหน้าเมนูหลักของฐานข้อมูลการจัดการของเสีย หากต้องการบันทึกปริมาณของเสียรวมก็เลือกไปที่ช่องบันทึกปริมาณของเสียรวม ต่อจากนั้นจะมีหน้าจอใหม่โดยจะมีแบบในการบันทึกปริมาณของเสียรวม ดังแสดงในรูปที่ 10 และเช่นเดียวกันหากผู้จัดเก็บต้องการกรอกข้อมูลภาชนะต่อไปให้เลือกไปที่ ▶ และหากเสร็จสิ้นการทำงานก็ให้เลือกไปที่ ☒ เพื่อกลับไปยังหน้าเมนูหลักของฐานข้อมูลการจัดการของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 แบบในการบันทึกปริมาณของเสียรวม

5. เมื่อกลับมาหน้าเมนูหลักของฐานข้อมูลการจัดการของเสีย หากต้องการดูรายงานปริมาณของเสียที่บันทึกแต่ละภาชนะและแต่ละหมายเลขตามเดือนต่างๆ ที่มีอยู่ในสถานที่จัดเก็บของเสียรวม ก็สามารถเลือกที่ช่องสรุปปริมาณของเสียในห้องจัดเก็บและสรุปปริมาณของเสียแต่ละประเภทได้ โดยหน้าจอที่รายงานปริมาณของเสียแต่ละภาชนะและแต่ละหมายเลขที่มีอยู่ในสถานที่จัดเก็บของเสียรวมจะแสดงดังรูปที่ 11 และ 12 ตามลำดับ หากเสร็จสิ้นการทำงานให้เลือกไปที่ ☒ เพื่อกลับไปยังหน้าเมนูหลักของฐานข้อมูลการจัดการของเสียต่อไป

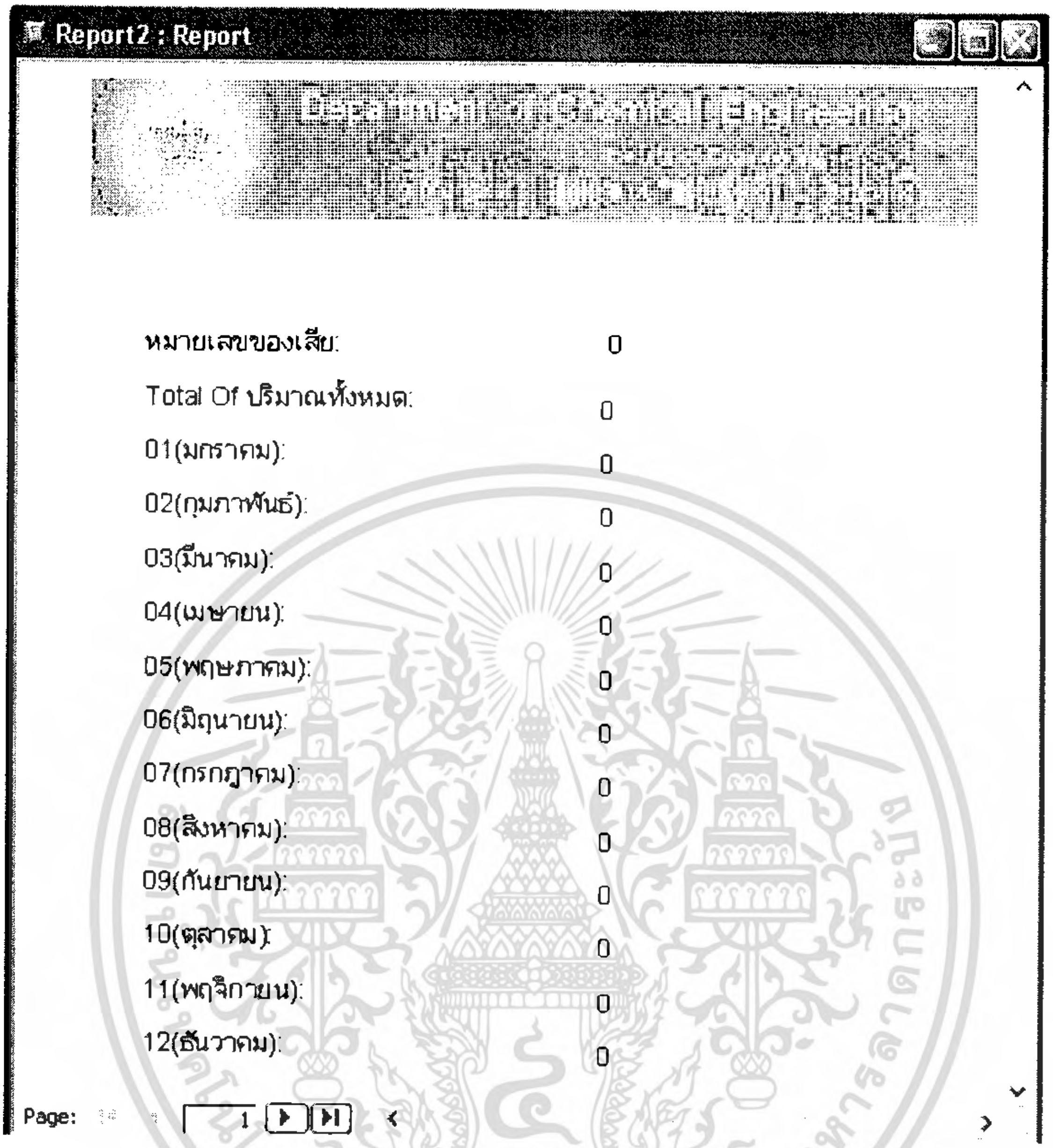
6. หากผู้จัดเก็บต้องการที่จะอ่านรายละเอียดเกี่ยวกับคู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ และคู่มือการจำแนกประเภทและจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการฉบับสมบูรณ์ ก็สามารถเลือกที่ช่องหัวข้อดังกล่าวได้ทันที หากเสร็จสิ้นการทำงานให้เลือกไปที่ ☒ เพื่อกลับไปยังหน้าเมนูหลักของฐานข้อมูลการจัดการของเสียต่อไป

7. เมื่อสิ้นสุดการทำงาน ให้กดที่ปุ่มจบการทำงานที่หน้าเมนูหลักของฐานข้อมูลการจัดการของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
16

รูปที่ 11 รายงานปริมาณของเสียแต่ละภาชนะที่มีอยู่ในสถานที่จัดเก็บรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12 รายงานปริมาณของเสียแต่ละหมายเลขตามเดือนต่างๆ ที่มีอยู่ในสถานที่จัดเก็บรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยงานบำบัดและกำจัดของเสีย

หน่วยงานที่รับบำบัดและกำจัดของเสียอันตรายและไม่อันตรายในประเทศไทยมีหลายหน่วยงาน ซึ่งแต่ละหน่วยงานก็จะกำจัดของเสียโดยวิธีการต่างกัน ซึ่งสามารถจำแนกจำแนกประเภทตามกรรมวิธีการกำจัดของเสียได้สองกลุ่มคือ กลุ่มที่ใช้วิธีการเผาในเตาเผาอุณหภูมิสูงและกลุ่มที่ใช้วิธีการฝังกลบ ซึ่งข้อมูลของบริษัทแต่ละกลุ่มแสดงได้ดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลบริษัทกลุ่มที่ใช้วิธีการเผาในเตาเผา

บริษัท	ที่อยู่	เบอร์โทรศัพท์
1. บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย (แก่งคอย) จำกัด	33/1 หมู่ 3 ถ.มิตรภาพ ต.บ้านป่า อ.แก่งคอย จ.สระบุรี 10810	(036) 242528-68
2. บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด โรงงานท่าหลวง	1 หมู่ที่ 9 ถ.พัฒน์พงษ์ ต.บ้านครัว อ.บ้านหมอ จ.สระบุรี 18270	(036) 287000
3. บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน)	99 หมู่ 9 ถ.มิตรภาพ ต.ทับกวาง อ.แก่งคอย จ.สระบุรี 18260	(036) 240930
4. บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)	299 หมู่ที่ 5 ถ.มิตรภาพ ต.ทับกวาง อ.แก่งคอย จ.สระบุรี 18260	(036) 339111

ตารางที่ 2 ข้อมูลบริษัทกลุ่มที่ใช้วิธีการฝังกลบ

บริษัท	ที่อยู่	เบอร์โทรศัพท์
1. บริษัท บริหารและพัฒนาเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำกัด (มหาชน) (GENCO)	5 ถ.เมืองใหม่มาบตาพุดสาย 6 ต.ห้วยโป่ง อ.เมือง จ.ระยอง 21150	(038) 684096-101
2. บริษัท โปรเฟสชั่นแนล เวสต์ เทคโนโลยี (1999) จำกัด	234 หมู่ที่ 7 ต.โนนหมากเค็ง อ.วัฒนานคร จ.สระแก้ว	(02) 2617000

โดยข้อมูลรายละเอียดประเภทของของเสียที่บริษัท บริหารและพัฒนาเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำกัด (มหาชน) จำแนกมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 การกำจัดของเสียอินทรีย์จากห้องปฏิบัติการ โดยวิธีการเผาในเตาเผาอุณหภูมิสูง

กลุ่ม	กลุ่มย่อย	รายละเอียดกลุ่มย่อย	ตัวอย่าง	ค่าบำบัดที่น้ำหนัก 0-100 kg	ค่าบำบัดที่น้ำหนัก >100 (ต่อ kg)
Solid	Acid Solid Fuel	กากของแข็งอินทรีย์หรือของผสมที่เป็นของแข็ง มีองค์ประกอบของสารอินทรีย์คุณสมบัติเป็นกรด pH 1-5	กรดเบนโซอิก กรดออกซิลิก	4,000 บาท	19.9 บาท
	Solid Fuel	กากของแข็งอินทรีย์หรือของผสมที่เป็นของแข็งที่มีองค์ประกอบของสารอินทรีย์คุณสมบัติเป็นกลาง pH 6-8	เกลือของสารประกอบอินทรีย์	4,000 บาท	15 บาท
	Basic Solid Fuel	กากของแข็งอินทรีย์หรือของผสมที่เป็นของแข็งที่มีองค์ประกอบของสารอินทรีย์คุณสมบัติเป็นด่าง pH 9-14	เกลือของสารประกอบอินทรีย์	4,000 บาท	19.9 บาท
Liquid	Acid Liquid Fuel	ของเหลว ตัวทำละลายอินทรีย์หรือสารละลายของเหลวที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ pH 1-5	กรดอะซิติก อะซิติกแอนไฮไดรด์	4,000 บาท	19.9 บาท
	Liquid Fuel	ของเหลว ตัวทำละลายอินทรีย์หรือสารละลายของเหลวที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ pH 6-8	น้ำมันประเภทต่างๆ โทลูอีน เฮกเซน อะซิโตน สารละลายน้ำแป้ง	4,000 บาท	19.9 บาท
	Basic Solid Fuel	ของเหลว ตัวทำละลายอินทรีย์หรือสารละลายของเหลวที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ pH >8	เอมีน สารละลายแอมโมเนีย	4,000 บาท	19.9 บาท
Halogen compound	Halogenated Liquid Fuel Halogenated Solid Fuel	สารประกอบของเหลวอินทรีย์ที่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ สารประกอบของแข็งอินทรีย์ที่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ	คลอโรฟอร์ม เมทิลลีนคลอไรด์ ไอโอดีน	4,000 บาท	19.9 บาท
Organic peroxide		สารประกอบประเภทเปอร์ออกไซด์	เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์	4,000 บาท	19.9 บาท
Cyanide		สารประกอบกลุ่มไนไตรล์	อะคริโตรไนไตรล์	8,000 บาท	50 บาท

แหล่งที่มา : บริษัท บริหารและพัฒนาเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
20

ตารางที่ 2 การกำจัดของเสียอนินทรีย์จากห้องปฏิบัติการ โดยวิธีปรับเสถียร แล้วฝังกลบ

กลุ่ม	กลุ่มย่อย	รายละเอียดกลุ่มย่อย	ตัวอย่าง	ค่าบำบัดที่น้ำหนัก 0-100 kg	ค่าบำบัดที่น้ำหนัก >100 (ต่อ kg)
Solid	Acid Solid Stabilize	กากของแข็งอนินทรีย์หรือของผสมที่เป็นของแข็ง มีองค์ประกอบของสารอนินทรีย์คุณสมบัติเป็นกรด pH 1-5	กรดบอริค ไดฟอสฟอรัส เพนท็อกไซด์	4,000 บาท	19.9 บาท
	Solid stabilize	กากของแข็งอนินทรีย์หรือของผสมที่เป็นของแข็งที่มีองค์ประกอบของสารอนินทรีย์คุณสมบัติเป็นกลาง pH 6-8 รวมถึงขยะอันตรายประเภทต่างๆ	เกลือประเภทต่างๆ สารประกอบออกไซด์โลหะ (ยกเว้น ลิเทียม โพแทสเซียม โซเดียม) ถ่านไฟฉาย หลอดไฟ แบตเตอรี	4,000 บาท	19.9 บาท
	Basic Solid Stabilized	กากของแข็งอนินทรีย์หรือของผสมที่เป็นของแข็งที่มีองค์ประกอบของสารอนินทรีย์คุณสมบัติเป็นด่าง pH 9-14	ผงโซเดียมไฮดรอก-ไซด์	4,000 บาท	19.9 บาท
Liquid	Acid Liquid Stabilized	ของเหลว หรือสารละลายของเหลวที่มีสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบ pH 1-5	กรดอนินทรีย์ เช่น กรดไฮโดรคลอริก สารละลายกรด กรดซัลฟูริค	4,000 บาท	19.9 บาท
	Liquid Stabilized	ของเหลว หรือสารละลายของเหลวที่มีสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบ pH 6-8	สารละลายโซเดียมคลอไรด์ สารละลายโลหะหนัก	4,000 บาท	19.9 บาท
	Basic Solid Stabilized	ของเหลว หรือสารละลายของเหลวที่มีสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบ pH 1-7	สารละลายแอมโมเนีย	4,000 บาท	19.9 บาท
Oxidizing Agent	liquid	สารประกอบประเภทเปอร์ออกไซด์ กรด	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ กรดคลอมิค กรดเปอร์คลอริค	4,000 บาท	19.9 บาท
	Solid		โซเดียมเปอร์คลอเรต	4,000 บาท	19.9 บาท
Cyanide		สารประกอบพวกไซยาไนต์ หรือสารที่เกิดการเผาไหม้แล้วให้สารประกอบไซยาไนด์	โซเดียมไซยาไนด์ อะคริโตรไนไตรล์	8,000 บาท	50 บาท

แหล่งที่มา : บริษัท บริหารและพัฒนาเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
21

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
22

รายชื่อสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 3 รายชื่อสารเคมีที่จำแนกตามประเภทของเสีย

ชื่อสารเคมี	ประเภทของเสีย	หมายเลขของเสีย
A		
Acetaldehyde amyl acetatc	Solvent and Oil wastes	1
Acctic acid	Acid wastes	2
Acetone	Solvent and Oil wastes	1
Acetronitrile	Solvent and Oil wastcs	1
Acetyl chloride	Reactive wastes	5
Alcohol	Solvent and Oil wastes	1
Aluminum chloride anhydrous	Reactive wastes	5
Aluminum tribromide	Reactive wastes	5
Ammonia	Base wastes	3
Ammonium hydroxide	Base wastes	3
Ammonium nitrate	Peroxide and Oxidizing wastes	4
Ammonium persulfate	Peroxide and Oxidizing wastes	4
Anhydride acid	Reactive wastes	5
Arsenic	Heavy metal wastes	7
B		
Barium chloridc	Solvent and Oil wastes	1
Benzoic acid	Acid wastes	2
Benzene	Solvent and Oil wastes	1
Butyl alcohol	Solvent and Oil wastes	1
Butyric acid	Acid wastes	2
1-Butanol	Solvent and Oil wastes	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อสารเคมี	ประเภทของเสีย	หมายเลขของเสีย
C		
Calcium carbide	Reactive wastes	5
Calcium hydride	Reactive wastes	5
Calcium hydroxide	Base wastes	3
Calcium oxide	Reactive wastes	5
Carbon tetrachloride	Solvent and Oil wastes	1
Chloroform	Solvent and Oil wastes	1
Chlorosulonic acid	Reactive wastes	5
Chromic acid	Acid wastes	2
Chromium standard solution	Heavy metal wastes	7
Copper standard solution	Heavy metal wastes	7
Copper(II) sulfate pentahydrate	Heavy metal wastes	7
Cyanohydrin	Cyanide wastes	6
D		
Dichloroborane	Reactive wastes	5
Dichloromethane	Solvent and Oil wastes	1
Diethyl aluminum chloride	Reactive wastes	5
Diethyl ether	Solvent and Oil wastes	1
Dimethyl dichlorosilane	Solvent and Oil wastes	1
Dimethy formamide	Solvent and Oil wastes	1
Dimethyl sulfate	Solvent and Oil wastes	1
Dioxane	Solvent and Oil wastes	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
24

ชื่อสารเคมี	ประเภทของเสีย	หมายเลขของเสีย
E		
Engine oil	Solvent and Oil wastes	1
Ethanol	Solvent and Oil wastes	1
Ethanoic acid	Solvent and Oil wastes	1
Ether	Solvent and Oil wastes	1
Ethoxyethane	Solvent and Oil wastes	1
Ethyl acetate	Solvent and Oil wastes	1
Ethyl alcohol	Solvent and Oil wastes	1
F		
Ferric chloride	Heavy metal wastes	7
Ferric alum	Heavy metal wastes	7
Formaldehyde	Solvent and Oil wastes	1
Formamide	Solvent and Oil wastes	1
Formic acid	Acid wastes	2
2-Furaldehyde	Reactive wastes	5
G		
Gasoline	Solvent and Oil wastes	1
Glutaraldehyde	Base wastes	3
Glycerol ; Glycerin	Solvent and Oil wastes	1
H		
Halothane	Solvent and Oil wastes	1
Hexane	Solvent and Oil wastes	1
Hydrazine	Solvent and Oil wastes	1
Hydrochloric acid	Acid wastes	2
Hydrofluoric acid	Solvent and Oil wastes	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อสารเคมี	ประเภทของเสีย	หมายเลขของเสีย
Hydrogen peroxide	Peroxide and Oxidizing wastes	4
Hydroxylamine	Base wastes	3
I		
Iron(III) nitrate	Heavy metal wastes	7
Iron standard solution	Heavy metal wastes	7
Isobutyric acid	Acid wastes	2
Isopentyl alcohol	Acid wastes	2
L		
Lithium aluminum hydride	Reactive wastes	5
Lithium nitrate	Peroxide and Oxidizing wastes	4
Lubricating oil	Solvent and Oil wastes	1
M		
Manganese(II) sulfate	Heavy metal wastes	7
Methanol	Solvent and Oil wastes	1
Methyl butane	Solvent and Oil wastes	1
Methylene chloride	Solvent and Oil wastes	1
Mercaptoethanol	Solvent and Oil wastes	1
Mercaptoproprionic acid	Acid wastes	2
Mercury(II) chloride	Heavy metal wastes	7
N		
Nitric acid	Acid wastes	2
O		
O-nitroaniline	Solvent and Oil wastes	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อสารเคมี	ประเภทของเสีย	หมายเลขของเสีย
P		
p-Cresol	Solvent and Oil wastes	1
p-nitroaniline	Solvent and Oil wastes	1
Perchloric acid	Acid wastes	2
Periodic acid	Acid wastes	2
Phenol	Solvent and Oil wastes	1
Phosphoric acid	Acid wastes	2
Phosphorous pentachloride calcium	Reactive wastes	5
Picolene	Solvent and Oil wastes	1
Potassium chlorate	Peroxide and Oxidizing wastes	4
Potassium cyanide	Cyanide wastes	6
Potassium hydroxide	Base wastes	3
Potassium iodate	Peroxide and Oxidizing wastes	4
Potassium permanganate	Peroxide and Oxidizing wastes	4
Potassium thiocyanate	Cyanide wastes	6
Propanol	Solvent and Oil wastes	1
Proprionic acid	Acid wastes	2
Pyridine	Solvent and Oil wastes	1
2-Propanone	Solvent and Oil wastes	1
S		
Sodium borohydride	Reactive wastes	5
Sodium cyanide	Cyanide wastes	6
Sodium nitrite	Peroxide and Oxidizing wastes	4
Sodium cyanide	Cyanide wastes	6
Sodium hydroxide	Base wastes	3
Succinic acid	Acid wastes	2
Sulfuric acid	Acid wastes	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
27

ชื่อสารเคมี	ประเภทของเสีย	หมายเลขของเสีย
T		
Tetrahydrofuran	Solvent and Oil wastes	1
Tin(IV) chloride	Heavy metal wastes	7
Toluene	Flammable liquid wastes	1
Trichloromethane	Acid wastes	2
Triethylamine	Solvent and Oil wastes	1
Trifluoroacetic acid	Acid wastes	2
Trimethyl aluminum	Reactive wastes	5
Tetrahydrofuran	Solvent and Oil wastes	1
V		
Vegetable oil	Solvent and Oil wastes	1
X		
Xylene	Solvent and Oil wastes	1
Z		
Zinc standard solution	Heavy metal wastes	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
28

ภาคผนวก จ

คู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

คู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ เป็นคู่มือการจำแนกประเภทและการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการฉบับย่อ โดยจะจัดทำเป็นโปสเตอร์ติดฝาผนัง ซึ่งรายละเอียดจะประกอบด้วย

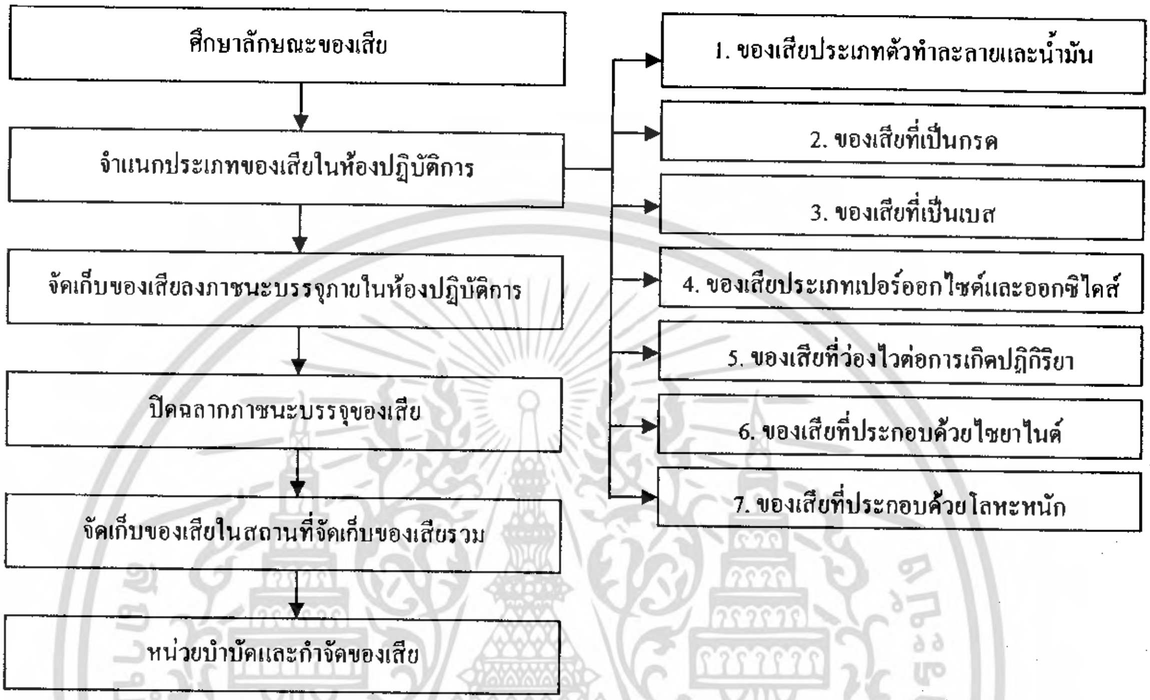
1. คำจำกัดความของของเสีย
2. ขั้นตอนการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ
3. ตัวอย่างการเขียนฉลากปิดภาชนะบรรจุของเสีย
4. ข้อแนะนำ
5. สิ่งที่พึงระวัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

ของเสีย (Wastes) หมายถึง วัสดุหรือสารเคมีต่างๆ ซึ่งอาจอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีก

ขั้นตอนการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ



ตัวอย่างการเขียนฉลากปิดภาชนะ

ของเสียห้องปฏิบัติการ

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
ห้องปฏิบัติการ ChE 605 หมายเลขของเสีย 2
วันที่เริ่มบรรจุ 23/08/2549 วันที่สิ้นสุดการบรรจุ 30/11/2549

ลำดับ	ส่วนประกอบของเสีย	ปริมาณของเสีย			ชื่อผู้บรรจุ
		% ส่วนประกอบ	ปริมาณรวม	ปริมาณส่วนประกอบ	
1	Nitric acid Potassium permanganate Paraffin			25 ml 10 ml 20 ml	ดี รักชาติ
2	Chromic acid Hydrochloric acid	60 40	50 ml 20 ml		สวย รักดี

* ใช้ดินสอในการบันทึกเท่านั้น

ข้อแนะนำ

1. จำแนกประเภทของเสียตาม 7 ประเภทข้างต้น หากไม่เป็นไปตามนั้นสามารถทิ้งได้เลย
2. ควรใช้ถังโพลีเอทิลีนประเภทความหนาแน่นสูงหรือขวดแก้วมีฝาปิดมิดชิดในการบรรจุของเสียทั้ง 7 ประเภท
3. ของเสียประเภทน้ำมันควรใช้ภาชนะประเภทพลาสติก
4. การบรรจุของเสียอาจใช้ขวดแก้วที่บรรจุสารเคมีเดิมเพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย
5. เขียนข้อมูลของเสียลงฉลากปิดภาชนะให้ครบถ้วนและชัดเจน
6. ของเสียควรบรรจุไม่เกินร้อยละ 80 ของปริมาณภาชนะ

สิ่งที่พึงระวัง

1. ห้ามเทสารที่มีปฏิกิริยาต่อกันลงในภาชนะบรรจุของเสีย
2. ห้ามของเสียที่มีองค์ประกอบอันตราย เช่น ไวไฟ ระเบิด หรือระเหยเป็นไอได้ง่ายอยู่ใกล้เตาไฟ ท่อไอน้ำ บริเวณที่ทำให้เกิดประกายไฟหรือบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง
3. ห้ามวางภาชนะบรรจุของเสียไว้ใกล้กับอ่างหรือท่อระบายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า