

ISBN 974-9878-76-0



# แนวทางการจัดการของเสียอันตราย จากห้องปฏิบัติการ

ส่วนของเสียอันตราย  
สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย  
กรมควบคุมมลพิษ



กรมควบคุมมลพิษ  
POLLUTION CONTROL DEPARTMENT

ชื่อหนังสือ : แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

ISBN : 974-9878-76-0

ผู้แต่ง : ส่วนของเสียอันตราย

สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย

กรมควบคุมมลพิษ

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

โทรศัพท์ 0-2298-2436-8

พิมพ์ครั้งที่ 1 : สิงหาคม พ.ศ. 2548

จำนวนพิมพ์ : 500 เล่ม

พิมพ์ที่ : หจก.มีเดีย เ پرس โทร : 0-2805-0239-40

---

การทำซ้ำหรือดัดแปลงหนังสือเล่มนี้ ไม่ว่าจะรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น ต้องได้รับอนุญาต  
เป็นลายลักษณ์อักษรจากกรมควบคุมมลพิษ เท่านั้น

# คำนำ

แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการเกิดความรู้ ความเข้าใจ ในการดำเนินงาน การคัดแยก การรวบรวมจัดเก็บและขนส่ง การบำบัด และการกำจัดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการที่ถูกต้องเหมาะสม

เนื้อหาที่ปรากฏในแนวทางนี้ ผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง ต้องจัดทำ รายละเอียดหลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติ ในการคัดแยก การรวบรวม จัดเก็บ และขนส่ง การบำบัด กำจัดของเสียอันตราย รวมถึงการนำของเสียจากห้องปฏิบัติการกลับมาใช้ประโยชน์ให้สอดคล้องกับประเภทห้องปฏิบัติการ และกลุ่มของเสียอันตรายที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นการควบคุมของเสียอันตรายไม่ให้แพร่กระจายส่งผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการ ตลอดจนหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน จะได้ใช้ประโยชน์แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ เพื่อป้องกัน แก้ไขปัญหามลพิษได้ เป็นการรักษาคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ดีต่อไป

สิงหาคม 2548

สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย

กรมควบคุมมลพิษ

# สารบัญ

	หน้า
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1-1
1.2 วัตถุประสงค์	1-2
1.3 นิยาม	1-2
1.4 แหล่งกำเนิดของเสียอันตราย	1-3
1.4.1 ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ เกสซ์วิทยา และ ทันตกรรมรวมทั้งห้องปฏิบัติการในโรงพยาบาล	1-4
1.4.2 ห้องปฏิบัติการในสถาบันการศึกษา	1-4
1.4.3 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์/ปฏิบัติการพัฒนาและวิจัย	1-4
1.4.4 ห้องปฏิบัติการทดสอบสินค้า/ควบคุมคุณภาพ	1-5
1.5 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง	1-5
1.5.1 กฎหมายที่ควบคุมของเสียอันตรายโดยตรง	1-5
1.5.2 กฎหมายที่ควบคุมกิจการที่ก่อให้เกิดมลพิษ ประเภทของเสียอันตราย	1-5
1.5.3 กฎหมายที่ควบคุมมลพิษจากของเสียอันตราย ทั่วไป	1-6
1.6 แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ	1-7
<b>บทที่ 2 ประเภทและการแบ่งกลุ่มของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ</b>	
2.1 ประเภทของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ	2-1
2.1.1 ของเสียสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ	2-2
2.1.2 ของเสียติดเชื้อ	2-3
2.1.3 ของเสียกัมมันตรังสี	2-3

## สารบัญ(ต่อ)

2.2	การแบ่งกลุ่มของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ	2-3
2.2.1	ของเสียสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ	2-3
2.2.2	ของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ	2-5
2.2.3	ของเสียกัมมันตรังสีจากห้องปฏิบัติการ	2-6
2.2.4	ของเสียที่มีสมบัติเป็นก๊าซ ไอโลหะและ ละอองสารเคมี	2-7
<b>บทที่ 3</b>	<b>การทดสอบเพื่อบ่งชี้ชนิดของของเสียสารเคมี จากห้องปฏิบัติการ</b>	
3.1	การทดสอบตามสมบัติของของเสียสารเคมี	3-1
3.2	การทดสอบตามองค์ประกอบของของเสียสารเคมี	3-3
<b>บทที่ 4</b>	<b>การรวบรวม จัดเก็บและขนส่งของเสียอันตรายจาก ห้องปฏิบัติการ</b>	
4.1	การเก็บรวบรวมของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ	4-1
4.1.1	การเก็บรวบรวมของเสียสารเคมี	4-2
4.1.2	การเก็บรวบรวมของเสียติดเชื้อ	4-3
4.1.3	การเก็บรวบรวมของเสียกัมมันตรังสี	4-4
4.2	การบรรจุของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ	4-5
4.2.1	การบรรจุของเสียสารเคมี	4-5
4.2.2	การบรรจุของเสียติดเชื้อ	4-6
4.2.3	การบรรจุของเสียกัมมันตรังสี	4-6
4.3	ภาชนะที่บรรจุและสถานที่เก็บกัก	4-7
4.4	การติดฉลากบนภาชนะที่บรรจุและการปิดผนึก ขวดของเสีย	4-10
4.4.1	การติดฉลาก	4-10

## สารบัญ(ต่อ)

4.4.2 การปิดผนึก	4-10
4.5 การขนส่งของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ	4-11
4.5.1 การขนส่งของเสียสารเคมี	4-11
4.5.2 การขนส่งของเสียติดเชื้อ	4-12
4.5.3 การขนส่งของเสียกัมมันตรังสี	4-14

### บทที่ 5 การบำบัดและกำจัดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

5.1 วิธีการบำบัดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ	5-1
5.1.1 การบำบัดของเสียสารเคมีที่เป็นของเสียทั่วไป	5-2
5.1.2 การบำบัดของเสียอันตรายจำพวกสารเคมี	5-3
5.1.3 การบำบัดของเสียประเภทของเสียติดเชื้อ	5-14
5.1.4 การบำบัดของเสียอันตรายประเภทกากกัมมันตรังสี	5-14
5.2 การกำจัดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ	5-14
5.2.1 การทำให้เป็นกลาง (Neutralization)	5-15
5.2.2 การแยก (Separation)	5-15
5.2.3 การตกตะกอน (Precipitation)	5-15
5.2.4 การออกซิไดซ์-การรีดิวซ์ (Oxidation-Reduction)	5-16
5.2.5 การเผา (Incineration)	5-16
5.2.6 การปรับเสถียร/การทำแข็ง (Stabilization/ Solidification)	5-17
5.2.7 การฝังกลบแบบปลอดภัย (Secure landfill)	5-18
5.2.8 การกำจัดของเสียอันตรายที่อยู่ในรูปก๊าซ	5-18
5.2.9 การกำจัดของเสียอันตรายติดเชื้อ	5-19
5.2.10 การกำจัดของเสียกัมมันตรังสี	5-20

## สารบัญ(ต่อ)

<b>บทที่ 6</b>	<b>การนำของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ กลับมาใช้ประโยชน์</b>	
6.1	ของเสียอันตรายที่สามารถส่งคืนผู้ผลิต/ จำหน่ายได้	6-1
6.2	ของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Reuse)	6-2
6.3	ของเสียที่รีไซเคิลได้ (Recycle)	6-2
6.4	ของเสียที่นำคืนกลับ (Recover)	6-2
6.4.1	การกลั่นตัวทำละลาย (Distillation of Solvents)	6-2
6.4.2	การระเหย (Evaporation)	6-6
6.4.3	การแยกชั้น (Phase separation)	6-6
6.4.4	การผสมใช้เป็นเชื้อเพลิง (Fuel Blending)	6-6
<b>เอกสารอ้างอิง</b>		<b>6-8</b>
<b>ภาคผนวก</b>		
ผ-ก	รายละเอียดประเภทของเสียอันตราย	ก-1
ผ-ข	ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการตามระบบเอกสาร กำกับการณ์ขนส่งของเสียอันตราย	ข-1
ผ-ค	บัญชี ข.แนบท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องบัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ.2538	ค-1
ผ-ง	รายชื่อสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้	ง-1
ผ-จ	การติดฉลากและข้อมูลของเสียอันตราย	จ-1
ผ-ฉ	ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ	ฉ-1
ผ-ช	หน่วยงานกำกับดูแลวัตถุอันตรายและ ของเสียอันตรายและความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ	ช-1

# สารบัญรูป

การจัดห้องปฏิบัติการ	I
การจัดการด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ	II
การจัดการด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ(ต่อ)	III
การตัดแยกและกักเก็บของเสียอันตราย (สารเคมี) จากห้องปฏิบัติการก่อนนำไปกำจัด	IV
การบำบัดและกำจัดของเสียจากห้องปฏิบัติการ	V



# การจัดห้องปฏิบัติการ



การใช้งานอุปกรณ์ห้องปฏิบัติการเมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานให้นำสารเคมีของเสีย ภาชนะ และอุปกรณ์ออกจากผู้ดูแลควั่น



การจัดเก็บ/จัดวางอุปกรณ์และเครื่องแก้วให้เป็นระเบียบ สะดวกในการนำมาใช้งาน



ตู้เก็บแยกประเภทสารเคมี



การจัดเก็บสารเคมีประเภทเดียวกันไว้ในตู้



การเก็บของเสียอันตราย (ของเสียสารเคมี) ต้องแยกประเภทของเสียที่เข้ากันไม่ได้ออกจากกัน



การจัดวางถังก๊าซ/ให้วางให้ถูกลักษณะ มีโซ่คล้องป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ จากการเคลื่อนย้ายหรือล้มกระแทก





## การจัดการด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ



มีป้ายการใช้สารเคมี  
อย่างปลอดภัย



จัดให้มีห้องปฐมพยาบาล  
หรือตู้ยา



ฝึกบ้วนสำหรับอาบน้ำและชะล้าง  
สารเคมีออกจากร่างกาย



## การจัดการด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ (ต่อ)



อ่างล้างตาเมื่อเกิดอุบัติเหตุต้อง  
ติดตั้งไว้ในห้องปฏิบัติการ



อุปกรณ์ดับเพลิง



ทางหนีไฟต้องมีป้ายลูกศรบอกทาง  
และไม่มีสิ่งของกีดขวางเส้นทาง





## การคัดแยกและกักเก็บของเสียอันตราย(สารเคมี) จากห้องปฏิบัติการก่อนนำไปกำจัด



การคัดแยกและบรรจุของเสีย  
ใส่ภาชนะในห้องปฏิบัติการ



กระบะรองภาชนะเก็บของเสียไว้ใน  
ห้องปฏิบัติการ หากปริมาณ  
ของเสียมากพอสมควร ให้นำไปไว้  
ในห้องเก็บหรือเคลื่อนย้ายไปยังที่  
เก็บสะสมของเสียส่วนกลาง



การรวบรวมเก็บกักของเสีย  
เพื่อรอการเก็บขนไปกำจัด



รถเก็บขนของเสียไปกำจัด



## การบำบัดและกำจัดของเสียจากห้องปฏิบัติการ



การบำบัดน้ำเสียที่มีโลหะหนักด้วย  
วิธีการตกตะกอนและน้ำตะกอนส่ง  
กำจัดต่อไป



เตาเผาขยะติดเชื้อ



วิธีการฝังกลบแบบปลอดภัย (Secure landfill)







# บทที่

# 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ห้องปฏิบัติการทดลองเป็นแหล่งก่อกำเนิดมลพิษที่สำคัญแห่งหนึ่งของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทดลองต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการมีทั้งของเสียอันตราย และของเสียที่ไม่เป็นอันตราย ซึ่งอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ โดยของเสียอันตรายที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่จะเป็นของเสียที่เป็นของเหลว และของแข็ง ได้แก่ ของเสียติดไฟ ของเสียกัดกร่อน ของเสียเป็นพิษ ของเสียไวไฟ ปฏิกริยา ของเสียติดเชื้อ ของเสียกัมมันตรังสี เป็นต้น ของเสียอันตรายเหล่านี้สามารถ ก่อให้เกิดอันตรายทั้งต่อผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ และก่อให้เกิดปัญหามลพิษได้หากปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม

ห้องปฏิบัติการทดลองส่วนใหญ่ในประเทศไทยปัจจุบันยังไม่มีระบบบำบัดและกำจัดของเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ จากการทดลองอย่างเหมาะสม ของเสียอันตรายส่วนหนึ่งจะถูกทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำโดยมิได้ผ่านการบำบัดอย่างถูกต้อง หรือผ่านการบำบัดไม่สมบูรณ์ส่งผลให้ของเสียเหล่านั้นยังคงมีความเป็นอันตรายแฝงอยู่ และของเสียเหล่านั้นก็จะไหลไปรวมกับท่อน้ำทิ้งรวม และถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะต่อไป นอกจากนี้พบว่าของเสียอีกส่วนหนึ่งถูกเก็บรวบรวมไว้ในภาชนะต่าง ๆ เช่น ขวดแก้ว ขวดพลาสติก ถึงพลาสติก ถึงโลหะ เป็นต้น โดยจะถูกรวบรวมไว้ในห้องปฏิบัติการ เพื่อรอการนำไปกำจัดอย่างเหมาะสมต่อไป โดยของเสียเหล่านี้ได้สะสมเพิ่มจำนวนมากขึ้นทุกขณะ ในขณะที่ศูนย์บริการรับกำจัดของเสียอันตรายภายในประเทศไทยยังไม่สามารถรับกำจัดของเสียเหล่านี้ได้ทั้งหมด

สถานการณ์ดังกล่าวก่อให้เกิดความเสี่ยงสูงในการเกิดอันตราย หากภาชนะที่บรรจุของเสียนั้นชำรุดหรือมีการรั่วไหล

นอกจากนี้ การขาดความรู้ ความเข้าใจ ในการจัดการของเสียอันตรายอย่างเหมาะสมของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ยังอาจส่งผลให้ของเสียอันตรายมีโอกาสปะทะกระจายสู่สิ่งแวดล้อม และก่อให้เกิดปัญหามลพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน และสร้างความเสียหายแก่สภาพแวดล้อมได้

ในการนี้ กรมควบคุมมลพิษ ได้ตระหนักถึงความสำคัญ และความจำเป็นเร่งด่วนในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงได้จัดทำแนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการขึ้น เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการได้ใช้เป็นแนวทางในการลดปริมาณของเสีย การบำบัด การกำจัดของเสียอันตรายที่เกิดจากกระบวนการต่าง ๆ ภายในห้องปฏิบัติการ อีกทั้งช่วยป้องกัน และลดปัญหามลพิษอันเกิดจากของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการได้

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นแนวทางในการลดปริมาณการเกิดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ
2. เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการบำบัด และกำจัดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ
3. เพื่อเป็นเครื่องมือในการลดปัญหามลพิษและการปนเปื้อนของของเสียอันตรายจาก ห้องปฏิบัติการสู่สิ่งแวดล้อม
4. เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันอันตราย และแก้ปัญหาอันเกิดจากของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ

## 1.3 นิยาม

ของเสีย (wastes) หมายถึง ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล น้ำเสีย อากาศเสีย มลพิษ หรือวัตถุอื่นใดก็ตาม ซึ่งถูกปล่อยทิ้งหรือมีที่มาจากแหล่งกำเนิดมลพิษ รวมทั้งภาคตะกอนหรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ทั้งที่อยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535



วัตถุอันตราย (hazardous substance) หมายถึง วัตถุระเบิดได้ วัตถุไวไฟ วัตถุออกซิไดซ์ และวัตถุเปอร์ออกไซด์ วัตถุมีพิษ วัตถุที่ทำให้เกิดโรค วัตถุแก๊มมันตรังสี วัตถุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุกัดกร่อน วัตถุที่ทำให้เกิดการระคายเคือง วัตถุอย่างอื่นไม่ว่าเคมีภัณฑ์หรือสิ่งอื่นใดที่ทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สินหรือสิ่งแวดล้อม ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการจึง หมายถึง ของเสียใดๆ ที่มีองค์ประกอบหรือปนเปื้อนวัตถุอันตรายชนิดต่างๆ ได้แก่ วัตถุระเบิด วัตถุไวไฟ วัตถุออกซิไดซ์ และวัตถุเปอร์ออกไซด์ วัตถุมีพิษ วัตถุที่ทำให้เกิดโรค วัตถุแก๊มมันตรังสี วัตถุที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุกัดกร่อน วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง วัตถุอย่างอื่นไม่ว่าจะเป็นเคมีภัณฑ์ หรือสิ่งอื่นใดที่ทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม ซึ่งของเสียดังกล่าวเกิดจากกิจกรรมในห้องปฏิบัติการ ของเสียอันตรายที่มักพบเสมอในห้องปฏิบัติการ ได้แก่

- 1) ตัวทำละลาย (Solvent) ที่ใช้ในการทำความสะอาด, การสกัด และ กระบวนการอื่นๆ
- 2) ตัวรีเอเจนต์ (Reagent) ที่ไม่ใช่แล้ว เสื่อมสภาพ หรือถูกปนเปื้อน
- 3) ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีทั้งที่ทราบและไม่ทราบองค์ประกอบ
- 4) วัตถุอื่นๆ ที่ถูกปนเปื้อน เช่น เครื่องแก้ว, พลาสติก, ถุงมือ, กระดาษ ฯลฯ ซึ่งสามารถตรวจสอบประเภทของของเสียอันตรายจากภาคผนวก ก

#### 1.4 แหล่งกำเนิดของเสียอันตราย

แหล่งกำเนิดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการมีที่มาจากโรงพยาบาล ห้องปฏิบัติการในมหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน ห้องปฏิบัติการเอกชน และ ห้องปฏิบัติการของหน่วยงานราชการ ซึ่งห้องปฏิบัติการที่มีการใช้สารเคมี ย่อมก่อให้เกิดของเสียอันตราย สามารถแบ่งห้องปฏิบัติการตามลักษณะการดำเนินการได้ ดังนี้

#### 1.4.1 ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ เภสัชวิทยา และทันตกรรม รวมทั้งห้องปฏิบัติการในโรงพยาบาล

โรงพยาบาลและสถานพยาบาลเป็นแหล่งกำเนิดของเสียอันตรายหลายชนิดซึ่งบริเวณโดยรอบสามารถเกิดของเสียอันตรายได้เกือบทุกที่ไม่เพียงแต่ห้องปฏิบัติการเท่านั้น ของเสียอันตรายดังกล่าว ได้แก่ ของเสียจากสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดรักษาโรค ฟอิร์มาลดีไฮด์ สารเคมีในกระบวนการถ่ายภาพ ตัวทำละลาย ปุ๋ย สารเคมีเป็นพิษ สารที่มีสมบัติกัดกร่อนและสารเคมีอื่นๆ สารกัมมันตรังสี ก๊าซพิษ ของเสียติดเชื้อ และวัสดุที่ปนเปื้อนของเสียติดเชื้อ เป็นต้น

#### 1.4.2 ห้องปฏิบัติการในสถาบันการศึกษา เช่น ห้องทดลองของมหาวิทยาลัย วิทยาลัย และ โรงเรียน รวมทั้งห้องปฏิบัติการของหน่วยงานด้านการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์

ของเสียจากห้องปฏิบัติการในสถาบันการศึกษาส่วนมากเกิดจากห้องปฏิบัติการทดลอง โดยมีแหล่งกำเนิดหลักของเสียทางเคมีจากห้องปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอน คือ ภาควิชาเคมี ส่วนภาควิชาอื่นๆ ที่มีการทดลอง ได้แก่ ภาควิชาธรณีวิทยา ฟิสิกส์ วิศวกรรม เป็นต้น โรงเรียนมัธยมและอาชีวศึกษาก่อให้เกิดของเสียประเภทสารเคมีด้วยเช่นกัน โดยเกิดจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนในวิชาศิลปะ และชั้นเรียนในชั่วโมงฝึกปฏิบัติการ (กรมควบคุมมลพิษ, 2541)

#### 1.4.3 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์/ปฏิบัติการพัฒนาและวิจัย (Research and Development Laboratory)

ของเสียจากหน่วยงานพัฒนาและวิจัยเป็นสารเคมีอินทรีย์จำพวกกรด-ด่าง ตัวทำละลายอินทรีย์ โลหะ สารเคมีที่ยังไม่ได้ใช้วิเคราะห์ สารเหลือจากปฏิกิริยาเคมี และของเสียจากกระบวนการล้าง อัดขยายภาพ ตลอดจนของเสีย ประเภทน้ำมัน จากอุปกรณ์ เครื่องใช้ในห้องปฏิบัติการเพื่อการพัฒนาและวิจัย เป็นต้น โดยห้องปฏิบัติการประเภทนี้มักก่อให้เกิดของเสียที่มีความหลากหลายและปริมาณมากกว่าของเสียจากห้องปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอน

#### 1.4.4 ห้องปฏิบัติการทดสอบสินค้า/ควบคุมคุณภาพ (Quality Control Laboratory)

ของเสียจากห้องปฏิบัติการประเภทนี้มีลักษณะคล้ายกับของเสียจากห้องปฏิบัติการเพื่อการพัฒนาและวิจัย แตกต่างกันตรงที่จะมีผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานรวมอยู่ด้วย

### 1.5 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

#### 1.5.1 กฎหมายที่ควบคุมของเสียอันตรายโดยตรง

##### (1) พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535

เป็นกฎหมายที่ใช้ควบคุมของเสียอันตรายโดยตรง มีบทบัญญัติมาตรา 18 กำหนดชนิดของวัตถุอันตรายตามความรุนแรงและอันตรายในแต่ละชนิด และกำหนดระดับในการควบคุมที่ต่างกัน และมาตรา 20 กำหนดให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม ออกประกาศกำหนดในเรื่องเกี่ยวกับการผลิต การนำเข้า การส่งออก การขนส่ง การเก็บรักษา การกำจัด และการทำลายวัตถุอันตราย

#### 1.5.2 กฎหมายที่ควบคุมกิจการที่ก่อให้เกิดมลพิษประเภทของเสียอันตราย

##### (1) พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535

เป็นกฎหมายที่ควบคุมกิจการที่ก่อให้เกิดมลพิษประเภทของเสียอันตราย มีบทบัญญัติกำหนดให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกข้อกำหนดมาตรฐาน และวิธีการควบคุม การปล่อยของเสีย มลพิษ หรือสิ่งใดๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการประกอบกิจการในโรงงานได้ตามมาตรา 8(5) ซึ่งปรากฏว่ามีกฎกระทรวงออกมา 2 ฉบับ คือ

1) กฎกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535) กำหนดเกี่ยวกับการควบคุมการปล่อยของเสียโดยกำหนดให้ผู้ประกอบการแยกเก็บสิ่งปฏิกูล หรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ซึ่งมีวัตถุพิษปนเปื้อนไว้ในที่รองรับหรือภาชนะแยกต่างหากอย่างเหมาะสม และต้องกำจัดด้วยวิธีการที่ปลอดภัย และหากของเสียดังกล่าวมี

คุณสมบัติตามที่รัฐมนตรีกำหนด มีให้นำออกนอกบริเวณโรงงาน เว้นแต่ได้รับอนุญาตจากอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรมให้นำออกไปเพื่อทำลายฤทธิ์กำจัด ทั้ง ผีง เคลื่อนย้ายและขนส่ง ตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดเสียก่อน

2) กฎกระทรวงฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2535) กำหนดให้โรงงานที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามที่รัฐมนตรีกำหนด ต้องจัดทำรายงานการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษการวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษในระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ และการตรวจสอบสภาพสิ่งแวดล้อมผู้ฝ่าฝืนปรับไม่เกิน 100,000 บาท

### 1.5.3 กฎหมายที่ควบคุมมลพิษของเสียอันตรายทั่วไป

(1) พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

ได้บัญญัติเกี่ยวกับการควบคุมและการจัดการมลพิษอื่นและของเสียอันตรายไว้ในหมวด 4 ส่วนที่ 6 มาตรา 78 และมาตรา 79 กล่าวคือ มาตรา 78 กำหนดหลักการสำคัญเกี่ยวกับการเก็บรวบรวม การขนส่ง และการกระทำใด ๆ เพื่อบำบัด และจัดมูลฝอยและของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของแข็ง

(2) พระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ. 2504

พระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ. 2504 มีบทบัญญัติควบคุมการนำเข้าหรือ ส่งออกวัสดุนิวเคลียร์พิเศษ วัสดุพลอยได้ หรือ วัสดุต้นกำลัง (มาตรา 13) ทั้งนี้ มีกฎกระทรวงกำหนดเงื่อนไขและวิธีการขอรับใบอนุญาตและการออกใบอนุญาต และกฎกระทรวงกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการจัดการกากกัมมันตรังสี พ.ศ.2546 ตามพระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ. 2504

(3) พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 มีบทบัญญัติในมาตรา 25 เรื่องเหตุรำคาญ คือ ก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ผู้อยู่อาศัยในบริเวณ

ใกล้เคียง หรือผู้ที่ต้องประสบเหตุเกี่ยวกับการเททิ้งละอองของสารพิษ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ หรือการกระทำใด ๆ อันเป็นเหตุให้เกิดรังสีสิ่งมีพิษ ตลอดจนเป็นเหตุทำให้อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ถือว่าเป็นเหตุร้ายค่าณอย่างหนึ่ง และกระทรวงสาธารณสุขได้ออกกฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2545 ตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6 วรรคหนึ่ง (1) และวรรคสอง (2) เพื่อกำหนดค่าธรรมเนียมหรือยกเว้นค่าธรรมเนียม และกำหนดกิจการอื่นเพื่อปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้ และเพื่อกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และมาตรการในการควบคุมหรือกำกับดูแลสำหรับกิจการหรือการดำเนินการในเรื่องต่าง ๆ และ กำหนดมาตรฐานสภาวะความเป็นอยู่ที่เหมาะสมกับการดำรงชีพของประชาชน และวิธีดำเนินการเพื่อตรวจสอบควบคุมหรือกำกับดูแล หรือแก้ไขสิ่งที่จะมีผลกระทบต่อสภาวะความเป็นอยู่ที่เหมาะสมกับการดำรงชีพของประชาชน

## 1.6 แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทุกประเภท จะต้องสำรวจข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นตามกิจกรรมการดำเนินการของห้องปฏิบัติการที่รับผิดชอบ เพื่อคัดแยกและแบ่งกลุ่มของเสียออกเป็นกลุ่มของเสียอันตรายและกลุ่มของเสียทั่วไป ซึ่งกลุ่มของเสียทั่วไปสามารถส่งกำจัดตามระบบกำจัดของเสียทั่วไปของ กทม./เทศบาล แนวทางนี้จะช่วยลดปริมาณและลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียอันตราย

ส่วนกลุ่มของเสียอันตราย จะแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ของเสียสารเคมีของเสียติดเชื้อ และของเสียกัมมันตรังสี ซึ่งของเสียเหล่านี้ต้องพิจารณาอีกว่าสามารถบำบัดเพื่อทำลายฤทธิ์หรือลดความเป็นอันตรายในห้องปฏิบัติการได้หรือไม่ ถ้าดำเนินการบำบัดได้ จะได้อของเสียอันตรายที่หมดฤทธิ์/ไม่เป็นอันตราย ให้รวบรวมบรรจุ เก็บกัก และขนกำจัดให้ถูกวิธีร่วมกับระบบกำจัดของเสียทั่วไปของ กทม./เทศบาล หากได้อของเสียอันตรายที่ยังเป็นอันตรายอยู่ แต่อาจมีปริมาณลดลงหรือลดความเป็นอันตราย ให้รวบรวม บรรจุ เก็บกัก และขนกำจัดให้ถูกวิธีตามระบบกำจัดของของเสียอันตราย

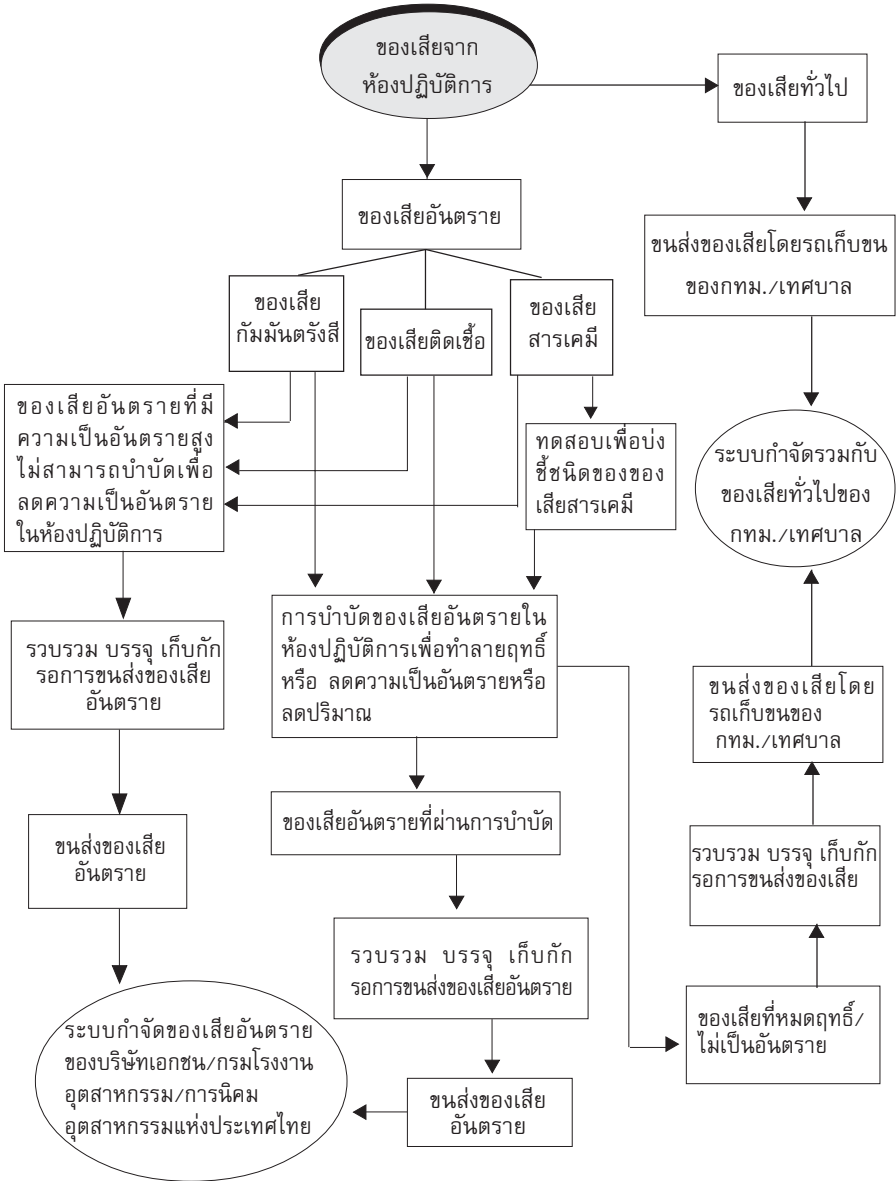


ในกรณีที่กลุ่มของเสียอันตรายที่มีความเป็นอันตรายสูง ไม่สามารถบำบัด เพื่อลดความเป็นอันตรายในห้องปฏิบัติการได้ ให้รวบรวม บรรจุ เก็บกัก และขน ก่อจัดให้ถูกวิธีตามระบบกำจัดของของเสียอันตราย

แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการนี้ จะเป็นการเกริ่นนำ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าใจ สามารถจัดทำรายละเอียดและวิธีปฏิบัติ ตามประเภทห้องปฏิบัติการและกลุ่มของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นต่อไป



## แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ





## บทที่ 2

# ประเภทและการแบ่งกลุ่มของเสียอันตราย จากห้องปฏิบัติการ

### 2.1 ประเภทของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

การคัดแยกของเสียอันตรายนอกจากจะทำให้การกำจัดทำได้ง่ายและปลอดภัยยิ่งขึ้นแล้ว ยังลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียอีกด้วย ไม่มีวิธีการกำจัดของเสียแบบใดแบบหนึ่งที่เหมาะสมกับของเสียทุกประเภท ดังนั้นการคัดแยกของเสียจึงทำให้สามารถเลือกใช้วิธีที่เหมาะสม ซึ่งต่างกันไปตามประเภทของของเสียได้ ควรแยกของเสียทั่วไป ของเสียเคมีที่เป็นอันตราย ของเสียเคมีที่ไม่เป็นอันตราย ของเสียติดเชื้อ หรือของเสียกัมมันตรังสีออกจากกัน การคัดแยกของเสียจากห้องปฏิบัติการโดยทั่วไป สามารถคัดแยกได้ ดังนี้

(1) **ของเสียติดไฟได้ (Ignitable Waste)** : ของเสียที่เป็นของแข็งหรือของเหลว ที่มีจุดวาบไฟ (Flash Point) ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส ลุกเป็นไฟได้เมื่อเกิดการเสียดสี ดูดความชื้น ปฏิกริยาภายใน หรือเป็นก๊าซอัดที่จุดระเบิดได้เป็นสารออกซิไดซ์

(2) **ของเสียกัดกร่อน (Corrosive Waste)**: มีค่า pH  $\leq 2$  หรือ pH  $\geq 12.5$  สามารถกัดกร่อนเหล็กกล้าชั้น SAE 1020 (Society of Automotive Engineers) ได้มากกว่า 6.35 มิลลิเมตร/ปี ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

(3) **ของเสียไวปฏิกิริยา (Reactive Waste)** : มีสภาพไม่คงตัวทำปฏิกิริยาได้รวดเร็วและรุนแรงกับน้ำ รวมกับน้ำได้ของผสมระเบิดได้ เกิดก๊าซพิษหรือเป็นสารที่มี CN, S เมื่อ pH 2-12.5 จะเกิดก๊าซพิษ ไอพิษหรือควันพิษ





(4) **ของเสียเป็นพิษ (Toxic Waste)** : มีอันตรายต่อสุขภาพอนามัย ทำให้ตายได้ในปริมาณเล็กน้อย เป็นพิษต่อสัตว์ทดลอง เป็นสารก่อมะเร็ง หรือสกัดแล้วมีโลหะหนักหรือสารพิษมากกว่ามาตรฐานที่กำหนด รวมของเสียที่ถูกชะล้างได้ (Leachable Waste) ซึ่งเมื่อนำมาสกัดด้วยวิธีมาตรฐานแล้ว มีปริมาณโลหะหนักหรือสารที่มีพิษ เช่น ตะกั่ว ปรอท สารหนูปนเปื้อนอยู่ในน้ำสกัดเท่ากับหรือมากกว่ามาตรฐานกำหนด

(5) **ของเสียติดเชื้อ (Infectious Waste)** : ของเสียที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ในปริมาณหรือความเข้มข้นที่สามารถทำให้เกิดโรคได้ และเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อได้

(6) **ของเสียกัมมันตรังสี (Radioactive Waste)** : ของเสียที่ประกอบหรือปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีที่ไม่ใช่แล้ว ในระดับกัมมันตรังสีสูงเกินกว่าเกณฑ์ปกติในธรรมชาติ หรือเกิดจากการผลิตซึ่งปนเปื้อนด้วยวัตถุกัมมันตรังสี

(7) **ของเสียอื่น ๆ (Miscellaneous Waste)** : ของเสียใด ๆ ที่ไม่เข้าข่ายของเสียประเภทใดประเภทหนึ่ง แต่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้

โดยในแนวทางเล่มนี้ได้ทำการแบ่งกลุ่มของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการออกเป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

### 2.1.1 ของเสียสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ

ของเสียสารเคมี ได้แก่ สารจากปฏิกิริยา ตัวอย่างเหลือจากการวิเคราะห์ สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์เคมีเสื่อมสภาพเพื่อให้เกิดความปลอดภัยควรแยกเก็บของเสียสารเคมีไว้ในห้องเก็บของเสียหรือตู้ควันโดยเฉพาะ เพราะหากภาชนะบรรจุมีการรั่วไหลหรือหกหล่น อาจทำให้เกิดปฏิกิริยารุนแรง เกิดเป็นก๊าซพิษปริมาณมาก จนก่อให้เกิดเพลิงไหม้หรือระเบิดขึ้นได้ ของเสียสารเคมีบางชนิดแม้ว่าจะแยกเก็บต่างภาชนะแล้วก็ตามแต่ไม่ควรวางไว้ใกล้กัน เช่น ไม่ควรเก็บกรดและด่าง หรือกรดและของเสียอินทรีย์ไว้ในห้องเก็บเดียวกัน นอกจากนี้ต้องพิจารณาถึงสมบัติการเข้ากันได้ของสารเคมี ดังตารางรายชื่อสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ในภาคผนวก ง ด้วย

### 2.1.2 ของเสียดัดเชื้อ

ของเสียดัดเชื้อ ซึ่งได้แก่ ซากชิ้นส่วนของมนุษย์หรือสัตว์ทดลอง เลือด สารคัดหลั่งจากร่างกายของมนุษย์หรือสัตว์ สารเคมีที่ใช้ในการบำบัดรักษา มะเร็ง พอร์มาลดีไฮด์ (จากการฟอกไต การปฏิบัติการทางเวชศาสตร์ การชันสูตรศพ ฯลฯ) เถ้าหรือเศษเหลือจากการเผาของเสียดัดเชื้อ วัสดุที่ปนเปื้อนของเสียดัดเชื้อ และของเสียจากกระบวนการหนึ่งทำลายเชื้อโรค การจัดการของเสียดัดเชื้อต้อง ดำเนินการแยกจากของเสียประเภทอื่น ๆ ไม่ปะปนกับของเสียทั่วไป เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการจัดการของเสียดัดเชื้อในขั้นตอนต่อไป

### 2.1.3 ของเสี้ยกัมมันตรังสี

ของเสี้ยกัมมันตรังสี ได้แก่ ของเสียในรูปของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ที่ประกอบหรือปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตรังสี ในระดับความแรงรังสีสูงกว่าเกณฑ์ ปลอดภัย ซึ่งกำหนดโดยคณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ และวัสดุนั้นๆ ไม่เป็นประโยชน์อีกต่อไป (สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ, 2544)

## 2.2 การแบ่งกลุ่มของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

การแบ่งกลุ่มของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการนั้น เพื่อที่จะได้ทราบถึง สมบัติของของเสียแต่ละประเภท และสามารถนำไปจัดการได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ซึ่งในแนวทางเล่มนี้ได้จัดแบ่งกลุ่มของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการได้ดังนี้

### 2.2.1 ของเสียสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ

(1) สารประกอบอินทรีย์ เป็นสารประกอบของธาตุคาร์บอน โดยอาจจะมีธาตุอื่น ๆ เช่น ไนโตรเจน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ฮาโลเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย เมื่อนำมาจัดเป็นหมวดหมู่ตามสมบัติทางเคมีที่คล้ายคลึงกัน หรือกล่าวได้ว่าจัดตามหมู่ฟังก์ชันของสารนั้น ๆ (หมู่ฟังก์ชัน คือ อะตอมที่มีอยู่ในโมเลกุล ซึ่งทำให้โมเลกุลนั้น ๆ มีปฏิกิริยาเคมีเฉพาะตัว) จะแบ่งออกได้เป็นหมู่ต่าง ๆ ดังนี้



- 1) กรดคาร์บอกซิลิก (Carboxylic acids)
  - 2) กรดอินทรีย์อื่นๆ (Other organic acids)
  - 3) กรดไฮไลต์และแอนไฮไดรต์ (Acid halides and anhydrides)
  - 4) ไธออล (Thiols)
  - 5) ผลิตภัณฑ์กรดอื่นๆ (Other acid derivatives)
  - 6) สารประกอบไนโตร (Nitro compounds)
  - 7) สารประกอบอินทรีย์กำมะถันอื่นๆ (Other organosulfur compounds)
  - 8) สารประกอบเอนไนโตร (N-nitro compounds)
  - 9) สารประกอบฮาโลเจนอื่นๆ (Other halogenated compounds)
  - 10) สารอินทรีย์เปอร์ออกไซด์ (Organic peroxides)
  - 11) สารไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon)
  - 12) สารไฮโดรคาร์บอนที่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ (Halogenated hydrocarbon)
  - 13) สีย้อมและเม็ดสีต่างๆ (Dyes and pigments)
  - 14) อัลดีไฮด์และคีโตน (Aldehydes and ketones)
  - 15) อีเธอร์ (Ether)
  - 16) เอมีน (Amines)
  - 17) แอลกอฮอล์และฟีนอล (Alcohols and phenols)
- (2) สารประกอบอนินทรีย์ (Inorganic Compounds)
- 1) ฟอสฟอรัส (Phosphorous)
  - 2) ฟอสฟอรัส [V] ออกไซด์ (Phosphorous [V] Oxide)
  - 3) โลหะต่างๆ (Metals)
  - 4) สารเคมีประเภทประจุบวก หรือลบ
  - 5) สารประกอบไฮไดรด์ของอโลหะ (Non-metal hydrides)
  - 6) ไฮไลต์และกรดไฮไลต์หรืออโลหะต่างๆ (Halides and acid halide or non-metals)

## 7) ไฮดราซีนและสารประกอบไฮดราซีน (Hydrazine and substituted hydrazines)

### (3) สารเคมีประเภท Organo-Inorganic

สารประกอบนี้รวมพวก Organometallics (โลหะอินทรีย์) / Metal Carbonyl (โลหะคาร์บอนิล) / Non-metal alkyl and aryls (อโลหะอัลคิลและแอริล) / Organomercury Compounds. (สารประกอบอินทรีย์ปรอท) / Calcium Carbide (แคลเซียมคาร์ไบด์)

### 2.2.2 ของเสียดิตเชื้อจากห้องปฏิบัติการ

องค์การอนามัยโลกได้ให้ความหมาย “ของเสียดิตเชื้อ” ซึ่งครอบคลุมทั้งส่วนที่เป็นขยะดิตเชื้อและของเหลวดิตเชื้อ โดยให้หมายถึง ของเสียจากโรงพยาบาล อันประกอบไปด้วยของเสียที่สัมผัสกับผู้ป่วย (ได้แก่ สำลี ผ้าก๊อช กระดาษชำระ ถุงมือ ผ้าพันแผล พลาสเตอร์ เข็มฉีดยา กระบอกฉีดยา อุปกรณ์สำหรับใส่สารให้น้ำเกลือและเลือด ใบมีดสำหรับผ่าตัด) เลือด น้ำเหลือง ส่วนประกอบของเลือด สิ่งขับถ่ายหรือของเหลวที่ออกจากร่างกายผู้ป่วย สิ่งที่ส่งมาเพาะเชื้อที่ต้องทิ้งของเสียจากการเพาะเชื้อ และที่เก็บพวกเชื้อโรค เครื่องมือสำหรับเพาะเลี้ยงเชื้อ แผ่นกระจก และแผ่นครอบกระจกสำหรับตรวจเชื้อโรค วัคซีนที่ไม่ใช้แล้ว เศษชิ้นเนื้อ อวัยวะต่าง ๆ ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เด็กที่คลอดออกมาแล้วเสียชีวิต ของเหลวอื่น ๆ ที่ออกมาจากการผ่าตัดและการผ่าตัด ตลอดจนซากสัตว์ทดลอง ส่วนต่าง ๆ ของสัตว์ทดลอง รังนอนหรือกรงที่ขังสัตว์

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขได้จำแนกของเสียดิตเชื้อออกได้เป็น 6 กลุ่ม ดังนี้

(1) วัสดุ ซากหรือชิ้นส่วนของมนุษย์และสัตว์ที่ได้ และเป็นผลมาจากการผ่าตัด การตรวจชันสูตรศพ การใช้สัตว์ทดลองที่ทดลองเกี่ยวกับโรคติดต่อ รวมทั้งวัสดุที่สัมผัสในการดำเนินการนั้น

(2) วัสดุที่ใช้ในการให้บริการทางแพทย์ เช่น สำลี ผ้าก๊อช ผ้าต่าง ๆ ท่อยาง เป็นต้น ซึ่งสัมผัสหรือสงสัยว่าจะสัมผัสกับเลือด ส่วนประกอบของเลือด เช่น



น้ำเหลือง เม็ดเลือดต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเลือด สารคัดหลั่งจากร่างกาย เช่น ปัสสาวะ เสมหะ น้ำลาย น้ำเหลือง หนอง เป็นต้น

(3) ของมีคมที่ใช้ในกิจกรรมดังกล่าว เช่น เข็ม ใบมีด กระบอกฉีดยา หลอดแก้ว ภาชนะที่ทำด้วยแก้ว สไลด์ แผ่นกระจกปิดสไลด์ ทั้งที่ใช้ในการบริการ การวิจัยและในห้องปฏิบัติการ

(4) เชื้อและอาหารเลี้ยงเชื้อและวัสดุที่ใช้ในห้องปฏิบัติการและในการวิจัยที่สัมผัสกับเชื้อทั้งทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ เชื้อโรคและชีววัตถุต่าง ๆ อาหารเลี้ยงเชื้อ จานเลี้ยงเชื้อที่ใช้แล้ว ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการถ่ายเชื้อหรือกวนเชื้อ

(5) วัคซีนที่ทำจากเชื้อโรคที่มีชีวิต และภาชนะบรรจุ ได้แก่ วัคซีนป้องกันโรคโปลิโอ หัด หัดเยอรมัน โรคคางทูม วัคซีนโรคไขกระดูกอ่อนชนิดที่รับประทานได้ เป็นต้น

(6) มูลฝอยทุกประเภทที่มาจากห้องติดเชื้อร้ายแรง เช่น ห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อร้ายแรงที่ต้องระวังเป็นพิเศษ ห้องปฏิบัติการเชื้ออันตรายสูง เป็นต้น

### 2.2.3 ของเสียกัมมันตรังสีจากห้องปฏิบัติการ

กากกัมมันตรังสีแบ่งตามระดับของการเปราะเปื้อนสารรังสีได้ ดังนี้

(1) กากกัมมันตรังสีระดับรังสีสูง ( $10^4 - 10^6 \text{Ci/m}^3$ )

ได้แก่ กากกัมมันตรังสีในสภาพของแข็งและของเหลวที่ได้จากการฟอกกากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ และกากอื่นๆ ที่มีระดับรังสีสูงเทียบเท่า

(2) กากกัมมันตรังสีระดับรังสีต่ำและปานกลาง ( $10^{-6} - 1 \text{Ci/m}^3$ )

ได้แก่ กากกัมมันตรังสีระดับต่ำเป็นกากกัมมันตรังสีและของเสียระดับรังสีต่ำที่เกิดจากการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารกัมมันตรังสี เช่น ถูมือ เสื้อผ้า อุปกรณ์ที่ทำจากกระดาษ

กากกัมมันตรังสีระดับปานกลางเป็นกากกัมมันตรังสีและของเสียระดับปานกลางที่เกิดจากการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารกัมมันตรังสี เช่น เศษโลหะ กากตะกอนที่ได้จากการบำบัดกากฯ ของเหลว สารแลกเปลี่ยนไอออนและต้นกำเนิดรังสีใช้แล้ว

## 2.2.4 ของเสียที่มีสมบัติเป็นก๊าซ (Gas) ไอโหละ (Fume) และละอองสารเคมี (Mist)

ก๊าซที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการสามารถแบ่งแยกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

### (1) วัตถุมีพิษ (Toxic substances) มี 5 ชนิด

- 1) แคดเมียม (Cadmium)
- 2) คลอรีนและไฮโดรคลอรีน (Chlorine และ Hydrochlorine)
- 3) ฟลูออไรด์ ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ และ ซิลิคอนฟลูออไรด์ (Fluoride และ Hydrogen fluoride และ Silicon fluoride)
- 4) ตะกั่ว (Lead)
- 5) ไนโตรเจน (Nitrogen)

### (2) ก๊าซและอื่น ๆ ที่ใช้เฉพาะทาง (Specified substances)

- 1) กรดคลอโรซัลฟูริก (Chlorosulfuric acid)
- 2) กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid)
- 3) คลอรีน (Chlorine)
- 4) คาร์บอนไดซัลไฟด์ (Carbon disulfide)
- 5) คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide)
- 6) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide)
- 7) ซิลิคอนฟลูออไรด์ (Silicon fluoride)
- 8) ซิเลนไดออกไซด์ (Silane dioxide)
- 9) นิกเกิลคาร์บอนิล (Nickel carbonyl)
- 10) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (Nitrogen dioxide)
- 11) เบนซีน (Benzene)
- 12) โบรมีน (Bromine)
- 13) ฟอรัมาลดีไฮด์ (Formaldehyde)
- 14) ฟอสจีน (Phosgene)
- 15) ฟอสฟอรัสไตรคลอไรด์ (Phosphorous trichloride)



- 16) ฟอสฟอรัสเพนท็อกไซด์ (Phosphorous pentoxide)
- 17) ฟอสฟอรัสสีเหลือง (Yellow Phosphorous)
- 18) ฟอสฟีน (Phosphene)
- 19) ฟีนอล (Phenol)
- 20) ไพริดีน (Pyridine)
- 21) เมทานอล (Methanol)
- 22) เมอร์แคปแทน (Mercaptan)
- 23) อากริลอัลดีไฮด์ (Acryl Aldehyde)
- 24) แอมโมเนีย (Ammonia)
- 25) ไฮโดรเจนคลอไรด์ (Hydrogen chloride)
- 26) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide)
- 27) ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen cyanide)
- 28) ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (Hydrogen fluoride)



## บทที่ 3

# การทดสอบเพื่อบ่งชี้ชนิดของของเสียสารเคมี จากห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษจากการปล่อยของเสียต่าง ๆ โดยเฉพาะที่ปนเปื้อนในน้ำทิ้งลงสู่สภาพแวดล้อม เป็นผลให้ระบบนิเวศน์เสื่อมโทรม และมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของสิ่งมีชีวิต ดังนั้น วิธีที่ดีที่สุดก็คือการจัดเก็บของเสียสารเคมีให้เป็นระบบ เพื่อสะดวกในการนำไปบำบัด แต่อย่างไรก็ตาม กรณีที่ไม่รู้ ก่อนที่จะทำการกำจัด/บำบัดของเสียสารเคมีนั้น ๆ ได้ จำเป็นจะต้องทำการคัดแยกและจำแนกชนิดของเสียให้ได้ก่อนจึงสามารถกำจัดได้อย่างถูกต้อง ซึ่งในแนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการเล่มนี้ สรุปรววิธีการแยกสารเคมีแบบง่าย ๆ ออกเป็น

### 3.1 การทดสอบตามสมบัติของของเสียสารเคมี

สามารถทำการทดสอบของเสียสารเคมีอันตรายจากห้องปฏิบัติการได้ ดังตารางที่ 3-1

**ตารางที่ 3-1** วิธีการทดสอบเพื่อบ่งชี้ ชนิดของเสียสารเคมีจากห้องปฏิบัติการตามสมบัติของสาร

วิธีการทดสอบ	กระบวนการ	ผลการทดสอบ
ปฏิกิริยากับน้ำ (Water reactivity)	ใส่สารตัวอย่างปริมาณเล็กน้อยลงในน้ำ	สังเกตการติดไฟ การแตกตัวอย่างรุนแรง การก่อตัวของก๊าซหรือ การปลดปล่อยความร้อน



วิธีการทดสอบ	กระบวนการ	ผลการทดสอบ
ค่าความเป็นกรดต่าง (pH)	นำของเสียที่ต้องการทดสอบ มาวัดค่าความเป็นกรดต่างด้วย เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH Meter) หรือกระดาษลิตมัส	ถ้าเป็นกรด กระดาษลิตมัส สีน้ำเงินจะเปลี่ยนเป็นสีแดง ถ้าเป็นด่าง กระดาษลิตมัส สีแดงจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน
สารออกซิไดเซอร์ (Oxidizer)	จุ่ม KI starch paper ลงใน 1N HCl จนเปียก แล้วนำไป จุ่มลงในของเสีย	หากเป็น “สีม่วง” หมายถึง ของเสียนั้นมีสารออกซิไดเซอร์ ผสมอยู่
สารออกซิไดเซอร์ชนิด รุนแรง (Strong oxidizer)	นำของเสียปริมาณเล็กน้อยเติม ลงใน Manganese Chloride ในปริมาณที่เท่ากัน ใส่เล็กน้อย เพื่อให้ส่วนผสมละลายเข้ากัน	หากเป็น “สีดำ” หมายถึง ของเสียนั้นมีสารออกซิไดเซอร์ ชนิดรุนแรงผสมอยู่
สารรีดิวเซอร์ (Reducer)	นำแผ่นทดสอบ 2,6 - Dichloroindophenol ที่เปียกน้ำ จุ่มลงในของเสีย	หากสีที่แผ่นทดสอบ “จางลง” หมายถึง ของเสียนั้นมีสาร รีดิวเซอร์ผสมอยู่
สารรีดิวเซอร์ชนิดรุนแรง (Strong reducer)	ทำวิธีเดียวกับการทดสอบ สารรีดิวเซอร์ แต่ใช้แผ่นทดสอบ methylene blue แทน	หากสีที่แผ่นทดสอบ “จางลง” หมายถึง ของเสียนั้นมีสาร รีดิวเซอร์ผสมอยู่
ความไวไฟ (Flammable)	วิธีที่ 1 จุ่มแท่งเซรามิค ลงใน ของเสียแล้วยกขึ้นและจุดไฟเผา	วิธีที่ 1 เปลวไฟขนาดต่ำกว่าหรือสูงกว่า 0.75 นิ้ว แสดงถึงสมบัติการติดไฟ ของของเสีย โดยเปลวไฟ

วิธีการทดสอบ	กระบวนการ	ผลการทดสอบ
	<p>วิธีที่ 2 จุดไฟเผาของเสียขนาด 1 ซ้อนโต๊ะ</p>	<p>ขนาดต่ำกว่า 0.75 นิ้ว แสดงถึงการเป็นของเสียที่ติดไฟได้ (combustible) แต่ไม่ถือเป็นการเป็นของเสียที่มีสมบัติไวไฟ (not characteristically flammable)</p> <p>วิธีที่ 2 สังเกตความรุนแรงของเปลวไฟ (flame intensity)</p>
<p>การละลายน้ำ</p>	<p>หลังจากทดสอบความสามารถในการเกิดปฏิกิริยากับน้ำแล้ว ให้นำของเสีย 1 กรัม กับน้ำ 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน สังเกตการเกิดกากตะกอนและประเมินความสามารถในการละลายน้ำ (ไม่ละลายน้ำ ละลายน้ำได้บ้าง หรือละลายน้ำได้ดี)</p>	<p>สังเกตการเกิดกากตะกอนและประเมินความสามารถในการละลายน้ำ (ไม่ละลายน้ำ ละลายน้ำได้บางส่วน หรือละลายน้ำได้ดี)</p>

### 3.2 การทดสอบตามองค์ประกอบของของเสียสารเคมี

การจำแนกของเสียสารเคมีตามองค์ประกอบของของเสียสามารถแบ่งได้ดังตารางที่ 3-2 และ 3-3 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**3.2.1 สารประกอบอินทรีย์** ซึ่งสารประกอบอินทรีย์หรือของเสียอินทรีย์ยังแบ่งเป็นกลุ่มย่อยตามหมู่ฟังก์ชันและปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ได้ดังนี้



1) สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbons) แบ่งออกเป็น

1.1) อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน ยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

ไฮโดรคาร์บอนชนิดอิ่มตัว ได้แก่ อัลเคน ซึ่งภายในโมเลกุลประกอบด้วยธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจนต่อกันด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด สารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัวจะทำปฏิกิริยากับฮาโลเจนโดยมีแสงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัว ได้แก่ อัลคีนและอัลไคน์ภายในโมเลกุลของสารเหล่านี้จะมีพันธะคู่และพันธะสามอยู่ในโมเลกุลตามลำดับ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัวจะสามารถทำปฏิกิริยากับสารละลายโบรมีนในคาร์บอนเตตราคลอไรด์ และสารละลายโพตัสเซียมเปอร์แมงกานेट

1.2) อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เช่น เบนซีนและอนุพันธ์ของเบนซีน ฯลฯ เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัว จะไม่ถูกออกซิไดซ์โดยสารละลายโพตัสเซียมเปอร์แมงกานेट แต่จะเกิดปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์ (electrophilic substitution) เช่น ปฏิกิริยาซัลโฟเนชัน (Sulphonation)

2) แอลกอฮอล์ (Alcohols) และสารประกอบประเภทฟีนอล (Phenols)

แอลกอฮอล์  $C \leq 10$  อะตอม ทดสอบโดยใช้ ซีริกไนเตรตรีเอเจนต์ หรือ แอมโมเนียมเฮกซะไนเตรตรีเอเจนต์ (ceric nitrate reagent or ammonium hexanitratocerate reagent) ซึ่งเป็นสารละลายสีเหลือง ทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีแดง

ฟีนอล(Phenols) ทดสอบโดยใช้เฟอริกคลอไรด์ ทำปฏิกิริยากับฟีนอล ได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีแดง/ม่วง หรือ น้ำเงิน

3) สารประกอบคาร์บอนิล (Carbonyl compound)

ได้แก่ อัลดีไฮด์ (Aldehyde) และคีโตน (Ketone) ทดสอบโดยใช้ 2,4- ไดไนโตรฟีนิล ไฮกาซีนรีเอเจนต์ (2,4- dinitrophenyl hydrazine reagent) ได้เป็นตะกอนสีเหลือง ส้ม แดง และสามารถแยกความแตกต่างของ อัลดีไฮด์ (Aldehyde) และ คีโตน (Ketone) ได้จากที่อัลดีไฮด์ถูกออกซิไดซ์ได้ง่าย และคีโตนถูกออกซิไดซ์ได้ยากในสภาวะเดียวกัน โดยใช้ตัวออกซิไดซิงเอเจนต์ได้แก่ สารละลายเฟห์ลิง (Fehling solution) โดยสารละลายเฟห์ลิง ประกอบด้วย สารละลายเฟห์ลิงหมายเลข I

คือ สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต สีฟ้า และสารละลายเฟห์ลิงหมายเลข II คือ สารละลายของโซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมโพตัสเซียมตาร์ทเรต สารละลายไม่มีสี เมื่อทำการผสมสารละลายเฟห์ลิงหมายเลข I และหมายเลข II เข้าด้วยกันจะเกิดสารประกอบเชิงซ้อน คอปเปอร์ตาร์ทเรต เป็นสารละลายสีน้ำเงินเข้ม เมื่อทำปฏิกิริยากับอัลดีไฮด์จะออกซิไดซ์อัลดีไฮด์ได้เป็นกรดคาร์บอกซิลิก และเกิดตะกอนสีแดงอิฐของคิวเปอร์รัสออกไซด์  $Cu_2O$

#### 4) กรดคาร์บอกซิลิก (Carboxylic acids)

ทดสอบโดยทำปฏิกิริยากับเบสอ่อน เช่น โซเดียมไฮดรอกเจนคาร์บอเนต สังเกตได้โดยเกิดฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ในกรณีที่เป็นกรดชนิดที่ไม่ละลายน้ำ เช่น กรดเบนโซอิก ทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกเจนคาร์บอเนตจะเกิดเป็นเกลือคาร์บอกซิเลต (Carboxylate) ที่ละลายน้ำ

คำเตือน 1. วิธีการทดสอบ วิธีการบำบัด/กำจัดตามตารางต่อไปนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่ง ไม่ใช่ทั้งหมดของการทดสอบและการบำบัด/กำจัดของเสียสารเคมี

2. วิธีการบำบัด/กำจัดด้วยการเผาของเสียสารเคมีต้องเผาในเตาเผาที่มีอุณหภูมิสูง เพื่อไม่ให้เกิดสารพิษต่าง ๆ แพร่สู่สิ่งแวดล้อม และต้องมีวิธี/อุปกรณ์ดักจับสารพิษไม่ให้ออกมาปนเปื้อนอากาศ



**ตารางที่ 3-2** วิธีการทดสอบเพื่อป้องกันซึ้นขีดของของเสียสารเคมีประเภท Organ Compounds ตามองค์ประกอบ

สาร	วิธีการทดสอบ	ผลการทดสอบ	วิธีการบำบัด/ กำจัด
สารประกอบ ไฮโดรคาร์บอน - อะลิฟาติก ไฮโดรคาร์บอน * ชนิดไม่อิ่มตัว * ชนิดอิ่มตัว - อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน	- ทดสอบกับสารละลาย โพตัสเซียมเปอร์แมงกาเนต  - ทดสอบกับสารละลาย โบรมีนในคาร์บอนเตตระ คลอไรด์ โดยมีแสงเป็น ตัวเร่งปฏิกิริยา  - ทดสอบโดยทำปฏิกิริยา กับสารละลายโพตัสเซียม เปอร์แมงกาเนต	- เกิดตะกอนสีน้ำตาล แดงของ $MnO_2$  - สารละลายเปลี่ยน จากสีเหลืองเป็น สารละลายใสไม่มีสี  - ไม่เกิดปฏิกิริยา โดย ยังจะได้สารละลาย โพตัสเซียมเปอร์แมง- กาเนตอย่างเดิม	การเผา
แอลกอฮอล์และ ฟีนอล - แอลกอฮอล์  - ฟีนอล	- ใช้ซีริกไนเตรตเอเจนต์ หรือแอมโมเนียมเฮกซะ- ไนเตรโตซีเรทรีเอเจนต์  - เฟอริกคลอไรด์	สารประกอบเชิงซ้อน สีแดง  สารประกอบเชิงซ้อน สีแดง/ม่วง หรือน้ำเงิน	การเผา

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาร	วิธีการทดสอบ	ผลการทดสอบ	วิธีการบำบัด/ กำจัด
สารประกอบคาร์บอนิล	ทดสอบว่าสารประกอบคาร์บอนิลโดยทดสอบกับ 2,4-dinitrophenyl	ตะกอนสีเหลือง ส้ม แดง	การเผา
แยกความแตกต่างของอัลดีไฮด์และคีโตน	Fehling Solution หมายเลข I สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตสีฟ้า หมายเลข II สารละลายของโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมโปตัสเซียม-คาร์เตรต (ไม่มีสี)	เกิดตะกอนสีแดงอิฐของคิวปริัสออกไซด์	
กรดคาร์บอกซิลิก			การเผา
- ละลายน้ำ	- ทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรเจนคาร์บอเนต	- อัลดีไฮด์ เกิดง่าย	
- ไม่ละลายน้ำ	- ทำปฏิกิริยากับ โซเดียมไฮดรเจนคาร์บอเนต	- คีโตน เกิดยาก - เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ - เกิดเกลือ Carboxylate ที่ละลายน้ำ	



ตารางที่ 3-3 วิธีการทดสอบเพื่อป้องกันชี้ชนิดของของเสียสารเคมีประเภท Inorganic Compounds ตามองค์ประกอบ

สาร	วิธีการทดสอบ	ผลการทดสอบ	วิธีการบำบัด/ กำจัด
ไซยาไนด์	ใช้แผ่นทดสอบ(Test strip) หรือเติม chloramines T 1 หยด และ pyridine/ barbituricacid 1 หยดลงในของเสีย 3 หยด	หากเกิด “สีแดง” หมายถึง ของเสียนั้นมีไซยาไนด์ผสมอยู่	ทำให้เป็นด่างแล้วทิ้งตามด้วยน้ำ
ซัลไฟด์	ใช้ แผ่นทดสอบ (Test strip) หรือ เติม 3 M HCl 2 หยด ลงในของเสีย 3 หยด แล้วถือแผ่นทดสอบประเภท lead acetate ไว้เหนือส่วนผสมดังกล่าว	หากมี “สีดำ” เกิดขึ้นที่แผ่นทดสอบ หมายถึง ของเสียนั้นมีซัลไฟด์ผสมอยู่	ทำให้เป็นกลางแล้วทิ้ง ตามด้วยน้ำ
ฮาโลเจน	เผาแท่งทองแดงจนร้อนเป็นสีแดง ทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่นแล้วจุ่มลงในของเสียตัวอย่างแล้วนำไปเผาไฟอีกครั้ง	หากเป็น“สีเขียว” หมายถึง ของเสียนั้นมีฮาโลเจนผสมอยู่ จากนั้นให้เผาากของเสียที่เกิดขึ้นจนหมด (Burn off all remaining sample residue)	การเผา

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาร	วิธีการทดสอบ	ผลการทดสอบ	วิธีการบำบัด/ กำจัด
ปรอท	<p>วิธีทดสอบ <math>Hg^{2+}</math> ให้หยดสารละลายตัวอย่างลงในหลอดทดลอง 5 หยดเติม 6M HCl 2 หยดและไทโออะเซตตามีด 10 หยด คน แขน้ำในน้ำเดือดในบีกเกอร์ 5 นาทีสังเกตการเปลี่ยนแปลงนำเข้าเครื่องเหวี่ยง รินน้ำใส่ทิ้งแล้วนำตะกอนที่ได้มาใส่ conc.HCl 8 หยดและ conc.<math>HNO_3</math> 2 หยดต้มใน water bath คนจนตกตะกอนละลายหมด ถ่ายใส่ขามระเหยระเหยจนเกือบแห้งเพื่อไล่ <math>Cl_2</math> (ทำในตู้ควัน) ทิ้งให้เย็น ใช้น้ำ 3 หยดถ่ายใส่หลอดทดลอง ถ้าสารละลายขุ่นให้นำเข้าเครื่องเหวี่ยง รินน้ำใส่หลอดทดลองหยด <math>SnCl_2</math> 1 หยด</p>	<p>หลังหยด <math>SnCl_2</math> 1 หยด สังเกตตะกอนสีขาว ที่เกิดขึ้น ให้หยด <math>SnCl_2</math> ต่อกัน 2 - 3 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของตะกอนจะเปลี่ยนเป็นตะกอนสีดำ</p> <p>* หมายเหตุ * ถ้าเป็นตะกอนของ <math>Hg^{2+}</math> จะไม่ละลายใน <math>HNO_3</math></p>	<p>ตกตะกอนให้เป็น mercuric sulfide แล้วทำให้แห้ง ส่งบริษัทกำจัดต่อไป</p>





## ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

สาร	วิธีการทดสอบ	ผลการทดสอบ	วิธีการบำบัด/ กำจัด
ฟลูออไรด์	นำสารตัวอย่าง 15 - 20 มิลลิกรัม เติม Conc. $H_2SO_4$ 0.5 $cm^3$ นำไปแช่ใน ถ้วย น้ำ ร้อน เอาแท่งแก้วจุ่มน้ำให้หยดน้ำติดอยู่ที่ปลาย แล้วนำไปอังที่ ก๊าซที่เกิดขึ้น	ถ้าหยดน้ำชุ่มหรือมีฝ้าสีขาวหุ้ม แสดงว่ามีฟลูออไรด์	ตกตะกอน
ฟอสเฟต	นำสารละลายตัวอย่าง 5 หยดใส่ลงในหลอดทดลองแล้วเติม Conc. $HNO_3$ 3 หยดและ $(NH_4)_2MoO_4$ 5 หยด ต้มใน water bath 2-3 นาที	เกิดตะกอนละเอียดสีเหลืองของ $(NH_4)_3PO_4 \cdot 12 MoO_3$	ตกตะกอน



## บทที่ 4

# การรวบรวม จัดเก็บและขนส่งของเสียอันตราย จากห้องปฏิบัติการ

### 4.1 การเก็บรวบรวมของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการจำนวนมากยังไม่ได้จำแนกของเสียอันตรายตามข้อบังคับที่กำหนดไว้ ดังนั้น ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียที่ไม่เป็นอันตรายด้วย เพื่อให้ปลอดภัยและเป็นไปตามระเบียบข้อบังคับ การจัดการของเสียไม่เป็นอันตรายสามารถกระทำได้เหมือนการจัดการของเสียทั่วไป หรือการกำจัดโดยการทิ้งลงท่อระบายน้ำสาธารณะจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียลงได้

การเก็บรวบรวมของเสีย คือ การเก็บสะสมหรือการเก็บรักษาของเสีย เพื่อใช้ในกิจกรรมอื่น หรือเพื่อรอการนำไปกำจัดต่อไป การเก็บรวบรวม ณ แหล่งกำเนิดสามารถแบ่งตามประเภทของเสียได้ 4 กลุ่ม คือ

- (1) ของเสียที่ส่งคืนโรงงาน (ของเสียประเภทภาชนะบรรจุก๊าซสลบ)
- (2) ของเสียที่เป็นของแข็ง และของเหลวที่รีไซเคิลได้และไม่ได้ รวมถึงของเสียที่เป็นสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ
- (3) ของเสียติดเชื้อ
- (4) ของเสียกัมมันตรังสี

ควรเก็บกักและรวบรวมของเสียในกลุ่มต่างๆ ข้างต้นแยกจากกัน ของเสียประเภทขวดหรือภาชนะบรรจุก๊าซสลบจะถูกเก็บรวบรวมกันเพื่อส่งคืนยังผู้ผลิตเพื่อนำไปรีไซเคิลหรือใช้ซ้ำ



ของเสียที่เป็นของแข็งและของเหลวที่รีไซเคิลได้และไม่ได้ หลังจากเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการได้จัดการบรรจุเก็บของเสียในภาชนะที่เหมาะสมแล้ว จะใช้รถเข็นล้อเลื่อนบรรจุทุกเพื่อขนส่งของเสียไปเก็บยังพื้นที่เก็บส่วนกลาง ซึ่งควรดำเนินการอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้งโดยรถขนส่งนั้นจะต้องติดตั้งระบบป้องกันอุบัติเหตุฉุกเฉินและระบบแจ้งเหตุไว้ด้วย

#### 4.1.1 การเก็บรวบรวมของเสียสารเคมี

ควรเก็บรวบรวมของเสียสารเคมีบางกลุ่มแยกออกจากกันเนื่องจากการกำจัดและทำลายต่างกัน จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดและทำลาย เช่น เก็บรวบรวมของเสียสารเคมีที่มีฮาโลเจนแยกกับของเสียสารเคมีที่ไม่มีฮาโลเจน

1) การเก็บรวบรวมของเสียในตู้ดูดควันซึ่งเป็นที่ปฏิบัติการทดลอง จะต้องทำให้แล้วเสร็จ ถ้าไม่ได้ควบคุมการปฏิบัติงานแล้วให้นำขวดของเสียออกจากตู้ดูดควันวันที่ปฏิบัติการทดลองเสมอ

2) การใช้กระป๋องโลหะสำหรับเก็บของเสียต้องปรับค่าพีเอชให้เป็นกลาง เพราะของเสียที่เป็นของแข็งหรือของเหลวสามารถกัดกร่อนกระป๋องโลหะได้ง่ายในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ควรใช้ภาชนะบรรจุของเสียที่เป็นแก้ว หรือผลิตภัณฑ์โพลีเอทิลีน

3) การเก็บภาชนะบรรจุของเสียที่สามารถติดไฟได้ควรวางไว้บนพื้น การเก็บภาชนะบรรจุของเสียในห้อง ควรจะต้านทานการระเบิดได้

4) ไม่ควรเก็บภาชนะบรรจุของเสียไว้ใกล้กับอ่างหรือท่อระบายน้ำ เพราะของเสียอาจหกหล่นหรือรั่วไหลลงสู่ท่อระบายน้ำได้

ในทางทฤษฎีไม่ควรมีภาชนะบรรจุของเสียแต่ละชนิดมากกว่า 1 ใบในห้องปฏิบัติการ ถ้าของเสียอันตรายเต็มภาชนะบรรจุ เมื่อมีปริมาณของเสียพอสมควรแล้วควรนำไปไว้ในห้องเก็บสารเคมีหรือเคลื่อนย้ายไปยังที่เก็บสะสมของส่วนกลางเพื่อการกำจัดต่อไป

ถ้าไม่สามารถจัดสรรของเสียเอาไว้ในแต่ละห้องปฏิบัติการได้ ถ้ามีอุปกรณ์ในการเก็บรวบรวมก็จะทำให้การเก็บกักของเสียง่ายขึ้นก่อนที่จะนำไปกำจัด หรือการ

จะนำไปรวมกันเพื่อเข้าสู่กระบวนการบำบัดต่อไป อุปกรณ์การอำนวยความสะดวกนี้ต้องเหมาะสมกับสถานที่ รวมทั้งต้องพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายที่จะรวมของเสียเข้าด้วยกันก่อนที่จะนำไปกำจัด ณ บริเวณอื่น อย่างไรก็ตาม ผู้ปฏิบัติการต้องพิจารณาถึงข้อกำหนดในการเก็บกักของเสียและมาตรการความปลอดภัยประกอบกันด้วย

#### 4.1.2 การเก็บรวบรวมของเสียติดเชื้อ

การเก็บรวบรวมของเสียติดเชื้อต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์มาตรฐานการเก็บตามกฎหมายกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2545

1) ภาชนะสำหรับบรรจุของเสียติดเชื้อ ต้องมีคุณลักษณะดังนี้

1.1) กรณีที่ของเสียติดเชื้อเป็นของมีคม ต้องเป็นภาชนะบรรจุแบบกล่องหรือเป็นถังที่สามารถป้องกันการแทงทะลุและการกัดกร่อนของสารเคมีได้

1.2) กรณีที่ไม่ใช่ของมีคม ต้องเป็นแบบถุงที่มีความเหนียวไม่ฉีกขาดง่าย กันน้ำได้ ไม่รั่วซึมและไม่ดูดซับน้ำ

ทั้งนี้ ภาชนะบรรจุของเสียติดเชื้อนั้นให้ใช้ได้เพียงครั้งเดียว และต้องมีสีแดงที่มีข้อความสีดำขนาดอ่านได้ชัดเจน ได้แก่ คำว่า “มูลฝอยติดเชื้อ” “ห้ามเปิด” “ห้ามนำกลับมาใช้อีก” และสัญลักษณ์รูปหัวกระดูกไขว้ และสัญลักษณ์ที่ใช้ระหว่างประเทศตามที่กระทรวงสาธารณสุขประกาศกำหนด พิมพ์ไว้บนภาชนะบรรจุ ดังกล่าวด้วย

2) วิธีการเก็บรวบรวมของเสียติดเชื้อ

กำหนดให้ดำเนินการเก็บ ณ แหล่งกำเนิดทันที ห้ามปะปนกับของเสียอื่น และต้องไม่เก็บในปริมาณมากเกินไปในภาชนะบรรจุ กล่าวคือ ห้ามเก็บของเสียติดเชื้อเกินกว่า  $\frac{2}{3}$  ของภาชนะบรรจุแบบถุง หรือเกินกว่า  $\frac{3}{4}$  ของภาชนะแบบกล่อง และต้องผูกมัดปากถุงให้แน่น หรือปิดฝากล่องให้สนิทแน่น กรณีที่ยังไม่สามารถขนไปไว้ที่พักรวมของเสียติดเชื้อได้ทันที ต้องจัดให้มีที่หรือมุมหนึ่งของห้องสำหรับรวมไว้ก่อน แต่ต้องไม่เก็บไว้เกิน 1 วัน



ในการรวบรวมภาชนะบรรจุของเสียติดเชื้อ อาจมีภาชนะรองรับที่ทำด้วยวัสดุแข็งแรง ไม่รั่วซึม ทำความสะอาดได้ง่าย เช่น ถังพลาสติก เป็นต้น ซึ่งภาชนะนี้อาจใช้ได้หลายครั้ง แต่ต้องดูแลรักษาความสะอาดเสมอ

3) ที่พักรวมของเสียติดเชื้อเพื่อรอการขนส่งไปกำจัดควรมีลักษณะดังนี้

3.1) มีลักษณะไม่แพร่เชื้อ และอยู่ในที่สะดวกต่อการขนส่งของเสียติดเชื้อไปกำจัด

3.2) มีขนาดกว้างเพียงพอที่จะเก็บภาชนะบรรจุของเสียติดเชื้อได้อย่างน้อย 2 วัน

3.3) พื้นและผนังต้องเรียบ และทำความสะอาดง่าย

3.4) มีรางหรือท่อระบายน้ำทิ้ง เชื่อมกับระบบบำบัดน้ำเสีย

3.5) โปรงไม่อัปชัน

3.6) มีการป้องกันสัตว์และแมลงเข้าไป มีประตูกว้างพอควรตามขนาดของห้อง เพื่อสะดวกต่อการปฏิบัติงานและปิดด้วยกุญแจ ซึ่งบุคคลทั่วไปไม่สามารถเข้าไปได้

3.7) มีข้อความ “ที่พักรวมของเสียติดเชื้อ” ที่หน้าห้องหรืออาคาร ที่สามารถเห็นได้ชัดเจน

3.8) มีลานสำหรับล้างรถเข็นอยู่ใกล้ที่พักรวมของเสียติดเชื้อ และลานนั้นต้องมีท่อระบายน้ำทิ้งเชื่อมต่อกับระบบบำบัดน้ำเสีย

หากเก็บไว้เกิน 7 วัน ที่พักรวมของเสียติดเชื้อต้องสามารถควบคุมตามอนุกรมมิให้อยู่ที่ 10 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่านั้น และต้องทำความสะอาดอยู่เสมอพร้อมทั้งฆ่าเชื้อโรคในที่พักรวมนั้นอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

#### 4.1.3 การเก็บรวบรวมของเสียกัมมันตรังสี

ของเสียกัมมันตรังสี ที่เกิดจากโรงพยาบาลและห้องปฏิบัติการเป็นของเสียที่เกิดจากการค้นคว้าวิจัย การบำบัดรักษาของเสียนี้ควรทำการคัดแยกและติดฉลากตามประเภทว่าเป็นกัมมันตรังสี รูปแบบ ปริมาตร แหล่งกำเนิด ปฏิบัติการ และองค์ประกอบทางเคมี ของเสียจะถูกเก็บในภาชนะและเก็บแยกในพื้นที่เฉพาะของเสียกัมมันตรังสี (Radioactive Waste) ที่มีรั้งสี่ครึ่งชีวิตสั้น (Short half-lives)

สามารถเก็บในสถานที่ที่จั่นกว่าจะมีรังสีในระดับต่ำที่ยอมรับได้ ซึ่งสามารถกำจัดโดยใช้วิธีเดียวกับของเสียสารเคมีอื่น ๆ หรือของเสียอันตรายและไม่อันตราย ส่วนของเสียกัมมันตรังสีผสม (Mixed Radioactive waste) จะต้องเก็บบรรจุห่อหุ้มอย่างตีตามข้อกำหนดการเก็บบรรจุของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

## 4.2 การบรรจุของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

### 4.2.1 การบรรจุของเสียสารเคมี มี 2 วิธีคือ

1) **Lab packs** วิธีนี้ เป็นการบรรจุภาชนะขนาดเล็กในภาชนะขนาดใหญ่กว่า โดยทั่วไปเป็นถึงเหล็กขนาด 55 แกลลอน ภาชนะขนาดเล็กที่บรรจุอยู่ภายใน ต้องถูกแยกออกจากกันด้วยวัสดุดูดซับ เช่น vermiculite หรือ absorbent clays เพื่อป้องกันการผสมกันในกรณีที่ภาชนะใดภาชนะหนึ่งเกิดการแตกรั่ว โดยปกติ lab packs ขนาด 55 แกลลอน จะสามารถรองรับภาชนะบรรจุของเสียขนาด 1 แกลลอนได้ 14 ภาชนะ โดยของเสียที่บรรจุอยู่ในแต่ละภาชนะภายใน lab packs จะต้องมียึดติดทางเคมีที่เข้ากันได้ถ้าเป็นภาชนะแก้ว จะต้องมีความจุไม่เกิน 1 แกลลอนต่อภาชนะ หรือถ้าเป็นภาชนะโลหะหรือพลาสติก จะต้องมีขนาดไม่เกิน 5 แกลลอนต่อภาชนะ อย่างไรก็ตาม ของเสียที่บรรจุภายใน lab packs จะต้องถูกนำมาบำบัดโดยการปรับเสถียรหรือทำลายฤทธิ์เสียก่อนที่จะนำไปกำจัดโดยการเผาในเตาเผา การฝังกลบ หรืออาจจะปิดผนึกด้วยการจัดการแบบพิเศษและส่งไปบำบัดที่ศูนย์บำบัดของเสีย

**ข้อดีของ Lab packs** คือ ง่ายต่อการจัดการสำหรับหน่วยงานที่ก่อกำเนิดของเสีย และเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายน้อย lab packs ควรใช้เพียงครั้งเดียว เพราะหากใช้ภาชนะบรรจุที่แตกเสียหาย ความปลอดภัยจะลดน้อยลง ภาชนะที่บรรจุของเสียแล้วไม่ควรถูกเปิดอีกเพื่อป้องกันการนำสารที่เข้ากันไม่ได้มาผสมรวมกัน การขนส่งเคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุของเสียควรกระทำโดยผู้ที่มีความชำนาญ หรือเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานที่รับกำจัดของเสียโดยตรง เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

**ข้อเสียของ Lab packs** คือ ค่าลงทุนในการกำจัดและการดำเนินการสูง



2) **Commingling** เป็นการรวบรวมของเสียอันตรายหลายชนิดเข้าด้วยกัน ในภาชนะขนาดใหญ่ เพื่อใช้ในการขนส่ง และนำไปกำจัด ขั้นตอนประกอบด้วย การเปิดภาชนะบรรจุของเสียแต่ละอัน แล้วนำมาเทรวมกันลงในภาชนะขนาดใหญ่ ของเสียที่นำมาผสมกันจะต้องมีสมบัติทางเคมีที่เข้ากันได้ และจะต้องใช้ภาชนะที่เหมาะสมสำหรับของเสียเหล่านั้น

วิธีนี้สามารถเป็นการรวบรวมของเสียในห้องปฏิบัติการได้ เช่น การรวบรวมตัวทำละลายใช้แล้วจากห้องปฏิบัติการ วิธีนี้ต้องอาศัยประสบการณ์ เกี่ยวกับการจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายมากกว่าการใช้ lab packs ทั้งนี้ เพื่อการรวบรวมและคัดแยกของเสียอันตรายที่เข้ากันได้ลงในภาชนะเดียวกันได้อย่างเหมาะสม

การคัดเลือกของเสียเพื่อนำมาเก็บรวบรวมกันนั้นจะต้องพิจารณาถึงสิ่งต่อไปนี้

- 1) ความเข้ากันได้ทั้งด้านกายภาพ และเคมี
- 2) ความสามารถในการรองรับของสถานที่บำบัด/กำจัดของเสียเหล่านั้น
- 3) ข้อกำหนดการฝังกลบ

การเปรียบเทียบวิธีการรวบรวมของเสียทั้ง 2 แบบ การจะเลือกวิธีใดขึ้นอยู่กับแต่ละสถานการณ์

#### 4.2.2 การบรรจุของเสียติดเชื้อ

การบรรจุของเสียติดเชื้อ ต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์มาตรฐานการเก็บ ตามกฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2545 โดยมีรายละเอียด ตามข้อ 4.1.2 ที่กล่าวมาแล้ว

#### 4.2.3 การบรรจุของเสียกัมมันตรังสี

การเก็บของเสียอันตรายจะต้องเก็บบรรจุตามข้อกำหนดการเก็บบรรจุ ของคณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

ก่อนที่จะนำของเสียกัมมันตรังสีมาบรรจุจะต้องมีการแปรสภาพกากกัมมันตรังสี เสียก่อน คือ การนำกากกัมมันตรังสี ที่ผ่านการบำบัดแล้วมาผสมและ ตรึงให้ ติดแน่นกับเนื้อสารที่มีความคงทนต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้ แล้วทำให้

เป็นแหล่งทรงกระบอกหรือลูกบาศก์และอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับภาชนะบรรจุที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อให้ผลิตภัณฑ์กากกัมมันตรังสี ที่ได้มีความต้านทานต่อแรงกด หรือ แรงอัด (compressive strength) ไม่ติดไฟ ไม่ละลายน้ำ และไม่เสื่อมสมบัติเร็ว วัสดุเนื้อสารที่คงทนนั้น ได้แก่ ปูนซีเมนต์ ยางมะตอย พลาสติก เนื้อแก้ว หรือเซรามิก

### 4.3 ภาชนะที่บรรจุและสถานที่เก็บกัก

ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการสามารถแบ่งกลุ่มตามลักษณะการบรรจุ และการเก็บกักได้ ดังตารางที่ 4-1

**ตารางที่ 4-1** แสดงภาชนะที่ใช้บรรจุและสถานที่เก็บกัก

ประเภทของเสีย	ภาชนะที่บรรจุ	สถานที่เก็บกัก
1) ของเหลวที่รีไซเคิลได้	ต้องเป็นภาชนะที่ไม่รั่วซึมหรือภาชนะบรรจุเดิมหรือเทียบเท่า เช่น ขวดพลาสติก (P.E.) หากเป็นภาชนะขนาดเล็กต้องเก็บรวมในถัง (Drum) 200 ลิตร ที่ทำด้วยสแตนเลส หรือเทียบเท่า	เก็บในที่เย็น แห้ง ห่างจากเปลวไฟ หรือห่างจากพื้นที่ สถานที่ทำงานหรือเครื่องจักรกล
2) ของเสียพิเศษที่ส่งคืนผู้ผลิต/ผู้จำหน่าย	เก็บในภาชนะเดิม การนำออกจากภาชนะเดิมจะกระทำได้เฉพาะผู้ผลิต/ผู้จำหน่ายเท่านั้น	-เก็บในที่เย็นปลอดภัย มีความดันต่ำ ห่างจากเปลวไฟหรือการถูกกระทบกระแทกเฉี่ยวชน -ตั้งอย่างปลอดภัย มั่นคง โดยพึงกำแพงหรือบริเวณใช้งานพร้อมยึดด้วยโซ่และไม่วางเกะกะ





ประเภทของเสีย	ภาชนะที่บรรจุ	สถานที่เก็บกัก
3) ของเหลวที่รีไซเคิลไม่ได้กากตะกอน ของแข็ง บางประเภทที่อาจมีของเหลวภายในรั่วไหลออกมา	ต้องเป็นภาชนะที่ไม่รั่วซึมหรือภาชนะบรรจุเดิมหรือเทียบเท่า เช่น ขวดพลาสติก (P.E.) ปริมาณมาก : ให้เก็บในถัง (Drum) 200 ลิตร ที่ทำด้วยวัสดุประเภทสแตนเลสหรือเทียบเท่า ปริมาณน้อย : ให้เก็บในถังพลาสติกโพลีเอทิลีน ที่ไม่รั่วซึม ขนาดตั้งแต่ 50 ถึง 450 ลิตร	เก็บในที่เย็น แห้ง ห่างจากเปลวไฟ หรือห่างจากพื้นที่ สถานที่ทำงาน หรือเครื่องจักรกล
4) กากของเสียเคมี	- เก็บในขวดแก้วที่บรรจุเดิมหรือเทียบเท่าแล้วคัดแยกเก็บ โดยพิจารณาการเข้ากันได้ของสารรวบรวมในกล่องกระดาษขนาด 50 ถึง 500 ลิตร ภายในบุด้วยวัสดุดูดซับป้องกันสารเคมีหกรั่วไหล ควรเก็บในพื้นที่เก็บส่วนกลาง	เก็บในที่ระบายอากาศได้ดี ห่างจากเปลวไฟ เข้าถึงได้สะดวก ไม่เกะกะ
5) ของแข็งที่รีไซเคิลไม่ได้	ภาชนะพลาสติก (P.E.) ที่ไม่รั่วซึมหรือเทียบเท่า ขนาดต่างๆ กัน (ชนิดที่ใช้สำหรับเก็บของเสียไม่อันตรายและขยะรีไซเคิลจากชุมชน) ตั้งแต่ 50 ถึง 450 ลิตร มีขนาดพอที่จะใส่หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ได้โดยไม่เอียง	เก็บในที่ระบายอากาศได้ดี ห่างจากเปลวไฟ เข้าถึงได้สะดวก ไม่เกะกะ
6) ของเสียติดเชื้อ	- วัสดุมีคมเก็บในภาชนะที่ทนทานต่อการเจาะทะลุ ที่มิดชิด - ของเสียที่เป็นของเหลวและขยะ	-จัดวางในบริเวณเก็บกักเพื่อรอการเก็บขน โดยไม่ให้โดนน้ำฝน และลม

ประเภทของเสีย	ภาชนะที่บรรจุ	สถานที่เก็บกัก
	<p>ติดเชื้ออื่นๆ ให้ใส่ถุงแดง</p> <p>- ของเสียทั้งหมดรวบรวมใส่กล่องกระดาษแข็งขนาด 50 ถึง 210 ลิตร</p>	<p>- เก็บรักษาในที่เย็น ป้องกันการเน่าเสีย และไม่ให้สัตว์เข้าไปในที่เก็บของเสียและจัดระเบียบไม่ให้เป็นที่แหล่งอาศัยเป็นแหล่งอาหารหรือแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงหรือพาหะนำโรคอื่น</p> <p>- ห้ามบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องเข้าไปในสถานที่เก็บกัก</p>
7) ของเสียกัมมันตรังสี	<p>- ภาชนะบรรจุของเสียกัมมันตรังสี ตามมาตรฐานของ IAEA* สำหรับวัตถุกัมมันตรังสีระดับต่ำ</p> <p>- เก็บรวบรวมในกล่องบรรจุสำหรับของเสียกัมมันตรังสีโดยติดฉลากกำกับชัดเจนระบุ ชนิด สถานะ ปริมาณ แหล่งกิจกรรมและองค์ประกอบทางเคมี ภาชนะต้องมีการห่อหุ้มด้วยวัสดุป้องกันการหกรั่วไหลและเก็บแยกในพื้นที่ควบคุม และมีมาตรฐานตรวจสอบการรั่วไหลตามมาตรฐานของ IAEA</p>	<p>จัดวางในบริเวณเก็บกักเฉพาะ เพื่อรอการเก็บขนบริเวณดังกล่าว ต้องมีการป้องกันการกระจายรังสีไปสู่พนักงานและผู้ป่วย</p>



## 4.4 การติดตามกากบนภาชนะที่บรรจุและการปิดผนึกขวดของเสีย

### 4.4.1 การติดตาม

ภาชนะบรรจุทุกใบต้องมีการติดฉลากระบุชนิดและความเป็นอันตรายของของเสียนั้นๆ โดยฉลากนั้นต้องชัดเจนและคงทนเพื่อป้องกันการสูญหาย และไม่เสื่อมสภาพหรือชำรุดได้ง่าย มีรายละเอียดสำคัญดังนี้

- 1) ส่วนประกอบของของเสียที่บรรจุในภาชนะ
- 2) ความเป็นอันตรายของของเสีย
- 3) วันที่ที่เริ่มและสิ้นสุดการบรรจุของเสียในภาชนะ
- 4) ชื่อบุคคลที่ดูแลรับผิดชอบห้องปฏิบัติการ
- 5) หมายเลขห้องปฏิบัติการ/ชื่อหน่วยงาน
- 6) ทิศทางการวางถัง (ตำแหน่งหัว-ท้าย)

#### รูปที่ 4-1 ฉลากของเสียอันตราย

ของเสียอันตราย (Hazardous Waste)		
ส่วนประกอบทางเคมี : (โดยปริมาตร หรือความเข้มข้น)	วันที่เริ่มบรรจุ : วันสิ้นสุดการบรรจุ : หมายเลขห้อง : ชื่อผู้ดูแล :	ความเป็นอันตราย : ข้อควรระวัง :
หมายเหตุ :	ทิศทางการวางถัง :	

การเปลี่ยนแปลงแก้ไขรายละเอียดข้อมูลบนฉลากเดิมนั้นต้องลบข้อความเดิมให้หมด แล้วจึงระบุรายละเอียดของของเสียใหม่ หรือนำฉลากเดิมออกแล้วติดฉลากใหม่แทน

### 4.4.2 การปิดผนึก

- 1) การดิงที่ปิดผนึกขวดของเสียอินทรีย์ออกและใส่ของเสียลงใน

ขวดและปิด ในขณะที่เดียวกัน ควรปิดผนึกอย่างหลวม ๆ เพื่อป้องกันการเกิดแรงดันขึ้นในขวด

2) การนำทอระบายอากาศออกจากภาชนะ ทอระบายสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย หากนำภาชนะของเสียที่ไม่ปิดผนึก มาวางใกล้กันจะทำให้เกิดการลุกไหม้หรือการระเบิดได้

## 4.5 การขนส่งของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

ยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งของเสียอันตรายต้องติดป้ายแสดงความเป็นอันตรายไว้อย่างชัดเจนอย่างน้อย 2 ด้านของยานพาหนะ หรือติดไว้นอกหน่วยที่ใช้ในการขนส่ง (Transport unit) แท็งก์สำหรับขนส่งทางบก ตู้สินค้าแท็งก์สำหรับขนส่งทางรถไฟ ตู้สินค้าฟ่วง ตู้สินค้าหลายระบบ และแท็งก์ที่เคลื่อนย้ายได้ เพื่อให้สามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน โดยป้ายต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสท่ามุม 45 องศา มีขนาดด้านละ 250 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นตัวอักษร 12.5 มิลลิเมตร สีเดียวกับสัญลักษณ์ในป้ายกับกรอบป้าย ตัวเลขแสดงประเภทหรือหมวดต้องมีขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (ตามระบบขององค์การสหประชาชาติ และ/หรือตามเกณฑ์มาตรฐานหรือวิธีการขนส่งวัตถุอันตรายของกรมควบคุมมลพิษ)

### 4.5.1 การขนส่งของเสียสารเคมี

1) การเก็บสะสมของเสียอันตรายในพื้นที่เก็บกัก ต้องมีภาชนะบรรจุที่เข้ากันได้กับของเสียนั้นและมีฉลากแสดงถูกต้องเหมาะสม ต้องมีสัญลักษณ์แสดงวันเริ่มต้นเก็บสะสมในแต่ละภาชนะบรรจุ เมื่อนำเข้าไปเก็บไว้ในพื้นที่เก็บกักและควรจะมีฉลากแสดงความเป็นอันตรายและส่วนประกอบของของเสียด้วย ถ้าทำได้ดังนี้จะทำให้เกิดความปลอดภัยก่อนที่จะมีการขนส่งของเสีย ภาชนะบรรจุต้องติดสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายที่จำเป็น ชื่อและที่อยู่ของผู้กักเก็บและจำนวนเอกสารกำกับกับการขนส่ง

2) ตำแหน่งและลักษณะการวางของเสียที่เก็บสะสม ต้องสามารถกันไม่ให้โดนฝน น้ำและลม



3) รถที่ใช้ขนส่งควรเป็นรถบรรทุกปิดข้าง เทท้ายและมีเครื่องหมายติดข้างรถ พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการหก รั่วไหล และอุปกรณ์ป้องกันภัย

#### 4.5.2 การขนส่งของเสียติดเชื้อ

1) การเคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุของเสียติดเชื้อ

การเคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุของเสียติดเชื้อไปเก็บกักในที่พักรวมนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องเป็นผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับของเสียติดเชื้อ สามารถป้องกันและระงับการแพร่เชื้อหรืออันตรายที่อาจเกิดจากของเสียติดเชื้อได้

2) ข้อควรปฏิบัติสำหรับผู้ปฏิบัติงานเคลื่อนย้ายของเสียติดเชื้อ

2.1) ต้องสวมอุปกรณ์เพื่อป้องกันอันตรายส่วนบุคคลตลอดเวลาที่ปฏิบัติงานด้วย ได้แก่ ถุงมือยาง ผ้ากันเปื้อน ผ้าปิดปาก ปิดจมูก และรองเท้าพื้นยางหุ้มแข้ง

2.2) ขณะปฏิบัติงานหากร่างกายหรือส่วนหนึ่งส่วนใดสัมผัสกับของเสียติดเชื้อ ต้องทำความสะอาดร่างกายหรือส่วนที่อาจสัมผัสของเสียติดเชื้อโดยทันที

2.3) การเคลื่อนย้ายของเสียติดเชื้อต้องใช้รถเข็นสำหรับเคลื่อนย้ายของเสียติดเชื้อทุกครั้ง เว้นแต่จะมีปริมาณน้อยที่ไม่จำเป็นต้องใช้รถเข็น

2.4) การเคลื่อนย้ายต้องมีเส้นทางที่แน่นอน และในระหว่างการเคลื่อนย้ายของเสียติดเชื้อไปยังที่พักรวม ห้ามแวะหรือหยุดพักที่ใด

2.5) ต้องกระทำอย่างระมัดระวัง ห้ามโยน หรือลากภาชนะบรรจุของเสียติดเชื้อ

2.6) กรณีที่ของเสียติดเชื้อหกหล่น หรือภาชนะบรรจุของเสียติดเชื้อแตกระหว่างทางห้ามหยิบด้วยมือเปล่าให้ใช้คีมคีบหรือหยิบด้วยถุงมือยางหนา หากเป็นของเหลวให้ซับด้วยกระดาษแล้วเก็บของเสียติดเชื้อหรือกระดาษนั้นใส่ภาชนะบรรจุของเสียติดเชื้อใบใหม่ แล้วทำความสะอาดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อที่บริเวณพื้นนั้นก่อนเช็ดถูตามปกติ

2.7) ต้องทำความสะอาดและฆ่าเชื้อรถเข็นและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานอย่างน้อยวันละครั้ง และไม่นำรถเข็นของเสียติดเชื้อไปใช้ในกิจการอื่น

3) รถเข็นสำหรับเคลื่อนย้ายของเสียติดเชื้อควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

3.1) ทำด้วยวัสดุที่ทำความสะอาดได้ง่าย ไม่มีแฉงซึ่งจะเป็นแหล่งรวมตัวของเชื้อโรค และสามารถทำความสะอาดได้ด้วยน้ำ

3.2) มีพื้นและผนังทึบ เมื่อจัดวางภาชนะบรรจุของเสียติดเชื้อแล้วต้องปิดฝาให้แน่น เพื่อป้องกันสัตว์และแมลงเข้าไป

3.3) มีข้อความ “รถเข็นของเสียติดเชื้อ ห้ามนำไปใช้ในกิจการอื่น” สีแดง สามารถมองเห็นได้ชัดเจนทั้งสองด้านของตัวรถ

3.4) ต้องมีอุปกรณ์หรือเครื่องมือสำหรับใช้เก็บของเสียติดเชื้อที่ตกหล่นระหว่างการเคลื่อนย้าย ใช้ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อบริเวณที่ของเสียติดเชื้อตกหล่น ตลอดเวลาที่เคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุของเสียติดเชื้อ

3.5) การขนส่งภาชนะบรรจุของเสียติดเชื้อจากที่พักรวมหรือจากห้องปฏิบัติการไปยังสถานที่กำจัดนั้น ผู้ขับขี่ยานพาหนะและผู้ปฏิบัติงานต้องเป็นผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับของเสียติดเชื้อ สามารถป้องกันและระงับการแพร่เชื้อหรืออันตรายที่อาจเกิดจากของเสียติดเชื้อได้

4) ยานพาหนะขนของเสียติดเชื้อต้องมีลักษณะดังนี้

4.1) ตัวถังปิดทึบ ผนังด้านในต้องบุด้วยวัสดุที่ทนทานทำความสะอาดง่าย ไม่รั่วซึม

4.2) กรณีที่เป็นยานพาหนะสำหรับขนของเสียติดเชื้อจากที่พักรวมซึ่งเก็บกักไว้เกิน 7 วัน ภายในตัวถังของยานพาหนะต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่านั้นได้ และต้องติดเทอร์โมมิเตอร์ที่สามารถอ่านค่าอุณหภูมิภายในตัวถังได้

4.3) ตัวถังทั้งสองด้านของยานพาหนะต้องมีข้อความสีแดงสามารถมองเห็นได้ชัดเจนว่า “ใช้เฉพาะขนของเสียติดเชื้อ”

4.4) ติดชื่อหน่วยงาน

4.5) ต้องมีเครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสมสำหรับผู้ขับขี่และผู้ปฏิบัติงานประจำยานพาหนะขนของเสียติดเชื้อ อุปกรณ์หรือเครื่องมือสำหรับป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการตกหล่นหรือการรั่วไหลของ



ของเสียดัดเชื้อ, ป้องกันอัคคีภัย และอุปกรณ์หรือเครื่องมือสื่อสารสำหรับใช้ติดต่อ  
แจ้งเหตุอยู่ในยานพาหนะชนของเสียดัดเชื้อตลอดเวลาที่ทำการขนของเสียดัดเชื้อ

#### 4.5.3 การขนส่งของเสียดัดเชื้อ

ของเสียดัดเชื้อจะถูกขนส่งไปยังศูนย์จัดการของเสียดัดเชื้อ  
อย่างปลอดภัย โดยเจ้าหน้าที่ผู้ชำนาญการโดยใช้รถบรรทุกแบบปิด และการหีบห่อ  
บรรจุต้องมีความมั่นคงแข็งแรงเพื่อป้องกันการกระแทกระหว่างการเคลื่อนย้ายขนส่ง  
ซึ่งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดการขนส่งเคลื่อนย้ายของสำนักงานพลังงานปรมาณู  
เพื่อสันติ





## บทที่

## 5

# การบำบัดและกำจัดของเสียอันตราย จากห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการบางแห่งจะกำจัดสารเคมีที่ไม่เป็นอันตรายเช่นเดียวกับของเสียอันตราย ซึ่งจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ดังนั้น ห้องปฏิบัติการควรได้มีการตรวจสอบกฎระเบียบ และข้อจำกัดในการจัดการฝังกลบของเสียของท้องถิ่นก่อน เพื่อจะได้คัดแยกของเสียอันตรายและของเสียไม่อันตรายออกจากกัน เพื่อนำของเสียไม่อันตรายไปกำจัดได้อย่างปลอดภัยและถูกต้องตามกฎหมายร่วมกับของเสียทั่วไป

ของเสียที่มีได้ถูกกำหนดให้เป็นของเสียอันตรายสามารถกำจัดได้ด้วยวิธีการเดียวกับการกำจัดของเสียทั่วไป ถ้าของเสียนั้นมีได้มีสมบัติแสดงความเป็นอันตรายโดยเป็นของเสียติดไฟได้ ของเสียกัดกร่อน ของเสียไวต่อปฏิกิริยา หรือของเสียเป็นพิษ ของเสียที่มีได้ถูกกำหนดความเป็นอันตราย เช่น เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์, เกลือโซเดียมคาร์บอเนต, ผลผลิตจากธรรมชาติ (กรดอะมิโนและน้ำตาล) และวัตถุที่ไม่ไวต่อปฏิกิริยาซึ่งใช้ในห้องปฏิบัติการ(มิได้ถูกปนเปื้อนด้วยเรซินและเจลจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีโครมาโตกราฟี) เจ้าหน้าที่ของห้องปฏิบัติการควรจะศึกษาปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น เพื่อหาแนวทางนำไปกำจัดรวมกับของเสียทั่วไปได้มากขึ้น

### 5.1 วิธีการบำบัดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

การบำบัด (Treatment) เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ หรือทางเคมีของของเสียอันตรายให้ลดความรุนแรงของอันตรายลงหรืออาจจะหมดฤทธิ์ได้ อยู่ในสภาพที่ง่ายต่อการจัดการ ซึ่งวิธีการบำบัดสามารถ





ทำได้หลายวิธี อาทิ การปรับเสถียร การตกตะกอน การบำบัดทางชีวภาพ ซึ่งการบำบัดจะเหลือกากตะกอนหรือเศษของเสียอันตราย จำเป็นต้องดำเนินการกำจัดต่อไปอีกขั้นตอนหนึ่ง

ซึ่งเทคโนโลยีการจัดการของเสียอันตรายและมูลฝอยทั่วไปสามารถจัดได้เป็น 4 กลุ่ม คือ การบำบัดโดยใช้ความร้อน (Thermal treatment) การบำบัดทางชีววิทยา (Biological treatment) การบำบัดทางกายภาพ/เคมี (Physical/chemical treatment) และวิธีการสำหรับการบรรจุและกำจัด (Containment/Disposal) โดยมีวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

### 5.1.1 การบำบัดของเสียสารเคมีที่เป็นของเสียทั่วไป

การบำบัดสารเคมีที่เป็นของเสียทั่วไปมีข้อควรระวังดังนี้

1) ก่อนที่จะดำเนินการกำจัดของเสียสารเคมีร่วมกับของเสียทั่วไป ควรมีการติดต่อกับ กทม. เทศบาลหรือหน่วยงานที่ดูแลสถานที่รับกำจัดของเสียของท้องถิ่น (โดยทั่วไปจะใช้การฝังกลบ) เพื่อจะได้พิจารณาว่าการกำจัดสามารถดำเนินการได้โดยถูกต้องตามระเบียบข้อบังคับของท้องถิ่นหรือไม่ การดูดซับของเหลวที่เป็นของเสียสารเคมีเหล่านี้ด้วยวัสดุที่ไม่ว่องไวต่อปฏิกิริยา และบรรจุในภาชนะที่ไม่แตกกร้าวและมีการปิดผนึกอย่างแน่นหนา ก่อนนำไปกำจัดด้วยวิธีฝังกลบร่วมกับของเสียทั่วไป

2) ต้องพิจารณาถึงความปลอดภัยของผู้เก็บกักและผู้ขนย้ายของเสียว่าได้มีการบรรจุของเสียทั้งหมดแล้ว ภาชนะบรรจุที่เป็นแก้วขนาดเล็กที่บรรจุของเสียที่ไม่อันตรายควรมีภาชนะปกคลุมอีกชั้นหนึ่ง เช่น กล่องหรือภาชนะบรรจุอื่นๆ ที่แน่ใจว่าจะไม่แตกเสียหายในกำจัดด้วยวิธีการจัดการของเสียทั่วไป

3) ของเสียบางประเภทมิได้ถูกกำหนดให้เป็นของเสียอันตรายแต่ควรได้รับการจัดการเช่นเดียวกับของเสียอันตรายเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อม ก่อนการกำจัดสารเคมีไปกับของเสียควรมีการประเมินความเสี่ยงและมั่นใจแล้วว่าวิธีการกำจัดที่เลือกนั้นเป็นวิธีที่เหมาะสม

### 5.1.2 การบำบัดของเสียอันตรายจำพวกสารเคมี

การบำบัดของเสียอันตรายจำพวกสารเคมีด้วยสารเคมีเป็นทางเลือกหนึ่งของการจัดการของเสียที่ไม่แพง เหมาะสำหรับผู้ก่อกำเนิดของเสียขนาดเล็ก ซึ่งอาจจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง หากต้องส่งสารเคมีปริมาณน้อยไปกำจัด ของเสียอันตรายจำพวกสารเคมีสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทในหัวข้อที่ 1) และ 2) ต่อไปนี้

#### 1) สารอินทรีย์เคมี แบ่งตามสถานะ ได้แก่

##### 1.1) ของเหลวอินทรีย์เคมี

##### 1.1.1) รีเอเจนต์ประเภทของเหลวอินทรีย์ (Organic Liquid Reagent)

การบำบัดรีเอเจนต์ประเภทของเหลวอินทรีย์ ที่เกิดการลุกไหม้ได้นั้นสามารถกำจัดได้โดยการฉีดพ่นเข้าสู่เตาเผา ซึ่งจะถูกบำบัดโดยการทำให้สลายตัวด้วยความร้อน ของเหลวแต่ละชนิดสามารถบำบัดได้สูงได้ถึง 70 ลิตรต่อชั่วโมง โดยให้อุณหภูมิภายในเตาเผาประมาณ 900 องศาเซลเซียส ซึ่งจะทำให้ก๊าซหมดไปได้ และผ่านเข้าสู่หอหล่อเย็น เครื่องล้างและเครื่องดูดปรอท ซึ่งจะวิเคราะห์ความเข้มข้นของ  $SO_2$ ,  $NO_x$ ,  $HC$ ,  $HCl$  และ  $CO$  โดยจะตรวจสอบก๊าซทั้งหมดไปก่อนที่จะปล่อยสู่บรรยากาศต่อไป

รีเอเจนต์ที่ลุกไหม้และติดไฟได้จะถูกผสมกันในถังกักของผสมรีเอเจนต์ที่มีการตกตะกอนเกิดขึ้นจะถูกกรองออก ส่วนของเหลวที่ผ่านการกรองแล้วจะถูกส่งไปกำจัดยังถังกักแต่ละใบ อย่างไรก็ตาม สารประกอบฟลูออไรด์อินทรีย์และฟอสฟอรัสอินทรีย์ควรจะนำไปบำบัดต่อในขั้นที่สอง เมื่อการบำบัดน้ำเสียจากเครื่องล้างก๊าซเปียก เช่น ของเสียอินทรีย์เหลว สารประกอบจะถูกกลั่นด้วยอัลคาไลน์จากหอล้าง (Scrubber tower) และก๊าซคลอรีนจะถูกปล่อยออกมาโดยการเผาไหม้ของสารประกอบคลอรีน ก๊าซคลอรีนจำนวนมากจะผ่านไปยังหอล้างถ้าการล้างไม่เพียงพอ กรดก๊าซจะถูกกำจัดสู่บรรยากาศ จึงต้องป้องกันการเกิดก๊าซคลอรีนในเตาเผา โดยการควบคุมจำนวนของเตาเผาและสารประกอบคลอรีน สารประกอบคลอรีนอินทรีย์จะถูกเจือจางด้วยการเผาไหม้ตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น เบนซีน และโทลูอีน และทำให้สลายด้วยการลุกไหม้ของของเหลว การบำบัดนี้จะต้องควบคุมความเข้มข้นของคลอรีนให้น้อยกว่า 10 %



### 1.1.2) ไนไตรล์ (Nitrile)

ของเสียที่มีออร์แกนิกไนไตรล์สามารถบำบัดโดยการไฮโดรไลซิสไนไตรล์ให้เป็นกรดที่ไม่เป็นพิษเช่นเบนโซอิกไนไตรล์ 1 กรัมจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดเบนโซอิก โดยการให้ความร้อนผ่านการรีฟลักซ์ เอทานอิก โพแทสเซียม ไฮดรอกไซด์ (ethanoic potassium hydroxide) ความเข้มข้น ขนาด 30 มิลลิลิตร เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อสารละลายเย็นทำให้เป็นกลางด้วยกรดไฮโดรคลอริก(HCl) เจือจาง แล้วเทลงสู่ที่ระบายน้ำ

### 1.1.3) อินทรีเอไซด์

สำหรับสารอินทรีเอไซด์ ควรทำในตู้ดูดควันและมีอุปกรณ์ป้องกันเต็มเอไซด์ 1 กรัม อย่างช้าๆ ลงในเม็ดดีบุก 6 กรัม ในกรดไฮโดรคลอริก ปริมาตร 100 มล. คนต่อไปอีก 30 นาที เติมน้ำเย็นลงไปอย่างระมัดระวัง ล้างกากของแข็งด้วยน้ำและนำกลับมาใช้ใหม่ ทำสารละลายให้เป็นกลางด้วยโซดาแอช แล้วเทลงสู่ที่ระบายน้ำ



### 1.1.4) โลหะคาร์บอนิล (Metal Carbonyl)

ตัวอย่างของโลหะคาร์บอนิล ได้แก่ เหล็กเพนตะคาร์บอนิล และ นิกเกิลคาร์บอนิล ซึ่งมีความเป็นพิษสูงและเป็นวัตถุไวไฟปฏิกิริยาและอาจเป็นสารก่อมะเร็งด้วย สารประกอบเหล่านี้ถูกทำลายได้โดยการคนสารละลายในตัวทำละลายที่เหมาะสมด้วยสารฟอกสี ตัวทำละลายสำคัญที่ควรเลือกพร้อมทั้งปริมาณและสภาพการเกิดปฏิกิริยาแสดงในตารางที่ 5-1

## 1.2) ของแข็งอินทรีย์เคมี

การบำบัดตัวรีเอเจนต์ของแข็งอินทรีย์สามารถกำจัดด้วยการเผาไหม้ในเตาเผาสำหรับของเสียที่เป็นของแข็งสามารถบำบัดได้สูงสุด 30 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สำหรับสัตว์ที่ตายแล้ว ต้องควบคุมอุณหภูมิในการเผาไหม้ให้อยู่ประมาณ 900 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม ต้องมีการหยุดสารเคมีเพื่อช่วยในการทำปฏิกิริยา

การไม่ใช้สารเคมีเพื่อให้เกิดการลุกไหม้นั้น ตัวรีเอเจนต์จะถูกเทออกจากขวดรีเอเจนต์แล้วใส่ลงในถุงโพลีเอททิลีนขนาดเล็กถุงนี้จะถูกแขวนในเตาเผาของแข็งแต่วิธีนี้จะเป็นอันตรายมากสำหรับสารว่องไวปฏิกิริยา

**ตารางที่ 5-1** สภาวะที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาระหว่างโลหะคาร์บอนิลและสารฟอกสี (NaOCl)

โลหะคาร์บอนิล	ปริมาณของ NaOCl ที่ใช้เร่งปฏิกิริยา (มิลลิลิตร)	ปฏิกิริยาเกิดขึ้นภายใต้สภาวะ	ของเสียที่เหลือจากปฏิกิริยา
สารละลาย Ironpen tacarbonyl ( $Fe(CO)_5$ ) ในเฮกเซน อัตราส่วน 5 ต่อ 200	65	คนสารละลายภายใต้ก๊าซฮีเลียม นาน 30 นาที	กรองตะกอน $Fe(OH)_3$ ปล่อยชั้นที่เป็นสารละลายทิ้งไป ส่วนเฮกเซนนำไปรีไซเคิลหรือนำไปเผา
สารละลาย Diiron nonacarbonyl ( $Fe(CO)_9$ ) ในโทลูอีน อัตราส่วน 1 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร	50	คนสารละลาย นาน 25 นาที	กรองตะกอน $Fe(OH)_3$ ปล่อยชั้นที่เป็นสารละลายทิ้งไป ส่วนโทลูอีนนำไปรีไซเคิลหรือนำไปเผา
สารละลาย Chromium hexacarbonyl ( $Cr(CO)_6$ ) ในเตตราไฮดราฟูเรนอัตราส่วน 1 กรัม ต่อ 200 มิลลิลิตร	30	คนสารละลาย นาน 15 นาที	กรองตะกอน $Cr(OH)_3$ แล้วรวบรวมนำไปทิ้งและนำส่วนที่เป็นของเหลวไปเผา



## ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

สารละลาย Nickel carbonyl( $Ni(CO)_4$ ) ใน เดตตระไฮดราฟูเรน อัตราส่วน 5 กรัม ต่อ 200มิลลิลิตร	250	คนสารละลาย ภายใต้ก๊าซฮีเลียม นาน 2 ชั่วโมง	กรองตะกอน $Ni(OH)_2$ แล้วรวบรวม นำไปทิ้ง และนำส่วนที่เป็นของเหลวไปเผา
--	-----	--	---

วัตถุเคมีที่เกิดปฏิกิริยาอว่องไว เช่น เบนโซลิลเปอร์ออกไซด์ (Benzoyl peroxide) และสารประกอบไตรไนโตร (trinitro) จะถูกทำให้เจือจางก่อนด้วยน้ำหรือตัวทำละลายอินทรีย์ที่สามารถถูกไหม้ได้ เช่น สารละลาย เบนโซลิลเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.5% ในอะซีโตน โดยเบนโซลิลเปอร์ออกไซด์จะสูญเสียการเกิดปฏิกิริยา และจะถูกทำให้สลายเหมือนการถูกไหม้ของเสียที่เป็นของเหลวทั่วไป วัตถุเคมีที่เกิดปฏิกิริยาอว่องไวจะถูกกำจัดอย่างปลอดภัยด้วยวิธีนี้

## 2) สารอินทรีย์เคมี แบ่งตามสถานะ ได้แก่

## 2.1) ของแข็งอินทรีย์เคมี

## 2.1.1) สารโซลานาइट

โซลานาइटจะถูกทำให้ละลายด้วยน้ำ และทำให้ย่อยสลายโดยการ ออกซิไดส์ สิ่งสำคัญอันดับแรกต้องปรับความเข้มข้นของสารละลายนี้ให้น้อยกว่า 1,000 มก. ต่อลิตร ที่ความเข้มข้นสูงกว่านี้ ปฏิกิริยาจะเกิดอย่างรุนแรง เช่น ก๊าซโซลานาเจนคลอไรด์ (CNCl) จะมีความรุนแรงมาก ความเข้มข้นของโซลานาइटอออนในการบำบัดนี้ควรจะน้อยกว่า 1 มก. ต่อลิตร

ของแข็งโซลานาइटสามารถกำจัดได้โดยการเผาในเตาเผา ถ้าการย่อยสลายโซลานาइटมีประสิทธิภาพไม่ดีพอ เถ้าที่อยู่กันเตาต้องผ่านกระบวนการบำบัดอีกครั้ง มีความเป็นไปได้ที่จะสลายของแข็งโซลานาइटด้วยการออกซิไดส์เกลือโซลานาइटเชิงซ้อนที่เสถียรอย่างสมบูรณ์ ซึ่งจะต้องมีไฮโปคลอไรท์ที่มีอยู่ด้วยความยุ่งยากจะเพิ่มขึ้นในเตาเผาและการเผาไหม้ในกระบวนการไพโรไลซิส ในกรณีนี้

การเผาไหม้ครั้งที่สอง เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับถ้ำที่อยู่กันเตา เกลือโซเดียมไนเตรตเชิงซ้อนที่เสถียรสามารถกำจัดได้โดยการเผาขณะที่เป็นของเหลว หลังจากถูกทำให้ละลายด้วยน้ำโดยเครื่องฉีดพ่นละออง (Atomized firing equipment)

### 2.1.2) ฟลูออไรด์และฟอสเฟต

หลังจากถูกทำให้ละลายด้วยน้ำแล้ว ทำปฏิกิริยาด้วยเกลือแคลเซียมและถูกกำจัดตะกอนของแคลเซียมฟลูออไรด์และแคลเซียมฟอสเฟตของเหลวที่ผ่านการกรองจะเคลื่อนผ่านอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง Elution test ตะกอนที่ผ่าน Elution test แล้วจะถูกกำจัดโดยการฝังกลบอ็อกซิไดซ์ฟลูออไรด์และฟอสเฟตในน้ำบำบัด ไม่ควรเกิน 15 มก. ต่อลิตร และน้อยกว่า 48 มก.

หลังจากตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์ถูกทำให้ละลายด้วยน้ำ และบำบัดด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันแล้วน้ำที่บำบัดแล้วจะถูกทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำ หลังจากปรับค่า pH แล้ว สารที่มีพิษจะกำจัดในเตาเผาด้วยเตาเผาของแข็ง ในการเผาไหม้สารเคมีทางการเกษตรได้รับการยืนยันว่าให้เสนอให้มีการบำบัดในห้องปฏิบัติการก่อนถ้าการเผาไหม้ไม่ได้รับการรับรองการบำบัดจะต้องหยุดการดำเนินการ

วัตถุที่ก่อให้เกิดมะเร็งและก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ต้องกำจัดในเตาเผาของของแข็ง ถ้าเตาเผาไม่เหมาะสม เช่น เป็นเตาเผาสำหรับสารเคมีทางการเกษตร ไม่สามารถกำจัดได้โดยการเผาได้

การกำจัดสารเคมีที่ไม่ใช่แล้ว ต้องมีการควบคุมอย่างระมัดระวังเกี่ยวกับปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น การกำจัดรีเอเจนต์ที่เป็นของแข็งในเตาเผาที่มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับโครงสร้างและขนาดของเตาเผา

รีเอเจนต์ที่เป็นโลหะหนักจะถูกกำจัดด้วยวิธี Ferrite หลังจากทำให้เจือจางด้วยน้ำหรือกรด ในปัจจุบันวิธี Ferrite ได้รับความเชื่อถือมากที่สุดในการบรรเทาการบำบัดของเสียที่เป็นของเหลวซึ่งมีอ็อกซิไดซ์ของโลหะหนักหลายชนิดบรรจุอยู่

## 2.2) ของเหลวนินทรีลเคมี

2.2.1) รีเอเจนต์ประเภทของเหลวนินทรีลเคมี (Inorganic Liquid Reagents)



การบำบัดสารอินทรีย์จะมีความยุ่งยากมากกว่าสารอินทรีย์ การบำบัดของเสียอินทรีย์เหลว แบ่งเป็นสารต่างๆ ได้ดังนี้

(1) กรดซัลฟูริกและกรดไฮโดรคลอริก จะถูกกำจัดลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะหลังจากทำให้เป็นกลางด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ การออกซิไดซ์และรีดิวซ์ สารที่ไม่มีสมบัติทำให้เกิดการติดเชื้อมีสามารถกำจัดลงสู่ท่อน้ำทิ้งได้หลังจากบำบัดด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน สารประกอบไซยาไนด์มักจะไม่กำจัดในลักษณะที่เป็นของเหลว จะกำจัดในรูปของแข็งมากกว่า การย่อยสลายของไซยาไนด์ด้วยการออกซิไดส์มักทำร่วมกับไฮโปคลอไรท์

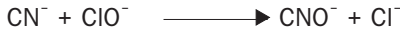
(2) กรดไฮโดรฟลูออริกและฟอสฟอริก ซึ่งถูกใช้ในการตกตะกอนจะมีแคลเซียมฟลูออไรด์ และแคลเซียมฟอสเฟตปนอยู่ในปฏิกิริยาในรูปของเกลือแคลเซียม โปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต และกรดซัลฟูริกจะถูกรวมเป็นสารประกอบเมอร์คิวริก และหลังจากย่อยสลายด้วยการออกซิไดส์แล้วเมอร์คิวริกไอออนจะถูกดูดซับโดย Chelate resin

(3) ตัวรีเอเจนต์ของโลหะหนัก ถูกบำบัดโดยวิธีเฟอร์ไรท์ (Ferrite) กรดซัลฟูริก และกรดไนตริกที่ติดไฟได้หรือซัลฟูริกแอนไฮไดรต์ สามารถบำบัดโดยวิธีเดียวกันนี้ด้วยกรดซัลฟูริก ซึ่งหลังจากทำให้เจือจางด้วยกรดซัลฟูริก กรดไนตริก หรืออย่างอื่นแล้ว

การลุกไหม้ของไทเทเนียมเตตระคลอไรด์จะนำไปสู่การบำบัดฟลูออรีนในแท็งก์ด้วย พร้อมกับขจัดรีเอเจนต์ที่ถูกห่อหุ้มในภาชนะสแตนเลส หลังจากทำให้เย็นด้วยน้ำแข็งแห้ง รีเอเจนต์นี้จะทนทานต่อน้ำในแท็งก์บำบัดและผลนี้อาจทำให้ขวดในภาชนะบรรจุแตกเสียหายได้

### 2.2.2) ไซยาไนด์ (Cyanides)

สารละลายโซเดียมหรือโปแทสเซียมไซยาไนด์เป็นสารที่มีความเป็นพิษสูง จะถูกออกซิไดส์เป็นไซยาเนทที่ไม่เป็นพิษโดยการทำปฏิกิริยากับสารฟอกสี (bleach) หรือสารละลายไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) ที่ความเข้มข้น 5%



สารละลายโซเดียมหรือโปแทสเซียมไซยาไนด์สามารถเจือจางด้วยน้ำ เพื่อทำให้ความเข้มข้นไม่เกิน 2% ทุก 50 มล. ของสารละลายให้เติม 10% NaOH 5 มล. และสารฟอกสี (60-70 มล.) สารละลายนี้สามารถทดสอบว่ายังมีไซยาไนด์อยู่โดยใช้สารละลาย 1 มล. ใส่ในหลอดทดลอง หยดสารละลายเฟอริสซัลเฟต 5% 2 หยด ที่เตรียมขึ้นใหม่ลงในของผสม แล้วต้มเป็นเวลา 30 วินาที ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง หยดสารละลายเฟอริกคลอไรด์ลงไป 2 หยด ทดสอบความเป็นกรดของของผสมด้วยกระดาษลิตมัส โดยใช้ 6 M HCl ถ้ายังมีไซยาไนด์เหลืออยู่ตะกอนจะมีสีฟ้าเข้ม ถ้าความเข้มข้นของไซยาไนด์เกิน 1 ppm สามารถตรวจสอบได้โดยเติมสารฟอกสีลงในสารละลายไซยาไนด์ มากเกินพอแล้วทำการทดสอบอีกครั้งเมื่อไม่มีตะกอนสีฟ้าแล้วให้เทสารละลายลงสู่ท่อระบายน้ำ

**หมายเหตุ:** แม้ว่าสารละลายจะมีกลุ่มไซยาไนด์อยู่แต่วิธีนี้ไม่สามารถใช้กับบอร์เนกนิไนไตรล์ เช่น เบนโซไนไตรล์ ซึ่งไม่ทำปฏิกิริยากับสารฟอกสี

### 2.2.3) สารละลายที่มีไอออนของโลหะหนัก (Solutions Containing Heavy Metal Ions)

การกำจัดสารละลายที่มีเกลือของโลหะหนักโดยการฝังกลบถูกห้ามมิให้กระทำ เพราะโลหะนี้สามารถทำให้ตกตะกอนเป็นเกลือที่ไม่ละลายซึ่งสามารถนำไปกำจัดได้ เกลือที่ไม่ละลายนี้มักจะมีซัลไฟด์อยู่ จึงจำเป็นต้องใช้รีเอเจนต์ที่มีความเป็นพิษสูง เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์, โซเดียมซัลไฟด์, แอมโมเนียมซัลไฟด์ หรือไฮโออะซิทาไมด์ เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้รีเอเจนต์ที่เป็นพิษสูง สามารถตกตะกอนไอออนของโลหะหนักเป็นซิลิเกตได้ เกลือเหล่านี้จะแสดงสมบัติการละลายได้เป็นสารละลายซัลไฟด์ในสภาพที่เป็นกลาง, กรด, ด่าง ดังนั้น ผลกระทบของฝนกรดที่ได้อาจการกรองซิลิเกตจึงเปรียบได้กับซัลไฟด์ โดยปกติแร่ธรรมชาติจะมีโลหะในรูปซิลิเกต เพื่อให้โลหะนี้คืนสู่พื้นดินในรูปเดิมจึงต้องกำจัดออกไป บางกรณีการตกตะกอนอย่างสมบูรณ์ต้องมีการควบคุมค่า pH เช่น สารละลายที่มีไอออนของตะกั่ว





สารละลายที่มีไอออนของตะกั่วรวมอยู่ ให้ใช้สารละลายโซเดียมเมตาซิลิเกตมากเกินพอ พร้อมทั้งเขย่าจนไม่เกิดการตกตะกอนอีก ถ้ารู้ความเข้มข้นของเกลือตะกั่วให้ใช้สารละลายโซเดียมเมตาซิลิเกต 200 มล. สำหรับแต่ละ 0.04 โมล ของตะกั่วไอออน ถ้าไม่รู้ความเข้มข้น การตกตะกอนสามารถทำได้โดยดูดเอาของเหลวที่ลอยอยู่บนผิวออกทีละ 2 - 3 มล. และหยดสารละลายโซเดียมเมตาซิลิเกตเพื่อทดสอบหรือเพื่อการตกตะกอนไม่สมบูรณ์ ปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 7 - 8 โดยใช้  $2\text{M H}_2\text{SO}_4$  20 มล. สำหรับสารละลายทุก 100 มล. ถ้าจำเป็นให้รวบรวมตะกอนโดยการกรองหรือกำจัดสิ่งที่ลอยอยู่บนผิว แล้วนำไประเหยในถังระเหยขนาดใหญ่ในตู้ดูดควันของแข็งที่ได้ต้องทำให้แห้ง แล้วใส่ภาชนะบรรจุและติดฉลาก เพื่อนำไปกำจัดด้วยการฝังกลบอย่างปลอดภัย

การเจือจางสารละลายเกลือของตะกั่ว ควรเติมสารละลายโซเดียมเมตาซิลิเกตจนไม่เกิดตะกอนอีก ปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 7-8 ด้วย  $2\text{M H}_2\text{SO}_4$  ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน ก่อนที่จะรวบรวมของแข็งด้วยการกรองหรือนำไประเหย

สารละลายเกลือของแคดเมียมและแอนติโมนีสามารถบำบัดได้เช่นเดียวกับเกลือตะกั่ว เกลือของโลหะหนักหลายตัวสามารถตกตะกอนให้เป็นซิลิเกตได้ด้วยวิธีการเดียวกันนี้ วิธีนี้ใช้ได้กับเหล็ก(II) pH 12 เหล็ก(III) ที่ pH 11 , สังกะสี(II) ที่ pH 7-7.5 และอลูมิเนียม(III) ที่ pH 7.5-8 ทองแดง (II) , นิกเกิล(II) , แมงกานีส(II) และโคบอลต์(II) สามารถตกตะกอนได้โดยไม่ต้องปรับค่า pH หลังจากเติมสารละลายโซเดียมเมตาซิลิเกตแล้ว วิธีนี้เป็นการตกตะกอนโลหะหนักที่ไม่ละลายเป็นซิลิเกต

2.2.4) สารละลายที่มีไอออนของปรอท (Solutions Containing Mercury Ions) เกลือของปรอทสามารถตกตะกอนในรูปของซัลไฟด์ที่ไม่ละลายน้ำได้



เนื่องจากไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นก๊าซพิษที่รุนแรงจึงต้องระมัดระวังและป้องกันการหายใจเป็นอย่างดี ของเสียที่เป็นเกลือปรอทสามารถละลายได้ในน้ำ

(ใช้น้ำ 100 มล. ต่อของเสีย 10 กรัม) ปรับ pH ของสารละลายให้เท่ากับ 10 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 10% ดำเนินการในตู้ดูดควัน สารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (20%) จะถูกรวมกันพร้อมกับเขย่าจนไม่มีตะกอนเกิดขึ้นอีก ตรวจสอบการตกตะกอนว่าเกิดขึ้นสมบูรณ์หรือไม่โดยดูของเหลวที่ลอยอยู่บนผิวเล็กน้อย แล้วหยุดสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ลงไป 2-3 หยด ถ้ามีการตกตะกอนหรือเกิดการขุ่นให้เติมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์มากเกินไปหลังจากเกิดการตกตะกอนที่ก้นแล้ว ให้เทของเหลวอย่างเบา ๆ หรือกรองเอาของแข็งออกของเหลวลงสู่ที่ระบายน้ำ และบรรจุของแข็งตะกั่วซัลไฟด์ลงภาชนะพร้อมติดฉลากเพื่อนำไปกำจัดอย่างเหมาะสมต่อไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดซึ่งอาจจะกำหนดให้กำจัดด้วยการฝังกลบอย่างปลอดภัย หรือทำให้อยู่ในรูปของแคปซูล (encapsulation) โดยการบดด้วยซีเมนต์

**หมายเหตุ:** ในกรณีของของเหลวโลหะปรอทให้ใช้ผงกำมะถันโรยรอบ ๆ หยดปรอท และกวาดเก็บไว้ในภาชนะปิด พร้อมติดป้ายระบุชัดเจน

### 2.2.5) สารละลายที่มีไอออนของโครเมียม (Solutions Containing Chromium Ions)

สารละลายกรดโปแทสเซียมไดโครเมต ปกติจะใช้ในการทำปฏิกิริยากับตัวออกซิไดซ์ที่รุนแรงเพื่อทำความสะอาดเครื่องแก้ว วิธีนี้ไม่ควรใช้กับสารทำความสะอาดอื่น ๆ ที่มีไอออนของโครเมียม โครเมียมไฮดรอกไซด์ที่ไม่ละลายจะถูกเปลี่ยนโดยปฏิกิริยารีดักชันของไดโครเมตด้วยสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต ประสิทธิภาพของปฏิกิริยารีดักชันและการฟอร์มตัวของผลิตภัณฑ์สามารถจัดการได้ง่ายโดยการตกตะกอนสารแขวนลอยซึ่งมีลักษณะเป็นวุ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่า pH ของสารละลาย ด้วยเหตุนี้จึงต้องทำสารละลายให้เป็นกลางก่อนแล้วจึงทำให้เป็นกรดอีกครั้ง





วิธีนี้ต้องเจาะจงปริมาณของสารละลายกรดไดโครเมต ดังนั้น สารละลายกรดไดโครเมต (100 ml) จะรวมกับโซดาแอช (ของแข็ง) อย่างช้า ๆ พร้อมทั้งเขย่าจนกระทั่งสารละลายเป็นกลาง (ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส) ต้องใช้ โซดาแอชประมาณ 108 กรัม สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีส้มเป็นสีเขียว และ ทำให้เป็นกรดอีกครั้งที่ pH เท่ากับ 1 โดยการเติม  $H_2SO_4$  3M ประมาณ 55 มล. โดยต้องทำอย่างระมัดระวังสีของสารละลายจะกลับเป็นสีส้มในการเติมโซเดียม-ไฮโอซัลเฟต (40 กรัมของ  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ) คนจนสารละลายกลายเป็นสีฟ้าขุ่น ทำให้ เป็นกลางโดยการเติมโซดาแอช (10 กรัม) หลังจาก 2-3 นาที จะมีสารแขวนลอย สีฟ้าเทาเกิดขึ้น ของผสมนี้สามารถกรองได้ทันทีโดยผ่าน Celite หรือปล่อยทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ จากนั้นให้เทของเหลวที่ลอยอยู่ที่ผิวหน้าออก ถ้ายังมีของเหลวอยู่ให้นำไป ระเหยหรือ กรองผ่าน Celite แล้ววิเคราะห์ด้วย Atomic Absorption เพื่อแสดงว่า มีของเหลวโครเมียมที่ลอยอยู่ที่ผิวหน้าน้อยกว่า 0.5 ppm

สารละลายนี้สามารถเทลงสู่ท่อระบายน้ำได้ ส่วนกากของแข็งให้ใส่ ภาชนะแล้วติดฉลากเพื่อนำไปกำจัดอย่างเหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นกับข้อกำหนดของท้องถิ่น สารละลายที่มีเกลือโครเมียมอื่น ๆ เช่น โครเมียมไดรอกไซด์ สามารถบำบัดได้ด้วย วิธีเดียวกันนี้

## 2.3) สารอินทรีย์เคมีที่มีสมบัติอื่น ๆ

### 2.3.1) สารออกซิไดซ์ และสารรีดิวซ์ (Oxidizing - Reducing Agents)

สารละลายของสารประกอบ เช่น โปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต, โซเดียมคลอเรท, โซเดียมเปอร์ออกไซด์ และโซเดียมเปอร์ซัลเฟต ควรจะทำการรีดิวซ์ก่อนที่จะทิ้งลงสู่ ท่อระบายน้ำ และควรระวังเรื่องการทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำที่ไม่มีระบบควบคุม การเกิดปฏิกิริยา ปฏิกิริยารีดักชันสามารถเกิดได้อย่างสมบูรณ์โดยการบำบัดด้วย สารละลาย 10 % โซเดียมไบซัลเฟตหรือเบตาไบซัลเฟตที่เตรียมขึ้นใหม่ โซเดียม เมตาไบซัลไฟท์จะถูกใช้มากกว่า เนื่องจากเป็นเกลือที่เสถียรดีกว่า ปริมาณของสาร ที่ใช้และสภาพของปฏิกิริยาดังรายละเอียดในตารางที่ 5-2

## ตารางที่ 5-2 สภาวะที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาระหว่างสารออกซิไดส์ และ Sodium Metabisulfite

ของเสียที่มีคุณสมบัติเป็นสารออกซิไดส์	Agent in Aqueous Solution (%ความเข้มข้นต่อลิตร)	สารละลาย Sodium Meta bisulfite ที่ความเข้มข้น 10% (ลิตร)	ข้อสังเกต
Potassium Permanganate	6	1.3	ได้สารละลายไม่มีสี
Sodium chlorate	10	1.8	เติมสารรีดิวเซอร์ให้เกินพอตีอีก 50%
Sodium Periodate	9.5	1.7	ได้สารละลายสีเหลืองอ่อน
Sodium Persulfate	10	0.5	เติมสารรีดิวเซอร์ให้เกินพอตีอีก 10%

ถ้าความเข้มข้นของตัวออกซิไดส์ถูกทำลายมากกว่าที่แสดงในตาราง 5-2 ให้เจือจางสารละลายด้วยน้ำจนมีความเข้มข้นถึงระดับที่ตั้งไว้

หากเป็นของเหลวที่มีสมบัติเป็นทั้งสารออกซิไดส์ และรีดิวซ์ที่รวมกันได้โดยไม่เกิดก๊าซและความร้อนสามารถจัดการได้ด้วยการนำของเสียทั้งสองมาผสมเข้าด้วยกัน จากนั้นทำการทดสอบโดยใช้กระดาษ KI-starch paper ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด ถ้ามีสีน้ำเงินเกิดขึ้นแสดงว่ามีองค์ประกอบเป็นสารออกซิไดส์มากกว่า หากไม่ปรากฏสีแดง แสดงว่ามีสมบัติเป็นสารรีดิวซ์มากกว่า จากนั้นให้ปรับค่า pH ให้เป็นกลาง ด้วยการเติมโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 6% และโซเดียมซัลไฟต์ ใช้ pH meter วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง หลังจากนั้นจะต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีสารพิษชนิดอื่น แล้วจึงทิ้งไปได้



### 5.1.3 การบำบัดของเสียประเภทของเสียติดเชื้อ

การบำบัดของเสียประเภทของเสียติดเชื้อเบื้องต้นนั้น สามารถกระทำได้โดย การทำลายเชื้อ ดังต่อไปนี้

1) การทำลายเชื้อขั้นต้น ในกรณีที่ยังไม่มีระบบการทำลายเชื้อพร้อมการกำจัดได้อย่างสมบูรณ์แบบ จึงให้มีการทำลายเชื้อเบื้องต้นก่อน เช่น อาจมีการใช้น้ำยาฆ่าเชื้อ หรือหนึ่งฆ่าเชื้อ เพื่อลดอันตรายจากมูลฝอยดังกล่าว

2) การทำลายเชื้อโดยทั่วไป ตามวิธีมาตรฐานสากล อาจมีการดำเนินการได้หลายวิธี เช่น การเผา จะเป็นการทำลายเชื้อให้หมดไป และมีส่วนของซี้เถ้าหลงเหลืออยู่ ซึ่งจะต้องนำไปกำจัดที่บริเวณพื้นที่กำจัดมูลฝอย

3) การอบไอน้ำร้อน จะเป็นการฆ่าเชื้อโดยวิธีหนึ่ง ซึ่งวิธีนี้จะมีมูลฝอยคงเหลือในปริมาณเท่าเดิมหรือมากกว่าจากการที่มีความชื้นของไอน้ำ

4) การใช้สารเคมี

5) การใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ไมโครเวฟ) เป็นวิธีการใหม่ ซึ่งได้ผลดีพอสมควร

### 5.1.4 การบำบัดของเสียประเภทกากกัมมันตรังสี

การบำบัดกากกัมมันตรังสี มีกรรมวิธีต่าง ๆ กัน แต่โดยรวมแล้วจะมีหลักการรวมกัน 3 ประการ

1. การทำให้เข้มข้นแล้วเก็บรวบรวม (Concentrate and contain)
2. การทำให้เจือจางแล้วระบายทิ้ง (Dilute and disperse)
3. การเก็บทอดระยะเวลา และปล่อยให้สารกัมมันตรังสีสลายตัวไปเอง (Delay and decay)

วิธีการที่ใช้ปฏิบัติต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของคณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

## 5.2 การกำจัดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

การกำจัด (Disposal) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการจัดการของเสียอันตรายที่จะต้องกำจัดของเสียในรูปแบบต่างๆ ให้หมดไปหรือให้อยู่ในที่ที่ปลอดภัย

ไม่สามารถแพร่กระจายสารพิษออกมาได้และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกต่อไป ได้แก่ การเผา การฝังกลบของเสียอันตราย (Secure landfill)

### 5.2.1 การทำให้เป็นกลาง (Neutralization)

ในหลาย ๆ กรณี ของเสีย โดยเฉพาะของเหลว สลัดจ์ และสเลอรี (slurry) อาจจะมีสภาพเป็นกรดหรือด่างเข้มข้น ชั้นแรกในการทำการบำบัด คือ ทำให้ของเสียมีสภาพเป็นกลางเสียก่อน เพื่อความสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพ กระบวนการบำบัดต่าง ๆ ในลำดับต่อไป โดยสามารถทำได้โดยวิธีดังต่อไปนี้

- 1) ผสมของเสียหลายชนิดเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เป็นกลาง
- 2) เติมน้ำปูนขาวที่เป็นของเหลวชั้น (lime slurries) ในของเสียที่เป็นกรด
- 3) เติมนโซดาไฟ (caustic soda) หรือ โซดาแอชในของเสียที่เป็นกรด
- 4) เติมคาร์บอนไดออกไซด์ ในของเสียที่เป็นด่าง หรือ
- 5) เติมกรดซัลฟูริกในของเสียที่เป็นด่าง

โดยทั่วไปแล้ว การทำให้เป็นกลางจะทำโดยผสมของเสียกับสารประกอบที่เหมาะสมในถังปฏิกิริยา สำหรับสลัดจ์พบว่าสามารถบำบัดในพื้นที่ โดยผสม โซดาแอช หรือปูนขาวกับสลัดจ์ในบ่อบำบัด

### 5.2.2 การแยก (Separation)

วิธีการนี้เป็นการแยกของเสียที่แตกต่างกันออกเป็น 2 กลุ่มหรือมากกว่า ขึ้นกับ ขนาดความหนาแน่นและประเภทของวัสดุทั่วไปแล้วมีทั้งวิธีที่ทำด้วยมือ และด้วยเครื่องจักรกล การแยกช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการบำบัดในขั้นต่อไป และยังช่วยลดปริมาณของเสียที่ต้องทำการบำบัดด้วย

### 5.2.3 การตกตะกอน (Precipitation)

เป็นการทำให้สารที่เจือปนอยู่ในของเสียอันตรายซึ่งอยู่ในรูปสารละลาย แยกตัวและตกตะกอนออกมา



### 5.2.4 การออกซิไดซ์-การรีดิวซ์ (Oxidation-Reduction)

การกำจัดโลหะและสารประกอบอินทรีย์กึ่งระเหยง่าย (semi-volatile organic compounds) จากของเสียที่เป็นของเหลว โดยใช้หลักการทางเคมีของปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน เพื่อเปลี่ยนสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นพิษ เพื่อใช้ในการกำจัดภายหลัง อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ ปริมาณสารออกซิเดชันที่ใช้ และความเข้มข้นของสารปนเปื้อน

แรกเริ่มมีการใช้อากาศเป็นสารออกซิเดชันตั้งต้น แต่เนื่องด้วยประสิทธิภาพอันจำกัด ปัจจุบันจึงมีการหันมาใช้สารออกซิเดชันที่แรงขึ้น เช่น โอโซน เปอร์แมงกาเนต คลอรีน ไดออกไซด์ ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ กรดไฮโปคลอรัส และ คลอรีน การบำบัดด้วยวิธีออกซิเดชันสามารถใช้ได้ทั้งการบำบัดในและนอกแหล่งกำเนิด ข้อดีของออกซิเดชัน ณ แหล่งกำเนิด ก็คือมักจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายทางชีวภาพ

สำหรับรีดักชันมักจะใช้ในการเปลี่ยนรูปโลหะไปอยู่ในรูปที่ตกตะกอนได้ด้วยปูนขาว ทั่วไปที่ก็ได้แก่ การกำจัดเฮกซะวาเลนท์โครเมียม วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพกับทุกโลหะ รีดักชันก็เช่นเดียวกับออกซิเดชัน คือสามารถใช้ได้ทั้งในและนอกแหล่งกำเนิด พบว่าการใช้ในภาคสนามมีประสิทธิภาพสูงกว่า 98 เปอร์เซ็นต์

### 5.2.5 การเผา (Incineration)

การเผาเป็นขบวนการกำจัดของเสียอันตรายทั้งที่เป็นของแข็งของเหลว และก๊าซ โดยให้ความร้อนสูงที่อุณหภูมิ 800-1,400 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ โดยที่การเผาจะเกิดสมบูรณ์หรือไม่ขึ้นกับเวลา อุณหภูมิ และการคลุกเคล้า ระยะเวลาที่ใช้ในการเผาขึ้นอยู่กับสารแต่ละชนิด และเตาเผาควรมีระบบควบคุมสารมลพิษที่เกิดจากการเผา เช่น ระบบดักฝุ่นและก๊าซระบบบำบัดน้ำเสีย เตาเผามีหลายแบบ เช่น Rotary kiln, Multi hearth incinerator, Fluidized bed incinerator, Cement kiln

### 5.2.6 การปรับเสถียร/การทำแข็ง (Stabilization/Solidification)

กระบวนการการปรับเสถียรและการทำแข็งถูกออกแบบเพื่อปรับปรุงการจัดการและคุณลักษณะทางกายภาพของของเสียโดย

- 1) ทำให้เป็นของแข็ง
- 2) ลดการละลายของสารปนเปื้อน และ
- 3) ลดพื้นที่สัมผัส

แท้จริงแล้วการทำแข็งและการปรับเสถียรมีความแตกต่างกันแม้จะมีการใช้ 2 คำนี้ควบคู่กันเสมอ โดยการทำแข็งเป็นการกำจัดของเหลวอิสระ และเพิ่มความแข็งแรงของวัสดุเพื่อให้อยู่ในรูปของแข็ง monolithic (monolithic solid) การทำแข็งไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับพันธะทางเคมีระหว่างสารและสารทำแข็ง แต่ต้องแสดงว่าท้ายสุดของเสียถูกยึดติดภายในก้อนแข็งนั้น ขณะที่การปรับเสถียร เป็นกระบวนการลดความอันตรายของสาร โดยเปลี่ยนสารปนเปื้อนไปอยู่ในรูปที่มีเคลื่อนที่ หรือ พิษน้อยที่สุด การทำแข็งและปรับเสถียรสามารถทำได้หลายวิธี เช่น

(1) Cement base technique วิธีนี้ใช้ซีเมนต์ผสมกับตะกอนและเติม additive เช่น ซีเถ้าลอย (Fly ash) เพื่อทำให้เกิดการแข็งตัวและรวมตัวกันได้ดีขึ้น ซีเมนต์มีพีเอช เป็นด่างประมาณ 11 ทำให้โลหะหนักอยู่ในรูปของสารประกอบ ไฮดรอกไซด์ หรือ คาร์บอเนต ซึ่งไม่ละลายน้ำ ในการกำจัดกากตะกอนที่มีสารโลหะหนัก เช่น แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว แมงกานีส เป็นต้น

(2) Lime-base technique วิธีนี้ใช้ปูนขาว น้ำ และ additive คือ fly ash และ cement kiln dust ใช้ในการกำจัดกากตะกอนที่มีสารกำจัดศัตรูพืชและแมลง

(3) Organic-polymer technique จะใช้ยูเรียฟอร์มาดีไฮด์ (ureaformaldehyde) ผสมกากตะกอนในรูปโมโนเมอร์ (Monomer) และมีตัว Catalyst เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

(4) Thermoplastic technique วิธีนี้จะนำกากตะกอนที่แห้งผสมกับ bitumen ที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เมื่อของเสียเย็นลง





จะแข็งตัว ส่วนใหญ่จะใช้ในการกำจัดกากตะกอนของวัตถุที่มีมันตรังสี bitumen waste mixture ที่ผ่านการบำบัดด้วยวิธีนี้จะใส่ในภาชนะเหล็ก หรือพลาสติกก่อนที่จะนำไปกำจัดโดยการฝัง อัตราส่วนของ bitumen ต่อกากตะกอนเท่ากับ 1:1 หรือ 1:2 อาจใช้ยางมะตอยแทน bitumen ได้

(5) Encapsulation technique เป็นขบวนการที่ทำให้ของเสียถูกเคลือบด้วยสาร binder อาทิเช่น โพลีบิวทาดีน (polybutadine) ผสมกับของเสียทำให้เป็นก้อน แล้วใช้โพลีเอทิลีน (polyethylene) ที่มีความหนาแน่นสูง หลอมเคลือบผิวภายนอกอีกชั้น กากตะกอนที่ผ่านการบำบัดด้วยวิธีนี้ก่อนที่จะนำไปฝังกลบควรทดสอบคุณสมบัติว่าไม่ละลายน้ำอีก โดยค่าน้ำชะขยะจะต้องไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

### 5.2.7 การฝังกลบแบบปลอดภัย (Secure landfill)

เป็นการนำกากของแข็งหรือตะกอนสารเคมี ซึ่งเป็นประเภทอนินทรีย์ เช่น ถ่านไฟฉาย ตะกอนโลหะ หลอดไฟ แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ไปทำลายฤทธิ์และจัดเก็บไว้ในหลุมที่ก่อสร้างด้วยระบบป้องกันผลกระทบไม่ให้น้ำซึมออกไปปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกลักษณะของหลุมฝังกลบแบบปลอดภัยจะต้องระบุด้วยแผ่นพลาสติกชนิด High Density Polyethelene (HDPE) 2 ชั้น หนาน้อย 1.5 มิลลิเมตร และมีการตรวจสอบรอยรั่วซึมของรอยต่อแผ่นพลาสติกทุกรอยให้เป็นไปตามมาตรฐาน ระหว่างพลาสติก แต่ละชั้นจะวางท่อรวบรวมน้ำเสียต่อเชื่อมกับบ่อรวบรวมและทำการติดตามตรวจสอบการปนเปื้อนเป็นระยะๆ การเตรียมการฝังนั้นจะต้องดำเนินการหลายขั้นตอน ตั้งแต่การพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ ตลอดจนการขนส่งในระหว่างฝังกลบจะมีระบบป้องกันและตรวจสอบการรั่วไหล

### 5.2.8 การกำจัดของเสียอันตรายที่อยู่ในรูปก๊าซ

ก๊าซที่เกิดสามารถกำจัดได้โดยการใช้วัสดุ หรือสารดูดซับ ถ้าก๊าซนั้นมีจุดเดือดต่ำ สามารถกำจัดได้โดยการใช้สารอะซีโตนดักจับ ส่วนก๊าซอื่น ๆ มีแสดงในตารางที่ 5-3

### ตารางที่ 5-3 วิธีการที่ใช้ในการบำบัดก๊าซอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ

วิธีการ (Method)	ก๊าซตัวอย่าง	นำไปผ่านใน
Acid Wash	ก๊าซแอมโมเนียและ ไพรีดีน	กรดซัลฟูริก
Alkali Solution treatment	hydrogen cyanide และ mercaptan	สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส
Alkali Wash	ก๊าซที่มีสภาพเป็นกรด และ ฮาโลเจน เช่น HF, H <sub>2</sub> S, PH <sub>3</sub> , HCl, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , CL <sub>2</sub> , SiF <sub>4</sub> , PCI <sub>3</sub> , Br <sub>2</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , และ SeO <sub>2</sub>	น้ำที่มีสมบัติเป็นเบส
Burning Treatment	Carbon monoxide	กระบวนการเผา
Cool trap	Carbon disulfide, benzene และ phenol	กระบวนการควบแน่น โดยการลดอุณหภูมิ
Nitric Treatment	Yellow phosphorous	กรดไนตริก
Sodium bisulfite Treatment	Formaldehyde, acyl, methyl, ethyl และ aldehyde	สารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์
Water Wash	chlorosulfuric acid และ Methanol	น้ำ

#### 5.2.9 การกำจัดของเสียอันตรายติดเชื้อ

ของเสียอันตรายติดเชื้อ มีความจำเป็นที่จะต้องทำลายเชื้อ ก่อนจะนำไปกำจัด โดยปกติซึ่งบางวิธีในการกำจัดสามารถทำลายเชื้อและกำจัดหรือแปรสภาพได้ทันที เช่น การเผา แต่อย่างไรก็ตามยังคงเหลือกากเพื่อนำไปกำจัดอยู่เช่นกัน ตาม พ.ร.บ. การสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ได้มอบให้การจัดเป็นหน้าที่ของราชการส่วนท้องถิ่นในการดำเนินงาน ดังนั้น การดำเนินการทั้งในขั้นตอนการทำลายเชื้อและการกำจัด โดย



1) ราชการส่วนท้องถิ่นดำเนินการเอง โดยจัดให้มีระบบการทำลายเชื้อ และกำจัดกากและให้บริการในท้องถิ่นนั้น ๆ

2) ราชการส่วนท้องถิ่นมอบให้ผู้ใดผู้หนึ่งดำเนินการ เช่น อาจมอบให้สถานบริการดำเนินการเองตามความเหมาะสมและศักยภาพ เช่น อาจให้มีการนั่งฆ่าเชื้อก่อนจากนั้นต้องมีการกำจัดกาก หรือมูลฝอยติดเชื้อที่ทำให้ปราศจากเชื้อแล้วโดยทางส่วนท้องถิ่นเอง

3) ให้เอกชนดำเนินการขออนุญาตดำเนินการ โดยเก็บค่าบริการจากสถานบริการ

การกำจัดของเสียติดเชื้อนั้นจำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญทำการกำจัดอย่างถูกสุขลักษณะ

### 5.2.10 การกำจัดของเสียกัมมันตรังสี

การกำจัดของเสียกัมมันตรังสีโดยการแปรสภาพกากกัมมันตรังสีนั้นเป็นการนำกากที่ผ่านการบำบัดแล้วมาผสมและตรึงให้ติดแน่นกับเนื้อสารที่มีความคงทนต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้ แล้วทำให้เป็นแท่งทรงกระบอกหรือลูกบาศก์และอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับภาชนะบรรจุที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อให้ผลผลิตกัณฑ์กากที่ได้มีความต้านทานต่อแรงกด/อัด (compressive strength) ไม่ติดไฟ ไม่ละลายในน้ำ และไม่เสื่อมสมบัติรวดเร็ว วัสดุเนื้อสารที่คงทนนั้น ได้แก่ ปูนซีเมนต์ ยางมะตอย พลาสติก เนื้อแก้ว หรือเซรามิค

ในการทิ้งของเสียกัมมันตรังสีนี้สามารถที่จะดำเนินการโดยมีหลักการพื้นฐาน 2 ประการ คือ

1) การผนึกของเสียกัมมันตรังสีไว้ในเนื้อสารที่คงทน บรรจุในภาชนะที่แข็งแรง มีโครงสร้างวิศวกรรมที่หนาแน่นปกคลุมและล้อมรอบบริเวณสถานที่ทิ้ง

2) ต้องทำการควบคุมและป้องกันมิให้มีการรั่วไหลของกากกัมมันตรังสีออกมาสู่สิ่งแวดล้อมของมนุษย์ ซึ่งสามารถดำเนินการได้โดยการเลือกใช้สถานที่ทิ้งในชั้นธรณีลึก และออกแบบสถานที่ทิ้งให้มั่นคงปลอดภัย รวมทั้งอาจจัดเครื่องป้องกันเพื่อมิให้รังสีและสารกัมมันตรังสีออกมาสู่สิ่งแวดล้อมของมนุษย์หรือ ระบบชีวภาพ

การกำจัดของเสียกัมมันตรังสีนั้นจำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญทำการกำจัดอย่างถูกสุขลักษณะและเป็นไปตามข้อกำหนดของคณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ



## บทที่ 6

# การนำของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ กลับมาใช้ประโยชน์

ก่อนนำของเสียอันตรายสารเคมีจากห้องปฏิบัติการไปผ่านกระบวนการเพื่อการบำบัด หรือการกำจัด ผู้ใช้ควรคำนึงถึงวิธีการที่สามารถลดปริมาณของเสียเหล่านั้น ทั้งนี้ เพื่อลดทั้งต้นทุนและพลังงาน รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นจากกระบวนการนั้นๆ ด้วย

### 6.1 ของเสียอันตรายที่สามารถส่งคืนผู้ผลิต/จำหน่ายได้

มักจะเป็นสารเคมีที่เป็นอันตราย และมีขั้นตอนซับซ้อนในการบำบัดหรือกำจัด ได้แก่

- 1) สาร Arsenic Antimony Bismuth
- 2) สาร Carbon Tetra fluoride
- 3) สาร Selenium Tellurium
- 4) สารเคมีจำพวกฟอสฟอรัส
- 5) สารประกอบ Beryllium
- 6) สารประกอบ Strontium และ Barium
- 7) สารประกอบ Vanadium
- 8) สารประกอบของตะกั่วและแคดเมียม
- 9) สารประกอบของปรอท



10) สารอันตรายอื่นๆ ที่มีวิธีการในการบำบัดซับซ้อนมาก ๆ

## 6.2 ของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Reuse)

เช่น ขวดแก้วหรือขวดพลาสติกที่ใช้แล้ว มาใช้ซ้ำ ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงสารปนเปื้อนที่มีอยู่แล้วด้วย

## 6.3 ของเสียที่รีไซเคิลได้ (Recycle)

เป็นการนำของเสียที่เกิดขึ้นแล้วมาแปรรูป หรือเปลี่ยนแปลงสภาพจากเดิมแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ ได้แก่ ขยะจำพวก เศษแก้ว กระดาษ และพลาสติก เป็นต้น

## 6.4 ของเสียที่นำคืนกลับ (Recover)

เป็นการลดปริมาณของเสีย โดยนำของเสียที่เกิดขึ้นไปผ่านกระบวนการ ดังต่อไปนี้

### 6.4.1 การกลั่นตัวทำละลาย (Distillation of Solvents)

การกลั่น เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในห้องปฏิบัติการในการทำให้ของเสียบริสุทธิ์ โดยทั่วไปวิธีนี้จะเสียค่าใช้จ่ายสูงในการนำตัวทำละลายปริมาณมากกลับมาใช้ใหม่หากทำในห้องปฏิบัติการ ( กระบวนการนี้เหมาะที่จะใช้กำจัดของเสียที่เป็นตัวทำละลายภายนอกห้องปฏิบัติการ การเผาไหม้ การจัดการสารเคมีที่ติดไฟได้ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต้องพิจารณาถึงความรุนแรงและความเป็นอันตรายของเสียที่เป็นผลพลอยได้ด้วย) การเก็บรวบรวมกากของแข็งในระหว่างการกลั่น ต้องมีการจัดการเหมือนของเสียอันตราย

ของเสียที่นำมากลั่นส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ที่เป็นของเหลว ได้แก่ ตัวทำละลายและสารอินทรีย์ที่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ การกลั่นไม่สามารถใช้กับสารอินทรีย์พวกเปอร์ออกไซด์ หรือกรดไฟโรฟลิกและของเสียอินทรีย์ที่ระเบิดได้หรือสารที่ไม่มีสมบัติในการระเหย

ข้อจำกัดของการกลั่น ประกอบด้วย

1) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการกลั่นมักมีขนาดใหญ่มาก

(สูงมากกว่า 60 เมตร และต้องการพื้นที่สำหรับทำหลังคาปิด) จึงต้องใช้พื้นที่กว้างในการติดตั้ง

2) เครื่องมือและอุปกรณ์มีราคาแพง ค่าลงทุนจึงสูงเมื่อเทียบกับมูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่ได้

3) เครื่องมือและอุปกรณ์ในการดำเนินงานต้องอาศัยผู้มีทักษะประสบการณ์สูง

4) ใช้พลังงานมาก (ประมาณ  $5.81 \times 10^5$  จูล/กก. ของของเสีย) ทำให้ค่าใช้จ่ายสูง

5) ถ้าหากขบวนการควบแน่น (Condenser) ต้องทำงานเกินขีดความสามารถจะทำให้เกิดการปล่อย Volatile Organic Carbon สู่อากาศ

6) ของแข็ง กากน้ำมันดิน หรือกากตะกอนที่มีสารระเหยได้ หรือส่วนที่เหลืออื่นๆ จากกระบวนการกลั่นจะต้องได้รับการบำบัดให้ปราศจากความเป็นพิษหรืออันตราย

## 1. การสกัดแยกเกลือของโลหะหนัก

### 1.1 สารละลายเกลือซิลเวอร์ (Solutions Containing Silver Salts)

สารละลายเกลือซิลเวอร์ โดยปกติจะใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีอินทรีย์สามารถนำซิลเวอร์กลับมาใช้ใหม่ได้จากของเสียสารละลายซิลเวอร์ในเตาการปฏิบัติการทั้งหมดควรจะดำเนินการในตู้ดูดควันและผู้ปฏิบัติต้องสวมแว่นตานิรภัย ถุงมือ และเสื้อคลุม การดำเนินการกับสารละลายนี้ ไม่ควรมีไอออนของไซยาไนด์บรรจุอยู่ เพราะว่่าขั้นตอนแรกเป็นการรวมกรดไฮโดรคลอริกเพื่อให้ได้ซิลเวอร์คลอไรด์ ถ้ามีไซยาไนด์อยู่ต้องปล่อยก๊าซไฮโดรเจนไซยาไนด์ที่เป็นพิษสูงออกไปในขั้นตอนนี้ สำหรับสารละลายที่มีไอออนของไซยาไนด์ ในขั้นตอนแรกนี้อิออนของไซยาไนด์ถูกออกซิไดซ์เป็นไซยาเนตด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์

#### 1.1.1 สารละลายเกลือซิลเวอร์ที่ไม่มีไซยาไนด์อิออน (Silver Solution Not Containing Cyanide Ion)



เติม 6M HCl มากเกินพอลงในสารละลายที่มีซิลเวอร์ไอออนจนกระทั่งซิลเวอร์ตกตะกอนอย่างสมบูรณ์เป็นซิลเวอร์คลอไรด์ รวบรวมของแข็งที่ได้จากการกรอง และต้มให้เดือดด้วย 6M HCl เพื่อให้ละลายเป็นสารไม่บริสุทธิ์ เทกรดอย่างเบาๆ และทำซ้ำขั้นตอนแรกด้วย 6M HCl ซิลเวอร์คลอไรด์ที่เป็นของแข็งถูกรวบรวมโดยการกรองผ่านตัวกรองใยแก้วและล้างด้วยน้ำ รวบรวมของแข็งที่ได้กับของเสียที่เป็นของแข็งซิลเวอร์ซึ่งถูกรวบรวมไว้แล้ว และทำของผสมให้เดือดประมาณสองครั้งด้วยปริมาตร 40 % ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที พร้อมทั้งเขย่าเพื่อเปลี่ยนเกลือซิลเวอร์ไปเป็นซิลเวอร์ออกไซด์ เมื่อมีตกตะกอนที่ก้นให้เทของเหลวที่ได้อย่างเบาๆ และต้มของแข็งที่เหลืออีกครั้งด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40% เติมน้ำลงไปเพื่อผสมกับตะกอนและกรองตะกอนผ่านใยแก้วหรือ sintered glass filter ล้างของแข็งด้วยน้ำ ทำให้แห้งในตู้ดูดควัน เขย่าอย่างช้าๆ เติมกรดไนตริกเข้มข้นมากเกินพอจนออกไซด์สีดำเปลี่ยนเป็นสีขาวของไนเตรต เจือจางสารละลายด้วยน้ำประมาณสามเท่า กรองตะกอนออก (ของแข็งที่ได้สามารถเก็บไว้เพื่อรวมกับของเสียซิลเวอร์ที่จะเกิดขึ้นในครั้งต่อไปเพื่อนำไปรีไซเคิล) ล้างที่กรองได้ ทำให้แห้งด้วยเครื่องทำให้ระเหยแห้ง (rotary evaporator) จนเหลือผลึกของซิลเวอร์ไนเตรต



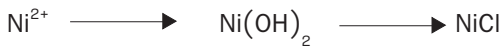
### 1.1.2 สารละลายเกลือซิลเวอร์ที่มีไซยาไนด์ไอออน (Silver Solutions Containing Cyanide Ion)

สารละลายที่มีไอออนของซิลเวอร์และไซยาไนด์อยู่นั้นจะถูกผสมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (สารฟอกสีที่ใช้ตามบ้านเรือนมีความเข้มข้น 5%) ความต้องการในส่วนที่สองขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของไอออนไซยาไนด์ในสารละลาย ดังนั้น 100 มล. ของสารละลายจะมีซิลเวอร์ไซยาไนด์ 10% ต้องใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 5 % ปริมาตร 135 มล. การทำ Prussian Blue Test จะช่วยทำให้แน่ใจได้ว่าไซยาไนด์ทั้งหมดถูกออกซิไดซ์เป็นไซยาเนต

การทดสอบให้นำสารละลายมา 1 มล. แล้วหยดสารละลายเฟอร์ริซัลเฟต 5 % ที่เตรียมขึ้นใหม่ลงไป 2 หยด ต้มของผสมเป็นเวลา 1 นาที ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องและหยดสารละลายเพอริกคลอไรด์ 1 % ลงไป 2 หยด ทำให้สารละลายเป็นกรดด้วย 6M HCl ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส ถ้าสารละลายมีสีเหลืองชี้แจงแสดงว่าไฮยาไนต์ถูกออกซิไดซ์เป็นไฮยาเนตทั้งหมด ถ้าตะกอนเป็นสีน้ำเงินเข้มแสดงว่ายังมีไฮยาไนต์อ็อกไซด์อยู่ ให้เติมโซเดียมไฮโปคลอไรด์มากเกินไปลงในสารละลายซิลเวอร์ไฮยาไนต์จนกระทั่ง Prussian Blue Test มีผลเป็นลบ ซึ่งจะไม่มีไฮยาไนต์อ็อกไซด์อยู่ทำให้สามารถนำซิลเวอร์กลับมาใช้ได้โดยผ่านกระบวนการในขั้นตอน (1.1.1)

### 1.2 สารละลายเกลือนิกเกิล (Solution Containing Nickel Salts)

นิเกิลอ็อกไซด์ที่มีอยู่ในของเสียที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก (aqueous waste) ต้องตกตะกอนเป็นนิเกิลไฮดรอกไซด์และนำกลับมาใช้ใหม่ในรูปนิเกิลคลอไรด์



ของเสียที่มีนิเกิลผสมอยู่ต้องเขย่าและเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 % ลงไปจนกระทั่งไม่มีตะกอนนิเกิลไฮดรอกไซด์เกิดขึ้นอีก รวบรวมตะกอนสีเขียวที่ได้แล้วล้างด้วยน้ำ จนกระทั่งน้ำล้างนั้นทดสอบด้วยลิตมัสแล้วเป็นกลาง ตะกอนที่ได้ละลายด้วย 6M HCl แล้วเจือจางด้วยน้ำเป็นปริมาตร 3 เท่า กรองออกและนำของเหลวที่ได้ไประเหยใน rotary evaporator ในตู้ดูดควันกากของแข็งที่เป็นผลึกจากเอทานอลเป็นนิเกิลคลอไรด์บริสุทธิ์

### 1.3 สารละลายเกลือโคบอลต์ (Solution Containing Cobalt Salts)

โคบอลต์คาร์บอเนตเป็นตะกอนที่ได้จากการตกตะกอนสารละลายที่มีโคบอลต์อ็อกไซด์ผสมอยู่ โดยการเติมโซเดียมคาร์บอเนตและเปลี่ยนให้เป็นโคบอลต์คลอไรด์เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่







การประมาณโคบอลต์ที่มีอยู่จำนวนมากในสารละลายนั้น จะใช้โซเดียมคาร์บอเนต 2 เท่าโมลาร์ เติมลงไปจนมากเกินพอ ตะกอนโคบอลต์คาร์บอเนตสามารถละลายได้อย่างจำกัด รวบรวมโดยการกรอง แล้วล้างด้วยน้ำ โคบอลต์คาร์บอเนตสามารถละลายได้ง่ายใน 6M HCl เมื่อของเหลวระเหยแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือโคบอลต์คลอไรด์ ดังนั้น ถ้ามีสารละลายของเสียโดยประมาณและมีโคบอลต์อ็อกไซด์ 1 กรัม ต้องใช้โซเดียมคาร์บอเนตที่ปราศจากน้ำ 2 กรัม เพื่อให้ตกตะกอนเป็นโคบอลต์คาร์บอเนตและกรองตะกอนออกทำให้ละลายด้วย 6M HCl (เข้มข้น) 10 มล. ให้เติมลงในน้ำ สารละลายสุดท้ายให้น้ำไประเหยในตู้ดูดควัน หรือนำของเหลวไปกลั่นภายใต้ความดันต่ำ

#### 6.4.2 การระเหย (Evaporation)

วิธีการนี้เหมาะสำหรับของเสียมีสถานะเป็นของเหลว ที่มีสารระเหยยากเป็นองค์ประกอบ โดยใช้การให้ความร้อนแก่ของเสียในคอลัมน์ที่ใช้แยกสารประกอบที่ระเหยยากจะออกจากคอลัมน์ทางด้านล่าง ซึ่งของเสียที่ระเหยยากที่มีองค์ประกอบของน้ำน้อย จะง่ายต่อการนำไปกำจัดโดยการเผา แต่การระเหยน้ำออกจากของเสียนั้นต้องใช้พลังงานสูง จึงควรทำการบำบัดเบื้องต้น เช่น การแยกน้ำออกโดยวิธีเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifuge) ก่อนทำการระเหยน้ำออก

#### 6.4.3 การแยกชั้น (Phase separation)

เป็นการบำบัดโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงและอุปกรณ์ที่ใช้เช่นแผ่นแยกชั้นถึงตกตะกอน เป็นต้น เพื่อการแยกของเสียต่างสถานะออกจากกัน แล้วนำไปบำบัดหรือกำจัดด้วยวิธีการที่เหมาะสมต่อไป

#### 6.4.4 การผสมใช้เป็นเชื้อเพลิง (Fuel Blending)

ได้แก่ ของเสียอันตรายประเภทกากสารตัวทำละลาย น้ำมันเครื่อง และน้ำมันจาระบีที่ใช้แล้วเป็นการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ โดยนำกากของสารอินทรีย์มาทำการผสมให้สมบัติเหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาซีเมนต์ช่วยลดต้นทุนในการผลิต และประหยัดการใช้เชื้อเพลิงตามธรรมชาติ

โดยทั่วไปแล้วใช้กับกากอินทรีย์ที่อาจเป็นของแข็ง ของเหลว หรือ กากตะกอน ซึ่งให้พลังงานจากการเผาไหม้มากกว่า 6,000 กิโลแคลอรีต่อปริมาณ ถ่านกากหนึ่งกิโลกรัม และก่อนนำไปทำการผสมจะต้องกำจัดสารประเภทโลหะหนักออกเสียก่อน จากนั้นเติมสาร additive บางประเภท เช่น สารอิมัลซิฟายเออร์ เพื่อให้ได้คุณภาพเทียบเท่ากับถ่านหิน ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อมที่ตามมาด้วย



## เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ, 2541, การศึกษา สํารวจ วิเคราะห์ และจัดทำแนวทาง  
การบริหารและจัดการของเสียอันตรายจากชุมชน, กระทรวงวิทยาศาสตร์  
เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ, 2544, คู่มือ ระบบเอกสารกํากับการขนส่ง เคลื่อนย้าย  
และกําดจัดของเสียอันตราย, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, มปป, คู่มือความปลอดภัยใน  
ห้องปฏิบัติการ, กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การศาสนา.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2531, รายงานสัมมนาทางวิชา  
การ เรื่องความปลอดภัยจาก สารเคมีในห้องปฏิบัติการ, กรุงเทพมหานคร  
: โรงพิมพ์การศาสนา.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2541, การประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการการจัดการ  
ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ.

กระทรวงอุตสาหกรรม, 2540, การกําดจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว,  
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 6.

สุรางค์ อนุกุล, 2535, ปฏิบัติการเคมีคุณภาพวิเคราะห์, ภาควิชาเคมี,  
คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

กิตติมา ฉัตรวงศ์วาน, 2540, ปฏิบัติการเคมีทั่วไป II, ภาควิชาเคมี,  
คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ฝ่ายจัดการสารพิษ, มปป, วิธีการกําดจัดของเสียประเภทสารเคมีจาก  
ห้องปฏิบัติการ, กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, สำนักงานคณะกรรมการ  
สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

ศูนย์วิจัยการเผาากของเสีย, 2543, สัมมนา รำางรายงานฉบับสมบูรณ์  
โครงการวิจัยและพัฒนาเตาเผา มูลฝอยติดเชื้อ, คณะวิศวกรรมศาสตร์,  
สถาบันเทคโนโลยี.

Takashi Korenaga et al, 1994, Hazardous Waste Control in Research and  
Education, CRC Press Inc., US.EPA. 1998, Environmental Manage-  
ment Guide for Small Laboratories, Office of Small Business Ombudsman,  
Washington D.C.

ACS Task Force on Laboratory Waste Management, 1994, Laboratory  
Waste Management : A Guidebook, American Chemical Society,

A. Keith Furr, 1995, CRC Handbook of Laboratory Safety, 4th ed. CRC  
Press Inc.,

Gerige Lunn And Eric Sansone, 1994, Destruction of Hazardous Chemicals  
in the Laboratory, 2<sup>nd</sup> ed., John Wiley & Sons Inc.,

K.S.Muller, 1986, Chemical Waste Handling and Treatment, Springer  
Verlag Berlin.

M.A. Armour, 1991, Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide,  
CRC Press Inc.,

<http://www.egat.or.th/me/nuc/Knowledge/waste.html>, Feb.2005.

## ภาคผนวก ก

รายละเอียดประเภทของเสียอันตราย

## ภาคผนวก ก

## รายละเอียดประเภทของเสียอันตราย

พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 แบ่งประเภทของวัตถุอันตรายตามคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และความเป็นพิษ ดังนี้

1. วัตถุระเบิด
2. วัตถุไวไฟ
3. วัตถุออกซิไดซ์และวัตถุเปอร์ออกไซด์
4. วัตถุมีพิษ
5. วัตถุที่ทำให้เกิดโรค
6. วัตถุกัมมันตรังสี
7. วัตถุที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม
8. วัตถุกัดกร่อน
9. วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง
10. วัตถุอย่างอื่น ไม่ว่าจะเป็นครีมีภัณฑ์หรือสิ่งอื่นใด ที่อาจทำให้เกิดอันตรายต่อบุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม

วัตถุอันตรายดังกล่าว หากเป็นของเสียสามารถแบ่งได้เป็น กลุ่มใหญ่ๆ ตามข้อกำหนดสากล คือ

1. ของเสียดัดไฟได้ ( รวมถึง วัตถุไวไฟ วัตถุออกซิไดซ์ และวัตถุเปอร์ออกไซด์ ตามที่ได้กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติ )
2. ของเสียกัดกร่อน ( รวมถึง วัตถุกัดกร่อนต่างๆ ตามที่ได้กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติ )
3. ของเสียว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี ( รวมถึง วัตถุระเบิดได้ตามที่ได้กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติ )
4. ของเสียเป็นพิษ ( รวมถึง วัตถุมีพิษ วัตถุที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม และ วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง ตามที่ได้กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติ )
5. ของเสียดัดเชื้อ ( รวมถึง วัตถุที่ทำให้เกิดโรค ตามที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติ )
6. ของเสียกัมมันตรังสี ( รวมถึง วัตถุกัมมันตรังสี ตามที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติ )
7. ของเสียอื่นๆ ( รวมถึง วัตถุอื่นๆ ตามที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติ )

รายละเอียดของคุณสมบัติเฉพาะของวัตถุหรือของเสียอันตรายแต่ละประเภท มีดังต่อไปนี้

## 1. ของเสียดัดไฟได้ ( 1 )

- 1.1 ของเหลวที่มีจุดวาบไฟ ( Closed- cup flash point ) ต่ำกว่า 60°C ( 140 ( F )  
[ ตาม EPA, 40 CFR 261.21 ( a ) ( 1 ) และ NHWMP หมวด 0.2 ( a ) ]



1.2 ของแข็งที่สามารถก่อให้เกิดการลุกไหม้จากการเสียดสี การดูดซับความชื้น หรือเกิดปฏิกิริยาขึ้นเองในสารนั้น และเมื่อติดไฟแล้วจะลุกไหม้อย่างรุนแรงและต่อเนื่อง

[ตาม EPA, 40 CFR 261.21 (a) (2) และ NHWMP หมวด 0.2 (b)]

1.3 ก๊าซอัดที่ติดไฟได้โดยจุดติดไฟได้ ณ ความดันมาตรฐานเมื่อผสมอยู่ในอากาศในสัดส่วนที่น้อยกว่าหรือเทียบเท่า 13 % โดยปริมาตร หรือมีช่วงของความสามารถติดไฟที่น้อยกว่า 12 %

[ตาม DOT, 49 CFR 173.115 (a) (1) และ (2) NHWMP หมวด 0.2 (c)]

1.4 วัตถุอื่นที่เป็นวัตถุออกซิไดซ์ คือ วัตถุที่ก่อให้เกิดหรือช่วยให้เกิดการเผาไหม้แก่วัตถุอื่นๆ โดยการให้ออกซิเจน เช่น คลอเรต, เปอร์คลอเรต, เปอร์แมงกาเนต, เปอร์ออกไซด์ของอินทรีย์, หรือไนเตรต

[ตาม DOT, 49 CFR 173.127 (a) และ NHWMP หมวด 0.2 (d)]

1.5 UN Class 2, - Division 1- วัตถุก๊าซติดไฟได้ (UN)

1.6 UN Class 3, - ของเหลวติดไฟได้ (UN)

1.7 UN Class 4, - ของแข็งติดไฟได้ (UN)

1.8 UN Class 5, - ออกซิไดซ์และเปอร์ออกไซด์ของอินทรีย์ (UN)

## 2. ของเสียดกัดกร่อน (C)

2.1 สารละลายที่ค่า pH ต่ำกว่าหรือเทียบเท่ากับ 2 หรือสูงกว่าหรือเท่ากับ 12.5

[ตาม EPA, 40 CFR 261.21(a) (1) และ NHWMP หมวด 0.4(a)]

2.2 ของเหลวที่กัดกร่อนเหล็กกล้าด้วยอัตราที่มากกว่า 5 มม./ปี โดยใช้การทดสอบตามวิธีของ NACE (National Association of Corrosion Engineers)มาตรฐาน TM-01-69

[ตาม EPA, 40 CFR 261.21 (a) (2) และ NHWMP (b)]

## 3. ของเสี้ยว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี (R)

3.1 สารที่มีสภาพไม่คงตัวและทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วและรุนแรงได้โดยไม่เกิดการระเบิดขึ้น

[ตาม EPA, 40 CFR 261.23 (a) (1) และ NHWMP 0.3 (a)]

3.2 สารที่ทำปฏิกิริยาอย่างรุนแรงกับน้ำ

[ตาม EPA, 40 CFR 261.23 (a) (2) และ NHWMP หมวด 0.3 (b)]

3.3 สารที่เมื่อรวมตัวกับน้ำแล้วเกิดเป็นวัตถุที่มีศักยภาพในการระเบิดได้

[ตาม EPA, 40 CFR 261.23 (a) (3) และ NHWMP หมวด 0.3 (c)]

3.4 สารที่ผสมกับน้ำแล้วเกิดก๊าซพิษ ไอระเหย หรือควันที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

[ตาม EPA, 40 CFR 261.23 (a) (4) และ NHWMP หมวด 0.3 (d)]

3.5 สารที่ประกอบด้วยไซยาไนด์ หรือซัลไฟด์ที่มีค่า pH ระหว่าง 2-12.5 จะเกิดเป็นก๊าซพิษ ไอระเหย หรือควันที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

[ตาม EPA, 40 CFR 261.23 (a) (5) และ NHWMP หมวด 0.3 (e)]

3.6 สารที่สามารถเกิดปฏิกิริยารุนแรงและรวดเร็ว และอาจจะระเบิดได้ที่อุณหภูมิ และความดันมาตรฐาน

[ตาม EPA, 40 CFR 261.23 (a) (6) และ NHWMP หมวด 0.3 (g)]

3.7 วัตถุระเบิดที่มีส่วนผสมของวัตถุระเบิดอันตราย วัตถุที่คาดว่าจะเป็อันตราย หรือวัตถุอันตรายติดไฟ

[ตาม DOT, 49 CFR 173.51, 173.53 และ 173.88]

3.8 สารที่สามารถระเบิดเมื่ออยู่ภายใต้แหล่งประกายไฟ หรือถูกทำให้ร้อนในที่จำกัด

3.9 วัตถุระเบิด ซึ่งหมายถึง ส่วนประกอบ ส่วนผสมหรืออุปกรณ์ทางเคมีใดๆ ที่มีวัตถุประสงคเพื่อการระเบิด โดยการก่อให้เกิดการระเบิด หรือการเผาไหม้อย่างรวดเร็ว

[ตาม NHWMP หมวด 0.3 (h)]

3.10 UN Class 1 - ระเบิด (UN)

#### 4. ของเสียเป็นพิษ (T)

4.1 นิยามคำว่า ของเสียเป็นพิษประเภทของแข็ง โดยพิจารณาจากค่าปริมาณสารพิษในน้ำสกัดด้วยวิธีการทดสอบ TCLP (ตาม 40 CFR 261.64)

4.2 ของเสียที่จัดเป็นของเสียมีพิษ ถ้ามีคุณสมบัติดังนี้

4.2.1 ทำให้มนุษย์ตายได้เมื่อได้รับในปริมาณต่ำ

4.2.2 มีปริมาณสารพิษต่อน้ำหนักตัวของสัตว์ทดลอง (Rat) เมื่อได้รับโดยการกิน ( $LD_{50}$ ) น้อยกว่า 50 มก./กก. หรือปริมาณความเข้มข้นของสารพิษในอากาศ เมื่อได้รับโดยการหายใจ ( $LC_{50}$ ) ในหนู น้อยกว่า 2 มก./ล. หรือปริมาณสารพิษต่อน้ำหนักตัวของสัตว์ทดลอง ( กระต่าย ) เมื่อได้รับทางผิวหนัง ( Dermal  $LD_{50}$  ) น้อยกว่า 200 มก./กก.

4.2.3 เจือปนด้วยสารเคมีที่กำหนดโดย International Agency for Research on Cancer (IARC) ให้เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (Group 1) หรืออาจก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ (Group 2A และ 2B)

4.2.4 สามารถเป็นสาเหตุหรือแสดงแนวโน้มก่อให้เกิดการเจ็บป่วยรุนแรงมากขึ้นในมนุษย์ทั้งที่สามารถหายเป็นปกติได้และไม่ได้

4.2.5 มีปริมาณความเข้มข้นของสารพิษที่ละลายในน้ำที่สัตว์น้ำได้รับในระยะเวลา 96 ชั่วโมง ( $LC_{50}$  96 ชั่วโมง) น้อยกว่า 10 มก./ลิตร (ตาม (NHWMP หมวด 0.5 )

4.3 UN Class 6, Division 1 - สารพิษต่างๆ (สารที่มีอันตรายอย่างรุนแรงต่อสุขภาพของมนุษย์ หรือทำให้เสียชีวิตเมื่อกินและหายใจ หรือสัมผัสทางผิวหนัง) ตาม UN

4.4 UN Class 2, Division 3 - วัตถุที่เป็นก๊าซพิษ (ตาม UN)

#### 5. ของเสียติดเชื้อ (Infectious)

5.1 EPA ให้ความหมายของเสียติดเชื้อ คือ ของเสียที่ปนเปื้อนเชื้อโรค ซึ่งอาจเป็นเหตุให้เกิดโรคในคนซึ่งสัมผัสของเสียนั้น EPA กำหนดชนิดของเสียติดเชื้อไว้ 12 ประเภทดังนี้





5.1.1 ของเสียที่จัดแยกต่างหาก (Isolation Wastes) เป็นของเสียที่เกิดจากผู้ป่วยที่รักษาตัวในโรงพยาบาลในห้องแยกต่างหาก เพื่อป้องกันบุคคลอื่นไม่ให้สัมผัสกับโรคภัยร้ายแรงและโรคติดต่อ

5.1.2 ของเสียจากการเพาะเชื้อหรือสารวิเคราะห์หาสมมุติฐานของโรค ซึ่งได้แก่ การเพาะเชื้อตัวอย่างในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์และการเวชศาสตร์ การเพาะเชื้อและการวิเคราะห์สมมุติฐานของโรคในห้องปฏิบัติการค้นคว้าและบริษัทผู้ผลิตยาและของเสียจากการผลิตทางชีวภาพและสารปฏิชีวนะจากบริษัทผู้ผลิตยา

5.1.3 เลือดและผลิตภัณฑ์จากเลือด อันตรายเป็นที่สำคัญของเลือดและผลิตภัณฑ์จากเลือด (พลาสมา เซรัม) คือ อาจมีเชื้อไวรัสตับอักเสบบนอยู่ นอกจากนี้ยังมีเชื้อโรคต่างๆ ที่ปนอยู่ในเลือดและผลิตภัณฑ์จากเลือด เช่น เชื้อมาลาเรีย, Congenital Rubella, HIV, Herpes Virus, Dengue, ไข้ทรพิษ, ไข้เหลือง และเชื้อโรคอื่น ๆ ซึ่งยังคงมีอยู่ในเลือด แหล่งกำเนิดของเสียประเภทนี้ ได้แก่ โรงพยาบาลห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ธนาคารเลือด ศูนย์วิเคราะห์ (Dialysis Center) และ บริษัทผู้ผลิตยา

5.1.4 ของเสียที่ปนเปื้อนเชื้อโรค ได้แก่ เนื้อเยื่อ อวัยวะ ชิ้นส่วนร่างกาย เลือด และของเหลวจากร่างกาย ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผ่าตัดและศัลยกรรม ชันสูตรศพ แหล่งกำเนิดของเสียประเภทนี้ ได้แก่ ห้องผ่าตัด ฝ่ายเวชศาสตร์ ฝ่ายชันสูตร และห้องปฏิบัติการ (หมายเหตุ : ในประเทศสหรัฐอเมริกา ของเสียที่ปนเปื้อนเชื้อโรคอาจเกิดจากห้องเก็บศพก็ได้ สำหรับประเทศไทยนั้นควรมีการพิจารณาวิธีการฝังศพว่าก่อให้เกิดของเสียประเภทนี้ด้วยหรือไม่)

5.1.5 ของเสียอื่น ๆ ที่เกิดจากการศัลยกรรมและชันสูตร ได้แก่ เสื้อผ้าสกปรก, ฟองน้ำ, ผ้าคลุม, ผ้าก๊อ, สายยาง, อุปกรณ์ระบายน้ำ, ผ้ารองกันเปื้อน และถุงมือผ่าตัด

5.1.6 ของเสียปนเปื้อนจากห้องปฏิบัติการ หมายถึง ของเสียที่ปนเปื้อนเชื้อโรคระหว่างการทำงานในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ แผ่นจานเพาะเชื้อ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนถ่าย เพาะ และผสมเชื้อ กระจก และผ้าปิดแผลที่สัมผัสกับเชื้อที่เพาะ หรือตัวอย่าง

5.1.7 ของมีคม ได้แก่ เครื่องมือที่เสียดแล้วหรือไม่ใช่ เช่น เข็ม (Hypodermic Needle) เข็มฉีดยาปิเปต (Pipette) หรือแก้วแตก และใบมีดโกน

5.1.8 ของเสียจากหน่วยฟอกไต ได้แก่ ของเสียที่สัมผัสกับเลือดคนไข้ที่เข้ารับการฟอกไต เช่น หลอดยาง ตัวกรอง และของเสียอื่น ๆ เช่น ผ้าปูเตียง, ผ้า, ถุงมือ, ผ้ากันเปื้อน, เสื้อคลุม เป็นต้น

5.1.9 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สัตว์ ได้แก่ ของเสียประเภทซากสัตว์ อวัยวะ ชิ้นส่วน และอื่น ๆ ที่เกิดจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาหรือเภสัชศาสตร์

5.1.10 ของเสียทางชีววิทยา ได้แก่ วัคซีนที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในมนุษย์หรือสัตว์

5.1.11 อาหารและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ถูกปนเปื้อน ได้แก่ อาหารและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ถูกทิ้งเนื่องจากการปนเปื้อนจากการวิเคราะห์หาสมมุติฐานของโรค ซึ่งเป็นของเสียติดเชื้อ ตัวอย่างเช่น อาหารสารปรุงแต่งอาหาร เครื่องสำอาง และยารักษาโรคที่มีการปนเปื้อน

5.1.12 เครื่องมืออุปกรณ์ที่ถูกปนเปื้อน ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในส่วนดูแลรักษาคนป่วย ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ การวิจัยที่มีการใช้สารวิเคราะห์หาสมมุติฐานของโรค และการผลิต

และการสอบทางเภสัชศาสตร์ (ตาม PB 86 - 199130, 1986 “The EPA Guide for Infectious Waste Management”)

5.2 ของเสียติดเชื้อสามารถแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ตามแหล่งกำเนิดได้ดังนี้

5.2.1 เกิดจากห้องปฏิบัติการทางการแพทย์และวิจัยทางยา ซึ่งประกอบไปด้วย/มีการปนเปื้อนหรือสัมผัสกับตัวอย่างเชื้อโรคหรืออื่น ๆ

5.2.2 เกิดจากการผ่าตัดศัลยกรรมหรือทำคลอด ซึ่งประกอบด้วย/มีการปนเปื้อนหรือสัมผัสกับตัวอย่างเชื้อโรค หรืออื่น ๆ

5.2.3 เกิดจากห้องคนป่วยหรือการวินิจฉัยโรค หรือมีการติดเชื้อ ซึ่งประกอบไปด้วย/มีการปนเปื้อน หรือสัมผัสกับตัวอย่างเชื้อโรค หรืออื่น ๆ

5.2.4 เกิดจากการค้นคว้าวิจัยทางสัตวศาสตร์ หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการรักษาโรค ซึ่งประกอบไปด้วย/มีการปนเปื้อน หรือ สัมผัสกับตัวอย่างเชื้อโรค หรืออื่น ๆ

5.2.5 ของเสียติดเชื้อที่ประกอบไปด้วย/มีการปนเปื้อน หรือสัมผัสกับซากสัตว์ ตัวอย่างสัตว์ทดลองที่เป็นโรค หรือคาดว่าจะติดโรค (ตาม NHWMP หมวด 0.7)

5.3 UN Class 6, Division 2 - ของเสียติดเชื้อ หมายถึง สารที่มีส่วนประกอบจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส ริคเกตเซีย (Rickettsia) พยาธิ รา หรือ Recombinant Hybrid และสารที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม (Mutant) และอื่น ๆ ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดโรคแก่สัตว์หรือมนุษย์ (ตาม UN)

## 6. ของเสียเป็นกัมมันตรังสี (Ra)

6.1 วัตถุใด ๆ ที่มีค่า Specific Activity มากกว่า 70 Bq./ กรัม (0.002 ไมโครคิวรี ต่อ กรัม) (ตาม DOT, 49 CFR 173.403)

6.2 UN Class 7 - วัตถุหรือสารกัมมันตรังสี (ตาม UN)

## 7. ของเสียอื่น ๆ (O)

7.1 วัตถุใด ๆ ที่ไม่เข้าข่ายของเสียประเภทใดประเภทหนึ่ง แต่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ และสิ่งแวดล้อม



### เอกสารอ้างอิง

- UN United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Ninth revised edition, 1995
- EPA The EPA Guide for Infectious Waste Management, PB 68-199130, 1986 EPA Regulation for Identifying Hazardous Waste (Title 40 Code of Federal Regulation Part 216)
- DOT United States Department of Transportation Hazardous Materials Regulations (Title 49 Code of Federal Regulations Subchapter C Part 173 )
- NHWMP Thailand National Hazardous Waste Management Plan, 1989



## **ภาคผนวก ข**

**ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ  
ตามระบบเอกสารกำกับการณ์ขนส่งของเสียอันตราย**

## ภาคผนวก ข

**ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ  
ตามระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย**

รหัส	ลักษณะของของเสียอันตราย
<p><u>บรรจุภัณฑ์จากห้องปฏิบัติการ</u> ได้แก่ บรรจุภัณฑ์จากห้องปฏิบัติการของของเสียผสม สารเคมี ของเสียจากห้องปฏิบัติการ (Lab packs of mixed wastes, chemicals, lab wastes)</p>	
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	บรรจุภัณฑ์จากห้องปฏิบัติการอื่นๆ ตามที่กำหนดไว้ (Other lab packs (Specific in comments))
<p><b>ของเหลว (Liquids)</b> <b>ของเหลวนินทรีย์ (Inorganic liquid)</b> ได้แก่ ของเสียที่มีสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก และมีสถานะเป็นของเหลว โดยมีของแข็ง</p>	
<p><b>อนินทรีย์แขวนลอย (suspended inorganic solids)</b> และมีสารอินทรีย์เจือปนในปริมาณต่ำ</p>	
B101	ของเสียที่เป็นของเหลวที่มีตัวทำละลายเจือปนในปริมาณต่ำ (Aqueous waste with low solvents)
B102	ของเสียที่เป็นของเหลวที่มีสารอินทรีย์เป็นพิษอื่นๆ เจือปนในปริมาณต่ำ (Aqueous waste with low other toxic organic)
B103	กรดที่ใช้งานแล้วที่มีโลหะเจือปน (spent acid with metals)
B104	กรดที่ใช้งานแล้วที่ไม่มีโลหะเจือปน (spent acid without metals)
B105	ของเสียที่เป็นของเหลวที่มีฤทธิ์เป็นกรด (Acidic aqueous waste)
B106	สารละลายที่มีฤทธิ์เป็นด่างที่มีโลหะแต่ไม่มีไซยาไนด์เจือปน (Caustic solution with metals but no cyanide)
B107	สารละลายที่มีฤทธิ์เป็นด่างที่มีโลหะและไซยาไนด์เจือปน (Caustic solution with metals and cyanide)



รหัส	ลักษณะของของเสียอันตราย
B108	สารละลายที่มีฤทธิ์เป็นด่างที่มีไซยาไนด์เจือปนแต่ไม่มีโลหะ (Caustic solution with cyanide but no metals)
B109	ด่างที่ใช้งานแล้ว (spent caustic)
B110	ของเสียที่เป็นของเหลวที่มีฤทธิ์เป็นด่าง (spent caustic waste)
B111	ของเสียที่เป็นของเหลวที่มีซัลไฟด์ที่ไวต่อปฏิกิริยาเจือปน (Aqueous waste with reactive sulfides)
B112	ของเสียที่เป็นของเหลวที่มีสารไวต่อปฏิกิริยาอื่น ๆ เจือปน เช่น สารที่ระเบิดได้ (Aqueous waste with other reactive e.g., explosive)
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	ของเสียปรอทในรูปของเหลว (Liquid mercury waste)
B119	ของเหลวนินทรีย์อื่น ๆ ตามที่กำหนดไว้ (Other inorganic liquids (specify in comment)) ได้แก่ ของเสียที่มี สารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก และมีสถานะเป็นของเหลว โดยมีของแข็งอินทรีย์เจือปนในปริมาณต่ำถึงปานกลาง
B201	สารละลายของน้ำกับตัวทำละลายเข้มข้น ( Concentrated solvent-water solution)
B202	ตัวทำละลายที่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ (Halogenated solvent)
B203	ตัวทำละลายที่ไม่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ (Non halogenated solvent)
B204	ของผสมของตัวทำละลายที่มี/ไม่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ (Halogenated/ Nonhalogenated solvent mixture)
B205	ของผสมหรืออิมัลชันของน้ำกับน้ำมัน (Oil-wzter emulsion or mixture)
B206	กากน้ำมัน (Waste oil)
B207	สารละลายเข้มข้นของสารอินทรีย์อื่น ๆ (Concentrated aqueous solution of other organic)
B208	ฟีนอลิกเข้มข้นของสารอินทรีย์อื่น ๆ (Concentrated phenolics)
B209	น้ำมันชักเงา แลคเกอร์ หมึก หรือสีอินทรีย์ (Organic paint, ink, lacquer or varnish)
B210	Adhesives หรือ eqoxides
B211	สารจากการกลั่นปิโตรเลียมหรือทินเนอร์ผสมสี (Paint thinner or petroleum distilles)

รหัส	ลักษณะของของเสียอันตราย
B212	ของเหลวอินทรีย์ประเภทโพลีเมอร์ และไวต่อปฏิกิริยา (Reactive or polymerizable organic liquid)
B219	ของเหลวอินทรีย์อื่นๆ ตามที่กำหนดไว้ (Other organic liquids (specify in comment))
<b>ของแข็ง (Solid)</b>	
<b>ของแข็งอนินทรีย์ (Inorganic solids)</b> ได้แก่ ของเสียที่มีสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก และมีสถานะเป็นของแข็ง โดยที่มีสารอินทรีย์เจือปนในปริมาณต่ำ และมีน้ำเจือปนในปริมาณต่ำหรือปานกลาง ซึ่งไม่สามารถสูบได้	
B301	ดินที่ปนเปื้อนสารอินทรีย์ (Soil contaminated with organics)
B302	ดินที่ปนเปื้อนแต่เฉพาะสารอนินทรีย์ (Soil contaminated with inorganic only)
B303	ขี้เถ้า ตะกรันโลหะ หรือเศษวัสดุเหลือจากการเผาของเสีย (Ash, slag, or other residue from incineration of waste)
B304	ขี้เถ้า ตะกรันโลหะ หรือเศษวัสดุเหลือจากการบำบัดด้วยความร้อนที่มีลักษณะแห้งอื่นๆ (Other “dry” slag, or thermal residue)
B305	ปูนแห้งหรือโลหะไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการตรึงทางเคมี (“Dry” lime or metal hydroxide solids chemically “fixed”)
B306	ปูนแห้งหรือโลหะไฮดรอกไซด์ที่ไม่ใช้ในการตรึงทางเคมี (“Dry” lime or metal hydroxide solids chemically not “fixed”)
B307	เศษ/ผงโลหะ (Metal scale, fillings, scrap)
B308	ภาชนะบรรจุหรือถังโลหะที่ว่างเปล่าหรือถูกอัด (Empty or drushed 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/เกลือของโลหะอื่นๆ (Other metal salts/chemicals)





รหัส	ลักษณะของของเสียอันตราย
B319	ของเสียที่เป็นของแข็งอนินทรีย์อื่นๆ (Other waste inorganic solids (specify in comments)) ได้แก่ ของเสียที่มีสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลักและมีสถานะเป็นของแข็ง โดยที่มีสารอินทรีย์และน้ำเจือปนในปริมาณต่ำถึงปานกลาง
B401	สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่มีสถานะเป็นของแข็งและมีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ (Halogenated pesticide solid)
B402	สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่มีสถานะเป็นของแข็งและไม่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ (Nonhalogenated pesticide solid)
B403	สารอินทรีย์โพลีเมอร์หรือเรซินที่มีสถานะเป็นของแข็ง (Solid resins or Polymeized organic)
B404	คาร์บอนที่ใช้งานแล้ว (Spent carbon)
B405	ของแข็งอินทรีย์ที่ไวต่อปฏิกิริยา (Reactive organic solid)
B406	ภาชนะบรรจุพลาสติกหรือไฟเบอร์ที่ว่างเปล่า (Empty fiber or plastic containers)
B407	ของแข็งอินทรีย์อื่นๆ ที่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบตามที่กำหนดไว้ (Other halogenated organic solid (specify in comments))
B409	ของแข็งอินทรีย์ที่ไม่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบตามที่กำหนดไว้ (Other non-halogenated organic solid (specify in comments))
<b>กากตะกอน (Sludges)</b>	
<b>กากตะกอนอนินทรีย์ (Inorganic sludge)</b> ได้แก่ ของเสียที่มีสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก โดยที่มีน้ำเจือปนในปริมาณ ปานกลางถึงสูง และสารอินทรีย์เจือปนในปริมาณต่ำ และสามารถสูบได้	
B501	กากตะกอนปูนที่ไม่มีโลหะเจือปน (Lime sludge without metals)
B502	กากตะกอนที่มีโลหะ/กากตะกอนโลหะไฮดรอกไซด์เจือปน (Lime sludge with metals/metal hydroxide sludge)
B503	กากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียที่มีสารพิษอินทรีย์เจือปน (Wastewater treatment sludge with toxic organic)
B504	กากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียอื่นๆ (Other wastewater treatment sludge)
B505	กากตะกอนจากการชุบที่ไม่ผ่านการบำบัดที่ไม่มีไซยาไนด์เจือปน (Untreated plating sludge without cyanides)
B506	กากตะกอนจากการชุบที่ไม่ผ่านการบำบัดที่มีไซยาไนด์เจือปน (Untreated plating sludge with canides)
B507	กากตะกอนอื่นๆ ที่มีไซยาไนด์เจือปน (Other sludge with cyanides)



รหัส	ลักษณะของของเสียอันตราย
B508	กากตะกอนที่มีซัลไฟด์ที่ไวต่อปฏิกิริยาเจือปน (Sludge with reactive sulfides)
B509	กากตะกอนที่สารไวต่อปฏิกิริยาอื่นๆ เจือปน (Sludge with other reactive)
B510	กากตะกอนจากการแยกไขมันที่มีเศษหรือผงโลหะเจือปน (Degreasing sludge with metal scale or fillings)
B511	กากตะกอนจากอุปกรณ์ควบคุมมลพิษทางอากาศ (Air pollution control device sludge) เช่น ี่เถ้าลอย (fly ash) กากตะกอนจาก wet scrubber
B512	ตะกอนที่ปนเปื้อนด้วยสารอินทรีย์ (Sediment or lagoon dragout contaminated with organics)
B513	ตะกอนที่ปนเปื้อนแต่เฉพาะสารอนินทรีย์ (Sediment or lagoon dragout contaminated with inorganics only)
B514	โคลนจากการขุดเจาะ (Drilling mud)
B515	กากตะกอนหรือเส้นใยหิน (Asbestos slurry or sludge)
B516	คลอไรด์หรือกากตะกอนเกลืออื่นๆ (Chloride or other brine sludge)
B519	กากตะกอนอนินทรีย์อื่นๆ (Other inorganic sludge)
	<b>กากตะกอนอินทรีย์ (Organic sludges)</b>
	กากตะกอนอินทรีย์ (Organic sludges) ได้แก่ ของเสียที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก โดยที่น้ำหนักและของแข็งอินทรีย์เจือปนอยู่ในปริมาณต่ำถึงปานกลาง และสามารถสูบได้
B601	ตะกอนจากเครื่องกลั่นตัวทำลายที่มีฮาโลเจน เช่น Chlorinated เป็นองค์ประกอบหรือของเหลวอินทรีย์อื่นๆ (Still bottoms of halogenated (e.g., chlorinated) solvents or other organic liquids)
B602	ตะกอนจากเครื่องกลั่นตัวทำลายที่ไม่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ หรือของเหลวอินทรีย์อื่นๆ (Still bottoms of nonhalogenated solvents or other organic liquids)
B603	กากตะกอนน้ำมัน (Oily sludge)
B604	กากตะกอนของหมึกหรือสีอินทรีย์ (Organic paint or ink sludge)
B605	สารอินทรีย์โพลีเมอร์หรือไวต่อปฏิกิริยา (Reactive or polymerizable organics)
B606	กากตะกอนน้ำมันดินหรือเรซิน (Resins, tars or tarry sludge)
B607	กากตะกอนจากการบำบัดทางชีวภาพ (Biological treatment sludge)
B608	สิ่งปฏิกูลหรือกากตะกอนที่ไม่ผ่านการบำบัดทางชีวภาพ (Sewage or other untreated biological sludge)

รหัส	ลักษณะของของเสียอันตราย
B609	กากตะกอนอินทรีย์อื่นๆ ตามที่กำหนดไว้ (Other organic sludges) (specific)
	<b>แก๊ส (Gases)</b>
	<b>แก๊สอนินทรีย์ (Inorganic gases)</b> ได้แก่ ของเสียที่มีสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก โดยที่มีสารอินทรีย์เจือปนอยู่ในปริมาณต่ำ และมีสถานะเป็นแก๊สที่ความดันปกติ
B701	แก๊สอนินทรีย์ (Inorganic gases) ของเสียที่มีสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก โดยที่มีสารอินทรีย์เจือปนอยู่ในปริมาณต่ำ และมีสถานะเป็นแก๊สที่ความดันปกติ
B801	แก๊สอินทรีย์ (Organic gases)



## ภาคผนวก ค

บัญชี ข. แนบท้ายประกาศกระทรวง  
อุตสาหกรรมเรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุดิบอันตราย  
พ.ศ. 2538

## ภาคผนวก ค

**บัญชี ข.แบบท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม  
เรื่องบัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. 2538**

ลำดับที่	วัตถุอันตราย	เงื่อนไข
1	ของเสียเคมีวัตถุ (CHEMICAL WASTES) น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว (Used lubricating oil) - ของเสียประเภทโลหะ และที่มีโลหะเป็นองค์ประกอบ (Metal and metal-bearing wastes)	เฉพาะที่มีปริมาณเกินกว่า 20 กิโลกรัม หรือ 20 ลิตร โดยไม่รวมถึงวัตถุที่อยู่ในสถานประกอบการที่มีกฎหมายเฉพาะควบคุมซึ่งได้กำหนดกรรมวิธีบำบัด หรือกำจัดวัตถุนั้นแล้ว
2	ของเสียประเภทโลหะ (Metal wastes) และของเสียที่ประกอบด้วยโลหะผสม ( Waste consisting of alloys)ดังต่อไปนี้ : พลวง (Antimony), สารหนู (Arsenic), เบริลเลียม (Beryllium), แคดเมียม (Cadmium), ตะกั่ว (Lead),ปรอท (Mercury) ซีลีเนียม (Selenium), เทลลูเรียม (Tellurium)และแทลเลียม (Thallium)	
3	ของเสียที่มีองค์ประกอบหรือสารปนเปื้อน (Constituents or contaminants) ดังต่อไปนี้ [ไม่รวมของเสียในรูปก้อนโลหะ (Metal waste in massive form) ] : พลวงและสารประกอบพลวง (Antimony: antimony compounds), เบริลเลียมและสารประกอบเบริลเลียม (Beryllium ; beryllium compounds) แคดเมียมและสารประกอบแคดเมียม (Cadmium ; cadmium compounds), ซีลีเนียมและสารประกอบซีลีเนียม (Selenium ; selenium compounds), เทลลูเรียมและสารประกอบเทลลูเรียม (Tellurium ; tellurium compounds)	
4	ของเสียที่มีองค์ประกอบและสารปนเปื้อนดังต่อไปนี้ : สารหนูและสารประกอบสารหนู (Arsenic; arsenic compounds), ปรอทและสารประกอบปรอท (Mercury; mercury compounds), แทลเลียม และสารประกอบแทลเลียม (Thallium; thallium compounds)	



ลำดับที่	วัตถุนั้นตราย	เงื่อนไข
5	ของเสียที่มีองค์ประกอบดังต่อไปนี้ : โลหะคาร์บอนิล (Metal carbonyls), สารประกอบ โครเมียมเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent chromium compounds)	
6	กากตะกอนจากการชุบโลหะ (Galvanic sludges)	
7	ของเหลวที่เกิดจากการทำความสะอาดโลหะด้วยกรด (Pickling of metals)	
8	ของเสียจากกระบวนการผลิตสังกะสี (Leaching residues from zinc processing) ฝุ่น (Dust) และตะกอน (Sludges) เช่น จาโรไซต์ (Jarosite) เฮมาไทท์ (Hematite) ฯลฯ	
9	ของเสียประเภทกากสังกะสี (Zinc residues) ที่มีสารตะกั่วและแคดเมียม	
10	ถ้าจากการเผาสายฉนวนหุ้มเส้นลวดทองแดง (Insulated copper wire)	
11	ฝุ่นและกากจากระบบรอกก๊าซในโรงถลุงทองแดง (Copper smelters)	
12	สารละลายนำไฟฟ้าที่ใช้แล้ว (Spent electrolytic solutions) จากกระบวนการแยกทองแดงให้บริสุทธิ์ด้วยไฟฟ้า	
13	กากตะกอน (Sludges) ยกเว้น anode slimes จากกระบวนการแยกทองแดงให้บริสุทธิ์ด้วยไฟฟ้า	
14	สารละลายใช้แล้ว (spent etching solutions) ที่มีองค์ประกอบของทองแดง (Dissolved copper)	
15	ของเสียที่เป็น Cupric chloride และ/หรือ Copper cyanide catalysts	
16	ถ้าโลหะมีค่า (Precious metal ash) เช่น ทอง เงิน ทองคำขาว พาลาเดียม (Palladium) อิริเดียม (Iridium) ออสเมียม (Osmium) โรเดียม (Rhodium) รูเทเนียม	

ลำดับที่	วัตถุดิบตราย	เงื่อนไข
17	(Ruthenium) ที่ได้จากการเผาแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Printed circuit boards) แบตเตอรี่ Lead-acid ทั้งอยู่ในสภาพสมบูรณ์และแยกส่วน (whole or crushed)	
18	ของเสียประเภทแบตเตอรี่ที่ยังไม่ได้แยกประเภท (Unsorted waste batteries)	
19	ชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Electrical and electronic assemblies) หรือเศษ (Scrap) [ไม่รวมเศษ (Scrap) จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Electric power generation)] ที่มีส่วนประกอบ ซึ่งได้แก่ ตัวเก็บประจุไฟฟ้าและแบตเตอรี่อื่นๆ สวิตช์ที่มีปรอท เป็นองค์ประกอบในการทำงาน (Mercury-switches) เศษแก้วจาก Cathode-ray และ Activated glass อื่นๆ ตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่มีสารพีซีบี (PCB - capacitors) หรือ ที่ปนเปื้อนด้วยแคดเมียม ปรอท ตะกั่ว โพลีคลอริเนทเต็ดไบฟีนิล (Pickling of metals) <b>- ของเสียที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งอาจมีโลหะและสารอินทรีย์ (Wastes containing principally inorganic constituents, which may contain metals and organic materials)</b>	
20	หลอดแก้ว Cathode-ray และ Activated glass อื่นๆ	
21	ของเสียประเภทสารประกอบฟลูออรีนอินทรีย์ (Inorganic fluorine compounds) ในรูปของเหลว (Liquids) หรือกากตะกอน (Sludges)	
22	ของเสียประเภทคะตะลิสต์ (Catalysts)	
23	ของเสียประเภทยิปซัม (Gypsum) ที่เกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรมเคมี	
24	ของเสียแอสเบสตอส (Waste asbestos) ในรูปฝุ่น (Dusts) และเส้นใย (Fibres)	





ลำดับที่	วัตถุดิบทราย	เงื่อนไข
25	เถ้าลอย (Fly-ash) จากโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหิน (Coal-fired power plant)  - ของเสียที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งอาจมีโลหะและสารอนินทรีย์ (Wastes containing principally organic constituents, which may contain metals and inorganic materials)	
26	ของเสียจากการผลิตหรือกระบวนการผลิต Petroleum coke และ/หรือ Bitumen	
27	ของเสียประเภทน้ำมันแร่ (Mineral oils) ที่มีสภาพไม่เหมาะสำหรับการใช้งานตามวัตถุประสงค์เดิม	
28	ของเสียที่ประกอบหรือปนเปื้อนด้วย Leaded anti-knock compound sludges	
29	ของเสียประเภทของเหลวที่เป็นตัวถ่ายเทความร้อน [Waste thermal (heat transfer) fluids]	
30	ของเสียจากการผลิต การผสม และการใช้เรซิน ลาเท็กซ์ พลาสติกไซเซออร์ กาว และผลิตภัณฑ์ประเภทกาว	
31	ของเสียประเภทไนโตรเซลลูโลส (Waste nitrocellulose)	
32	ของเสียประเภทฟีนอล (Phenols) สารประกอบฟีนอล (Phenol compounds) รวมทั้งคลอโรฟีนอล (Chlorophenol) ในรูปของเหลวหรือกากตะกอน	
33	ของเสียประเภทอีเทอร์ (Ethers)	
34	ของเสียที่เกิดจากฝุ่นหนัง (Leather dust) เถ้า (Ash) กากตะกอน (Sludges) และแป้ง (Flours) ที่มีสารประกอบโครเมียมเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent chromium compounds) หรือ Biocides	
35	ของเสียที่เป็นเศษหนังหรือส่วนประกอบของหนังที่ไม่เหมาะสำหรับการผลิตหนังที่มีสารประกอบโครเมียมเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent chromium compounds) หรือ Biocides	

ลำดับที่	วัตถุอันตราย	เงื่อนไข
36	Fellmongery waste ที่มีสารประกอบโครเมียมเฮกซะวาเลนต์ (Hexavalent chromium compounds) หรือ Biocides หรือ สารติดเชื้อ (Infectious substances)	
37	ปุ๋ยขนาดเล็ก (Fluff) ที่เกิดจากการตัด หั่น ซอย (Light fraction from shredding)	
38	ของเสียประเภทสารประกอบฟอสฟอรัสอินทรีย์ (Organic phosphorous compounds)	
39	ของเสียประเภทตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไม่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ (Non-halogenated organic solvents)	
40	ของเสียประเภทตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบ (Halogenated organic solvents)	
41	กากของเสียจากการกลั่นของเหลวที่ไม่ละลายน้ำ ทั้งที่มีฮาโลเจนและที่ไม่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอบในกระบวนการนำตัวทำละลายอินทรีย์กลับมาใช้ใหม่	
42	ของเสียจากการผลิต Aliphatic halogenated hydrocarbon ได้แก่ คลอโรมีเทน (Chloromethane) ไดคลอโรอีเทน (Dichloro-ethane) ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl chloride) ไวนิลอิดีนคลอไรด์ (Vinylidene chloride) อัลลิลคลอไรด์ (Allyl chloride) และ อีพิคลอไฮดริน (Epichlorhydrin)	
43	ของเสียและชิ้นส่วนที่ประกอบหรือปนเปื้อนด้วย โพลีคลอริเนตเต็ดไบฟีนิล (Polychlorinated biphenyl, PCB) โพลีคลอริเนตเต็ดเตอรัฟีนิล (Polychlorinated terphenyl,PCT) โพลีคลอริเนตเต็ดแนฟธาซีน (Polychlorinated naphthalene ,PCN) หรือ โพลีโบรมิเนตเต็ดไบฟีนิล (Polybrominated biphenyl, PBB) หรือโพลีโบรมิเนตเต็ดอื่นๆ (Other polybrominated analogues) ที่คล้ายคลึงกันที่ระดับความเข้มข้นไม่น้อยกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	



ลำดับที่	วัตถุนั้นตราย	เงื่อนไข
44	<p>กากน้ำมันดิน (Tarry residues) (ยกเว้น Asphalt cements) ที่เกิดจากโรงกลั่นน้ำมัน และกระบวนการกลั่น (Distillation) หรือ การบำบัดอินทรีย์วัตถุด้วยวิธีไพโรไลติก (Pyrolytic treatment)</p> <p>- ของเสียที่มีองค์ประกอบอินทรีย์หรืออนินทรีย์ (Wastes which may contain either inorganic or organic constituents)</p>	
45	<p>ของเสียจากการผลิต และการใช้ผลิตภัณฑ์เภสัชกรรม (Pharmaceutical products)</p>	
46	<p>ของเสียจากการรักษาพยาบาลหรือโครงการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทางการแพทย์ พยาบาล ทันตกรรม การรักษาสัตว์ และที่เกิดจากโรงพยาบาล หรือสถาน</p>	
47	<p>ของเสียจากการผลิต การผสมและการใช้ Biocides และ Phytopharmaceuticals รวมถึงของเสียประเภท ยาปราบศัตรูพืช (Pesticides) และยาปราบวัชพืช (Herbicides) ซึ่งไม่ได้คุณภาพตามกำหนด (Off-specification) หรือหมดอายุ (Outdated) หรือไม่เหมาะสำหรับการใช้งานตามวัตถุประสงค์เดิม</p>	
48	<p>ของเสียจากการผลิต การผสมและการใช้สารเคมีรักษาเนื้อไม้ (Wood preserving chemicals) แต่ไม่รวมไม้ที่ใช้สารเคมีในการรักษาเนื้อไม้</p>	
49	<p>ของเสียที่ประกอบหรือปนเปื้อนด้วยไซยาไนด์อินทรีย์ (Organic cyanides) และไซยาไนด์อนินทรีย์ (Inorganic cyanides) ยกเว้น กากโลหะมีค่า (Precious metal-bearing residues) เช่น ทอง เงิน ทองคำขาว พาลาเดียม (Palladium) อิริเดียม (Iridium) ออสเมียม (Osmium) โรเดียม (Rhodium) รูเทเนียม (Ruthenium) ที่เป็นของแข็งซึ่งมีสารไซยาไนด์อนินทรีย์ในปริมาณน้อย (traces of inorganic cyanides)</p>	

ลำดับที่	วัตถุดิบตราย	เงื่อนไข
50	ของเสียผสมระหว่างน้ำมัน/น้ำ (Oils/water) หรือไฮโดรคาร์บอน/น้ำ (Hydrocarbons/water) หรืออยู่ในรูปอิมัลชัน (Emulsions)	
51	ของเสียจากการผลิต การผสมและการใช้หมึก (Inks) สีย้อม (Dyes) สารสี (Pigments) สี (Paints) น้ำมันครั่ง (Lacquers) และน้ำมันชักเงา (Varnish)	
52	ของเสียที่สามารถระเบิดได้ (Explosive nature)	
53	ของเสียประเภทสารละลายกรด หรือด่าง (Acidic or basic solutions) ที่มี pH ต่ำกว่า 2 และสูงกว่า 11.5	
54	ของเสียจากอุปกรณ์ควบคุมมลพิษสำหรับการบำบัดก๊าซเสียจากอุตสาหกรรม	
55	ของเสียที่ประกอบหรือปนเปื้อนด้วยสารใดๆ ดังต่อไปนี้ : cogenor ใดๆ ของสารโพลีคลอรีเนเต็ดไดเบนโซ-ฟิวแรน (Cogenor of Polychlorinated dibenzo-furan), cogenor ใดๆ ของสารโพลีคลอรีเนเต็ดไดเบนโซไดออกซิน (Cogenor of Polychlorinated dibenzo-dioxin)	
56	ของเสียที่ประกอบหรือปนเปื้อนด้วยเปอร์ออกไซด์ (Peroxides)	
57	ของเสียบรรจุภัณฑ์ (Packages) หรือภาชนะบรรจุ (Containers) ที่ปนเปื้อนด้วยของเสียเคมีวัตถุทุกประเภท ยกเว้น น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้ว (Used lubricating oil)	
58	ของเสียที่มีสารเคมีที่ไม่ได้คุณภาพตามที่กำหนดหรือหมดอายุ (Off specification or outdated chemicals)	
59	ของเสียประเภทสารเคมีที่เกิดจากการศึกษาวิจัย และพัฒนา (Research and development) หรือกิจกรรมการสอนซึ่งยังไม่ได้จำแนกชนิด และ/หรือ เป็นสารใหม่หรือยังไม่เคยพบในสิ่งแวดล้อม แต่มีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์	
60	Activated carbon ที่ใช้แล้ว	

ภาคผนวก ง  
รายชื่อสารเคมีที่ผสมรวมกันไม่ได้

## ภาคผนวก ง

## รายชื่อสารเคมีที่ผสมรวมกันไม่ได้

Chemicals	Is Incompatible with :
Acetic acid	Chromic acid, nitric acid, peroxides, permanganates
Acetic anhydride	Hydroxyl-containing compounds such as ethylene glycol, perchloric acid
Acetone	Concentrated nitric and sulfuric acid mixtures, hydrogen peroxide
Acetylene	Chlorine, bromine, copper, silver, fluorine, mercury
Alkali and alkaline earth metals, such as sodium, potassium, lithium, magnesium, calcium, powdered aluminum	Carbon dioxide, carbon tetrachloride, other chlorinated hydrocarbons (also prohibit the use of water, foam, and dry chemical extinguish on fires involving these materials—dry sand should be employed)
Ammonia (anhydrous)	Mercury, chlorine, calcium hypochlorite, iodine, bromine, hydrogen fluoride
Ammonium nitrate	Acids, metal powders, flammable liquids, chlorates, nitrites, sulfur, finely divided organics, combustibles
Aniline	Nitric acid, hydrogen peroxide
Arsenical materials	Any reducing agent
Azides	Acids
Bromine	Ammonia, acetylene, butadiene, butane, other petroleum gases, sodium carbide, turpentine, benzene, finely divided metals
Calcium oxide	Water
Carbon, activated	Calcium hypochlorite, other oxidants
Carbon Tetrachloride	Sodium
Chlorates	Ammonium salts, acids, metal powders, sulfur, finely divided organics, combustibles
Chromic acid and Chromium trioxide	Acetic acid, naphthalene, camphor, glycerol, turpentine, benzene, finely divided metals
Chlorine	Ammonia, acetylene, butadiene, butane, other petroleum gases, Hydrogen, sodium carbide, turpentine, benzene, finely divide metals



Chemicals	Is Incompatible with :
Chlorine dioxide	Ammonia, methane, phosphine, hydrogen sulfide
Copper	Acetylene, hydrogen peroxide
Cumene hydroperoxide	Acids (organic and inorganic)
Cyanides	Acids
Flammable liquids	Ammonium nitrate, chromic acid, hydrogen peroxide, nitric acid, sodium peroxide, halogens
Fluorine	Isolate from everything
Hydrazine	Hydrogen peroxide, nitric acid, and other oxidant
Hydrocarbons (benzene, butane, propane, gasoline, turpentine, etc.)	Fluorine, chlorine, bromine, chromic acid, peroxides
Hydrocyanic acid	Nitric acid, alkalis
Hydrofluoric acid (anhydrous)	Ammonia (aqueous or anhydrous)
Hydrogen fluoride	
Hydrogen peroxide	Copper, Chromium, iron, most metals or their salts, any flammable liquid, combustible materials, aniline, nitromethane
Hydrogen sulfide	Fuming nitric acid, oxidizing gases
Hypochlorites	Acids, activated carbon
Iodine	Acetylene, ammonia (anhydrous or aqueous), hydrogen
Mercury	Acetylene, fulminic acid, ammonia
Nitrates	Sulfuric acid
Nitric acid (concentrated)	Acetic acid, acetone, alcohol, aniline, chromic acid, hydrocyanic acid, hydrogen sulfide, flammable liquids, flammable gases, nitratable substances
Nitrites	Acids
Nitroparaffins	Inorganic bases, amines
Oxalic acid	Silver and mercury and their salts
Oxygen	Oils, grease, hydrogen, flammable liquids, solids, gases
Perchloric acid	Acetic anhydride, bismuth and its alloys, alcohol, paper, wood grease, oils (all organics)
Peroxides, organic	Acids (organic or mineral), also avoid friction, store cold)

Chemicals	Is Incompatible with :
Phosphorus (white)	Air, oxygen, alkalis, reducing agents
Phosphorus pentoxide	Alcohols, strong bases, water
Potassium	Carbon tetrachloride, carbon dioxide, water
Potassium chlorate	Sulfuric and other acids (See also chlorates)
Potassium perchlorate	See chlorates
Potassium permanganate	Glycerol, ethylene glycol, benzaldehyde, sulfuric acid
Selenides	Reducing agents
Silver and silver salts	Acetylene, oxalic acid, tartaric acid, fulminic acid, *ammonium compounds
Sodium	See alkali metals (above)
Sodium nitrite	Ammonium nitrate and other ammonium salts
Sodium peroxide	Arry oxidizable substance, such as ethanol, methanol, glacial acetic acid, acetic anhydride, benzaldehyde, carbon disulfide, glycerol, ethylene glycol, ethyl acetate, methyl acetate, furfural
Sulfides	Acids
Sulfuric acid	Potassium chlorates, Potassium perchlorates, Potassium permanganates
Tellurides	Reducing agents





## ภาคผนวก จ

การติดฉลากและข้อมูลของเสียอันตราย

## ภาคผนวก จ

### การติดฉลากและข้อมูลของเสียอันตราย

ของเสียอันตรายที่ได้รับการคัดแยกและบรรจุเรียบร้อยแล้วจะถูกนำมาติดฉลากแสดงความเป็นอันตราย และติดข้อมูลของเสียอันตราย ดังนี้

\* การติดฉลากแสดงความเป็นอันตรายของเสียอันตรายได้รับคำแนะนำให้ติดฉลากแสดงความเป็นอันตรายเช่นเดียวกับวัตถุอันตราย ซึ่งแบ่งออกเป็น 9 ประเภท ดังนี้

#### ประเภทที่ 1 วัตถุระเบิด

- |             |  |            |
|-------------|--|------------|
| หมวดที่ 1.1 | วัตถุที่ทำให้เกิดอันตรายโดยการระเบิดอย่างรุนแรง  |            |
| หมวดที่ 1.2 | อันตรายโดยการกระจายของสะเก็ดระเบิด การติดไฟ พร้อมด้วยการระเบิด                             | เหมือน 1.1 |
| หมวดที่ 1.3 | วัตถุที่ก่อให้เกิดอันตรายโดยการติดไฟพร้อมด้วยการระเบิด                                     | เหมือน 1.1 |
| หมวดที่ 1.4 | วัตถุที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายมากนัก ผลของการระเบิดจำกัดอยู่ในเฉพาะที่บ่อ                    |            |
| หมวดที่ 1.5 | วัตถุที่ไม่ไวต่อการระเบิด แต่ถ้าเกิดการระเบิดจะก่อให้เกิดอันตรายรุนแรงเช่นเดียวกับหมวด 1.1 |            |
| หมวดที่ 1.6 | วัตถุที่ไม่ไวหรือเฉื่อยมากต่อการระเบิดและไม่ก่อให้เกิดอันตรายรุนแรงจากการระเบิด            |            |

#### ประเภทที่ 2 ก๊าซต่างๆ

- |             |             |  |
|-------------|-------------|--|
| หมวดที่ 2.1 | ก๊าซไวไฟ    |  |
| หมวดที่ 2.2 | ก๊าซไม่ไวไฟ |  |



หมวดที่ 2.3 ก๊าซพิษ



ประเภทที่ 3 ของเหลวไวไฟ



ประเภทที่ 4 ของแข็งไวไฟ, วัตถุที่ทำให้เกิดการลุกไหม้ได้เอง, วัตถุที่ถูกน้ำแล้วให้ก๊าซไวไฟ

หมวดที่ 4.1 ของแข็งไวไฟ



หมวดที่ 4.2 วัตถุที่ทำให้เกิดการลุกไหม้ได้เอง



หมวดที่ 4.3 วัตถุที่ถูกน้ำแล้วให้ก๊าซไวไฟ



ประเภทที่ 5 วัตถุออกซิไดซ์และออร์แกนิกเปอร์ออกไซด์

หมวดที่ 5.1 วัตถุออกซิไดซ์



หมวดที่ 5.2 ออร์แกนิกเปอร์ออกไซด์



**ประเภทที่ 6** วัตถุมีพิษและวัตถุติดเชื้อ

หมวดที่ 6.1 วัตถุมีพิษ



หมวดที่ 6.2 วัตถุติดเชื้อ



**ประเภทที่ 7** วัตถุกัมมันตรังสี ที่มีค่าดัชนีการขนส่งเท่ากับ 0 ระดับรังสีที่ผิวนอกหีบห่อไม่มากกว่า 0.005 mSv/h

-วัตถุกัมมันตรังสี ที่มีค่าดัชนีการขนส่งมากกว่า 0 แต่น้อยกว่า 1 ระดับรังสีที่ผิวนอกหีบห่อมากกว่า 0.005 mSv/h แต่น้อยกว่า 0.5 mSv/h



-วัตถุกัมมันตรังสี ที่มีค่าดัชนีการขนส่งมากกว่า 1 แต่น้อยกว่า 10 ระดับรังสีที่ผิวนอกหีบห่อมากกว่า 0.5 mSv/h แต่น้อยกว่า 2.0 mSv/h



-วัตถุกัมมันตรังสีที่แตกสลายได้ หมายถึง วัสดุที่สามารถเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน ซึ่งจะต้องควบคุมไม่ให้เกิดวิกฤตขึ้นได้ตลอดเวลาการขนส่ง โดยส่วนใหญ่หมายถึง U-233, U-235, Pu-238, Pu-239, และ Pu-241



**ประเภทที่ 8** วัตถุกัดกร่อน



**ประเภทที่ 9** วัตถุอันตรายอื่นๆ



## ภาคผนวก ฉ

ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

## ภาคผนวก ฉ

### ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

#### 1 การออกแบบ การจัดสภาพ และการปรับปรุงห้องปฏิบัติการ

##### 1.1 อาคารสถานที่

อันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการสามารถลดลงได้หากห้องปฏิบัติการนั้นได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสม ซึ่งนอกจากจะต้องคำนึงถึงด้านความมั่นคงและแข็งแรงของอาคารแล้ว จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และการป้องกันการปนเปื้อนซึ่งจะมีผลต่อการทดลอง

ห้องปฏิบัติการที่สมบูรณ์แบบควรเป็นห้องปฏิบัติการซึ่งอยู่ในอาคารชั้นเดียวแยกห่างจากอาคารอื่น (isolated single-storey building) ซึ่งมีข้อดีดังนี้

- 1) ลดความรุนแรงของอันตรายลงเมื่อเกิดอุบัติเหตุ
- 2) สามารถควบคุมการเข้าออกห้องปฏิบัติการได้ง่าย
- 3) ลดจำนวนผู้ที่จะได้รับหรือสัมผัส ไอ ละออง และฟุ้งของสารเคมี
- 4) ลดความยาวของท่อระบายน้ำไปยังท่อใหญ่ ซึ่งมีผลให้สารเคมีไม่ค้างในท่อนานเกินไป
- 5) สามารถทำพื้นห้องปฏิบัติการให้แข็งแรงเพื่อรองรับของหนักๆ
- 6) ลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการสั่นสะเทือน
- 7) มีความคล่องตัวในการขนส่งสารเคมีและกากสารเคมี

อย่างไรก็ตาม บางแห่งอาจไม่สามารถตั้งห้องปฏิบัติการในอาคารชั้นเดียวแยกห่างจากอาคารอื่นๆ ได้ จำเป็นต้องตั้งอยู่ในอาคารสูง ซึ่งตำแหน่งที่ตั้งของห้องปฏิบัติการมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน กล่าวคือ ถ้าห้องปฏิบัติการอยู่ชั้นล่างๆ ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการต่อปล่องระบายอากาศเสียสูง แต่ถ้าอยู่บนๆ ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการต่อท่อระบายน้ำสูง และอาจเกิดอันตรายจากการขนส่งสารเคมีและกากสารเคมี

ในการออกแบบ จัดสภาพ และปรับปรุงห้องปฏิบัติการต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

##### 1.1.1 สถานที่ตั้งและรูปแบบการก่อสร้าง

- 1) อาคารที่เป็นห้องปฏิบัติการ ต้องอยู่ห่างจากสถานประกอบการที่อยู่อาศัยหรือบริเวณที่เสี่ยงอันตรายพอสมควร ทั้งนี้เพื่อลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากไฟไหม้และการระเบิด
- 2) อาคารต้องมั่นคงแข็งแรง โครงสร้างของอาคารควรเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหรือเหล็กและผนังตึกควรทำด้วยวัสดุทนไฟ ทั้งนี้ ต้องไม่ต่ำกว่ามาตรฐานที่ทางราชการกำหนด
- 3) ความสูงจากพื้นถึงเพดานโดยเฉลี่ยไม่ควรน้อยกว่า 3 เมตร
- 4) อาคารที่สูงเกิน 3 ชั้น ต้องมีบันไดหนีไฟที่ได้มาตรฐานและมีจำนวนเพียงพอ



5) ต้องมีทางเดินโดยรอบอาคารทุกชั้นไม่ต่ำกว่า 2 เมตร เพื่อใช้ในการหนีเกิดอัคคีภัยจะได้ใช้เป็นทางหนีไฟและเพื่อสะดวกในการดับไฟของเจ้าหน้าที่อีกด้วย

6) ต้องมีประตูอย่างน้อย 2 ทาง ขนาดควรกว้างไม่น้อยกว่า 110 เซนติเมตร

7) อาคารห้องปฏิบัติการประเภทที่ทางเดินกลางระหว่างห้องสามารถลดความชื้นหรือระดมพัดที่อาจทำให้ตัวอย่างเสียหายระหว่างการเคลื่อนย้ายจากห้องหนึ่งไปอีกห้องหนึ่ง แต่ต้องใช้พื้นที่ในการก่อสร้างมากและควรพิจารณาให้กิจกรรมจากห้องตรงข้ามก่อให้เกิดการปนเปื้อนต่อการวิเคราะห์

ส่วนอาคารประเภททางเดินมีระเบียงทางเดินผ่านหน้าห้องเพียงทางเดียวจะมีการระบายอากาศดี เกิดการปนเปื้อนจากห้องข้างเคียงน้อย แต่ต้องมีหลังคาและระเบียงที่กว้างพอสำหรับป้องกันฝนสาดและสามารถเดินได้สะดวก

#### 1.1.2 คุณลักษณะของห้องปฏิบัติการ

วัสดุก่อสร้างสำหรับผนังเพดาน พื้น และผิวโต๊ะปฏิบัติการจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน ทั้งนี้โดยคำนึงถึงคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาใช้

##### 1) ผนังและเพดาน

1.1) ควรเป็นผนังเรียบ ไม่ดูดซึมน้ำ ทำความสะอาดง่าย ทนต่อกรดต่าง และสารทำลายสามารถป้องกันสัตว์กัดแทะได้ (vermin-proof) และติดไฟได้ยาก โดยทั่วไปเป็นคอนกรีตทาบด้วยสี

1.2) สีทาผนังและเพดานที่ใช้ควรมีความคงทนต่อสารเคมี ล้างทำความสะอาดได้ง่ายและไม่ติดไฟ

1.3) ส่วนที่เป็นกระจกที่แตกส่องและได้รับความร้อน ควรใช้กระจกตัดแสงฉาก หรือม่านป้องกันแสงแดด

1.4) ผนังที่ทำด้วยกระจกควรใช้กระจกนิรภัย

##### 2) พื้นห้อง

2.1) ควรเป็นพื้นคอนกรีต เรียบและผสมวัสดุกันชื้น

2.2) พื้นอาคารบางจุดต้องเสริมความแข็งแรงเป็นพิเศษสำหรับวางเครื่องมือที่มีน้ำหนักมากและป้องกันการสั่นสะเทือน

2.3) วัสดุปูพื้นควรคงทนต่อการรับน้ำหนัก ป้องกันการขีดข่วน ทำความสะอาดได้ รอยต่อต้องเชื่อมต่อให้สนิท

##### 3) พื้นผิวโต๊ะปฏิบัติการ (working surfaces)

3.1) ต้องแข็งแรง ทนต่อการขีดข่วน

3.2) มีรูพรุนน้อย ล้างทำความสะอาดได้ง่าย ไม่เป็นรอยด่างหรือเปื้อนง่าย

3.3) ทนทานต่อความร้อนและสารเคมี

3.4) เป็นแผ่นใหญ่หรือแผ่นติดต่อกันตลอดและเรียบ

### 1.1.3 ห้องเก็บสารเคมี

ห้องเก็บสารเคมี ควรแยกจากห้องปฏิบัติการ

1) ห้องเก็บสารทำลาย ควรมีลักษณะดังนี้

1.1) ผนังอิฐ หนา 23 ซม.

1.2) หลังคาคอนกรีต หนา 12.5 ซม.

1.3) ตะแกรงระบายอากาศทั้งในระดับสูง และระดับต่ำ ซึ่งประกอบด้วย ลวด flame-arrestor wire gauze ขนาด 28 ช่อง (mesh) ต่อตารางนิ้ว

1.4) พื้นห้องต้องมีทางระบายและธรณีประตูควรงสูงเพื่อป้องกันมิให้ สารเคมีไหลออก

1.5) ประตูเป็นแบบเปิดออกด้านนอกทำด้วยเหล็ก (steel) หนา 0.6 ซม. หรือ วัสดุอื่นที่ทนทานต่อสารเคมี

1.6) หลอดไฟเป็นชนิดที่ป้องกันไฟได้ (flame-proof light) และสวิทช์ปิด เปิดไฟควรอยู่นอกห้อง

2) สถานที่เก็บสารเคมีรวม

กรณีที่ต้องเก็บสารเคมีหลายประเภท ในปริมาณมาก ควรออกแบบอาคารเก็บสารเคมีที่ยัง ไม่ได้ใช้และใช้แล้วด้วย

## 1.2 การจัดห้องปฏิบัติการ

### 1.2.1 การจัดแบ่งพื้นที่ปฏิบัติงาน

งานในห้องปฏิบัติการจะต้องเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการวิเคราะห์ทดลอง เท่านั้น ดังนั้น จึงไม่ควรมีโต๊ะสำหรับผู้ปฏิบัติงานนั่งทำงานประจำในห้องนั้น ส่วนที่เป็นห้องพัก ส่วน ธุรการ ส่วนรับส่งตัวอย่าง และส่วนปฐมพยาบาลควรแยกออกจากส่วนปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการควรมีทางออก 2 ทางเช่นเดียวกับตัวอาคาร

1) ห้องปฏิบัติการทั่วไปควรอยู่ในลักษณะเปิดโล่ง ยกเว้นกิจกรรมบางประเภท ที่อาจก่อให้เกิดการเปื้อนหรือต้องป้องกันการปนเปื้อน เช่น การเตรียมตัวอย่าง การซังการใช้เครื่องมือละเอียด การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา การวิเคราะห์สารเคมีที่เป็นพิษ ฯลฯ

2) ห้องปฏิบัติการที่มีกิจกรรมเฉพาะ ควรแยกออกไปเป็นสัดส่วนเช่น ห้องปฏิบัติการ ใช้รังสีควรแยกอาคารต่างหาก ห้องปฏิบัติการที่เสี่ยงอันตราย ควรอยู่ในมุมอับของอาคาร ห้องปฏิบัติการที่มีเชื้อโรคอันตรายต้องมีประตู 2 ชั้น และมีระบบ air lock ก่อนเข้าห้อง

ขนาดพื้นที่ปฏิบัติงาน การปฏิบัติงานในพื้นที่คับแคบหรือแออัด มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ห้องปฏิบัติการจึงควรมีขนาดพื้นที่ซึ่งเหมาะสมกับการปฏิบัติงาน ทั้งนี้ ขึ้นกับชนิดของตัวอย่างและ วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์ทางเคมี การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา ฯลฯ





ห้องปฏิบัติการทางเคมี โดยทั่วไปควรมีขนาดพื้นที่ห้อง 6-8 ตารางเมตรต่อคน ไม่รวม เครื่องมือ และ 10-20 ตารางเมตรต่อคนรวมเครื่องมือ

### 1.2.2 โต๊ะปฏิบัติการ

การวางโต๊ะปฏิบัติการอาจจะทำได้ 3 รูปแบบ คือ วางชิดตามความยาวผนัง (wall bench) กลางห้อง (island bench) และยื่นจากผนัง (peninsular) การวางในรูปแบบใดขึ้นอยู่กับกิจกรรมและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน ตลอดจนลักษณะของห้องปฏิบัติการ แต่ต้องไม่วางกีดขวางทางออกในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินส่วนระยะห่างระหว่างโต๊ะไม่ควรน้อยกว่า 1.5 เมตร และควรมีช่องหรือที่เก็บเก้าอี้ที่ใช้ในการปฏิบัติงานเพื่อไม่ให้ขวางทางเดิน

ขนาดของโต๊ะปฏิบัติการมีผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานและอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ โดยทั่วไปขนาดของโต๊ะปฏิบัติการควรมีความลึกของส่วนปฏิบัติงาน 60 ซม. ไม่รวมพื้นที่สำหรับท่อแก๊ส เต้าเสียบไฟฟ้า ฯลฯ ส่วนความสูงควรมีขนาดพอเหมาะกับการปฏิบัติงานประมาณ 85-95 ซม.

## 2 ภาชนะกักเก็บสารเคมี

รายละเอียดสามารถศึกษาได้จากบทที่ 4

## 3 การป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลเพื่อลดหรือหลีกเลี่ยงการสัมผัสสารเคมี รังสี หรือเชื้อโรค การใช้อุปกรณ์ดังกล่าวต้องเลือกให้เหมาะสม โดยคำนึงถึงลักษณะของอันตราย ความรุนแรง สภาพแวดล้อมของการใช้ วิธีการใช้และข้อจำกัดของอุปกรณ์เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติงานต้องคุ้นเคยกับอุปกรณ์ดังกล่าวและสามารถนำมาใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม สถานที่เก็บอุปกรณ์ควรอยู่ในที่หยิบใช้ได้สะดวก นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบและทำความสะอาดอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอ

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่มักใช้ในห้องปฏิบัติการมีดังนี้

### 3.1 อุปกรณ์ป้องกันใบหน้าและตา

ใช้เมื่อต้องปฏิบัติงานที่เสี่ยงอันตรายจากเศษวัสดุ สารเคมี รังสี และแสง

#### 3.1.1 ชนิดของอุปกรณ์ป้องกันใบหน้าและตา

1) แว่นตารูปถ้วย (goggles) ใช้ป้องกันเศษวัสดุ ฝุ่นละออง แก๊ส สารเคมี รังสี แสง และกันการกระแทก แบ่งออกเป็นหลายชนิดป้องกันแก๊ส (gas light goggles) ชนิดใช้กับงานตัดและเชื่อมโลหะ ฯลฯ

2) แว่นตา (spectacles) ใช้ป้องกันเศษวัสดุ รังสี และแสง มีชนิดที่ป้องกันเฉพาะด้านหน้า (ชนิด 1) และชนิดที่ป้องกันด้านหน้าและด้านข้าง (ชนิด 2)

3) ชนิดป้องกันใบหน้าและตา (face shield) ใช้ป้องกันใบหน้า ตา หู คอ จาก

การกระเด็นของเศษวัสดุ รังสี และแสง มี 2 ชนิด คือ ชนิดหมวกครอบ และชนิดครอบหน้า ชนิดหมวกครอบใช้ในการพ่นสี ฉีดพ่นสารฆ่าแมลง หลอมโลหะ ส่วนชนิดครอบหน้าใช้ในการตัดเชื่อมโลหะ ฯลฯ

### 3.1.2 ข้อปฏิบัติ

- 1) ผู้ปฏิบัติงานควรสวมอุปกรณ์ป้องกันใบหน้าและตาตลอดเวลาที่ปฏิบัติงานที่เสี่ยงต่ออันตรายดังกล่าว
- 2) เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันใบหน้าและตาที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์
- 3) หลังจากใช้ทุกครั้งต้องมีการทำความสะอาด หรือมีการบำรุงรักษาที่ดี

## 3.2 อุปกรณ์ป้องกันและระบบหายใจ

เมื่อต้องทำงานในสภาพที่มีฝุ่นละอองหรือสารเคมีที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ จากการหายใจ

### 3.2.1 ชนิดของอุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจ

1) ชนิดเครื่องกรอง ใช้ป้องกันฝุ่น ไอโละหะ (fume) และละอองสารเคมี (mist) ประกอบด้วยหน้ากากปิดมิดชิดทั้งใบหน้า ครีง์ใบหน้า หรือหนึ่งโนสซี่ของใบหน้า มีแผ่นกรองหรือกระป๋องบรรจุสารเคมีที่ใช้กรองหรือฟอกอากาศให้บริสุทธิ์ ขนาดใบหน้า มีแผ่นกรองหรือสารเคมีที่ใช้ขึ้นกับสารที่ต้องการกรองแบ่งเป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

1.1) ชนิดกรองฝุ่นและละอองสารเคมี ตัวกรองเป็นแผ่นกระดาษหรือใยหอนอื่น ๆ เช่น โยทิน ขนสัตว์ หรือผ้าไหม ซึ่งจะแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งานสามารถกรองฝุ่นละอองและละอองสารเคมีต่าง ๆ

1.2) ชนิดกรองสารเคมี ใช้กรองสารเคมีประเภทไอสารเคมี แก๊สหรือไอพิษ ตัวกรองเป็นผงถ่าน (activated charcoal) หรือสารเคมีซึ่งบรรจุในกระป๋อง (cartridge) ตัวกรองแต่ละชนิดประกอบด้วยสารเคมีที่กรองหรือทำปฏิกิริยาแตกต่างกัน การเลือกใช้ต้องเลือกให้เหมาะสมโดยดูจากแถบสีของกระป๋องบรรจุ ว่าสามารถกรองสารประเภทใด และดูความสามารถในการกำจัดว่าใช้ได้ผลในช่วงความเข้มข้นเท่าใด

3.2.2 ชนิดที่นำเอาอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้าไปช่วยในการหายใจ ใช้ในกรณีทำงานในที่ที่มีสารพิษสูงมาก มีหลายชนิด เช่น ชนิดเป็นถังอากาศช่วยในการหายใจ (self contained breathing) ชนิดเป็นเครื่องเป่าอากาศ (hose mask with blower) และชนิดมีสารส่งอากาศอัดด้วยความดัน (air line respirator) อุปกรณ์ประเภทนี้ ใช้ในที่ที่มีสารพิษมีความเข้มข้นสูง และผู้ใช้อาจต้องได้รับการฝึกอบรมในการใช้เป็นพิเศษ

## 3.3 อุปกรณ์ป้องกันร่างกาย

### 3.3.1 เสื้อคลุมป้องกัน

ใช้ป้องกันอันตรายจากการหกและกระเด็นของสารเคมี เช่น กรด ต่างสารก่อมะเร็ง สารอันตรายอื่น ๆ ตลอดจนรังสี ต้องสวมใส่ตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน หลังใช้ควรทำความสะอาดให้ถูกวิธี โดยเฉพาะเสื้อคลุมป้องกันที่ใช้กับสารก่อมะเร็งและรังสีควรละลายแยกเพิ่มเติม



### 3.3.2 ถุงมือ

ใช้สวมเมื่อจำเป็นต้องปฏิบัติงานที่สัมผัสสารเคมีที่เป็นพิษต่อผิวหนัง เชื้อโรค หรือของร้อน ถุงมือมีหลายชนิดควรใช้ให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน เช่น ปฏิบัติงานด้านรังสีใช้ถุงมือยางหรือพลาสติก ปฏิบัติงานกับสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อนหรือซึมผ่านผิวหนังได้ ใช้ถุงมือยางนีโอพรีนหรือไวนิล ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับกรดใช้ถุงมือโพรไพลีนชนิดใช้แล้วทิ้ง ปฏิบัติงานที่ต้องจับของร้อนใช้ถุงมือหนังหรือใยหิน

## 4 การดำเนินการด้านความปลอดภัย

### 4.1 การป้องกันและควบคุมดูแล

ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเป็นกลุ่มบุคคลที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากสารเคมีและอุบัติเหตุต่าง ๆ จึงควรมีการป้องกันและควบคุมดูแลความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการเพื่อลดอันตรายดังกล่าว

#### 4.1.1 เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย

ผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการควรมอบหมายให้ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนกันทำหน้าที่ดูแลความปลอดภัยโดยมีหน้าที่

1) จัดหาและดูแลเครื่องมืออุปกรณ์ด้านความปลอดภัยต่างๆ เช่น เครื่องดับเพลิง เครื่องป้องกันส่วนบุคคล สัญญาณเตือนภัย เครื่องเตือนภัยจากไฟไหม้โดยอัตโนมัติ (Automatic smoke and fire alarms) เครื่องใช้และยาสำหรับการปฐมพยาบาล ฯลฯ

2) ตรวจสอบสภาพความปลอดภัยของการดำเนินงานเครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ

3) รายงาน ศึกษาและวิเคราะห์อุบัติเหตุที่เกิดขึ้น

4) ดำเนินการต่างๆ ตามที่ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการความปลอดภัย

#### 4.1.2 คณะกรรมการความปลอดภัย (safety committee)

หน่วยงานที่มีเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการจำนวนเกินกว่า 100 คนขึ้นไป ควรมีการจัดตั้งคณะกรรมการความปลอดภัย เพื่อให้คำแนะนำและส่งเสริมให้เกิดความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ คณะกรรมการความปลอดภัยควรมีโครงสร้างและหน้าที่ดังต่อไปนี้

1) กระตุ้นให้ผู้ปฏิบัติงานตระหนักถึงความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการและหาทางลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้น

2) ให้ความรู้ด้านความปลอดภัยและการป้องกันอุบัติเหตุแก่เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการ โดยการจัดฝึกอบรม จัดการสาธิตและฝึกหัดการปฏิบัติจัดทำป้ายและคำเตือนต่างๆ

3) ดำเนินการจัดทำระเบียบปฏิบัติหรือคู่มือความปลอดภัย (safety manual) และควรมีการปรับปรุงให้เนื้อหามีความถูกต้องและทันสมัยอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้วิธีการวิเคราะห์ที่มีการใช้สารเคมีอันตราย ควรระบุเครื่องป้องกันอันตรายที่จำเป็นในแต่ละขั้นตอน เช่น เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ผู้ดูดควัน

- 4) ดำเนินการจัดทำแบบตรวจสอบความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ (Laboratory Safety Inspection Report)
- 5) กำหนดให้มีการรวบรวมข้อมูลสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างเช่น safety data sheet และติดตามเอกสารใหม่ๆ เช่น รายชื่อสารก่อมะเร็งของ IRAC (The International Agency for Research and Career)
- 6) กำหนดแนวทางและวิธีการกำจัดกากสารพิษ นำทิ้งจากห้องปฏิบัติการ

#### 4.1.3 การฝึกอบรม

อุบัติเหตุและอันตรายในห้องปฏิบัติการจะลดลงได้หากจัดการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานให้ทราบถึงวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้องและปลอดภัย

ผู้ควบคุมดูแลด้านความปลอดภัยควรจัดให้มีการฝึกอบรมให้แก่ ผู้ปฏิบัติงานทุกคน โดยเฉพาะผู้เข้าทำงานใหม่ในเรื่องต่างๆ ดังต่อไปนี้

- 1) ความรู้เกี่ยวกับอันตรายของสารเคมีและวิธีการปฏิบัติ
- 2) เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ฉลากสารเคมี
- 3) การป้องกันไฟไหม้และการสาธิตและฝึกซ้อมการดับไฟ
- 4) การดำเนินการเมื่อสารเคมีหกหล่น
- 5) การปฐมพยาบาล

#### 4.1.4 การตรวจสุขภาพ

ผู้ที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการควรตรวจสุขภาพอย่างสม่ำเสมอโดยแพทย์ปริณญา อย่างน้อยปีละครั้ง หรือตามลักษณะสารอันตราย

การตรวจสุขภาพแบ่งออกเป็นหลายประเภทดังนี้

- 1) การตรวจทางกายภาพ ประกอบด้วย การตรวจลักษณะร่างกายโดยทั่วไป เช่น รูปร่างภายนอก ระบบผิวหนัง ระบบทางเดินหายใจ ระบบทางเดินอาหาร ระบบสืบพันธุ์ ระบบประสาท และประสาทสัมผัส ฯลฯ
- 2) การตรวจทางชีวภาพ ประกอบด้วย การตรวจสอบจำนวนเม็ดเลือด รูปร่างของเม็ดเลือด การทำงานของไต ตับ ต่อมไร้ท่อ
- 3) การตรวจพิเศษ เป็นการตรวจเฉพาะเจาะจงตามชนิดของสารเคมีที่สัมผัส เช่น ได้รับตะกั่ว และปรอท ควรตรวจเลือด ปัสสาวะ และระบบประสาท ได้รับออร์กาโนฟอสเฟต ควรตรวจโคลีนเอสเตอเรสในเลือด

## 4.2 การดำเนินการเมื่อเกิดอุบัติเหตุ

อุบัติเหตุเมื่อเกิดขึ้นจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ดังนั้นจึงควรป้องกันมิให้เกิดขึ้นหรือเกิดขึ้นน้อยที่สุด และเมื่อเกิดอุบัติเหตุแล้วจะต้องหาทางแก้ไขอย่างถูกต้องและรวดเร็ว

การดำเนินการแก้ไขจะได้ผลดีเมื่อมีการวางแผนเตรียมการและฝึกซ้อมการปฏิบัติอยู่เสมอ การจัดเตรียมมาตรการเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินโดยทั่วไปประกอบด้วย การเตรียมผู้ภัย การอพยพคน



การปฐมพยาบาล และการประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สถานีตำรวจดับเพลิง สถานีตำรวจ และโรงพยาบาล

4.2.1 การดำเนินการเมื่อสารเคมีหกหล่น

เมื่อสารเคมีหกหล่นลงบนพื้นหรือร่างกายจะต้องดำเนินการแก้ไขดังต่อไปนี้

1) แจ้งให้ผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการและผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการทราบทันที  
2) หากสารเคมีหกคร่ำร่างกาย ให้ถอดเสื้อผ้าออกล้างด้วยน้ำปริมาณมากและปฐมพยาบาลดังที่กล่าวข้างต้น

3) หากสารที่หกหล่นเป็นของเหลว ให้รีบดำเนินการทันทีดังต่อไปนี้

3.1) ของเหลวที่ไม่ไวไฟและไม่มีพิษ ให้ดูดซับด้วยทรายแห้งหรือสารดูดซับ (เช่น Vermiculite, Oil-Dry, Zorb-Ail) กวาดและนำไปทิ้ง จากนั้นทำความสะอาดพื้นด้วยน้ำและสบู่

3.2) ของเหลวไวไฟ ให้ดับตะเกียงบริเวณใกล้เคียง ปิดเครื่องมือที่ให้ประกายไฟ เตรียมเครื่องดับเพลิงไว้ให้พร้อม หากเหตุการณ์รุนแรงต้องอพยพคนออกไป การใช้ทรายได้ผลน้อย ควรใช้สารดูดซับแทนโดยรอบๆ พื้นที่เข้าสู่ส่วนศูนย์กลาง วัสดุดูดซับที่ใช้แล้วให้แยกเก็บเพื่อนำไปกำจัดโดยวิธีที่เหมาะสม จากนั้นทำความสะอาดพื้นด้วยน้ำและสบู่

3.3) ของเหลวมีพิษ ให้ดูดซับด้วยทรายแห้ง หรือสารดูดซับโดยสวมหน้ากากป้องกัน หากเหตุการณ์รุนแรง ให้อพยพคนออกไป วัสดุดูดซับที่ใช้แล้วให้แยกเก็บ เพื่อนำไปกำจัดด้วยวิธีที่เหมาะสม

3.4) กรด ให้ดูดซับด้วยสารดูดซับที่ทำให้เป็นกลาง เช่น โซเดียมไบคาร์บอเนต อาจใช้ทรายแห้งได้แต่ได้ผลน้อยกว่า จากนั้นกวาดและนำไปกำจัด

3.5) ต่าง ให้ใช้กรด เช่น กรดบอริก

4) หากสารที่หกหล่นเป็นของแข็ง ให้ใช้แปรงกวาดแล้วนำไปแยกเก็บเพื่อรอการกำจัด

5) สารเคมีบางชนิดมีวิธีการดำเนินการเมื่อหกหล่นโดยเฉพาะ เช่น

5.1) ฟอสฟอรัสขาว ให้ใช้ทรายหรือสารดูดซับที่เปียกคลุมแล้วนำไปเผาที่โล่ง

5.2) พรอท สามารถระเหยเป็นไอได้ ต้องกำจัดให้หมดมิให้ตกค้างโดยใช้ mercury sorber ฝุ่นสังกะสีหรือผงกำมะถัน

5.3) โบรมีน ให้ทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตร้อยละ 5-10 ห้ามใช้แอมโมเนียไฮดรอกไซด์โดยเด็ดขาด เพราะอาจทำปฏิกิริยาเกิดการระเบิดได้

4.2.2 การดำเนินการเมื่อเกิดไฟไหม้

เมื่อเกิดไฟไหม้หรือระเบิดให้ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการดำเนินการดังต่อไปนี้

1) การดับไฟ ควรดับไฟทันทีที่พบโดยการใช้น้ำหรือเครื่องมือดับเพลิงชนิดที่เหมาะสมกับประเภทของไฟ นอกจากนี้ควรดับเปลวไฟจากเตาแก๊สหรือตะเกียงในบริเวณใกล้เคียงให้หมด นำของไวไฟเช่นถังแก๊สออกไป และปิดประตูหน้าต่างเพื่อให้ไฟลุกลามได้น้อย ขณะดับไฟ

หากบริเวณนั้นปกคลุมด้วยควันและร้อนจัด หรือไฟลุกลามไปใกล้สารระเบิดหรือถังแก๊สให้รีบถอนตัวออกมา รอเจ้าหน้าที่ดับเพลิงมาดำเนินการต่อ

2) ให้สัญญาณเตือนภัย ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความสามารถที่จะประเมินความรุนแรงของสถานการณ์ หากไฟไหม้รุนแรงต้องใช้สัญญาณเตือนภัย

3) แจ้งสถานีดับเพลิง หากไฟไหม้รุนแรงให้แจ้งหน่วยงานดับเพลิง ทั้งนี้ต้องให้ข้อมูลสถานที่เกิดเหตุ ขนาดความรุนแรงของไฟไหม้ ชนิดและปริมาณสารอันตราย ฯลฯ

4) การอพยพหากไฟไหม้รุนแรงต้องอพยพผู้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงออกไปให้พ้นเขตอันตราย

#### 4.2.3 การทำบันทึกรายงานอุบัติเหตุ

การเกิดอุบัติเหตุขึ้นทุกครั้ง ไม่ว่าจะอุบัติเหตุนั้นจะรุนแรงหรือไม่ ในบันทึกจะต้องรายงานเกี่ยวกับสาเหตุที่เกิดขึ้น ผลที่ได้รับพร้อมทั้งข้อเสนอแนะและหรือ คำแนะนำสำหรับการป้องกัน จึงควรเสนอบันทึกนั้นต่อผู้บังคับบัญชาเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการกำหนดมาตรการป้องกันไม่ให้อุบัติเหตุลักษณะนั้น ๆ เกิดขึ้นได้อีก



## ภาคผนวก ช

หน่วยงานกำกับดูแลวัตถุอันตราย  
และของเสียอันตราย  
และความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ

## ภาคผนวก ช

### หน่วยงานกำกับดูแลวัตถุอันตรายและของเสียอันตราย และความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ

กฎหมาย	การควบคุม	หน่วยงานกำกับดูแล	โทรศัพท์
1.พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535	ใช้ควบคุมของเสียอันตรายโดยตรงมีบทบัญญัติ มาตรา 18 กำหนดชนิดของวัตถุอันตรายตามความรุนแรงและอันตรายแต่ละชนิดและกำหนดระดับในการควบคุมที่ต่างกัน และมาตรา 20 กำหนดให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดในเรื่องการผลิต การนำเข้า การส่งออก การขนส่ง การเก็บรักษา การกำจัด และการทำลายวัตถุอันตราย	- กรม โรงงาน อุตสาหกรรม กระทรวง อุตสาหกรรม	0-2202-4000 0-2202-4233 0-2202-4235
2.พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535	ใช้ควบคุมกิจการที่ก่อให้เกิดมลพิษประเภทของเสียอันตรายมีบทบัญญัติกำหนดให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกข้อกำหนดมาตรฐาน และวิธีการควบคุม การปล่อยของเสีย มลพิษหรือสิ่งใด ๆ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการประกอบกิจการในโรงงานได้ตามมาตรา 8(5)	- กรม โรงงาน อุตสาหกรรม กระทรวง อุตสาหกรรม	0-2202-4000 0-2202-4233 0-2202-4235





กฎหมาย	การควบคุม	หน่วยงานกำกับดูแล	โทรศัพท์
3.พระราชบัญญัติ การสาธารณสุข พ.ศ.2535	<p>บทบัญญัติในมาตรา 25 เรื่องเหตุรำคาญ คือ ก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง หรือผู้ที่ต้องประสบเหตุเกี่ยวกับการ تهังละอองของสารพิษ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือการกระทำใด ๆ อันเป็นเหตุให้เกิดรังสี สิ่งมีพิษ ตลอดจนจนเป็นเหตุทำให้อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ถือว่าเป็นเหตุรำคาญอย่างหนึ่ง และมาตรา 5 ให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขรักษาการตามพระราชบัญญัตินี้ และให้มีอำนาจแต่งตั้งเจ้าพนักงานสาธารณสุข กับออกกฎกระทรวงกำหนดค่าธรรมเนียมหรือยกเว้นค่าธรรมเนียม และกำหนดกิจการอื่น เพื่อปฏิบัติการตามพระราชบัญญัตินี้ และมาตรา 6 วรรคหนึ่ง (1) กำหนดหลักเกณฑ์วิธีการ และมาตรการในการควบคุมหรือกำกับดูแลสำหรับกิจการหรือการดำเนินการในเรื่องต่าง ๆ และวรรคสอง (2) กำหนดมาตรฐานสภาวะความเป็นอยู่ที่เหมาะสมกับการดำรงชีพของประชาชน และวิธีการดำเนินการเพื่อตรวจสอบ ควบคุมหรือกำกับดูแล หรือแก้ไขสิ่งที่จะมีผลกระทบต่อสภาวะความเป็นอยู่ที่เหมาะสมกับการดำรงชีพของประชาชน</p>	<p>-ราชการส่วนท้องถิ่น เช่น กทม. เทศบาล อบจ. หรือ อบต.</p>	<p>สอบถามเพิ่มเติม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 0-2590-4175 0-2590-4225 0-2590-4252 0-2590-4256</p>

กฎหมาย	การควบคุม	หน่วยงานกำกับดูแล	โทรศัพท์
4.พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535	บัญญัติเกี่ยวกับการควบคุมและการจัดการมลพิษอื่นและของเสียอันตรายได้ในหมวด 4 ส่วนที่ 6 มาตรา 78 และมาตรา 79 กล่าวคือ มาตรา 78 กำหนดหลักการสำคัญเกี่ยวกับการเก็บรวบรวม การขนส่ง และการกรพทำใดๆ เพื่อบำบัด และจัดมูลฝอย และของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของแข็ง	-กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	0-2298-2000
5.พระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ.2504	มีบทบัญญัติควบคุมการนำเข้าหรือส่งออกวัสดุนิวเคลียร์พิเศษ วัสดุพลอยได้หรือวัสดุต้นกำลัง (มาตรา 13) ทั้งนี้มีกฎกระทรวงกำหนดเงื่อนไขและวิธีการขอรับใบอนุญาต และการออกใบอนุญาต และกฎกระทรวงกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการจัดการกากกัมมันตรังสีตามพระราชบัญญัติ พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ. 2504	-สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	0-2278-5469
6. พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ.2541	มีบทบัญญัติเกี่ยวกับการกำหนดมาตรฐานให้นายจ้างดำเนินการในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานในหมวด 8 มาตรา 103 ทั้งนี้มีกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานในที่อับอากาศ พ.ศ.2547 และ	-กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม	0-2245-4310-4



กฎหมาย	การควบคุม	หน่วยงานกำกับดูแล	โทรศัพท์
	กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับรังสีชนิดก่อกัมมันตภาพรังสี พ.ศ.2547		
7 . ป ร ะ ก า ศ กระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัย ในการทำงาน เกี่ยวกับภาวะ แวดล้อม(สารเคมี) พ.ศ. 2520 ออก ตามความในข้อ 2(7) แห่งประกาศ ของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 103 ลงวัน ที่ 16 มีนาคม 2515	เพื่อป้องกันมิให้ลูกจ้างได้รับอันตรายจากการใช้สารเคมี ซึ่งมี การนำมาใช้ในสถานประกอบการ และกำหนดการควบคุมปริมาณ สารเคมีที่ฟุ้งกระจายอยู่ใน บรรยากาศการทำงานของลูกจ้างไว้ 121 ชนิด อาจอยู่ในรูปของฝุ่น พุ่ม แก๊ส ละออง ไอ หรือเส้นใย หากสถานประกอบการใดมีลูกจ้าง หรือใช้สารเคมีจะต้องทำการ ป้องกันมิให้สารเคมีเหล่านั้น ฟุ้งกระจายเกินกว่าค่ามาตรฐานที่ กำหนด	-กรมสวัสดิการและ คุ้มครอง แรงงาน กระทรวงแรงงานและ สวัสดิการสังคม	0-2245-4310-4
8 . ป ร ะ ก า ศ กระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัย ในการทำงาน เกี่ยวกับสารเคมี อันตราย พ.ศ. 2534 ออกตาม ความในข้อ 2(7) แห่งประกาศของ คณะปฏิวัติ ฉบับที่ 103 ลงวันที่ 16 มีนาคม 2515	เกี่ยวกับสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยของลูกจ้างที่ทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตรายการคุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลในเรื่อง การขนส่ง การเก็บรักษา การเคลื่อนย้าย และกำจัดหีบห่อ ภาชนะบรรจุ หรือวัสดุห่อหุ้มสารเคมีอันตราย	-กรมสวัสดิการและ คุ้มครอง แรงงาน กระทรวงแรงงานและ สวัสดิการสังคม	0-2245-4310-4

กฎหมาย	การควบคุม	หน่วยงานกำกับดูแล	โทรศัพท์
<p>9 . ป ร ร ก ศ กระทรวงมหาดไทย เรื่อง การป้องกัน และระงับอัคคีภัย ในสถานประกอบ การเพื่อความ ปลอดภัยในการ ทำงาน สำหรับ ลูกจ้าง พ.ศ.2534</p>	<p>ควบคุมวัตถุไวไฟ และวัตถุระเบิดได้ โดยกำหนดวิธีการเก็บรักษา อาคารสถานที่เก็บ การขนถ่าย การกำจัด ของเสียที่ติดไฟ มาตรฐานความปลอดภัย</p>	<p>- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่ง แวดล้อม</p>	<p>0-2245-4310-4</p>



**คณะผู้จัดทำ**

**ที่ปรึกษา**

- |               |                |   |
|---------------|----------------|---|
| 1. นางสุณี    | ปิยะพันธุ์พงศ์ | ผู้อำนวยการสำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย |
| 2. นางสาวณาวี | บัวสรวง        | ผู้อำนวยการส่วนของเสียอันตราย                 |

**ผู้เรียบเรียง**

- |                   |          |                          |
|-------------------|----------|--------------------------|
| 1. นางศรีอรุณ     | สุขเจริญ | นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 6ว |
| 2. นางสาวอุภาสศรี | สรชาติ   | นักวิชาการสิ่งแวดล้อม 5  |

**ผู้ประสานงานทั่วไป**

1. นายธีรวัฒน์ อุดมจินตาสวัสดิ์
2. นางสาวศรณีย์ อุดมแดง
3. นางสาวรัชฎาพร เลิศอัชฌาสัย
4. นางสาววิสรดา พิณชัยอำนวย

**หน่วยงานให้ความเห็นในการปรับปรุงแก้ไข**

- |   |   |
|---|---|
| 1. ภาควิชาเคมี  | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์                        |
| 2. ภาควิชาพันธุศาสตร์   | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์                        |
| 3. ภาควิชาสัตววิทยา   | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์                        |
| 4. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป   | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์                        |
| 5. ภาควิชาเคมีประยุกต์  | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์                        |
| 6. ภาควิชาเคมี  | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่                          |
| 7. ศูนย์การจัดการด้านพลังงานและ<br>สิ่งแวดล้อมความปลอดภัยและอาชีวอนามัย | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี         |
| 8. ภาควิชาเคมี  | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ<br>ลาดกระบัง |
| 9. ภาควิชาวิทยาศาสตร์   | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี              |
| 10. ภาควิชาเคมี   | มหาวิทยาลัยมหิดล                              |
| 11. คณะวิศวกรรมศาสตร์   | มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์                         |
| 12. ภาควิชาเคมี   | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย                         |
| 13. คณะวิทยาศาสตร์  | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล                   |

14. แผนกวิชาวิทยาศาสตร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก
15. สาขาวิชาชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
16. ภาควิชาเคมี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
17. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
18. คณะวิทยาศาสตร์	มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ
19. กลุ่มงานสิ่งแวดล้อม	โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ
20. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยี	
21. สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2	(ลำปาง)
22. สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3	(พิษณุโลก)
23. สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 4	(นครสวรรค์)
24. สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 6	(นนทบุรี)
25. สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8	(ราชบุรี)
26. สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13	(ชลบุรี)

บันทึก

บันทึก



บันทึก

บันทึก

บันทึก