This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

การทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

สุวัฒน์ ศิวาคม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)
คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
2553

การทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

สุวัฒน์ ศิวาคม

คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ดร.วิสาขา ภู่จินดา)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ดร.ชลอ จารุสุทธิรักษ์)

อาจารย์ ..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ดร.วรางคณา ศรนิล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาแล้วเห็นสมควรอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)

รองศาสตราจารย์ ..... ประธานกรรมการ

(ดร.บุญจง ขาวสิทธิวงษ์)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ..... กรรมการ

(ดร.วิสาขา ภู่จินดา)

อาจารย์ ..... กรรมการ

(ดร.วรางคณา ศรนิล)

รองศาสตราจารย์ ..... คณบดี

(ดร.สุรสิทธิ์ วชิรขจร)

29 กันยายน 2553

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

บทคัดย่อ

ชื่อวิทยานิพนธ์ การทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี
ชื่อผู้เขียน สุวัฒน์ ศิวาคม
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)
ปีการศึกษา 2553

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตและทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี โดยกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 283 คน ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 140 คน และกลุ่มควบคุม 143 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบสอบถามเพื่อทราบถึงรูปแบบและลักษณะของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีจากมุมมองของกลุ่มตัวอย่าง และเพื่อทราบถึงความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยของกลุ่มตัวอย่างในช่วงเวลาก่อนและหลังได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่ผลิตขึ้น และประเด็นคำสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อทราบถึงแนวคิดและรูปแบบของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี การศึกษานี้ใช้ความถี่ ร้อยละ แ ละค่าเฉลี่ยในการบรรยายผลการศึกษาและใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ในการทดสอบสมมติฐาน

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่าคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่ผลิตขึ้นควรมีเนื้อหาที่ครบถ้วน อ่านเข้าใจง่าย มีขนาดเล็กพกพาได้สะดวก ดังนี้ การจัดการแล ะข้อควรปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้สารเคมี ลักษณะของอุบัติเหตุ การป้องกัน และวิธีแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี การปฐมพยาบาลเบื้องต้น อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย และอุปกรณ์ป้อ งกันส่วนบุคคลที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี เครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตราย

ผลของการตอบแบบสอบถาม ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ก่อนได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี นักศึกษามีความรู้ด้านความปลอดภัย $\bar{X}_1$ = 8.65 คะแนน หลังได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี นักศึกษามีความรู้ด้านความปลอดภัย $\bar{X}_2$ = 9.30 คะแนน ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ก่อนได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี นักศึกษามีทัศนคติด้านความปลอดภัย $\bar{X}_1$ = 66.55 คะแนน หลัง

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี นักศึกษามีทัศนคติด้านความปลอดภัย $\bar{X}_2$ = 67.87 คะแนน พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ก่อนได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี นักศึกษามีพฤติกรรมด้านความปลอดภัย $\bar{X}_1$ = 20.28 คะแนน หลังได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี นักศึกษามีพฤติกรรมด้านความปลอดภัย $\bar{X}_2$ = 21.05 คะแนน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในการตอบแบบสอบถามครั้งที่ 2 นักศึกษาที่ได้ศึกษาคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมีการเปลี่ยนแปลงของคะแนนความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีเพิ่มขึ้น จึงสรุปได้ว่า คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่ผลิตขึ้นมีประสิทธิผลดี โดยพิจารณาจากความสามารถในการผลิตคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการปฏิ บัติตนเพื่อความปลอดภัย และสามารถพัฒนาให้นักศึกษามีความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัย ตลอดจนสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมีได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย ทำให้เกิดความพึงพอใจต่อการปฏิบัติตนในห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งเป็นการมองประสิทธิผลในภาพรวม และจากการทดสอบสมมติฐาน พบว่า การได้ศึกษาคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีก่อนเข้าห้องเรียนปฏิบัติการนั้น ทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ABSTRACT

Title of Thesis The Test of Effectiveness of Manual for Safety in Chemical Laboratory

Author Suwat Sivakom

Degree Master of Science (Environmental Management)

Year 2010

The objectives of this study were to produce a manual for safety in a chemical laboratory and to test an effectiveness of the manual produced for safety in a chemical laboratory. The subjects of this study were 283 undergraduate students of the Science faculty, classified into a treatment group of 140 students receiving the manual produced and a control group of 143 students not receiving the manual produced. Data collection tools included 1) a questionnaire to survey ideas for producing an appropriate manual for safety in a chemical labor atory from the subjects and to investigate knowledge, attitude and behavior about safety in a chemical laboratory of the subjects before and after the subjects were requested to view the manual produced in order to evaluate the effectiveness of the manual. 2) a list of questions for in -depth interview of professionals about safety in a chemical laboratory. The data of this study were described using descriptive statistics and were analyzed using t-test at 0.05 level of statistical significance.

The results of this study showed that in the view of the subjects of this study and the professionals, the manual should be easy to understand, portable and suitable for students and laboratory workers. The manual produced should include details about safety manag ement in a chemical laboratory, regulations for chemical use, accident occurred in a chemical laboratory and how to prevent the accident, first aid in a chemical laboratory, personal protection equipment and a sign for hazardous chemicals.

The results also showed that average knowledge about safety in a chemical laboratory of the subjects before receiving the manual produced was about 8.65 and that after receiving the manual produced was about 9.30. In addition, for attitude about safety in a chemical labo ratory, the average score of the subjects before receiving the manual produced was about 66.55 and that

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

after receiving the manual produced was 67.87 and for behavior about safety in a chemical laboratory, the average score of the subjects before receiving the manual produced was 20.28 and that after receiving the manual produced was 21.05. From these results and the results of the test of hypothesis at a significance level of 0.05, the average score on knowledge, attitude and behavior of the subjects were increased after receiving the manual produced and so it can be said that the manual produced is effective and can be used in chemical laboratory.

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง การทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี สำเร็จลุล่วงเนื่องจากผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งในการให้ข้อมูล คำปรึกษา ข้อแนะนำจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสาขา ภู่จินดา ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลอ จารุสุทธิรักษ์ ดร.วรางคณา ศรนิล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ ข้อแนะนำ และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้กำลังใ จแก่ผู้วิจั ยในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.บุญจง ขาวสิทธิวงษ์ ประธานกรรมการสอบ ดร .วรางคณา ศรนิล กรรมการสอบ ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร .ชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา และอาจารย์ดลชาติ ตันติวานิช ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และตรวจแก้ไขเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ วรมงคลชัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร .สุวรรณี จรรยาพูน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร .ชลอ จารุสุทธิรักษ์ ที่กรุณาให้ความร่วมมือในการสัมภาษณ์ข้อมูลและคำแนะนำเกี่ยวกับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ขอบคุณนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์สาขาวิชาการจัด การสิ่งแวดล้อม คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้วิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่อบรมสั่ งสอน ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นพิเศษสำหรับภรรยา บุตรชายที่เป็นกำลังใจและช่วยเหลือจนวิทยานิพนธ์ประสบผลสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ครู-อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่านด้วยความเคารพยิ่ง

สุวัฒน์ ศิวาคม

กันยายน 2553

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (3)

ABSTRACT (5)

กิตติกรรมประกาศ (7)

สารบัญ (8)

สารบัญตาราง (9)

สารบัญภาพ (13)

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย 2

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.4 ขอบเขตการวิจัย 3

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 3

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 5

2.1 แนวความคิดเกี่ยวกับความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรม 5

2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิผล 20

2.3 ความปลอดภัยและอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี 21

2.4 ความหมายของอุบัติเหตุ 39

2.5 ระบบการจัดการของเสียของห้องปฏิบัติการเคมี 46

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 67

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย 77

3.1 กรอบแนวคิด 77

3.2 สมมติฐานในการวิจัย 78

3.3 การออกแบบงานวิจัย 78

3.4 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย 80

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

3.5 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 80
3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 82
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 86
บทที่ 4 ผลการวิจัย 88
4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง 89
4.2 ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบและเนื้อหาของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี 91
4.3 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี 93
4.4 ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี 99
4.5 พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี 108
4.6 ข้อเสนอแนะจากกลุ่มตัวอย่าง 117
4.7 การทดสอบสมมติฐาน 118
4.8 การจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี 123
4.9 คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี 128
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 131
5.1 สรุปผลการศึกษา 131
5.2 อภิปรายผลการศึกษา 135
5.3 ข้อเสนอแนะ 138

บรรณานุกรม 141
ภาคผนวก 145
ภาคผนวก ก แบบสอบถาม 146
ภาคผนวก ข แนวคำถามสัมภาษณ์ 155
ภาคผนวก ค การเปรียบเทียบคะแนนความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรม ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีระหว่างคะแนนในครั้งที่ 1 และ คะแนนในครั้งที่ 2 ของ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 158
ภาคผนวก ง เทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย และการบำบัดสารเคมีที่เป็นของเสีย 161
ภาคผนวก จ ผลการทดสอบความเชื่อมั่น 191
ประวัติผู้เขียน 193

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 วิธีการที่ใช้ในการบำบัดก๊าซอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ 62

3.1 จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในแต่ละสาขาวิชาที่ต้องการศึกษาจากการคำนวณ (ต่อ) 82

3.2 รายละเอียดสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน 87

4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง 90

4.2 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลอง 94

4.3 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุม 95

4.4 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2 (ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลอง 96

4.5 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุม 97

4.6 สรุปคะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด และคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่าง 99

4.7 จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จำนวนข้อมูลตัวอย่าง(n) และการแปลความความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อความคิดเห็นเกี่ยวกับทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลอง แจกแจงรายข้อ 100

4.8 จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จำนวนข้อมูลตัวอย่าง (n) และการแปลความความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อความคิดเห็นเกี่ยวกับทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี 102

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุม แจกแจงรายข้อ

4.9 จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จำนวนข้อมูลตัวอย่าง(n) และการแปลความความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อความคิดเห็นเกี่ยวกับทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ครั้งที่ 2 (ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลอง แจกแจงรายข้อ 104

4.10 จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จำนวนข้อมูลตัวอย่าง(n) และการแปลความความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อความคิดเห็นเกี่ยวกับทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ครั้งที่ 2 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุม แจกแจงรายข้อ 106

4.11 สรุปคะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด และคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี 108

4.12 ผลระดับการประเมินพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลอง แจกแจงรายข้อ 109

4.13 ผลระดับการประเมินพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุม แจกแจงรายข้อ 111

4.14 ผลระดับการประเมินพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ครั้งที่ 2 (ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลอง แจกแจงรายข้อ 113

4.15 ผลระดับการประเมินพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ครั้งที่ 2 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุม แจกแจงรายข้อ 115

4.16 สรุปคะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด และคะแนนเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่าง 117

4.17 ผลการตรวจสอบคะแนนความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มทดลองครั้งที่ 1 กับกลุ่มทดลองครั้งที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test 119

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
4.18 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี 119
ของกลุ่มควบคุมครั้งที่ 1 กับกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test
ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
4.19 ผลการตรวจสอบคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยของกลุ่มทดลอง 120
ครั้งที่ 1กับกลุ่มทดลองครั้งที่ 2โดยใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
4.20 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี 121
ของกลุ่มควบคุม ครั้งที่ 1 กับกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test
ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
4.21 ผลการตรวจสอบคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี 122
ของกลุ่มทดลองครั้งที่ 1 กับกลุ่มทดลองครั้งที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test
ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
4.22 ผลการเปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี 122
ของกลุ่มควบคุมครั้งที่ 1 และกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test
ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
4.23 ตารางเปรียบเทียบคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีก่อน/หลังปรับปรุง 129

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 องค์ประกอบของทัศนคติ 11

2.2 ภาชนะการบรรจุของเสียแบบ Lab Pack 51

2.3 ภาชนะบรรจุของเสียอันตรายแบบ Four Drum Pallet 52

2.4 ตัวอย่างฉลากที่ใช้สำหรับติดภาชนะของเสียอันตราย 53

2.5 เตาเผาแบบ Fluidized Bed Incinerator 60

2.6 การเตรียมสถานที่ผังกลบแบบปลอดภัย (Secure landfill) 61

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 79

4.1 ขั้นตอนการผลิตคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี 124

5.1 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี 140

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการเคมีนั้น เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการเคมี นักเรียน นักศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคน จำเป็น ต้องได้รับทราบนโยบายด้านความปลอดภัย รวมทั้งต้อง ศึกษาคู่มือความปลอดภัยของห้อง ปฏิบัติการเคมีก่อนเริ่มปฏิบัติงานทุกครั้งที่ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมี ปัญหาต่าง ๆ ที่มักเกิดขึ้นและพบเห็นได้เสมอของห้องปฏิบัติการเคมี ได้แก่ เครื่องแก้วแตก การลื่นหกล้ม การชนกันขณ ะทำการทดลอง สารเคมีหกรดร่างกาย เท สารเคมีผิดขวด สารเคมีกระเด็นเข้ าตา กลืนกินสารเคมี เกิดไฟไหม้ ถูกของร้อน เกิดแก๊สรั่ว สูดดมแก๊สที่เป็นพิษ และอื่น ๆ

ดังนั้นความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีจึงเป็นสิ่งที่เจ้าหน้าที่ นักเรียน นักศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนในห้องปฏิบัติการเคมีต้องให้ความสนใจเป็นอย่างยิ่ง ควา มปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีจะเกิดขึ้นได้ ต้องได้รับความร่วมมือจาก ทุกคนในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี การช่วยกันป้องกันอันตรายและอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้น ผู้ปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการจะต้องมีความรู้ความเข้าใจต่อการปฏิบัติตนในห้องปฏิบัติการเคมีเป็นพื้นฐาน เช่ น ความรู้เกี่ยวกับ กฎระเบียบข้อบังคับหรือข้อแนะนำในการเข้า ใช้ห้องปฏิบัติการเคมีและ ควรปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด ควรทราบถึงอันตรายที่แอบแฝงอยู่ในสารเคมี ไม่ทำงานด้วยความ ประมาทเลินเล่อ ขาดความเป็นระเบียบเรียบร้อย ฯลฯ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ปฏิบัติการต้องศึกษาให้มีความเข้าใจก่อนที่จะทำการทดลอง การปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการเคมีมักจะเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากสารเคมี และอาจถูกของมีคมบาด เช่น ทำเครื่องแก้วแตก สิ่งเหล่านี้ สามารถป้อ งกันไม่ให้เกิดขึ้นได้ ถ้าหากทำงานด้วยความระมัดระวัง ไม่ประมาท และปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ได้กำหนด

ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงได้สนใจที่จะศึกษาความรู้ความเข้าใจ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาที่เข้ามาใช้บริการห้องปฏิบัติการเคมีของสาขา วิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อใช้เป็นแนวทางจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี การเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการเคมี และทำให้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมีประสิทธิผลยิ่งขึ้น และยังมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักศึกษามี

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี เช่น ทราบถึงการทำงานด้วยความรอบคอบและปลอดภัย ทราบถึงวิธีแก้ไขและป้องกันอุบัติเหตุ ทราบถึงภัยอันตรายที่แอบแฝงอยู่ในสารเคมี ตลอดจนสามารถใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่เหมาะสมกับการทดลองซึ่งผู้ทดลองจำเป็นต้องทราบและใช้ให้ถูกวิธี ต้องหมั่นฝึกฝนและหมั่นปฏิบัติตามเทคนิคที่ถูกต้องเพื่อให้เกิดทักษะในการปฏิบัติ เพราะหากผู้ทดลองได้เรียนรู้เทคนิคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองและสามารถปฏิบัติได้เป็นอย่างดีแล้ว จะช่วยทำให้ผลการทดลองถูกต้อง นอกจากนี้ยังช่วยลดอันตรายจากอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองได้อีกทางหนึ่งด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาที่มาใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของสาขา วิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.2.2 เพื่อจัดทำคู่มือแนะนำความปลอดภัยในการใ ช้บริการห้องปฏิบัติการเคมีของสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.2.3 เพื่อประเมินประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่ได้จัดทำขึ้น

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบถึงระดับความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3.2 ได้คู่มือด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

1.3.3 นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ศึกษาคู่มือด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีแล้วมีความรู้ความระมัดระวัง และมีความปลอดภัยเพิ่มขึ้น

1.3.4 เป็นแนวทางการจัดการและดำเนินงานเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

1.4 ขอบเขตการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ศึกษาถึง ความรู้ ทัศนคติ และ พฤติกรรม ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชา ของคณะวิทยาศาสตร์ และจัดทำคู่มือด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในด้านที่เกี่ยวข้องกับการจัดการด้านความปลอดภัย การใช้สารเคมี การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่าง ถูกวิธี เทคนิคการดำเนินการทดลองอย่าง ปลอดภัย สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ ข้อห้าม และข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเคมี และทดลองใช้คู่มือ ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีเพื่อประเมินประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัย ระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่ 1 เมษายน – 31 ตุลาคม 2552

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี หมายถึง สภาวะปราศจากภัยหรือการพ้นภัย รวมถึงการปราศจากอันตราย การบาดเจ็บ การเสี่ยงภัยหรือการสูญเสีย โดยการป้องกันและการแก้อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองในห้องปฏิบัติการทางเคมีด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้รอดพ้นจากอันตรายหรือการบาดเจ็บ

1.5.2 อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี หมายถึง เหตุการ ณ์ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลเสียหายหรือก่อให้เกิดผลเสียหายกับร่างกายและทรัพย์สิน เช่น ถูกของมีคมบาด เกิดไฟไหม้ สารเคมีหกรดหรือเกิดการระเบิด การลื่นหกล้ม การชนกันขณะทำการทดลอง ฯลฯ

1.5.3 ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อเท็จจริง หรือหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับการป้องกันและการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้ นจากการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมี 3 ด้าน คือ

1.5.3.1 การใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อเท็จจริงหรือหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับการป้องกันและการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมีในห้องปฏิบัติการเคมี ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้รอดพ้นจากอันตรายหรือการบาดเจ็บ

1.5.3.2 การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อเท็จจริงหรือหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับการป้องกันและการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการใช้อุปกรณ์ทดลองในห้องปฏิบัติการ เคมี ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้รอดพ้นจากอันตรายหรือการบาดเจ็บ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

1.5.3.3 เทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อเท็จจริงหรือหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับการป้องกันและการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากเทคนิคการดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมี ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้รอดพ้นจากอันตรายหรือการบาดเจ็บ

1.5.4 พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี หมายถึง การกระทำใด ๆ หรือแนวโน้มการกระทำใด ๆ ของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการเคมี 3 ด้าน คือ

1.5.4.1 การใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย หมายถึง การกระทำหรือแนวโน้มในการรู้จักใช้สารเคมีของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการเคมีเพื่อให้เกิดความปลอดภัย

1.5.4.2 การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย หมายถึง การกระทำหรือแนวโน้มในการรู้จักใช้อุปกรณ์ทดลองของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการเคมีเพื่อให้เกิดความปลอดภัย

1.5.4.3 เทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย หมายถึง การกระทำหรือแนวโน้มในการรู้จักใช้เทคนิคในการดำเนินการทดลองของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการเคมีเพื่อให้เกิดความปลอดภัย

1.5.5 นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเคมีทั่วไป และปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1 ประจำปีการศึกษา 2552

1.5.6 ประสิทธิผล หมายถึง การบรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ในการจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี โดยพิจารณาจากความสามารถในการผลิตสื่อคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยและสามารถพัฒนาให้นักศึกษามีความรู้ มีทัศนคติทางบวก ตลอดจนสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมีได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย ทำให้เกิดความพึงพอใจต่อการปฏิบัติตนในห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งเป็นการมองประสิทธิผลในภาพรวม

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาการทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้วิจัยได้ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการวิจัย โดยมีสาระสำคัญดังนี้

2.1 แนวความคิดเกี่ยวกับความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรม
2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิผล
2.3 ความปลอดภัยและอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี
2.4 ความหมายของอุบัติเหตุ
2.5 ระบบการจัดการของเสีย
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวความคิดเกี่ยวกับความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรม

2.1.1 ความรู้ (Knowledge)

2.1.1.1 ความหมายของความรู้

ความรู้ หมายถึง ข้อเท็จจริง (fact) ความจริง (truth) กฎเกณฑ์และข้อมูลต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้รับและเก็บรวบรวมไว้ (Good, 1973 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545 : 10)

ความรู้เป็นพฤติกรรมทางสมองที่เกี่ยวกับการระลึกถึงสิ่งเฉพาะวิธีและกระบวนการต่าง ๆ หรือโครงสร้างวัตถุประสงค์ ซึ่งในการจำแนกความมุ่งหมายในการศึกษานั้น สามารถแยกพฤติกรรมทางสมองของมนุษย์จากง่ายไปหายาก (Bloom, 1971 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545:10)

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ความรู้ เป็นพฤติกรรมขั้นต้นซึ่งผู้เรียนเพียงแต่จำได้ อาจจะโดยการนึกหรือการมองเห็น ได้ยิน จำได้ ความรู้ในที่นี้ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับคำจำกัดความ ความหมาย ข้อเท็จจริง ทฤษฎี กฎ โครงสร้าง และวิธีการแก้ปัญหา เป็นต้น (ประภาเพ็ญ สุวรรณ, 2526: 16)

ดังนั้น ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อเท็จจริงหรือหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับการป้องกันและแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองในห้องปฏิบัติการทางเคมี ด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้รอดพ้นจากอันตรายหรือการบาดเจ็บเกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย การใช้อุปการณ์ทดลองอย่างถูกวิธี และเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย

2.1.1.2 ประเภทของความรู้

Bloom (1971 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 10) ได้แบ่งประเภทของความรู้ออกเป็น 3 ข้อ ดังนี้

1) ความรู้ในเฉพาะสิ่ง ได้แก่ ความจำที่มีต่อสิ่งที่เฉพาะเจาะจงและรายละเอียดที่ปลีกย่อยของข่าวสาร ข้อมูลที่เป็นอิสระแก่กัน ซึ่งจำแนกย่อยลงไปอีกได้เป็นความรู้เกี่ยวกับคำเฉพาะและความรู้ในข้อเท็จจริงเฉพาะ

2) ความรู้ในวิธีการที่จัดทำกับสิ่งเฉพา ะ ซึ่งจำแนกย่อยลงไปอีกได้เป็นความรู้เกี่ยวกับระเบียบประเพณี ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและผลที่ตามมา ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกและการจัดประเภท และความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์

3) ความรู้ที่เป็นสากลและนามธรรมในแต่ละวิชา ซึ่งจำแนกย่อยลงไปอีกได้เป็นความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎสรุป และความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง

2.1.1.3 ระดับของความรู้

ความรู้หรือความสามารถทางด้านสติปัญญา แบ่งได้เป็น 6 ระดับ โดยเรียงจากขั้นง่ายไปสู่ยาก ดังนี้ Bloom (1971 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 10)

1) ความรู้ ความจำ (Knowledge) ได้แก่ ความรู้ที่แสดงถึงการจำได้หรือระลึกได้

2) ความเข้าใจ (Comprehension) ได้แก่ ความรู้ที่แสดงว่าสามารถอธิบายได้ ขยายความด้วยคำพูดของตนเองได้

3) การนำไปใช้ (Application) ได้แก่ ความรู้ที่แสดงว่าสามารถนำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ และที่แตกต่างจากสถานการณ์เดิม

4) การวิเคราะห์ (Analysis) ได้แก่ ความรู้ที่สามารถแยกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

5) การสังเคราะห์ (Synthesis) ได้แก่ ความรู้ที่แสดงถึงความสามารถในการรวบรวมความรู้และข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกันอย่างมีระบบ เพื่อให้ได้แนวทางใหม่ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้

6) การประเมินค่า (Evaluation) ได้แก่ ความรู้ที่แสดงถึงความสามารถในการตัดสินคุณค่าของสิ่งของหรือทางเลือก

2.1.1.4 หลักการวัดความรู้

การวัดความรู้มีหลายวิธี ได้แก่ การใช้แบบทดสอบ การสัมภาษณ์ การสาธิต การตรวจสอบผลงาน และการสังเกต ในการวัดความรู้ มีการวัด 2 แบบ คือ (สุภาพร เทียมวงศ์, 2550: 6-7)

1) แบบทดสอบความเรียงหรือแบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test) รูปแบบของการทดส อบจะมีเฉพาะคำถามเท่านั้น ส่วนคำตอบจะเว้นที่ว่างหรือกำหนดกระดาษคำตอบไว้ให้เป็นการพิเศษ สำหรับให้ผู้ตอบเขียนคำตอบลงไปเอง ผู้ตอบจึงมีอิสระในการตอบ และจะต้องเรียบเรียงความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาทั้งหมดไปใช้ในการตอบ ซึ่งมักมีปัญหาในการให้คะแนน จึงไม่นิยมใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2) แบบทดสอบแบบปรนัย (Objective Test) มี 4 ชนิด คือ

(1) แบบให้ตอบสั้น ๆ (Short Answer Item) เป็นแบบที่ผู้ตอบต้องคิ ดหาคำตอบเอง แต่จำกัดให้ตอบเพียงสั้น ๆ มี 2 รูปแบบ คือ

- แบบข้อคำถามสมบูรณ์ (Completion Item) รูปแบบการถามใช้ประโยคที่มีเนื้อหาสมบูรณ์ แต่ให้ตอบเพียงสั้น ๆ เพียงคำตอบเดียวหรือวลีเดียว

- แบบข้อคำถามไม่สมบูรณ์ (Incomplete Item) รูปแบบการถามจะใช้ประโยคที่เป็นข้อความไม่สมบูรณ์ เมื่อเติมคำหรือวลีลงไปจะทำให้ประโยคสมบูรณ์ขึ้น

(2) แบบเลือกตอบชนิด 2 ตัวเลือก รูปแบบโดยทั่วไปกำหนดข้อความมาให้ตอบว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ เป็นจริงหรือไม่เป็นจริง อย่างใดอย่างหนึ่ง ส่วนมากนิยมให้ตอบถูกกับผิดซึ่งมีชื่อเรียกว่า แบบทดสอบถูก-ผิด (True-False Item) มี 3 รูปแบบ คือ

- แบบข้อความเดียว รูปแบบที่พบเห็นทั่วไป คือ กำหนดข้อความที่สมบูรณ์มาให้ ผู้ตอบจะต้องตอบว่าถูก (✓) หรือผิด (✗) ลงหน้าข้อความนั้น

- แบบสองข้อความสัมพันธ์กัน รูปแบบนี้จะกำหนดข้อความมาให้ 2 ข้อความ การตอบถ้าข้อความทั้งสองสัมพันธ์กัน ถูกต้องตามหลักวิชาการ ให้ตอบ (✓) และถ้าไม่สัมพันธ์กันให้ตอบว่าผิด (✗)

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

- แบบข้อความหลักตามด้วยข้อความย่อย รูปแบบนี้ตัวคำถามเป็นข้อความหลัก แต่คำตอบเป็นข้อความย่อย และแต่ละข้อความหลักจะมีหลาย ๆ ข้อความย่อย จะมีทั้งถูกและผิดคละกันไป กำหนดให้ผู้ตอบระบุว่าข้อความย่อยใดถูก (✓) ข้อความย่อยใดผิด (✗) และจะต้องแก้ไขข้อความในเรื่องนั้นให้ถูกต้องด้วย

(3) แบบจับคู่ (Matching Test) รูปแบบจะกำหนดคำวลีหรือข้อความมาให้สองแถว แถวทางซ้ายเป็นตัวคำถาม และแถวทางขวาเป็นตัวคำตอบ การตอบจะเลือกคำวลีหรือข้อความทางขวามือที่มีความหมายสอดคล้องหรือสัมพันธ์กับคำถามทางซ้ายมือด้วยการยกตัวเลขหน้าคำวลีหรือข้อความนั้นมาใส่ไว้หน้าข้อคำถาม ปกติทางขวาจะมีคำวลีหรือข้อความมากกว่าแถวทางซ้ายที่เป็นคำถาม และคำตอบแต่ละตัวอาจจะใช้ซ้ำกันมากกว่า 1 ครั้งก็ได้

(4) แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple Choices) รูปแบบทั่วไปของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ จะมีตัวคำถามซึ่งเขียนเป็นประโยคที่สมบูรณ์ และมีตัวคำตอบ (Option) ให้เลือกตอบ อาจจะมี 3-5 คำตอบก็ได้ ส่วนมากใช้ 4 หรือ 5 คำตอบ ในส่วนที่เป็นคำตอบจะประกอบด้วยคำตอบถูก (Key) กับคำตอบที่เป็นตัวลวง (Distracter) หรือคำตอบผิด แบ่งตามเงื่อนไขของการเลือกตอบได้ 4 ชนิด

- แบบคำตอบถูกคำตอบเดียว (One Correct Answer) แบบนี้มีตัวเลือกถูกต้องเพียงตัวเดียว นอกนั้นเป็นตัวลวงทั้งหมด

- แบบคำตอบที่ดีที่สุด (Best Answer) แบบนี้ตัวเลือกจะถูกทุกข้อ แต่จะมีเพียงตัวเดียวที่ถูกต้องที่สุด คำสั่งในการตอบจะบอกให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

- แบบคำตอบผิด (False Answer) รูปแบบนี้ตรงข้ามกับแบบแรก แทนที่จะมีคำตอบถูกตัวเลือกเดียวก็มีคำตอบผิดเพียงตัวเลือกเดียว นอกนั้นถูกหมด ให้ผู้ตอบเลือกคำตอบตัวเลือกที่ผิด

- แบบเปรียบเทียบ (Analog Type) รูปแบบตัวคำถามจะบอกสิ่งของสองชนิดเปรียบเทียบกันให้เห็นความสัมพันธ์กัน โดยใช้เกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งแล้วกำหนดสิ่งของที่สามมาให้ผู้ตอบจะต้องค้นหาสิ่งของที่สี่มาเป็นคำตอบจากที่กำหนดให้และมีความสัมพันธ์กับสิ่งที่สามตามหลักเกณฑ์เดียวกันกับสองสิ่งแรก

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เพราะสามารถวัดได้ครอบคลุมทั้งประหยัดเวลา และแรงงานในการตรวจให้คะแนน

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

2.1.2 ทัศนคติ (Atitude)

2.1.2.1 ความหมายของทัศนคติ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน (2525 อ้างถึงใน ลินดา เพ่งสุวรรณ , 2550: 25) ให้ความหมายไว้ว่า "ทัศนคติ" เป็นคำสมาสระหว่างคำว่า ทัศนะ ซึ่งแปลว่า ความเห็น กับคำว่า คติ ซึ่งแปลว่า แบบอย่างหรือลักษณะเมื่อรวมกันเข้าจึงแปลว่า ลักษณะของความเห็น ซึ่งหมายถึง ความรู้สึกส่วนตัวที่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือบุคคลใดบุคคลหนึ่ง

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2526 อ้างถึงใน สุภาพร เทียมวงศ์ , 2550: 7) ทัศนคติเป็น ความเชื่อ ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ เช่น บุคคล สิ่งของ การกระทำ สถานการณ์ และอื่น ๆ รวมทั้งท่าทีแสดงออกที่บ่งถึงสภาพของจิตใจที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ทัศนคติเป็นนามธรรม และเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการแสดงออกด้านปฏิบัติ ทัศนคติไม่ใช่แรงจู งใจหากแต่เป็นสภาพแห่ง ความพร้อมที่จะตอบโต้และแสดงให้ทราบถึงแนวทางของการสนองตอบของบุคคลต่อสิ่งเร้า

Newcom (1960 อ้างถึงใน ลินดา เพ่งสุวรรณ, 2550: 25) ได้คำนิยามของทัศนคติ ว่า หมายถึง ความรู้สึกเอนเอียงของจิตใจที่มีต่อประสบการณ์ที่คนเราได้รับ อันอาจแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ ทัศนคติในทางบวกซึ่งแสดงออกในลักษณะ พึงพอใจ เห็นด้วย และชอบ ทัศนคติ ในทางลบ แสดงออกในลักษณะที่ตรงกันข้าม และทัศนคติแบบกลาง คือ ความรู้สึกเฉย ๆ

จากความหมายในเบื้องต้น สามารถสรุปได้ว่า ทัศนคติ หมายถึงลักษณะของความเห็น ความนึกคิด จิตใจ ความเชื่อ ความรู้สึกส่วนตัว และสภาวะความพร้อมทางจิต ซึ่งเกิด จาก ประสบการณ์อันจะเกี่ยวพันกัน และทัศนคตินั้นเมื่อเ กิดขึ้นแล้วยากที่จะเปลี่ยนแปลง และมี แนวโน้มว่าจะคงอยู่ตลอดเวลา โดยอาจแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ ทัศนคติทางบวก ทัศนคติทางลบ และทัศนคติแบบกลาง

2.1.2.2 ลักษณะของทัศนคติ

ทัศนคติมีลักษณะบางด้านที่นักทฤษฎีทางทัศนคติจำนวนไม่น้อยมีความเห็นพ้อง ต้องกันและเป็นลักษณะที่น่าสนใจศึกษาเนื่องจากมีส่วนเกี่ยวพันกับพฤติกรรมต่าง ๆ ของบุคคล ดังนี้ จิระวัฒน์ วงศ์สวัสดิวัฒน์ (2529 อ้างถึงใน ลินดา เพ่งสุวรรณ, 2550: 25-26)

1) ทัศนคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ ไม่ใช่สิ่งที่มีติดตัวมาแต่กำเนิด ประสบการณ์มีอิทธิพลอย่างมากต่อทัศนคติ การสะสมประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดย ผ่านกระบวนการการปะทะสังสรรค์กับสิ่งต่าง ๆ ในสังคมมีผลโดยตรงกับทัศนคติ การเพิ่มความรู้ และประสบการณ์เป็นสิ่งสำคัญและมีอิทธิพลต่อการเสริมสร้างการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลง ทัศนคติ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

2) ทัศนคติมีคุณลักษณะของการประเมิน ทัศนคติเกิดจากการประเมินความคิดหรือความเชื่อที่บุคคลมีอ ยู่เกี่ยวกับสิ่งของ บุคคลอื่น หรือเหตุการณ์ ฯลฯ ซึ่งจะเป็นสื่อกลางทำให้เกิดปฏิกิริยาตอบสนอง การที่บุคคลหนึ่งจะมีทัศนคติอย่างไรต่อสิ่งใด ขึ้นอยู่กับผลการประเมินความรู้ความคิด หรือความเชื่อที่มีเกี่ยวกับสิ่งนั้น ซึ่งจะทำให้ผู้ประเมินเกิดความรู้สึกทางบวกหรือทางลบต่อสิ่งดังก ล่าว ผลการประเมินอาจแตกต่างกันตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

3) ทัศนคติมีคุณภาพและความเข้ม คุณภาพและความเข้มของทัศนคติจะเป็นสิ่งที่บอกถึงความแตกต่างของทัศนคติที่แต่ละคนมีต่อสิ่งต่าง ๆ คุณภาพของทัศนคติเป็นสิ่งที่ได้จากการประเมินทำให้ก่อเกิดสภาวะความพร้อมที่จะเข้าหาหรือหลี กหนีสิ่งดังกล่าว ส่วนความเข้มจะบ่งบอกถึงความมากน้อยของทัศนคติทางบวกหรือทางลบ หรือบ่งชี้ระดับการประเมิน เช่น ชอบมาก ชอบน้อย

4) ทัศนคติมีความคงทนไม่เปลี่ยนง่าย ทัศนคติคงทนและเปลี่ยนได้ไม่ง่ายนัก ส่วนทัศนคติที่ฝังแน่น ลึกซึ้ง เกิดเนื่องมาจากสิ่งที่ประเมินมีความชัดเจนถูกต้องแน่นอน หรือในกรณีที่มีการสะสมประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้มานานพอ

5) ทัศนคติต้องมีสิ่งที่หมายถึง ทัศนคติจะต้องมีสิ่งที่หมายถึงที่แน่นอน นั่นคือ ทัศนคติต่ออะไร ต่อ บุคคล ต่อสิ่งของหรือต่อสถานการณ์ จะไม่มีทัศนคติลอย ๆ ที่ไม่หมายถึงสิ่งใด และบุคคลจะต้องมีความรู้ หรือประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น ทัศนคติจะแตกต่างกันตามระดับความแน่นอนชัดเจน และขอบเขตโครงสร้าง ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวน ชนิด และคุณลักษณะของส่วนประกอบของสิ่งนั้น

6) ทัศนคติลักษณะความสัมพันธ์ ทัศนคติแสดงความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งของ บุคคลอื่น หรือสถานการณ์ และความสัมพันธ์นี้เป็นความรู้สึกจูงใจ ความเชื่อของบุคคลที่มีต่อสิ่งนั้นจะทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยง ฉะนั้นเมื่อมีการประเมินความเชื่อความสัมพันธ์ในรูปแบบดังกล่าวจะเกิดขึ้น

2.1.2.3 องค์ประกอบของทัศนคติ

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2526: 3) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของทัศนคติ ดังนี้

1) ความรู้ บุคคลใดจะมีทัศนคติต่อสิ่งใดนั้นจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในสิ่งนั้นก่อน เพื่อใช้เป็นรายละเอียดสำหรับให้เหตุผลในการที่จะสรุปเป็นความเชื่อต่อไป

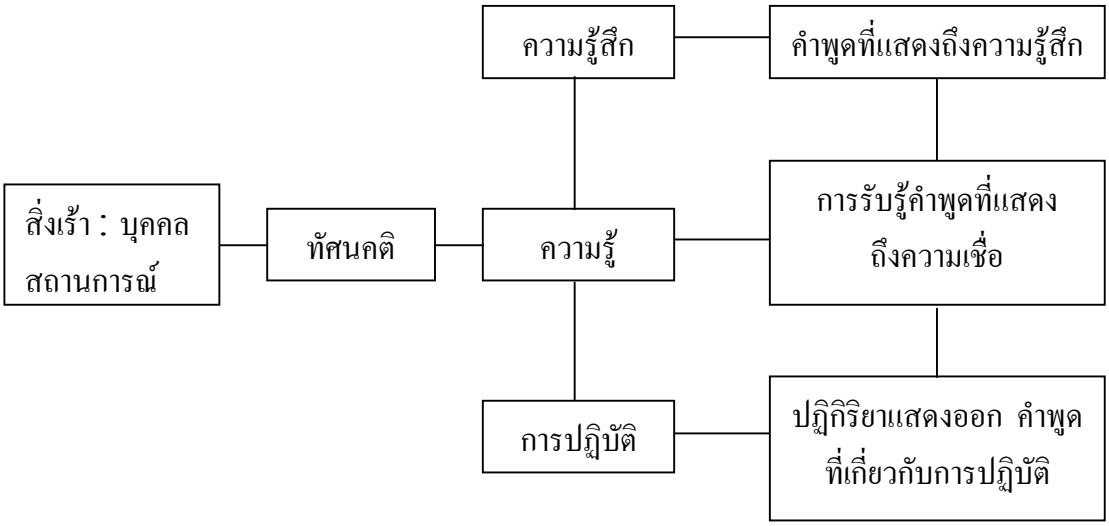
2) ความรู้สึก องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หลังจากรู้และเข้าใจในสิ่งนั้นแล้ว กล่าวคือ เมื่อบุคคลใดรู้และเข้าใจในเรื่องใดก็สรุปเป็นความเห็นในรูปการประเมินผลว่า สิ่งนั้นเป็นที่พอใจหรือไม่ สำคัญหรือไม่ ดีหรือ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

เลว ซึ่งเท่ากับเกิดอารมณ์หรือความรู้สึกต่อสิ่งนั้น ทัศนคติจะแสดงออกในรูปของความชอบ ไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจ

3) องค์ประกอบด้านการปฏิบัติ คือความพร้อม ที่จะกระทำเป็นผลเนื่องมาจากความคิดและความรู้สึกซึ่งจะออกมาในรูปของการยอมรับหรือปฏิเสธ

ตัวแปรอิสระที่วัดได้ **ตัวแปรร่วม** **ตัวแปรตาม (ตัวแปรที่ขึ้นอยู่กับสิ่งอื่นที่วัดได้)**



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของทัศนคติ

แหล่งที่มา : ประภาเพ็ญ สุวรรณ, 2526: 4.

2.1.2.4 ทฤษฎีทัศนคติ

การศึกษาทัศนคติเป็นพื้นฐานสำคัญของการศึกษาพฤติกรรมภายในของบุคคล สิ่งสำคัญคือ การศึกษาทฤษฎีทัศนคติ ซึ่งทฤษฎีทัศนคติมีหลายทฤษฎีด้วยกัน ดังนี้ ธีรวุฒิ เอกะกุล (อ้างถึงใน ลินดา เพ่งสุวรรณ, 2550: 27-29)

1) ทฤษฎีความขัดแย้งของความคิด (Cognitive Dissonance Theory)

แนวความคิดของทฤษฎีความขัดแย้งของความคิดสร้างโดย ลีออน เฟสติงเกอร์ (Leon Festinger) ในปี ค.ศ. 1957 ได้ศึกษาจากพื้นฐานธรรมชาติกลไกของการปรับตัวของมนุษย์ พบว่ามนุษย์ไม่สามารถจะทนต่อ สิ่งเปลี่ยนแปลง ขัดแย้ง หรือไม่ลงรอยกันได้ กล่าวคือ เมื่อใดที่มนุษย์มีความขัดแย้งกัน มนุษย์จะพยายามหาทางขจัดความขัดแย้งให้หมดไ ป

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ภาวะทางจิตใจที่เกิดความขัดแย้ง (Dissonance) กระตุ้นให้บุคคลมีปฏิกิริยาไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง เพื่อลดความขัดแย้งลง ความขัดแย้งจะเกิดขึ้น หลังจากเลือกสิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้ว การลดความขัดแย้งสามารถทำได้โดยการเพิ่มความสนใจให้กับอีกสิ่งหนึ่งที่เลือกไว้ แสดงว่าทัศนคติที่มีต่อสิ่ง 2 สิ่งนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงไป

2) ทฤษฎี ความสอดคล้องของความคิด (Cognitive Consistency Theories)

เป็นเรื่องเกี่ยวกับการคิดหรือการรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งทำให้เกิดความรู้หลาย ๆ ด้านหรือมีส่วนประกอบของ การรู้ (Cognitive Element) หลายอย่าง รู้ในทางที่ดีหรือไม่ดี ถ้ารู้สิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางที่ดีมากกว่าในทางที่ไม่ดีจะเกิดความสอดคล้องของการรู้ขึ้น ทำให้เกิดทัศนคติที่ดีในสิ่งนั้น หรือถ้ารู้ในทางที่ไม่ดีมากกว่าในทางดี จะเกิดความไม่สอดคล้องของการรู้ทำให้มีทัศนคติที่ไม่ดีหรือไม่ชอบสิ่งนั้น และเมื่อรู้สิ่งหนึ่งสิ่งใดในทางที่ดีและไม่ดีพอ ๆ กันจะทำให้เกิดความขัดแย้งของการรู้ขึ้น เรียกว่าเกิดความไม่สอดคล้องของการรู้ขึ้น (Cognitive Dissonance) ดังนั้นการรู้ในทางที่ดีให้มากกว่าในทางที่ไม่ดีจึงจะทำให้มีทัศนคติในทางที่ดีมากกว่า

3) ทฤษฎีการวางเงื่อนไขและการให้แรงเสริม (Conditioning and Reinforcement Theories) ทฤษฎีการวางเงื่อนไขและการให้แรงเสริมมี 3 แบบ ดังนี้

(1) แบบ Association คือแบบเชื่อมโยงสิ่งเร้าตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป เป็นหลักการเรียนรู้โดยการทดแทน (Substitution Learning) ในชีวิตประจำวันของเราได้ รับการเรียนรู้ประเภทนี้มากมาย เช่น การโฆษณาการค้าขาย เป็นต้น ตัวอย่างเช่น

ภาพคนติดยาเสพติด ⟶ น่ารังเกียจ ดังนั้น ยาเสพติด ⟶ น่ารังเกียจ

(2) แบบให้แรงเสริม (Reinforcement) ซึ่งเป็นหลักการของ Skinner การติชม (Verbal Reinforcement) เป็นสิ่งที่มนุษย์ต้องการ ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง 2 ลักษณะ ดังนี้

- เป็นการเปลี่ ยนแปลงทัศนคติอย่างผิวเผิน คือ ความคิดกับการกระทำไม่สอดคล้องกัน ทั้งนี้การที่ปฏิบัติไปโดยที่มีความรู้สึกไม่เห็นดีเห็นงามด้วย เพราะกลัวว่าจะเสียผลประโยชน์บางอย่าง เป็นลักษณะ “เข้าเมืองตาหลิ่วต้องหลิ่วตาตาม”

- เป็นการเปลี่ยนแปลงทั ศนคติทั้งด้านความคิดความเชื่อ และการกระทำเป็นลักษณะการยอมรับสิ่งต่าง ๆ ด้วยจิตใจ

(3) แบบการเลียนแบบ (Imitation a model) คือ การที่คนอื่นมีทัศนคติอย่างไร เราก็มีตามอย่างเขาบ้าง ตัวแบบที่สำคัญที่เด็กจะเลียนแบบทัศนคติต่อสิ่งต่าง ๆ คือ พ่อแม่ เพื่อน และครู

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

4) ทฤษฎีเครื่องล่อใจ (Incentive Theory)

คนเราจะมีเจตคติต่อสิ่งใด เราจะต้องเชื่อแล้วว่าสิ่งนั้นจะมีประโยชน์หรือสร้างความพอใจให้แก่เรา ดังนั้น เมื่อสิ่งนั้นสามารถจูงใจเราได้จะทำให้เรามีทัศนคติต่อสิ่งนั้น ๆ ในทางใดทางหนึ่ง นอกจากนี้เมื่อคนเราเกิดขัดแย้งในใจเกี่ยวกับของ 2 สิ่ง เราจะต้องพยายามทำให้สิ่งหนึ่งเป็นเครื่องล่อใจที่มีคุณค่าสูงกว่าให้ได้ เพื่อเปลี่ยนความรู้สึกและทัศนคติไปในแนวนั้น อันมีผลทำให้ความขัดแย้งบรรเทาลงได้

5) ทฤษฎีเกี่ยวกับการมีส่วนร่วม (Active Participation Theory)

ทฤษฎีเกี่ยวกับการมีส่วนร่วม มีหลักการสำคัญคือ การเปลี่ยนแปลงทัศนคติและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ทำให้เกิดขึ้นได้โดยการสร้างสถานการณ์ให้เกิดการมีส่วนร่วมในกลุ่มบุคคลอย่างมีประสิทธิภาพ

6) ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม (Social Learning Theory)

ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมมีความเชื่อว่า การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคลนั้น จะอยู่ในรูปแบบของการเรียนรู้ และการที่จะแสดงพฤติกรรมเดิม หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับผลสืบเนื่องจากการกระทำพฤติกรรมนั้น ๆ ถ้าผลเป็นไปในทางที่ดีพฤติกรรมนั้นจะมีแนวโน้มเกิดขึ้นอีก แต่ถ้าผลสืบเนื่องเป็นไปในทางที่ไม่ดีพฤติกรรมนั้นจะมีแนวโน้มไม่เกิดขึ้นอีก

7) ทฤษฎีการกระทำด้วยเหตุผล (A Theory of Reasoned Action)

ทฤษฎีการกระทำด้วยเหตุผลมีหลักการสำคัญ คือ มนุษย์เป็นผู้มีเหตุผลและใช้ข้อมูลที่ตนมีอยู่อย่างเป็นระบบ มนุษย์พิจารณาผลที่อาจเกิดจากการกระทำของตนก่อนตัดสินใจลงมือทำ หรือไม่ทำพฤติกรรม

2.1.2.5 แบบวัดทัศนคติ

จากการศึกษาแบบวัดทัศนคติของประภาเพ็ญ สุวรรณ (2526: 22 -45) พบว่ามีแบบวัดทัศนคติ 4 แบบ ดังนี้

1) แบบวัดทัศนคติตามวิธีของ Thurstone

แบบวัดทัศนคติตามวิธีของ Thurstone มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น Psychological Scale, Judgement Method, Method of Equal Appearing Intervals, Priori Approach วิธีนี้ L.L. Thurstone และ E.J. Chave แห่งมหาวิทยาลัยชิคาโกร่วมกันสร้างเมื่อปี ค.ศ. 1929 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดทัศนคติต่อศาสนา ต่อบทลงโทษของกฎหมาย และต่อลัทธิคอมมิวนิสต์ กำหนดว่าลักษณะความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดจะมีตั้งแต่เห็นด้วยน้อยที่สุด ถึงเห็นด้วย

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

มากที่สุด โดยแบ่งระดับความรู้สึกออกเป็น 11 ช่วงเท่า ๆ กัน และกำหนดค่าน้ำหนักในแต่ละช่วงอย่างชัดเจน

Thurstone ได้ให้ความเห็นว่า ทัศนคติอาจวัดได้โดยการแสดงออกของทัศนคติในรูปของความคิดเห็นของบุคคลและภาษาพูดหรือพฤติกรรมของบุคคล ซึ่งจะเป็นเพียงเครื่องชี้ถึงทัศนคติที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ เท่านั้น หลักการสำคัญของการสร้างแบบวัดทัศนคติแบบนี้ คือ ก่อนที่จะกำหนดว่าข้อความใดควรมีระดับคะแนนมากน้อยเพียงใด ต้องอาศัยความคิดเห็นของกลุ่มบุคคลกลุ่มหนึ่งที่น่าเชื่อถือได้เป็นเกณฑ์

2) แบบวัดทัศนคติตามวิธีของ Likert

แบบวัดทัศนคติตามวิธีของ Likert สร้างโดย Renis Likert โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ทัศนคติต้องมีการกระจายเป็นแบบโค้งปกติ โดยมีค่าคะแนนแต่ละข้อมีมาตรวัด 5 ช่วง ให้คะแนนเป็น 5 4 3 2 และ 1 โดยควรจะมีข้อความทางบวกและข้อความทางลบจำนวนพอ ๆ กัน วิเคราะห์ข้อคำถามที่สร้างขึ้นด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์รายข้อ (Item Total Correlation) การหาคุณภาพแบบวัดทัศนคติของ Likert ในด้านความเที่ยงตรงใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้วยวิธีของเพียร์สัน ด้านอำนาจจำแนกใช้ t-test ในการทดสอบหรือใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์รายข้อ ส่วนด้านความเชื่อมั่นใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อัลฟา (Alpha-coefficient)

3) แบบวัดทัศนคติตามวิธีของ Osgood

แบบวัดทัศนคติตามวิธีของ Osgood สร้างโดย Charles E. Osgood, George S. Suci และ Percy H. Tannenbaum โดยใช้คำคุณศัพท์ที่อธิบายคุณลักษณะของสิ่งเร้าในลักษณะเป็นคำตรงกันข้ามเป็นแบบ Semantic Differential ด้วยมาตรวัด 7 ช่วง คำคุณศัพท์ที่ใช้เป็นองค์ประกอบสำคัญ 3 ลักษณะ คือ ด้านประเมินค่า ด้านศักยภาพ และด้านกิจกรรม สำหรับสิ่งที่ทำการศึกษาใช้การเลือก Concept ที่มีความหมายเดียว และใช้มาตรวัดคะแนนเป็น 1 2 3 4 5 6 และ 7 แล้วใช้การหาค่าเฉลี่ยแต่ละองค์ประกอบ โด ยวิเคราะห์คะแนนเปรียบเทียบมาตรวัดระหว่างมิติระหว่าง Concept และระหว่างกลุ่ม รวมทั้งการวิเคราะห์ระยะทาง สำหรับการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทัศนคติในด้านความเที่ยงตรง ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบ ด้าน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อใช้ทดสอบค่า (t-test) การหาค่าความเชื่อมั่น ใช้วิธีการแบ่งครึ่งข้อสอบ (Split-Half) หรือวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation)

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

4) แบบวัดทัศนคติตามวิธีของ Guttman

การวัดทัศนคติตามวิธีของ Guttman สร้างโดย Louis H. Guttman โดยใช้รูปแบบคำถามที่มีลักษณะต่อเนื่องกัน แล้วใช้คำถามนั้นมาสร้างเป็นสเกลต่อเนื่องกัน เรียกว่า สเกลมิติร่วมนั่นคือ ถ้าบุคคลใดเห็นด้วย หรือยอมรับในข้อความใด แสดงว่าต้องผ่านการยอมรับหรือเห็นด้วยในข้อความแรก ๆ มาก่อนด้วย โดยใช้การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ แห่งประสิทธิภาพการถ่ายทอดการหาอัตราความคลาดเคลื่อนเพื่อกำหนดจุดตัด การหาค่าสัมประสิทธิ์แห่งความมีสเกลสำหรับการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดเจตคติในด้านความเที่ยงตรง พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แห่งประสิทธิภาพการถ่ายทอด ที่ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.85 ขึ้นไป จึงจะถือว่ามี ความเที่ยงตรง และด้านความเชื่อมั่นใช้การค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

2.1.3 พฤติกรรม (Behavior)

พฤติกรรมหรือการกระทำของบุคคลนั้นไม่รวมเฉพาะสิ่งที่ปรากฏออกมาภายนอกเท่านั้น แต่ยังรวมถึงสิ่งที่อยู่ภายในใจของบุคคล ซึ่งคนภายนอกไม่สามารถสังเกตเห็นได้ โดยตรง เช่น คุณค่า (Value) ที่เขายึดถือเป็นหลักในการประเมินสิ่งต่าง ๆ ทัศนคติหรือเจตคติ (Atitude) ที่เขามีต่อสิ่งต่าง ๆ ความคิดเห็น (Belief) รสนิยม (Taste) และสภาพจิตใจซึ่งถือได้ว่าเป็นลักษณะของบุคลิกภาพของบุคคล เป็นเหตุปัจจัยที่กำหนดพฤติกรรม (ชุดา จิตพิทักษ์ 2525 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 31)

พฤติกรรม หมายถึง กิจกรรมทุกประเภทที่มนุษย์กระทำ ไม่ว่าสิ่งนั้นจะสังเกตได้หรือไม่ได้ เช่น การพูด การคิด ความรู้สึก ความสนใจ เป็นต้น (ประภาเพ็ญ สุวรรณ, 2526: 15)

พฤติกรรม คือ การกระทำใด ๆ ของบุคคลทั้งที่สังเกตเห็นได้ภายนอก เช่น การเคลื่อนไหว การแสดงออก ฯลฯ และที่เกิดขึ้นภายในบุคคล เช่น การคิด การจำ การตัดสินใจ เป็นต้น และรวมทั้งการกระทำที่บุคคลทำโดยรู้ตัวหรือไม่รู้ตัวก็ตาม (อรทัย ชื่นมนุษย์ 2535 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 32)

ดังนั้น พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางเคมี หมายถึง การกระทำใด ๆ หรือแนวโน้มการกระทำใด ๆ ของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการทางเคมีเพื่อให้เกิดความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้สารเคมี การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่าง ถูกวิธี เทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย และกฎระเบียบข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการทางเคมี

2.1.3.1 ส่วนประกอบของพฤติกรรม

พฤติกรรมมีส่วนประกอบอยู่ 3 ส่วนคือ (ประภาเพ็ญ สุวรรณ , 2526: 16)

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

1) พฤติกรรมด้านพุทธิปัญญา (Cognitive Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับการรับรู้ การจำ ข้อเท็จจริงต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถและทักษะทางสติปัญญา

2) พฤติกรรมด้านทัศนคติ ค่านิยม ความรู้สึก ความชอบ (Affective Domain) พฤติกรรมด้านนี้ หมายถึง ความสนใจ ความรู้สึก ท่าที ความชอบไม่ชอบ การให้คุณค่าการรับ – การเปลี่ยนหรือปรับปรุงค่านิยมที่ยึดถืออยู่ พฤติกรรมด้านนี้ยากต่อการอธิบาย เพราะเกิดภายในจิตใจของบุคคลจะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการวัดพฤติกรรมเหล่านี้

3) พฤติกรรมด้านการปฏิบัติ (Psychomotor Domain) พฤติกรรมด้านนี้เป็นการใช้ความสามารถที่แสดงออกทางร่างกาย ซึ่งรวมทั้งการปฏิบัติหรือพฤติกรรมที่แสดงออกและสังเกตได้ในสถานการณ์หนึ่ง ๆ หรืออาจเป็นพฤติกรรมที่ล่าช้าหรือบุคคลไม่ได้ปฏิบัติทันที แต่คาดคะเนว่าอาจปฏิบัติในโอกาสต่อไป

2.1.3.2 การเกิดพฤติกรรม

อรทัย ชื่นมนุษย์ (2535 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ , 2545 : 33) อธิบายว่าพฤติกรรมเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ 2 สิ่ง คือ

1. สิ่งเร้า (Stimulus) คือ สิ่งที่มากระตุ้นให้ร่างกายมีปฏิกิริยาตอบสนองเกิดเป็นพฤติกรรมขึ้นหรือหมายถึงสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนหน้า ตัวอย่างเช่น เห็นมะม่วงน้ำปลาหวานแล้ว น้ำลายไหลในที่นี้ มะม่วงน้ำปลาหวานกระตุ้นให้ร่างกายเกิดปฏิกิริยาน้ำลายไหลเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นภายหลังจากที่ได้เห็นมะม่วงน้ำปลาหวาน ฉะนั้นมะม่วงน้ำปลาหวานเรียกได้ว่าเป็น Stimulus

2. การตอบสนอง (Response) คือ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นโดยสิ่งกระตุ้น ตัวอย่างเช่น กรณีข้างต้น น้ำลายไหลเกิดขึ้นจากการที่ได้เห็นตัวกระตุ้น คือ มะม่วงน้ำปลาหวาน เพราะฉะนั้นเรียกได้ว่า น้ำลายไหลเป็น Response ของกรณีนี้

2.1.3.3 การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

1) การเปลี่ยนแปลงถูกบังคับ เช่น สังคมใช้กฎหมายเป็นเครื่องบังคับถ้าไม่ทำตามจะถูกลงโทษ

2) การเปลี่ยนแปลงเพราะการเอาแบบอย่าง โดยถือเอาตัวบุคคลเป็นแบบอย่าง

3) การเปลี่ยนแปลงเพราะยอมรับว่าเป็นสิ่งดี การเปลี่ยนแปลงนี้ตรงกับแนวความคิดและค่านิยมของตนเอง จึงยึดถือเป็นแนวทางปฏิบัติ เพราะพบว่าสามารถแก้ปัญหาของตนเองได้

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

2.1.3.4 การวัดผลพฤติกรรม

นวลศิริ เปาโรหิตย์ (2533 อ้างถึงใน วราภาณ์ อูบคำ, 2545: 37-38) ได้เสนอวิธีการศึกษาพฤติกรรมไว้ดังนี้

1. การศึกษาในสนาม (Field Study)

เป็นการศึกษาจากสภาพการณ์ที่แท้จริง โดยการเข้าไปสังเ กตพฤติกรรมตามธรรมชาติจริง ๆ โดยไม่เข้าไปควบคุมตัวแปรอิสระเลย คือจะไม่ทำให้ผู้ถูกสังเกตรู้ตัว ดังนั้น การศึกษาวิธีนี้จึงเป็นเพียงการสังเกตพฤติกรรม หรือดูความสัมพันธ์ของตัวแปรเท่านั้น ผลดีของการศึกษาประเภทนี้ก็คือ ได้รู้ถึงข้อมูลที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ตามความเป็นจริง ซึ่งในธรรมชาติย่อมมีตัวแปรมากมาย การไม่ควบคุมตัวแปรทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้หลายรูปแบบ และทำให้มีข้อเสนอแนะในการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตได้มากมาย แต่ในขณะเดียวกันผลเสียก็คือ ในการศึกษาสามารถทำได้เพียงการสังเกตปรากฏการณ์ และดูความสัมพันธ์ซึ่งไม่ทำให้รู้ถึงสาเหตุของการเกิดพฤติกรรมนั้น ๆ จึงสรุปถึงสาเหตุแห่งปรากฏการณ์นั้น ๆ ไม่ได้

2. การทดลองในสนาม (Field Experiment)

เป็นการศึกษาจากสภาพการณ์ที่เป็นจริง เช่นเดียวกับการศึกษาในสนาม แต่ในการศึกษาจะมีการควบคุมตัวแปรบางตัว เช่น การจำ ลองสถานการณ์ให้คนขับรถ ทำรถเสียในสี่แยกแล้วสังเกตพฤติกรรมของผู้เข้ามาช่วยเหลือ โดยควบคุมตัวแปร เกี่ยวกับเพศ และอายุของผู้ขับเป็นต้น แต่ในการศึกษาก็อาจมีปัญหาที่เกิดขึ้นได้ คือ อาจไม่สามารถควบคุมตัวแปรอิสระอื่นได้ตามที่ต้องการ เช่น อุบัติเหตุ การเข้ามามีส่วนร่วมของตำรวจ เป็นต้น

3. การทดลองในห้องทดลอง (Laboratory Experiment)

เป็นการศึกษาโดยการควบคุมตัวแปรอิสระหลาย ๆ ตัวในสภาพห้องทดลองแล้วสำรวจดูผลที่เกิดจากการควบคุมตัวแปรนั้น ๆ ซึ่งการศึกษาวิธีนี้ ผู้ศึกษาสามารถที่จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่ต้องการศึ กษาได้สะดวก แต่ผลเสียก็คือขาดสภาพแวดล้อมที่เป็นจริงตามธรรมชาติ

4. การสำรวจกลุ่มตัวอย่าง (Sampling Survey)

เป็นวิธีการศึกษาที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็น หรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดในอดีต ปัจจุบัน หรืออนาคต ซึ่งผู้ที่ศึกษาจะใช้ข้อมูลที่เก็บมานั้นทำการสรุปผล ซึ่งในการศึกษา มักจะทำกับกลุ่มประชากรที่มีขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถใช้ประชากรทั้งหมดได้ จึงจำเป็นต้องมีการสำรวจจากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด มาทำการศึกษาแทน และในการศึกษาก็มีข้อควรระวังในเรื่องการสุ่มตัวอย่าง คือ ถ้าเลือก

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

กลุ่มที่ไม่เป็นตัวแทนของประชากรที่แท้จริงแล้ว ก็อาจทำให้ข้อมูลไม่น่าเชื่อถือ และเป็นการสิ้นเปลืองเวลาโดยใช่เหตุ

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ (2532 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 38-39) ได้รวบรวมวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาวิจัย ได้ดังนี้

1. การสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถาม (Interviewing) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการใช้แบบสอบถาม ในการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลเป็นวิธีการที่ใช้มากในทางสังคมศาสตร์ ซึ่งในการปฏิบัติจะมีปัจจัยต่าง ๆ มากมายที่เกี่ยวข้อง และมีอิทธิพลต่อความเชื่อถือ ได้ และความถูกต้องของข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยจำต้องตระหนักถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าว และวางแผนในการแก้ไขปัญหาไว้ล่วงหน้า

2. การสัมภาษณ์เจาะลึกโดยไม่ใช้แบบสอบถาม (In-depth Interviewing) เป็นการเก็บข้อมูล ที่ไม่ได้มีการกำหนดโครงสร้างของข้อมูลที่ต้องการเก็บ ไว้แน่นอนตายตัว แต่เป็นวิธีการที่ต้องอาศัยความสามารถพิเศษของผู้สัมภาษณ์ ในการซักถามรายละเอียด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการ วิธีการนี้นิยมใช้เก็บข้อมูลจากประชากรที่มีลักษณะพิเศษโดยเฉพาะ และเป็นประชากรขนาดเล็ก เช่น ชนชั้นผู้นำ ผู้นำทางวิชาการ นักบริหารระดับสูง ซึ่งอย่างไรก็ตาม ในการเก็บข้อมูล ผู้สัมภาษณ์ก็จำเป็นต้องกำหนดประเด็นการซักถามไว้ล่วงหน้า เพื่อให้ได้ข้อมูลครบทุกประเด็น แต่ปัญหาของการเก็บข้อมูล ก็คือการนัดหมายเข้าพบ และการให้ความร่วมมือของผู้ให้สัมภาษณ์

3. การซักถามหรือสนทนากลุ่ม (Focus Group) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการผู้เก็บข้อมูล จะนัดหมายผู้ให้ข้อมูลมาประชุมร่วมกัน เพื่อทำการซักถามเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการ ซึ่งผู้ให้ข้อมูลทั้งหมดจะต้องเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องหรือมีบทบาทในเรื่องที่เกี่ยวข้อง การสัมภาษณ์จะเป็นไปในลักษณะการสนทนา ที่ผู้ให้ข้อมูลสามารถให้ความคิดเห็นได้อย่างอิสรเสรี โดยไม่กระทบกระเทือนผลประโยชน์ของตนในอนาคต การซักถามกลุ่ม จะทำให้ได้ข้อมูลเชิงคุณภาพมากกว่าเชิงปริมาณ

4. การสังเกต (Observation) เป็นวิธีการเก็บข้อมูลที่อาศัยการเฝ้าดูเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและบันทึกเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งนำไปสู่การได้มาซึ่งข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ การสังเกตจะเป็นวิธีเก็บข้อมูลในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ได้ก็ต่อเมื่อ 1) ตอบสนองวัตถุประสงค์ของการวิจัย 2) มีการวางแผนงานอย่างมีระบบ 3) มีการบันทึกเหตุการณ์เรื่องราวอย่างมีระบบ และ 4) ที่สำคัญที่สุดคือ สามารถทดสอบและควบคุมความถูกต้องและความเชื่อถือได้ แต่วิธีการสังเกตก็มีข้อจำกัดเกี่ยวกับการไม่สามารถวางแผนได้ล่วงหน้า ในบางเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น หรือกลุ่มที่ศึกษามีขอบเขตกว้างขวางจนไม่สามารถดูแลกลุ่มหรือเหตุการณ์ได้ทั้งหมด

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

สำหรับการศึกษาพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางเคมีครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาพฤติกรรมโดยการศึกษาทางอ้อม ด้วยการใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือประกอบการวิจัย เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูลจำนวนมากและผู้ให้ข้อมูลเป็นผู้ที่อ่านออกและเขียนได้

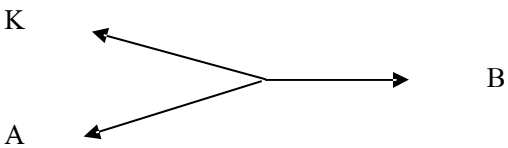
ความรู้และพฤติกรรมมีความสัมพันธ์กัน และต้องพึ่งพาซึ่งกันและกัน การเสริมสร้างความรู้เป็นการเสริมสร้างพฤติกรรมด้วย ไม่ว่าจะเป็นทางตรงหรือทางอ้อม สำหรับทางอ้อมนั้น มีเจตคติเป็นตัวกลางทำให้เกิดพฤติกรรมตามมา ซึ่งเจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ที่เคยได้รับ เชื่อกันว่าพฤติกรรมที่แสดงออกกับเจตคติต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันหรือมีผลซึ่งกันและกัน เจตคติที่มีผลต่อการแสดงออกของพฤติกรรมบุคคลและขณะเดียวกันพฤติกรรมที่แสดงออกของบุคคลมีผลต่อเจตคติของบุคคลนั้นด้วย (ประภาเพ็ญ สุวรรณ, 2526 อ้างถึงใน สุภาพร เทียมวงศ์, 2550: 12)

ความรู้ (Knowledge) เจตคติ (Altitude) และพฤติกรรม (Behavior) สามารถสรุปแบบของความสัมพันธ์ได้ 4 ลักษณะ ดังนี้

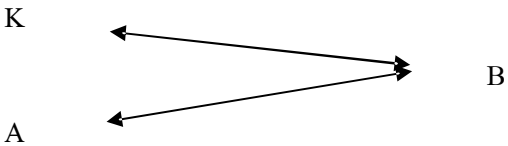
1. พฤติกรรมที่แสดงออกมาจะเป็นไปตามเจตคติ และความรู้ที่บุคคลนั้นมีอยู่โดยมีเจตคติเ ป็นตัวกลางระหว่างความรู้และพฤติกรรม คือเจตคติจะเกิดจากความรู้ที่มีอยู่และพฤติกรรมจะแสดงออกไปตามเจตคตินั้น

K ⟶ A ⟶ B

2. พฤติกรรมที่เกิดจากความรู้และเจตคติ มีความสัมพันธ์กันหรือความรู้กับเจตคติมีผลร่วมกันเกี่ยวข้องกันก่อให้เกิดพฤติกรรม

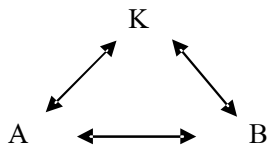


3. ความรู้และเจตคติต่างทำให้เกิดพฤติกรรมได้ โดยที่ความรู้และเจตคติไม่มีความเกี่ยวข้องกัน



This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

4. ความรู้มีผลต่อพฤติกรรมทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น บุคคลมีความรู้และมีพฤติกรรมตามความรู้นั้น หรือความรู้มีผลต่อพฤติกรรมก่อนแล้วการปฏิบัติที่เกิดขึ้นเป็นไปตามเจตคตินั้น



เมื่อ K = Knowledge

A = Altitude

B = Behavior

2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิผล

การประเมินประสิทธิผล (Effectiveness) เป็นกิจกรรมการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิเคราะห์ความหมายข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความต้องการหาแนวทางวิธีการปรับปรุง วิธีการจัดการและหาเหตุผลที่แน่ใจว่า เพื่อเป็นการเพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพของโครงการให้ดียิ่งขึ้น (นิศา ชูโต, 2531: 9)

ประสิทธิผล หมายถึง ความสำเร็จในการบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ (ธงชัย สันติวงษ์, 2541: 29)

ประสิทธิผล หมายถึง การพิจารณาผลของการทำงานที่สำเร็จลุล่วงดังประสงค์หรือที่คาดหวังไว้เป็นหลัก และความสำเร็จของงานอย่างมีประสิทธิผลนั้น อาจเกิดจากการปฏิบัติงานที่ประหยัดหรือมีประสิทธิภาพก็ได้ เพราะประสิทธิภาพเป็นเรื่องของการทำงานให้ได้ผลสูงสุด ส่วนประสิทธิผลเป็นเรื่องของการนำเอาผลงานที่สำเร็จดังที่คาดไว้มาพิจารณา (สมพงษ์ เกษมสิน, 2514: 31)

ประสิทธิผล หมายถึง การเปรียบเทียบระหว่างวัตถุประสงค์และผลลัพธ์ ของโครงการ (ทิพาวดี เมฆสวรรค์, 2539: 15)

ประสิทธิผล เป็นเรื่องการเน้นความสำคัญของสิ่งที่ออก แทนที่จะ เป็นสิ่งป้อนเข้า จุดมุ่งหมายที่สำคัญของผลลัพธ์จึงได้แก่การศึกษาว่าผลลัพธ์ที่ปรากฏบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใด (ปุระชัย เปี่ยมสมบูรณ์, 2529: 41-44)

กล่าวโดยสรุป ประสิทธิผล หมายถึง การบรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ในการจัดทำคู่มือความปลอดภั ยโดยพิจารณาจากความสามารถในการผลิตสื่อคู่มือความปลอดภัย ที่มี

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ผลสัมฤทธิ์ทางการปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัยและสามารถพัฒนาให้นักศึกษามีความรู้ มีทัศนคติทางบวก ตลอดจนสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมีได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย ทำให้เกิดความพึ งพอใจต่อการปฏิบัติตนในห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งเป็นการมองประสิทธิผลในภาพรวม

2.3 ความปลอดภัยและอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี

2.3.1 ความหมายของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

ได้มีผู้ให้ความหมายคำว่าความปลอดภัยไว้ดังนี้

Bergquist (1981 อ้างถึงใน จักราวุธ จึงสมาน, 2542: 9) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “ความปลอดภัย หมายถึง การรอดพ้นจากอันตราย หรือบาดเจ็บและการป้องกันอุบัติเหตุด้วยวิธีการต่าง ๆ ตลอดจนการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น”

สมญา นาถมทอง (2541 อ้างถึงใน บุญรอด พุ่มพุฒิ, 2546: 12) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความปลอดภัย หมายถึง พ้นจากภัยและปราศจากภัย

อนุ ระวีวรรณ (2541 อ้างถึงใน บุญรอด พุ่มพุฒิ, 2546: 12) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความปลอดภัย หมายถึง การกระทำป้องกันไม่ให้เกิดเหตุการณ์อันไม่พึงประสงค์จนเป็นเหตุให้เกิดความเสียหายมีผลกระทบต่อคน ทรัพย์สิน ขบวนการปฏิบัติ การให้บริการ และมีผลให้เกิดความสูญเสีย

ราชบัณฑิตยสถาน (2538 อ้างถึงใน บุญรอด พุ่มพุฒิ, 2546: 11) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความปลอดภัย หมายถึง การรอดพ้นจากอันตรายหรือปราศจากอันตรายใด ๆ

กล่าวโดยสรุป “ความปลอดภัย หมายถึง การป้องกัน และการแก้ไขอุบัติเหตุด้วยวิธีการต่างๆเพื่อให้รอดพ้นจากอันตรายหรือการบาดเจ็บ”

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ หมายถึง การป้องกัน และการแก้ไขอุบัติเหตุ ที่เกิดขึ้นจากการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมีด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้รอดพ้ นจากอันตรายหรือการบาดเจ็บ

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2529 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 15) ได้ให้ข้อแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติตนในห้องปฏิบัติการโดยสรุปไว้ว่า ในการปฏิบัติการนั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับสารเคมีหลายชนิด สารเคมีบางชนิดอาจจะทำให้เกิดอันตรายแก่ร่างกายทั้งทางตรงและทางอ้อม หรืออาจเกิดอุบัติเหตุในขณะทำการทดลองได้ การบาดเจ็บเกิดขึ้นเสมอในการทดลอง เช่น บาดแผลที่เกิดจากเครื่องแก้วบาด การไหม้พองเนื่องจากจับอุปกรณ์ที่ร้อน

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

จัด หรือผิวหนังถูกกรดเข้มข้นเป็นพิษ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทราบถึงการป้องกันหรือแก้ไข เมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นในด้ านอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ให้ถูกวิธี ในการทำปฏิบัติการนั้นก็สำคัญมาก เพราะสามารถป้องกันอันตรายและอุบัติเหตุซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้กับผู้ทำการทดลองหรือผู้ที่อยู่ใกล้เคียง นอกจากนี้เทคนิคในการปฏิบัติต่าง ๆ ก็ควรจะถูกต้องซึ่งจะทำให้ผลที่ได้จากการทดลองใกล้เคียงกับความเป็นจริงหรือมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด

ธงชัย ชิวปรีชา และปรีชาญ เดชศรี (2528 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 15) กล่าวถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี อาจเกิดจากการใช้สารเคมี การใช้เครื่องแก้ว และเทคนิคการดำเนินการทดลอง ดังนั้น เพื่อความปลอดภัยในการทดลองปฏิบัติการเคมี ผู้ทดลองจึงจำเป็นจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การใช้สารเคมี
2. การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างถูกวิธี
3. เทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย

2.3.1.1 การใช้สารเคมี

ธงชัย ชิวปรีชา และปรีชาญ เดชศรี (2528 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 15) ได้กล่าวถึงความจำเป็นของผู้ทดลองจะต้องมีความรู้ในการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัยไว้ ดังนี้ “ในการทดลองใช้สารเคมีอาจมีอันตรายเกิดขึ้นได้ ทั้งนี้เพราะสารเคมีเกือบทุกชนิดเป็นพิษต่อร่างกาย ในการใช้สารเคมี จึงจำเป็นต้องศึกษาให้เข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากสารนั้น ๆ เพื่อจะได้หาทางป้องกันได้ถูกต้อง”

การศึกษาการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ควรจะศึกษารายละเอียดตามหัวข้อ ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) ประเภทของสารเคมีอันตราย
2) การป้องกันอันตรายจากสารเคมี
3) การเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัย
4) การทำลายสารเคมีอย่างปลอดภัย
5) วิธีแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้สารเคมี

1) ประเภทของสารเคมีอันตราย

สมาคมการศึกษาวิทยาศาสตร์ The Association for Science Education (1981 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 16) ได้แยกประเภทของสารเคมีอันตราย ซึ่งสรุปได้ดังนี้

(1) สารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

(2) สารเคมีที่เป็นพิษต่อร่างกาย

(3) สารเคมีที่สงสัยว่าเป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง

(4) สารเคมีที่ไวไฟ

(5) สารเคมีที่เป็นตัวออกซิไดส์ และตัวรีดิวซ์ที่แรง

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2539: 7-13) ได้แบ่งประเภทของสารเคมีอันตราย และกล่าวถึงอันตรายที่เกิดขึ้นจากสารเคมีอันตรายในประเภทต่าง ๆ ไว้ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. สารที่เข้ากันไม่ได้ (Incompatile Chemical) มีสารเคมีบางชนิด เมื่อผสมกับสารอื่นจะเกิดปฏิกิริยารุนแรง ระเบิด ลุกติดไฟ หรือให้ก๊าซพิษเกิดขึ้นได้ เช่น โลหะโซเดียมไม่ควรผสมกับน้ำ เพราะถ้าผสมกันจะเกิดปฏิกิริยารุนแรง และลุกติดไฟได้

2. สารไวไฟ (Flammable) หมายถึง สารเคมีที่ไวไฟ ลุกติดไฟได้ง่าย สารไวไฟมีทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซ สำหรับของเหลวไวไฟนั้นมักจะมีคุณสมบัติระเหยกลายเป็นไอได้ดี สารเคมีประเภทนี้นับว่าเป็นอันตรายมาก เช่น โทลูอีน (Toluene) เฮกเซน (Hexane)

3. สารกัดกร่อน (Corrosive) หมายถึง สารเคมีที่สามารถกัดผิวหนังหรือทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อของร่างกาย เมื่อสัมผัสทำให้เป็นรอยไหม้หรือคัน สารกัดกร่อนส่วนมาก ได้แก่ สารพวกกรด และด่างต่าง ๆ โดยเฉพาะกรด และด่างที่มีความเข้มข้นสูง ๆ จะแสดงคุณสมบัตินี้ได้ดี

4. สารเคมีที่ให้ไอเป็นพิษ หมายถึง สารเคมีที่ให้ไอ ซึ่งเมื่อสูดดมเข้าไปในร่างกายจะมีปริมาณมากพอจะเป็นอันตราย หรือเป็นพิษต่อร่างกายได้ เช่น เบนซีน (Benzene) โคโรฟอร์ม (Chloroform) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride) โทลูอีน (Toluene) คาร์บอนไดซัลไฟด์ (Carbon Disulfide) เป็นต้น

2) การป้องกันอันตรายจากสารเคมี

ภัทรา ไชยเวช (ม.ป.ป. อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 16) ได้กล่าวถึงหน้าที่ของนักเรียนที่ควรปฏิบัติในการทดลองเพื่อความปลอดภัยในการใช้สารเคมี ซึ่งสรุปได้ดังนี้

(1) อย่าหยิบสารเคมีที่ไม่มีป้ายชื่อที่ชัดเจนไปใช้เป็นอันขาด

(2) ห้ามชิมสารเคมีทุกชนิด

(3) อย่าวางสารเคมีที่ติดไฟง่ายไว้ข้างตะเกียง

(4) ห้ามใช้มือหยิบสารเคมีทุกชนิด

สุชาตา ชินะจิตร (2527: 5-6) ได้เขียนถึงวิธีการป้องกันอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้สารเคมี ซึ่งสรุปได้ดังนี้

(1) ติดฉลากขวดสารให้ถูกต้องพร้อมทั้งคำเตือน เช่น ไวไฟ หรือไอเป็นพิษ

(2) มีที่ทิ้งสารและเศษแก้วแยกกันโดยเฉพาะ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

(3) ไม่รับประทานอาหารหรือสูบบุหรี่ในห้องทดลอง

(4) ก่อนใช้สารเคมีใด ๆ ควรศึกษาคุณสมบัติและอันตรายของสารก่อนหรืออาจทราบได้จากการอ่านฉลากบนขวด

(5) อย่าให้สารถูกส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกาย ไม่ใช้มือจับสารเคมี

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2539: 4-5) ได้เขียนถึงข้อควรปฏิบัติเมื่อสารเคมีหก ดังต่อไปนี้ เมื่อสารเคมีหกอาจเกิดอันตรายได้หากไม่ระมัดระวังให้ดี ทั้งนี้เพราะสารเคมีบางชนิดเป็นพิษต่อร่างกายเมื่อถูกกับผิวหนังหรือสูดดม บางชนิดติดไฟได้ง่าย ดังนั้น เมื่อสารเคมีหก จะต้องรีบเก็บกวาดให้เรียบร้อยทันที ข้อควรปฏิบัติเมื่อมีสารเคมีแต่ละชนิดหก

1. สารที่เป็นของแข็ง (Solid, Dry Substances) เมื่อสารเคมีที่เป็นของแข็งหก ควรใช้แปรงกวาดรวมกันใส่ในช้อนตักหรือกระดาษแข็งก่อนแล้วจึงนำไปใส่ภาชนะ

2. สารละลายที่เป็นกรด (Acid Solutions) เมื่อกรดหกจะต้องรีบทำให้เจือจางด้วยน้ำก่อน แล้วโรยโซดาแอส (Soda Ash) หรือโซเดียมไบคาร์บอเนต หรือเทสารละลายด่างเพื่อทำให้กรดเป็นกลาง ต่อจากนั้นจึงล้างด้วยน้ำให้สะอาด

3. สารละลายที่เป็นด่าง (Alkaline Solutions) เมื่อสารเคมีที่เป็นด่างหกจะต้องเทน้ำลงไปเพื่อลดความเข้มข้นของด่าง แล้วเช็ดให้แห้ง โดยใช้ไม้ที่มีปุยผูกที่ปลา ยสำหรับซับน้ำบนพื้น (mop) พยายามอย่าให้กระเด็นขณะเช็ด เนื่องจาก สารละลายด่างจะทำให้พื้นลื่น เมื่อล้างด้วยน้ำหลาย ๆ ครั้งแล้วยังไม่หาย ควรใช้ทรายโรยบริเวณที่ด่างหกแล้วเก็บกวาดทรายออกไป จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้

4. สารที่ระเหยง่าย (Volatile Solvents) เมื่อมีสารเคมีที่ระเหยง่ายหกจะระเหยกลายเป็นไออย่างรวดเร็ว บางชนิดติดไฟได้ง่าย บางชนิดเป็นอันตรายต่อผิวหนังและปอด การทำความสะอาดสารที่ระเหยง่ายทำได้ดังนี้

- ถ้าสารที่หกมีปริมาณน้อย ใช้ผ้าขี้ริ้วหรือเศษผ้าเช็ดถูออก
- ถ้าสารที่หกนั้นมีปริมาณมาก ทำให้แห้งโดยใช้ไม้ที่มีปุยผูกที่ปลายสำหรับเช็ดถู เมื่อเช็ดแล้วก็นำมาใส่ถังเก็บ และสามารถนำไปใช้อีกได้ตามต้องการ

5. สารที่เป็นน้ำมัน (Oil Substances) สารพวกนี้เช็ดออกได้โดยใช้น้ำมาก ๆ เมื่อเช็ดออกแล้ว พื้นบริเวณที่สารหกจะลื่น จึงต้องล้างด้วยผงซักฟอ กอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้สารที่ติดอยู่ออกไปให้หมด

6. สารปรอท (Mercury) เนื่องจากสารปรอทไม่ว่าจะอยู่ในรูปใดล้วนเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งสิ้น เพราะทำอันตรายต่อระบบประสาท ทำให้มีอาการทางประสาท เช่น กล้ามเนื้อเต้น มึนงง ความจำเสื่อม ถ้าได้รับเข้าไปมาก ๆ อาจทำให้แขนขาพิการหรือถึงตายได้ ดังนั้นการ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ทดลองใดที่เกี่ยวข้องกับสารปรอท ต้องใช้ความระมัดระวังให้มาก ในกรณีที่สารปรอทหก วิธีการที่ถูกต้องควรปฏิบัติ ดังนี้

- กวาดสารปรอทมากองรวมกัน
- เก็บสารปรอทโดยใช้เครื่องดูด
- ถ้าพื้นที่สารปรอทหกมีรอยแตกหรือรอยร้าวจะมีสารปรอทเข้าไปอยู่ข้างในจึงไม่สามารถเก็บปรอทโดยใช้เครื่องดังกล่าวได้ ควรปิดรอยแตกหรือรอยร้าวนั้นด้วยขี้ผึ้งทาพื้นหนา ๆ เพื่อกันการระเหยของปรอท หรืออาจใช้ผงกำมะถันพรมลงไปปรอทจะเปลี่ยนเป็นสารประกอบซัลไฟด์ (Sulfide) แล้วเก็บกวาดอีกครั้งหนึ่ง

3) การเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัย

การหลีกเลี่ยงอันตราย หรืออุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากสารเคมี จำเป็นจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของสารเคมีที่ใช้ตลอดจนอันตรายของสารนั้น ดังได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น ซึ่งความรู้นี้จะทำให้ผู้ใช้สารเคมีทราบว่าควรจะเก็บสารเคมีอย่างไรจึงจะปลอดภัย ถ้าปฏิบัติได้ถูกต้องแล้วอันตรายหรืออุบัติเหตุจากสารเคมีย่อมไม่เกิดขึ้น หรืออย่างน้อยก็ช่วยลดอันตรายและอุบัติเหตุลงได้บ้าง ดังนั้นผู้ใช้สารเคมีควรมีความรู้เกี่ยวกับการเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัย ดังต่อไปนี้

ศุภวรรณ ตันตยานนท์ (2527 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 18) ได้กล่าวถึงวิธีการเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัย ตามคุณสมบัติของสารเคมี ดังต่อไปนี้

กรด (Acids)

1. ให้วางขวดที่มีขนาดใหญ่ไว้ที่ชั้นเตี้ย ๆ หรือที่ต่ำ ๆ หรือในตู้เก็บกรด
2. เก็บกรดแยกให้ห่าง งจากโลหะที่ไวในการทำปฏิกิริยา (Active Metals) เช่น (Sodium, Potassium, Magnesium) เป็นต้น
3. แยก Oxidizing Acid เช่น Nitric Acid, Perchloric Acid, Sulfuric Acid เป็นต้น จากกรดอินทรีย์ สารไวไฟ และสิ่งที่เป็นเชื้อเพลิงได้
4. แยกกรดจากสารเคมีที่ผสมกันแล้ วจะให้ก๊าซพิษหรือก๊าซที่ติดไฟได้ เช่น Sodium Cyanide, Iron Sulfide, Calcium Carbide เป็นต้น

ด่าง (Bases)

แยกเก็บด่างจากกรดและสารอื่น ๆ ที่ไวในการทำปฏิกิริยา สารไวไฟ (Flammable)

1. เก็บไว้ในภาชนะปลอดภัย (Safety Can) หรือตู้เก็บสารไวไฟ ซึ่งได้ตรวจสอบดูแล้วว่าปลอดภัย
2. เก็บแยกจากกรด Oxidizing Acids และ Oxidizers
3. เก็บให้ห่างจากแหล่งจุดติดไฟ ได้แก่ ความร้อน ประกายไฟ หรือเปลวไฟ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตัวออกซิไดส์ (Oxidizers)

1. เก็บในที่เย็นและแห้ง
2. เก็บให้ห่างจากเชื้อเพลิงไว้เพื่อกรณีเกิดเพลิงไหม้
3. เก็บให้ห่างจาก Reducing Agents เช่น Zinc, Alkaline Metals และ Formic Acid

สารที่ไวต่อน้ำ (Water Reactive Chemicals)

1. เก็บในที่อากาศเย็นและแห้ง ห่างไกลจากน้ำ
2. ให้เตรียมเครื่องดับเพลิงไว้ เพื่อกรณีเกิดเพลิงไหม้

สารที่ไวต่อแสง (Light Sensitive Chemicals)

1. เก็บไว้ในขวดสีชาในสถานที่ที่เย็น แห้ง และมืด

สารที่จะเกิดเปอร์ออกไซด์ได้ (Peroxidizable Chemicals)

1. เก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด อากาศเข้าไม่ได้
2. เก็บไว้ในที่ที่มีอากาศเย็นและแห้ง
3. ควรจะมีวันที่ที่รับเข้ามา วันที่เปิดขวดภาชนะ และวันที่ควรจะกำจัดสารนั้น
4. ควรทำการทดสอบดูว่ามี Peroxides เกิดขึ้นอีกหรือเปล่า

สารพิษ (Toxic compounds)

1. เก็บไว้ในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี
2. เก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดมิด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2528 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 19) ได้เขียนถึงวิธีการเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัยไว้ดังนี้

1. สารที่เป็นพิษหรือสารที่ระเบิดได้ ไม่ควรวางไว้บนชั้นปนกับสารเคมีอื่น ๆ แต่ควรเก็บไว้ในที่มิดชิดหรือในตู้ที่มีกุญแจปิดได้

2. กรดและเบสเข้มข้น ควรจะวางไว้บนพื้น และอาจต้องมีภาชนะที่แข็งแรง และขนาดใหญ่กว่ารองรับอยู่อีกชั้นหนึ่ง ถ้าภาชนะชั้นในแตกหรือหกลงมา ภาชนะชั้นนอกจะได้ช่วยรองรับได้ ไม่ทำให้สารละลายกระจายออกไปเป็นบริเวณกว้าง สำหรับกรดและเบสเข้มข้นควรจะแยกวางไว้ห่างจากกัน เพราะถ้าเกิดขวดแตกพร้อม ๆ กันก็จะได้ไม่มีปฏิกิริยารุนแรงเกิดขึ้น

3. ของเหลวที่ไวไฟ เช่น แอลกอฮอล์ อีเทอร์ ควรเก็บไว้ในที่มืดหรือในขวดสีเข้ม ไม่ควรวางไว้ใกล้เปลวไฟ เพราะของเหลวเหล่านี้ระเหยเป็นไอที่ติดไฟลุกไหม้ได้ง่าย และไม่ควรวางไว้บริเวณเดียวกันกับสารที่เป็นตัวออกซิไดส์และสารเคมีที่ระเบิดได้

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

4. สารไวไฟอื่น ๆ เช่น โซเดียม โพแทสเซียม หรือฟอสฟอรัส เป็นต้น สำหรับโซเดียมและโพแทสเซียมต้องเก็บแช่ไว้ในน้ำมันพาราฟิน ส่วนฟอสฟอรัสต้องเก็บไว้ในน้ำ และของทั้งสองสิ่งนี้ไม่ควรจะวางหรือเก็บไว้ใกล้กัน เพราะอาจเลินเล่อใช้สลับกันได้ ทั้ง ๆ ที่มีฉลากที่ขวดแล้วก็ตาม เช่น ใส่ขวดผิด และถ้านำโซเดียมใส่ในขวดที่มีน้ำอาจเกิดการระเบิดขึ้นได้

5. สารที่สลายได้ง่าย และมีก๊าซเกิดขึ้น เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรืออะลูมิเนียมคลอไรด์ ควรเก็บไว้ในขวดสีน้ำตาล และควรจะเป็นขวดที่สามารถระบายความดันภายในขวดหรือเป็นจุกชนิดพิเศษที่ระบายความดันได้ มิฉะนั้นก๊าซที่เกิดขึ้นอาจจะดันให้ขวดแตก

6. สารกัมมันตภาพรังสี ควรแยกเก็บไว้ต่างหากและเก็บไว้ในภาชนะที่สามารถป้องกันกัมมันตภาพรังสีได้

4) การทำลายสารเคมีอย่างปลอดภัย

สารเคมีที่ต้องการทำลายนั้น อาจจะเป็นสารเคมีที่เก็บไว้นานแล้วและไม่ต้องการใช้อีก หรือเป็นสารเคมีที่เกิดขึ้นจากการทดลองในห้องปฏิบัติการที่ใช้ประโยชน์ไม่ได้ หรืออาจเป็นสารเคมีที่หกเลอะโดยบังเอิญ การทำลายสารเคมีในแต่ละครั้งมีวิธีการปฏิบัติไม่เหมือนกันนัก และบางครั้งก็อาจจะเกิดอันตรายในรูปแบบต่าง ๆ ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณ สมบัติของสารเคมีที่ต้องการกำจัด ซึ่งศุภวรรณ ตันตยานนท์ (2527 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ , 2545: 20) ได้กล่าวถึงวิธีการทั่ว ๆ ไป สำหรับการกำจัดสารเคมีไว้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การเผาทิ้งเป็นวิธีที่ดีและใช้กันมาก สิ่งที่ต้องคำนึงถึงไว้ให้มากสำหรับวิธีนี้ คือ อันตรายจากไฟ จะต้องนำไปเผาในที่ห่างไกลชุมชน ห่างจากตัวอาคารและควรจะขุดเป็นหลุมใหญ่และเล็ก จึงนำเอาสิ่งที่ต้องการเผาไปใช้ในหลุมนี้ พร้อมทั้งเชื้อเพลิง เวลาจุดไฟเผาก็ใช้วิธีต่อสายยาง ไปจุดในที่ที่ไกลจากหลุมนี้และปลอดภัยพอ

การฝังเป็นวิธีที่ไม่ปลอดภัยนัก เพราะสารอาจสลายตัว ซึ่งมีผลกระทบต่อระบบนิเวศ เช่น น้ำฝนอาจจะชะล้างลงสู่บ่อน้ำ จะก่อให้เกิดอันตรายต่อไป

การทิ้งลงน้ำเป็นวิธีที่ใช้ต่อเมื่อ สารที่จะทิ้งนั้นได้ตรวจสอบดูแล้วว่าจะไม่ทำให้เกิดอันตรายใด ๆ ขึ้น รวมทั้งจะไม่ก่อให้เกิดสารแขวนลอยอยู่ในน้ำด้วย

การเปลี่ยนเป็นสารที่ไม่อันตราย หรือมีอันตรายน้อยลงก่อนทิ้งเป็นวิธีที่ใช้กันมากแต่ต้องอาศัยความรู้ทางเคมีเข้าช่วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2528 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 21) ได้เขียนถึงวิธีการกำจัดสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้

1. ค่อย ๆ เติมสารเคมีนั้นอย่างช้า ๆ ลงบนโซดาแอช (Na_2CO_3) หรือปูนขาวที่แห้งและมากเกินพอ แล้วจึงนำไปฝังดิน

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

2. ใช้สารอื่นดูดซับแล้วเก็บรวบรวมเพื่อนำไปเผา (ในกรณีที่เป็นของเหลวระเหยง่ายอาจใช้ขี้เลื่อยดูดซับ)

3. ผสมกับทรายหรือปูนแล้วนำไปฝังดิน

4. ทำให้เจือจางด้วยน้ำปริมาณมาก ๆ แล้วปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ

5. ละลายในกรดหรือเบสเพื่อทำลายสมบัติ แล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ

6. ละลายในตัวทำละลายที่ติดไฟได้ เช่น แอลกอฮอล์ แล้วเผาในเตาเผาขยะ

7. ผสมกับตัวรีดิวซ์ที่เหมาะสมแล้ วทำให้เจือจางด้วยน้ำ ปริมาณมากเกินพอก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ

8. ทำให้สะเทินด้วยกรดหรือเบส แล้วชะล้างด้วยน้ำปริมาณมากเกินพอก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ

9. เผาในหลุมดินพร้อมกับกระดาษหรือไม้แล้วกลบให้มิดชิด

10. ใช้วิธีการเฉพาะกับสารเคมีซึ่งต้องใช้คำปรึกษาจากผู้แทนจำหน่าย

5) วิธีการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้สารเคมี

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2539: 15) ได้กล่าวถึงอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้สารเคมีพร้อมทั้งวิธีแก้ไข ซึ่งสรุปเป็นข้อ ๆ ดังต่อไปนี้

1. ไฟไหม้ เนื่องจากการปฏิบัติการทางเคมีในห้องปฏิบัติการนั้ น บางครั้งจะต้องใช้ตะเกียง ดังนั้นจึงมีโอกาสที่จะเกิดไฟไหม้ได้ จึงต้องทำการทดลองด้วยความระมัดระวัง และไม่ให้สารที่ติดไฟง่ายอยู่ใกล้ไฟ

วิธีแก้ไข เมื่อเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ สิ่งแรกที่ควรทำก็คือต้องรีบดับตะเกียงในห้องปฏิบัติการให้หมด แล้วนำสารที่ติดไฟง่ายออกจากห้องปฏิบัติการให้ห่างที่สุด เพื่อไม่ให้สารเหล่านี้เป็นเชื้อเพลิงได้ ในกรณีที่เกิดไฟไหม้เล็กน้อย จะดับไฟที่เกิดนี้ได้โดยใช้ผ้าเช็ดตัวที่เปียกคลุม แต่ถ้าหากไฟลุกลามออกไปจะต้องใช้เครื่องดับเพลิงเข้าช่วยทันที

2. สารเคมีถูกผิวหนัง เราทราบแล้วว่า สารเคมีทุกชนิดมีอันตรายมากน้อยแตกต่างกัน บางชนิดมีฤทธิ์กัดกร่อนต่อสิ่งของและเนื้อเยื่อเป็นอันตรายต่อผิวหนัง บางชนิดให้ไอระเหยที่เป็นอันตรายต่อระบบหายใจ บางชนิดไวไฟเป็นพิษหรือระเบิดได้ บางชนิดสามารถซึมผ่านเข้าไปในผิวหนัง ทำให้เกิดอันตรายได้มากมาย ด้วยเ หตุนี้ผู้ทดลองจึงไม่ควรให้สารเคมีถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้า

วิธีแก้ไข ถ้าทราบว่าถูกสารเคมีไม่ว่าจะเป็นชนิดใดก็ตามรีบล้างบริเวณนั้นทันทีด้วยน้ำมาก ๆ เพื่อไม่ให้สารเคมีมีโอกาสทำลายเซลล์ผิวหนังหรือซึมเข้าไปในผิวหนังได้

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

3. สารเคมีเข้าตา ขณะทำการทดลองหากก้มหรือม องใกล้มากเกินไป อาจทำให้ไอของสารเข้าตา หรือสารกระเด็นถูกตาได้

วิธีแก้ไข เมื่อเกิดอุบัติเหตุจากสารเคมีเข้าตาก็คือ จะต้องล้างตาทันทีด้วยน้ำอุ่นจำนวนมาก ๆ พยายามลืมตา และกรอกตาในน้ำนาน ๆ ถ้าสารเคมีที่เป็นด่างเข้า เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ แอมโมเนีย ฯลฯ จะเป็นอันตรายต่อตามากกว่ากรด จะต้องรี บล้างตาด้วยสารละลายกรดบอริก (Boric Acid) ที่เจือจาง ในกรณีที่กรดเข้าตาให้ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เจือจาง

4. การสูดไอหรือก๊าซพิษ เมื่อสูดไอของสารเคมี หรือก๊าซพิษ ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการทดลอง หรือสารที่ใช้ในการทดลองก็ตาม ปกติจะมีอาการต่าง ๆ เกิดขึ้น เช่น วิงเ วียน คลื่นไส้ หายใจขัด ปวดศีร ษะ ฯลฯ ซึ่งแล้วแต่พิษของสารเคมีนั้น ๆ หากไอนั้นกัดเนื้อเยื่อ ก็จะทำให้ระคายต่อระบบหายใจด้วย

วิธีแก้ไขก็คือ เมื่อทราบว่าสูดไอของสารเคมี จะต้องรีบออกไปจากที่นั้นและไปอยู่ในที่มีอากาศบริสุทธิ์ หากพบว่ามีผู้หายใจเอาก๊าซพิษเข้าไปมากจนหมดสติหรือช่วยตัวเองไม่ได้ จะต้องรีบนำออกจากที่นั้นทันที ซึ่งผู้เข้าไปช่วยต้องใส่หน้ากากป้องกันก๊าซพิษหรือใช้เครื่องช่วยหายใจ

5. การกลืนกินสารเคมี เนื่องจากอุ ปกรณ์บางอย่างผู้ทด ลองใช้ปากดูด สารเคมีอาจพรวดเข้าปากได้ หากสารเคมีนั้นเป็นสารพิษ ก็ย่อมจะเกิดอันตรายต่อผู้ทดลอง

วิธีแก้ไข เมื่อกลืนกินสารเคมีเข้าไปก็คือ จะต้องรีบล้างปากให้สะอาดเป็นอันดับแรกและต้องสืบให้รู้ว่ากลืนสารอะไรลงไป ต่อจากนั้นก็ให้ดื่มน้ำหรือนมมาก ๆ เพื่อทำให้ พิษเจือจางแล้วทำให้อาเจียนโดยใช้นิ้วกดโคนลิ้นหรือกรอกไข่ขาวปล่อยให้อาเจียนจนกว่าจะมีน้ำใส ๆ ออกมา

2.3.1.2 การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างถูกวิธี

อุปกรณ์ทดลองที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีส่วนใหญ่จะทำจากวัสดุที่เป็นแก้ว ซึ่งมีโอกาสแตกหักได้ง่าย และอาจก่อให้เกิดอัน ตรายแก่ผู้ทดลองขึ้นได้ นอกจากนี้อุปกรณ์ทดลองบางประเภทจะเป็นเครื่องไฟฟ้า ถ้าผู้ทดลองไม่มีความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์เครื่องไฟฟ้าดีพอ ก็อาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ทดลองได้เช่นกัน ดังนั้นผู้ทดลองจึงจะต้องมีความรู้ในการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างถูกวิธีในด้านต่อไปนี้

1) การป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ทดลอง
2) การแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ทดลอง

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

1) การป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ทดลอง

ธงชัย ชิวปรีชา และปรีชาญ เดชศรี (2528 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 23) ได้กล่าวถึง อันตรายและข้อปฏิบัติในการป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์เครื่องแก้ว และเครื่องไฟฟ้า ดังนี้

(1) การป้องกันอันตรายจากการใช้เครื่องแก้ว

ในห้องปฏิบัติการจะมีอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทำด้วยแก้วอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งเครื่องแก้วเหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งของการเกิดอุบัติเหตุ การใช้เครื่องแก้วจำเป็นต้องใช้อย่างถูกวิธีและระมัดระวัง

ข้อปฏิบัติโดยทั่วไปเกี่ยวกับการใช้เครื่องแก้ว มีดังนี้

1. การถือหลอดแก้วหรือแท่งแก้วต้องถือให้หลอดแก้วหรือแท่งแก้วอยู่ในแนวดิ่งเสมอ เพื่อป้องกันการหักหรือชนกับสิ่งต่าง ๆ

2. ควรสวมแว่นตานิรภัย เมื่อทำงานที่ต้องใช้เครื่องแก้วเพื่อป้องกันเศษแก้วกระเด็นเข้าตา หากแตกหรือระเบิด

3. ป้องกันมือด้วยผ้าหรือถุงมือเมื่อจะตัดแก้ว

4. อย่าวางเครื่องแก้วไว้ใกล้ขอบโต๊ะ เพื่อป้องกันการตกหล่น

5. อย่าเก็บเศษแก้วที่แตกแล้วด้วยมือเปล่า

6. การใส่หรือถอดหลอดแก้วออกจากจุกควรใช้น้ำ หรือกลีเซอรีนหยดลงไปเพื่อหล่อลื่นและใช้ผ้าจับหลอดแก้วหมุนไปมา ถ้าถอดไม่ออกให้ใช้มีดกรีดจุก

7. อย่าใช้เครื่องแก้วที่มีรอยร้าว

8. แก้วที่เผาจนร้อนแดง ต้องวางไว้หลายนาทีจึงจะจับได้ แก้วที่นำออกมาจากไฟใหม่ ๆ แม้จะมองดูเหมือนไม่ร้อน แต่จะยังมีความร้อนอยู่มาก เพราะแก้วคายความร้อนได้ช้า ควรวางแก้วที่เผาแล้วบนวัสดุทนไฟ อย่าวางบนพื้นโต๊ะเพราะจะทำให้พื้นไหม้เกรียมได้

(2) การป้องกันอันตรายจากการใช้เครื่องไฟฟ้า

ไฟฟ้าเป็นแหล่งอันตราย อีกแหล่งหนึ่งในห้องปฏิบัติการ เคมี ถ้าเป็นไปได้ควรติดตั้งสวิตซ์อัตโนมัติป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร สำหรับข้อควรระวังในการใช้ไฟฟ้ามีดังนี้คือ

1. จะต้องระมัดระวังในการต่อวงจร และก่อนผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในวงจรต้องตรวจให้แน่ใจก่อนว่าได้ต่อวงจรไว้ถูกต้องแล้ว

2. การเคลื่อนย้ายหรือปรับเปลี่ยนเครื่องไฟฟ้าทุกชนิดต้องตัดวงจรไฟฟ้าหรือดึงปลั๊กไฟออกก่อน

3. ต้องระวังไม่ให้น้ำหรือท่อน้ำไปสัมผัสกับปลั๊กหรือสวิตซ์ไฟฟ้า

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

4. อย่าใช้สิ่งอื่นนอกจากปลั๊กไฟฟ้าเสียบเข้าในเต้ารับ

5. ก่อนเสียบปลั๊กทุกครั้งต้องปิดสวิตซ์ก่อน แ ละในการใช้เครื่องขยายทางไฟฟ้าทุกชนิดก่อนเปิดและปิดเครื่องต้องลดการขยายจนต่ำสุดทุกครั้ง

2) การแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ทดลอง

ธงชัย ชิวปรีชา และปรีชาญ เดชศรี (2528 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ , 2545: 24) ได้กล่าวถึง วิธีแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์เครื่องแก้ว และเครื่องไฟฟ้า ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ถ้าเศษแก้วเข้าตาต้องนำผู้บาดเจ็บส่งโรงพยาบาลทันที อย่าพยายามเอาเศษแก้วออกจากดวงตาด้วยตนเอง

2. การล้างบาดแผล บาดแผลที่เกิดจากของมีคม ถ้าเป็นบาดแผลเล็กน้อยให้ ทำความสะอาดบาดแผลพร้อมทั้งเอาสิ่งที่ติดอยู่ในบาดแผลออกก่อน แล้วปิดแผลด้วยผ้าพันแผลที่ฆ่าเชื้อโรคแล้ว ในกรณีที่บาดแผลใหญ่ และลึกให้นำส่งโรงพยาบาลทันที

3. การช่วยเหลือคนที่ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า สิ่งแรกที่จำเป็นต้องทำด้วยความรอบคอบและรวด เร็วโดยที่ผู้ช่วยเหลือไม่ประสบอันตรายไปด้วย คือ ถอดปลั๊กหรือตัดวงจรไฟฟ้าหรือใช้ฉนวน เช่น ผ้าแห้ง ไม้แห้ง หรือเชือกแห้ง เขี่ย ผลัก หรือฉุด ให้ผู้ที่ได้รับอันตรายออกจากแหล่งกระแสไฟฟ้าหรือเขี่ยสายไฟให้หลุดออกไปจากตัวผู้บาดเจ็บ ห้ามใช้มือเปล่าแตะต้องตัวผู้กำลังได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2539: 15) ได้กล่าวถึงวิธีแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากแก้วบาดไว้ดังนี้ เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์จำพวกเครื่องแก้ว ซึ่งแตกได้ง่าย ถ้าอุปกรณ์เหล่านี้แตก ผู้ทดลองอาจถูกแก้วบาดได้ การเสียบหลอดแก้ว หรือเทอร์โมมิเตอร์ ลงในจุกยาง ถ้าหลอดแก้วหัก อาจจะทิ่มแทงมือได้เช่นเดียวกัน จึงเห็นได้ว่า อันตรายที่เกิดจากแก้วบาดนั้นมีได้มาก ผู้ทดลองจะต้องระมัดระวังไม่ให้อุปกรณ์พวกแก้วแตกหรือหัก หากพบควรรีบเก็บกวาดโดยเร็ว เพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้น

วิธีแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุแก้วบาดก็คือ ต้องทำการห้ามเลือดโดยเร็ว โดยใช้นิ้วมือหรือผ้าที่สะอาดกดลงบนแผล ถ้าเลือ ดยังออกมากให้ยกส่วนที่เลือดออกสูงกว่าส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย แล้วห้ามเลือดโดยใช้ผ้าหรือเชือกรัดระหว่างแผลกับหัวใจ แต่ต้องคลายออกเป็นครั้งคราวจนเลือดหยุดไหล แล้วทำความสะอาดแผลด้วยแอลกอฮอล์ ใส่ยา ปิดแผล ถ้าหากแผลใหญ่และลึกควรไปหาแพทย์

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

2.3.1.3 เทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2528 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ , 2545: 32) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการปฏิบัติการวิชาเคมีไว้ว่า การทดลองเคมีนักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เทคนิคหลายประการ เพื่อให้สามารถใช้เทคนิคในการทดลองได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับโอกาส ซึ่งจะช่วยให้ผลการทดลองถูกต้องและมีข้อผิดพลาดในการทดลองน้อยที่สุด เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการเคมี และที่เป็นพื้นฐานสำคัญดังภาคผนวก ง

1) การสร้างความสำนึกด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี

ในการปฏิบัติจำต้องคำนึงถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้น และปฏิบัติให้ปลอดภัยอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นความสำนึกในด้านความปล อดภัยจึงเกี่ยวโยงไปถึงว่ามีการคิด และวางแผนอย่างไร สำหรับความปลอดภัย การคิดถึงอัน ตราย การป้องกัน และพร้อมที่จะปฏิบัติ จึงเป็นจุดสำคัญของความสำนึก ด้านความปลอดภัย ฝ่ายวิชาการบริษัทสกายบุกส์ (2542 อ้างถึงใน บุญรอด พุ่มพุฒิ, 2546: 15) ได้กำหนดข้อควรปฏิบัติเพื่อความสำนึกด้านความปลอดภัยอย่างแท้จริงไว้ 10 ประการ ดังนี้

1. ปฏิบัติตามคำแนะนำ อย่าเสี่ยง ถ้าไม่ทราบควรถามให้เข้าใจเสียก่อน
2. ชี้แนะหรือรายงานสถานการณ์ที่ไม่ปลอดภัย
3. อย่าหยอกล้อและหลีกเลี่ยงการก่อความรำคาญให้ผู้อื่น
4. ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด
5. ใช้เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ให้เหมาะสมกับงานที่ทำ และถูกวิธี
6. ช่วยเก็บสิ่งของทุกอย่างให้เป็นระเบียบ และสะอาดเรียบร้อย
7. ทุกครั้งที่ยกของควรย่อเข่า หรือขอความช่วยเหลือถ้าของนั้นมีน้ำหนักมาก
8. ปรับและซ่อมอุปกรณ์เมื่อมีหน้าที่ที่ต้องกระทำ
9. สวมใส่เสื้อผ้าให้ปลอดภัย ใช้อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลที่อยู่ในสภาพดี
10. เมื่อได้รับบาดเจ็บถึงแม้ว่าเล็กน้อย ควรรายงานเพื่อรับการรักษาทันที

2) การจัดการด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

การจัดการด้านความปลอดภัยเป็นการควบคุมสภาพแวดล้อมการใช้เครื่องมือเครื่องใช้และกระบวนการในการทำงาน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการลดอุบัติเหตุและความสูญเสียในการปฏิบัติงานของพนักงาน ในการจัดการความปลอดภัยควรเริ่มจากผู้บริหารสูงสุดขององค์การ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

โดยมีการกำหนดนโยบายความปลอดภัย กำหนดผู้รับผิดชอบ วางแผน และมีการควบคุมเพื่อให้การจัดการนั้นบรรลุวัตถุประสงค์ของความปลอดภัยที่กำหนดขึ้น (สุภาพร เทียมวงศ์, 2550: 28)

การจัดการด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ควรเริ่มต้นจากการพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการ ตามด้วยการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการและจัดระบบห้องปฏิบัติการใหม่เพื่อให้เกิดการปฏิบัติงานที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ การบริหารจัดการด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการมีขั้นตอนดังนี้

1. การพิจารณาปัญหาในการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการ โดยเริ่มจากการพิจารณาถึงแห ล่งกำเนิดของเสียอันตรายหรือมลพิษไปจนถึงการจัดการของเสียอันตรายและไม่เสี่ยงอันตราย รวมถึงการลดปริมาณการใช้สารเคมีเสี่ยงอันตราย การลดการก่อให้เกิดของเสียเสี่ยงอันตราย ลดการทิ้งสารเคมีหรือวัสดุอันตราย กระตุ้นให้เกิดมาตรการเผยแพร่ความรู้และวิธีการตลอดจนนโยบายในการป้องกันมลพิษภายในห้องปฏิบัติการ

2. จัดรูปแบบและปรับปรุงสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ หมายถึง การปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการให้ลดการเผชิญกับสารอันตราย ซึ่งห้องปฏิบัติการต้องจัดทำระบบเพื่อความปลอดภัย เช่น การจัดระบบการจัดเก็บสารเคมี การจัดระบบการจัดเก็บของเสีย การจัดระบบการปฏิบัติงาน โดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย เช่น การปฏิบัติงานโดยใช้ตู้ดูดควัน การจัดหาอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยที่จำเป็นประจำห้องปฏิบัติการ เช่น อ่างล้างตา (Eye Wash) ฝักบัวล้างตัว (Emergency Sh ower) การจัดหาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment : PPE) ที่จำเป็น เช่น แว่นตา หน้ากาก ถุงมือ ชุดปฐมพยาบาลเบื้องต้น และควรมีสัญญาณเตือนภัย เช่น Emergency Alarm, Smoke Alarm, Heat Detector พร้อมระบบ Sprinkle และระบบดับเพลิงในกรณีฉุกเฉิน

3. จัดระบบองค์กรภายในห้องปฏิบัติการ การจัดระบบองค์กรภายในห้องปฏิบัติการนั้น เป็นการจัดระบบการบริหารภายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีการกำหนดภาระหน้าที่ปฏิบัติงานของบุคลากรทุกคนไว้อย่างชัดเจน รวมถึงต้องมีการเข้ารับการฝึกอบรมและพัฒนาความรู้ในด้านวิชาการและการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการ การลดปริมาณของเสีย การป้องกันและควบคุมมลพิษด้วย

4. จัดระบบปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการ มีจุดประสงค์หลักเพื่อกำหนดระเบียบของการปฏิบัติงานเพื่อให้สามารถประเมินหรือพิจารณาลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อม ทั้ งในด้านของการก่อมลพิษ การป้องกันและควบคุมการเกิดมลพิษ ซึ่งการจัดระบบปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการนั้น ได้แก่ การจัดเอกสารในรูปของคู่มือ สมุดบันทึกและแผน การปรับเปลี่ยน

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

หรือเลือกใช้กระบวนการเพื่อลดการเกิดมลพิษ การใช้นโยบายจัดซื้อโดยวิธีรวมศูนย์ การใ ช้เทคนิคในการป้องกันมลพิษ เป็นต้น

5. จัดระบบบริหารจัดการสารเคมี เช่น การจัดแยกประเภทของสารเคมีไว้เป็นกลุ่มต่าง ๆ ตามชนิดอันตรายที่เกิดขึ้น

6. การจัดระบบการจัดการของเสีย โดยต้องเริ่มจากการจำแนกของเสียอันเกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการออกเป็นประเภทต่าง ๆ เพื่อให้ทราบต้นเหตุหรือจุดกำเนิดของของเสียก่อนแล้วจึงดำเนินการจัดการกับของเสียเหล่านั้น

7. จัดระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ โดยการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการ จัดระบบเพื่อความปลอดภัย ใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน จัดหาอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยที่จำเป็นประจำห้องปฏิบัติการ จัดหาอุปกรณ์ป้องกันเฉพาะบุคคล จัดชุดปฐมพยาบาลเบื้องต้น จัดระบบสัญญาณเตือนภัยและระบบดับเพลิงฉุกเฉิน จัดทำคู่มือความปลอดภัยภายในห้องปฏิบัติการ ฝึกอบรมความปลอดภัย เป็นต้น

3) กฎระเบียบและข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเคมี

เพื่อให้การทดลอง ได้ผลดีหรือมีความผิดพลาดน้อย ที่สุด และเกิดความปลอดภัยต่อผู้ทดลอง จึงกำหนดข้อควรปฏิบัติทั่ว ๆ ไปในห้องปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้ (ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ , 2538: 1-4)

1. ต้องระลึกอยู่เสมอว่าห้องปฏิบัติการทดลองเป็นสถานที่ทำงาน ต้องทำการทดลองด้วยความตั้งใจอย่างจริงจัง

2. ต้องรักษาระเบียบบนโต๊ะปฏิบัติการ เพราะการทดลองจะผิดพลาดได้ง่าย ถ้าบนโต๊ะปฏิบัติการไม่มีระเบียบ เช่น อาจหยิบหลอดทดลองผิด หรือในกรณีที่ทำสารหกจะต้องรีบทำความสะอาดทันที เครื่องแก้วหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแล้วต้องล้างให้สะอาดแล้วเก็บเข้าตู้ เมื่อไม่ต้องการใช้ทดลองอีก นอกจากนี้การรักษาระเบียบบนโต๊ะปฏิบัติการยังสามารถช่วยลดอุบัติเหตุและยังเป็นการช่วยประหยัดเวลาในการค้นหาสิ่งของที่ต้องการอีกด้วย

3. ต้องอ่านคู่มือปฏิบัติการทดลองก่อนที่จะปฏิบัติการทดลองนั้น ๆ และพยายามทำความเข้าใจถึงขั้นตอนการทดลองให้แจ่มแจ้ง หากมีความสงสัยในตอนใด ๆ จะต้องถามอาจารย์ผู้ควบคุมเสียก่อน ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติการทดลอง

4. ต้องไม่ทำการทดลองใด ๆ ที่นอกเหนือไปจากการทดลองที่มีไว้ในคู่มือปฏิบัติการ หรือที่ได้รับมอบหมายจากอาจารย์ผู้ควบคุมเท่านั้น แต่ถ้าต้องการทำการทดลองใด ๆ ที่

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

นอกเหนือไปจากหนังสือคู่มือหรือที่อาจารย์มอบหมาย จะต้องได้รับอนุญาตจากอาจารย์ผู้ควบคุมเสียก่อน

5. อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการทดลองต้องสะอาด ความสกปรกเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ผลการทดลองผิดพลาด หรือคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

6. อุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่น ๆ เช่น สามขา ที่ยึดสายยาง ฯลฯ ที่นำมาใช้ในการทดลองนั้น ๆ จะต้องนำไปเก็บไว้ที่เดิมหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว

7. ควรทำการทดลองในห้องปฏิบัติการตามเวลาที่กำหนดให้เท่านั้น ไม่ควรทำงานในห้องปฏิบัติการเพียงคนเดียว เพราะเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นจะไม่มีใครทราบ และไม่อาจช่วยได้ทันท่วงที

8. เมื่อต้องการใช้สารละลายที่เตรียมไว้ ต้องรินออกจากขวดใส่ลงในบีกเกอร์ก่อน โดยรินออกมาประมาณเท่ากับจำนวนที่ต้องการจะใช้ อย่ารินออกมามากเกินไปเพราะจะทำให้สิ้นเปลืองสาร โดยเปล่าประโยชน์ ถ้าสารละลายที่รินออกมาแล้วนี้เหลือให้เทส่วนที่เหลือนี้ลงในอ่าง อย่าเทกลับลงในขวดเดิมอีก ทั้งนี้เพื่อป้องกันการปะปนกัน

9. ถ้ากรดหรือด่างหรือสารเคมีที่เป็นอันตรายถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้า ต้องรีบล้างออกด้วยน้ำทันที เพราะมีสารเคมีหลายชนิดซึมผ่านเข้าไปในผิวหนังได้อย่างรวดเร็ว และเกิดเป็นพิษขึ้นมาได้ ซึ่งแต่ละคนจะมีความรู้สึกหรือเกิดพิษแตกต่างกัน

10. อย่าทดลองชิมสารเคมีหรือสารละลาย เพราะสารเคมีส่วนมากเป็นพิษอาจเกิดอันตรายได้นอกเสียจากจะได้รับคำสั่งจากอาจารย์ผู้ควบคุมให้ชิมได้

11. อย่าใช้มือหยิบสารเคมีใด ๆ เป็นอันขาด และพยายามไม่ให้ส่วนอื่น ๆ ของร่างกายถูกสารเคมีเหล่านี้ด้วย นอกเสียจากจะได้รับคำสั่งจากอาจารย์ผู้ควบคุมให้ปฏิบัติ

12. อย่าเทน้ำลงบนกรดเข้มข้นใด ๆ แต่ค่อย ๆ เทกรดเข้มข้นลงในน้ำอย่างช้า ๆ พร้อมกับกวนตลอดเวลา

13. เมื่อต้องการจะดมกลิ่นสารเคมี อย่านำสารเคมีมาดมโดยตรง ควรใช้มือพัดกลิ่นสารเคมีนั้นเข้าจมูกเพียงเล็กน้อย (อย่าสูดแรง ๆ) โดยถือหลอดที่ใส่สารเคมีไว้ห่าง ๆ

14. ออกไซด์ของธาตุบางชนิดเป็นก๊าซพิษ เช่น ออกไซด์ของกำมะถัน ไนโตรเจนและก๊าซแฮโลเจน ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก็เป็นก๊าซพิษเช่นเดียวกัน การทดลองใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับก๊าซเหล่านี้ควรทำในตู้ควัน

15. อย่าทิ้งของแข็งต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการ เช่น ไม้ขีดไฟหรือกระดาษกรองที่ใช้แล้ว ฯลฯ ลงในอ่างน้ำเป็นอันขาด ควรทิ้งในถังขยะที่จัดไว้ให้

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

16. อย่านำแก้วอ่อน เช่น กระบอกตวง กรวยแยก ไปให้ความร้อน เพราะจะทำให้ละลายใช้การไม่ได้

17. อย่านำบีกเกอร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมาใช้ตักน้ำดื่ม ถึงแม้ว่าจะดูสะอาดก็ตาม เพราะอาจมีสารเคมีตกค้างอยู่

18. หลังการทดลองแต่ละครั้งต้องล้างมือให้สะอาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งก่อนกินอาหาร เพราะในขณะทำการทดลองอาจมีสารเคมีที่เป็นอันตรายติดอยู่ก็ได้

19. ห้ามสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการ เพราะการสูบบุหรี่อาจทำให้สารที่ติดไฟง่ายติดไฟได้ หรืออาจทำให้อนุภาคของสารเคมีที่ระเหยกลายเป็นไอถูกเผาผลาญในขณะสูบบุหรี่แล้วถูกดูดเข้าไปในปอด

20. อย่ากินอาหารในห้องปฏิบัติการ เพราะอาจมีสารเคมีปะปนกับอาหารที่รับประทานเข้าไป เช่น อาจอยู่ในภาชนะที่ใส่อาหาร ภาชนะที่ใส่น้ำสำหรับดื่มหรือที่มือของท่าน ซึ่งสารเคมีบางชนิดอาจมีพิษหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้

21. เมื่อเสื้อผ้าที่สวมอยู่ติดไฟ อย่าวิ่ง ต้องพยายามดับไฟก่อนโดยนอนกลิ้งลงบนพื้นแล้วบอกให้เพื่อน ๆ ช่วยโดยใช้ผ้าหนา ๆ คลุมรอบตัวหรือใช้ผ้าเช็ดตัวที่เปียกคลุมบนเปลวไฟให้ดับก็ได้

22. เมื่อเกิดไฟไหม้ในห้องปฏิบัติการ จะต้องรีบดับตะเกียงในห้องปฏิบัติการให้หมด และนำสารที่ติดไฟง่ายออกไปให้ห่างจากไฟมากที่สุด ซึ่งผู้ปฏิบัติการทดลองทุกคนควรจะต้องรู้แหล่งที่เก็บเครื่องดับเพลิงและรู้จักวิธีใช้ ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการนำมาใช้ได้ทันที

23. หากผู้ทดลองเกิดอุบัติเหตุในขณะทำการทดลอง ต้องรายงานอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทุกครั้ง ต่ออาจารย์ผู้ควบคุม ไม่ว่าจะเกิดมากหรือน้อยเพียงใดก็ตาม

24. ก่อนนำเอาสารละลายในขวดไปใช้ จะต้องดูชื่อสารบนฉลากติดขวดสารละลายอย่างน้อยสองครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าใช้สารที่ต้องการไม่ผิด

25. เมื่อจะใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายหรือสารที่ว่องไวต่อปฏิกิริยาหรือสารที่มีกลิ่นเหม็น เช่น เบนโซอิล คลอไรด์ ฟอสฟอรัสไตรคลอไรด์ โบรมีน ฯลฯ จะต้องทำในตู้ควัน

26. ภาชนะแก้วที่ร้อนจะดูคล้ายกับภาชนะแก้วที่เย็น ดังนั้นควรให้เวลานานพอสมควรในการให้ภาชนะแก้วที่ร้อนเย็นลง

27. น้ำที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเคมีจะต้องใช้น้ำกลั่นทุกครั้ง แต่อย่าใช้ฟุ่มเฟือยเกินความจำเป็น เช่น ใช้ล้างอุปกรณ์ เป็นต้น เพราะกว่าจะกลั่นได้ต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายมาก

28. เมื่อใช้เครื่องควบแน่น อย่าไขน้ำเข้าเครื่องควบแน่นแรงนัก เพราะจะทำให้สูญเสียน้ำไปโดยเปล่าประโยชน์ ควรไขน้ำเข้าเครื่องควบแน่นเบา ๆ ก็ได้

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

29. ขณะต้มสารละลายหรือให้สารทำปฏิกิริยากันในหลอดทดลอง จะต้องหันปากหลอดทดลองออกห่างจากตัวเองและห่างจากคนอื่น ๆ ด้วย

30. การทดลองใด ๆ ที่ทำให้เกิดสูญญากาศ ภาชนะที่ใช้จะต้องหนาพอที่จะทนต่อความดันภายนอกได้

31. ขวดบรรจุสารละลายหรืออุปกรณ์อื่นใดที่มีตัวทำละลายอินทรีย์บรรจุอยู่ อย่าใช้จุกยางปิดปากขวดเป็นอันขาด เพราะตัวทำละลายอินทรีย์สามารถกัดยางได้ทำให้สารละลายสกปรก และจะเอาจุกยางออกจากขวดได้ยาก เพราะจุกส่วนข้างล่างบวม

32. อย่าทิ้งโลหะโซเดียมที่เหลือจากการทดลองลงในอ่างน้ำ เพราะจะเกิดปฏิกิริยากับน้ำอย่างรุนแรง จะต้องทำลายด้วยแอลกอฮอล์เสียก่อน แล้วจึงเททิ้งลงในอ่างน้ำ

33. เมื่อการทดลองใดใช้สารที่เป็นอันตราย หรือเป็นการทดลองที่อาจระเบิดได้ ผู้ทดลองควรสวมแว่นตานิรภัยเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น

34. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองต้องทำความสะอาดพื้นโต๊ะปฏิบัติการ ตรวจของในตู้และใส่กุญแจให้เรียบร้อย แล้วล้างมือให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

35. พึงระลึกอยู่เสมอว่าต้องทำการทดลองด้วยความระมัดระวังที่สุด ความประมาทเลินเล่ออาจทำให้เกิดอันตรายต่อตัวเองได้

4) การดูแลความสะอาด และความเป็นระเบียบเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการเคมี

วิจิตรา พรหมพันธุม และคนอื่นๆ (2540 : 42-46 อ้างถึงใน บุญรอด พุ่มพุฒิ , 2546 : 25-26) ได้อธิบายถึงการดูแลความสะอาด ความเป็ นระเบียบเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งเห็นได้จากคำขวัญที่ว่า “ความปลอดภัยจะได้มามาจากความเป็นระเบียบเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ ” การดูแลความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการประการหนึ่ง ได้แก่ การกำจัดสิ่งของที่ไม่จำเป็นออกไป และดูแลความสะอาด ก่อนการจัดเก็บให้เป็นระเบียบในสถานที่ที่เหมาะสมเพื่อจะได้นำมาใช้ได้ง่าย เมื่อทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว หรือกำลังทำอยู่ควรเก็บและวางของรอบตัวให้เป็นระเบียบเพื่อความสะอาดของสภาพแวดล้อม การปฏิบัติและได้เขียนถึงการส่งเสริมการดูแลความสะอา ดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ ควรจัดให้มีดังนี้

1. กำหนดข้อควรปฏิบัติพื้นฐาน 5 ประการ ในการดูแลความสะอาด และความ เรียบร้อย

- พยายามไม่ทิ้งวางสิ่งของหรือเครื่องมือเกลื่อนกลาด

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

- เมื่อสังเกตเห็นมีสิ่งของที่ไม่จำเป็ นในการใช้งาน ควรกำจัดออกไปทันที
- เก็บวางสิ่งของในสถานที่ ๆ จัดไว้
- วางสิ่งของให้ถูกต้อง โดยวางซ้อนกันอย่างเป็นระเบียบและปลอดภัย
- ดูแลให้สะอาดอยู่เสมอ

2. กำหนดข้อควรปฏิบัติ 8 ประการ ในการจัดซ้อนสิ่งของ
   - ต้องจัดซ้อนสิ่งของหรือวัตถุที่มีรูปร่างเหมือนกันไว้ด้วยกัน
   - อย่าวางวัตถุหรือสิ่งของที่จะต้องใช้ก่อน ไว้ข้างล่าง
   - จัดซ้อนโดยเริ่มจากของหนักไปเบา และจากชิ้นใหญ่ไปชิ้นเล็ก
   - ความสูงของสิ่งของที่ซ้อนกัน ไม่ควรสูงเกินสามเท่าข องความกว้างของฐาน
   - เมื่อวางซ้อนสิ่งของที่มีลักษณะยาว ควรวางตามแนวนอน
   - สิ่งของที่ล้มง่ายควรวางตามแนวนอนหรือหากวางแนวตั้งควรผูกมัดรวมกัน
   - ให้วางไม้หนุนสิ่งของที่กลิ้งไหลได้ง่าย
   - แยกสิ่งของที่แตกหักง่าย โดยจัดวางซ้อนไว้ต่างหากจากชนิดอื่น ๆ
3. กำหนดข้อควรปฏิบัติ 5 ประการ ในการจัดเก็บสิ่งของ
   - เก็บสิ่งของที่ใช้บ่อยไว้ในสถานที่ที่สะดวกต่อการนำมาใช้
   - เก็บวัสดุที่มีขนาดเล็ก ๆ ไว้ในกล่อง โดยแยกตามประเภทและขนาด
   - เก็บสิ่งของที่แตกหักง่ายไว้ในกล่องไม้ เพื่อเป็นการป้องกัน
   - เก็บวัตถุอันตราย เช่น วัตถุไวไฟ และวัตถุระเบิดไว้แยกกัน
   - เก็บสิ่งของให้เป็นระเบียบโดยเขียนชื่อและปริมาณกำกับไว้
4. กำหนดข้อควรระวังอื่น ๆ
   - อย่าวางสิ่งของเครื่องมือไว้ตามกำแพง เสา หรือเครื่องจักร ถ้าจำเป็นควรผูกมัดไว้เพื่อไม่ให้ตกลงมา
   - เมื่อเก็บวางวัสดุไว้บนชั้นวางของ หรือในที่สูง ต้องแน่ใจว่าจะไม่ตกหล่นลงมา เมื่อมีการกระเทือนหรือสั่นอย่างรุนแรง
   - เมื่อเก็บวางวัสดุไว้บนชั้นควรวางของหนักไว้ชั้นล่างของเบาไว้ชั้นบน
   - อย่าวางวัสดุไว้ในที่สูงเกินไป

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

- กำจัดขยะ เศษวัสดุ เศษน้ำมันออกจากสถานที่ปฏิบัติโดยเร็วโดยแยกใส่ในภาชนะที่จัดไว้ตามประเภทของขยะ ในสถานที่ที่กำหนดไว้

- อย่าวางวัสดุไว้ใกล้เครื่องจักร แผงสวิตซ์ อุปกรณ์ดับเพลิง รวมทั้งบันไดทางเข้า ออก และทางออกฉุกเฉิน ซึ่งอาจเป็นอันตรายรุนแรง เมื่อเกิดความไม่ปลอดภัยขึ้น

- อย่าวางสิ่งของ ผลผลิต หรือขยะนอกบริเวณที่กำหนดไว้

- ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ จำเป็นต้องวางสิ่งของนอกบริเวณที่กำหนด ควรติดป้ายหรือเครื่องหมายเพื่อให้ผู้เดินผ่านสามารถมองเห็นได้ชัด

- พยายามเคลื่อนย้ายสิ่งของเหล่านั้นออกให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

- อย่าจอดรถเข็นหรือพาหนะในการยกเคลื่อนย้ายอื่น ๆ ตามทางเดิน

- พยายามดูแลทางเดิน และพื้นโรงงานให้สะอาดอยู่เสมอ เพื่อ ป้องกันการลื่นล้ม หรือเหยียบบนสิ่งของมีคม ควรรีบเช็ดถูคราบน้ำมันที่หกตามพื้นในทันที

- ทำความสะอาดหลอดไฟฟ้า และกระจกหน้าต่างเป็นประจำสม่ำเสมอ

2.4 ความหมายของอุบัติเหตุ

ได้มีผู้ให้ความหมายของคำว่า “อุบัติเหตุ” ไว้ดังนี้

ฟอง เกิดแก้ว (2518 อ้างถึงใน จักราวุธ จึงสมาน, 2542: 9) ได้ให้ความหมายของอุบัติเหตุไว้ว่า “อุบัติเหตุ หมายถึง เหตุการณ์ใด ๆ ที่เกิดขึ้นโดยมิได้ตั้งใจ หรือมิได้คาดคิดมาก่อน และเป็นผลให้เกิดความเสียหายแก่ร่างกายของคนเรา หรือเกิดความเสียหายแก่ร่างกายของคนเรา หรือเกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินของเรา”

เฉลิมชัย ชัยกิตติภรณ์ และชัยชนะ พงษ์พาณิชย์ (2625 อ้างถึงใน จักราวุธ จึงสมาน, 2542: 9) ได้ให้ความหมายของอุบัติเหตุไว้ว่า “อุบัติเหตุ หมายถึง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่มีใครคาดคิด ไม่ได้ตั้งใจให้เกิดขึ้น ไม่มีการว างแผนไว้ล่วงหน้า และไม่สามารถควบคุมได้ เมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นย่อมจะทำให้เกิดผลเสียหายหลายประการ”

วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์ และวิฑูรย์ สิมะโชคดี (2528 อ้างถึงใน จักราวุธ จึงสมาน, 2542: 9) ได้ให้ความหมายของอุบัติเหตุไว้ว่า “อุบัติเหตุ หมายถึง เหตุ การณ์ที่เกิดขึ้นโดยมิได้มีการวางแผนไว้ล่วงหน้าซึ่งก่อให้เกิดการบาดเจ็บ พิการ ตาย และทำให้ทรัพย์สินได้รับความเสียหาย”

สรุปได้ว่า “อุบัติเหตุ หมายถึง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่ได้คาดคิดมาก่อน ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลเสียหายกับร่างกายหรือทรัพย์สินได้”

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

2.4.1 สาเหตุของอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมีต้องมีสาเหตุ เพราะฉะนั้นก่อนที่จะหาวิธีป้องกันอุบัติเหตุได้ จำเป็นต้องค้นหาสาเหตุให้ได้เสียก่อน สุชาตา ชินะจิตร (2527 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 12) และประพิน ออกเวหา (2524 อ้างถึงใน จักราวุธ จึงสมาน, 2542: 9) ได้กล่าวถึงสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี สรุปได้ว่า อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ เคมีนั้น มีสาเหตุใหญ่ 2 ประการคือ

1. ครูหรือผู้สอนให้คำแนะนำหรือชี้แจงในการปฏิบัติกิจกรรมนั้ น ๆ ไม่เพียงพอหรือให้คำแนะนำผิด ไม่จัดเตรียมเครื่องมือหรืออุปกรณ์สำหรับป้องกันอันตรายไว้ใช้ ไม่ดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิด หรือไม่ตรวจสอบเครื่องมือก่อนนำไปใช้

2. นักเรียนไม่ปฏิบัติตามกฎ และคำแนะนำ ใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง ทำการทดลองด้วยความประมาท ขาดความระมัดระวัง ไม่มีความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริงเกี่ยวกับวิธีการใช้สารเคมีและอุปกรณ์การป้องกันอันตรายอื่น ๆ ได้แก่ การทดลองไม่เหมาะสมกับผู้เรียน อุปกรณ์ชำรุดหรือไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติการ

ศูนย์ชีวอนามัยมาบตาพุด (2541 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 12) ได้แบ่งแหล่งที่อาจทำให้เกิดอันตรายในห้องปฏิบัติการไว้ ดังนี้

1. อันตรายจากสิ่งแวดล้อมทางเคมี
2. อันตรายจากสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ
3. อันตรายจากสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ
4. อันตรายจากสิ่งแวดล้อมทางเออร์โกโนมิคส์
5. อันตรายจากการเกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ
6. อันตรายจากการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือ
7. อันตรายจากไฟฟ้า
8. อันตรายจากเพลิงไหม้และการระเบิด

แหล่งที่อาจทำให้เกิดอันตรายทั้ง 8 แหล่งนี้ มีโอกาสก่อให้เกิดอุบัติเหตุให้ตลอดเวลา

2.4.2 ลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี

อุบัติเหตุมีโอกาสเกิดขึ้นได้เสมอขณะทำกิจกร รมอื่น ๆ การปฏิบัติกิจกรรมในห้องปฏิบัติการย่อมมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุหรือได้รับอันตรายเช่นกัน ดังนั้น จึงควรทราบถึงแหล่งที่

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

อาจทำให้เกิดอันตรายในห้องปฏิบัติก าร วัลลี สุวจิตตานนท์ (2525 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 13) พรพรรณ ไชยประพาฬ (2522 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 13) และประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2539:15-16)ได้กล่าวถึงลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ว่า เกิดจาก ไฟไหม้ ไฟลวก แก้วบาด กระแสไฟฟ้า สารเคมีถูกผิวหนังหรือเข้าตา สูดไอหรือก๊าซพิษ กลืนกินสารเคมี

2.4.3 การป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี

ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เคมี จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ตั้งแต่ผู้ออกแบบห้อง ผู้วางแผนการทดลอง ผู้ควบคุมการทดลอง ผู้ให้บริการและผู้เรียน ซึ่งผดุงยศ ดวงมาลา (ม.ป.ป. อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ , 2545:13)ได้กล่าวถึงการป้องกันอุบัติ เหตุในห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งสรุปได้ว่า ครูต้องมีหน้าที่ชี้แจงให้นักเรียนปฏิบัติตามระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ ชี้แจงอันตรายที่อาจเกิดขึ้น หมั่นตรวจสอบอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี แยกสารเคมีที่เป็นอันตรายไว้ต่างหาก พร้อมทั้งทำฉลากคำเตือนไว้ และรู้วิธีการใช้สารเคมีและอุปกรณ์ จัดโต๊ะเก้าอี้นั่งภายในห้องปฏิบัติการให้เรียบร้อยอยู่เสมอ

ประพิน ออกเวหา (2524 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 13) ได้กล่าวถึงการปฏิบัติทั่ว ๆ ไป เพื่อป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ สรุปได้ว่า นักเรียนที่ทำการทดลองต้องรู้เทคนิคในการทดลอง เช่น ไม่นั่งทำการทดลองขณะใช้สารไวไฟ กรด เบส เก็บเครื่องมืออุปกรณ์เข้าที่และวางไว้ในที่ปลอดภัย รักษาความสะอาด ความเป็นระเบียบในห้องปฏิบัติการและปฏิบัติตามกฎของห้องปฏิบัติการอย่างเคร่งครัด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 13) ได้ให้ข้อเสนอแนะถึงหลักการทั่ว ๆ ไปในการป้องอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ เคมี ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. มีระเบียบข้อบังคับ เพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติ ซึ่งเป็นมาตรการเบื้องต้นของการป้องกันอุบัติเหตุ

2. ฝึกนิสัยในการทำงาน ให้คำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ

3. ดูแลรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์ ห้องปฏิบัติการให้สะอาด เป็นระเบียบอยู่เสมอ

4. อาจารย์ให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ การเก็บสารเคมี ตลอดจนอันตรายจากการใช้สารเคมี พร้อมทั้งวิธีป้องกันและวิธีแก้ไข

5. มีอุปกรณ์สำหรับการป้องกันอุบัติเหตุไว้ประจำห้องปฏิบัติการ เช่น ตู้ยา อุปกรณ์ดับเพลิง อุปกรณ์ป้องกันสารกระเด็นเข้าตา

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

6. บันทึกอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทุกครั้ง เพื่อประโยชน์ต่อผู้ที่จะมาปฏิบัติภายหลัง

7. ปลูกฝังให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการทำงานด้วยความปลอดภัย

2.4.4 การแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นได้ในห้องทดลอง หากผู้ทดลองทำด้วยความประมาทเลินเล่อหรือขาดความระมัดระวัง ขาดความเอาใจใส่ในเรื่องที่ทำการทดลอง เมื่อเกิดอุบัติเหตุต้องหาวิธีก ารแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นให้ลดลงได้บ้าง ดังที่ ผดุงยศ ดวงมาลา (ม.ป.ป. อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ , 2545 : 13) และ ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2539 : 15-16) ได้กล่าวถึงวิธีการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี สรุปได้ดังนี้

1. ไฟไหม้ ต้องรีบ ดับตะเกียงในห้องปฏิบัติการให้หมด นำสารที่ไวไฟออกจากห้องปฏิบัติการ ในกรณีเกิดไฟไหม้เล็กน้อย ให้ใช้ผ้าเปียกหรือทรายคลุมไว้ แต่ถ้าไฟลุกลามออกไปเป็นบริเวณกว้าง ต้องใช้เครื่องดับเพลิง

2. แก้วบาด ต้องทำการห้ามเลือดโดยใช้นิ้วมือหรือผ้าที่สะอาดกดลงบนแผลด้วยแอลกอฮอล์ ใส่ยาทาแผลแล้วเอาพลาสเตอร์ยาปิดแผลไว้ ถ้าเป็นแผลใหญ่และลึกต้องนำส่งแพทย์

3. ไฟลวกหรือถูกของร้อน ให้แช่ในน้ำเย็นทันทีจนหายปวดแสบปวดร้อน แล้วใช้ยาสำหรับทาแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก ถ้าถูกไฟลวกมาก ๆ ต้องนำส่งแพทย์

4. สารเคมีถูกผิวหนัง ต้องรีบล้างบริ เวณที่ถูกส ารเคมีด้วยน้ำ จำนวน มาก ๆ เป็นขั้นแรก ถ้าสารนั้นเป็นกรดให้ล้างด้วยเบสอ่อน เช่น สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตแล้วทาด้วยแมกนีเซีย กลีเซอรอลเพสต์ (Magnesia Glycerol P aste) ถ้าสารนั้นเป็นเบสให้ล้างตามด้วยกรดอ่อน เช่น สารละลายกรดน้ำส้มทาด้วยแมกนีเซีย กลีเซอรอล เพสต์

5. สารเคมีเข้าตา ต้องรีบล้างตาทันทีด้วยน้ำจำนวนมาก ๆ ถ้าสารเคมีที่เป็นกรดเข้าตาให้ล้างด้วยสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเจือจาง ถ้าสารนั้นเป็นเบสเข้าตา ให้ล้างตาด้วยสารละลายกรดบอริกที่เจือจาง

6. สูดไอหรือก๊าซพิษ ให้รีบออกไปที่ ๆ มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าผู้หายใจเอาก๊าซพิษเข้าไปมากจนหมดสติหรือช่วยตัวเองไม่ได้ ผู้ที่เข้าไปช่วยควรมีหน้ากากป้องกันก๊าซพิษ หรือเครื่องช่วยหายใจ เมื่อนำผู้ป่วยออกมาแล้วคลายเสื้อผ้าให้หลวมแล้วรีบนำส่งแพทย์ทันที

7. กลืนกินสารเคมี ต้องรีบล้างปากให้สะอาดเป็นอันดับแร ก ต่อจากนั้นให้ดื่มน้ำหรือดื่มนมมาก ๆ เพื่อทำให้พิษเจือจางแล้วทำให้อาเจียน โดยใช้นิ้วกดโคนลิ้นหรือกรอกไข่ขาวปล่อยให้อาเจียนจนกว่าจะมีน้ำใส ๆ ออกมา ถ้าผู้ป่วยกลืนสารกัดกร่อนหรือกรดแก่ อย่าพยายามทำให้อาเจียนทันที แต่ให้ดื่มน้ำปูนใสเพื่อทำให้อาเจียนเมื่ออาเจียนออกแล้วให้ดื่ม Milk of Magnesia ถ้า

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ผู้ป่วยกลืนเบสแก่ให้ดื่มกรดน้ำส้ม 0.2% ตามด้วยไข่ขาวตีกับน้ำเพื่อให้อาเจียน หากไม่ทราบว่าผู้ป่วยกลืนกินสารเคมีชนิดใดให้ใช้ยาแก้พิษทั่วไป (Universal Antidose) แล้วให้ดื่มนมสดผส มไข่ขาวตีกับน้ำเพื่อทำให้อาเจียน

8. กระแสไฟฟ้าช๊อต หาทางตัดกระแสไฟฟ้า โดยถอดปลั๊กหรือตัดกระแสไฟฟ้า โดยยกสะพานไฟ หรือใช้วัตถุที่ไม่เป็นสื่อไฟฟ้าเขี่ยสายไฟให้หลุดหรือขาดจากผู้ประสบอันตรายโดยเร็วที่สุดแล้วรีบนำส่งโรงพยาบาล

2.4.5 การปฐมพยาบาลเบื้องต้น

การปฐมพยาบาลเบื้ องต้น หมายถึง การช่ วยเหลือผู้ที่ได้รับบาดเจ็บเบื้องต้นภายในห้องปฏิบัติการ กรณีที่เกิดความไม่ปลอดภัยจากการปฏิบัติงานเพื่อลดอันตรายจากการบาดเจ็บหากเกิดมีการบาดเจ็บเพียงเล็กน้อย การปฐมพยาบาลอาจเพียงพอสำหรับการรักษาแต่กรณีที่บาดเจ็บมากหรืออาการรุนแรง ควรนำไปหาแพทย์โดยเร็วที่สุ ด โดยทั่วไปการปฐมพยาบาลจะเป็นเพียงการช่วยชั่วคราว จนกว่าจะได้รับการดูแลรักษาจากแพทย์ ผู้เกี่ยวข้องจึงควรคำนึงถึงอันตรายเฉพาะที่ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในแต่ละการปฏิบัติและควรจัดหาตู้เก็บอุปกรณ์เพื่อการปฐมพยาบาลไว้ให้พร้อม ห้องปฏิบัติการบางประเภทอาจต้องเตรียมหน้ากากออกซิเจนไว้เป็นอุปกรณ์ช่วยในการปฐมพยาบาลด้วย (อัจฉรา พุ่มฉัตร, 2539 อ้างถึงใน บุญรอด พุ่มพุฒิ, 2546: 18)

วิจิตรา พรหมพันธุม และคนอื่นๆ (2540 อ้างถึงใน บุญรอด พุ่มพุฒิ , 2546: 18) ได้กล่าวถึงการปฐมพยาบาลไว้ว่าหลายคนไม่สามารถควบคุมตนเองได้เมื่อได้รับบาดเจ็บ โดยเฉพาะเมื่อเห็นเลือดออกทำให้ไม่สามารถที่จะตัดสินใจอย่างมีสติได้ ดังนั้นความผิดพลาดในการปฐมพยาบาลอาจเสี่ยงต่ออันตรายถึงชีวิตได้ การปฐมพยาบาลก็เช่นเดียวกับการทำงานซึ่งจะต้องทำตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ด้วย เหตุนี้การปฏิบัติให้ถูกวิธีเป็นประ จำอยู่เสมอจะเป็นการเตรียมพร้อมสำหรับเหตุการณ์ฉุกเฉินที่อาจจะเกิดขึ้น

คณะอนุกรรมการแก้ไขปัญหาการวิเคราะห์สารเป็นพิษ (2534: 46-49) ได้แนะนำการปฐมพยาบาลตามลักษณะของการบาดเจ็บหรือได้รับอันตราย ดังต่อไปนี้

1. อาการช็อค อาจเกิดจากร่างกายเสียเลือด หรือน้ำมาก ๆ หรือขาดออกซิเจนจะมีอาการหายใจเร็ว ชีพจรเต้นเร็วและอ่อน หน้าซีด เหงื่อออกมาก ตัวเย็น วิธีการปฐมพยาบาลปฏิบัติ ดังนี้

- ถ้ามีเลือดออกให้ห้ามเลือดก่อน
- ให้นอนขาสูงขึ้น ศรีษะต่ำเพื่อให้เลือดไปเลี้ยงสมอง
- ห่มผ้าให้ร่างกายอบอุ่น
- ถ้าผู้ป่วยยังมีสติให้ดื่มน้ำอุ่น ๆ เพื่อช่วยกระตุ้นหัวใจ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

- ถ้าผู้ป่วยหยุดหายใจให้รีบช่วยหายใจ
- นำส่งโรงพยาบาล

2. การหายใจขัดอาจเกิดจากการหายใจเอาแก๊สพิษเข้าไปหรือได้รับออกซิเจนในอากาศไม่เพียงพอหรือถูกไฟฟ้าช็อตจะมีอาการหายใจขัด กระสับกระส่าย หยุดหายใจ หมดสติ ใบหน้าซีด หัวใจหยุดเต้น วิธีการปฐมพยาบาลควรปฏิบัติ ดังนี้

- นำผู้ป่วยออกจากที่เกิดเหตุ และมีอากาศถ่ายเทสะดวก
- ให้รีบช่วยหายใจ
- ถ้ามีเลือดออกให้ห้ามเลือดก่อน
- รีบนำส่งโรงพยาบาล

3. บาดแผลเกิดจากผิวหนังฉีกขาดด้วยของมีคม หรือแรงกระแทก วิธีการปฐมพยาบาลควรปฏิบัติ ดังนี้

- บาดแผลเนื่องจากของมีคม ให้ห้ามเลือดก่อน หากมีอาการช็อค ต้องแก้ไขอาการช็อคในกรณีแผลลึกต้องใช้ยาฆ่าเชื้อแล้วส่งแพทย์เพื่อเย็บแผล
- บาดแผลถลอก ให้ล้างด้วยน้ำสบู่และน้ำจนสะอาด ทายาฆ่าเ ชื้อ แล้วปิดแผลด้วยผ้าสะอาด
- บาดแผลฟกช้ำ ให้ประคบด้วยน้ำเย็นเพื่อไม่ให้เลือดคั่ง แล้วพันด้วยผ้าให้แน่นพอสมควร

4. แผลไหม้จากความร้อน ทำให้ผิวหนังแดง บวม พอง และปวดจนอาจหมดสติ วิธีการปฐมพยาบาลควรปฏิบัติดังนี้

- ผิวหนังไหม้เล็กน้อย มีอาการปวดแสบปวดร้อน จนผิวหนังแดง และพองให้ใช้ครีมสำหรับแผลไหม้ทาหรือใช้ผ้ากอซหรือสำลี สะอาดชุบสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 5 พอหมาด ๆ ปิด
- ผิวหนังไหม้รุนแรง จนเกิดอาการช็อคให้รีบแก้ไขก่อน จากนั้นปิดและพันแผลด้วยผ้าสะอาด ถ้าปวดมากให้ยาระงับปวดแล้วรีบนำส่งโรงพยาบาล

5. แผลจากสารเคมี ส่วนใหญ่เกิดจากการสัมผัสสารกัดกร่อนประเภทกรด ด่าง และสารออกซิไดซ์ วิธีการปฐมพยาบาลควรปฏิบัติ ดังนี้

- แผลจากกรด ล้างด้วยน้ำสะอาดปริมาณมากหลังจากนั้นล้างด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ร้อยละ 5 แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด หากแผลไหม้รุนแรงให้ล้างด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ ปล่อยให้แห้งแล้วทาด้วยครีมสำหรับแผลไหม้และถ้าแผลเกิดจากกรดซัลฟูริกเข้มข้น ห้ามใช้ด่างล้างก่อนล้างน้ำ เพราะจะทำให้ผิวไหม้จากความร้อน

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

- แผลจากด่าง ล้างด้วยน้ำสะอาดปริมาณมาก หลังจากนั้นล้างด้วยสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ ร้อยละ 5 หรือสารละลายอิ่มตัวกรดบอริก หรือสารละลายของกรดอะซิติก ร้อยละ 2 ล้างด้วยน้ำอีกครั้ง

6. สารกัดกร่อนเข้าตา สารประเภทกรดและด่างเป็นอันตรายต่อตาสูงโดยเฉพาะด่างจะเป็นอันตรายมากกว่ากรด วิธีการปฐมพยาบาลควรปฏิบัติดังนี้

- กรดเข้าตา ล้างด้วยน้ำสะอาดปริมาณมาก หลังจากนั้นล้างด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ร้อยละ 2

- ด่างเข้าตา ล้างด้วยน้ำสะอาดปริมาณมากหลังจากนั้นล้างด้วยสารละลายกรดบอริก ร้อยละ 2 หลังจากล้างตาแล้วยังมีอาการปวดมาก บรรเทาอาการปวดด้วยครีมป้ายตา จากนั้นนำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาล

7. การได้รับแก๊สพิษ แก๊สพิษแต่ละชนิดก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายแตกต่างกัน วิธีการปฐมพยาบาลควรปฏิบัติดังนี้

- นำผู้ป่วยออกจากที่เกิดเหตุไปยังที่อากาศบริสุทธิ์
- คลายเสื้อผ้าให้หลวม
- ถ้าไม่หายใจให้ผายปอด
- รีบนำส่งโรงพยาบาล

8. การได้รับพิษจากสารเคมีทางผิวหนัง นอกจากสารกัดกร่อนที่ทำลายผิวหนังให้ไหม้ สารเคมีบางชนิดอาจเป็นพิษต่อผิวหนัง เนื่องจากการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ เมื่อสัมผัสสารเคมีที่ทำลายผิวหนังแม้ยังไม่มีอาการพิษเกิดขึ้นให้รีบล้างด้วยน้ำและสบู่ให้สะอาด หากมีอาการรุนแรงให้นำส่งโรงพยาบาล

9. การได้รับพิษจากสารเคมีด้วยการกิน โดยปกติในห้องปฏิบัติการจะเกิดน้อย แต่ถ้าหากเกิดขึ้นควรปฏิบัติดังนี้

- สารกัดกร่อนห้ามทำให้อาเจียน ควรให้ดื่มน้ำมาก ๆ เพื่อลดปริ มาณความเข้มของกรดหรือด่างที่เข้าไปในร่างกาย กรณีที่เป็นกรดให้ดื่มนมหรือน้ำปูนใส ในกรณีที่เป็นด่างให้ดื่มกรดอะซิติก ร้อยละ 1 แล้วรีบนำส่งโรงพยาบาล

- สารเคมีที่ไม่ใช่ สารกัดกร่อน ควรทำให้ อาเจียนเพื่อให้สาร เคมีออกจากร่างกายไ ด้บางส่วน แล้วรีบนำส่งโรงพยาบาล

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

2.5 ระบบการจัดการของเสียของห้องปฏิบัติการเคมี

2.5.1 แหล่งกำเนิดของเสียอันตราย

ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ หมายถึง ของเสียใด ๆ ที่มีองค์ประกอบหรือปนเปื้อนวัตถุอันตรายชนิดต่าง ๆ ได้แก่ วัตถุระเบิด วัตถุไวไฟ วัตถุออกซิไดส์ และวัตถุเปอร์ ออกไซด์ วัตถุมีพิษ วัตถุก่อให้เกิดโรค วัตถุกัมมันตรังสี วัตถุที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุกัดกร่อน วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง วัตถุอย่างอื่นไม่ว่าจะเป็นเคมีภัณฑ์ หรือสิ่งอื่นใดที่ทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม ซึ่งของเสียดังกล่าวเกิดจากกิจกรรมในห้องปฏิบัติการ ของเสียที่มักพบเสมอในห้องปฏิบัติการ ได้แก่

1) ตัวทำละลาย (Solvent) ที่ใช้ในการทำความสะอาด การสกัด และกระบวนการอื่น ๆ
2) ตัวรีเอเจนต์ (Reagent) ที่ใช้แล้ว เสื่อมสภาพ หรือถูกปนเปื้อน
3) ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีทั้งที่ทราบและไม่ทราบองค์ประกอบ
4) วัตถุอื่น ๆ ที่ถูกปนเปื้อน เช่น เครื่องแก้ว พลาสติก ถุงมือ กระดาษ ฯลฯ (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป. : 2 อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548 : 99)

2.5.2 การแบ่งกลุ่มของเสียจากห้องปฏิบัติการ

การแบ่งกลุ่มของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการนั้น เพื่อที่จะได้ทราบถึงสมบัติของของเสียแต่ละประเภทและสามารถนำไปจัดการได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ซึ่งสามารถจัดกลุ่มของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการได้ดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป. อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม , 2548: 100-102)

ของเสียสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ

1. สารประกอบอินทรีย์ เป็นสารประกอบของธาตุ คาร์ บอน โดยอาจจะมีธาตุอื่นๆ เช่นไนโตรเจน ออกซิเจนไฮโดรเจน ฮาโลเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย เมื่อนำมาจัดตามสมบัติที่คล้ายคลึงกัน หรือกล่าวได้ว่า าจัดตามหมู่ฟังก์ชันของสารนั้น ๆ (หมู่ฟังก์ชันคืออะตอมที่มีอยู่ในโมเลกุล ซึ่งทำให้โมเลกุลนั้น ๆ มีปฏิกิริยาเคมีเฉพาะตัว) จะแบ่งออกได้เป็นหมู่ต่าง ๆ ดังนี้

1) กรดคาร์บอกซิลิก (Carboxylic acid)
2) กรดอินทรีย์อื่น ๆ (Other organic acids)
3) กรดเฮไลด์และแอนไฮไดรด์ (Acid halide and anhydrides)
4) ไธออล (Thiois)

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

5) ผลิตภัณฑ์กรดอื่น ๆ (Other acid derivatives)

6) สารประกอบไนโตร (Nitro compounds)

7) สารประกอบอินทรีย์กำมะถันอื่น ๆ (Other organosulfur compounds)

8) สารประกอบเอนไนโตร (N-nitro compounds)

9) สารประกอบโอโลเจนอื่น ๆ (Other halogenated compounds)

10) สารประกอบเปอร์ออกไซด์ (Organic peroxides)

11) สารไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon)

12) สารไฮโดรคาร์บอนที่มีโอโลเจนเป็นองค์ประกอบ (Halogenated hydrocarbon)

13) สีย้อมผ้าและเม็ดสีต่าง ๆ (Dyes and pigments)

14) อัลดีไฮด์และคีโทน (Aldehydes and ketones)

15) อีเธอร์ (Ether)

16) เอมีน (Amines)

17) แอลกอฮอล์และฟีนอล (Alcohols and phenols)

2. สารประกอบอนินทรีย์ (Inorganic Compound)

1) ฟอสฟอรัส (Phosphorous)

2) ฟอสฟอรัส [V] ออกไซด์ (Phosphorous [V] oxide)

3) โลหะต่าง ๆ (Metals)

4) สารเคมีประเภทประจุบวกประจุลบ

5) สารอโลหะที่มีน้ำประกอบในโมเลกุล (Non-metals hydrides)

6) เฮไลด์และกรดเฮไลด์หรืออโลหะต่าง ๆ (Halides and acid halide or non-metals)

7) ไฮดราซีนและสารประกอบไฮดราซีน (Hydrazine and substituted hydrazines)

3. สารเคมีประเภท Organo-Inorganic

สารประเภทนี้รวมพวก organometallic (โลหะอินทรีย์) / Metal Carbonyl (โลหะคาร์บอนิล) / Non-metal alkyl and aryls (อโลหะอัลคิลและแอริล) / Organomercury Compound. (สารประกอบอินทรีย์ปรอท) /Calcium Carbide (แคลเซียมคาร์ไบด์)

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

2.5.3 การจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการ

หลักในการพิจารณาของเสียอันตรายภายในห้องปฏิบัติการ

การพิจารณาของเสียห้องปฏิบัติการว่าเป็นของเสียอันตรายหรือไม่นั้นมีหลักพิจารณาดังนี้

1. ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์

ตัวอย่างที่เหลือทิ้งจากการวิเคราะห์ถูกจัดเป็นของเสียเสี่ยงอันตราย เมื่อผลวิเคราะห์ระบุว่ามีส่วนประกอบของสารที่เป็นของเสียอันตรายหรื ออยู่ในข้อกำหนดที่เป็นของเสียอันตราย เนื่องจากแหล่งที่มาของตัวอย่างหรือคุณสมบัติเป็นของเสียอันตราย ตัวอย่างเหล่านี้จะถูกจัดให้เป็นของเสียอันตรายในกรณีที่ยังไม่ได้ทำการวิเคราะห์หรือรอส่งตัวอย่างหรือเก็บไว้เพื่อรอวิเคราะห์ขั้นต่อไป ซึ่งภาชนะบรรจุของเสียอันตรายเหล่านี้ (ยกเว้นภาชนะบรรจุ พีซีบี) แต่ผ่านการทำความสะอาดที่เหมาะสมแล้วก็จะไม่ถูกกำจัดให้เป็นของเสียอันตราย ดังนั้นการจัดทิ้งตัวอย่างเหลือทิ้งจะต้องแยกประเภทของเสียของตัวอย่างเหลือทิ้งเหล่านั้นให้ถูกต้อง

2. สารเคมีที่เหลือใช้หรือใช้ไม่ได้

อาจเป็นสารเคมีที่หมดอายุหรือเนื่องจากเตรียมสารน้ำยาผิดพลาด ซึ่งในกรณีนี้ต้องจัดให้สารเคมีเหล่านี้เป็นของเสียอันตราย และจัดแยกประเภทของเสียที่ระบุไว้ในห้องปฏิบัติการ เพราะสารเคมีที่หมดอายุ เหลือใช้ หรือใช้ไม่ได้เหล่านี้จะมีความเข้มข้นสูง และมีความเสี่ยงอันตรายสูง หากไม่ได้รับการจัดการอย่างถูกต้องและเหมาะสมก็จะเกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน (สุชาดา ไชยสวัสดิ์, 2543 อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548: 105)

3. ของเสียที่เตรียมตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์

ในการเตรียมตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์ต้องมีขั้นตอนการดำเนินงานที่บางครั้งต้องใช้วัสดุต่าง ๆ เช่น สำลี กระดาษกรองที่ใช้ในการกรองสารละลาย กระดาษสำหรับชั่งสารเคมี กระดาษชำระหรือผ้าที่ใช้ทำความสะอาดภาชนะหรือพื้นที่ที่มีสารเคมีหก ต้องมีการจัดเก็บอย่างเหมาะสม

4. ของเสียจากกระบวนการวิเคราะห์

ของเสียจากกระบวนการวิเคราะห์ซึ่งประกอบด้วยน้ำยาทดสอบ สารเคมี อาหารเลี้ยงเชื้อ สีย้อม ฯลฯ ซึ่งบางอย่างจะเป็นของผสมระหว่างของเสียอันตรายและของเสียไม่อันตราย ซึ่งของเสียจากกระบวนการวิเคราะห์แต่ละอย่าง จะถูกแยกประเภ ทและต้องนำไปจัดเก็บอย่างถูกต้องและเหมาะสม (สุชาดา ไชยสวัสดิ์, 2543 อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548: 105)

5. ของเสียอันตรายที่ต้องระวังเป็นพิเศษ

ของเสียอันตรายที่ต้องระวังเป็นพิเศษเหล่านี้จะเป็นของเสียเสี่ยงอันตรายซึ่งต้องกำหนดบริเว ณและวิธีปฏิบัติการเฉพาะในการที่ต้องทำงานหรือปฏิบัติการกับของเสียเหล่านี้อัน

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ได้แก่ของเสียที่มีกัมมันตรังสี ของเสียที่มีสาร พีซีบี และของเสียที่เป็นสารชีวภาพก่อให้เกิดโรค (Infection Materials) ซึ่งเมื่อต้องปฏิบัติงานเกี่ยวกับของเสียอันตรายชนิดพิเศษนี้ต้องกำหนดบริเวณที่ทำงาน ภาชนะที่จัดเก็บ การติดฉลากรวมถึงสถานที่เก็บเฉพาะที่ถูกต้องและเหมาะสม (สุชาดา ไชยสวัสดิ์, 2543 อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548: 105)

2.5.4 การจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการ

การจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการนั้น ต้องคำนึงถึงประเภทของเสียที่เกิดจากกิจกรรมภายในห้องปฏิบัติการเอง ซึ่งต้องมีการศึกษาทำความเข้าใจ และแยกประเภทของของเสียให้ถูกต้องก่อนทำการจัดเก็บ ซึ่งหัวหน้าห้องปฏิบัติการแต่ละห้องควรจะต้องปฏิบัติดังนี้

1) ระบุประเภทของเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในห้องปฏิบัติ การอย่างชัดเจนและให้ทุกคนปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด

2) ระบุประเภทและชนิดของของเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในห้องปฏิบัติการที่สามารถทิ้งลงท่อน้ำทิ้งได้เลยโดยไม่ต้องจัดเก็บ

3) จัดเตรียมภาชนะจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการให้ถูกต้องตามประเภทของเสีย

4) ติดฉลากระบุหมายเลขและประเภทของเสียบนภาชนะจัดเก็บของเสียให้เห็นชัดและอาจเพิ่มเติมกิจกรรมซึ่งได้แยกเป็นของเสียประเภทนั้นกำกับไว้

5) บันทึกของเสียภายในห้องปฏิบัติการ โดยระบุวันที่ ประเภทของของเสีย และปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งของกิจกรรมลงในสมุดบันทึกของเสียประจำห้องปฏิบัติการ บันทึกประเภทของของเสียที่ห้องปฏิบัติการมีศักยภาพในการบำบัดได้เองในห้องปฏิบัติการ (สุชาดา ไชยสวัสดิ์, อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548: 112)

2.5.4.1 การบรรจุของเสียสารเคมี

1) การบรรจุโดยใช้ Lab Packs (ภาพที่ 2.2) วิธีนี้เป็นการบรรจุภาชนะขนาดเล็กในภาชนะขนาดใหญ่กว่า โดยทั่วไปเป็นถังเหล็กขนาด 55 แกลลอน ภาชนะขนาดเล็กที่บรรจุอยู่ภายในต้องถูกแยกออกจากกันด้วยวัสดุดูดซับ เช่น Vermiculite หรือ Absorbent Clays เพื่อป้องกันการผสมกันในกรณีที่ภาชนะใดภาชนะหนึ่งเกิดการแตก รั่ว โดยปกติ Lab Packs ขนาด 55 แกลลอน จะสามารถรับภาชนะบรรจุของเสียขนาด 1 แกลลอนได้ 14 ภาชนะ โดยของเสียที่บรรจุอยู่ในแต่ละภาชนะภายใน Lab Packs จะต้องมีคุณสมบัติทางเคมีที่เข้ากันได้ ถ้าเป็นภาชนะแก้ว

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

จะต้องมีความจุไม่เกิน 1 แกลลอนต่อภาชนะ หรือถ้าเป็นภาชนะ โลหะหรือพลาสติก จะต้องมีขนาดไม่เกิน 5 แกลลอนต่อภาชนะ อย่างไรก็ตามของเสียที่บรรจุภายใน Lab Packs จะต้องถูกนำมาบำบัดโดยการปรับเสถียร หรือทำลายฤทธิ์เสียก่อนที่จะนำไปกำจัดโดยการเผาในเตาเผา การฝังกลบ หรืออาจจะปิดผนึกด้วยการจัดการแบบพิเศษและส่งไปบำบัดที่ศูนย์บำบัดของเสีย

ข้อดีของ Lab Packs คือ ง่ายต่อการจัดการสำหรับหน่วยงานที่ก่อกำเนินของเสีย และเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายน้อย Lab Packs ควรใช้เพียงครั้งเดียว เพราะหากใช้ภาชนะบรรจุที่แตกเสียหาย ความปลอดภัยจะลดน้อยลง ภาชนะที่บรรจุของเสียแล้วไม่ควรถูกเปิดอีกเพื่อป้องกันการนำสารที่เข้ากันไม่ได้มาผสมรวมกัน การขนส่งเคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุของเสียควรกระทำโดยผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ หรือเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานที่รับกำจัดของเสียโดยตรง เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

ข้อเสียของ Lab Packs คือ ค่าลงทุนในการกำจัดและการดำเนินงานสูง

2) Commingling เป็นการรวบรวมของเสียอันตรายหลายชนิดเข้าด้วยกันในภาชนะใหญ่ เพื่อใช้ในการขนส่ง และนำไปกำจัด ขั้นตอนประกอบด้วยการเปิดภาชนะบรรจุของเสียแต่ละอัน แล้วนำมาเทรวมกันลงในภาชนะขนาดใหญ่ ของเสียที่มาผสมกันจะต้องมีคุณสมบัติทางเคมีที่เข้ากันได้ และจะต้องใช้ภาชนะที่เหมาะสมสำหรับของเสียเหล่านั้น

วิธีนี้สามารถเป็นการรวบรวมของเสียในห้องปฏิบัติการได้ เช่น การรวบรวมตัวทำละลายใช้แล้วจากห้องปฏิบัติการ วิธีนี้ต้องอาศัยประสบการณ์เกี่ยวกับการจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายมากกว่าการใช้ Lap Packs ทั้งนี้เพื่อการรวบรวมและคัดแยกของเสียอันตรายที่เข้ากันได้ลงในภาชนะเดียวกันได้อย่างเหมาะสม การคัดเลือกของเสียเพื่อมารวบรวมกันนั้น จะต้องพิจารณาถึงสิ่งต่อไปนี้

(1) ความเข้ากันได้ทั้งด้านกายภาพและเคมี

(2) ความสามารถในการรองรับของสถานที่บำบัด / กำจัดของเสียเหล่านั้น

(3) ข้อกำหนดการฝังกลบ

การเปรียบเทียบวิธีการรวบรวมของเสียทั้ง 2 แบบ การจะเลือกวิธีใดขึ้นอยู่กับแต่ละสถานการณ์ (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป. ก อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548: 112-114)

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ภาพที่ 2.2 ภาชนะการบรรจุของเสียแบบ Lab Packs
แหล่งที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2552

2.5.4.2 การเตรียมภาชนะและอุปกรณ์ในการจัดเก็บของเสีย

ในการจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการซึ่งได้ทำการระบุและจัดแยกประเภทของเสียเรียบร้อยแล้วนั้น ต้องมีการจัดเก็บโดยแยกเก็บในภาชนะที่ถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งภาชนะและอุปกรณ์ในการจัดเก็บของเสีย ประกอบด้วย

1) ภาชนะสำหรับวัดปริมาตรของเสีย ใช้กระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร หรือขนาด 1 ลิตร แล้วแต่ปริมาตรของเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งการที่จะใช้กระบอกตวงที่เป็นพลาสติกโพลีเอทิลีนหรือกระบอกตวงแก้ว ก็ขึ้นอยู่กับประเภทของของเสียที่จัดแยกไว้ เพราะหากเป็นของเสียชนิดที่เป็นกรดควรที่จะใช้กระบอกตวงแก้ว หรือเป็นเบสควรใช้พลาสติกโพลีเอทิลีน เป็นต้น (สุชาดา ไชยสวัสดิ์, 2543 อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548: 115-116)

2) ภาชนะสำหรับจัดเก็บของเสีย ภาชนะซึ่งใช้ในการจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการ ควรเป็นถังหรือขวดมีช่องกว้างพอควร และมีฝาปิดชนิดหมุนเกลียว ซึ่งปิดได้สนิท ขนาดปริมาณ 20 ลิตร มีหูหิ้วหรือมือจับเพื่อให้สามารถยกหรือเคลื่อนย้ายได้สะดวก ถ้ามีปริมาณมากต้องเก็บรวมในถัง (Drum) 200 ลิตร ที่ทำด้วยสแตนเลส หรือเทียบเท่า (ภาพที่ 2.3)

3) ของเสียอันตรายที่บรรจุในภาชนะควรมีปริมาณ 70-80 % ของปริมาตรภาชนะที่สามารถบรรจุได้

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ภาพที่ 2.3 ภาชนะบรรจุของเสียอันตราย แบบ Four Drum Pallet
แหล่งที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2552

2.5.4.3 การติดฉลากบนภาชนะบรรจุของเสีย

เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนกันของของเสียแต่ละประเภท ซึ่งอาจทำให้เกิดปฏิกิริยารุนแรงในกรณีที่เป็นสารพิษที่เข้ากันไม่ได้ จึงควรที่จะมีการติดฉลากบนภาชนะอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยฉลากที่ติดบนภาชนะบรรจุของเสียมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีมีลักษณะดังนี้ (สุชาดา ไชยสวัสดิ์, 2543 อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548: 116-117)

1) มีขนาดใหญ่ เห็นได้ชัดเจน ทำด้วยกระดาษสี

2)ระบุหมายเลขและประเภทของเสียตามที่กำหนดไว้ด้วยตัวหนังสือขนาดใหญ่เห็นได้ชัดเจนเขียนด้วยหมึกชนิดลบด้วยน้ำไม่ได้ และต้องให้แน่นป้องกันการลบและหลุดออก

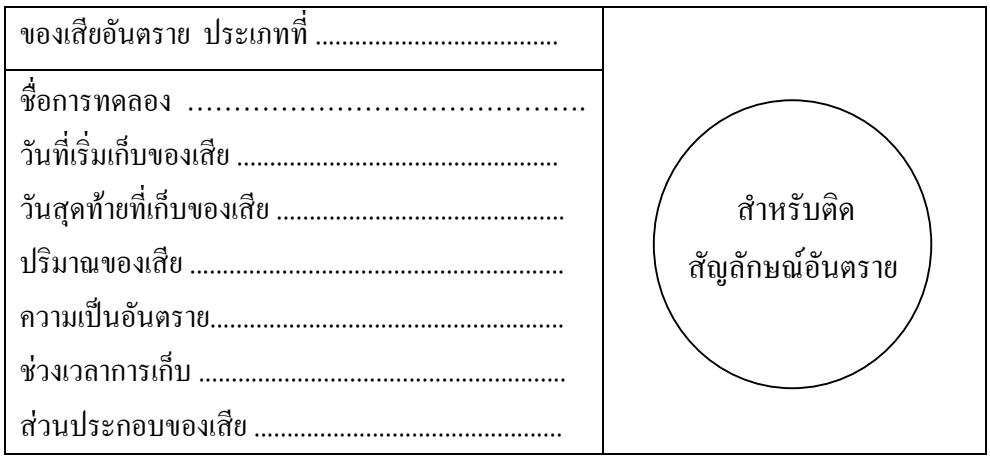
3) ระบุชนิดของของเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมในห้องปฏิบัติการบนฉลากที่ติดบนภาชนะบรรจุของเสีย เพื่อจัดแยกประเภทของเสียชนิดนั้นให้อย่างเด่นชัด

4) ระบุอันตรายของของเสียบางประเภท โดยติดสัญลักษณ์ที่ถูกต้องตามหลัก สากล เช่น ของเสียที่เป็นประเภทสารไวไฟ ก็ติดสัญลักษณ์ที่เป็นรูปสารไวไฟเป็นต้น

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

5) ระบุช่วงเวลาของการเก็บของเสียชนิดนั้น เพื่อให้ทราบถึงช่วงเวลา และแจ้งให้ส่วนกลางทราบเพื่อที่จะได้เก็บรวบรวมให้กับหน่วยรวบรวมของเสียส่วนกลางต่อไป

การติดฉลากบนถังพลาสติกโพลีเอธีลีนขนาดประมาณ 20 ลิตร ไม่ควรปิดผนึกทางด้านหน้าตรงปากขวด เพราะป้องกันการชำรุดของฉลากที่มีการเทของเสียอันตรายลงถังแล้วมีการหกเปื้อนฉลาก ทางเลือกที่ดีควรปิดฉลากไว้ทางด้านหลังของถัง ซึ่งเป็นข้างเดียวกับหูหิ้วหรือหูจับ



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างฉลากที่ใช้สำหรับติดบนภาชนะของเสียอันตราย

2.5.4.4 การเก็บรวบรวมของเสียอันตราย

1) การเก็บรวบรวมของเสียสารเคมี

- การเก็บรวบรวมของเสียในตู้ดูดควันซึ่งเป็นที่ปฏิบัติการทดลองจะต้องทำให้แล้วเสร็จ ถ้าไม่ได้ควบคุมการปฏิบัติงานแล้ว ให้นำขวดของเสียออกจากตู้ดูดควันที่ปฏิบัติการทดลองเสมอ

- การใช้กระป๋องโลหะสำหรับเก็บของเสียต้องปรับค่า pH ให้เป็นกลาง เพราะของเสียที่เป็นของแข็งหรือของเหลวสามารถกัดกร่อนกระป๋องโลหะได้ง่ายในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ควรช้าขณะบรรจุของเสียที่เป็นแก้ว หรือผลิตภัณฑ์โพลีเอธีลีน

- การเก็บภาชนะบรรจุของเสียที่สามารถติดไฟได้ควรวางไว้บนพื้น การเก็บภาชนะบรรจุของเสียในห้อง ควรจะต้านทานการระเบิดได้

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

- ไม่ควรเก็บภาชนะบรรจุของเสียไว้ใกล้กับอ่างหรือท่อระบายน้ำ เพราะของเสียอาจหกหล่นและรั่วไหลลงสู่ท่อระบายน้ำได้

ในทางทฤษฎีไม่ควรมีภาชนะบรรจุของเสีย แต่ละชนิดมากกว่า 1 ใบใน ห้องปฏิบัติการ ถ้าของเสียอินทรีย์เต็มภาชนะบรรจุ เมื่อมีปริมาณของเสียพอสมควรแล้ว ควร นำไปไว้ในห้องเก็บสารเคมีหรือเคลื่อนย้ายไปยังที่เก็บสะสมของส่วนกลางเพื่อรอการกำจัดต่อไป (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป. อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม , 2548 : 118)

2.5.4.5 สถานที่ที่ใช้ในการจัดเก็บของเสีย

สถานที่ที่ใช้ในการจัดเก็บของเสียจะแยกออกเป็นสามส่วนคือ สถานที่ที่ใช้ ในการจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการ สถานที่ที่ใช้ในการจัดเก็บของเสียประจำอาคารและ สถานที่ที่ใช้ในการจัดเก็บรวบรวมของเสียส่วนกลาง

1) สถานที่ใช้ในการจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการ

ควรเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการในบริเวณที่แบ่งแยกออกมา จากส่วนปฏิบัติการ และอยู่ในบริเวณที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก และต้องแบ่งแยกของเสียที่อยู่ รวมกันกับของเสียชนิดอื่นไม่ได้ แต่ไม่ควรจะเก็บของเสียไว้ในห้องปฏิบัติการในปริมาณมากเกิน ควร และในช่วงเวลาที่นานเกินควรเพราะอาจเกิดอันตรายได้ ควรจะย้ายไปยังสถานที่เก็บของเสีย ประจำอาคาร

2) สถานที่จัดเก็บของเสียประจำอาคาร

สถานที่เก็บรวบรวมของเสียประจำอาคาร ควรเป็นสถานที่ ที่อยู่ ชั้นล่างสุดของอาคาร เป็นห้องหรือสถานที่ที่มีบริเวณกว้างพอ มีอากาศถ่ายเทได้สะดวกและ สามารถแยกของเสียที่อยู่รวมกันกับของเสียชนิดอื่นไม่ได้ ซึ่งการเก็บของเสียประจำอาคารมีระยะ ไม่เกิน 1 เดือน และควรที่จะทำการย้ายไปยังสถานที่เก็บรวบรวมของเสียส่วนกลาง เพื่อที่จะได้ นำไปบำบัดหรือกำจัดตามวิธีที่ถูกต้องเหมาะสม

3) สถานที่เก็บของเสียในสถานที่เก็บรวบรวมของเสียส่วนกลาง

สถานที่เก็บรวบรวมของเสียส่วนกลางต้องเป็นสถานโรงเรือนที่มี บริเวณกว้างพอ มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และมีการจัดเก็บของเสียประเภทต่าง ๆ อย่างถูกต้องตาม มาตรฐานและสามารถแยกการเก็บรวมกับของเสียที่จะนำไปบำบัดหรือกำจัดโดยวิธีการที่ถูกต้อง และเหมาะสม

ซึ่งการเก็บของเสียไว้ในห้องปฏิบัติการ ควรเก็บในปริมาณน้อย แต่หากกรณีที่มีของเสียประเภทต่าง ๆ มาก ควรเคลื่อนย้ายไปเก็บไว้ในสถานที่เก็บรวบรวมของ เสียส่วน กลาง ซึ่งควรเป็นห้องที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และต้องแยกประเภทของเสียที่ไม่

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

สามารถเก็บรวมกับประเภทอื่นได้ ไว้ในสถานที่เหมาะสม (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2543 : 11)

สำหรับที่พักรวมของเสียติดเชื้อเพื่อรอการขนส่งไปกำจัดควรมีลักษณะดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป. อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548 : 119-120)

1) มีลักษณะไม่แพร่เชื้อ และอยู่ในที่ที่สะดวกต่อการขนส่งของเสียติดเชื้อไปกำจัด

2) มีขนาดกว้างเพียงพอที่จะเก็บภาชนะบรรจุของเสียติดเชื้อได้อย่างน้อย 2 วัน

3) พื้นที่และผนังต้องเรียบ ทำความสะอาดง่าย

4) มีรางหรือท่อระบายน้ำทิ้งเชื่อมกับระบบบำบัดน้ำเสีย

5) โปร่งไม่อับชื้น

6) มีการป้องกันสัตว์และแมลงเข้าไป มีประตูกว้างพอสมควรตามขนาดของห้องเพื่อสะดวกต่อการปฏิบัติงานและปิดด้วยกุญแจซึ่งบุคคลทั่วไปไม่สามารถเข้าไปได้

7) มีข้อความ “ที่พักรวมของเสียติดเชื้อ” ที่หน้าห้องหรืออาคารที่สามารถเห็นได้ชัด

8) มีลานสำหรับล้างรถเข็นอยู่ใกล้ที่พักรวมของเสียติดเชื้อ และรางนั้นจะต้องมีท่อระบายน้ำทิ้งเชื่อมต่อกับระบบบำบัดน้ำเสีย

9) หากเก็บไว้เกิน 7 วัน ที่พักรวมของเสียติดเชื้อต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 10 ^{o}C หรือต่ำกว่านั้น และต้องทำความสะอาดอยู่เสมอพร้อมทั้งฆ่าเชื้อโรคในที่พักรวมนั้นอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

หมายเหตุ สถานที่และระยะเวลาการเก็บกักของเสียติดเชื้อ หากห้องปฏิบัติการมีปริมาณของเสียติดเชื้อมากแต่ยังไม่เคลื่อนย้ายของเสี ยติดเชื้อนั้นออกไปทันทีจะต้องจัดให้มีที่หรือมุมใดมุมหนึ่งของห้องเป็นที่รวมภาชนะที่บรรจุของเสียติดเชื้อแล้ว เพื่อรอการเคลื่อนย้ายไปเก็บกักในที่พักรวมของเสียติดเชื้อต่อไป แต่ห้ามเก็บไว้เกิน 1 วัน

การบันทึกปริมาณของเสีย

เพื่อเก็บปริมาณของเสียในแต่ละห้องปฏิบัติการให้เป็นระบบ และสามารถที่จะติดตามรวบรวมและหาวิธีที่เหมาะสมในการจัดการของเสียเหล่านั้น จึงต้องมีการบันทึกประเภท ชนิด และปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมในแต่ละวัน

การรายงานปริมาณของเสีย

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

การรายงานปริมาณของเสียของห้องปฏิบัติการ จะสามารถจั ดทำรายงานโดยส่งเป็นบันทึกรวบรวมปริมาณของเสียไปยังหน่วยจัดเก็บรวบรวมของเสีย และจดบันทึกบนฐานข้อมูลการจัดการของเสียของระบบฐานข้อมูล เพื่อที่จะดูการเคลื่อนไหลของประเภทและปริมาณของเสียภายในห้องปฏิบัติการ

2.5.5 การขนส่งของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

2.5.5.1 การขนส่งของเสียสารเคมี

การเก็บสะสมของเสียอันตรายในพื้นที่เก็บกัก ต้องมีภาชนะบรรจุที่เข้ากันได้กับของเสียนั้นและมีฉลากแสดงถูกต้องเหมาะสม ต้องมีสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายและส่วนประกอบของของเสียด้วย ถ้าทำได้ดังนี้จะทำให้เกิด ความปลอดภัยก่อนที่จะมีการขนส่งของเสีย ภาชนะบรรจุต้องติดสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายที่จำเป็น ชื่อและที่อยู่ของผู้ก่อกำเนิดและจำนวนเอกสารกำกับการขนส่ง ตำแหน่งและลักษณะการวางของเสียต้องสามารถกันไม่ให้โดนน้ำฝน และลม รถที่ใช้ขนส่งควรเป็นรถบรรทุกปิดข้าง เทท้าย พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการหกรั่วไหล (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป. อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม , 2548 : 123-124)

2.5.5.2 ระบบเอกสารการขนส่งของเสียอันตราย

เป็นเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตรายที่แสดงการขนส่งของเสียอันตรายไปกำจัดอย่างถูกต้องตามกฎหมาย ผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตรายจะตรวจสอบได้ว่าของเสียอันตรายของตนถูกส่งไปกำจัดอย่างถูกต้อง และทำให้รัฐสามารถตรวจสอบและควบคุมได้ทั้งผู้กำเนิดและผู้ขนส่ง การเตรียมการขนส่ง เนื่องจากของเสียอันตรายถือเป็นวัตถุอันตรายประเภทหนึ่ง ดังนั้นก่อนที่จะดำเนินการขนส่งของเสียอันตรายเพื่อนำไปเก็บกัก บำบัด และกำจัดนอกพื้นที่ ผู้ก่อกำเนินของเสียอันตรายจะต้องทำการบรรจุของเสียอันตราย ติดฉลากของเสียอันตราย (labelling) บนภาชนะบรรจุ ติดข้อมูลของเสียอันตราย(Marking) และติดป้ายแสดงความเป็นอันตราย (Placarding) บนยานพาหนะตามข้อแนะนำการขนส่งวัตถุอันตรายขององค์การสหประชาชาติ (United Nations) และ/หรือตามเกณฑ์มาตรฐาน

โดยที่ผู้ขนส่งของเสียอันตรายต้องขึ้นทะเบียนและขออนุญาตดำเนินงานเกี่ยวข้องกับการจัดการของเสียอันตรายก่อนทำการขนส่งของเสียอันตราย ซึ่งจะยื่นขอเลขทะเบี ยนเป็นผู้ขนส่งของเสียอันตรายต่อหน่วยงานกำกับดูแล และบุคคลหรือนิติบุคคลที่ประสงค์จะนำเข้า - ส่งออกของเสียอันตรายระหว่างประเทศจะต้องยื่นคำขออนุญาตต่อหน่วยงานกำกับดูแล ได้แก่ กรมโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งกำกับดูแลการนำเข้าและส่งออกของเสียเคมีวัตถุ (Chemical W astes) และสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติซึ่งกำกับดูแลการนำเข้าส่งออกกากกัมมันตรังสี (Radioactive

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

Wastes) และจะต้องปฏิบัติตามอนุสัญญาว่าด้วยการควบคุมการเคลื่อนย้ายและการกำจัดของเสียอันตรายข้ามแดน (Basel Convention) หรือเงื่อนไขอื่น ๆ ตามที่หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้ องกำหนด

2.5.6 วิธีการบำบัดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

การบำบัด (Treatment)เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง คุณสมบัติทางกายภาพ หรือทางเคมีของของเสียอันตรายให้ลดความรุนแรงของอันตรายลง หรืออาจจะหมดฤทธิ์ได้ ให้อยู่ในสภาพที่ง่ายต่อการจัดการ วิธีการบำบัดสามารถทำได้หลายวิธี อาทิ การปรับเสถียร การตกตะกอน การบำบัดทางชีวภาพ ซึ่งการบำบัดจะเหลือกากตะกอนหรือเศษของเสียอันตราย จำเป็นต้องดำเนินการกำจัดต่อไปอีกขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งเทคโนโลยีการจัดการของเสียอันตรายและมูลฝอยทั่วไปสามารถจัดได้เป็น 4 กลุ่ม คือ การบำ บัดโดยใช้ความร้อน (Thermal T reatment) การบำบัดทางชีววิทยา (Biological Treatment) การบำบัดทางกายภาพ หรือเคมี (Physical/chemical Treatment) และวิธีการสำหรับการบรรจุและกำจัด (Containment/Disposal) โดยวิธีการต่าง ๆ ดังภาคผนวก ง

2.5.7 การกำจัดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

การกำจัด (Disposal) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการจัดการของเสียอันตรายที่จะต้องกำจัดของเสียในรูปแบบต่าง ๆ ให้หมดไปหรือให้อยู่ในที่ที่ปลอดภัย ไม่สามารถแพร่กระจายสารพิษออกมาได้ และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกต่อไป ได้แก่ การเผา การฝังกล บของเสียอันตราย (Secure landfill) ก่อนนำไปกำจัดให้ห มดไปหรือให้อยู่ในที่ที่ปลอดภัย ต้องดำเนินการ เช่น การทำให้เป็นกลาง (Neutralization) การแยก (Separation) ออกซิเดชัน -รีดักชัน (Oxidation-Reduction) และการปรับเสถียร/การทำแข็ง (Stabilization/Solidification) เป็นต้น

2.5.7.1 การทำให้เป็นกลาง (Neutralization)

ในหลาย ๆ กรณี ของเสียโดยเฉพาะของเหลว สลัดจ์ และสเลอรี (Slurry) อาจจะมีสภาพเป็นกรดหรือด่างเข้มข้น ขั้นแรกในการทำการบำบัดคือ ทำให้ของเสียมีสภาพเป็นกลางเสียก่อนเพื่อความสะดวกและเพิ่มป ระสิทธิภาพกระบวนการบำบัดต่าง ๆ ในลำดับต่อไป โดยสามารถทำได้โดยวิธีดังต่อไปนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป. อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548 : 143)

1) ผสมของเสียหลายชนิดเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เป็นกลาง

2) เติมปูนขาวที่เป็นของเหลวข้น (lime slurries) ในของเสียที่เป็นกรด

3) เติมโซดาไฟ (caustic soda) หรือโซดาแอชในของเสียที่เป็นกรด

4) เติมคาร์บอนไดออกไซด์ในของเสียที่เป็นด่างหรือ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

5) เติมกรดซัลฟูริกในของเสียที่เป็นด่าง

โดยทั่วไปแล้วการทำให้เป็นกลางจะทำโดยผ สมของเสียกับสารประกอบที่เหมาะสมในถังปฏิกิริยาสำหรับสลัดจ์พบว่าสามารถบำบัดในพื้นที่โดยผสมโซดาแอช หรือปูนขาวสลัดจ์ในบ่อบำบัด

2.5.7.2 การแยก (Separation)

วิธีการนี้เป็นการแยกของเสียที่แตกต่างกันออกเป็น 2 กลุ่มหรือมากกว่า ขึ้นกับขนาดความหนาแน่นและประเภทของวัสดุทั่วไปแล้วมีทั้งวิธีทำด้วยมือ และเครื่องจักรกล การแยกช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการบำบัดในขั้นต่อไป และยังช่วยลดปริมาณของเสียที่ต้องทำการบำบัดด้วย

2.5.7.3 การตกตะกอน (Precipitation)

เป็นการทำให้สารที่เจือปนอยู่ในของเสียอันตรายซึ่งอยู่ในรูปสารละลายแยกตัวและตกตะกอนออกมา

2.5.7.4 ออกซิเดชัน-รีดักชัน (Oxidation-Reduction)

การกำจัดโลหะแล ะสารประกอบอินทรีย์กึ่งระเหยง่าย (semi-volatile organic compounds) จากของเสียที่เป็นของเหลวโดยใช้หลักการทางเคมีของปฏิ กิริยาออกซิเดชัน -รีดักชัน เพื่อเปลี่ยนสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นพิษ เพื่อทำการกำจัดภายหลัง อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ปริมาณออกซิเดชันที่ใช้ และความเข้มข้นของสารปนเปื้อน

แรกเริ่มมีการใช้อากาศเป็นสารออกซิเดชั นตั้งต้น แต่เนื่องด้วยประสิทธิภาพอันจำกัด ปัจจุบันจึงมีการหันมาใช้สารออกซิเดชันที่แรงขึ้น เช่น โอโซน เปอร์แมงกาเนต คลอรีนไดออดไซด์ ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ กรดไฮโปรคลอรัส และคลอรีน การบำบัดด้วยวิธีออกซิเดชันสามารถใช้ได้ทั้งการบำบัดในและนอกแหล่งกำเนิ ด ข้อดีของออกซิเดชัน ณ แหล่งกำเนิดก็คือมักจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายทางชีวภาพ

สำหรับรีดักชันมักจะใช้ในการเปลี่ยนรูปโลหะไปอยู่ในรูปที่ตกตะกอนได้ด้วยปูนขาว ที่พบได้แก่การกำจัดเฮกซะวาเลนท์โครเมียม วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพกับทุกโลหะ รีดักชันก็เช่นเดียวกับออกซิเดชันคือสามารถใช้ได้ทั้งในและนอกแหล่งกำเนิด พบว่าการใช้ในภาคสนามมีประสิทธิภาพสูงกว่า 98 เปอร์เซ็นต์ (กรมควบ คุมมลพิษ , ม.ป.ป. อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548: 144)

2.5.7.5 การปรับเสถียร/การทำแข็ง (Stabilization/Solidification)

กระบวนการปรับเสถียรและการทำแข็งถูกออกแบบเพื่อปรับปรุงการจัดการและคุณลักษณะทางกายภาพของของเสียโดย

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

1) ทำให้เป็นของแข็ง

2) ลดการละลายของสารปนเปื้อนและ

3) ลดพื้นผิวที่สัมผัส

แท้จริงแล้วการทำแข็งและการปรับเสถียรมีความแตกต่างกันแม้จะมีการใช้ 2 คำนี้ควบคู่กันเสมอ โดยการทำแข็งเป็นการกำจัดของเหลวอิสระ และเพิ่มความแข็งแรงของวัสดุเพื่อให้อยู่ในรูปของแข็ง Monolithic (Monolithic Solid) การทำแข็งไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับพันธ ะทางเคมีระหว่างสารและสารทำแข็ง แต่ต้องแสดงว่ าท้ายสุดของเสียถูกยึดติดภายในก้อนของแข็งนั้น ขณะที่การปรับเสถียร เป็นกระบวนการลดความอันตรายของสารโดยเปลี่ยนสารปนเปื้อนไปอยู่ในรูปเคลื่อนที่หรือมีพิษน้อยที่สุด การทำแข็งและปรับเสถียรสามารถทำได้หลายวิธี

1) Cement Base T echnique วิธีนี้ใช้ซีเมนต์ผ สมกับตะกอน และเติม additive เช่น ขี้เถ้าลอย (Fly Ash) เพื่อทำให้เกิดการแข็งตัวและรวมตัวกันได้ดีขึ้น ซีเมนต์มี pH เป็นด่างประมาณ 11 ทำให้โลหะหนักอยู่ในรูปของสารประกอบไฮดรอกไซด์ หรือคาร์บอเนต ซึ่งไม่ละลายน้ำ ในการกำจัดกากตะกอนที่มีสารโลหะหนัก เช่น แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว แมงกานีส เป็นต้น

2) Lime-base Technique วิธีใช้ปูนขาว น้ำ และ additive คือ fly ash และ cement kiln dust ใช้ในการกำจัดกากตะกอนที่มีสารกำจัดศัตรูพืชและแมลง

3) Organic-polymer Technique จะใช้ยูเรียฟอร์มาดีไฮด์ (ureaformaldehyd) ผสมกากตะกอนในรูปโมโนเมอร์ (Monomer) และมีตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalysist)

4) Thermoplastic technique วิธีการนี้จะนำกากตะกอนที่แห้งผสมกับ bitumen ที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เมื่อของเสียเย็นลงจะแข็งตัว ส่วนใหญ่จะใช้ในการกำจัดกากตะกอนของวัตถุกัมมันตรังสี Bitumen Waste M ixture ที่ผ่านการบำบัดด้วยวิธีนี้จะใส่ในภาชนะเหล็ก หรือพลาสติดก่อนที่จะนำไปกำจัดโดยการฝัง อัตราส่วนของ bitumen ต่อกากตะกอนเท่ากับ 1:1 หรือ 1:2 หรืออาจใช้ยางมะตอยแทน bitumenได้

5) Encapsulation Technique เป็นขบวนการที่ทำให้ของเสี ยถูกเคลือบด้วยสาร binder อาทิเช่น โพลีบิวทาดีน (Polybutadine) ผสมกับของเสียทำให้เป็นก้อน แล้วใช้โพลีเอธีลีน (Polyethylene) ที่มีความหนาแน่นสูง หลอมเคลือบผิวภายนอกอีกขั้น กากตะกอนที่ผ่านการบำบัดด้วยวิธีนี้ก่อนที่จะนำไปฝังกลบควรทดสอบคุณสมบัติว่าจะไม่ละลายน้ำอีก โดยค่าน้ำชะขยะต้องไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด (กรมควบคุมมลพิษ , ม.ป.ป. อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548: 145)

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

2.5.7.6 การเผา (Incineration)

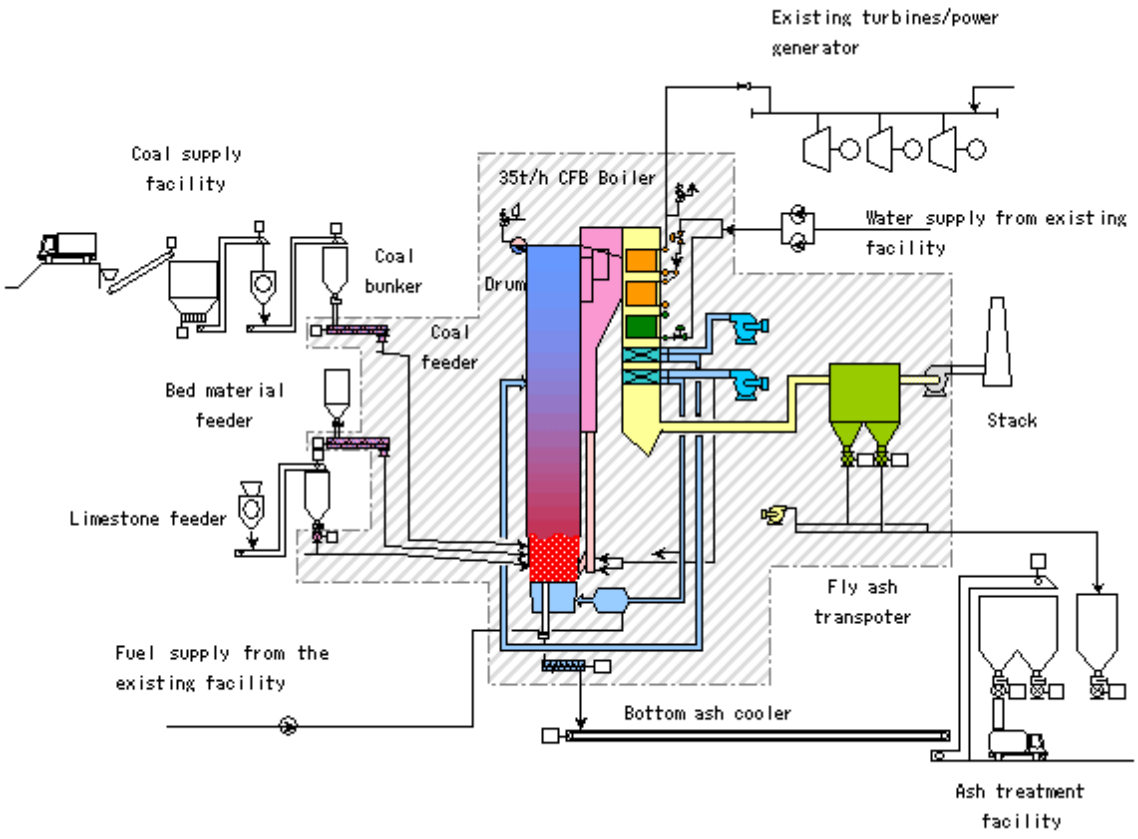
การเผาเป็นขบวนการกำจัดของเสียอันตรายทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลว ก๊าซ โดยให้ความร้อนสูงที่อุณหภูมิ 800-1400 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ โดยที่การเผาจะเกิดขึ้นสมบูรณ์หรือไม่ขึ้นกับเวลา (Time) อุณหภูมิ (Temperature) และการคลุกเคล้า (Turbulance) ระยะเวลาที่ใช้ในการเผาขึ้นอยู่กับสารแต่ละชนิด และเตาเผาควรมีระบบควบคุมสารมลพิษที่เกิดจากการเผา เช่น ระบบดักฝุ่นและก๊าซ ระบบบำบัดน้ำเสีย เตาเผามีหลายแบบ เช่น

Rotary kiln

Multi hearth incinerator

Fluidized bed incinerator

Cement kiln (กรมควบคุมมลพิษ , ม.ป.ป. ก : 40)



ภาพที่ 2.5 เตาเผาแบบ Fluidized bed incinerator

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

2.5.7.7 การฝังกลบแบบปลอดภัย (Secure landfill)

เป็นการนำกากของแข็งหรือตะกอนสารเคมีซึ่งเป็นประเภทอนินทรีย์ ถ่านไฟฉาย ตะกอนโลหะ หลอดไฟ แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ไปทำลายฤทธิ์และจัดเก็บไว้ในหลุมที่ก่อสร้างด้วยระบบป้องกันผลกระทบไม่ให้มีน้ำซึมออกไปปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก ลักษณะของหลุมฝังกลบแบบปลอดภัยจะต้องบุด้วยแผ่นพลาสติกชนิด High Density Polyethylene (HDPE) 2 ชั้น และมีการตรวจสอบรอยรั่วซึมของรอย ต่อแผ่นพลาสติกทุกรอยให้ เป็นไปตามมาตรฐาน ดังภาพที่ 2.6 ระหว่างแผ่นพลาสติกแต่ละชั้นจะวางท่อรวบรวมน้ำเสียต่อเชื่อมกับบ่อรวบรวมและทำการติดตามตรวจสอบการปนเปื้อนเป็นระยะ ๆ การเตรียมการฝังนั้นจะต้องดำเนินการหลายขั้นตอน ตั้งแต่การพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ ตลอ ดจนการขนส่งในระหว่างฝังกลบจะมี ระบบป้องกันและตรวจสอบการรั่วไหล (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป. อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548 : 147)

ภาพที่ 2.6 การเตรียมสถานที่ฝังกลบแบบปลอดภัย (Secure landfill)
แหล่งที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2552.

2.5.7.8 การกำจัดของเสียอันตรายที่อยู่ในรูปก๊าซ

ก๊าซที่เกิดสามารถกำจัดได้โดยการใช้วัสดุ หรือสารดูดซับ ถ้าก๊าซนั้นมีจุดเดือดต่ำสามารถกำจัดได้โดยการใช้สารอะซีโตนดักจับ ดังตารางที่ 2.1

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 2.1 วิธีการที่ใช้ในการบำบัดก๊าซอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ

วิธีการ (Method)	ก๊าซตัวอย่าง	นำไปผ่านใน
1. Acid Wash	ก๊าซแอมโมเนียและไพรีดิน	กรดซัลฟูริก
2. Alkali Solution Treatment	Hydrogen Cyanide และMercaptan	สารละลายที่มีสมบัติเป็นเบส
3. Alkali Wash	ก๊าซที่มีสภาพเป็นกรด และฮาโลเจน เช่น HF, H_2S, PH_3, HCl, NO_2, SO_2, Cl_2, SiF_4, PCl_3, Br_2, P_2O_5 และ SeO_2	น้ำที่มีสมบัติเป็นเบส
4. Burning Treatment	Carbon M onoxide	กระบวนการเผา
5. Cool trap	Carbon Disulfide, Benzene และ Phenol	กระบวนการควบแน่นโดยการลดอุณหภูมิ
6. Nitric Treatment	Yellow Phosphorous	กรดไนตริก
7. Sodium Bisulfite Treatment	Formaldehyde และmethylethyl Aldehyde	สารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์
8. Water Wash	Chlorosulfuric Acid และ Methanol	น้ำ

2.5.8 การนำของเสียอันตรายสารเคมีจากห้องปฏิบัติการกลับมาใช้ประโยชน์

ก่อนนำของเสียอันตรายสารเคมีออกจากห้องปฏิบัติการไปผ่านกระบวนการเพื่อการบำบัดหรือการกำจัด ผู้ใช้ควรคำนึงถึงวิธีการที่จะสามารถลดปริมาณของเสียนั้น ทั้งนี้เพื่อลดทั้งต้นทุนและพลังงาน รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นจากกระบวนการนั้น ๆ ด้วย

2.5.8.1 ของเสียอันตรายที่สามารถส่งคืนผู้ผลิต/จำหน่ายได้

มักจะเป็นสารเคมีที่เป็นอันตรายและมีขั้นตอนซับซ้อนในการบำบัดหรือกำจัด ได้แก่ (กรมควบคุมมลพิษ , ม.ป.ป. อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548 : 150-155)

1) สาร Arsenic Antimony Bismuth
2) สาร Carbon Tetra fluoride
3) สาร Selenium Tellurium
4) สารเคมีจำพวกฟอสฟอรัส
5) สารประกอบ Beryllium

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

6) สารประกอบ Strontium และ Barium

7) สารประกอบ Vanadium

8) สารประกอบของตะกั่วและแคดเมียม

9) สารประกอบของปรอท

10) สารอันตรายอื่น ๆ ที่มีวิธีการในการบำบัดซับซ้อนมาก ๆ

2.5.8.2 ของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Reuse)

เช่น ขวดแก้วหรือขวดพลาสติกที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำ ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงสารปนเปื้อนที่มีอยู่แล้วด้วย

2.5.8.3 ของเสียที่รีไซเคิลได้ (Recycle)

เป็นการนำของเสียที่เกิดขึ้นแล้วมาแปรรูปหรือเปลี่ยนสภาพจากเดิม แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ ได้แก่ ขยะจำพวกเศษแก้ว กระดาษ และพลาสติก เป็นต้น

2.5.8.4 ของเสียที่นำมาสกัดแยกได้ (Recovery)

เป็นการลดปริมาณของเสียโดยนำของเสียที่เกิดขึ้นไปผ่านกระบวนการดังต่อไปนี้

1) การกลั่นตัวทำละลาย (Distillation of Solvents)

การกลั่นเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในห้องปฏิบัติการในการทำให้ของเสียบริสุทธิ์ โดยทั่วไปวิธีนี้จะเสียค่าใช้จ่ายสูงในการนำตัวทำละลายปริมาณมากกลับมาใช้ใหม่หากทำในห้องปฏิบัติการ กระบวนการนี้เหมาะที่จะใช้กำจัดของเสียที่เป็นตัวทำละลายภายนอกห้องปฏิบัติการมากกว่า เช่น การเผาไหม้ การจัดการสารเคมีที่ติดไฟได้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต้องพิจารณาถึงความรุนแรง และความเป็นอันตรายของของเสียที่เป็นผลพลอยได้ด้วย การเก็บรวบรวมกากของแข็งในระหว่างการกลั่นต้องมีการจัดการเหมือนของเสียอันตราย

ของเสียที่นำมากกลั่นส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ที่เป็นของเหลว ได้แก่ ตัวทำละลาย และสารอินทรีย์ที่มีฮาโลเจนเป็นองค์ประกอ บ การกลั่นที่ไม่สามารถใช้กับสารอินทรีย์พวกเปอร์ออกไซด์ หรือกรดโพโลโฟริกและของเสียอนินทรีย์ที่ระเบิดได้ หรือสารที่ไม่มีคุณสมบัติในการระเหย

ข้อจำกัดของการกลั่นประกอบด้วย

- เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการกลั่นมักมีขนาดใหญ่มาก (สูงมากกว่า 60 เมตร และต้องการพื้นที่สำหรับทำหลังคาปิด) จึงต้องใช้พื้นที่กว้างในการติดตั้ง

- เครื่องมือและอุปกรณ์มีราคาแพง ค่าลงทุนจึงสูงเมื่อเทียบกับมูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่ได้

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

- ใช้พลังงานมาก (ประมาณ 5.81×10^5 จูล/กก.ของของเสีย) ทำให้ค่าใช้จ่ายสูง

- ถ้าหากเครื่องควบแน่น (Condenser) ต้องทำงานเกินขีดความสามารถจะทำให้เกิดการปล่อย Volatile Organic Carbon สู่ชั้นบรรยากาศ

- ของแข็ง กากน้ำมันดิบ หรือตะกอนที่มีสารระเหยได้ หรือส่วนที่เหลืออื่นๆ จากกระบวนการกลั่นจะต้องได้รับการบำบัดให้ปราศจากความเป็นพิษหรืออันตราย

2) การสกัดแยกเกลือของโลหะหนัก

(1) สารละลายเกลือซิลเวอร์ (Solutions Containing Silver Salts)

สารละลายเกลือซิลเวอร์โดยปกติจะใช้ห้องปฏิบัติการเคมีอินทรีย์

ซิลเวอร์สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้จากของเสียสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต การปฏิบัติการทั้งหมดควรจะดำเนินการในตู้ดูดควันแล้วผู้ปฏิบัติต้องสวมแว่นตานิรภัย ถุงมือ และเสื้อคลุม การดำเนินการกับสารละลายนี้ไม่ควรมีอิออนของไซยาไนด์บรรจุอยู่ เพราะว่าขั้นตอนแรกเป็นการรวมกรดไฮโดรคลอริกเพื่อให้ได้ซิลเวอร์คลอไรด์ ถ้ามีไซยาไนด์อยู่ต้องปล่อยก๊าซไฮโดรไซยาไนด์ที่เป็นพิษสูงออกไปในขั้นตอนนี้ สำหรับสารละลายที่มีอิออนของไซยาไนด์ในขั้นตอนแรกนี้ อิออนของไซยาไนด์ถูกออกซิไดส์เป็นไซยาเนตด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์

- สารละลายเกลือซิลเวอร์ที่ไม่มีไซยาไนด์อิออน (Silver Solution Not Containing Cyanide ion)

เติม 6M HCl มากเกินพอลงในสารละลายที่มีซิลเวอร์อิออนจนซิลเวอร์ตกตะกอนอย่างสมบูรณ์เป็นซิลเวอร์คลอไรด์ รวบรวมของแข็งที่ได้จากการกรอง และต้มให้เดือดด้วย 6M HCl ซิลเวอร์คลอไรด์ที่เป็นของแข็งถูกรวบรวมโดยการกรองผ่านตัวกรองใยแก้วและล้างด้วยน้ำ รวบรวมของแข็งที่ได้กับของเสียที่เป็นของแข็งซิลเวอร์ซึ่งถูกรวบรวมไว้แล้วและทำของผสมให้เดือดประมาณสองครั้งด้วยปริมาตร 40% ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที พร้อมทั้งเขย่าเพื่อเปลี่ยนเกลือซิลเวอร์ไปเป็นซิลเวอร์ออกไซด์เมื่อมีตะกอนตกที่ก้นให้เทของเหลวที่ได้อย่างเบา ๆ และต้มของแข็งที่เหลืออีกครั้งด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40% เติมน้ำลงไปเพื่อผสมกับตะกอนและกรองตะกอนผ่านใยแก้วหรือ sintered glass filter ล้างของแข็งด้วยน้ำ ทำให้แห้งในตู้ดูดควัน เขย่าอย่างช้า ๆ เติมกรดไนตริกเข้มข้นมากเกินพอจนออกไซด์สีดำเปลี่ยนเป็นสีขาวของไนเตรต เจือจางสารละลายด้วยน้ำประมาณสามเท่า กรองตะกอนออก (ของแข็งที่ได้สามารถเก็บไว้เพื่อรวมกับของเสียซิลเวอร์ที่จะเกิดขึ้นในครั้งต่อไปเพื่อนำไปรีไซเคิล) สิ่งที่กรองได้ทำให้แห้งด้วยเครื่องทำให้ระเหยแห้ง (rotary evaporator) จนเหลือผลึกของซิลเวอร์ไนเตรต

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

$Ag^{+} \longrightarrow AgCl \longrightarrow Ag_2O \longrightarrow AgNO_3$

- สารละลายเกลือซิลเวอร์ที่มีไซยาไนด์อิออน (Silver Solu tion Containing Cyanide ion)

สารละลายที่มีอิออนของซิลเวอร์และไซยาไนด์อยู่นั้นจะถูกรวมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (สารฟอกสีที่ใช้ตามบ้านเรือนมีความเข้มข้น 5%) ความต้องการในส่วนที่สองขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของอิออนไซยาไนด์ในสารละลาย ดังนั้น 100 มล. ของสารละลายจะมีซิลเวอร์ไซยาไนด์ 10% ต้องใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 5% เป็นปริมาตร 135 มล. การทำ Prussian Blue Test จะช่วยทำให้แน่ใจว่าไซยาไนด์ทั้งหมดถูกออกซิไดส์เป็นไซยาเนต การทดสอบสารระเหย 1 มล. ให้หยดสารละลายเฟอรัสซัลเฟต 5% ที่เตรียมขึ้นใหม่ลงไป 2 หยด ต้มของผสมเป็นเวลา 1 นาที ทิ้งให้เย็นด้วยอุณหภูมิห้องและหยดสารละลายเฟอริกคลอไรด์ 1% ลงไป 2 หยด ทำให้สารละลายเป็นกรดด้วย 6M HCl ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส ถ้าสารละลายมีสีเหลืองซีดแสดงว่าไซยาไนด์ถูกออกซิไดส์เป็นไซยาเนตทั้งหมด ถ้าตะกอนเป็นสีน้ำเงินเข้มแสดงว่ายังมีไซยาไนด์อิออนอยู่ ให้เติมโซเดียมไฮโปคลอไรท์มากเกินพอลงในสารละลายซิลเวอร์ไซยาไนด์จนกระทั่ง Prussian Blue Test มีผลเป็นลบ ซึ่งจะไม่มีไซยาไนด์อิออนเหลืออยู่ สามารถนำซิลเวอร์กลับมาใช้ได้โดยผ่านกระบวนการในขั้นตอนของสารละลายเกลือซิลเวอร์ที่ไม่มีไซยาไนด์อิออน

(2) สารละลายเกลือนิกเกิล (Solutions Containing Nickel Salts) นิเกิลอิออนที่มีอยู่ในของเสียที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ (Aqueous W aste) ต้องตกตะกอนเป็นนิกเกิลไฮดรอกไซด์และนำกลับมาใช้ใหม่ในรูปนิกเกิลคลอไรด์

$Ni^{2+} \longrightarrow Ni(OH)_2 \longrightarrow NiCl$

ของเสียที่มีนิกเกิลบรรจุอยู่ต้องเขย่าและเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20% ลงไปจนกระทั่งไม่มีตะกอนนิเกิลไฮดรอกไซด์เกิดขึ้นอีก รวบรวมตะกอนสีเขียวที่ได้แล้วล้างด้วยน้ำจนกระทั่งน้ำล้างนั้นทดสอบด้วยลิตมัสแล้วเป็นกลาง ตะกอนที่ได้ละลายด้วย 6M HCl แล้วเจือจางด้วยน้ำเป็นปริมาตร 3 เท่า กรองออกแล้วนำของเหลวที่ได้ไประเหยใน rotary evaporator ในตู้ดูดควัน กากของแข็งที่เป็นผลึกจากเอทธานอลเป็นนิกเกิลคลอไรด์บริสุทธิ์

3) สารละลายเกลือโคบอลต์ (Solutions Containing Cobalt Salts)

โคบอลต์คาร์บอเนตเป็นตะกอนที่ได้จากการตกตะกอนสารละลายที่มีโคบอลต์อิออนบรรจุอยู่ โดยการเติมโซเดียมคาร์บอเนตและเปลี่ยนให้เป็นโคบอลต์คลอไรด์เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

$Co^{2+} \longrightarrow Na_2CO_3 \longrightarrow CoCO_3 \longrightarrow CoCl_2$

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

การประมาณโคบอลต์ที่มีอยู่จำนวนมากในสารละลายนั้น จะใช้โซเดียมคาร์บอเนต 2 เท่าโมลาร์ เติมลงไปจนมากเกินพอ ตะกอนโคบอลต์คาร์บอเนตสามารถละลายได้อย่างจำกัด รวบรวมโดยการกรองแล้วล้างด้วยน้ำ โคบอลต์คาร์บอเนตสามารถละลายได้ง่ายใน 6M HCl (เข้มข้น) 10 มล. ให้เติมลงในน้ำ สารละลายสุดท้ายให้นำไประเหยในตู้ดูดควัน หรือนำของเหลวไปกลั่นภายใต้ความดันที่ลดลง (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป. : 45-47)

2.5.8.5 การระเหย (Evaporation)

วิธีการนี้เหมาะสำหรับของเสียมีสถานะเป็นของเหลว ที่มีสารระเหยยากเป็นองค์ประกอบ

หลักการ ให้ความร้อนแก่ของเสียในคอลัมน์ที่ใช้แยกสารประกอบที่ระเหยยากจะออกจากคอลัมน์ทางด้านล่าง

ข้อดี ของเสียที่ระเหยยากที่มีองค์ประกอบของน้ำน้อย จึงง่ายต่อการนำไปกำจัดโดยการเผา

ข้อเสีย การระเหยน้ำออกจากของเสียนั้นต้องใช้พลังงานสู ง จึงควรทำการบำบัดเชื้องต้น เช่น การแยกน้ำออกโดยวิธีเหวี่ยงหนีศูนย์ (Centrifuge) ก่อนทำการระเหยน้ำออก (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป. ก : 47)

2.5.8.6 การแยกชั้น (Phase Separation)

เป็นการบำบัดโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงในการแยกของเสียต่างสถานะออกจากกัน เพื่อนำไปบำบัดหรือกำจัดด้วยวิธีการที่เหมาะสมต่อไป

อุปกรณ์ที่ใช้ เช่น แผ่นแยกชั้น ถังตกตะกอน เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ , ม.ป.ป. ก : 48)

2.5.8.7 การผสมใช้เป็นเชื้อเพลิง (Fuel Blinding)

ได้แก่ของเสียอันตรายประเภท กากสารตัวทำละลาย น้ำมันเครื่องและน้ำมันจาระบีที่ใช้แล้วตามห้องปฏิบัติการ

หลักการ เป็นการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่โดยการนำกากของเสียอินทรีย์มาทำการผสมให้มีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาซีเมนต์ โดยทั่วไปแล้วเป็นกากอินทรีย์ที่อาจเป็นของแข็ง ของเหลว หรือกากตะกอน ซึ่งใช้ถ่านพลังงานจากการเผาไหม้มากกว่า 6,000 กิโลแคลอรี่ต่อปริมาณกากหนึ่งกิโลกรัม

ก่อนนำไปทำการผสมจะต้องกำจัดสารประเภทโลหะหนักออกเสียก่อน จากนั้นเติมสาร additive บางประเภท เช่น สารอิมัลซิฟายเออร์ เพื่อให้ได้คุณภาพเทียบเท่ากับถ่านหิน ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ตามมาด้วย

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ข้อดี ช่วยลดต้นทุนในการผลิต และประหยัดการใช้น้ำมันที่เกิ ดขึ้นตามธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป. อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548 : 155)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Woodburn (1981 อ้างถึงใน จักราวุธ จึงสมาน, 2542: 22-23) ได้ทำการสำรวจเกี่ยวกับกระบวนการในด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และเครื่องมือที่ปลอดภัย และองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดอุบัติเหตุในโรงเรียนมัธยมศึกษาของรัฐเนบราสกา โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบของค วามปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และต้องการทราบถึงธรรมชาติที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ ตัวอย่างประชากร ได้แก่ ค รูวิทยาศาสตร์ในรัฐเนบราสกาจำนวน 300 คน จากโรงเรียน 16 โรงเรียน โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและทำการสัมภาษณ์ ผลการวิจัย พบว่า

1. อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นร้อยละ 80.72 เกิดจากการทดลองที่ใช้ความร้อน เครื่องแก้ว และสารเคมี และร้อยละ 19.28 มีสาเหตุมาจากการผ่าตัด สัตว์เลี้ยง เครื่องไฟฟ้า เครื่องจักรกล

2. อุบัติเหตุส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นร้อยละ 77.65 เกิดจาก 19 การทดลองและมี 14 การทดลองที่ครูวิทยาศาสตร์เลือกให้นักเรียนทดลอง ซึ่งสามารถลดอุบัติเหตุได้ถึงร้อยละ 75.00

3. จำนวนครั้งที่เกิดอุบัติเหตุขึ้นอยู่กับประสบการณ์การทำงานของครู ขนาดของโรงเรียน และขนาดของชั้นเรียน โดยพบว่าถ้ามีนักเรียนในชั้นเรียนมาก จะเกิดอุบัติเหตุมาก

4. วิชาเคมีและวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ จะเกิดอุบัติเหตุมากกว่าวิชาฟิสิกส์

5. อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับนักเรียนระดับ 3 มากกว่าระดับ 4 ถึง 1.83 เท่า

6. ห้องเรียนที่ใช้เรียนบรรยาย และปฏิบัติการรวมกัน จะเกิดอุบัติเหตุมากกว่าห้องเรียนที่ใช้เรียนปฏิบัติการเพียงอย่างเดียว

7. อัตราส่วนพื้นที่ในห้องต่อนักเรียนเพิ่มขึ้นจะเกิดอุบัติเหตุน้อยลงและถ้าห้องปฏิบัติการมีอัตราส่วนพื้นที่ต่อนักเรียนมากกว่า 40 ตารางฟุตต่อนักเรียน 1 คน จะเกิดอุบัติเหตุน้อย

8. อุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่เปรียบเทียบระหว่างครูที่มีความรู้ทางกฎหมายแตกต่างกัน ระหว่างโรงเรียนที่มีและไม่มีการรักษาความปลอดภัย ระหว่างครูที่ผ่านและไม่ผ่านการอบรม เกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัย

Young (1970 อ้างถึงใน จักราวุธ จึงสมาน , 2542: 21-22) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของรัฐอิลินอยส์ ระหว่างปีการศึกษา 1968 – 1969 ตัวอย่างประชากร คือ ครูเคมีในรัฐอิลินอยส์ จำนวน 203 คน ผลการวิจัย

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

พบว่า ครูเคมีร้อยละ 71.4 ตอบว่าไม่มีอุบัติเหตุขึ้นเลยต่อห้องต่อสัปดาห์ ร้อยละ 23.2 ตอบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 1-3 ครั้งต่อห้องต่อสัปดาห์ ร้อยละ 5.4 ไม่ตอบแบบสอบถาม และร้อยละ 51.7 ตอบว่ามีอุบัติเหตุร้ายแรงเกิดขึ้นอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ซึ่งจะต้องมีการปฐมพยาบาลด้วย เช่น กรดเข้มข้นกระเด็นเข้าตา เทอร์โมมิเตอร์แตก และบาดมือ เป็นต้น และยังพบว่ ามีการใช้เทคนิคการทดลองไม่เหมาะสม และมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นมากในเรื่องต่อไปนี้

1. แผลไฟไหม้ ซึ่งเกิดจากการจับหลอดทดลองหรือโลหะที่ร้อนจัด
2. แผลที่ถูกกรดและเบสกัด
3. หลอดทดลองแตก เนื่องจากการใช้ที่จับหลอดไม่เหมาะสม
4. การเผาสารในหลอดทดลองโดยไม่ถูกวิธี
5. การนำสารเคมีกลับคืนผิดขวด หรือการใช้สารเคมีผิด
6. การทดสอบก๊าซโดยใช้วิธีไม่เหมาะสม

Dombrowski and Hangelbverg (1985 อ้างถึงใน จักราวุธ จึงสมาน, 2542: 23) ได้ศึกษาผลจากการให้ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติตนอย่างปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนมัธยมศึกษา แผนกวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นปีที่ 1 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง จำนวน 333 คน จาก 19 ชั้นเรียนซึ่งเรียนวิชาชีววิ ทยาและเคมี โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับความรู้เกี่ยวกับความปลอดภั ยเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ในระหว่างนี้จะมีการสังเกตพฤติกรรมในขณะที่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มปฏิบัติการทดลอง จากนั้นนำผลการบันทึกพฤติกรรมมาวิเคราะห์ทางสถิติสรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติอย่างปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จะมีพฤติกรรม ในการปฏิบัติตนอย่างปลอดภัยในขณะปฏิบัติการทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม

จากการศึกษางานวิจัยในต่างประเทศจะเห็นว่า เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย และอุบัติเหตุจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งพบว่าการให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยแก่นักเรี ยนจะทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมในการปฏิบัติตนอย่างปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลอง อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองมีสาเหตุมาจากการใช้ความร้อน เครื่องแก้ว และสารเคมี นักเรียนส่วนมากขาดความรู้เกี่ยวกับอันตรายจากอุปกรณ์และการใช้เครื่องมือในการป้องกันอุบัติเหตุ

อารยา ตรีแจ่ม (2548: 3-4) ทำการศึกษาการจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญแห่งหนึ่ง ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการการทดลองต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการมีทั้งของเสียอันตราย และของเสียไม่อันตราย ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นของเสียอันตรายที่เกิดจากสารเคมี

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ต่าง ๆ ขวดแก้วหรือขวดสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว เศษผ้าหรือกระดาษที่ปนเปื้อนสารเคมี ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่ยังไม่มีระบบบำบัดและกำจัดของเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการอย่างเหมาะสม ทำให้ของเสียส่วนหนึ่งถูกทิ้งลงสู่ท่อระบายระบายน้ำทิ้ง อาจจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน ดังนั้น ผู้ที่ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีและของเสียอันตรายควรมีความตระหนักถึงอันตรายของสารเคมีและของเสีย และการจัดการอย่างถูกต้องเหมาะสม เพื่อลดปริมาณของเสียอันตราย ลดผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

สุภาพร เทียมวงศ์ (2550: 5) ทำการศึกษา ความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมของนักศึกษาด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผลการวิจัยพบว่า ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางเคมี กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ระดับปานกลาง มีความรู้แตกต่างกันตามเพศ และสาขาวิชา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กลุ่มตัวอย่างมีเจตคติระดับดี เจตคติแตกต่างกันตามสาขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กลุ่มตัวอย่างมีพฤ ติกรรมระดับเหมาะสม พฤติกรรมแตกต่างกันตามสาขาวิชา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ความรู้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเจตคติ ความรู้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับพฤติกรรม และเจตคติมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับพฤติกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ทัศนา นิ่มสุวรรณ (2550: 4) ทำการศึกษา ความรู้เกี่ยวกับสารเคมีอันตรายและพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานในห้องทดลองของพนักงานสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กลุ่มประชากรเป็นพนักงานสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จำนวน 168 คน พบว่า พนักงานสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยมีความรู้เกี่ยวกับสารเคมีอันตรายอยู่ในระดับสูง พฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานในห้องทดลองอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ลักษณะส่วนบุคคลที่มีผลต่อความรู้เกี่ยวกับสารเคมีอันตรายได้แก่ อายุ อายุงาน วุฒิการศึกษา และรายได้ มีนัยสำคัญทางสถิติ 0.03 , 0.009, 0.02 และ 0.01 และลักษณะส่วนบุคคลมีผลต่อพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานในห้องทดลองได้แก่ วุฒิการศึกษา ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับสารเคมีอันตรายกับพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำ งานในห้องทดลองโดยรวมมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.00 ส่วนพฤติกรรมความปลอดภัยมีความสัมพันธ์กันทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่ 0.042 – 0.00

ลินดา เพ่งสุวรรณ (2550 : 3) การศึกษาประสิทธิผลของสื่อสิ่งพิมพ์เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมการประหยัดพลังงานในอาคารกรณีศึกษา นักศึกษาปริญญาโทภาคปกติ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ จำนวน 234 คน ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โ ดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บ รวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามเพื่อทราบถึงรูปแบบและลักษณะของสื่อสิ่งพิมพ์จาก

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

มุมมองของกลุ่มตัวอย่างและทราบถึงความรู้ ทั ศนคติ และพฤติกรรมการประหยัดพลังงานในอาคารของกลุ่มตัวอย่างในช่วงเวลาก่อนและหลังได้รับสื่อสิ่งพิมพ์ที่ผลิตขึ้น และแนวคำถามสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญ ผลการศึกษาพบว่า การได้รับสื่อสิ่งพิมพ์เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมการประหยัดพลังงานในอาคาร กลุ่มตัวอย่างมีความรู้แ ละพฤติกรรมการประหยัดพลังงานในอาคารโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ไม่สามารถทำให้ทัศนคติในการประหยัดพลังงานในอาคารโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สมศรี เชี๊ยกสาด (2527 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ, 2545: 42) ได้ทำการวิจัยเรื่อง อุบัติเหตุและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าโรงเรียนสหศึกษามีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีในโรง เรียนชายและโรงเรียนหญิง การปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูเพศชายมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูเพศหญิง การปฏิบัติการเคมีในห้องปฏิบัติการที่ไม่ใช่ห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะ มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีในห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะ การปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูที่ไม่เคยเข้ารับการอบรมการสอนเคมีในระดับชั้นที่สอนมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูที่เคยเข้ารับการอบรมการสอนเคมีในระดับชั้นที่สอน การปฏิบัติการเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ลักษณะอุบัติเ หตุที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ถูกสารเคมีกัด และถูกความร้อนลวก ส่วนสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุสุงสุดคือ ผู้ทดลองเลินเล่อ ครูเคมีป้องกันอุบัติเหตุไฟไหม้โดยใช้ผ้าเปียกน้ำคลุมทับบริเวณไฟไหม้ที่เกิดจากแอลกอฮอล์ ใช้ทรายกลบบริเวณไฟไหม้ที่เกิดจากสารเคมี ปิดสวิตซ์หรือตัดคัดเอาท์เมื่อเกิดไฟไหม้ที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้า แก้ไขอุบัติเหตุที่ผิวหนังถูกกรดและเบส โดยใช้น้ำล้างมาก ๆ แก้ไขอุบัติหตุจากการถูกของมีคมบาดโดยปฐมพยาบาลเบื้องต้น แก้ไขอุบัติเหตุที่ถูกความร้อนลวกโดยใช้ยาแก้ไฟลวกทาบริเวณที่ถูกความร้อนลวก แก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการระเบิดโดยนำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาล ถ้าได้รับบาดเจ็บมาก

ดิเรก หุ่นสุวรรณ์ (2529 อ้างถึงใน แก้วใจ พัวกนกหิรัญ , 2541: 65) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย และเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธ ยมศึกษาตอนปลาย ” พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีต่ำ คิดเป็นร้อยละ 46.34 โดยได้คะแนนในการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัยร้อยละ 44.76 การใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างปลอดภัยร้อยละ 51.27 และเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัยร้อยละ 45.28 ในด้านเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีพบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีเชิงนิมาน

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

คือนักเรียนมีความตระหนักและเห็นความสำคัญของความปลอดภัย และมีความพร้อมที่จะปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

เรืองชัย ทิมสุวรรณ (2533 อ้างถึงใน แก้วใจ พัวกนกหิรัญ, 2541: 66) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร " พบว่าความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการป ฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด คิดเป็นร้อยละ 55.82 โดยได้คะแนนในการออกแบบการทดลองร้อยละ 44.22 การเลือกใช้และการเก็บรักษาเครื่องมือร้อยละ 57.76 การดำเนินการทดลองร้อยละ 50.37 และความปลอดภัยในการทด ลองร้อยละ 64.12 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนที่มีขนาดแตกต่างกัน มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ภูษิต เกียรติคุณ (2535 อ้างถึงใน ทัศนา นิ่มสุวรรณ , 2550 : 48)ได้ทำการวิจัยเรื่อง พฤติกรรมด้านความปลอดภัยของคนงานก่อนและหลังมีการเสริมกิจกรรม 5 ส. และการอบรมความปลอดภัยในการทำงานในสถานประกอบการพบว่า ในการประเมินความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมเกี่ยวกับความปลอดภัย พนักงานส่วนใหญ่จะตอบอยู่ในเกณฑ์พอใช้ในทุก ๆ เรื่องจะมีบางเรื่องเท่านั้นที่พนักง านจะตอบอยู่ในเกณฑ์ดีคือ ในเรื่องความเชื่อว่าความร้อนสูงบริเวณการทำงานจะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ และมีบางเรื่องที่อยู่ในเกณฑ์ต้องปรับปรุง ได้แก่ ความเชื่อว่าเสียงดังเกินค่ามาตรฐานความปลอดภัยจะทำอันตรายต่อสุขภาพได้ คำขวัญหรือคติเตือนใจเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานและเครื่องหมายที่แสดงถึงความปลอดภัย โดยภาพรวมของการประเมินความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมเกี่ยวกับความปลอดภัยอยู่ในเกณฑ์พอใช้โดยมีระดับคะแนนเฉลี่ย 43.36 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน

ธีรพล จิณแพทย์ (2531 อ้างถึงใน วราภรณ์ อูบคำ , 2545: 45) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย "ทักษะปฏิบัติการเคมี และความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2530 จำนวน 68 คน จากโรงเรียนรัฐบาลในจังหวัดกาญจนบุรี ผลการวิจัยพบว่า

1. ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีกับความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี ทักษะปฏิบัติการเคมี กับความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี และความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยกับทักษะปฏิบัติการเคมี มีความสัมพันธ์กันทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.44, 0.74 และ 0.46 ตามลำดับ

2. ระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ทักษะปฏิบัติการเคมีกับความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี และความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี มีความสัมพันธ์กัน

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.9548

3. สมการพยากรณ์ความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี (Y) ซึ่งพยากรณ์โดยใช้คะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย (X_1) คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี (X_2) มีรูปแบบดังนี้

$$Y = 0.07 X_1 + 0.32 X_2 + 4.50$$

จักราวุธ จึงสมาน (2542 : I-II) ได้ศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2542 จำนวน 301 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีและแบบวัดพฤติกรรมการใช้ห้องการเคมี มีค่าความเชื่อมั่น 0.87 และ 0.75 ตามลำดับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS/PC+ ผลการวิจัยสรุปว่า

1. ความรู้เกี่ ยวกับค วามปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อยู่ในระดับปานกลาง

2. พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อยู่ในระดับเหมาะสมเล็กน้อย

3. นักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แต่ละสาขาวิชามีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. นักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถ าบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แต่ละชั้นปี มีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ไม่แตกต่างกัน

5. นักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แต่ละสาขาวิชา มีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6. นักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แต่ละชั้นปี มีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ไม่แตกต่างกัน

7. ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีและพฤติกรรมก ารใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาแต่ละสาขาวิชา ไม่มีความสัมพันธ์กัน

8. ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาแต่ละชั้นปี ไม่มีความสัมพันธ์กัน

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

วราภรณ์ อูบคำ (2545:4) ได้ทำการศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการของนิสิตคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือนิสิตคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 276 คน ผลการวิจัยพบว่า ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการอยู่ในระดับสูง และพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการของนิสิตคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยอยู่ในระดับเหมาะสม เมื่อเปรียบเทียบนักศึกษา ที่มีเพศต่างกัน และในแต่ละชั้นปี มีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 และมีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการ ไม่แตกต่างกัน

อดิเทพ เบี้ยวบรรจง (2538 อ้างถึงใน สุภาพร เทียมวงศ์, 2550: 35) ได้ศึกษาสภาพปัญหาและการจัดการด้านความปลอดภัยในโรงฝึกงานสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ผลการ วิจัยพบว่า สภาพปัญหาด้านความปลอดภัย การกระทำที่ไม่ปลอดภัย นักศึกษามีความเห็นด้วยกับการใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลทุกครั้งเมื่อปฏิบัติงาน การตรวจกา รแต่งกายและอบรมเรื่องความปลอดภัยก่อนเข้าฝึกงานกับการใช้เครื่องมือไม่ถูกวิธี และไม่ถูกประเภทก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ และไม่แน่ใจในเรื่องเกี่ยวกับอุบัติเหตุเกิดจากความโชคไม่ดี สภาพของงานที่ไม่ปลอดภัย นักศึกษาเห็นด้วยอย่างยิ่งว่า อุบัติเหตุส่วนมากเกิดจากเครื่องมือ อุปกรณ์เสื่อมสภาพ ชำรุด และไม่ได้มาตรฐาน เห็นด้วยว่าอุบัติเหตุเกิดจากไม่มีการแก้ไขจุดอั นตรายต่าง ๆ และไม่แน่ใจว่าโรงงานมีอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุอย่างเพียงพอ ในการจัดการด้านความปลอดภัย การบริหารงานด้านความปลอดภัยในโรงฝึกงาน นโยบายการส่งเสริมความปลอดภัย ผู้บริหารเห็นด้วยกับการจัดทำโครงการอบรมให้ผู้เกี่ยวข้องและนักศึกษาด้านการส่งเสริมความ ปลอดภัย ควรจัดปฐมนิเทศเรื่องความปลอดภัยให้แก่นักศึกษาใหม่ และไม่แน่ใจกับนโยบายการบริหารด้านความปลอดภัยเหมาะสม การจัดการดำเนินการ การควบคุม การจัดบุคลากรและการประเมินผล ผู้บริหารเห็นด้วยกับการจัดให้มีการศึกษาเกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นและแก้ไขในสิ่งที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุทุกครั้ง

แก้วใจ พัวกนกหิรัญ (2541 อ้างถึงใน สุภาพร เทียมวงศ์, 2550: 35) ทำการศึกษาความรู้ความเข้าใจและความสัมพันธ์เกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีและความปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2540 จำนวน 435 คน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีโดยรวมทุกด้านคือ ด้านการออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองและการบันทึกผลการทดลองอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด โดยมีระดับคะแนนระหว่างร้อยละ 51.28 – 54.30 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความปลอดภัยในการปฏิบัติการ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ทดลองเคมีโดยรวมทุกด้านคือ ด้านการใช้สารเคมี การใช้อุปกรณ์ทดลอง และเทคนิคในการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัยอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด โดยมีระดับคะแนนระหว่างร้อยละ 56.93-59.57 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีสัมพันธ์กับความรู้เข้าใจเกี่ยวกับ ความปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลองเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สุรชัย ไพศาลพันธุ์ (2541 อ้างถึงใน สุภาพร เทียมวงศ์ , 2550: 36) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อความปลอดภัยในการทำงานและการปฏิบัติตามมาตรการความปลอดภัยในการทำงาน ของพนักงานการท่าอากาศยานแห่งประเทศไทย พบว่า เพศ อายุ สถานภาพการสมรส รายได้ อายุงาน และประสบการณ์ในการฝึกอบรมที่เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานต่างกัน มีทัศนคติต่อความปลอดภัยในการทำงานไม่แตกต่างกัน ยกเว้นพนักงานที่มีการศึกษาต่างกันมีทัศนคติต่อความปลอดภัยในการทำงานแตกต่างกันและทัศนคติต่อความปลอดภัยในการทำงานมีความสัมพันธ์ทางบวกกับการปฏิบัติตามมาตรการความปลอดภัยในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

กรุณา วรภักดิ์ภมร (2544 อ้างถึงใน สุภาพร เทียมวงศ์, 2550 : 36) ทำการศึกษาความรู้เจตคติ และพฤติกรรมเกี่ยวกับความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน อยู่ในระดับปานกลาง และความรู้ของนักศึกษาแตกต่างกันตามตัวแปรภาควิชาและระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความแตกต่างกันตามตัวแปรเพศ ภูมิลำเนาเดิม คุณวุฒิการศึกษาก่อนเข้ารับการศึกษาในสาขาวิศวกรรมศาสตร์ การเรียนวิชาทางด้านความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานและการได้รับข้อมูลข่าวสารความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน เจตคติที่มีต่อความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานของกลุ่มตัวอย่างเป็นไปในทิศทางบวก ความรู้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเจตคติ เจตคติมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับพฤติกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความรู้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับพฤติกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุญรอด พุ่มพุฒิ (2546:4)ได้ทำการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการด้านการปฏิบัติของบุคคล ด้านสภาพแวดล้อม ด้านเครื่องมือ เครื่องจักรอุปกรณ์ และเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการที่เรียนสาขาวิชาต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 263 คน พบว่า ความคิดเห็นเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ใน

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ด้านการปฏิบัติของบุคคล ด้านสภาพแวดล้อม และด้านเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ อยู่ในระดับปานกลาง การเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการของนักศึกษา ที่เรียนสาขาวิชาต่างกัน พบว่า นักศึกษาที่เรียนสาขาวิชาต่างกันบางสาขาวิชามีควา ม คิดเห็นเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ทั้งด้านการปฏิบัติของบุคคล ด้านสภาพแวดล้อม และด้านเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุญถิ่น เอมย่านยาว (2546 อ้างถึงใน สุภาพร เทียมวงศ์ , 2550: 37) ทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทัศนคติ พฤติกรรม การจัดการความปลอดภัยกับการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล : ศึกษาเฉพาะกรณีพนักงานช่างสายอากาศการไฟฟ้านครหลวง จำนวน 14 เขต 242 คน พบว่า ความรู้ ทัศนคติ พฤติกรรมและการจัดการความปลอดภัย มีควา มสัมพันธ์กับการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล และความรู้ ทัศนคติ พฤติกรรม การจัดการความปลอดภัยร่วมกันเป็นตัวพยากรณ์การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ได้ร้อยละ 61.2 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 โดยพฤติกรรมพยากรณ์การใช้อุปกรณ์คุ้มครองค วามปลอดภัยส่วนบุคคล รองลงมาคือโดยทัศนคติ พยากรณ์การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ความรู้และการจัดการความปลอดภัยพยากรณ์การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลได้

แก้วฤทัย แก้วชัยเทียม (2548 อ้างถึงใน สุภาพร เทียมวงศ์, 2550 : 38) ได้ศึกษาการรับรู้การจัดการความปลอดภัยและพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานของพนักงานระดับปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่าพนักงานระดับปฏิบัติการมีการรับรู้การจัดการความปลอดภัยและพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานอยู่ในระดับดีมาก ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่าพนักงานที่มีอายุ สถานภาพส มรส อายุการทำงาน ประสบการ ณ์การฝึกอบรมเกี่ยวกับความปลอดภัยและประสบการณ์การเกิดอุบัติเหตุในการทำงานแตกต่างกัน มีการรับรู้การจัดการความปลอดภัยไม่แตกต่างกัน มีเพียงพนักงานที่มีระดับการศึกษาแตกต่างกันมีการรับรู้การจัดการความปลอดภัยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญท างสถิติที่ระดับ 0.05 และพบว่าพนักงานที่มีอายุ ระดับการศึกษา สถานภาพสมรส อายุการทำงาน ประสบการณ์การฝึกอบรมเกี่ยวกับความปลอดภัยและประสบการณ์การเกิดอุบัติเหตุในการทำงานแตกต่างกันมีพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานไม่แตกต่างกันและการรับรู้การจัดการความปลอดภัยมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.312

จากผลงานวิจัยในประเทศพบว่า มีการศึกษาอัตราการเกิดอุบัติเหตุ การป้องกันและการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการในโรงเรียนมัธยมศึกษา ในมหาวิทยาลัย และในสถานที่ทำงาน ซึ่งปรากฏว่าการทดลองในระดับชั้นที่ต่ำ จะมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นมากกว่าในระดับชั้นที่สูงกว่า

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ในการปฏิบัติการทดลองวิชาเดียวกัน ลักษณะอุบัติเหตุที่เกิดมาก คือ สารเคมีกัด ความร้อนลวก และไฟไหม้ สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุสูงที่สุดคือ นักเรียนเล่นเล่อ วิธีป้องกันอุบัติเหตุของครูส่วนมากคือ อธิบายสมบัติของสารเคมีและวิธีการใช้ก่อนการทดลองทุกครั้ง และฝึกนักเรียนให้ทำความสะอาดเครื่องมือทุกครั้งที่ใช้เสร็จ การแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ จะแก้ไขตามลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น เช่น อุบัติเหตุเกิดจากโดนกรดและเบสจะแก้ไขโดยใช้น้ำล้างมาก ๆ

จากการทบทวนวรรณกรรมทำให้เราทราบถึงอุบัติเหตุและอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งมีหลายสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ เช่น ผู้ทำการทดลองมีความรู้ไม่เพียงพอ ไม่ปฏิบัติตามกฎและคำแนะนำต่าง ๆ จงใจละเลยทำการทดลองนอกเหนือจากที่กำหนด ขาดสมาธิในการทำงาน ไม่รอบคอบ ละเลยจากการตรวจดูอุปกรณ์ก่อนการใช้งานให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยก่อนใช้งาน อุบัติเหตุเป็นเรื่องสำคัญที่ทุกคนจะต้องพยายามแก้ไขและป้องกันมิให้เกิดขึ้น เพราะเมื่อเกิดอุบัติเหตุจะทำให้ผู้ทดลองหรือผู้ที่อยู่ใกล้ได้รับบาดเจ็บแล้วยังทำให้เสียเวลา เสียค่าใช้จ่ายค่ารักษาพยาบาล

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดทำคู่มือความปลอดภัยเพื่อให้ผู้สนใจมีความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติตนในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีอย่างปลอดภัย ทราบวิ ธีแก้ไขป้องกันอุบัติเหตุ เพื่อเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในด้านความปลอดภัยของผู้ทดลองต่อไป

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

บทที่ 3

กรอบแนวคิดและวิธีการศึกษา

การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลงานที่เกี่ยวข้อง ผู้ศึกษาจึงกำหนดตัวแปร กรอบแนวคิด และวิธีการศึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษา ดังนี้

3.1 กรอบแนวคิด

3.2 สมมติฐานในการวิจัย

3.3 การออกแบบงานวิจัย

3.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

3.5 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กรอบแนวคิด

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษามีวัตถุประสงค์ที่จะผลิตและทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอ ดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อแนะนำ ความปลอดภัยแก่นั กศึกษา ในการใช้บริการห้องปฏิบัติการเคมีของ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งข้อมูลปฐมภูมิแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก คือ ข้อมูลจากแบบสอบถาม เพื่อใช้ในการออกแบบคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่เหมาะสมกับนักศึกษาที่ใช้บริการห้องปฏิบัติการเคมี ส่วนที่สอง คือ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เ พื่อทราบถึงแนวคิดและรูปแบบ ของคู่มือ ที่เหมาะสม จากผู้เชี่ยวชาญ สำหรับข้อมูลทุติยภูมิ ได้ศึกษา ถึงแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับก ารศึกษาโดยรวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลจากทั้ง 2 ส่วนนี้จะนำมาประกอบกันเพื่อทำการออกแบบและจัดทำคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี การศึกษานี้ได้ทำการเก็บข้อมูลในด้านความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่างก่อนได้ศึกษาคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีและหลังได้ศึกษาคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี โดยทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่ างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาทดสอบประสิทธิผลของ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีต่อไป โดยแสดงกรอบแนวคิดและวิธีการศึกษาดัง ภาพที่ 3.1 (หน้า 79)

3.2 สมมติฐานในการวิจัย

ผู้ศึกษาได้นำมากำหนดสมมติฐานในการศึกษา ดังนี้

การได้ศึกษาคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ก่อนทำการทดลองทำให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเท คโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น

3.3 การออกแบบงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยในเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบ True-Experiment ที่เป็นการออกแบบประเภท True Control Group Pretest-Posttest Design โดยจะมีการใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ซึ่งกลุ่มตัวอย่างจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับวิธีทดลอง เพื่อใช้เปรียบเทียบกับกลุ่มทดลอง งานวิจัยนี้จะมีการวัดผล 2 ครั้ง ก่อนและหลังการทดลองและมีการสุ่มตัวอย่าง (Randomization) เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมตามหลักการของการวิจัย (สุวิมล ติรกานันท์, 2548 : 20-23)

R O_1 x O_2

R O_{c1} . O_{c2}

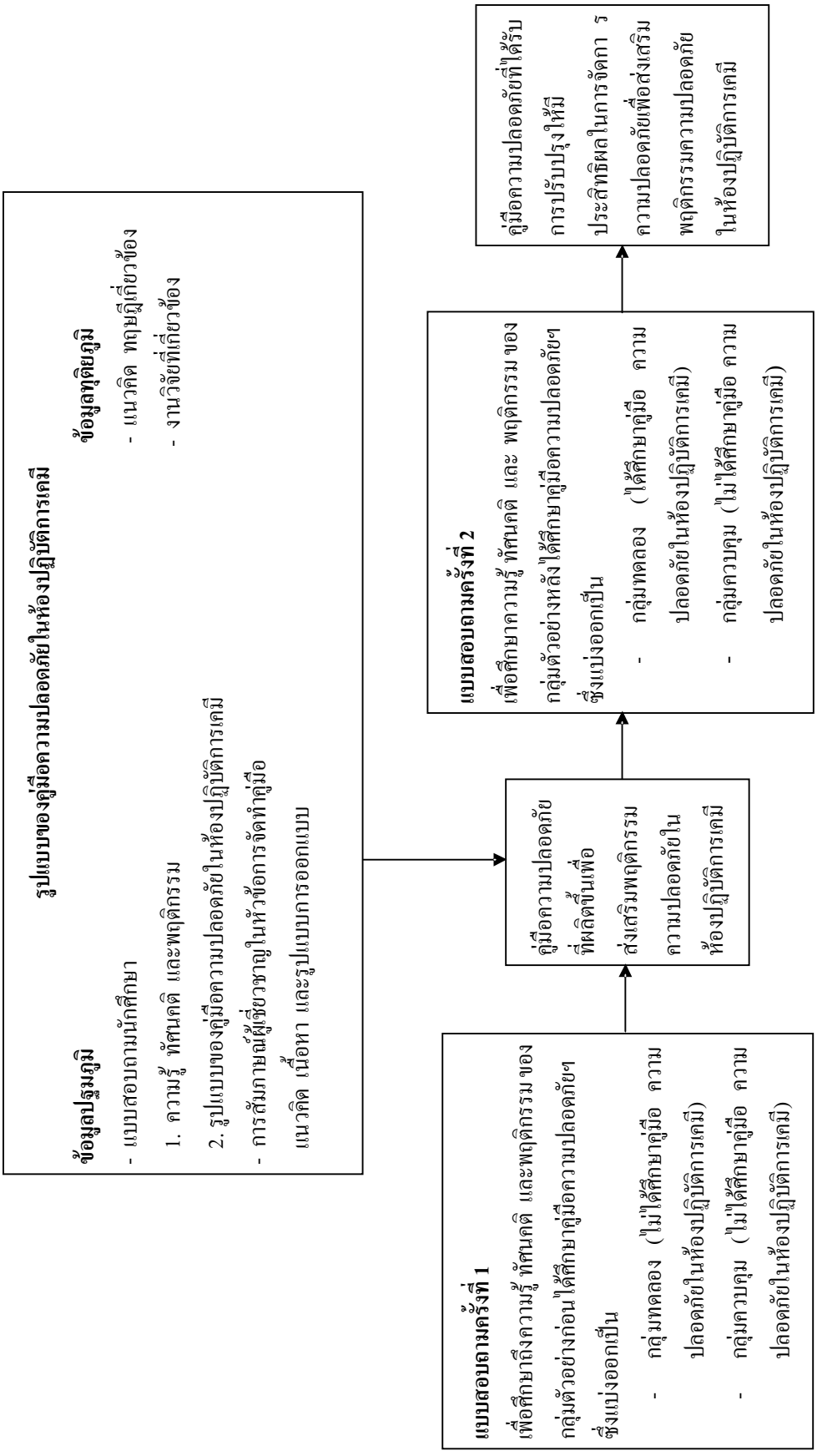
เมื่อ x = ได้รับ treatment (ได้ศึกษาคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี)

. = ไม่ได้รับ treatment (ไม่ได้ศึกษาคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี)

O_1, O_2 = คะแนน ความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรม การใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

O_{c1}, O_{c2} = คะแนน ความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรม การใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มควบคุมครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.



ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

3.4 ตัวแปรที่ศึกษา

3.4.1 ตัวแปรต้น คือ

3.4.1.1 เพศ

3.4.1.2 สาขาวิชา แบ่งตามสาขาวิชาที่นักศึกษาเข้ามาใช้บริการห้องปฏิบัติการเคมีของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในรายวิชา 05100002 ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1 และ 05101192 ปฏิบัติการเคมีทั่วไปประจำปีการศึกษา 2552 จำนวน 9 สาขาวิชา

3.4.1.3 อายุ

แบ่งช่วงอายุเป็น 16-18 ปี, 19-20 ปี, 21-22 ปี และ 23-25 ปี

3.4.2 ตัวแปรตาม คือ ระดับความรู้ความเข้าใจ ทัศนคติ และพฤติกรรมของนักศึกษาในด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในด้านที่เกี่ยวข้องกับการจัดการด้านความปลอดภัย การใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย การใช้อุปกรณ์ทดลอง อย่างถูกวิธี เทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ ข้อห้ามและข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเคมี

3.5 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพ ระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ขึ้นทะเบียนนักศึ กษาในปีการศึกษา 2552 จำนวน 965 คน (ข้อมูล ณ วันที่ 1 มิถุนายน 2552 งานบริการทางวิช าการและวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) จำแนกได้ดังนี้

1. สาขาวิชาสถิติประยุกต์ จำนวน 97 คน
2. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ จำนวน 95 คน
3. สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 155 คน
4. สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ จำนวน 118 คน
5. สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ จำนวน 109 คน
6. สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม จำนวน 95 คน
7. สาขาวิชาเคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม จำนวน 88 คน
8. สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์ จำนวน 75 คน
9. สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม จำนวน 136 คน

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

3.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ใช้วิธีการคัดเลือกแบบ โควต้า (Quota Sampling) ตามสัดส่วนของจำนวนนักศึกษาตามสาขาวิชา และการเลือกแบบเจาะจงห้องเรียนของกลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งจะทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม

การหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะใช้สูตรการคำนวณข องYamane (1973 อ้างถึงในสุวิมล ติรกานันท์, 2548 : 174) ดังนี้

$$n = \frac{N}{1+Ne^2}$$

โดย n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

N = จำนวนประชากรทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษา

e = ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (ในที่นี้กำหนดเท่ากับ 0.05 หรือร้อยละ 5)

เมื่อแทนค่าจะได้

$$n = \frac{965}{1+965(0.05)^2} = 282.78$$

จากการคำนวณได้ค่า n เท่ากับ 282.78 แล้วจึงทำการปรับใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเป็นจำนวน 283 ตัวอย่าง

และเมื่อได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 283 คน แล้วจึงทำการคัดเลือกตัวอย่างแบบโควตา โดยใช้วิธีการเ ทียบสัดส่วนเพื่อคำนวณหาจำนว นกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาในแต่ละสาขาวิชาดังนี้

$$n = \frac{N*283}{965}$$

โดย n = ขนาดตัวอย่างของสาขาวิชาที่ต้องการศึกษา

N = จำนวนทั้งหมดของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาที่ต้องการศึกษา

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 3.1 จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในแต่ละสาขาวิชาที่ต้องการศึกษาจากการคำนวณ

สาขาวิชา	N (คน)	n(คน)	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
สาขาวิชาสถิติประยุกต์	97	28	14	14
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์	95	28	14	14
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	155	45	22	23
สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์	118	35	17	18
สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ	109	32	16	16
สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม	95	27	13	14
สาขาวิชาเคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม	88	26	13	13
สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์	75	22	11	11
สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม	136	40	20	20
รวม	**965**	**283**	**140**	**143**

หมายเหตุ : ข้อมูลจาก งานบริการทางวิชาการและวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ณ วันที่ 1 มิถุนายน 2552

3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้สอดคล้องและครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการศึกษาและสมมติฐาน มีดังนี้

3.6.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ โดยลักษณะการเก็บข้อมูลแบ่งเป็น

1) แบบสอบถาม เพื่อศึกษาความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรม ทั้งก่อนและหลังได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี โดยมีระยะห่างในการเก็บแบบสอบถามครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ประมาณ 1 เดือน สำหรับกลุ่มทดลอง นักศึกษาจะได้รับแบบสอบถามครั้งที่ 1 หลังจากนั้นจะทำการให้แบบสอบถาม ครั้งที่ 2 (ได้รับคู่มือ ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี)

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

และสำหรับกลุ่มควบคุมนักศึกษาจะได้รับแบบสอบถามครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (แต่ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีทั้ง 2 ครั้ง)

2) การสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทราบถึงแนวคิด เนื้อหาและรูปแบบที่เหมาะส มใน การปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประเด็นคำถามดังภาคผนวก ข

3.6.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ

การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ ผู้วิจัยทำการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมจากหนังสือ รายงาน เอกสาร งานวิจัย และสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานี้ ซึ่งได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดการปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับ ความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรม แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการลด อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.6.2 การทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.6.2.1 ทดสอบความตรง (Validity) โดยการนำแบบสอบถามเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการตรวจสอบและแก้ไขข้อ บกพร่อง ในแบบสอบถามให้มีความถูกต้อง และเหมาะสมตลอดจนให้เกิดความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

3.6.2.2 นำแบบสอบถามไปทดสอบความเที่ยง (Reliability) โดยนำแบบสอบถามไปทำการทดลอง ใช้เบื้องต้น (Pre-Test)โดยทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับประชากรที่จะทำการศึกษาร้อยละ 10 ของกลุ่มตัวอย่างหรือประมาณ 30 ชุด โดยทำการทดสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะ วิทยาศาสตร์ ที่เรียนวิชา ปฏิบัติการเคมีทั่วไปผ่านไปแล้วซึ่งมีความคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย แล้วนำแบบสอบถามมาหาข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้ในการสอบถามกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งใช้วิธีการคำนวณความเที่ยง 2 แบบ คือ

1) ในส่วนของความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งมีการให้คะแนนเป็น 0 และ 1 จึงใช้วิธีคำนวณโดยใช้สูตรของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน โดยมีสมการดังนี้ (สุวิมล ติรกานันท์, 2548 : 154-156)

$$r = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right]$$

เมื่อ r = สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบ

k = จำนวนข้อทั้งหมดของแบบทดสอบ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

p = สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

q = สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ

S^2 = ความแปรปรวนของคะแนนรวมของผู้ตอบทั้งหมด

โดยในส่วนของความรู้ด้านความปลอดภัยใน ห้องปฏิบัติการเคมี มีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงเท่ากับ 0.624 ซึ่งอยู่ในช่วง 0.60-0.79 = มีความเชื่อถือได้ค่อนข้างสูง(สิน พันธุ์พินิจ,2547:185)

2) ในส่วนของทัศนคติและพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี เป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ที่ให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 1 2 3 4 และ 5 จึงสามารถใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient-α) ทดสอบ ความเที่ยง ได้ โดยสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient-α) มีสูตรในการคำนวณดังนี้ (สุวิมล ติรกานันท์, 2548 : 156)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\sum V_i}{t}\right]$$

เมื่อ α = สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของเครื่องมือ

k = จำนวนข้อในเครื่องมือ

V_i = ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

V_t = ความแปรปรวนของคะแนนรวมทุกข้อ

โดยในส่วนของทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี มีค่าสัมปร ะสิทธิ์ความเที่ยงเท่ากับ 0.843 ซึ่งอยู่ในช่วง 0.80 - 1.00 = มีความเชื่อถือได้สูงมาก (สิน พันธุ์พินิจ, 2547: 185) ข้อคำถามในส่วนของทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมีค่าความเที่ยงในระดับสูง และข้อคำถามในส่วนของพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงเท่ากับ 0.724 ซึ่งอยู่ในช่วง 0.60-0.79 = มีความเชื่อถือได้ค่อนข้างสูง (สิน พันธุ์พินิจ, 2547: 185) ข้อคำถามในส่วนของพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมีค่าคว ามเที่ยงในระดับ ค่อนข้าง สูง สรุปว่าแบบสอบถามในส่วนของทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้โดยไม่ต้องมีการปรับปรุงแก้ไข รายละเอียดการคำนวณดังภาคผนวก จ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

3.6.3 เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การประเมินผลแบ่งตามแบบสอบถามได้ 7 ส่วนดังนี้

3.6.3.1 ปัจจัยส่วนบุคคล

เป็นคำถามเพื่อทราบข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม คือ คำถามเกี่ยวกับ เพศ อายุ พื้นฐานความรู้ (สาขาวิชาที่ศึกษา)

3.6.3.2 รูปแบบและลักษณะของคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติ การเคมี จากมุมมองของกลุ่มตัวอย่าง เป็นคำถามเพื่อทราบรูปแบบและลักษณะของคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ได้แก่ รูปแบบของคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี รูปแบบของเนื้อหาข้อความ และการให้ลำดับความสำคัญกับรูปแบบและลักษณะของคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ในมุมมองของกลุ่มตัวอย่าง ตามที่กลุ่มตัวอย่างต้องการและมีความเหมาะสมสำหรับคู่มือที่จะใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี

3.6.3.3 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี เป็นคำถามเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติตนในการเข้าใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ประกอบด้วย คำถาม จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

1. ตอบคำถามถูกให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน
2. ตอบคำถามผิดให้คะแนนข้อละ 0 คะแนน

3.6.3.4 ทัศนคติด้าน ความปลอดภัยใน ห้องปฏิบัติการเคมี ประกอบด้วยคำถาม จำนวน 15 ข้อ คะแนนเต็ม 75 คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1. คำถามเชิงบวก จำนวน 15 ข้อ

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	คะแนน
เห็นด้วย	4	คะแนน
ไม่แน่ใจ	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	2	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	คะแนน

การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยที่คำนวณ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายถึง มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายถึง มาก
คะแนนเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายถึง ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายถึง น้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายถึง น้อยที่สุด

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

3.6.3.5 พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

เป็นคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยคำถามจำนวน 15 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1. คำถามเชิงบวก จำนวน 9 ข้อ

ปฏิบัติทุกครั้ง	2	คะแนน
ปฏิบัติบางครั้ง	1	คะแนน
ไม่เคยปฏิบัติ	0	คะแนน

2. คำถามเชิงลบ จำนวน 6 ข้อ

ปฏิบัติทุกครั้ง	0	คะแนน
ปฏิบัติบางครั้ง	1	คะแนน
ไม่เคยปฏิบัติ	2	คะแนน

การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้คือ เกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	0 – 0.5	หมายถึง ไม่เคยปฏิบัติ
คะแนนเฉลี่ย	0.51 – 1.50	หมายถึง ปฏิบัติบางครั้ง
คะแนนเฉลี่ย	1.51 – 2.00	หมายถึง ปฏิบัติทุกครั้ง

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้แบบสอบถามจากภาคสนามแล้ว นำมาตรวจสอบความถูกต้องเพื่อสร้างคู่มือลงรหัส จากนั้นนำข้อมูลที่ลงรหัสแล้วนำมาทำการประมวลผลด้วยเครื่องคอ มพิวเตอร์ โดยใช้โปร แกรมสถิติสำเร็จรูป ทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Science : SPSS Version 16) โดยใช้หลักสถิติในการวิเคราะห์ ดังนี้

3.7.1 สถิติเชิงพรรณนา

โดยนำข้อมูลมาแจกแจงความถี่ (Frequency) และคิดอัตราส่วนร้อยละ (Percent) อธิบายลักษณะต่าง ๆ ของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล ความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี รวมทั้งรูปแบบและลักษณะของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่เหมาะสม

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

3.7.2 สถิติเชิงอนุมาน

การทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีโดยใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ในการทดสอบ โดยการเปรียบเทียบความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่างระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองจากข้อมูลแบบสอบถาม ในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 รายละเอียดสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานแสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

	สมมติฐาน	สถิติทดสอบ
1.	การได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ทำให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความรู้ ด้านความปลอดภัย โดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น โดยทำการเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ด้านความปลอดภัย ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลอง	t – test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
2.	การได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ทำให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีทัศนคติด้านความปลอดภัยโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น โดยทำการเปรี ยบเทียบกับค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัย ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลอง	t – test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
3.	การได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ทำให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีพฤติกรรมด้านความปลอดภัยโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น โดยทำการเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัย ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลอง	t – test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางจัดทำคู่มือความ ปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ 2 ประเภท คือ การสัมภาษณ์เพื่อรวบรวมข้อมูลและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญสำหรับการจัดทำและผลิตคู่ มือความปลอดภัย โดยแบบสอบถามที่สร้างขึ้นใช้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้ าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 283 คน ทำการสอบถาม 2 ครั้ง คือ ก่อนและหลังศึกษาคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิ บัติการเคมี และทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ผลการศึกษาแบ่งออกเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบและเนื้อหาของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

4.2.1 รูปแบบและเนื้อหาของคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี จากมุมมองของกลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมรวมกัน)

4.2.2 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

4.3 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

4.3.1 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีก่อนได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

4.3.2 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีหลังได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

4.4 ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

4.4.1 ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีก่อนได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

4.4.2 ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีหลังได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

4.5 พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

4.5.1 พฤติกรรม ด้านความปลอดภัยใน ห้องปฏิบัติการ เคมีก่อนได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

4.5.2 พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีหลังได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

4.6 ข้อเสนอแนะจากกลุ่มตัวอย่าง

4.7 การทดสอบสมมติฐาน

4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างประกอบไปด้วย เพศ อายุ สาขาวิชาของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาอยู่ในคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเ จ้าคุณทหารลาดกระบัง และพื้นฐานความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ดังตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่าง 283 คน เป็นเพศหญิง 203 คน คิดเป็นร้อยละ 71.1 และเพศชาย 80 คน คิดเป็นร้อยละ 28.3 โดยมีอายุอยู่ในช่วง 16-18 ปี จำนวน 193 คน (ร้อยละ 68.2) ช่วงอายุ 19-20 ปี จำนวน 89 คน (ร้อยละ 31.4) และช่วงอายุ 23-25 ปี จำนวน 1 คน (ร้อยละ 0.4) มีสาขาวิชาดังนี้ สาขาวิชาสถิติประยุกต์ 28 คน สาขาวิชาคณิตศาสตร์ 28 คน สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ 45 คน สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ 35 คน สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ 32 คน สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม 27 คน สาขาวิชาเคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม 26 คน สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์ 22 คน และสาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม 40 คน โดยกลุ่มตัวอย่างในแต่ละสาขาวิชามีพื้นฐานความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี อันตราย อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นหรือที่เคยพบเห็นในห้องปฏิบัติการเคมีแตกต่างกัน กล่าวคือ ฐานความรู้ด้านความปลอดภัยพบว่า ไม่เคยศึกษาหรือมีความรู้ด้านความปลอดภัยเลย จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ4.2 เคยศึกษาหรือมีความรู้ด้านความปลอดภัยอยู่บ้างเล็กน้อย จำนวน 134 คน คิดเป็นร้อยละ 47.3 เคยศึกษาหรือมีควา มรู้ด้านความปลอดภัยอยู่พอสมควร จำนวน 130 คน คิดเป็นร้อยละ 46.0 เคยศึกษาหรือมีความรู้ด้านความปลอดภัยอยู่มาก จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5

ด้านอันตราย หรืออุบัติเหตุ ที่เกิดขึ้นหรือที่เคยพบเห็นในห้องปฏิบัติการเคมี พบว่ากลุ่มตัวอย่างประสบอุบัติเหตุและพบเห็นอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี คือ ทำอุปกรณ์เครื่องแก้วแตก จำนวน 171 คน (ร้อยละ 19.9) โดนกรด ด่างหรือสาร เคมีหกรดร่างกายและผิวหนัง จำนวน 87 คน (ร้อยละ 10.1) หายใจเอาแก๊สที่เป็นพิษเข้าไป จำนวน 64 คน (ร้อยละ 7.5) ไฟไหม้ จำนวน 26 คน (ร้อยละ 3.0) ถูกของร้อน จำนวน 100 คน (ร้อยละ 11.6) ลื่นหกล้ม จำนวน 20 คน (ร้อยละ 2.3) ชนกับเพื่อนขณะปฏิบัติการทดลอง จำนวน 100 คน (ร้อยละ 11.6) สารเคมีหกหล่นบนพื้นและโต๊ะปฏิบัติการ จำนวน 103 คน (ร้อยละ 12.0) เทสารผิด ทิ้งสารเคมีที่ใช้แล้วในอ่างน้ำ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

และถังขยะ จำนวน 90 คน (ร้อยละ 10.5) สารเคมีกระเด็นเข้าตา จำนวน 15 คน (ร้อยละ 1.7) เกิดไฟไหม้และเกิดระเบิดจากสารที่ไวต่อปฏิกิริยาเคมี จำนวน 8 คน (ร้อยละ 0.9) ใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วผิดวิธีและผิดวัตถุประสงค์ จำนวน 76 คน (ร้อยละ 8.8)

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	80	28.3
หญิง	203	71.1
รวม	283	100.0
อายุ		
16 – 18 ปี	193	68.2
19 – 20 ปี	89	31.4
21 – 22 ปี	0	0.0
23 – 25 ปี	1	0.4
รวม	283	100.0
สาขาวิชา		
สาขาวิชาสถิติประยุกต์	28	9.9
สาขาวิชาคณิตศาสตร์	28	9.9
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	45	15.9
สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์	35	12.4
สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ	32	11.3
สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม	27	9.5
สาขาวิชาเคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม	26	9.2
สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์	22	7.8
สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม	40	14.1
รวม	283	100.0

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
พื้นฐานความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี		
ไม่เคยศึกษาหรือมีความรู้ด้านความปลอดภัยเลย	12	4.2
เคยศึกษาหรือมีความด้านความปลอดภัยอยู่บ้างเล็กน้อย	134	47.3
เคยศึกษาหรือมีความรู้ด้านความปลอดภัยอยู่พอสมควร	130	46.0
เคยศึกษาหรือมีความรู้ด้านความปลอดภัยอยู่มาก	7	2.5
รวม	283	100.0
อันตราย หรืออุบัติเหตุที่เกิดขึ้นหรือที่เคยพบเห็นในห้องปฏิบัติการเคมี		
ทำอุปกรณ์เครื่องแก้วแตก	171	19.9
โดนกรด ด่างหรือสารเคมีหกรดร่างกายและผิวหนัง	87	10.1
หายใจเอาแก๊สที่เป็นพิษเข้าไป	64	7.5
ถูกของร้อน	100	11.6
ลื่นหกล้ม	20	2.3
ชนกับเพื่อนขณะปฏิบัติการทดลอง	100	11.6
สารเคมีหกหล่นบนพื้นและโต๊ะปฏิบัติการ	103	12.0
เทสารผิด ทิ้งสารเคมีที่ใช้แล้วในอ่างน้ำและถังขยะ	90	10.5
สารเคมีกระเด็นเข้าตา	15	1.7
เกิดไฟไหม้และเกิดระเบิดจากสารที่ไวต่อปฏิกิริยาเคมี	34	3.9
ใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วผิดวิธีและผิดวัตถุประสงค์	76	8.8

4.2 ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบและเนื้อหาของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

ข้อมูลในส่วนนี้ผู้วิจัย ได้ทำการเก็บร วบรวมข้อมู ลโดยสอบถามกลุ่มตัวอย่าง และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ทราบถึงรูปแบบและเนื้อหา ของคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ที่เหมาะสม สำหรับ ประเด็นการสอบถามประกอบด้วย ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเ คมี พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี และประเด็นการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย ความปลอดภัย

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

และการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี ปัญหาและอุปสรรค การปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีควรทำอย่างไร และสิ่งที่นักศึกษาควรรู้ก่อนที่จะใช้ห้องปฏิบัติการเคมีมีอะไรบ้าง ห้องปฏิบัติการเคมีที่ดีควรเป็นอย่าง คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมีความจำเป็นหรือไม่ และในคู่มือควรมีรายละเอียดอย่างไร

4.2.1 ผลการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง

รูปแบบของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ที่กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าเหมาะสมที่สุดเกี่ยวกับด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี คือ ควรให้ความรู้ ที่ถูกต้องก่อนเริ่มมีการเรียนการสอนปฏิบัติการ ในชั่วโมงแรก เช่น ความรู้ด้านความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติการ ความรู้ในด้านการใช้สารเคมี เครื่องมือ และอุปกรณ์เครื่องแก้ว ข้อควรระมัดระวังในการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมี ข้อควรระวังในการใช้สารเคมี รวมถึงการป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการทดลอง และวิธีการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเพื่อความปลอดภัยแก่ตัวนักศึกษาเอง สำหรับเนื้อหาของคู่มือควรอ่านแล้วเข้าใจง่าย มีรูปภาพประกอบ มีวิธีการใช้อุปกรณ์การทดลอง ข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ วิธีการป้องกันเมื่อเกิดอุบัติเหตุ และมีขนาดเล็กพกพาได้สะดวก

4.2.2 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ โดยทำการสัมภาษณ์ รองศาสตราจารย์ ดร .สมศักดิ์ วรมงคลชัย อาจารย์ประจำสาขาวิ ชาเคมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร .ชลอ จารุสุทธิรักษ์ ประธานสาขาวิชาเคมี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณี จรรยาพูน รองคณบดี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผลการสัมภาษณ์ สรุปดังนี้

ความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ปัจจุบันด้านความปลอดภัยและการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี สาขาวิชาเคมี พบว่า

ปัจจุบันความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี อยู่ในระดับ พอใช้ กล่าวคือ ห้องปฏิบัติการเคมีมีขนาดเล็กทำให้นักศึกษาทำงานไม่สะดวก ขาดสมาธิในการทำป ฏิบัติการ มีอากาศร้อนอบอ้าว นักศึกษามีจำนวนมากทำ ให้ปริมาณของเสียมีมากขึ้น ขาดเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบโดยตรง งบประมาณไม่เพียงพอ และขาดความร่วมมือจากนักศึกษา

สำหรับการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี มีการแยกของเสียเพื่อส่งไปบำบัดเบื้องต้น โดยมีถังรองรับของเสียซึ่งมีไว้ประจำห้องปฏิบัติการเคมีทุกห้องของสาขาวิชาเคมี ปริมาณของของเสียใน ปัจจุบัน มีมากขึ้นตามจำนวนนักศึกษาที่มากขึ้นทุกปี การแยกของเสียยังไม่ดีพอ ขาดเจ้าหน้าที่รับผิดชอบโดยตรง งบประมาณไม่เพียงพอ และขาดความร่วมมือจากนักศึกษา อีกทั้ง

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

นักศึกษาขาดความตระหนักในเรื่องของสิ่งแวดล้อม จึงควรมีการปรับปรุงสภาพของห้องปฏิบัติการ ดูแลเรื่องความปลอดภัย และลดจำนวนนักศึกษาลง

4.3 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

การเก็บรวบรวมข้อมูลความรู้ ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิ บัติการเคมี มีการเก็บข้อมูล จำนวน 2 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งจะทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในการตอบแบบสอบถาม ครั้งที่ 1 แต่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ก่อนการตอบแบบสอบถาม ครั้งที่ 2) จำนวน 140 คน และก ลุ่มควบคุม (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีทั้ง 2 ครั้ง) จำนวน 143 คน รวมทั้งหมด จำนวน 283 คน โดยมีรายละเอียดของข้อมูลดังต่อไปนี้

4.3.1 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1

4.3.1.1 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลอง จำนวน 140 คน

ข้อมูลส่วนนี้พบว่าผู้ทำคะแนน สูงสุดเท่ากับ 10 คะแนน และผู้ทำคะแนน ต่ำสุดเท่ากับ 4 คะแนน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.65 คะแนน ข้อคำถาม ที่กลุ่มตัวอย่างตอบถูกมากที่สุด คือ “สารเคมีสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้าง” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “ถูกทุกข้อ คือ ปาก จมูก และผิวหนัง” จำนวน 140 คน (ร้อยละ 100) “ควรปฏิบัติอย่างไร หลังจากใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “ดับทันทีโดยการใช้ฝาครอบ” จำนวน 140 คน (ร้อยละ 100) “ทำไมเวลาเตรียมสารละลายอินทรีย์หรือกรดเข้มข้นต้องทำในตู้ควัน ” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “เพื่อป้องกันไอที่เป็นพิษของสารนั้นๆ” จำนวน 140 คน (ร้อยละ 100) และคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างตอบถูกน้อยที่สุด คือ “เมื่อสารละลายหกบนพื้น นักศึกษาควรมีวิธีการจัดการอย่างไร” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “ใช้น้ำราดเพื่อเจือจาง แล้วนำผ้ามาเช็ดให้แห้ง” จำนวน 74 คน (ร้อยละ 52.9)

ผลการตอบคำถามของกลุ่มตัวอย่างเรื่องความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติ การเคมี) ของกลุ่มทดลองแจกแจงรายข้อแสดงดังตารางที่ 4.2

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.2 จำนวนร้อยละของความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลอง

ข้อคำถาม	ตอบถูก		ตอบผิด	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ข้อใดควรปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ในห้องปฏิบัติการเคมี	111	79.3	29	20.7
2. การล้างมือด้วยน้ำที่ถูกสารละลายกรด หรือด่างเข้มข้น ควรปฏิบัติอย่างไรจึงจะปลอดภัย	105	75.0	35	25.0
3. สารเคมีสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้าง	140	100.0	0	0.0
4. การใช้ปิเปตดูดสารเคมี ควรปฏิบัติอย่างไรจึงจะถูกต้องและปลอดภัย	128	91.4	12	8.6
5. ควรปฏิบัติอย่างไร หลังจากใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์	140	100.0	0	0.0
6. การกระทำในลักษณะใดต่อไปนี้ที่อาจทำให้สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้	135	96.4	5	3.6
7. ทำไมเวลาเตรียมสารละลายอินทรีย์หรือกรดเข้มข้นต้องทำในตู้ควัน	140	100.0	0	0.0
8. ถ้านักศึกษาทำอุปกรณ์เครื่องแก้วแตกแล้วกระเด็นเข้าตา นักศึกษาควรทำอย่างไร	125	89.3	15	10.7
9. เมื่อสารละลายหกบนพื้น นักศึกษาควรมีวิธีการจัดการอย่างไร	74	52.9	66	47.1
10. ถ้าสารเคมีกระเด็นเข้าตา ควรปฏิบัติอย่างไรเป็นอันดับแรก	114	81.4	26	18.6

4.3.1.2 ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุม จำนวน 143 คน

ข้อมูลส่วนนี้พบว่าผู้ที่ทำคะแนนได้สูงสุดเท่ากับ 10 คะแนน และผู้ทำคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 1 คะแนน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.06 คะแนน คำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างตอบถูกมากที่สุด คือ “ควรปฏิบัติอย่างไรหลังจากใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “ดับทันทีโดยการใช้ฝาครอบ” จำนวน 141 คน (ร้อยละ 98.6) และคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างตอบถูกน้อยที่สุด คือ “เมื่อสารละลายหกบนพื้น นักศึกษาควรมีวิธีการจัดการอย่างไร” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “ใช้น้ำราดเพื่อเจือจาง แล้วนำผ้ามาเช็ดให้แห้ง” จำนวน 65 คน (ร้อยละ 45.5)

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ผลการตอบคำถามของกลุ่มตัวอย่างเรื่องความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุมแจกแจงรายข้อแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 จำนวนร้อยละของความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุม

ข้อคำถาม	ตอบถูก		ตอบผิด	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ข้อใดควรปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ในห้องปฏิบัติการเคมี	87	60.8	56	39.2
2. การล้างมือด้วยน้ำที่ถูกสารละลายกรด หรือด่างเข้มข้น ควรปฏิบัติอย่างไรจึงจะปลอดภัย	97	67.8	46	32.2
3. สารเคมีสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้าง	140	97.9	3	2.1
4. การใช้ปิเปตดูดสารเคมี ควรปฏิบัติอย่างไรจึงจะถูกต้องและปลอดภัย	128	89.5	15	10.5
5. ควรปฏิบัติอย่างไร หลังจากใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์	141	98.6	2	1.4
6. การกระทำในลักษณะใดต่อไปนี้ที่อาจทำให้สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้	129	90.2	14	9.8
7. ทำไมเวลาเตรียมสารละลายอินทรีย์หรือกรดเข้มข้นต้องทำในตู้ควัน	134	93.7	9	6.3
8. ถ้านักศึกษาทำอุปกรณ์เครื่องแก้วแตกแล้วกระเด็นเข้าตา นักศึกษาควรทำอย่างไร	110	76.9	33	23.1
9. เมื่อสารละลายหกบนพื้น นักศึกษาควรมีวิธีการจัดการอย่างไร	65	45.5	78	54.5
10. ถ้าสารเคมีกระเด็นเข้าตา ควรปฏิบัติอย่างไรเป็นอันดับแรก	123	86.0	20	14.0

4.3.2 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2

4.3.2.1 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2 (หลังได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลอง จำนวน 140 คน

ข้อมูลส่วนนี้พบว่าผู้ทำคะแนน สูงสุดเท่ากับ 10 คะแนน และผู้ที่ทำคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 6 คะแนน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.30 คะแนน คำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างตอบถูกมากที่สุด คือ “สารเคมีสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้าง” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “ถูกทุกข้อ คือ ปาก จมูก และ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ผิวหนัง” จำนวน 140 คน (ร้อยละ 100) “ทำไมเวลาเตรียมสารละลายอินทรีย์หรือกรดเข้มข้นต้องทำในตู้ควัน” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “เพื่อป้องกันไอที่เป็นพิษของสารนั้นๆ” จำนวน 140 คน (ร้อยละ 100) และคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างตอบถูกน้อยที่สุด คือ “ข้อใดควรปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ในห้องปฏิบัติการเคมี ” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “ใช้ถังอุปกรณ์ดับไฟแล้วรีบแจ้ งผู้ที่เกี่ยวข้องทันที ” จำนวน 101 คน (ร้อยละ 72.1)

ผลการตอบคำถามของกลุ่มตัวอย่างเรื่องความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2 (หลังได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลองแจกแจงรายข้อแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 จำนวนร้อยละของความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2 (ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลอง

ข้อคำถาม	ตอบถูก		ตอบผิด	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ข้อใดควรปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ในห้องปฏิบัติการเคมี	101	72.1	38	27.1
2. การล้างมือด้วยน้ำที่ถูกสารละลายกรด หรือด่างเข้มข้น ควรปฏิบัติอย่างไรจึงจะปลอดภัย	129	92.1	11	7.9
3. สารเคมีสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้าง	140	100.0	0	0.0
4. การใช้ปิเปตดูดสารเคมี ควรปฏิบัติอย่างไรจึงจะถูกต้องและปลอดภัย	136	97.1	4	2.9
5. ควรปฏิบัติอย่างไร หลังจากใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์	139	93.3	1	0.7
6. การกระทำในลักษณะใดต่อไปนี้ที่อาจทำให้สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้	136	97.1	4	2.9
7. ทำไมเวลาเตรียมสารละลายอินทรีย์หรือกรดเข้มข้นต้องทำในตู้ควัน	140	100.0	0	0.0
8. ถ้านักศึกษาทำอุปกรณ์เครื่องแก้วแตกแล้วกระเด็นเข้าตา นักศึกษาควรทำอย่างไร	132	94.3	8	5.7
9. เมื่อสารละลายหกบนพื้น นักศึกษาควรมีวิธีการจัดการอย่างไร	108	77.1	32	22.9
10. ถ้าสารเคมีกระเด็นเข้าตา ควรปฏิบัติอย่างไรเป็นอันดับแรก	139	93.3	1	0.7

หมายเหตุ : มีผู้ไม่ให้ข้อมูลความรู้ข้อที่ 1 จำนวน 1 คน

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

4.3.2.2 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุม

ข้อมูลส่วนความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีจากกลุ่มตัวอย่างพบว่าผู้ที่ทำคะแนนสูงสุดเท่ากับ 10 คะแนน และผู้ทำคะแนนได้ต่ำสุดเท่ากับ 3 คะแนน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.69 คะแนน คำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างตอบถูกมากที่สุด คือ “ควรปฏิบัติอย่างไรหลังจากใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “ดับทันทีโดยการใช้ฝาครอบ” จำนวน 143 คน (ร้อยละ 100) และคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างตอบถูกน้อยที่สุด คือ “เมื่อสารละลายหกบนพื้น นักศึกษาควรมีวิธีการจัดการอย่างไร” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “ใช้น้ำราดเพื่อเจือจาง แล้วนำผ้ามาเช็ดให้แห้ง” จำนวน 49 คน (ร้อยละ 34.3)

ผลการตอบคำถามของกลุ่มตัวอย่างเรื่องความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุมแจกแจงรายข้อแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 จำนวนร้อยละของความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุม

ข้อคำถาม	ตอบถูก		ตอบผิด	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ข้อใดควรปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ในห้องปฏิบัติการเคมี	66	46.2	77	53.8
2. การล้างมือด้วยน้ำที่ถูกสารละลายกรด หรือด่างเข้มข้น ควรปฏิบัติอย่างไรจึงจะปลอดภัย	84	58.7	59	41.3
3. สารเคมีสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้าง	142	99.3	1	0.7
4. การใช้ปิเปตดูดสารเคมี ควรปฏิบัติอย่างไรจึงจะถูกต้องและปลอดภัย	126	88.1	17	11.9
5. ควรปฏิบัติอย่างไร หลังจากใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์	143	100.0	0	0.0
6. การกระทำในลักษณะใดต่อไปนี้ที่อาจทำให้สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้	130	90.9	13	9.1
7. ทำไมเวลาเตรียมสารละลายอินทรีย์หรือกรดเข้มข้นต้องทำในตู้ควัน	135	94.4	8	5.6

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตางรางที่ 4.5 (ต่อ)

ข้อคำถาม	ตอบถูก		ตอบผิด	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
8. ถ้านักศึกษาทำอุปกรณ์เครื่องแก้วแตกแล้วกระเด็นเข้าตา นักศึกษาควรทำอย่างไร	114	79.7	29	20.3
9. เมื่อสารละลายหกบนพื้น นักศึกษาควรมีวิธีการจัดการอย่างไร	49	34.3	94	65.7
10. ถ้าสารเคมีกระเด็นเข้าตา ควรปฏิบัติอย่างไรเป็นอันดับแรก	111	77.6	32	22.4

จากการคำนวณค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนความรู้ด้าน ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (คะแนนในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) พบว่ามีค่าเท่ากับ 8.42 คะแนน และผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 1 ของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 8.65 คะแนน ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยรวม (8.42) และคะแนนความรู้ของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 8.06 คะแนน ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวม (8.42) และค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 9.30 คะแนน ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยรวม (8.42) และคะแนนความรู้ของกลุ่มควบคุมมีค่า 7.69 คะแนน ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวม (8.42) และน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 โดยมีข้อสังเกตว่าผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยรวมกับค่าเฉลี่ยในครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม คือ 0.88 คะแนน และ -0.73 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี มีการเปลี่ยนแปลงข องคะแนนความรู้เพิ่มขึ้นมา กกว่ากลุ่มควบคุมที่ ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี โดยกลุ่มทดลองครั้งที่ 2 มีคะแนนมากกว่ากลุ่มทดลองครั้งที่ 1 เท่ากับ 0.65 และกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 มีคะแนน น้อยกว่ากลุ่มควบคุมครั้งที่ 1 เท่ากับ -0.37 การเปรียบเทียบ กลุ่มทดลองครั้งที่ 2 ได้คะแนน 9.30 ส่วนกลุ่มควบคุม ครั้งที่ 2 ได้คะแนน 7.69 ซึ่งมีคะแนนต่างกันเท่ากับ 1.61 ทำให้สามารถเห็นได้ชัดเจนว่ากลุ่มทดลองครั้งที่ 2 ที่ได้รับคู่มือค วามปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี มีคะแนนมากกว่ากลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 ที่ไม่ได้รับคู่ มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี รายละเอียดดังตารางที่ 4.6

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.6 สรุปคะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด และคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อความ	จำนวน (คน)	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	คะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$)	$\overline{X}_2 - \overline{X}_1$	$\overline{X} - \overline{X}_{รวม}$
กลุ่มทดลอง 1	140	4	10	8.65	0.65	0.23
กลุ่มทดลอง 2	140	6	10	9.30		0.88
กลุ่มควบคุม 1	143	1	10	8.06	-0.37	-0.36
กลุ่มควบคุม 2	143	3	10	7.69		-0.73

หมายเหตุ : $\overline{X}_{รวม} = 8.42$ คะแนน

$\overline{X}_1$, $\overline{X}_2$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยในครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

4.4 ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

การเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมีการเก็บข้อมูลจำนวน 2 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งจะทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 1 แต่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2) จำนวน 140 คน และกลุ่มควบคุม (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีทั้ง 2 ครั้ง) จำนวน 143 คน รวมทั้งหมดจำนวน 283 คน โดยมีรายละเอียดของข้อมูลดังต่อไปนี้

4.4.1 ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1

4.4.1.1 ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลอง

จากการเก็บรวบรวมข้อมูล จากกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ผู้ที่ทำคะแนน สูงสุดเท่ากับ 75 คะแนน (คะแนนเต็มเท่ากับ 75 คะแนน) และผู้ที่ทำคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 51 คะแนน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 66.55 คะแนน โดยคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนมากที่สุด คือ “การให้ความรู้เรื่องความปลอดภัยก่อนเข้าเรียนปฏิบัติการเป็นสิ่งจำเป็น” และคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนทัศนคติโดยรวมน้อยที่สุด คือ “อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากการละเลยของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ที่ควบคุม ” ผลการประเมินทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

(ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลอง แจกแจงรายข้อ แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จำนวนข้อมูลตัวอย่าง (n) และการแปลความความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ต่อความคิดเห็นเกี่ยวกับทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลองแจกแจงรายข้อ

	ความคิดเห็น						
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	$\bar{x}$ S.D. (n)	แปลความ
1. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากความประมาท เลินเล่อของนักศึกษา	39 27.86%	83 59.29%	16 11.43%	2 1.43%	- -	4.14 0.659 (140)	เห็นด้วย
2. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากนักศึกษาขาดความตระหนักหรือขาดจิตสำนึกในเรื่องความปลอดภัย	27 19.29%	89 63.57%	21 15.00%	3 2.14%	- -	4.00 0.657 (140)	เห็นด้วย
3. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากการละเลยของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ที่ควบคุม	12 8.57%	29 20.71%	65 46.43%	32 22.86%	2 1.43%	3.12 0.909 (140)	ไม่แน่ใจ
4. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากการใช้เครื่องมือไม่ถูกวิธี	36 25.71%	74 52.86%	25 17.86%	4 2.86%	1 0.71%	4.00 0.787 (140)	เห็นด้วย
5. การให้ความรู้เรื่องความปลอดภัยก่อนเข้าเรียนปฏิบัติการเป็นสิ่งจำเป็น	111 79.29%	25 17.86%	4 2.86%	- -	- -	4.76 0.489 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
6. ควรแต่งกายให้เรียบร้อย รัดกุมและสวมรองเท้าหุ้มส้นขณะเรียนปฏิบัติการ	99 70.71%	38 27.14%	3 2.14%	- -	- -	4.69 0.510 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
7. ควรสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น ถุงมือ แว่นตา หน้ากาก	86 61.43%	45 32.14%	8 5.71%	1 0.71%	- -	4.54 0.639 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
8. ไม่นำอาหารหรือเครื่องดื่มเข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการเคมี	98 70.00%	37 26.43%	5 3.57%	- -	- -	4.66 0.545 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

	ความคิดเห็น						
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	$\bar{x}$ S.D. (n)	แปลความ
9. ห้ามวิ่งเล่นหรือหยอกล้อกันในห้องปฏิบัติการเคมี	106 75.71%	29 20.71%	5 3.57%	- -	- -	4.72 0.524 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
10. ต้องศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานการใช้สารเคมีและการใช้เครื่องมือก่อนเข้าปฏิบัติการทดลอง	90 64.29%	49 35.00%	1 0.71%	- -	- -	4.64 0.498 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
11. ห้องปฏิบัติการควรอยู่ในสภาพที่เป็นระเบียบเรียบร้อย และสะอาด	99 70.71%	40 28.57%	1 0.71%	- -	- -	4.70 0.475 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
12. ควรมีการจัดทำป้ายและสัญลักษณ์เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี	93 66.43%	42 30.00%	5 3.57%	- -	- -	4.63 0.554 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
13. ควรมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายตั้งไว้ในห้องปฏิบัติการเคมี	101 72.14%	36 25.71%	2 1.43%	1 0.71%	- -	4.69 0.535 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
14. ห้องปฏิบัติการเคมีและบริเวณทางเดินไม่ควรมีสิ่งกีดขวาง	95 67.86%	42 30.00%	2 1.43%	- -	- -	4.64 0.637 (139)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
15. ควรมีระเบียบข้อบังคับ กฎเกณฑ์เกี่ยวกับความปลอดภัยไว้สำหรับผู้ปฏิบัติการ	93 66.43%	45 32.14%	1 0.71%	- -	- -	4.63 0.627 (139)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4.4.1.2 ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุม

ข้อมูลส่วน นี้ พบว่าผู้ ทำคะแนน สูงสุดเท่ากับ 75 คะแนน (คะแนนเต็ม เท่ากับ 75 คะแนน) และผู้ที่ทำคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 45 คะแนน โดย มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 66.70 คะแนน โดยคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนมากที่สุด คือ “ห้ามวิ่งเล่นหรือหยอกล้อกันในห้องปฏิบัติการเคมี ” และคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนทัศนคติโดยรวมน้อยที่สุด คือ “อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากการละเลยของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ที่ควบคุม ” ผลการประเมินทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุมแจกแจงรายข้อ แสดงดังตารางที่ 4.8

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.8 จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จำนวนข้อมูลตัวอย่าง (n) และการแปลความความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ต่อความคิดเห็นเกี่ยวกับทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุมแจกแจงรายข้อ

	ความคิดเห็น						
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	$\bar{x}$ S.D. (n)	แปลความ
1. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากความประมาท เลินเล่อของนักศึกษา	50 34.97%	79 55.24%	12 8.39%	2 1.40%	- -	4.24 0.660 (143)	เห็นด้วย
2. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากนักศึกษาขาดความตระหนักหรือขาดจิตสำนึกในเรื่องความปลอดภัย	38 26.57%	83 58.04%	17 11.89%	5 3.50%	- -	4.08 0.723 (143)	เห็นด้วย
3. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากการละเลยของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ที่ควบคุม	8 5.59%	40 27.97%	66 46.15%	28 19.58%	1 0.70%	3.18 0.836 (143)	ไม่แน่ใจ
4. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากการใช้เครื่องมือไม่ถูกวิธี	35 24.48%	79 55.24%	26 18.18%	3 2.10%	- -	4.02 0.717 (143)	เห็นด้วย
5. การให้ความรู้เรื่องความปลอดภัยก่อนเข้าเรียนปฏิบัติการเป็นสิ่งจำเป็น	114 79.72%	26 18.18%	3 2.10%	- -	- -	4.78 0.466 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
6. ควรแต่งกายให้เรียบร้อย รัดกุมและสวมรองเท้าหุ้มส้นขณะเรียนปฏิบัติการ	96 67.13%	41 28.67%	5 3.50%	1 0.70%	- -	4.62 0.591 143	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
7. ควรสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น ถุงมือ แว่นตา หน้ากาก	83 58.04%	54 37.76%	5 3.50%	1 0.70%	- -	4.53 0.603 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
8. ไม่นำอาหารหรือเครื่องดื่มเข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการเคมี	99 69.23%	38 26.57%	6 4.20%	- -	- -	4.65 0.560 143	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
9. ห้ามวิ่งเล่นหรือหยอกล้อกันในห้องปฏิบัติการเคมี	111 77.62%	29 20.28%	3 2.10%	- -	- -	4.76 0.478 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

	ความคิดเห็น						
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	$\bar{x}$ S.D. (n)	แปลความ
10. ต้องศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานการใช้สารเคมีและการใช้เครื่องมือก่อนเข้าปฏิบัติการทดลอง	103 72.03%	34 23.78%	6 4.20%	- -	- -	4.68 0.552 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
11. ห้องปฏิบัติการควรอยู่ในสภาพที่เป็นระเบียบเรียบร้อย และสะอาด	104 72.73%	34 23.78%	5 3.50%	- -	- -	4.69 0.534 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
12. ควรมีการจัดทำป้ายและสัญลักษณ์เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี	99 69.23%	39 27.27%	5 3.50%	- -	- -	4.66 0.545 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
13. ควรมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายตั้งไว้ในห้องปฏิบัติการเคมี	98 68.53%	38 26.57%	6 4.20%	1 0.70%	- -	4.63 0.601 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
14. ห้องปฏิบัติการเคมีและบริเวณทางเดินไม่ควรมีสิ่งกีดขวาง	95 66.43%	45 31.47%	3 2.10%	- -	- -	4.64 0.523 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
15. ควรมีระเบียบข้อบังคับ กฎเกณฑ์เกี่ยวกับความปลอดภัยไว้สำหรับผู้ปฏิบัติการ	85 59.44%	51 35.66%	7 4.90%	- -	- -	4.55 0.590 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4.4.2 ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2

4.4.2.1 ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2 (ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลอง

ข้อมูลส่วนนี้ พบว่าผู้ที่ทำคะแนนสูงสุดเท่ากับ 74 คะแนน (คะแนนเต็มเท่ากับ 75 คะแนน) และผู้ที่ทำคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 57 คะแนน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 67.87 คะแนน โดยคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนมากที่สุด คือ “ห้ามวิ่งเล่นหรือหยอกล้อกันในห้องปฏิบัติ การเคมี” และคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนทัศนคติโดยรวมน้อยที่สุด คือ “อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากการละเลยของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ที่ควบคุม” ผลการประเมินทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2 (ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติ การเคมี) ของกลุ่มทดลองแจกแจงรายข้อ แสดงดังตารางที่ 4.9

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.9 จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จำนวนข้อมูลตัวอย่าง (n) และการแปลความความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ต่อความคิดเห็นเกี่ยวกับทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2 (ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลองแจกแจงรายข้อ

	ความคิดเห็น						
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	$\bar{x}$ S.D. (n)	แปลความ
1. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากความประมาท เลินเล่อของนักศึกษา	49 35.00%	83 59.29%	5 3.57%	3 2.14%	- -	4.27 0.633 (140)	เห็นด้วย
2. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากนักศึกษาขาดความตระหนักหรือขาดจิตสำนึกในเรื่องความปลอดภัย	35 25.00%	87 62.14%	14 10.00%	4 2.86%	- -	4.09 0.677 (140)	เห็นด้วย
3. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากการละเลยของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ที่ควบคุม	1 0.71%	30 21.43%	67 47.86%	39 27.86%	3 2.14%	2.91 0.776 (140)	ไม่แน่ใจ
4. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากการใช้เครื่องมือไม่ถูกวิธี	35 25.00%	81 57.86%	22 15.71%	1 0.71%	1 0.71%	4.06 0.707 (140)	เห็นด้วย
5. การให้ความรู้เรื่องความปลอดภัยก่อนเข้าเรียนปฏิบัติการเป็นสิ่งจำเป็น	115 82.14%	23 16.43%	2 1.43%	- -	- -	4.81 0.431 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
6. ควรแต่งกายให้เรียบร้อย รัดกุมและสวมรองเท้าหุ้มส้นขณะเรียนปฏิบัติการ	107 76.43%	29 20.71%	4 2.86%	- -	- -	4.74 0.503 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
7. ควรสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น ถุงมือ แว่นตา หน้ากาก	94 67.14%	41 29.29%	5 3.57%	- -	- -	4.64 0.552 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
8. ไม่นำอาหารหรือเครื่องดื่มเข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการเคมี	117 83.57%	21 15.00%	2 1.43%	- -	- -	4.82 0.420 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
9. ห้ามวิ่งเล่นหรือหยอกล้อกันในห้องปฏิบัติการเคมี	123 87.86%	15 10.71%	2 1.43%	- -	- -	4.86 0.383 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

	ความคิดเห็น					$\bar{x}$ S.D. (n)	แปลความ
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง		
10. ต้องศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานการใช้สารเคมีและการใช้เครื่องมือก่อนเข้าปฏิบัติการทดลอง	113 80.71%	27 19.29%	- -	- -	- -	4.81 0.396 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
11. ห้องปฏิบัติการควรอยู่ในสภาพที่เป็นระเบียบเรียบร้อย และสะอาด	116 82.86%	24 17.14%	- -	- -	- -	4.83 0.378 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
12. ควรมีการจัดทำป้ายและสัญลักษณ์เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี	105 75.00%	31 22.14%	4 2.86%	- -	- -	4.72 0.510 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
13. ควรมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายตั้งไว้ในห้องปฏิบัติการเคมี	120 85.71%	19 13.57%	- -	1 0.71%	- -	4.84 0.420 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
14. ห้องปฏิบัติการเคมีและบริเวณทางเดินไม่ควรมีสิ่งกีดขวาง	105 75.00%	35 25.00%	- -	- -	- -	4.75 0.435 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
15. ควรมีระเบียบข้อบังคับ กฎเกณฑ์เกี่ยวกับความปลอดภัยไว้สำหรับผู้ปฏิบัติการ	102 72.86%	38 27.14%	- -	- -	- -	4.73 0.446 (140)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4.4.2.2 ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุม

ข้อมูลส่วนนี้ พบว่าผู้ที่ทำคะแนนสูงสุดเท่ากับ 75 คะแนน (คะแนนเต็มเท่ากับ 75 คะแนน) และผู้ที่ทำคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 45 คะแนน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 66.30 คะแนน โดยคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนมากที่สุด คือ “ควรมีอุปกรณ์ป้องกันอันตราย ” และคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนน้อยที่สุด คือ “อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากการละเลยของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ที่ควบคุม” ผลระดับการประเมินทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เคมี ครั้งที่ 2 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุมแจกแจงรายข้อ แสดงดังตารางที่ 4.10

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.10 จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาต รฐาน (S.D.) จำนวนข้อมูลตัวอย่าง (n) และการแปลความความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ต่อความคิดเห็นเกี่ยวกับทัศนคติด้านความปลอด ภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุมแจกแจงรายข้อ

	ความคิดเห็น						
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	$\bar{x}$ S.D. (n)	แปลความ
1. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากความประมาท เลินเล่อของนักศึกษา	51 35.66%	85 59.44%	6 4.20%	1 0.70%	- -	4.30 0.582 (143)	เห็นด้วย
2. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากนักศึกษาขาดความตระหนักหรือขาดจิตสำนึกในเรื่องความปลอดภัย	32 22.38%	91 63.64%	16 11.19%	4 2.80%	- -	4.06 0.669 (143)	เห็นด้วย
3. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากการละเลยของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ที่ควบคุม	12 8.39%	36 25.17%	62 43.36%	32 22.38%	1 0.70%	3.18 0.901 (143)	ไม่แน่ใจ
4. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากการใช้เครื่องมือไม่ถูกวิธี	35 24.48%	86 60.14%	19 13.29%	3 2.10%	- -	4.07 0.678 143	เห็นด้วย
5. การให้ความรู้เรื่องความปลอดภัยก่อนเข้าเรียนปฏิบัติการเป็นสิ่งจำเป็น	103 72.03%	35 24.48%	5 3.50%	- -	- -	4.69 0.536 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
6. ควรแต่งกายให้เรียบร้อย รัดกุมและสวมรองเท้าหุ้มส้นขณะเรียนปฏิบัติการ	88 61.54%	42 29.37%	12 8.39%	1 0.70%	- -	4.52 0.680 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
7. ควรสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น ถุงมือ แว่นตา หน้ากาก	86 60.14%	48 33.57%	9 6.29%	- -	- -	4.54 0.614 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
8. ไม่นำอาหารหรือเครื่องดื่มเข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการเคมี	95 66.43%	38 26.57%	9 6.29%	- -	1 0.70%	4.58 0.676 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
9. ห้ามวิ่งเล่นหรือหยอกล้อกันในห้องปฏิบัติการเคมี	95 66.43%	40 27.97%	8 5.59%	- -	- -	4.61 0.594 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
10. ต้องศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานการใช้สารเคมีและการใช้เครื่องมือก่อนเข้าปฏิบัติการทดลอง	91 63.64%	49 34.27%	3 2.10%	- -	- -	4.62 0.530 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

	ความคิดเห็น						
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	$\bar{x}$ S.D. (n)	แปลความ
11. ห้องปฏิบัติการควรอยู่ในสภาพที่เป็นระเบียบเรียบร้อย และสะอาด	98 68.53%	39 27.27%	6 4.20%	- -	- -	4.64 0.562 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
12. ควรมีการจัดทำป้ายและสัญลักษณ์เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี	87 60.84%	48 33.57%	7 4.90%	- -	1 0.70%	4.54 0.658 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
13. ควรมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายตั้งไว้ในห้องปฏิบัติการเคมี	109 76.22%	31 21.68%	3 2.10%	- -	- -	4.74 0.485 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
14. ห้องปฏิบัติการเคมีและบริเวณทางเดินไม่ควรมีสิ่งกีดขวาง	90 62.94%	51 35.66%	2 1.40%	- -	- -	4.62 0.516 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
15. ควรมีระเบียบข้อบังคับ กฎเกณฑ์เกี่ยวกับความปลอดภัยไว้สำหรับผู้ปฏิบัติการ	91 63.64%	48 33.57%	3 2.10%	1 0.70%	- -	4.60 0.571 (143)	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

จากการคำนวณค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (คะแนนในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) พบว่ามีค่าเท่ากับ 66.85 คะแนน และผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 1 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 66.55 คะแนน และ 66.70 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวม และค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 67.87 คะแนน ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยรวม โดยผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยรวมกับคะแนนในครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 1.02 คะแนน และค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติของกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 66.30 คะแนน ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวม โดยผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยรวมกับคะแนนในครั้งที่ 2 ของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ -0.55 คะแนน กล่าวโดยสรุป กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติ ด้านความปลอดภัยในห้อง ปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2 เพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยในครั้งที่ 1 แต่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2 น้อยลง

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยในครั้งที่ 1ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมีมีการเปลี่ยนแปลงของคะแนนทัศนคติเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี กลุ่มทดลองครั้งที่ 2 มีคะแนนมากกว่ากลุ่มทดลองครั้งที่ 1 เท่ากับ1.32 และกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 มีคะแนนน้อยกว่ากลุ่มควบคุมครั้งที่ 1เท่ากับ -0.40 คะแนนการเปรียบเทียบ กลุ่มทดลองครั้งที่ 2 ได้คะแนน 67.87 ส่วนกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 ได้คะแนน 66.40 ซึ่งมีคะแนนต่างกันเท่ากับ 1.17 ทำให้สามารถเห็นได้ชัดเจนว่ากลุ่มทดลองครั้งที่ 2 ที่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี มีคะแนนมาก กว่ากลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 สรุปคะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด และคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)	คะแนนต่ำสุด (คะแนน)	คะแนนสูงสุด (คะแนน)	คะแนนเฉลี่ย $(\overline{X})$	$\overline{X}_2 - \overline{X}_1$	$\overline{X} - \overline{X}_{รวม}$
กลุ่มทดลอง 1	140	51	75	66.55	1.32	-0.3
กลุ่มทดลอง 2	140	57	74	67.87		1.02
กลุ่มควบคุม 1	143	45	75	66.70	-0.40	-0.15
กลุ่มควบคุม 2	143	45	75	66.30		-0.55

หมายเหตุ : $\overline{X}_{รวม}$ = 66.85 คะแนน

$\overline{X}_1$, $\overline{X}_2$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยในครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

4.5 พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

การเก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนของพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมีการเก็บข้อมูลเป็นจำนวน 2 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งจะทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 140 คน (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ในครั้งที่ 1 แต่ได้รับ คู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ในครั้งที่ 2) และกลุ่มควบคุม จำนวน 143 คน (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีทั้ง 2 ครั้ง)รวมทั้งหมด 283 คนโดยมีรายละเอียดของข้อมูลดังต่อไปนี้

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

4.5.1 พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1

4.5.1.1 พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลอง

ข้อมูลส่วนนี้ พบว่าผู้ที่ทำคะแนน สูงสุดเท่ากับ 27 คะแนน (คะแนนเต็มเท่ากับ 30 คะแนน) และผู้ที่ทำคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 13 คะแนน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.28 คะแนน โดยคำถามข้อที่กลุ่ม ตัวอย่างได้คะแนนมากที่สุด คือ “นักศึกษาทำความสะอาดเครื่องแก้วทุกครั้งหลังจากที่ใช้เสร็จ และวางไว้ในที่ที่จัดให้” และคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างได้น้อยที่สุด คือ “นักศึกษานำอาหาร น้ำดื่ม เข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการเคมี ” ผลการประเมินระดับพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลองแจกแจงรายข้อ แสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 จำนวนร้อยละของระดับการประเมินพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย) ของกลุ่มทดลองแจกแจงรายข้อ

ข้อความ	ปฏิบัติทุกครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ	$\bar{x}$ S.D	แปลความ
1. ก่อนใช้สารเคมีนักศึกษาได้อ่านรายละเอียดต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ขวดสารเคมี	49	83	8	1.29	
	35%	59.28%	5.71%	0.569	(ปฏิบัติบางครั้ง)
2. นักศึกษารีบทำความสะอาดมือ พื้น หรือโต๊ะปฏิบัติการทันทีเมื่อทำสารเคมีหก	109	29	2	1.76	
	77.86%	20.71%	1.43%	0.459	(ปฏิบัติทุกครั้ง)
3. นักศึกษาเทสารเคมีที่เหลือจากการทดลองกลับคืนขวดเมื่อใช้ไม่หมด	28	48	64	0.74	
	20%	34.28%	45.71%	0.772	(ปฏิบัติบางครั้ง)
4. นักศึกษาทำความสะอาดเครื่องชั่งทั้งก่อนและหลังใช้งาน	35	72	33	1.01	
	25%	51.43%	23.57%	0.699	(ปฏิบัติบางครั้ง)
5. นักศึกษาใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ชำรุดในการทดลอง	13	39	88	0.46	
	9.28%	27.86%	62.86%	0.661	(ไม่เคยปฏิบัติ)
6. สารเคมีที่เหลือจากการทดลอง นักศึ กษาทิ้งลงในอ่างน้ำหรือถังขยะทันที	24	79	37	0.91	
	17.14%	56.43%	26.43%	0.656	(ปฏิบัติบางครั้ง)

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

ข้อความ	ปฏิบัติทุกครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ	$\bar{x}$ S.D	แปลความ
7. นักศึกษาติดฉลากหรือเขียนชื่อสารเคมีทุกครั้งที่รินใส่ในบีกเกอร์	36	75	29	1.05	
	25.71%	53.57%	20.71%	0.682	(ปฏิบัติบางครั้ง)
8. นักศึกษาเทน้ำลงในกรดเข้มข้นเมื่อต้องการเจือจางสารละลาย	40	71	29	1.08	
	28.57%	50.71%	20.71%	0.700	(ปฏิบัติบางครั้ง)
9. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องใช้ให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัยทุกครั้งก่อนใช้งาน	76	63	2	1.53	
	54.28%	44.28%	1.43%	0.529	(ปฏิบัติทุกครั้ง)
10. เมื่อมีการหกรั่วไหลของสารเคมี หรือมีควัน กลิ่นไหม้ผิดปกติ นักศึกษารีบแจ้งอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ทันที	83	43	14	1.49	
	59.28%	30.71%	10%	0.673	(ปฏิบัติบางครั้ง)
11. นักศึกษาหยอกล้อกับเพื่อนในห้องปฏิบัติการเคมี	14	77	49	0.75	
	10%	55%	35%	0.625	(ปฏิบัติบางครั้ง)
12. นักศึกษานำอาหาร น้ำดื่ม เข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการเคมี	14	25	101	0.38	
	10%	17.85%	72.14%	0.662	(ปฏิบัติบางครั้ง)
13. นักศึกษาเทสารละลายอินทรีย์ เช่น อะซีโตน เบนซีน คลอโรฟอร์ม ลงในอ่างน้ำ	11	32	97	0.39	
	7.86%	22.85%	69.28%	0.630	(ไม่เคยปฏิบัติ)
14. นักศึกษาแต่งกายเรียบร้อย สวมเสื้อกราวน์ รวบผมเรียบร้อยและสวมรองเท้าหุ้มส้น ทุกครั้งที่เข้าทำปฏิบัติการ	93	44	3	1.64	
	66.43%	31.43%	2.14%	0.524	(ปฏิบัติทุกครั้ง)
15. นักศึกษาทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องแก้ว ทุกครั้งหลังจากที่ใช้เสร็จ และวางไว้ในที่ที่จัดให้	127	13	0	1.91	
	90.71%	9.28%	0%	0.291	(ปฏิบัติทุกครั้ง)

4.5.1.2 พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุม

ข้อมูลส่วนนี้ พบว่าผู้ที่ทำคะแนนสูงสุดเท่ากับ 26 คะแนน (คะแนนเต็มเท่ากับ 30 คะแนน) และผู้ที่ทำคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 10 คะแนน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.08 คะแนน โดยคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนมากที่สุด คือ “นักศึกษาทำความส ะอาดเครื่องแก้วทุกครั้ง

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

หลังจากที่ใช้เสร็จ และวางไว้ในที่ที่จัดให้" และคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนน้อยที่สุด คือ "นักศึกษานำอาหาร น้ำดื่ม เข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการเคมี " ผลการประเมินระดับพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุมแจกแจงรายข้อ แสดงดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 จำนวนร้อยละของระดับการประเมินพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ครั้งที่ 1 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุม แจกแจงรายข้อ

ข้อความ	ปฏิบัติทุกครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ	$\bar{x}$ S.D	แปลความ
1. ก่อนใช้สารเคมีนักศึกษาได้อ่านรายละเอียดต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ขวดสารเคมี	65 45.45%	70 48.95%	8 5.60%	1.40 0.595	(ปฏิบัติบางครั้ง)
2. นักศึกษารี บทำความสะอาดมือ พื้น หรือโต๊ะปฏิบัติการทันทีเมื่อทำสารเคมีหก	99 69.23%	40 27.97%	4 2.80%	1.66 0.530	(ปฏิบัติทุกครั้ง)
3. นักศึกษาเทสารเคมีที่เหลือจากการทดลองกลับคืนขวดเมื่อใช้ไม่หมด	34 23.78%	47 32.87%	62 43.35%	0.80 0.798	(ปฏิบัติบางครั้ง)
4. นักศึกษ าทำความสะอาดเครื่องชั่งทั้งก่อนและหลังใช้งาน	29 20.28%	76 53.15%	38 26.57%	0.94 0.684	(ปฏิบัติบางครั้ง)
5. นักศึกษาใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ชำรุดในการทดลอง	34 23.78%	52 36.36%	57 39.86%	0.60 0.693	(ปฏิบัติบางครั้ง)
6. สารเคมีที่เหลือจากการทดลอง นักศึกษาทิ้งลงในอ่างน้ำหรือถังขยะทันที	39 27.27%	65 45.45%	39 27.27%	1.00 0.741	(ปฏิบัติบางครั้ง)
7. นักศึกษาติดฉลากหรือเขียนชื่อสารเคมีทุกครั้งที่รินใส่ในบีกเกอร์	43 30.07%	69 48.25%	31 21.68%	1.08 0.717	(ปฏิบัติบางครั้ง)
8. นักศึกษาเทน้ำลงในกรดเข้มข้นเมื่อต้องก ารเจือจางสารละลาย	35 24.47%	65 45.45%	43 30.07%	0.94 0.739	(ปฏิบัติบางครั้ง)
9. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องใช้ให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัยทุกครั้งก่อนใช้งาน	78 54.54%	60 41.95%	5 3.50%	1.51 0.568	(ปฏิบัติทุกครั้ง)

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

ข้อความ	ปฏิบัติทุกครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ	$\bar{x}$ S.D	แปลความ
10. เมื่อมีการหกรั่วไหลของสารเคมี หรือมีควันกลิ่นไหม้ผิดปกติ นักศึกษารีบแจ้งอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ทันที	90 62.94%	39 27.27%	14 9.80%	1.53 0.669	(ปฏิบัติทุกครั้ง)
11. นักศึกษาหยอกล้อกับเพื่อนในห้องปฏิบัติการเคมี	20 13.98%	78 54.54%	45 31.47%	0.83 0.653	(ปฏิบัติบางครั้ง)
12. นักศึกษานำอาหาร น้ำดื่ม เข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการเคมี	12 8.40%	38 26.57%	93 65.03%	0.43 0.645	(ไม่เคยปฏิบัติ)
13. นักศึกษาเทสารละลายอินทรีย์ เช่น อะซีโตน เบนซีน คลอโรฟอร์ม ลงในอ่างน้ำ	18 12.59%	43 30.07%	82 57.34%	0.55 0.709	(ปฏิบัติบางครั้ง)
14. นักศึกษาแต่งกายเรียบร้อย สวมเสื้อกราวน์ รวบผมเรียบร้อยและสวมรองเท้าหุ้มส้น ทุกครั้งที่เข้าทำปฏิบัติการ	104 72.72%	30 20.98%	9 6.30%	1.66 0.593	(ปฏิบัติทุกครั้ง)
15. นักศึกษาทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องแก้ว ทุกครั้งหลังจากที่ใช้เสร็จ และวางไว้ในที่ที่จัดให้	123 86.01%	17 11.89%	3 2.10%	1.84 0.422	(ปฏิบัติทุกครั้ง)

4.5.2 พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2

4.5.2.1 พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2 (ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลอง

ข้อมูลส่วนนี้ พบว่าผู้ที่ทำคะแนน สูงสุดเท่ากับ 28 คะแนน (คะแนนเต็มเท่ากับ 30 คะแนน) และผู้ที่ทำคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 11 คะแนน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.05 คะแนน โดยคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนมากที่สุด คือ “นักศึกษาทำความสะอาดเครื่องแก้วทุกครั้งหลังจากที่ใช้เสร็จ และวางไว้ในที่ที่จัดให้” และคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนน้อยที่สุด คือ “นักศึกษานำอาหาร น้ำดื่ม เข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการเคมี ” ผลการ ประเมินระดับพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2 (ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลองแจกแจงรายข้อ แสดงดังตารางที่ 4.14

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.14 จำนวนร้อยละของระดับการประเมินพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ครั้งที่ 2 (ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มทดลองแจกแจงรายข้อ

ข้อความ	ปฏิบัติทุกครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ	$\bar{x}$ S.D	แปลความ
1. ก่อนใช้สารเคมีนักศึกษาได้อ่านรายละเอียดต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ขวดสารเคมี	64	70	6	1.41	
	45.71%	50%	4.28%	0.575	(ปฏิบัติบางครั้ง)
2. นักศึกษารีบทำความสะอาดมือ พื้น หรือโต๊ะปฏิบัติการทันทีเมื่อทำสารเคมีหก	104	34	2	1.73	
	74.28%	24.28%	1.43%	0.477	(ปฏิบัติทุกครั้ง)
3. นักศึกษาเทสารเคมีที่เหลือจากการทดลองกลับคืนขวดเมื่อใช้ไม่หมด	27	41	72	0.68	
	19.28%	29.28%	51.43%	0.780	(ปฏิบัติบางครั้ง)
4. นักศึกษาทำความสะอาดเครื่องชั่งทั้งก่อนและหลังใช้งาน	31	77	32	0.99	
	22.14%	55%	22.86%	0.673	(ปฏิบัติบางครั้ง)
5. นักศึกษาใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ชำรุดในการทดลอง	11	39	90	0.44	
	7.86%	27.86%	64.28%	0.638	(ไม่เคยปฏิบัติ)
6. สารเคมีที่เหลือจากการทดลอง นักศึกษาทิ้งลงในอ่างน้ำหรือถังขยะทันที	35	65	40	0.96	
	25%	46.43%	28.57%	0.734	(ปฏิบัติบางครั้ง)
7. นักศึกษาติดฉลากหรือเขียนชื่อสารเคมีทุกครั้งที่รินใส่ในบีกเกอร์	30	88	22	1.06	
	21.43%	62.86%	15.71%	0.609	(ปฏิบัติบางครั้ง)
8. นักศึกษาเทน้ำลงในกรดเข้มข้นเมื่อต้องการเจือจางสารละลาย	35	48	53	0.90	
	27.86%	34.28%	37.86%	0.807	(ปฏิบัติบางครั้ง)
9. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องใช้ให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัยทุกครั้งก่อนใช้งาน	71	64	5	1.47	
	50.71%	45.71%	3.57%	0.568	(ปฏิบัติบางครั้ง)
10. เมื่อมีการหกรั่วไหลของสารเคมี หรือมีควัน กลิ่นไหม้ผิดปกติ นักศึกษารีบแจ้งอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ทันที	96	35	9	1.62	
	68.57%	25%	6.43%	0.605	(ปฏิบัติทุกครั้ง)
11. นักศึกษาหยอกล้อกับเพื่อนในห้องปฏิบัติการเคมี	10	67	63	0.62	
	7.14%	47.86%	45%	0.617	(ปฏิบัติบางครั้ง)

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

ข้อความ	ปฏิบัติทุกครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ	$\bar{x}$ S.D	แปลความ
12. นักศึกษานำอาหาร น้ำดื่ม เข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการเคมี	6 4.28%	21 15%	113 80.71%	0.24 0.517	(ไม่เคยปฏิบัติ)
13. นักศึกษาเทสารละลายอินทรีย์ เช่น อะซีโตน เบนซีน คลอโรฟอร์ม ลงในอ่างน้ำ	10 7.14%	26 18.57%	104 74.28%	0.33 0.605	(ไม่เคยปฏิบัติ)
14. นักศึกษาแต่งกายเรียบร้อย สวมเสื้อกราวน์ รวบผมเรียบร้อยและสวมรองเท้าหุ้มส้น ทุกครั้งที่เข้าทำปฏิบัติการ	105 75%	32 22.86%	3 2.14%	1.73 0.492	(ปฏิบัติทุกครั้ง)
15. นักศึกษาทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องแก้ว ทุกครั้งหลังจากที่ใช้เสร็จ และวางไว้ในที่ที่จัดให้	131 93.57%	7 5%	2 1.43%	1.92 0.319	(ปฏิบัติทุกครั้ง)

4.5.2.2 พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุม

ข้อมูลส่วนนี้ พบว่า ผู้ที่ทำคะแนนสูงสุดเท่ากับ 27 คะแนน (คะแนนเต็มเท่ากับ 30 คะแนน) และผู้ที่ทำคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 12 คะแนน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.45 คะแนน โดยคำถามข้อที่กลุ่มตัว อย่างได้คะแนนมากที่สุด คือ “นักศึกษาทำความสะอาดเครื่องแก้วทุกครั้งหลังจากที่ใช้เสร็จ และวางไว้ในที่ที่จัดให้” และคำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนน้อยที่สุด คือ “นักศึกษานำอาหาร น้ำดื่ม เข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการเคมี ” ผลการประเมินระดับพฤติกรรมด้านคว ามปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีครั้งที่ 2 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุมแจกแจงรายข้อ แสดงดังตารางที่ 4.15

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.15 จำนวนร้อยละของระดับการประเมินพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ครั้งที่ 2 (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี) ของกลุ่มควบคุม แจกแจงรายข้อ

ข้อความ	ปฏิบัติทุกครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ	$\bar{x}$ S.D	แปลความ
1. ก่อนใช้สารเคมีนักศึกษาได้อ่านรายละเอียดต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ขวดสารเคมี	60	78	5	1.38	
	41.96%	54.54%	3.50%	0.556	(ปฏิบัติบางครั้ง)
2. นักศึกษารีบทำความสะอาดมือ พื้น หรือโต๊ะปฏิบัติการทันทีเมื่อทำสารเคมีหก	105	35	3	1.71	
	73.42%	24.47%	2.10%	0.498	(ปฏิบัติทุกครั้ง)
3. นักศึกษาเทสารเคมีที่เหลือจากการทดลองกลับคืนขวดเมื่อใช้ไม่หมด	26	56	61	0.76	
	18.18%	39.16%	42.66%	0.743	(ปฏิบัติบางครั้ง)
4. นักศึกษาทำความสะอาดเครื่องชั่งทั้งก่อนและหลังใช้งาน	41	76	26	1.10	
	28.67%	53.15%	18.18%	0.679	(ปฏิบัติบางครั้ง)
5. นักศึกษาใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ชำรุดในการทดลอง	19	39	85	0.54	
	13.29%	27.27%	59.44%	0.720	(ปฏิบัติบางครั้ง)
6. สารเคมีที่เหลือจากการทดลอง นักศึกษาทิ้งลงในอ่างน้ำหรือถังขยะทันที	29	70	44	0.90	
	20.27%	48.95%	30.78%	0.709	(ปฏิบัติบางครั้ง)
7. นักศึกษาติดฉลากหรือเขียนชื่อสารเคมีทุกครั้งที่รินใส่ในบีกเกอร์	40	80	23	1.12	
	27.97%	55.94%	16.08%	0.655	(ปฏิบัติบางครั้ง)
8. นักศึกษาเทน้ำลงในกรดเข้มข้นเมื่อต้องการเจือจางสารละลาย	39	63	41	0.99	
	27.27%	44.05%	28.67%	0.750	(ปฏิบัติบางครั้ง)
9. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องใช้ให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัยทุกครั้งก่อนใช้งาน	82	60	1	1.57	
	57.34%	41.95%	0.70%	0.511	(ปฏิบัติทุกครั้ง)
10. เมื่อมีการหกรั่วไหลของสารเคมี หรือมีควัน กลิ่นไหม้ผิดปกติ นักศึกษารีบแจ้งอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ทันที	97	41	5	1.64	
	67.83%	28.67%	3.50%	0.549	(ปฏิบัติทุกครั้ง)
11. นักศึกษาหยอกล้อกับเพื่อนในห้องปฏิบัติการเคมี	16	85	42	0.82	
	11.18%	59.44%	29.37%	0.613	(ปฏิบัติบางครั้ง)

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

ข้อความ	ปฏิบัติทุกครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ	$\bar{x}$ S.D	แปลความ
12. นักศึกษานำอาหาร น้ำดื่ม เข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการเคมี	12 8.40%	37 25.87%	94 65.73%	0.44 0.657	(ไม่เคยปฏิบัติ)
13. นักศึกษาเทสารละลายอินทรีย์ เช่น อะซีโตน เบนซีน คลอโรฟอร์ม ลงในอ่างน้ำ	18 12.59%	35 24.47%	90 62.94%	0.50 0.711	(ไม่เคยปฏิบัติ)
14. นักศึกษาแต่งกายเรียบร้อย สวมเสื้อกาวน์ รวบผมเรียบร้อยและสวมรองเท้าหุ้มส้น ทุกครั้งที่เข้าทำปฏิบัติการ	98 68.53%	44 30.76%	1 0.70%	1.68 0.484	(ปฏิบัติทุกครั้ง)
15. นักศึกษาทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องแก้ว ทุกครั้งหลังจากที่ใช้เสร็จ และวางไว้ในที่ที่จัดให้	121 84.61%	22 15.38%	0 0%	1.85 0.362	(ปฏิบัติทุกครั้ง)

จากการคำนวณค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้อง ปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่ามีค่าเท่ากับ 20.46 คะแนน และผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 1 ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 20.28 คะแนน และ 20.08 คะแนน ตามลำดับ ที่มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวม และค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองซึ่งมีค่าเท่ากับ 21.05 คะแนน มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยรวม โดยมีผลต่างเพียงเล็กน้อย คือ 0.59 คะแนน แต่ค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2 ของกลุ่มควบคุมซึ่งมีค่าเท่ากับ 20.45 คะแนน มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวม โดยมีผลต่างคือ -0.01 คะแนน ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี มีการเปลี่ยนแปลงของคะแนนพฤติกรรมเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี กลุ่มทดลองครั้งที่ 2 มีคะแนนมากกว่ากลุ่มทดลองครั้งที่ 1 เท่ากับ 0.77 คะแนน และกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 มีคะแนนมากกว่ากลุ่มควบคุมครั้งที่ 1 เท่ากับ 0.37 คะแนน การเปรียบเทียบ กลุ่มทดลองครั้งที่ 2 ได้คะแนน 21.05 ส่วนกลุ่มควบคุมได้คะแนน 20.45 ซึ่งมีคะแนนต่างกันเท่ากับ 0.60 ทำให้สามารถเห็นได้ชัดเจนว่ากลุ่มทดลองครั้งที่ 2 ที่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี มีคะแนนมากกว่ากลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.16

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.16 สรุปคะแนนต่ำสุด คะแนนสูงสุด และคะแนนเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)	คะแนนต่ำสุด (คะแนน)	คะแนนสูงสุด (คะแนน)	คะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$)	$\overline{X}_2 - \overline{X}_1$	$\overline{X} - \overline{X}_{รวม}$
กลุ่มทดลอง 1	140	13	27	20.28	0.77	-0.18
กลุ่มทดลอง 2	140	11	28	21.05		0.59
กลุ่มควบคุม 1	143	10	26	20.08	0.37	-0.38
กลุ่มควบคุม 2	143	12	27	20.45		-0.01

หมายเหตุ : $\overline{X}_{รวม}$ = 20.46 คะแนน

$\overline{X}_1$, $\overline{X}_2$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยในครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

4.6 ข้อเสนอแนะจากกลุ่มตัวอย่าง

จากการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง พบว่ามีข้อเสนอแนะด้านต่าง ๆ ดังนี้

4.6.1 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

4.6.1.1 ควรจัดทำป้ายรณรงค์ที่มีสีสัน ตัวใหญ่ และง่ายต่อการมองเห็นโดยมีเนื้อหาเข้าใจง่าย และมีรูปภาพประกอบในบริเวณห้องปฏิบัติการเคมี

4.6.1.2 ควรมีป้ายรณรงค์ ภาพประกอบอุบัติเหตุและวิธีแก้ไข ขั้นตอนปฐมพยาบาลควรติดบริเวณที่สำคัญ และเป็นจุดที่สังเกตเห็นได้ง่าย

4.6.1.3 คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีควรมีจำนวนตัวอักษรน้อย มีขนาดเล็กพกพาสะดวก และมีภาพการ์ตูนประกอบเพื่อทำให้น่าอ่าน

4.6.1.4 แสดงข้อมูล เนื้อหา และรูปภาพของความประมาทในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ความสูญเสีย อุบัติเหตุที่ได้รับเพื่อป้องกันและลดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

4.6.2 การจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในลักษณะอื่น ๆ

4.6.2.1 ควรมีการสร้างจิตสำนึก ความตระหนัก และความรับผิดชอบร่วมกันของนักศึกษาเพื่อสถาบันและสิ่งแวดล้อมโดยแทรกเข้าไปในแต่ละครั้งที่มีการเรียนการสอน

4.6.2.2 จัดโครงการรณรงค์หรือกิจกรรม เช่น นิทรรศการเคลื่อนที่

4.6.2.3 จัดอบรมให้ความรู้แก่นักศึกษา

4.6.2.4 แจกคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และผู้ที่สนใจ

4.6.3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

4.6.3.1 การให้ความรู้ควรทำให้มากขึ้นอย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง

4.6.3.2 ควรสร้างจิตสำนึกและความตระหนักต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีให้กับนักศึกษา อาจารย์ และเจ้าหน้าที่

4.6.3.3 อาจารย์ควรเป็นแบบอย่างที่ดีในการปฏิบัติ

4.6.3.4 จัดกิจกรรมรณรงค์สัปดาห์แห่งความปลอดภัยให้กับนักศึกษา

4.6.3.5 ให้นักศึกษา เจ้าหน้าที่ อาจารย์ช่วยกันดูแลห้องปฏิบัติการเคมีอย่างสม่ำเสมอ

4.6.3.6 มีการตั้งเป้าหมายและกำหนดแผนงานด้านความปลอดภัยของสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.7 การทดสอบสมมติฐาน

4.7.1 การได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ทำให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความรู้ด้านความปลอดภัยโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น

การศึกษานี้ได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 1 แต่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2) และกลุ่มควบคุม (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ทั้ง 2 ครั้ง) และทำการทดลองโดยใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดังนี้

4.7.1.1 การตรวจสอบคะแนนความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มทดลองครั้งที่ 1 กับกลุ่มทดลองครั้งที่ 2 ด้วยสถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

โดยทำการตั้งสมมติฐานย่อยว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลอง มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ครั้งที่ 1 ของกลุ่มทดลอง ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ผลการตรวจสอบคะแนนความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มทดลองครั้งที่ 1 กับกลุ่มทดลองครั้งที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

คะแนนความรู้	จำนวน	Mean	Std.Deviation	t	Sig.(2-tailed)
กลุ่มทดลองครั้งที่ 1	140	8.65	1.092	-5.981	0.00
กลุ่มทดลองครั้งที่ 2	140	9.30	0.746		

จากตารางที่ 4.17 พบว่าค่า Sig. (1-tailed) น้อยกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานที่ว่าการได้รับคู่มือความปลอดภัยทำให้นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.7.1.2 เปรียบเทียบคะแนนความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีระหว่างกลุ่มควบคุมครั้งที่ 1 กับกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 ใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยทำการตั้งสมมติฐานย่อยว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้ของกลุ่มควบคุมครั้งที่ 1 มีค่าแตกต่างกับค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ของกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มควบคุมครั้งที่ 1 กับกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

คะแนนความรู้	จำนวน	Mean	Std.Deviation	t	Sig.(2-tailed)
กลุ่มควบคุมครั้งที่ 1	143	8.05	1.455	2.656	0.009
กลุ่มควบคุมครั้งที่ 2	143	7.69	1.076		

จากตารางที่ 4.18 พบว่าค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ครั้งที่ 2 ของกลุ่มควบคุม มีค่าแตกต่างกับค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ครั้งที่ 1 ของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ทำให้มีความรู้ด้านความปลอดภัยของกลุ่มทดลองโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

4.7.2 การได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีทำให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีทัศนคติด้านความปลอดภัยโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น

การศึกษานี้ได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 1 แต่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2) และกลุ่มควบคุม (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ทั้ง 2 ครั้ง) และทำการทดสอบโดยใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดังนี้

4.7.2.1 การตรวจสอบคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มทดลองครั้งที่ 1 กับกลุ่มทดลองครั้งที่ 2 ด้วยสถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยทำการตั้งสมมติฐานย่อยว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติในครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติครั้งที่ 1 ของกลุ่มทดลอง ผลการทดสอบแสดงดังตาราง 4.19

ตารางที่ 4.19 ผลการตรวจสอบคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยของกลุ่มทดลองครั้งที่ 1 กับกลุ่มทดลองครั้งที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

คะแนนทัศนคติ	จำนวน	Mean	Std.Deviation	t	Sig.(2-tailed)
กลุ่มทดลองครั้งที่ 1	140	4.4371	0.31088	-2.587	0.011
กลุ่มทดลองครั้งที่ 2	140	4.5248	0.23009		

จากตารางที่ 4.19 พบว่าค่า Sig.(1-tailed) น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติในครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลอง มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติครั้งที่ 1 ของกลุ่มทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.7.2.2 เปรียบเทียบคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มควบคุมครั้งที่ 1 กับกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 ด้วยสถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยทำการตั้งสมมติฐานย่อยว่าค่าเฉลี่ยคะแนนทัศนคติของกลุ่มควบคุมครั้งที่ 1 มีค่าแตกต่างกับค่าเฉลี่ยคะแนนทัศนคติของกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.20

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.20 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มควบคุม ครั้งที่ 1 กับกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

คะแนนทัศนคติ	จำนวน	Mean	Std.Deviation	t	Sig.(2-tailed)
กลุ่มควบคุมครั้งที่ 1	143	4.4466	0.35507	0.725	0.470
กลุ่มควบคุมครั้งที่ 2	143	4.4196	0.30712		

จากตารางที่ 4.20 พบว่าค่า Sig.(2-tailed) มากกว่า 0.05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติครั้งที่ 2 ของกลุ่มควบคุมมีค่าไม่แตกต่างกับค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติครั้งที่ 1 ของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการทดสอบสมมติฐานสรุปได้ว่า การได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีทำให้ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี โดยเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.7.3 การได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีทำให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น

การศึกษานี้ได้แบ่งกลุ่ม ตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลอง (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 1 แต่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2) และกลุ่มควบคุม (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ทั้ง 2 ครั้ง) และทำการทดสอบโดยใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดังนี้

4.7.3.1 การตรวจสอบคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มทดลองครั้งที่ 1 กับกลุ่มทดลองครั้งที่ 2 ด้วยสถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยทำการตั้งสมมติฐานย่อยว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมครั้งที่ 1 ของกลุ่มทดลอง ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.21

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.21 ผลการตรวจสอบคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มทดลองครั้งที่ 1 กับกลุ่มทดลองครั้งที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

คะแนนพฤติกรรม	จำนวน	Mean	Std.Deviation	t	Sig.(2-tailed)
กลุ่มทดลองครั้งที่ 1	140	20.2857	2.99709	-2.149	0.033
กลุ่มทดลองครั้งที่ 2	140	21.0500	2.85457		

จากตารางที่ 4.21 พบว่าค่า Sig.(1-tailes) น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรม ครั้งที่ 1 ของกลุ่มทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.7.3.2 เปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มควบคุมครั้งที่ 1 กับกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 ด้วยสถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยทำการตั้งสมมติฐานย่อยว่าค่าเฉลี่ยคะแนนพฤติกรรมของกลุ่มควบคุมครั้งที่ 1 มีค่าแตกต่างกับค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมของกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ผลการเปรียบเทียบคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มควบคุมครั้งที่ 1 และกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 โดยใช้สถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

คะแนนพฤติกรรม	จำนวน	Mean	Std.Deviation	t	Sig.(2-tailed)
กลุ่มควบคุมครั้งที่ 1	143	20.0769	2.94809	1.105	0.271
กลุ่มควบคุมครั้งที่ 2	143	20.4476	2.98984		

จากตารางที่ 4.22 พบว่าค่า Sig.(2-tailed) มากกว่า 0.05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมของกลุ่มควบคุมครั้งที่ 1 มีค่าไม่แตกต่างกับค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยของกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

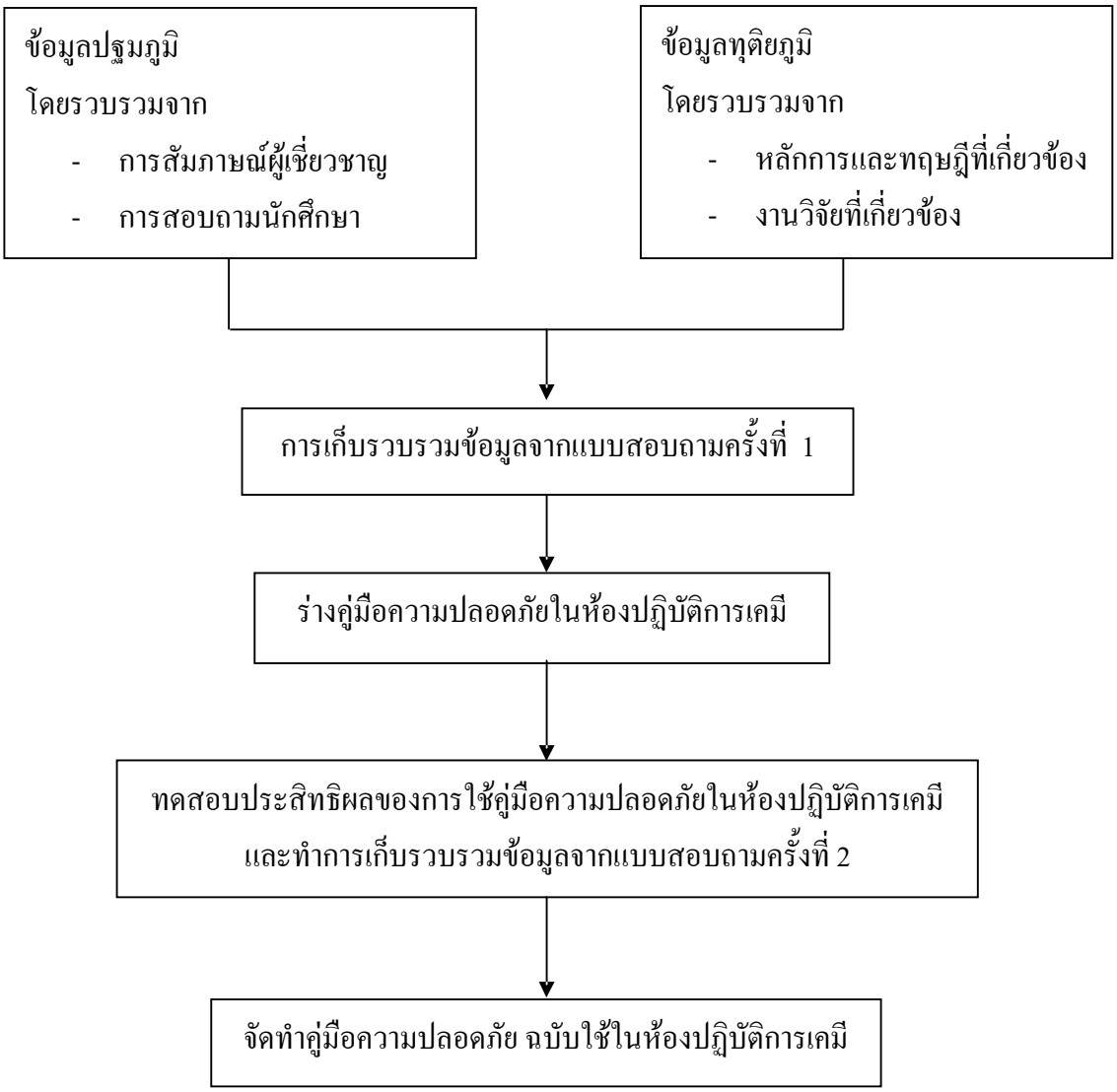
จากการทดสอบสมมติฐานสรุปได้ว่า การได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีทำให้พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มทดลองโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

4.8 การจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

การจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี กรณีศึกษานักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีขั้นตอนการผลิตและจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี โดยเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิซึ่งเป็นทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลปฐมภูมิจากผู้เชี่ยวชาญโดยการสัมภาษณ์และจากกลุ่มตัวอย่างโดยการใช้แบบสอบถามครั้งที่ 1 เพื่อทราบถึงความคิดเห็นและข้อแนะนำเกี่ยวกับคู่มือความปลอดภัยที่เหมาะสม ทั้งในส่วนของรูปแบบและเนื้อหา จากนั้นนำข้อมูลทุติยภูมิและข้อมูลปฐมภูมิมาประกอบกันเพื่อทำการผลิตคู่มือความปลอดภัย และทำการทดลองใช้คู่มือความปลอดภัยที่จัดทำขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อทราบถึงประสิทธิผลและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบสอบถามครั้งที่ 2 ซึ่งข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่ได้จะนำมาปรับปรุงคู่มือความปลอดภัย เพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีของสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สรุปขั้นตอนการจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ดังภาพที่ 4.1

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.



ภาพที่ 4.1 ขั้นตอนการผลิตคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ สรุปดังนี้

1. ด้านความปลอดภัย ควรมีกฎระเบียบและข้อควรปฏิบัติในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการเคมี เช่น ระบบระบายอากาศ ตู้ดูดควัน เครื่องดับเพลิง และอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล รวมทั้งควร ปรับปรุงห้องปฏิบัติการเคมีให้อยู่ในสภาพที่สะอาดและเรียบร้อย พร้อมใช้ในการเรียนการสอน

2. ด้านการจัดการของเสีย ควรมีการทำจัดทำป้ายรณรงค์ มีการอบรมให้ความรู้แก่นักศึกษาก่อนการเรียนการสอน

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

3. ด้านห้องปฏิบัติการเคมี ห้องปฏิบัติการเคมีคับแคบ (ร้อน อบอ้าว) สภาพห้องเก่าขาดการปรับปรุง เนื่องจากงบประมาณไม่เพียงพอ ระบบระบายอากาศไม่ดี ด้านการจัดการของเสีย ปริมาณของเสียมีมากขึ้นตามจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาใช้ห้องปฏิบัติการเคมี นักศึกษาขาดความรู้และความตระหนักในด้านสิ่งแวดล้อม ขาดผู้รับผิดชอบโดยตรง ค่าใช้จ่ายในด้านการจัดการของเสียแพงมาก งบประมาณไม่มี ควรมีกฎระเบียบและข้อควรปฏิบัติตนในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี การป้องกัน การแก้ปัญหา กรณีเกิดอุบัติเหตุและอันตรายจากสารเคมี อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

4. ข้อเสนอแนะ

ควรจัดทำป้ายรณรงค์ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับ วิธีป้องกันอุบัติเหตุ การปฐมพยาบาลเบื้องต้น รวมทั้งจัดให้ มีการอบรมให้ความรู้กับนักศึกษาก่อนการเรียน

4.8.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากแบบสอบถาม ครั้งที่ 1 ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

1. ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

จากแบบสอบถามพบว่า คำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมรวมกัน) ตอบถูกมากที่สุด คือ “สารเคมีสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้าง” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “ถูกทุกข้อ คือ ปาก จมูก และผิวหนัง ” “ควรปฏิบัติอย่างไรหลังจากใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ ” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “ดับทันทีโดยการใช้ฝาครอบ” “ทำไมเวลาเตรียมสารละลายอินทรีย์หรือกรดเข้มข้นต้องทำในตู้ควัน” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “เพื่อป้องกันไอที่เป็นพิษของสารนั้นๆ ” และคำถามที่กลุ่มตัวอย่างตอบถูกน้อยที่สุด คือ “เมื่อสารละลายหกบนพื้น นักศึกษาควรมีวิธีการจัดการอย่าง ไร” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “ใช้น้ำราดเพื่อเจือจาง แล้วนำผ้ามาเช็ดให้แห้ง”

2. ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

จากแบบสอบถามพบว่า คำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมรวมกัน) ได้คะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมากที่สุด คือ “การให้ความรู้เรื่องความปลอดภัยก่อนเข้าเรียนปฏิบัติการเป็นสิ่งจำเป็น” รองลงมาคือ “ห้ามวิ่งเล่นหรือหยอกล้อกันในห้องปฏิบัติการเคมี” และคำถามที่ได้คะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีน้อยที่สุด คือ “อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากการ ละเลยของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ที่ควบคุม”

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

3. พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

จากแบบสอบถามพบว่า คำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมรวมกัน) ได้คะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมากที่สุด คือ “นักศึกษาทำความสะอาดเครื่อง แก้วทุกครั้งหลังจากที่ใช้เสร็จ และวางไว้ในที่ที่จัดให้ ” และคำถามที่ได้คะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีน้อยที่สุด คือ “นักศึกษานำอาหาร น้ำดื่ม เข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการเคมี” ซึ่งผู้ศึกษาได้นำการปฏิบัติที่ถูกต้องสำหรับข้อคำถามที่นักศึกษาตอบถูกน้อยที่สุดมาบันทึกเพื่อให้ความรู้ และความเข้าใจกับนักศึกษาไว้ในคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในหน้าที่ 4

4.8.2 ร่างคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำให้สามารถสรุปหัวข้อที่สำคัญก่อนการผลิตคู่มือคว ามปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี โดยนำข้อมูลทุติยภูมิ (หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง) รวมกับข้อมูลปฐมภูมิ (การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและการสอบถามนักศึกษา) และข้อเสนอแนะต่าง ๆ รวมทั้งนำรายละเอียดเกี่ยวกับความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษามาประกอบกันเพื่อจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ดังนี้

1. การจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการเคมี
2. ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี
3. ข้อพึงปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีในห้องปฏิบัติการเคมี
4. ลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี
5. การป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี
6. วิธีการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี
7. การปฐมพยาบาลเบื้องต้น
8. อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี
9. อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี
10. เครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตราย
11. สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้อย่างไร
12. สารเคมีมีผลต่อร่างกายอย่างไร
13. เกิดอาการอย่างไรเมื่อได้รับสารเคมี
14. ป้องกันตนเองจากสารเคมีอันตรายได้อย่างไร
15. ประสบอุบัติภัยสารเคมีต้องทำอย่างไร
16. วิธีช่วยเหลือผู้ป่วยทำอย่างไร

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

4.8.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามจะทำการเก็บ 2 ครั้ง โดยแต่ละครั้งจะแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม ซึ่งจ ะไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมีเลยทั้ง 2 ครั้ง และกลุ่มทดลองจะไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งแรก แต่จะได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2 นำผลที่ได้จากการทำแบบสอบถามในครั้งที่ 2 มาประกอบการประเมิ นประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมีที่ได้จัดทำขึ้น และใช้ในการปรับปรุงคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อทำให้ทราบถึงความเหมาะสมของคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี และใช้เป็นคู่มือประจำห้องปฏิบัติการเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบั นเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามในครั้งที่ 2 ทำให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงแก้ไขดังนี้ คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่ดีควรมีเนื้อหาและรูปแบบที่กระชับ อ่านเข้าใจง่าย ปฏิบัติได้จริง ควรมีขนาดเล็ก พกพาได้สะดวก มีรูปภาพประกอบ จัดเป็นระเบียบ แบ่งตามหมวดหมู่และวิธีการใช้

4.8.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากแบบสอบถามครั้งที่ 2 ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่าง

1. ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

จากแบบสอบถามพบว่า คำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมรวมกัน) ตอบถูกมากที่สุด คือ “สารเคมีสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้าง ” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “ถูกทุกข้อ คือ ปาก จมูก และผิวหนัง” “ทำไมเวลาเตรียมสารละลายอินทรีย์หรือกรดเข้มข้นต้องทำในตู้ควัน” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “เพื่อป้องกันไอที่เป็นพิษของสารนั้นๆ” รองลงมากคือ “ควรปฏิบัติอย่างไรหลังจากใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ ” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “ดับทันทีโดยการใช้ฝาครอบ ” และคำถามที่กลุ่มตัวอย่างตอบถูกน้อยที่สุด คือ “ข้อใดควรปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ในห้องปฏิบัติการเคมี ” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “ใช้ถังอุปกรณ์ดับไฟแล้วรีบแจ้งผู้ที่เกี่ยวข้องทันที ” รองลงมาคือ “เมื่อสารละลายหกบนพื้น นักศึกษาควรมีวิธีการจัดการอย่างไร ” โดยมีผู้ตอบถูกว่า “ใช้น้ำราดเพื่อเจือจาง แล้วนำผ้ามาเช็ดให้แห้ง”

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

2. ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

จากแบบสอบถามพบว่า คำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมรวมกัน) ได้คะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมากที่สุด คือ “ควรมีอุปกรณ์ป้องกันอันตราย” รองลงมาคือ “ห้ามวิ่งเล่นหรือหยอกล้อกันในห้องปฏิบัติการเคมี” และคำถามที่ได้คะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีน้อยที่สุด คือ “อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากการละเลยของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ที่ควบคุม”

3. พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

จากแบบสอบถามพบว่า คำถามข้อที่กลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมรวมกัน) ได้คะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมากที่สุด คือ “นักศึกษาทำความสะอาดเครื่อง แก้วทุกครั้งหลังจากที่ใช้เสร็จ และวางไว้ในที่ที่จัดให้ ” และคำถามที่ได้คะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีน้อยที่สุด คือ “นักศึกษานำอาหาร น้ำดื่ม เข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการเคมี”

หลังจากทำแบบสอบถามของนักศึกษาครั้งที่ 2 กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ผู้ศึกษาสามารถนำข้อคำถามที่นักศึกษาตอบถูกน้อยมาเพิ่มการปฏิบัติที่เหมาะสม ในห้องปฏิบัติการเคมีในคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

4.9 คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

ในการจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การสอบถามนักศึกษาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ มาประกอบกันเพื่อจัดทำ คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่ปรับปรุง จะมีเนื้อหาที่อ่านแล้วเข้าใจได้ง่าย สามารถปฏิบัติได้จริง มีการยกตัวอย่างประกอบ มีภาพพร้อมคำบรรยายใต้ภาพ มีการจัดเป็นหมวดหมู่และวิธีใช้ มีขนาดเล็กพกพาได้สะดวกและสรุปเนื้อหาได้กระชับ คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีควรมีเนื้อหาสอดคล้องกับห้องปฏิบัติการเคมีเพื่อใช้ในสถานที่หรือสถาบันนั้น ๆ ซึ่งมีหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การจัดการและข้อควรปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี
2. อุบัติเหตุ การป้องกันและวิธีการแก้ไขอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี
3. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี
4. สัญลักษณ์แสดงความอันตรายของสารเคมี

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.23 เปรียบเทียบคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีก่อน/หลังปรับปรุง

ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1. การจัดการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการเคมี 2. ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี 3. ข้อพึงปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีในห้องปฏิบัติการเคมี 4. ลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี 5. การป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี 6. วิธีการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี 7. การปฐมพยาบาลเบื้องต้น 8. อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี 9. อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี 10. เครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตราย 11. สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้อย่างไร 12. สารเคมีมีผลต่อร่างกายอย่างไร 13. เกิดอาการอย่างไรเมื่อได้รับสารเคมี 14. ป้องกันตนเองจากสารเคมีอันตรายได้อย่างไร 15. ประสบอุบัติภัยสารเคมีต้องทำอย่างไร 16. วิธีช่วยเหลือผู้ป่วยทำอย่างไร	1. การจัดการและข้อควรปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี (ได้รวมหัวข้อที่ 1-3 ของก่อนปรับปรุงไว้เป็นหัวข้อเดียวกันเนื่องจากได้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและแบบสอบถามของนักศึกษาที่เห็นว่าคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ควรมีเนื้อหาที่กระชับ มีการจัดเป็นหมวดหมู่ และใช้ภาพประกอบเหมือนจริง) 2. อุบัติเหตุ การป้องกันและวิธีการแก้ไขอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี (ได้รวมหัวข้อ 4-7 ของก่อนปรับปรุงไว้เป็นหัวข้อเดียวกัน โดยมีเนื้อหาเพิ่มเติม คือ วิธีการล้างมือที่ถูกต้อง) 3. อุปกรณ์ ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี (ได้รวมหัวข้อ 8-9 ของก่อนปรับปรุงไว้เป็นหัวข้อเดียวกัน) 4. สัญลักษณ์แสดงความอันตรายของสารเคมี (ได้รวมหัวข้อ 10-16 ของก่อนปรับปรุง ไว้เป็นหัวข้อเดียวกัน มีการปรับปรุงให้เป็นปัจจุบัน เพราะก่อนปรับปรุงเครื่องหมายเตือนสารเคมีอันตรายเป็นแบบเก่า ดังนั้นจึงเปลี่ยนมาเป็นระบบสัญลักษณ์แสดงอันตราย เช่น ระบบ UN ระบบ NFP ระบบ EEC และระบบ GHS 5. ข้อคำถามที่นักศึกษาตอบถูกน้อยที่สุดเช่น “เมื่อสารละลายหกบนพื้น นักศึกษาควรมีวิธีการจัดการอย่างไร” คำตอบคือ ใช้น้ำราดเพื่อเจือจาง แล้วผ้ามาเช็ดให้แห้ง ได้แนะนำข้อที่ถูกต้องและข้อปฏิบัติไปไว้ในเรื่อง ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี บทที่ 1 หน้า 4 ข้อที่ 11

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
	“ข้อใดควรปฏิบัติเมื่ อเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ในห้องปฏิบัติการเคมี” คำตอบคือ ใช้ถังอุปกรณ์ดับไฟแล้วรีบแจ้งผู้ที่เกี่ยวข้องทันที ได้แนะนำข้อที่ถูกต้องและข้อควรปฏิบัติไปไว้ในเรื่องข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี บทที่ 1 หน้า 3 ข้อที่ 1 “นักศึกษานำอาหาร น้ำดื่มเ ข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการเคมี” ได้แนะนำข้อที่ถูกต้องและข้อควรปฏิบัติไปไว้ในเรื่อง ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี บทที่ 1 หน้า 4 ข้อที่ 9

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาเรื่อง การทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี กรณีศึกษา นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีวัตถุประสงค์คือ เพื่ อผลิตคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี และทดสอ บประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมีที่ผลิตขึ้น โดยการเปรียบเทียบคะแนน ความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมความปลอดภัยของกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาข าวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 283 คน ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี และกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในก ารเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง และใช้การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อ รวบรวมข้อมูลในการจัดทำคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 สรุปผลการศึกษาเชิงพรรณนา

5.1.1.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะของกลุ่มตัวอย่างของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยส่วนใหญ่มีอายุต่ำกว่า 20 ปี โดยอายุเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 17.80 ปี

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยแบ่งเป็น สาขาวิชาสถิติประยุกต์ จำนวน 28 คน สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ จำนวน 28 คน สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 45 คน สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ จำนวน 35 คน สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ จำนวน 32 คน สาขาวิชาจุลชีววิทยา จำนวน 27 คน สาขาวิชาเคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม จำนวน 26 คน สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม-เครื่องมือวิเคราะห์ จำนวน 22 คน สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม จำนวน 40 คน รวมทั้งหมด 283 คน

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

5.1.1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบและลักษณะของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เคมี

ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบและลักษณะของคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ได้จากการใช้เครื่องมือ 2 ชนิด คือ การสัมภาษณ์และการสอบถาม สรุปข้อมูลได้ดังนี้

1) ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทำให้ทราบถึงปัญหาแต่ละด้าน ดังนี้

ด้านความปลอดภัย นักศึกษามีจำนวนมากการดูแลไม่ทั่วถึง นักศึกษายังไม่ให้ความร่วมมือเท่าที่ควร

ด้านกายภาพพบว่า ห้องปฏิบัติการเคมีคับแคบ (ร้อน อบอ้าว) สภาพห้องเก่า ขาดการปรับปรุง ระบบระบายอากาศไม่ดี เนื่องจากงบประมาณไม่เพียงพอ

ด้านการจัดการของเสีย ปริมาณของเสียมีมากขึ้นตามจำนวนนักศึกษาที่เข้ามาใช้ห้องปฏิบัติการเคมี นักศึกษาขาดความรู้ ความตระหนักในด้านสิ่งแวดล้อม ขาดผู้รับผิดชอบโดยตรง มีค่าใช้จ่ายในด้านการจัดการของเสียมาก และงบประมาณไม่เพียงพอ

ข้อเสนอแนะ

ควรจัดทำป้ายรณรงค์ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี วิธีป้องกันอุบัติเหตุ การปฐมพยาบาลเบื้องต้น และจัดให้มีการอบรมให้ความรู้กับนักศึกษาก่อนการเรียนหรือให้ดู VDO ก่อนการเรียนการสอน ควรมีกฎระเบียบและข้อควรปฏิบัติตนในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี การป้องกัน การแก้ปัญหากรณีเกิดอุบัติเหตุและอันตรายจากสารเคมี อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

2) ผลการสอบถามนักศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

(1) การให้ความรู้ที่ถูกต้องก่อนเริ่มมีการปฏิบัติการเรียนการสอน โดยให้คำแนะนำข้อควรรู้ ระเบีย บ การปฏิบัติตนในห้องปฏิบัติการเคมี เช่น ความรู้ด้านความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติการ ความรู้ในด้านการใช้สารเคมี ความรู้ในการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องแก้ว ข้อควรระมัดระวังในการเรียนวิชาปฏิบัติการ ข้อควรระวังในการใช้สารเคมีรวมถึงการป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น และวิธีปฐมพยาบาลเบื้องต้น

(2) รูปแบบและลักษณะของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่เหมาะสมคือ อ่านเข้าใจง่าย มีภาพประกอบเป็นภาพการ์ตูน ตัวอักษรไม่มาก มีขนาดเล็กพกพาสะดวก ทำเป็นแผ่นพับ ดูจากสื่อ VDO VCD มีป้ายแนะนำ และป้ายรณรงค์ความปลอดภัย

(3) เนื้อหาของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่เหมาะสมคือ มีข้อควรปฏิบัติ ข้อห้าม ระเบียบข้อบังคับในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

(4) ข้อเสนอแนะ ควรจัดให้ มีการจัดอบรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีให้กับนักศึกษา อาจารย์ผู้สอน ควรอธิบายข้อควรปฏิบัติตนในการใช้ห้องปฏิบัติการ การใช้สารเคมี การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องแก้ว บอกถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้น มีการสาธิตการใช้พร้อมทั้งวิธีป้องกัน

5.1.1.3 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

ในส่วนของการวัดความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่างมีการเก็บข้อมูลเป็นจำนวน 2 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งจะทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 1 แต่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2) และกลุ่มควบคุม (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีทั้ง 2 ครั้ง) จากข้อมูลพบว่า

จากการคำนวณค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (คะแนนในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) พบว่ามีค่าเท่ากับ 8.42 คะแนน และผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 1 ของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 8.65 คะแนน มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยรวม และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 8.06 คะแนน มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวม และค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 9.30 คะแนน ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยรวม และกลุ่มควบคุมมีค่า 7.69 คะแนน มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวม โดยมีข้อสังเกตว่า ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยรวมกับค่าเฉลี่ยในครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองมีค่ามากกว่าของกลุ่มควบคุม คือ 0.88 คะแนน และ (-0.73) คะแนน ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี มีการเปลี่ยนแปลงของคะแนนความรู้เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

5.1.1.4 ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

ในส่วนของการ วัดทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่างมีการเก็บข้อมูลเป็นจำนวน 2 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งจะทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ในครั้งที่ 1 แต่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ในครั้งที่ 2) และกลุ่มควบคุม (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีทั้ง 2 ครั้ง) จากข้อมูลพบว่า

จากการคำนวณค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (คะแนนในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) พบว่ามีค่าเท่ากับ 66.85 คะแนน และผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 1 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 66.55 คะแนน และ 66.70 คะแนน ตามลำดับ มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวม และค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลอง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 67.87 คะแนน มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยรวม โดยผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยรวมกับคะแนนในครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองมีค่า1.02 คะแนน และคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยของกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 66.30 คะแนน ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวม โดยผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยรวมกับคะแนนในครั้งที่ 2 ของกลุ่มควบคุมมีค่า (-0.55) คะแนน โดยมีข้อสังเกตว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2 เพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยในครั้งที่ 1 แต่กลุ่มควบคุ มมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2 น้อยลงเมื่อเทียบกับคะแนนค่าเฉลี่ยในครั้งที่ 1

5.1.1.5 พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

ในส่วนของการวัดพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่างมีการเก็บข้อมูลเป็นจำนวน 2 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งจะทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง (ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ในครั้งที่ 1 แต่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ในครั้งที่ 2) และกลุ่มควบคุม (ไม่ได้ รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีทั้ง 2 ครั้ง) จากข้อมูลพบว่า

จากการคำนวณค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่ามีค่าเท่ากับ 20.46 คะแนน และผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 1 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 20.28 คะแนน และ 20.08 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวม และค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 21.05 คะแนน มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยรวม โดยมีผลต่างเพียงเล็กน้อย คือ 0.59 คะแนน แต่ค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในครั้งที่ 2 ของกลุ่มควบคุมซึ่งมีค่าเท่ากับ 20.45 คะแนน มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวม โดยมีผลต่างคือ (-0.05) คะแนน เมื่อกลุ่มทดลองครั้งที่ 2 ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีทำให้คะแนนของพฤติกรรมด้านความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้น จึงสรุปได้ว่าพฤติกรรมด้านความปลอดภัยของนักศึกษาดีขึ้น

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

5.1.2 ประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี มีหัวข้อดังนี้

1. การจัดการด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี
2. อุบัติเหตุ การป้องกันและวิธีการแก้ไขอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี
3. อุปกรณ์ ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี
4. สัญลักษณ์แสดงอันตรายของสารเคมี

การทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในการตอบแบบสอบถามครั้งที่ 2 นักศึกษาที่ได้ศึกษาคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมีการเปลี่ยนแปลงของคะแนนความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีเพิ่มขึ้น จึงสรุปได้ว่า คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่ผลิตขึ้นมีประสิทธิผลดี โดยพิจารณาจากความสามารถในการผลิตคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัย และสามารถพัฒนาให้นักศึกษามีความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัย ตลอดจนสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมีได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย ทำให้เกิดความพึงพอใจต่อการปฏิบัติตนในห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งเป็นการมองประสิทธิผลในภาพรวม

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

5.2.1 สมมติฐานข้อที่ 1

การได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีทำให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความรู้ด้านความปลอดภัยโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น

จากผลการทดสอบสมมติฐานพบว่าการได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีทำให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีของ Good (1973 : 325 อ้างถึงในทัศนา นิ่มสุวรรณ , 2550 : 10) ที่กล่าวว่าความรู้ คือ ประมวลประสบการณ์ต่าง ๆ ที่บุคคลได้รับจากการศึกษาข้อเท็จจริง (Facts) ความจริง (Truth) กฎเกณฑ์ และข้อมูลต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้รับ และ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

รวบรวมสะสมไว้ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ โดยการศึกษาในหัวข้อนี้หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่ผลิตขึ้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความรู้ของกลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีของ Rogers (1969 อ้างถึงใน ศันสนีย์ ฤทธิ์ทองพิทักษ์ , 2546 : 99) ที่กล่าวว่า การสื่อสารก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความรู้ของผู้รับสาร โดยการศึกษาในหัวข้อนี้หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสื่อสาร คือ สิ่งพิมพ์ที่ผลิตขึ้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความรู้ของกลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มตัวอย่างมีความรู้เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานในอาคารเพิ่มขึ้น และผลการวิจัยสอดคล้องกับผลการศึกษาของกุลประภัสสร์ โกละกะ (2535 อ้างถึงใน พรสวรรค์ ภู่ประกร. 2544 : 70) ที่พบว่าสื่อประชาสัมพันธ์สามารถทำให้ความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งสื่อสิ่งพิมพ์มีประโยชน์มากในการดึงดูดความสนใจ และทำให้เข้าใจเนื้อหาได้เป็นอย่างดี เช่นเดียวกับผลการศึกษาของมยุรี สีมาขจร (2547 : บทคัดย่อ) ซึ่งทำการศึกษาการพัฒนาคู่มือการเรียนการสอนเรื่องโรคติดต่อนำโดยยุงในระดับอนุบาลและประถมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในระดับอนุบาลและในระดับประถมศึกษาหลังใช้คู่มือฯ ในการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนใช้คู่มือ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.025

5.2.2 สมมติฐานข้อที่ 2

การได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ทำให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีทัศนคติด้านความปลอดภัยโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น

จากผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า การได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีทำให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีทัศนคติด้านความปลอดภัยโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งผลวิจัยสอดคล้องกับจิรวัฒน์ วงศ์สวัสดิวัฒน์ (2529 : 2-5) ที่ว่า ทัศนคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ไม่ใช่สิ่งที่มีติดตัวมาแต่กำเนิด ประสบการณ์มีอิทธิพลอย่างมากต่อทัศนคติ การสะสมประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมโดยผ่านกระบวนการปะทะสังสรรค์กับสิ่งต่าง ๆ ในสังคมมีผลโดยตรงกับทัศนคติ การเพิ่มความรู้และประสบการณ์เป็นสิ่งสำคัญและมีอิทธิพลต่อการเสริมสร้างการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงทัศนคติโดยการศึกษาในหัวข้อนี้หมายความว่า การได้รับความรู้จากการศึกษาคู่มือความปลอดภัยทำให้นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้น เมื่อมีความรู้เพิ่มขึ้นก็ทำให้มีทัศนคติด้านความปลอดภัยเพิ่มขึ้นเช่นกัน และสอดคล้องกับองค์ประกอบของทัศนคติของประภาเพ็ญ สุวรรณ (2526 : 3) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของทัศนคติว่า ความรู้ บุคคลใดจะมี

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ทัศนคติต่อสิ่งใดนั้นจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในสิ่งนั้นก่อน เพื่อใช้เป็นรายละเอียดสำหรับให้เหตุผลในการที่จะสรุปเป็นความเชื่อต่อไป โดยผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีทัศนคติด้านความปลอดภัยเพิ่มขึ้นภายหลังการมีความรู้เพิ่มขึ้นจากการได้รับคู่มือความปลอดภัย

5.2.3 สมมติฐานข้อที่ 3

การได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ทำให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีพฤติกรรมด้านความปลอดภัยโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น

จากผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า การได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีทำให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีพฤติกรรมด้านความปลอดภัยโดยเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Dombrowski and Hangelbverg (1985 อ้างถึงใน จักราวุธ จึงสมาน , 2542: 23) ได้ศึกษาผลจากการให้ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติตนอย่างปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนมัธยมศึกษา แผนกวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นปีที่ 1 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง จำนวน 33 คน จาก 19 ชั้นเรียนซึ่งเรียนวิชาชีววิทยาและเคมี โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ในระหว่างนี้จะมีการสังเกตพฤติกรรม ในขณะที่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มปฏิบัติการทดลอง จากนั้นนำผลการบันทึกพฤติกรรมมาวิเคราะห์ทางสถิติสรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติอย่างปลอดภัยในห้องปฏิบัติก ารทางวิทยาศาสตร์จะมีพฤติกรรมในการปฏิบัติตนอย่างปลอดภัยในขณะปฏิบัติการทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม โดยการศึกษาในหัวข้อนี้ หมายความว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับคู่มือความปลอดภัยทำให้มีความรู้เพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดพฤติกรรมด้านความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

จากผลการศึกษาสรุปว่า การได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีทำให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกสาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งผู้วิจัยมีความเห็นว่าการที่กลุ่มทดลองมีความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้น เพราะได้รับความรู้จากคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ที่ผลิตขึ้นโดยในการตอบแบบสอบถามในครั้งแรกผู้ตอบแบบสอบถามยังไม่ได้ศึกษาคู่มือความปลอดภั ยในห้องปฏิบัติการเคมี ทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามอาจจะยังตอบแบบสอบถามได้ไม่ดีเท่าที่ควรหรือเพราะมีความรู้ด้านความปลอดภัยน้อย ดังนั้นหลังจากได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

เคมีแล้วทำให้กลุ่มทดลองมีคะแนนความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมเพิ่มมากขึ้นหลังจากได้ศึ กษาคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

ในการทำวิจัยต้องแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ได้รับคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ที่ผลิตขึ้น และกลุ่มควบคุมที่จะไม่ได้รับคู่ มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมีที่ผลิตขึ้น โดยการศึกษาวิจัยนี้เป็นการขอความร่วมมือจากกลุ่มทดลองไม่ให้ทำการเผยแพร่ข้อความหรือเนื้อหาภายในคู่มือความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ที่ได้รับแก่กลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่ข้อความหรือเนื้อหาในคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่ผลิตขึ้นสำหรับกลุ่มทดลองกระจายไปสู่กลุ่มควบคุม เนื่องจากกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นนักศึกษาที่อยู่ในสาขาวิชาเดียวกัน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความใกล้ชิดกันมาก ข้อมูลบางส่วนของกลุ่มควบคุมที่ได้จากการศึกษาจึงอาจเป็นข้อมูลที่ได้รับอิทธิพลจากเนื้อหาของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่ผลิตขึ้น ดังนั้นในการศึกษาที่มีการแยกกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ควรทำแยกกลุ่มอย่างชัดเจนและในกรณีที่ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาที่เรียนอยู่ในห้องเดียวกันอาจจำเป็นต้องขอความร่วมมือจากอาจารย์ที่ปรึกษาของกลุ่มตัวอย่างให้ช่วยกำชับถึงความสำคัญของการให้ความร่วมมือแก่การศึกษาวิจัย เพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่มีข้อจำกัดน้อยลง และมีความถูกต้องมากขึ้น และอาจทำการแบ่งกลุ่มโดยใช้ห้องเรียน 2 ห้องเรียนที่มีความเหมือนกัน เช่น ในด้านสาขาวิชา จำนวนนักศึกษา คุณภาพนักศึกษา แยกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน กลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไป

5.3.2.1 ในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างสำ หรับงานวิจัยต่อไป ควรทำการเก็บข้อมูลโดยการระบุชื่อเป็นรายบุคคล หรือเป็นบุคคลกลุ่มเดียวกัน ในการเก็บข้อมูลและตอบแบบสอบถามในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เพื่อสามารถนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์แบบ Paired t-test ได้ ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบจับคู่จะช่วยจำกัดหรือควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อตัวแปรที่ต้องการเปรียบเทียบออกไปทำให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

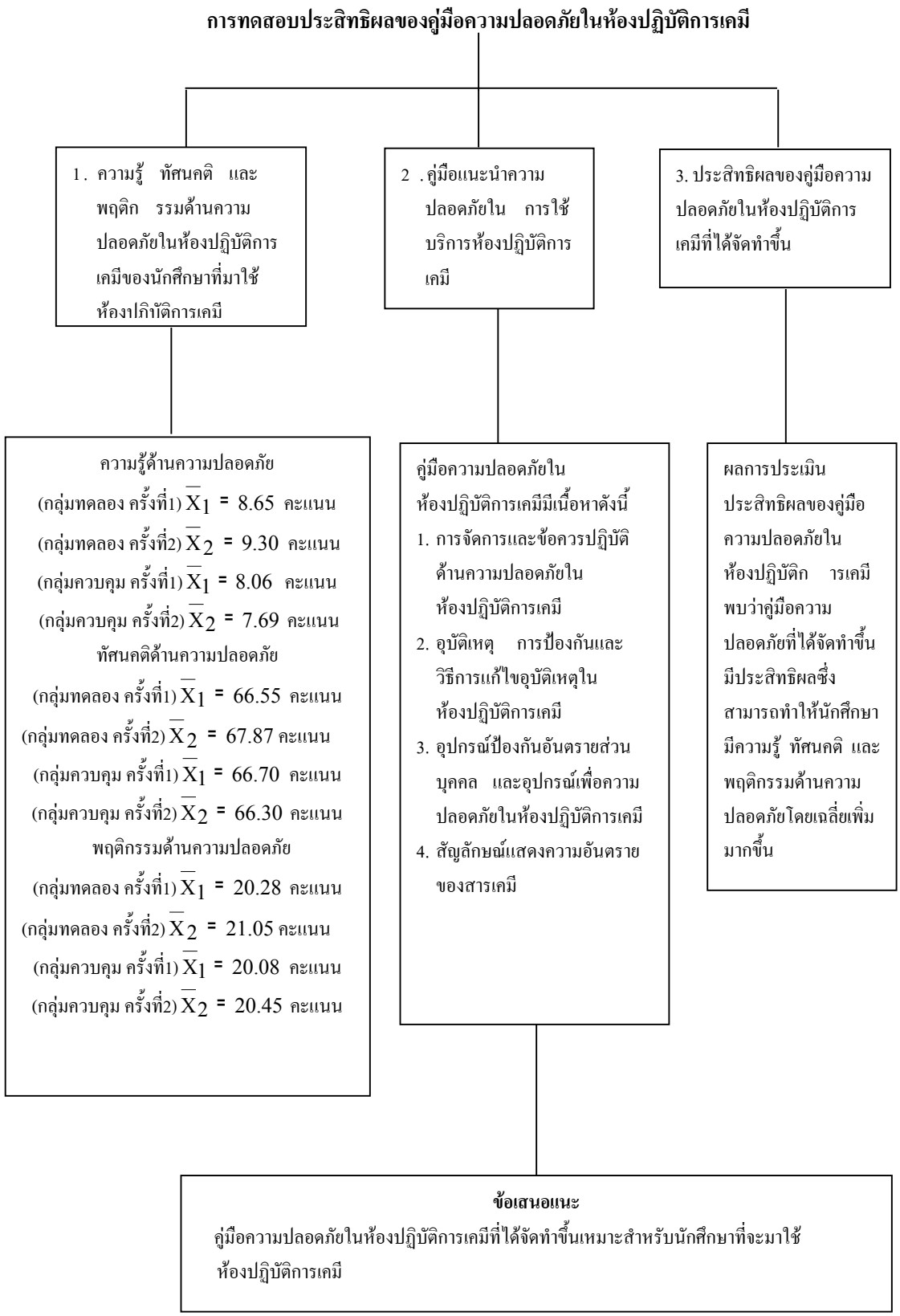
This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

5.3.2.2 ในการศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาทุกหลักสูตรของสาขาวิชาเคมีโดยเจาะจงนักศึกษาที่เรียนและปฏิบัติการ ที่ใช้เวลาเรียนตั้งแต่ชั้นปีที่ 1 – ชั้นปีที่ 4 เพราะจะได้ทราบถึงระดับความปลอดภัยของนักศึกษาของสาขาวิชาเคมี

5.3.2.3 ควรศึกษาโดยเปรียบเทียบกับนักศึกษาคณะอื่น ๆ ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.3.3 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี สรุปได้ดังภาพที่ 5.1

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.



ภาพที่ 5.1 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. ม.ป.ป. **การจัดการของเสียอันตรายจากชุมชน**. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2552, จาก. www.pcd.go.th/info_serv/haz_community.html.

กรมควบคุมมลพิษ. ม.ป.ป. **ข้อควรรู้เมื่อทำงานกับสารเคมี**. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2552, จาก www.pcd.go.th/info_serv/haz_chemicals_use.html.

กรมควบคุมมลพิษ. ม.ป.ป. **คู่มือการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ**. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. 2548. **แนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ**. กรุงเทพมหานคร : หจก.มีเดีย เพรส.

กรมควบคุมมลพิษ. ม.ป.ป. **พิษภัยจากของเสียอันตราย**. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2552, จาก www.pcd.go.th/info_serv/haz_hw.htm.

กรมควบคุมมลพิษ. ม.ป.ป. **อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลในการทำงานกับสารเคมี**. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. ม.ป.ป. **ศูนย์กำจัดของเสียอันตราย**. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2552, จาก. www.pcd.go.th/info_serv/haz_poscenter.html.

กรมควบคุมมลพิษ. 2545. **เอกสารการอบรมระบบบริหารจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ**. วันที่ 25 มิถุนายน 2545. (อัดสำเนา).

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2549. **การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมี**. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 พฤษภาคม 2552 จาก http://www.environent.in.th.

กัลยา วาณิชย์บัญชา. 2546. **การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล**. (ฉบับปรับปรุงใหม่). กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กัลยา วาณิชย์บัญชา. 2548. **สถิติสำหรับงานวิจัย**. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2546. **ของเสียอันตราย**. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยรังสิต.

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

แก้วใจ พัวกนกหิรัญ. 2541. **ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีและความปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จักราวุธ จึงสมาน. 2542. **การศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จิระวัฒน์ วงศ์สวัสดิวัฒน์. 2529. **ทัศนคติ ความเชื่อ และพฤติกรรม.** กรุงเทพมหานคร : โครงการพัฒนาสังคม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2551. **คู่มือแนวปฏิบัติที่ดีด้านการบริหารจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (อัดสำเนา)

เฉลิมชัย ชัยกิตติภรณ์. 2540. **ปรัชญาและแนวคิดเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ทัศนา นิ่มสุวรรณ. 2550. **ความรู้เกี่ยวกับสารเคมีอันตรายและพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานในห้องทดลองของพนักงานสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกริก.

ทิพาวดี เมฆสวรรค์. 2539. **การบริหารมุ่งผลสัมฤทธิ์.** กรุงเทพมหานคร : กราฟิคฟอร์แมท (ไทยแลนด์).

ธงชัย สันติวงษ์. 2541. **องค์การ ทฤษฎีและการออกแบบ**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

บุญรอด พุ่มพุฒิ. 2546. **ความคิดเห็นเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ประภาเพ็ญ สุวรรณ. 2526. **ทัศนคติ : การวัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรม**. กรุงเทพมหานคร : โอเดียน สโตร์.

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. 2539. **เทคนิคทางเคมี**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : ศึกษาพร.

ปุระชัย เปี่ยมสมบูรณ์. 2529. **การวิจัยประเมินผล หลักการและกระบวนการ**. กรุงเทพมหานคร : การพิมพ์พระนคร.

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

พรทิพย์ ทรัพย์อนันต์. 2539. **ปฏิบัติการเคมีทั่วไป**. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรสวรรค์ ภู่ประกร. 2544. **การสร้างสื่อเพื่อใช้ในการประชาสัมพันธ์ เรื่อง การแปรรูปการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในส่วนกลาง**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

พิรัชย์ภณ แสงทอง. 2551. **ทัศนคติและพฤติกรรมของผู้ใช้บริการที่มีต่อธุรกิจระบบขนส่งและกระจายสินค้าของบริษัท ซูซูโย (ประเทศไทย) จำกัด**. ภาคนิพนธ์สาขาวิชาการจัดการ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี. 2550. **คู่มือความปลอดภัย**. (ฉบับแก้ไขครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (อัดสำเนา).

มนนภา เทพสุด. 2551. **ปฏิบัติการเคมีทั่วไป**. กรุงเทพมหานคร : สำนักวิชาการศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

มยุรี สีมาขจร. 2547. **การพัฒนาคู่มือการเรียนการสอน เรื่องโรคติดต่อนำโดยยุงในระดับอนุบาลและประถมศึกษา**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2543. **คู่มือการจัดแยกประเภทและการจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี**. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (อัดสำเนา).

ลินดา เพ่งสุวรรณ. 2550. **ประสิทธิผลของสื่อสิ่งพิมพ์เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมการประหยัดพลังงานในอาคาร กรณีศึกษา นักศึกษาปริญญาโทภาคปกติ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

วิฑูรย์ สิมะโชคดี และวีระพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์. 2538. **วิศวกรรมและการบริหารความปลอดภัยในโรงงาน**. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

วิสาขา ภู่จินดา. 2550. **พฤติกรรมการประหยัดพลังงานในอาคารและสำนักงานของบุคลากรและนักศึกษา สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร : สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

วราภรณ์ อูบคำ. 2545. **ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการของนิสิตคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศักดา ไตรศักดิ์. 2548. **ปฏิบัติการเคมีทั่วไป**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ศันสนีย์ ฤทธิ์ทองพิทักษ์. 2546. **การเปิดรับข่าวสาร ความรู้ ทัศนคติ และการใช้สมุนไพรของคนกรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมพงศ์ เกษมสิน. 2521. **การบริหาร** (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช.

สมศักดิ์ วรมงคลชัย. 2553. **ปฏิบัติการเคมีทั่วไป**. กรุงเทพมหานคร : คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สิน พันธุ์พินิจ. 2547. **เทคนิคการวิจัยทางสังคมศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร : วิทยพัฒน์.

สุชาดา ไชยสวัสดิ์. 2543. **เทคนิคการจัดทำห้องปฏิบัติการสะอาด**. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (อัดสำเนา).

สุชาตา ชินะจิตร. 2527. **คู่มือความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี**. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช.

สุภาพร เทียมวงศ์. 2550. **ความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมของนักศึกษาด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุวรรณ ไชยสิทธิ์. 2549. **ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 2**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุวิมล ติรกานันท์. 2548. **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2531. **รายงานสัมมนาทางวิชาการเรื่องความปลอดภัยจากสารเคมีในห้องปฏิบัติการ**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การศาสนา.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2535. **คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การศาสนา.

อารยา ตรีแจ่ม. 2548. **การจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายภายในห้องปฏิบัติการด้านสิ่งแวดล้อม**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ภาคผนวก

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ภาคผนวก ก

แบบสอบถาม

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

แบบสอบถามเลขที่.....

แบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา เรื่อง “การทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาที่มาใช้ห้องปฏิบั ติการเคมี และประเมินประสิทธิผล ของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเ คมีที่ได้จัดทำขึ้น รวมถึงศึกษาปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำคู่มือความปลอดภัยในการใช้บริการห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา โดยแบบสอบถามชุดนี้ประกอบด้วยรายละเอียด 5 ส่วน 8 หน้า ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

ส่วนที่ 3 ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

ส่วนที่ 4 พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

ส่วนที่ 5 ความคิดเห็นเพิ่มเติมและข้อเสนอแนะ

ผู้ศึกษาใคร่ขอความกรุณาจากท่านได้โปรด ตอบคำถามทุกข้อด้วยความจริง เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาและขอขอบพระคุณอย่างสูง ที่ให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถามเพื่อใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

นักศึกษาสาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ( ) หน้าข้อที่ตรงกับความเป็นจริงหรือความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ สังกัดภาควิชา.....

3. อายุ

( ) 16-18 ปี ( ) 19-20 ปี ( ) 21-22 ปี ( ) 23-25 ปี

4. พื้นฐานความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

( ) ไม่เคยศึกษาหรือมีความรู้ด้านความปลอดภัยเลย

( ) เคยศึกษาหรือมีความรู้ด้านความปลอดภัยอยู่บ้างเล็กน้อย

( ) เคยศึกษาหรือมีความรู้ด้านความปลอดภัยอยู่พอสมควร

( ) เคยศึกษาหรือมีความรู้ด้านความปลอดภัยอยู่มาก

( ) อื่น ๆ ระบุ .....

5. อันตราย อุบัติเหตุ ที่เกิดขึ้นที่เคยพบเห็นในห้องปฏิบัติการเคมีได้แก่ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ทำอุปกรณ์เครื่องแก้วแตก

( ) โดนกรด ด่าง หรือสารเคมีหกรดร่างกายและผิวหนัง

( ) หายใจเอาแก๊สที่เป็นพิษเข้าไป

( ) ถูกของร้อน

( ) ลื่น หกล้ม

( ) ชนกับเพื่อนขณะปฏิบัติการทดลอง

( ) สารเคมีหก หล่น บนพื้นและโต๊ะปฏิบัติการ

( ) เทสารผิด ทิ้งสารเคมีที่ใช้แล้วในอ่างน้ำหรือถังขยะ

( ) สารเคมีกระเด็นเข้าตา

( ) เกิดไฟไหม้และเกิดระเบิดจากสารที่ไวต่อปฏิกิริยาเคมี

( ) ใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วผิดวิธีและผิดวัตถุประสงค์

( ) อื่น ๆ .....

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ส่วนที่ 2 ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

คำชี้แจง แบบสอบถามส่วนที่ 2 นี้ ให้นักศึกษาเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย ✖ ข้อที่ถูกต้อง

1. ข้อใดควรปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ในห้องปฏิบัติการเคมี
   ก. ใช้ผ้าเปียกคุมส่วนที่ติดไฟ
   ข. ใช้น้ำดับไฟเพื่อป้องกันการลุกลาม
   ค. นำสารเคมีที่มีอยู่ออกจากห้องปฏิบัติการทันที
   ง. ใช้ถังอุปกรณ์ดับไฟ แล้วรีบแจ้งผู้ที่เกี่ยวข้องทันที
2. การล้างมือด้วยน้ำที่ถูกสารละลายกรด หรือด่างเข้มข้น ควรปฏิบัติอย่างไรจึงจะปลอดภัย
   ก. แช่มือในอ่างน้ำอย่างน้อย 15 นาที
   ข. แช่มือในอ่างน้ำอย่างน้อย 30 นาที
   ค. ล้างมือด้วยน้ำที่กำลังไหลอย่างน้อย 15 นาที
   ง. ล้างมือด้วยน้ำ เช็ดให้แห้ง แล้วรีบทำแผล
3. สารเคมีสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้าง
   ก. ปาก
   ข. จมูก
   ค. ผิวหนัง
   ง. ถูกทุกข้อ
4. การใช้ปิเปตดูดสารเคมี ควรปฏิบัติอย่างไรจึงจะถูกต้องและปลอดภัย
   ก. ใช้ลูกยางดูดสารเคมี
   ข. ใช้ปากดูดสารเคมี
   ค. ใช้ลูกยางหรือปากดูดสารเคมี
   ง. ใช้ลูกยางดูดสารเคมีที่อันตรายเท่านั้น ส่วนสารที่ไม่เป็นอันตรายใช้ปากดูดได้
5. ควรปฏิบัติอย่างไร หลังจากใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์
   ก. ดับทันทีโดยการใช้ปากเป่า
   ข. ดับทันทีโดยการใช้ฝาครอบ
   ค. ดับทันทีโดยการใช้มือพัดโบก
   ง. ดับทันทีโดยการใช้น้ำ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

6. การกระทำในลักษณะใดต่อไปนี้ที่อาจทำให้สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้
   ก. สูบบุหรี่ ข. รับประทานอาหาร
   ค. ใช้มือหยิบสารเคมี ง. ถูกทุกข้อ
7. ทำไมเวลาเตรียมสารละลายอินทรีย์หรือกรดเข้มข้นต้องทำในตู้ควัน
   ก. เพื่อป้องกันไอที่เป็นพิษของสารนั้น ๆ
   ข. เพราะสารเคมีที่เตรียมตั้งอยู่ในตู้ควัน
   ค. เพราะอาจารย์บอกให้ทำในตู้ควัน
   ง. เพราะโต๊ะปฏิบัติการไม่มีที่เพียงพอในการเตรียมสาร
8. ถ้านักศึกษาทำอุปกรณ์เครื่องแก้วแตกแล้วกระเด็นเข้าตา นักศึกษาควรทำอย่างไร
   ก. พยายามลืมตาในน้ำนานที่สุด
   ข. พยายามเอาเศษแก้วออกจากตาด้วยตนเอง
   ค. ให้เพื่อนช่วยเอาเศษแก้วออกจากตา
   ง. แจ้งให้อาจารย์ที่ควบคุมทราบ เพื่อนำส่งโรงพยาบาล
9. เมื่อสารละลายหกบนพื้น นักศึกษาควรมีวิธีการจัดการอย่างไร
   ก. ใช้ผ้าทำความสะอาดทันที
   ข. ใช้น้ำราดเพื่อเจือจาง แล้วนำผ้ามาเช็ดให้แห้ง
   ค. ใช้ทรายกลบ แล้วเก็บกวาดให้เรียบร้อย
   ง. ปล่อยให้สารละลายระเหยไปเอง
10. ถ้าสารเคมีกระเด็นเข้าตา ควรปฏิบัติอย่างไรเป็นอันดับแรก
   ก. ล้างตาด้วยน้ำจำนวนมาก ๆ
   ข. ซับตาด้วยผ้าหรือกระดาษทิชชู่
   ค. หลับตาสักครู่ เพื่อให้สารเคมีไหลออกมา
   ง. ให้เพื่อนพาส่งโรงพยาบาลทันที

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ส่วนที่ 3 ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

คำชี้แจง นักศึกษาอ่านข้อความแล้วพิจารณาดังนี้

ข้อความเกี่ยวกับทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี หากตรงกับความคิดเห็นของนักศึกษา กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็นเกี่ยวกับทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากความประมาทเลินเล่อของนักศึกษา					
2. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากนักศึกษาขาดความตระหนักหรือขาดจิตสำนึกในเรื่องความปลอดภัย					
3. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากการละเลยของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ที่ควบคุม					
4. อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเกิดจากการใช้เครื่องมือไม่ถูกวิธี					
5. การให้ความรู้เรื่องความปลอดภัยก่อนเข้าเรียนปฏิบัติการเป็นสิ่งจำเป็น					
6. ควรแต่งกายให้เรียบร้อย รัดกุมและสวมรองเท้าหุ้มส้นขณะเรียนปฏิบัติการ					
7. ควรสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น ถุงมือ แว่นตา หน้ากาก					
8. ไม่นำอาหารหรือเครื่องดื่มเข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการเคมี					
9. ห้ามวิ่งเล่นหรือหยอกล้อกันในห้องปฏิบัติการเคมี					
10. ต้องศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงาน การใช้สารเคมีและการใช้เครื่องมือก่อนเข้าปฏิบัติการทดลอง					
11. ห้องปฏิบัติการควรอยู่ในสภาพที่เป็นระเบียบเรียบร้อยและสะอาด					
12. ควรมีการจัดทำป้ายและสัญลักษณ์เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี					

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
13. ควรมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายตั้งไว้ในห้องปฏิบัติการเคมี 14. ห้องปฏิบัติการเคมีและบริเวณทางเดินไม่ควรมีสิ่งกีดขวาง 15. ควรมีระเบียบข้อบังคับ กฎเกณฑ์เกี่ยวกับความปลอดภัยไว้สำหรับผู้ปฏิบัติการ					

ส่วนที่ 4 พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

คำชี้แจง นักศึกษาอ่านข้อความแล้วพิจารณาดังนี้

ข้อความเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี หากตรงกับพฤติกรรมของนักศึกษาแล้ว กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี

ข้อความ	ปฏิบัติทุกครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ
1. ก่อนใช้สารเคมีนักศึกษาได้อ่านรายละเอียดต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ขวดสารเคมี 2. นักศึกษารีบทำความสะอาดมือ พื้น หรือโต๊ะปฏิบัติการทันทีเมื่อทำสารเคมีหก 3. นักศึกษาเทสารเคมีที่เหลือจากการทดลองกลับคืนขวดเมื่อใช้ไม่หมด 4. นักศึกษาทำความสะอาดเครื่องชั่งทั้งก่อนและหลังใช้งาน 5. นักศึกษาใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ชำรุดในการทดลอง 6. สารเคมีที่เหลือจากการทดลอง นักศึกษาทิ้งลงในอ่างน้ำหรือถังขยะทันที 7. นักศึกษาติดฉลากหรือเขียนชื่อสารเคมีทุกครั้งที่รินใส่ในบีกเกอร์ 8. นักศึกษาเทน้ำลงในกรดเข้มข้นเมื่อต้องการเจือจางสารละลาย 9. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องใช้ให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัยทุกครั้งก่อนใช้งาน 10. เมื่อมีการหกรั่วไหลของสารเคมี หรือมีควัน กลิ่นไหม้ผิดปกติ นักศึกษารีบแจ้งอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ทันที			

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ข้อความ	ปฏิบัติทุกครั้ง	ปฏิบัติบางครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ
11. นักศึกษาหยอกล้อกับเพื่อนในห้องปฏิบัติการเคมี 12. นักศึกษานำอาหาร น้ำดื่ม เข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการเคมี 13. นักศึกษาเทสารละลายอินทรีย์ เช่น อะซีโตน เบนซีน คลอโรฟอร์ม ลงในอ่างน้ำ 14. นักศึกษาแต่งกายเรียบร้อย สวมเสื้อกราวน์ รวบผมเรียบร้อยและสวมร้องเท้าหุ้มส้น ทุกครั้งที่เข้าทำปฏิบัติการ 15. นักศึกษาทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องแก้ว ทุกครั้งหลังจากที่ใช้เสร็จและวางไว้ในที่ที่จัดให้			

ส่วนที่ 5 ความคิดเห็นเพิ่มเติมและข้อเสนอแนะ

1. นักศึกษาคิดว่าความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมีความจำเป็นหรือไม่ เพราะอะไร

   .....

   .....

   .....

2. ควรมีการให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย การป้องกันอุบัติเหตุ ที่อาจเกิดขึ้นก่อนทำการปฏิบัติการหรือไม่ อย่างไร

   .....

   .....

   .....

3. นักศึกษาคิดว่าคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่ดี ควรมีเนื้อหาและรูปแบบอย่างไรจึงจะเหมาะสม

   .....

   .....

   .....

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

4. ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ภาคผนวก ข

แนวคำถามสัมภาษณ์

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

แนวการสัมภาษณ์ การทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

ผู้ให้สัมภาษณ์.....

ผู้สัมภาษณ์.....

วัน/เดือน/ปี.....เวลา.....

สถานที่.....

1. ความคิดเห็นเกี่ยวกับ สถานการณ์ปัจจุบันด้าน ความปลอดภัยและการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี สาขาวิชาเคมี ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการ

.....

.....

.....

.....

.....

2. ท่านคิดว่าสิ่งที่นักศึกษาควรรู้ก่อนที่จะใช้ห้องปฏิบัติการเคมี มีอะไรบ้าง และการปฏิบัติตนในห้องปฏิบัติการเคมีควรทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. ท่านคิดว่าสภาพห้องปฏิบัติการเคมีที่ดีควรเป็นอย่างไร และท่านมีข้อเสนอแนะในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีเพื่อความปลอดภัยอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

4. ของเสียที่เกิดจากการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมีควรมีวิธีการกำจัดอย่างไรจึงจะเหมาะสม

.....

.....

.....

.....

.....

5. ท่านคิดว่าคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมีความจำเป็นอย่างไร และในคู่มือควรมีรายละเอียดอย่างไร

.....

....

.....

....

.....

6. ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

....

.....

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ภาคผนวก ค

การเปรียบเทียบคะแนนความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ระหว่างคะแนนในครั้งที่ 1 และคะแนนในครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

การเปรียบเทียบคะแนนความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี คะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี และคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ระหว่างคะแนนในครั้งที่ 1 และคะแนนในครั้งที่ 2 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติทดสอบ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ตัวแปร	จำนวน (คน)	Mean	Std.Deviation	t	Sig.(2-tailed)
ความรู้					
ครั้งที่ 1	140	8.65	1.092	-5.981	0.000
ครั้งที่ 2	140	9.30	0.746		
กลุ่มทดลอง					
กลุ่มควบคุม					
ครั้งที่ 1	143	8.05	1.455	2.656	0.009
ครั้งที่ 2	143	7.69	1.076		
ทัศนคติ					
กลุ่มทดลอง					
ครั้งที่ 1	140	4.4371	0.31088	-2.587	0.011
ครั้งที่ 2	140	4.5248	0.23009		
กลุ่มควบคุม					
ครั้งที่ 1	143	4.4466	0.35507	0.725	0.470
ครั้งที่ 2	143	4.4196	0.30712		
พฤติกรรม					
กลุ่มทดลอง					
ครั้งที่ 1	140	20.2857	2.99709	-2.149	0.033
ครั้งที่ 2	140	21.0500	2.85457		

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

กลุ่มควบคุม

ครั้งที่ 1	143	20.0769	2.94809	-1.105	0.271
ครั้งที่ 2	143	20.4476	2-98984		

ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จากการทดสอบพบว่า

1. ในกรณีของกลุ่มทดลอง พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้ด้านความปลอดภัยครั้งที่ 2 มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ด้านความปลอดภัยในครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ในกรณีของกลุ่มควบคุม พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ด้านความปลอดภัยครั้งที่ 2 มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ด้านความปลอดภัยในครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญท างสถิติที่ระดับ 0.05

3. ในกรณีของกลุ่มทดลอง พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยครั้งที่ 2 มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. ในกรณีของกลุ่มควบคุม พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยครั้งที่ 2 มีค่าไม่แตกต่างกับค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติด้านความปลอดภัยในครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. ในกรณีของกลุ่มทดลอง พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยครั้งที่ 2 มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6. ในกรณีของกลุ่มควบคุม พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยครั้งที่ 2 มีค่าไม่แตกต่างกับค่าเฉลี่ยของคะแนนพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในครั้งที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ภาคผนวก ง

เทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย และการบำบัดสารเคมีที่เป็นของเสีย

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

เทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2528 : 1 -18) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการปฏิบัติการวิชาเคมีไว้ว่า การทดลองเคมีนักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เทคนิคหลายประการเพื่อให้สามารถใช้เทคนิคในการทดลองได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับโอกาส ซึ่งจะช่วยให้ผลการทดลองถูกต้องและมีข้อผิดพลาดในการทดลองน้อยที่สุด เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการเคมีและที่เป็นพื้นฐานสำคัญ ได้แก่

1. การใช้อุปกรณ์วัดปริมาตร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 142) ได้กล่าวถึงการใช้กระบอกตวง หลอดหยด บีกเกอร์ สรุปได้ดังนี้

ภาพที่ ง.1 อุปกรณ์สำหรับใช้ในการวัดปริมาตรของของเหลวที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี

1.1 กระบอกตวง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาตรของเหลว มีขนาดต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร จนถึง 2 ลิตร การใช้กระบอกตวงต้องคำนึงถึงขนาดของกระบอกตวงและปริมาตรของของเหลวที่จะวัด การอ่านปริมาตรต้องให้ตาอยู่ในระดับเดียวกับขีดปริมาตรและ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ส่วนโค้งต่ำสุดของของเหลว เมื่อใช้เสร็จแล้วควรล้างให้สะอาด และเก็บตั้งไว้ในตู้เฉพาะ แต่ถ้ากระบอกตวงมีขนาดสูงมาก ควรวางนอนกับพื้นตู้เพื่อกันล้มแตก

1.2 หลอดหยด เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาตรโดยประมาณของของเหลว ทำได้โดยการนับจำนวนหยดของของเหลวที่หยดลงในกระบอกตวงต่อปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วใช้เป็นค่าโดยประมาณสำหรับการทำการทดลองต่อไปได้ การใช้หลอดหยดมีข้อแนะนำดังนี้

1.2.1 ใช้หลอดหยดที่สะอาดดูดของเหลวปริมาณใกล้เคียงกับที่ต้องการ

1.2.2 เมื่อดูดแล้วห้ามหงายหลอดหยดขึ้น เพราะจะทำให้สารไหลลงไปที่จุกยางซึ่งอาจทำปฏิกิริยากับจุกยางได้

1.2.3 ค่อย ๆ บีบจุกยางเพื่อให้ของเหลวหยดทีละหยดอย่างสม่ำเสมอ อย่าให้ปลายหลอดหยดแตะขอบภาชนะ และอย่าให้สูงกว่าปากภาชนะมากเกินไป

1.2.4 เมื่อใช้แล้วถอดจุกยางออกล้างให้สะอาดทั้งหลอดและจุกยางวางไว้ให้แห้งก่อนใช้ครั้งต่อไป

1.3 บีกเกอร์ ในการวัดปริมาตรของเหลวโดยประมาณ อาจใช้บีกเกอร์ที่มีขีดบอกปริมาตรได้ ส่วนใหญ่มักใช้บีกเกอร์สำหรับตวงของเหลวโดยประมาณ เพื่อใช้ในการเตรียมสารละลายหรือใช้ในการทำการทดลอง เมื่อใช้แล้วควรล้างให้สะอาดวางไว้ให้แห้ง และจัดเก็บในตู้ตามขนาด

วารีรัตน์ แก้วอุไร (2538 : 99) ได้กล่าวถึงการใช้ช้อนตักสารสรุปได้ดังนี้

1.4 การใช้ช้อนตักสารเป็นการวัดปริมาณสารที่เป็นของแข็งโดยประมาณมีวิธีการดังต่อไปนี้

1.4.1 ตักสารเต็มช้อนพูน

1.4.2 ใช้ด้ามช้อนปาดสารให้เสมอปากช้อน โดยไม่ต้องกดจะได้ปริมาณสารเท่ากันทุกครั้ง

1.4.3 ก่อนเก็บหรือตักสารต่างชนิดกัน จะต้องทำความสะอาดช้อนตักสารก่อนทุกครั้ง

1.4.4 ไม่ใช้ช้อนพลาสติกตักสารที่ร้อน

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2528 : 27) ได้กล่าวถึงการใช้ขวดวัดปริมาตร ปิเปต และบิวเรต สรุปได้ดังนี้

1.5 การใช้ขวดวัดปริมาตร

ขวดวัดปริมาตรเป็นเครื่องมือที่ใช้เตรียมสารละลายมาตรฐาน (Standard Solution) หรือสารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยกว่าสารละลายเดิม

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ลักษณะของขวดวัดปริมาตรเป็นขวดคอยาวที่มีขีดบอกปริมาตรบนคอขวดเพียงขีดเดียว เมื่อต้องการเตรียมสารละลาย โดยทั่วไปแล้วจะนำสารนั้นละลายในบีกเกอร์ก่อนแล้วเทลงในขวดวัดปริมาตรโดยใช้กรวยกรอง (อาจละลายสารในขวดวัดปริมาตรก็ได้) ล้างบีกเกอร์หลาย ๆ ครั้งด้วยตัวทำละลายแล้วเทลงในกรวยกรอง เพื่อล้างสารที่ติดอยู่ให้ลงในขวดวัดปริมาตรจนหมด ต่อจากนั้นก็เติมตัวทำละลายลงไปให้มีปริมาตรถึงขีดบอกปริมาตร

1.6 การใช้ปิเปต

1.6.1 ก่อนใช้ต้องล้างปิเปตให้สะอาด แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นโดยดูดน้ำกลั่นเข้าไปจนเกือบเต็ม ปล่อยให้ไหลออกมาจนหมด สังเกตดูว่าถ้าไม่มีหยดน้ำเกาะติดอยู่ภายในแสดงว่าปิเปตสะอาดดีแล้ว

1.6.2 เมื่อจะนำปิเปตที่เปียกไปใช้วัดปริมาตร ควรล้างปิเปตด้วยสารละลายที่จะวัด 2-3 ครั้ง

1.6.3 จุ่มปิเปตลงในสารละลาย ให้ปลายปิเปตอยู่ต่ำกว่าระดับสารละลายตลอดเวลาที่ดูด

1.6.4 ดูดสารละลายให้ขึ้นมาในปิเปตอย่างช้า ๆ โดยใช้ลูกยางหรือใช้ปากดูดได้ก็ต่อเมื่อสารละลายนั้นเจือจาง และไม่เป็นพิษ

1.6.5 เมื่อสารละลายขึ้นมาอยู่เหนือขีดบอกปริมาตร ในปิเปตให้ใช้นิ้วชี้ปิดปลายปิเปตให้แน่นทันที

1.6.6 ตั้งปิเปตให้ตรงแล้วค่อย ๆ ผ่อนนิ้วชี้เพื่อให้สารละลายส่วนที่เกินขีดบอกปริมาตรไหลออกไปจนกระทั่งสารละลายอยู่ตรงขีดบอกปริมาตรพอดี ปิดนิ้วชี้ให้แน่นแตะปลายปิเปตกับข้างภาชนะที่ใส่สารละลาย เพื่อให้สารละลายที่ติดอยู่ที่ปลายปิเปตหมดไป

1.6.7 ปล่อยสารละลายในปิเปตลงในภาชนะที่เตรียมไว้โดยยกนิ้วชี้ขึ้นให้สารละลายไหลลง แล้วแตะปลายปิเปตกับข้างภาชนะเพื่อให้สารละลายหยดสุดท้ายไหลลงไป

1.6.8 อย่าเป่าปิเปตหรือทำสิ่งอื่นใดที่จะทำให้สารละลายที่เหลืออยู่ที่ปลายปิเปตไหลออกมา เพราะปริมาตรของสารละลายที่เหลือนี้ไม่ใช่ปริมาตรของสารละลายที่จะวัด

1.7 การใช้บิวเรต

บิวเรต (Buret or Burete) เป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรที่มีลักษณะคล้ายกับปิเปตคือมีขีดบอกปริมาตรต่าง ๆ ไว้ ก่อนใช้บิวเรตจะต้องล้างให้สะอาด และตรวจดูก๊อก สำ หรับไขให้สารละลายไหลด้วยว่าอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีหรือไม่ การล้างบิวเรตปกติใช้ผงซักฟอก

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

หรือใช้สารละลายทำความสะอาด ในกรณีที่ล้างด้วยผงซักฟอกไม่ออก เทคนิคการใช้บิวเรตที่ถูกต้องควรปฏิบัติดังนี้

1.7.1 ก่อนนำบิวเรตไปใช้ล้างบิวเรตให้สะอาดด้วยผงซักฟอกหรือ อสารละลายทำความสะอาด ล้างให้สะอาดด้วยน้ำประปาแล้วล้างด้วยน้ำกลั่นอีก 2-3 ครั้ง

1.7.2 ล้างบิวเรตด้วยสารละลายที่จะใช้เพียงเล็กน้อยอีก 2-3 ครั้ง แล้วปล่อยให้สารละลายนี้ไหลออกทางปลายบิวเรต

1.7.3 ก่อนที่จะเทสารละลายลงในบิวเรตต้องปิดปิวเรตก่อนเสมอ และเทสารละลายลงในบิวเรต โดยผ่านทางกรวยกรอง ให้มีปริมาตรเหนือขีดศูนย์เล็กน้อย เอากรวยออกแล้วเปิดก๊อกให้สารละลายไหลออกทางปลายบิวเรต เพื่อปรับให้ปริมาตรของสารละลายอยู่ที่ขีดศูนย์พอดี (ที่บริเวณปลายบิวเรตจะต้องไม่มีฟองอากาศเหลืออยู่ หากมีฟองอากาศจะต้องเปิ ดก๊อกให้สารละลายไล่อากาศออกไปจนหมด)

1.7.4 ถ้าปลายบิวเรตมีหยดน้ำของสารละลายติดอยู่ ต้องเอาออกโดยให้ปลายบิวเรตแตะกับบีกเกอร์ หยดน้ำก็จะไหลออกไป

1.7.5 หากใช้บิวเรตเพื่อการไทเทรต หรือการถ่ายเทสารบิวเรตลงสู่ภาชนะที่รองรับจะต้องให้ปลายบิวเรตอยู่ในภาชนะนั้น ทั้งนี้เพื่อไม่ให้สารละลายหก

สถาบันส่งเสริมการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2537 : 157)

1.8 การใช้หลอดฉีดยา

หลอดฉีดยาเป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรของเหลวอย่างง่ายที่ไม่ต้องการความละเอียดมากนัก ทำด้วยแก้วหรือพลาสติกมีขนาดต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ขนาด 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร จนถึง 35 ลูกบาศก์เซนติเมตร การใช้หลอดฉีดยามีข้อแนะนำดังนี้

1.8.1 เลือกขนาดของหลอดฉีดยาให้เหมาะสมกับปริมาตรที่ต้องการวัด ดึงก้านหลอดฉีดยาขึ้นและกดลงเพื่อให้ยางที่ปลายก้านหลอดฉีดยาเลื่อนได้คล่อง

1.8.2 กดก้านหลอดฉีดยาจนสุดเพื่อไล่อากาศออกให้หมด

1.8.3 จุ่มปลายหลอดฉีดยาลงในของเหลว แล้วค่อย ๆ ดึงก้านหลอดฉีดยาขึ้นขณะที่ดูดสารละลายเข้าไปในหลอดฉีดยา ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ ถ้ามีฟองอากาศจะต้องกดก้านหลอดฉีดยาลงไปจนสุดเพื่อไล่อากาศออกแล้วค่อย ๆ ดึงก้านหลอดฉีดยาให้ขอบต่ำสุดของก้านหลอดฉีดยา ที่อยู่ชิดกับกระบอกฉีดยาตรงกับขีดปริมาตรที่ต้องการ

1.8.4 ห้ามใช้หลอดฉีดยาที่ทำด้วยพลาสติกตวงสารอินทรีย์ เพราะจะทำให้พลาสติกละลาย เมื่อใช้เสร็จแล้วต้องล้างให้สะอาด โดยดึงแยกออกจากกัน และนำแต่ละส่วนมาล้างวางไว้ให้แห้ง แล้วจึงนำมาสวมเข้าตามเดิมต่อไป

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ภาพที่ ง.2 เครื่องชั่งอิเล็กโทรนิคส์แบบชั่งน้ำหนัก....ที่มีความถูกต้อง $\pm$ 0.01 ถึง $\pm$ 0.001 กรัม

2. การใช้เครื่องชั่ง

ความผิดพลาดในการชั่งวัตถุเกิดจากสาเหตุหลายประการ ได้แก่ อุณหภูมิของอากาศหรืออุณหภูมิของวัตถุที่ชั่ง แรงลอยตัว เป็นต้น การหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดในการชั่งสามารถทำได้โดยการป้องกันคมมีดไม่ให้สึกหรอ ป้องกันไม่ให้ฝุ่นละอองเข้าไปในเครื่องชั่ง ป้องกันการกัดกร่อนจากสารเคมี หลีกเลี่ยงจากสิ่งสกปรกที่อยู่ภายในเครื่องชั่ง หรือบริเวณ ที่ชั่งสาร และป้องกันไม่ให้ลมพัดผ่านขณะชั่งสาร โดยทั่วไปการใช้เครื่องมีข้อควรปฏิบัติดังนี้ (สุวรรณ ไชยสิทธิ์, 2539 : 33-35)

1. ตั้งเครื่องชั่งบนฐานรองรับที่แน่นหนา อยู่ในแนวราบ และไม่สั่นคลอน
2. ปรับเครื่องชั่งให้ได้ระดับโดยดูจากลูกน้ำให้อยู่ที่ จุดศูนย์กลาง ถ้าเครื่องชั่งไม่ได้ระดับให้ปรับขาเครื่องชั่งจนกว่าจะได้ระดับพอดี
3. ปรับเครื่องชั่งให้อ่านได้ตำแหน่ง 0 พอดี เครื่องชั่งบางชนิดสามารถทอนน้ำหนักของภาชนะได้ โดยวางภาชนะบนเครื่องชั่ง แล้วปรับเครื่องชั่งให้อ่านได้ 0 เช่นกัน
4. ตรวจสอบดูว่าน้ำหนักที่ชั่งนั้นเกินขีดจำกัดของเครื่องชั่งนั้นหรือไม่
5. รักษาเครื่องชั่งให้สะอาดอยู่เสมอ อย่าให้ฝุ่นเข้าไปในเครื่องชั่ง หากมีฝุ่นเกาะอยู่ ให้ใช้แปรงที่มีขนนิ่ม ๆ ปัดทำความสะอาด
6. ห้ามใช้มือจับวัตถุที่ต้องการชั่ง ให้ใช้กระดาษที่สะอาดหรือคีมคับจับวัตถุแทน
7. ควรตั้งเครื่องชั่งในที่ที่ไม่มีลมพัดผ่าน
8. ปิดประตูเครื่องชั่งเสมอเมื่อเวลาชั่ง เพราะกระแสลมทำให้จานชั่งแกว่งไปมาทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

9. ห้ามวางสารเคมีที่ต้องการชั่งลงบนจานชั่งโดยตรง ให้ใช้กระดาษชั่งสาร ขวดชั่งหรือจานชั่งสำหรับชั่งสาร

10. วัตถุที่ต้องการชั่งควรมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง ถ้าวัตถุยังร้อนอยู่ให้ทิ้งวัตถุไว้จนเย็นก่อนแล้วจึงนำไปชั่ง

11. ห้ามวางวัตถุใด ๆ ลงบนจานชั่ง หรือเอาออกจากจานชั่งโดยที่ยังไม่ได้ยึดจานชั่งให้นิ่ง

12. ถ้าทำสิ่งของหกหล่นบนจานชั่ง ให้ปัดทำความสะอาดให้เรียบร้อยด้วยแปรงที่มีขนนิ่ม ๆ หลังการใช้งาน

13. ปรับเครื่องชั่งให้อยู่ในตำแหน่ง 0 และปิดประตูเครื่องชั่งทุกครั้งหลังการใช้งาน

3. การถ่ายเทสารเคมี

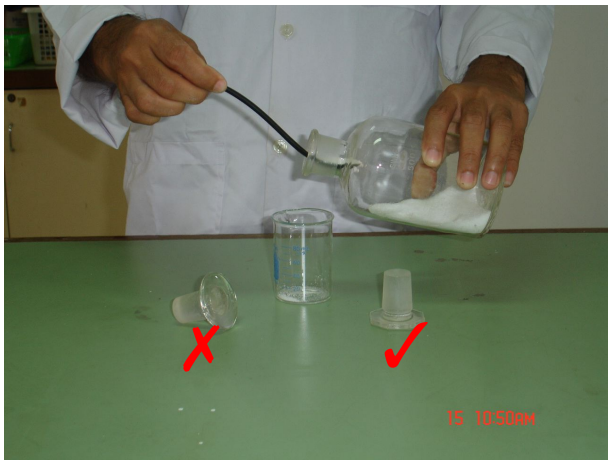
โดยทั่วไปสารเคมีที่นำมาใช้ในการทดลองมักเป็นของแข็งและของเหลว ซึ่งสารที่เป็นของแข็งจะถูกบรรจุไว้ในขวดบรรจุสารปากกว้าง ส่วนสารที่เป็นของเหลวมักบรรจุไว้ในขวดปากแคบ การถ่ายเทสารเคมีออกจากขวดที่บรรจุ ควรจับขวดทางด้านที่มีฉลากป้ายชื่อสารเคมีโดยให้ฉลากอยู่ระหว่างอุ้งมือ เพื่อป้องกันไม่ให้ฉลากป้ายชื่อหลุดหายหรือถูกทำลายไป

วิธีตักสารเคมีที่เป็นของแข็ง

1. หมุนจุกขวดบรรจุสารเคมีเบา ๆ และเปิดฝาจุกด้วยการหงายมือซ้ายขึ้น (สำหรับคนถนัดขวา) แล้วสอดเข้าไปที่ปากขวด โดยใช้ฝาจุดอยู่ระหว่างนิ้วกลางกับนิ้วนาง ค่อย ๆ ดึงฝาจุกออกจากขวด โดยยังคงให้ฝาจุดค้างอยู่ระหว่างนิ้วทั้งสอง และเอียงขวดไว้พอประมาณ

2. ใช้มือขวาจับช้อนตักสารที่แห้งและสะอาด แล้วตักสารเคมีออกจากขวดตามปริมาณที่ต้องการใส่ลงในภาชนะรองรับ เสร็จแล้วปิดฝาจุกขวดให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้นและฝุ่นละอองเข้าไปในขวดได้

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.



ภาพที่ ง.3 การถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของแข็ง

วิธีการเทสารที่เป็นของเหลว

1. ปฏิบัติตามวิธีเดียวกับข้อที่ 1 ของการตักสารเคมีที่เป็นของแข็ง แต่เปลี่ยนเป็นใช้มือที่ถนัด เปิดฝาจุกและจับขวดบรรจุสารเคมี

2. ใช้มือซ้ายจับแท่งแก้ว โดยให้แท่งแก้วแตะอยู่ที่ปาก ขวด ส่วนอีกปลายหนึ่งจุ่มลงในภาชนะรองรับ ค่อย ๆ เทของเหลวออกจากขวดทางด้านที่ตรงข้ามกับป้ายชื่อ โดยให้ของเหลวไหลผ่านมาตามแท่งแก้วคนลงสู่ภาชนะรองรับ เสร็จแล้วปิดฝาจุกขวดให้เรียบร้อย

ภาพที่ ง.4 การถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลวลงสู่ภาชนะรองรับอื่น ๆ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

1. การถ่ายเทสารระหว่างหลอดทดลอง ให้ค่อย ๆ เทสารจากหลอดทดลองหนึ่งลงสู่อีกหลอดทดลองหนึ่ง ผ่านทางปากหลอดทดลองโดยตรง

ภาพที่ ง.5 การถ่ายเทสารเคมีที่เป็นของเหลว

2. การถ่ายเทสารจากกระบอกตวงลงสู่ภาชนะรองรับ ให้เอียงกระบอกตวงแล้วรินสารลงสู่ภาชนะรองรับอย่างช้า ๆ ทางปากกระบอกตวง

ภาพที่ ง.6 การถ่ายเทสารเคมีจากกระบอกตวงสู่ภาชนะรองรับ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

3. การถ่ายเทสารจากขวดบรรจุสารลงสู่กระบอกตวง ให้ค่อย ๆ เอียงขวดแล้วเทสารลงสู่ปากกระบอกตวงโดยตรง

ภาพที่ ง.7 การถ่ายเทสารเคมีจากขวดบรรจุสารลงสู่กระบอกตวง

4. การถ่ายเทสารร ะหว่างบีกเกอร์ ให้เทสารจากบีกเกอร์หนึ่งลงสู่อีกบีกเกอร์หนึ่งผ่านทางแท่งแก้ว โดยให้แท่งแก้วสัมผัสกับปากบีกเกอร์ซึ่งเป็นบริเวณที่จะให้ของเหลวไหลออกมา ส่วนอีกปลายหนึ่งของแท่งแก้วให้จุ่มไว้ในบีกเกอร์รองรับ เอียงบีกเกอร์พอประมาณ แล้วจึงเทของเหลวออกมาทางปากบีกเกอร์ โดยให้ของเหลวนั้นไหลผ่านมาตามแท่งแก้วคนลงสู่บีกเกอร์รองรับอย่างช้า ๆ (มนนภา เทพสุด, 2551 : 19-21)

ภาพที่ ง.8 การถ่ายเทสารเคมีระหว่างบีกเกอร์สู่บีกเกอร์

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

4. การใช้เทอร์โมมิเตอร์

เทอร์โมมิเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิของสิ่งต่าง ๆ ว่ามีระดับความร้อนมากน้อยเพียงใด โดยถ้าระดับความร้อนมีมาก ค่าที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์จะมีค่าสูง แต่ถ้าระดับความร้อนมีน้อย ค่าที่อ่านได้จะมีค่าต่ำ เทอร์โมมิเตอร์ที่นำมาใช้ในการทดลองมีสองแบบ คือ แบบที่ภายในบรรจุปรอท และแบบที่ภายในบรรจุแอลกอฮอล์ผสมสี ซึ่งแบบหลังนี้จะมีความสะดวกในการใช้งานมากกว่า เพราะสามารถอ่านขีดบอกอุณหภูมิได้อย่างชัดเจน (มนนภา เทพสุด , 2551 : 23-24)

วิธีการใช้เทอร์โมมิเตอร์ให้ปฏิบัติดังนี้

1. ตรวจสอบสภาพของเทอร์โมมิเตอร์ โดยการสะบัดเทอร์โมมิเตอร์เบา ๆ แล้วสังเกตว่าปรอทหรือแอลกอฮอล์ผสมสีที่บรรจุอยู่ภายใน มีลักษณะเป็นลำต่อเนื่องพร้อมที่จะใช้งานหรือไม่ หากไม่เป็นลำต่อเนื่องกัน (ขาดตอนเป็นช่วง ๆ) ให้เปลี่ยนการใช้เทอร์โมมิเตอร์อันใหม่

2. จุ่มเทอร์โมมิเตอร์ในลักษณะตั้งตรง ลงในของเหลวที่ต้องการวัดอุณหภูมิ โดยให้ส่วนที่เป็นกระเปาะอยู่ภายในของเหลว (ไม่ให้สัมผัสกับภาชนะที่บรรจุสาร) นานประมาณ 1-2 นาที อ่านอุณหภูมิจากสเกล

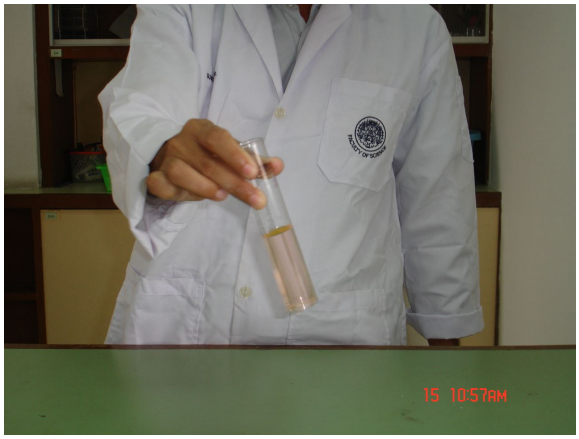
3. เมื่อวัดอุณหภูมิเสร็จ ล้างเทอร์โมมิเตอร์ให้สะอาดและเช็ดให้แห้ง แล้วเก็บลงในกล่องบรรจุเช่นเดิม

5. การผสมสารเคมี

การผสมสารเคมีเพื่อละลายสารหรือเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีนั้น สามารถทำในภาชนะบรรจุประเภทต่าง ๆ ตามความเหมาะสมได้ดังนี้

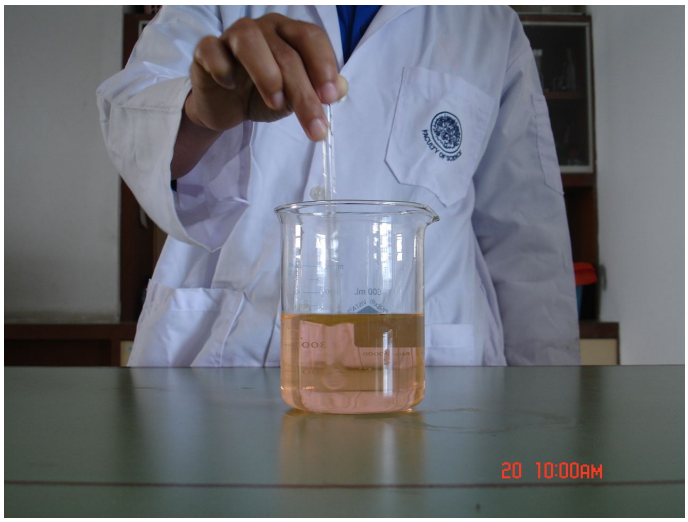
1. การผสมสารในหลอดทดลอง เพื่อทดสอบการละลายหรือการเกิดปฏิกิริยาเคมี ให้ใช้มือที่ถนัดจับหลอดทดลองแล้วเขย่า โดยให้ส่วนกลางของหลอดกระแทกกับฝ่ามืออีกข้างหนึ่งเบ า ๆ หรือใช้แท่งแก้วคนสารวนไปในทิศทางเดียวกัน หรือจะแกว่งหลอดทดลองให้หมุนวนไปในทางเดียวกันโดยใช้ข้อมือก็ได้

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.



ภาพที่ ง.9 การผสมสารเคมีในหลอดทดลอง

2. การผสมสารในบีกเกอร์ เพื่อใช้เตรียมสารละลายหรือเพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีให้ใช้แท่งแก้วคนสารหมุนเวียนไปในทิศทางเดียวกัน เพื่อให้สารทุกส่วนสัมผัสกันอย่างทั่วถึง



ภาพที่ ง.10 การผสมสารเคมีในบีกเกอร์

3. การผสมสารในขวดรูปกรวย เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมี หากใช้แท่งแก้วคนสารจะทำได้ไม่สะดวก ให้ใช้วิธีการแกว่งขวด โดยใช้มือที่ถนัดจับบริเวณคอขวดแล้วหมุนข้อมือวนไปในทางเดียวกัน เพื่อให้สารผสมกันอย่างทั่วถึง

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ภาพที่ ง.11 การผสมสารเคมีในขวดรูปกรวย

6. การดมกลิ่นสาร

สารเคมีแต่ละชนิดต่างมีกลิ่นเฉพาะตัว เช่น กลิ่นหอม กลิ่นหอมเย็น กลิ่นฉุน กลิ่นฉุนแสบจมูก กลิ่นเหม็นกัดจมูก กลิ่นเหม็นเน่าบูด กลิ่นเหม็นร้ายแรง หรือไม่มีกลิ่น ซึ่งไม่ว่าจะเป็นสารชนิดมีกลิ่นหรือไม่มีกลิ่นก็ไม่ควรสูดดมไอสารนั้นเข้าที่จมูกโดยตรงทั้งสิ้น วิธีการสูดดมที่ถูกต้องคือให้ถือภาชนะบรรจุสารห่างจากจมูกประมาณ 6-10 นิ้ว แล้วใช้มือโบกสะบัดไปมาให้ไอสารมากระทบเข้าจมูกเพียงเล็กน้อย (อย่าสูดลมหายใจลึกเกินไป เพราะสารเคมีบางชนิดมีความเป็นพิษ อาจกัดทำลายเยื่ออ่อนและหลอดลม ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้) (มนนภา เทพสุด, 2551 :23)

ภาพที่ ง.12 การดมกลิ่นสารเคมี

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

7. การให้ความร้อนของเหลวในหลอดทดลอง

การให้ความร้อนของเหลวในหลอดทดลองจะต้องทำด้วยความระมัดระวังมากเพราะเกิดอันตรายได้ง่าย มีวิธีปฏิบัติและข้อควรระวังดังนี้ (พรทิพย์ ศัพท์อนันต์, 2540 : 16)

1. ไม่จับหลอดโดยตรง ให้จับด้วยที่จับหลอดทดลอง
2. ต้องใช้เปลวไฟต่ำ ๆ โดยการลดปริมาณของแก๊สหรือเชื้อเพลิง
3. ของเหลวในหลอดทดลองจะต้องไม่เกิน 1 ใน 3 ของหลอดทดลอง
4. เอียงหลอดทดลองทำมุม 45^{O} กับเปลวไฟ
5. แกว่งหลอดทดลองไปมาในเปลวไฟ
6. ให้ความร้อนเริ่มจากผิวของเหลวสู่ก้นขวด
7. หันปากหลอดทดลองไปทางที่ไม่มีคน
8. ห้ามก้มดูของเหลวในภายในหลอดทดลองขณะที่กำลังต้มเป็นอันขาด

ภาพที่ ง.13 การให้ความร้อนของเหลวในหลอดทดลอง

8. การใช้จุกยาง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโล ยี (2537, หน้า 163) ได้กล่าวถึงการใช้จุกยาง สรุปได้ดังนี้

การใช้จุกยางมีวิธีปฏิบัติดังนี้

1. ต้องเลือกขนาดของจุกยางให้เหมาะสมกับปากภาชนะ
2. กรณีที่ต้องใช้จุกยางชนิดมีรู ให้ดูขนาดรูของจุกยางที่เจาะไว้ว่าสามารถเสียบเทอร์โทมิเตอร์หรือหลอดแก้วได้หรือไม่ เมื่อจะสวมจุกยางใช้น้ำหรือวาสลินทารอบ ๆ ปลายเทอร์โมมิเตอร์ หรือหลอดแก้วเพื่อหล่อลื่น และใช้ผ้าหุ้มหลอดแก้วหรือเทอร์โมมิเตอร์

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ค่อย ๆ หมุนและดันหลอดแก้วเข้าไป ขณะหมุนอย่ากดแรงมากเพราะหลอดแก้วอาจหักและเป็นอันตรายได้

3. ถ้าจำเป็นอาจผ่าจุกยางตรงด้านข้างเพื่อใ ห้เสียบเทอร์โมมิเตอร์หรือหลอดแก้วได้สะดวก แต่ต้องกดตรงรอยผ่าให้สนิทเมื่อนำมาใช้

4. เมื่อใช้เสร็จแล้วให้ถอดหลอดแก้วหรือเทอร์โมมิเตอร์ออกล้างให้สะอาด ปล่อยให้แห้งแล้วเก็บเข้าที่

ภาพที่ ง.14 การใช้จุกยาง

9. การแยกและทำให้สารบริสุทธิ์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2540 : 25-29) ได้กล่าวถึงการแยกและทำให้สารบริสุทธิ์ สรุปได้ดังนี้

1. การกรองและการตกผลึก

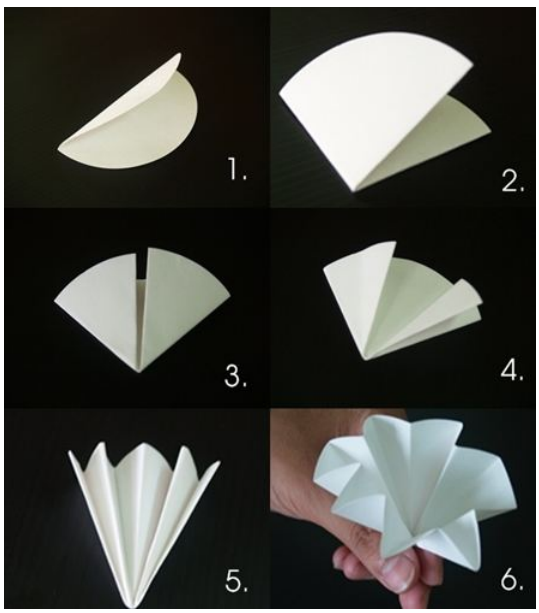
การกรอง เป็นวิธีการที่ใช้แยกของแข็งที่ไม่ละลายออกจากของเหลว โดยที่ของแข็งนั้นอาจเป็นผลึก ตะกอน หรือมลทิน มีวิธีการดังต่อไปนี้

การกรอง สารขณะเย็น เป็นการกรองโดยใช้กระดาษกรองพับเป็นรูปกรวย ให้เหลือกระดาษกรองเป็น 1 ใน 4 ของวงกลม แล้วใส่ลงในกรวยกรองให้อยู่ต่ำกว่าปากกรวยเล็กน้อย ทำให้กระดาษกรองเปียกแล้วกดกระดาษกรองให้แนบกับกรวย รินสารช้า ๆ ผ่านแท่งแก้ว โดยใช้ปลายแท่งแก้วแตะกับกระดาษกรอง ด้านที่หนา 3 ชั้น เพื่อป้องกันสารไหลออกนอกกรวย ก้านกรวยต้องแตะกับข้างภาชนะที่รองรับของเหลว เพื่อมิให้กระเด็น ในการกรองทุกครั้งต้องระวังไม่ให้ก้านกรวยจุ่มในของเหลว และปริมาณสารละลายที่รินลงในกรวยไม่ควรเกิน 3 ใน 4 ของความสูงของกระดาษกรอง เมื่อเทสารละลายและตะกอนลงไปในกระดาษกรองหมดแล้ว ควรใช้ตัวทำละลายฉีดล้างภาชนะและตะกอนเพื่อป้องกันกำจัดสารเจือปน

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ภาพที่ ง.15 การกรองสารขณะเย็น

การกรองสารขณะร้อน เป็นการกรองสารละลายที่มีอุณหภูมิสูง เพื่อใช้แยกสารละลายที่ต้องการออกจากตัวถูกละลายชนิดอื่น ซึ่งไม่ละลายในตัวทำละลายชนิดนั้นในขณะที่มีอุณหภูมิสูง กระดาษกรองที่ใช้ต้องพับให้มีรูปร่างเป็นจีบ ดังนี้



ภาพที่ ง.16 การพับกระดาษกรอง

กระดาษกรองที่พับลักษณะนี้จะช่วยให้สารละลายไหลผ่านได้เร็วขึ้น ทำให้อุณหภูมิของสารละลายไม่ลดลงมาก และสารที่ละลายอยู่ในสารละลายไม่ตกผลึกขณะที่กรอง กระดาษกรองที่พับแบบจีบนี้อาจนำไปใช้กรองสารที่เย็นก็ได้

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

การตกผลึก เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้แยกสารหลายชนิดที่ผสมกันอยู่ออกจากกัน และถ้าตกผลึกหลาย ๆ ครั้งต่อเนื่องกัน จะได้สารที่มีความบริสุทธิ์สูง จึงอาจใช้เป็นวิธีการทำสารให้บริสุทธิ์ได้วิธีหนึ่ง ในการตกผลึกถ้าทำให้ตกผลึกเร็วเกินไปจะทำให้ผลึกมีขนาดเล็กและอาจอยู่ในรูปของตะกอนได้

วิธีการตกผลึกที่นิยมใช้ในปัจจุบันนี้คือ การตกผลึกใ นสารละลายด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม โดยถือหลักการว่าผลึกที่ตกออกมาได้ต้องมีสิ่งเจือปนติดออกมาแล้วไม่เกิดร้อยละ 5 โดยมวล

ตัวทำละลายที่ใช้ในการตกผลึกควรมีสมบัติต่อไปนี้

- ละลายสารที่ต้องการตกผลึกได้ดีขณะที่ร้อน แต่ละลายได้น้อยหรือไม่ละลายในขณะที่เย็น ไม่ละลายหรือละลายสิ่งเจือปนได้น้อยมากทั้งในขณะที่ร้อนและเย็น
- จุดเดือดของตัวทำละลายไม่สูงมาก ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการทำผลึกให้แห้ง
- ต้องมีจุดเดือดต่ำกว่าจุดเดือดของสารที่ต้องการตกผลึก
- ควรให้ผลึกมีรูปร่างดี
- ถ้ามีตัวทำละลายที่เหมาะสมหลายชนิด ต้องพิจารณา สมบัติอื่น ๆ ด้วยเช่น ไม่ติดไฟหรือติดไฟได้ยาก มีราคาถูก มีพิษน้อย เป็นต้น

เมื่อเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมได้แล้ว จึงนำสารที่ต้องการตกผลึก ซึ่งบดละเอียดและมีปริมาณตามต้องการ ใส่ลงในภาชนะที่มีตัวทำละลายอยู่เล็กน้อย อุ่นสารให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นช้า ๆ พร้อมกับเติมตัวทำละลายลงไปในปริมาณ ซึ่งจะทำให้สารละลายที่ได้เป็นสารละลายที่อิ่มตัว อุ่นสารละลายต่อไปจนอุณหภูมิใกล้เคียงกับจุดเดือดของตัวทำละลาย เพื่อให้ผลึกที่บดละเอียดละลายหมด กรองในขณะที่สารละลายยังร้อน

สารละลายที่ได้จากการกรองขณะที่ร้อน ควรปล่อยให้เย็นลงช้า ๆ และไม่ให้ถูกกระทบกระเทือนหรือเคลื่อนไหว เพื่อจะทำให้ได้รูปผลึกสวยงาม แต่ถ้าทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็วจะได้ผลึกขนาดเล็กที่มีรูปผลึกไม่สวยงาม ถ้าสารละลายเย็นลงแล้วยังไม่ตกผลึก อาจเป็นเพราะสารละลายนั้นเป็นสารละลายอิ่มตัวยวดยิ่ง จะทำให้ตกผลึกได้โดยการ ขูดผิวภาชนะด้านในด้วยแท่งแก้ว หรือเติมผลึกขนาดเล็กของสารชนิดเดียวกันลงไป หรือโดยการผูกผลึกแช่ไว้นิ่ง ๆ ในสารละลายนั้นเพื่อเลี้ยงผลึกให้มีขนาดเพิ่มขึ้น ผลึกที่ตกครั้งแรกอาจไม่บริสุทธิ์เพียงพอ จึงควรตกผลึกใหม่อีกครั้ง เพื่อให้สารมีความบริสุทธ์เพิ่มขึ้น

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ภาพที่ ง.17 การตกผลึก

2. การกลั่น เป็นกระบวนการแยกสารละลายหรือของผสมที่เป็นของเหลว โดยทำให้ของเหลวนั้นกลายเป็นไอแล้วจึงทำให้ไอกลั่นตัวกลับเป็นของเหลวอีกครั้ง จึงใช้เป็นวิธีทำของเหลวให้บริสุทธิ์ได้ เทคนิคการกลั่นมีหลายวิธี จึงควรพิจารณาเลือก ใช้ให้เหมาะสมกับสมบัติของสารละลายหรือสารที่แยกออกมา

การกลั่นอย่างง่าย ใช้สำหรับแยกของเหลวที่ต้องการออกจากสารละลายซึ่งมีตัวถูกละลายเป็นของแข็งหรือของเหลวที่มีจุดเดือดสูงมากละลายอยู่ มีวิธีการดังนี้

- การกลั่นในหลอดทดลอง ควรใส่ของเหลวประมาณ 1/3 ของหลอด เพื่อมิให้ของเหลวเดือดล้นขึ้นไปในหลอดนำก๊าซ ถ้าเป็นขวดรูปกรวยหรือก้นกลมไม่ควรใส่เกินครึ่ง และปิดขวดกลั่นให้เรียบร้อย
- การกลั่นทุกครั้งต้องใส่เศษกระเบื้องเพื่อป้องกันมิให้ของเหลวในภาชนะเดือนรุนแรง
- การจัดตำแหน่งของกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ควรอยู่เหนือ อสารละลายโดยไม่สูงหรือต่ำจนเกินไป
- นำภาชนะที่เหมาะสม เช่น บีกเกอร์หรือขวดรูปกรวยมาคอยรองรับของเหลวที่จะกลั่นออกมา
- การให้ความร้อนแก่สารที่จะกลั่น ควรค่อย ๆ ให้ความร้อนเพื่อป้องกันมิให้ของเหลวเดือดเร็วเกินไป

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ภาพที่ ง.18 การกลั่นแบบธรรมดา

10. การไทเทรต

1. การจับบิวเรตเพื่อปล่อยสารละลายออกจากบิวเรต ควรจับให้ถูกวิธีคือจับบิวเรตด้วยมือซ้าย จับขวดรูปกรวยด้วยมือขวา ขณะไทเทรตปลายบิวเรตจะต้องจุ่มในปากขวด

2. ขณะไทเทรตควรใช้กระดาษสีขาววางไว้ใต้ขวด เพื่อให้สังเกตเห็นกา ร เปลี่ยนแปลงสีได้อย่างชัดเจน

3. ในระหว่างการไทเทรต ควรมีการล้างผนังด้านในของขวดรูปกรวยบ่อย ๆ เพื่อให้เนื้อสารติดอยู่ข้าง ๆ ไหลลงไปทำปฏิกิริยากันอย่างสมบูรณ์

4. เมื่อมีการไทเทรตใกล้ถึงจุดยุติควรหยดสารละลายลงในบิวเรตทีละหยด หรือทีละครึ่งหยดเพื่อป้องกันการเติมสารละลายลงไปมากเกินพอ การหยดสารละลายทีละครึ่งหยด ทำได้โดยเปิดก๊อกเพียงเล็กน้อยเมื่อสารละลายเริ่มไหลมาอยู่ที่ปลายบิวเรตก็ปิดก๊อกทันที แล้วเลื่อนขวดมาแตะที่ปลายบิวเรตใช้น้ำฉีดล้างลงไปในขวด

5. เมื่ออินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีควรตั้งสารละลายทิ้งไว้ประมาณ 30 วินาที หากสีไม่เปลี่ยนแปลงแสดงว่าถึงจุดยุติแล้ว

6. อ่านปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการไทเทรต โดยดูตรงส่วนโค้งเว้าต่ำสุดว่าตรงกับขีดบอกปริมาตรใด (พรทิพย์ ศัพท์อนันต์ ,2540 : 21-22)

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ภาพที่ ง.19 การไตเตรท

11. การทำความสะอาดเครื่องแก้ว

เครื่องแก้วที่ใช้ในการทดลองจำเป็นจะต้องล้างให้สะอาดเสมอ มิฉะนั้นจะทำให้การทดลองผิดพลาดไปกว่าความเป็นจริง และการทำความสะอาดเครื่องแก้วจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง โดยเฉพาะเครื่องแก้วที่มีลักษณะเป็นก้านยาว เช่น ขวดวัดปริมาตร ปิเปต และบิวเรต การล้างเครื่องแก้วโดยทั่วไปจะล้ างด้วยแปรงโดยใช้สบู่ ผงซักฟอก หรือสารละลายทำความสะอาด แล้วแต่กรณี ต่อจากนั้นก็ล้างด้วยน้ำประปาให้สะอาดหลาย ๆ ครั้ง แล้วจึงล้างด้วยน้ำกลั่นอีก 1-2 ครั้ง โดยใช้น้ำกลั่นปริมาณเล็กน้อยกลั้ว (rinse) ให้ทั่วผนังด้านในของภาชนะ แล้วปล่อยน้ำทิ้งทางปากหรือปลายภาชนะ เช่น ปากบีกเกอร์ ปลายบิวเรต และปรายปิเปต จะต้องไม่ใช้น้ำกลั่นล้างภาชนะเพราะเป็นการสิ้นเปลืองเกินไป เครื่องแก้วที่ล้างแล้วทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง อย่านำเข้าไปอบในเตาอบเนื่องจากเมื่อร้อนแก้วจะขยายตัวและหดตัวเมื่อเย็นลง ปริมาตรอาจเปลี่ยนแปลงได้ เครื่องแก้วที่สะอาดหลังจากล้างแล้วจะไม่มีหยดน้ำเกาะอยู่ ถ้ามีหยดน้ำแสดงว่าสกปรกต้องนำไปล้างใหม่ (พรทิพย์ ศัพท์อนันต์ , 2540 : 7)

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ภาพที่ ง.20 การทำความสะอาดเครื่องแก้ว

ทบวงมหาวิทยาลัย (2524 : 134-136) ได้เสนอแนะถึงประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการมีเทคนิคในการปฏิบัติการทดลอง สรุปว่า การมีเทคนิคการปฏิบัติการทดลองจะทำให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1. มีความปลอดภัยเนื่องจากการใช้วัสดุต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการนั้นจำเป็นต้องเรียนรู้ถึงวิธีการใช้อย่างถูกต้องและมีทักษะ ซึ่งจะช่วยให้ตนเองและผู้อื่นปลอดภัยจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากปฏิบัติการทดลอง

2. ความมีประสิทธิภาพในการทดลอง การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมและถูกต้องจะทำให้การทดลองดำเนินไปด้วยดี รวดเร็วและแม่นยำ แต่ถ้าเลือกอุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมและไม่มีเทคนิคในการใช้ จะทำให้ผลการทดลองผิดพลาดมาก

3. ผลทางเศรษฐกิจ การมีเทคนิคในการทด ลองจะช่วยประหยัดงบประมาณในการซื้ออุปกรณ์และสารเคมี เพราะเครื่องมือบางชิ้นและสารเคมีบางชนิดมีราคาแพงมาก การใช้ไม่ถูกวิธีนอกจากจะก่อให้เกิดอันตรายแล้ว อาจทำให้เครื่องมือชำรุดเสียหายใช้การไม่ได้ต้องจัดซื้อมาใหม่ทำให้เสียงบประมาณไป

ภัทรา ไชยเวช (ม.ป.ป. : 122) ได้กล่าวถึง เทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัยดังต่อไปนี้

1. การรินสารละลายหรือของเหลวจากขวด ควรรินทางด้านที่ไม่มีฉลากปิดขวด เพื่อป้องกันฉลากเสียหายหรือหลุดง่าย นักเรียนควรจะได้ฝึกจากการรินน้ำก่อนเช่นเดียวกัน

2. การทดลองใด ๆ ที่มีการต้มหรื อเผา อย่าก้มลงไปดูสารนั้น ๆ จนชิด เพราะสารอาจกระเด็นเข้าตาได้ ขณะที่สารยังร้อนอย่านำมาวางบนโต๊ะ จะทำให้โต๊ะไหม้เป็นรอยได้ ถ้าต้มของเหลวในหลอดทดลองให้หันปลายหลอดไปทางไม่มีคนและใส่เศษกระเบื้องแตกชิ้นเล็ก ๆ 2-3 ชิ้น เพื่อป้องกันการเดือดพลุ่งของของเหลว

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

3. ถ้าเขย่าสารในหลอดทดลอง ให้ทำด้วยความระมัดระวังที่จะไม่ให้กระเด็นมาถูกตัวเราหรือผู้อื่นได้

4. อย่าสูดกลิ่นของสารโดยตรง เพราะว่าไอของสารบางชนิดเป็นพิษ ควรจะใช้มือปัดไอจากสารเข้าหาจมูก และสูดกลิ่นห่าง ๆ

5. อุปกรณ์บางอย่างทำด้วยแก้ว เวลาทดลองควรทำด้วยความระมัดระวัง มิฉะนั้นแก้วจะแตกบาดมือได้

6. อย่าทิ้งสารเคมีลงในอ่างน้ำ เพราะจะทำให้ท่อน้ำเป็นสนิมและผุง่าย ควรจะเทในถังที่เตรียมไว้โดยเฉพาะ และนำไปเททิ้งในที่ที่เหมาะสมต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2528 : 58) ได้รายงานเกี่ยวกับเทคนิคการดำเนินการทดลองไว้ดังนี้

1. เมื่อให้ความร้อนกับสารในหลอดทดลอง ควรหันปากหลอดไปในทิศทางที่ไม่มีผู้ใดอยู่ เพราะเมื่อสารได้รับความร้อนจะพุ่งออกนอกหลอดและควรเลื่อนหลอดทดลองไปมา เพื่อให้สารได้รับความร้อนโดยทั่งถึงกัน ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่จะป้องกันการเดือดอย่างรุนแรงได้ด้วย

2. ในการทำกรดซัลฟูริกให้เจือจาง จะต้องเทกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงในน้ำอย่างช้า ๆ ด้วยความระมัดระวัง พร้อมทั้งใช้แท่งแก้วคนตลอดเวลา ห้ามมิให้เทน้ำลงในกรดเด็ดขาด เพราะอาจจะเกิดความร้อนมากจนระเบิดหรือกรดกระเด็นถูกผู้เตรียมได้

3. ห้ามใช้มือจับสารเคมีทุกชนิด และเมื่อเวลาดมกลิ่นสารให้ถือหลอดไว้ในระดับจมูกห่างจากจมูกราว ๆ 20 เซนติเมตร แล้วใช้มือโบกไอเข้าจมูกทีละน้อย ค่อย ๆ ผ่อนลมหายใจเข้าช้า ๆ อย่าสูดแรง

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

การบำบัดสารเคมีที่เป็นของเสีย

1. การบำบัดสารเคมีที่เป็นของเสียทั่วไป

การบำบัดสารเคมีที่เป็นของเสียทั่วไปมีข้อควรระวังดังนี้

1) ก่อนที่ดำเนินการกำจัดสารเคมีร่วมไปกับของเสียทั่วไปควรมีการติดต่อกับศูนย์รับกำจัดของเสียของท้องถิ่น (โดยทั่วไปจะใช้การฝังกลบ) เพื่อจะได้พิจารณาว่าการกำจัดสามารถดำเนินการได้โดยถูกต้องตามระเบียบข้อบังคับของท้องถิ่นหรือไม่ พื้นที่ฝังกลบส่วนใหญ่จะมีของเหลวไหลออกมาโดยมิได้ถูกกำจัดไปกับของเสียทั่วไป ซึ่งหากเป็นเช่นนั้นต้องดูดซับของเหลวเหล่านี้ด้วยวัตถุที่ไม่ว่องไวต่อปฏิกิริยา และบรรจุในภาชนะที่ไม่แตกร้าวและมีการปิดผนึกอย่างแน่นหนา

2) ต้องพิจารณาถึงความปลอดภัยของผู้เก็บกักและผู้ขนย้ายของเสียว่าได้มีการบรรจุของเสียทั้งหมดแล้ว ภาชนะบรรจุที่เป็นแก้วขนาดเล็กที่บรรจุของเสียที่ไม่อันตรายควรมีภาชนะปกคลุมอีกชั้นหนึ่ง กล่องหรือภาชนะบรรจุอื่น ๆ ที่แน่ใจว่าจะไม่แตกเสียหายในการกำจัดของเสียทั่วไป

3) ของเสียบางประเภทมิได้ถูกกำหนดให้เป็นของเสียอันตรายแต่ควรได้รับการจัดการเช่นเดียวกับของเสียอันตรายเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อม ก่อนการกำจัดสารเคมีไปกับของเสียควรจะได้มีการประเมินความเสี่ยงและมั่นใจแล้วว่าวิธีการกำจัดที่เลือกนั้นเป็นวิธีที่เหมาะสม (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป. : 30 อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548 : 132)

2. การบำบัดของเสียอันตรายจำพวกสารเคมี

การบำบัดด้วยสารเคมีเป็นทางเลือกหนึ่งของการกำจัดของเสียที่ไม่แพงมากนักเหมาะสำหรับของเสียสารเคมีปริมาณไม่มากนัก วิธีนี้เป็นวิธีที่ ดีสำหรับผู้ก่อกำเนิดของเสียขนาดเล็กประเภท ต่อไปนี้

1) ของเหลวอินทรีย์เคมี

(1) รีเอเจนต์ประเภทของเหลวอินทรีย์ (Organic Liquid Reagent)

การบำบัดรีเอเจนต์ประเภทของเหลวอินทรีย์ ที่เกิดการลุกไหม้ได้นั้นสามารถกำจัดได้โดยการฉีดพ่นเข้าสู่เตาเผา ซึ่งจะถูกบำบัดโดยกา รทำให้สลายตัวด้วยความร้อนของเหลวแต่ละชนิดสามารถบำบัดได้สูงสุดถึง 70 ลิตรต่อชั่วโมง โดยให้อุณหภูมิในเตาเผาประมาณ 900 ^{O}C ซึ่งจะทำให้ก๊าซหมดไปได้ และผ่านเข้าสู่หอหล่อเย็น เครื่องล้างและเครื่องดูดปรอท ซึ่งจะวิเคราะห์ความเข้มข้นของ SO_2 , NO_x , HC , HCl และ CO โดยจะตรวจสอบก๊าซให้หมดไปก่อนที่จะปล่อยสู่บรรยากาศต่อไป

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

รีเอเจนต์ที่ลุกไหม้และติดไฟได้จะถูกผสมกันในแท็งก์ ของผสมรีเอเจนต์ที่มีการตกตะกอนเกิดขึ้นจะถูกกรองออก ส่วนของเหลวที่ผ่านการกรองแล้วจะถูกส่งไปกำจัดยังแท็งก์แต่ละใบ อย่างไรก็ตามสารประกอบฟลูออไร ด์อินทรีย์และฟอสฟอรัสอินทรีย์ควรจะนำไปบำบัดต่อในขั้นที่สอง เมื่อการบำบัดน้ำเสียจากเครื่องล้างก๊าซเปียก เช่น ของเสียอินทรีย์เหลว สารประกอบจะถูกกลั้วด้วยอัลคาไลน์จากหอล้าง (Scrubber tower) และก๊าซคลอรีนจะถูกปล่อยออกมาโดยการเผาไหม้ของสารประกอบคลอรีน ก๊าซคลอรีนจำนวนมากจะผ่านไปยังหอล้าง ถ้าการล้างไม่เพียงพอกรดก๊าซจะถูกกำจัดสู่บรรยากาศ จึงต้องป้องกันการเกิดก๊าซคลอรีนในเตาเผาโดยการควบคุมจำนวนของเตาเผาและสารประกอบคลอรีน สารประกอบคลอรีนอินทรีย์จะถูกเจือจางด้วยการเผาไหม้ตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น เบนซิน และ โทลูอีน และทำให้ละลายด้วยการลุกไหม้ของของเหลว การบำบัดนี้จะต้องควบคุมความเข้มข้นของคลอรีนให้น้อยกว่า 10%

(2) ไนไตรล์ (Nitrile)

ของเสียที่มีออร์แกนนิกไนไตรล์สามารถบำบัดโดยการไฮโดรไลซิสไนไตรล์ให้เป็นกรดที่ไม่เป็นพิษ เช่น เบนโซไนไตรล์ 1 กรัม จะถูกเปลี่ยนเป็ นกรดเบนโซอีกโดยการให้ความร้อนผ่านการรีฟลักซ์ เอธาโนอิก โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (ethanoic potassium hydroxide) ความเข้มข้นขนาด 30 มิลลิลิตร เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อสารละลายเย็นทำให้เป็นกลางด้วยกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เจือจางแล้วเทลงสู่ท่อระบายน้ำ

(3) อินทรีย์เอไซด์ (Organic Azide)

สำหรับสารอินทรีย์เอไซด์ ควรทำในตู้ดูดควันและมีอุปกรณ์ป้องกัน เติมเอไซด์ 1 กรัมอย่างช้า ๆ ลงในเม็ดดีบุก 6 กรัม ในกรดไฮโดรคลอริกปริมาตร 100 มล. คนต่อไปอีก 30 นาที เติมน้ำเย็นลงไปอย่างระมัดระวัง ล้างกากของแข็งด้วยน้ำและนำกลับมาใช้ใหม่ทำสารละลายให้เป็นกลางด้วยโซดาแอช แล้วเทลงสู่ท่อระบายน้ำ

$$C_8H_5N_3 + Sn + 2HCl \longrightarrow C_6H_5NH_2 + SnCl_2 + N_2$$

(4) โลหะคาร์บอนิล (Metal Carbonyl)

ตัวอย่างของโลหะคาร์บอนิล ได้แก่ เหล็กเพนตะคาร์บอนิล และนิเกิลคาร์บอนิล ซึ่งมีความเป็นพิษสูงและเป็นวั ตถุว่องไวปฏิกิริยา และอาจเป็นสารก่อมะเร็งด้วย สารประกอบเหล่านี้ถูกทำลายได้โดยการคนสารละลายในตัวทำละลายที่เหมาะสมด้วยสารฟอกสี ตัวทำละลายสำคัญที่ควรเลือก พร้อมทั้งปริมาณและสภาพการเกิดปฏิกิริยา

2) ของแข็งอินทรีย์เคมี

การบำบัดตัวรีเอเจนต์ของแข็งอินทรีย์สามา รถกำจัดด้วยการเผาไหม้ในเตาเผา สำหรับของเสียที่เป็นของแข็งสามารถบำบัดได้สูงสุด 30 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สำหรับสัตว์ที่ตาย

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

แล้วต้องควบคุมอุณหภูมิในการเผาไหม้ให้อยู่ประมาณ 900 ^{O}C อย่างไรก็ตามต้องมีการหยดสารเคมีเพื่อช่วยในการทำปฏิกิริยา

การไม่ใช้สารเคมีเพื่อให้เกิดการลุกไหม้นั้น ตัวรีเอเจนต์จะถูกเทออกจากขวดแล้วใส่ลงในถุงโพลีเอททิลีนขนาดเล็ก ถุงนี้จะถูกแกว่งในเตาเผาของแข็ง แต่วิธีนี้จะเป็นอันตรายมากสำหรับสารว่องไวปฏิกิริยา

3) ของแข็งอนินทรีย์เคมี

(1) สารไซยาไนด์

ไซยาไนด์จะถูกทำให้ละลายด้วยน้ำ และทำให้ย่อยสลายโดยก ารออกซิไดส์ สิ่งสำคัญอันดับแรกต้องปรับความเข้มข้นของสารละลายนี้ให้น้อยกว่า 1,000 มก. ต่อลิตรที่ความเข้มข้นสูงกว่านี้ ปฏิกิริยาจะเกิดอย่างรุนแรง ก๊าซไซยาโนเจนคลอไรด์ (CNCl) จะมีความรุนแรงมาก ความเข้มข้นของไซยาไนด์อิออนในการบำบัดนี้ควรจะน้อยกว่า 1 มก. ต่อลิตร

ของแข็งไซยาไนด์สามารถกำจัดได้โดยการเผาในเตาเผาถ้ากรย่อยสลายไซยาไนด์มีประสิทธิภาพไม่ดีพอ เถ้าที่อยู่ก้นเตาต้องผ่านกระบวนการบำบัดอีกครั้ง มีความเป็นไปได้ที่จะสลายของแข็งไซยาไนด์ด้วยการออกซิไดส์เกลือไซยาไนด์เชิงซ้อนที่เสถียรอย่างสมบูรณ์ซึ่งจะต้องมีไฮโปคลอไรท์ที่มีอยู่ด้วย ความยุ่งยากจะเพิ่มขึ้นในเตาเผาและการเผาไหม้ในกระบวนการไพโรไลซิส ในกรณีนี้การเผาไหม้ครั้งที่สองเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเถ้าที่อยู่ก้นเตา เกลือไซยาไนด์เชิงซ้อนที่เสถียรสามารถกำจัดได้โดยการเผาขณะที่เป็นของเหลว หลังจากถูกทำให้ละลายด้วย น้ำโดยเครื่องฉีดพ่นละออง (Atomized firing equipment)

(2) ฟลูออไรด์และฟอสเฟต

หลังจากถูกทำให้ละลายด้วยน้ำแล้ว ทำปฏิกิริยาด้วยเกลือแคลเซียมและถูกกำจัดตะกอนของแคลเซียมฟลูออไรด์และแคลเซียมฟอสเฟต ของเหลวที่ผ่านการกรองจะเคลื่อนผ่านอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง elution test ตะกอนที่ผ่าน elution test แล้วจะถูกกำจัดโดยการฝังกลบอิออนฟลูออไรด์และฟอสเฟตในน้ำบำบัด ไม่ควรเกิน 15 มก.ต่อลิตร และน้อยกว่า 48 มก. ตามลำดับ

หลังจากตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์ถูกทำให้ละลายด้วยน้ำและบำบัดด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชั่น -รีดักชั่นแล้ว น้ำที่บำบัด แล้วจะถูกทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำหลังจากปรับค่า pH แล้ว สารที่มีพิษจะกำจัดในเตาเผาด้วยเตาเผาของแข็งในการเผาไหม้สารเคมีทางการเกษตรได้รับการยืนยันว่าให้เสนอให้มีการบำบัดในห้องปฏิบัติการก่อน ถ้าการเผาไหม้ไม่ได้รับรองการบำบัดจะต้องหยุดดำเนินการ

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

วัตถุที่ก่อให้เกิ ดมะเร็งและก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ต้องกำจัดในเตาเผาของของแข็ง ถ้าเตาเผามีสภาพไม่เหมาะสม เช่น เป็นเตาเผาสำหรับสารเคมีทางการเกษตรไม่สามารถกำจัดได้โดยการเผาได้

การกำจัดสารเคมีที่ไม่ใช้แล้ว ต้องมีการควบคุมอย่างระมัดระวังเกี่ยวกับปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงที่จะเกิ ดขึ้น การกำจัดรีเอเจนต์ที่เป็นของแข็งในเตาเผามีความแต่ต่างกันขึ้นอยู่กับโครงสร้างและขนาดของเตาเผา

รีเอเจนต์ที่เป็นโลหะหนักจะถูกกำจัดด้วยวิธี Ferrite หลังจากทำให้เจือจางด้วยน้ำหรือกรด ในปัจจุบันวิธี Ferrite ได้รับความเชื่อถือมากที่สุดในกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่เป็นของเหลวซึ่งมีอิออนของโลหะหนักหลายชนิดบรรจุอยู่

4) ของเหลวอนินทรีย์เคมี

(1) รีเอเจนต์ประเภทของเหลวอนินทรีย์เคมี (Inorganic Liquid Reagents)

การบำบัดสารอนินทรีย์จะมีความยุ่งยากมากกว่าสารอนินทรีย์ การบำบัดของเสียอนินทรีย์เหลว แบ่งเป็นสารต่าง ๆ ได้ดังนี้

- กรดซัลฟูริกและกรดไฮโดรคลอรีก จะถูกกำจัดลงสู่ท่อระบายระบายน้ำสาธารณะหลังจากทำให้เป็นกลางด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ การออกซิไดส์และรีดิวซ์ สารที่ไม่มีสมบัติทำให้เกิดการติดเชื้อสามารถกำจัดลงสู่ท่อน้ำทิ้งได้หลังจากบำบัดด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชั่น - รีดักชั่น สา รประกอบไซยาไนด์มักจะไม่กำจัดในลักษระที่เป็นของเหลว จะกำจัดในรูปของของแข็งมากกว่า การย่อยสลายของไซยาไนด์ด้วยการออกซิไดส์มักทำร่วมกับไฮโปคลอไรด์

- กรดไฮโดรฟลูออริกและฟอสฟอริก ซึ่งถูกใช้ในการตกตะกอนจะมีแคลเซียมฟลูออไรด์ และมีแคลเซียมฟอสเฟตปนอยู่ในปฏิกิริ ยาในรูปของเกลือแคลเซียมโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต และกรดซัลฟูริกจะถูกรวมเป็นสารประกอบเมอร์คิวริก แล้วหลังจากการย่อยสลายด้วยการออกซิส์แล้ว เมอร์คิวริกอิออนจะถูกดูดซับโดย Chelate resin

- ตัวรีเอเจนต์ของโลหะหนัก ถูกบำบัดโดยวิธีเฟอร์ไรท์ (Ferrite) กรดซัลฟูริก และกรดไนตริกที่ติดไฟได้หรือซัลฟูริกแอนไฮไดรด์ สามารถบำบัดโดยวิธีเดียวกันนี้ด้วยกรดซัลฟูริก ซึ่งหลังจากทำเจือจางด้วยกรดซัลฟูริก กรดไนตริก หรืออย่างอื่นแล้วการลุกไหม้ของไทเทเนียมเตตระคลอไรด์จะนำไปสู่การบำบัด ฟลูออรีนในแท็งก์ด้วย พร้อมทั้งขวดรีเอเจนต์ที่ถูกห่อหุ้มในภาชนะสแตนเลสหลังจากทำให้เย็นด้วยน้ำแข็งแห้ง รีเอเจนต์นี้จะทนทานต่อน้ำในแท็งก์บำบัด และผลนี้อาจทำให้ขวดในภาชนะแตกเสียหายได้

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

(2) ไซยาไนด์ (Cyanides)

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

$$CN^- + ClO^- \longrightarrow CNO^- + Cl^-$$

สารละลายโซเดียมหรือโปแทสเซียมไซยาไนด์สามารถเจือจางด้วยน้ำเพื่อให้ความเข้มข้นไม่เกิน 2% ทุก 50 มล. ของสารละลายให้เติม 10% NaOH 5 มล. และสารฟอกสี (60-70 มล.) สารละลายนี้สามารถทดสอบว่ายังมีไซยาไนด์อยู่ โดยใช้สารละลาย 1 มล. ใส่หลอดทดลอง หยดสารละลายเฟอรัสซัลเฟต 5% 2 หยด ที่เตรียมขึ้นใหม่ลงในของผสม แล้วต้มเป็นเวลา 30 วินาที ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง หยด สารละลายเฟอริกคลอไรด์ลงไป 2 หยด ทดสอบความเป็นกรดของของผสมด้วยกระดาษลิตมัสโดยใช้ 6 M HCl ถ้ายังมีไซยาไนด์เหลืออยู่ตะกอนจะมีสีฟ้าเข้ม ความเข้มข้นของไซยาไนด์ถ้าเกิน 1 ppm สามารถตรวจสอบได้ ถ้ายังมีไซยาไนด์ให้เติมสารฟอกสีลงในสารละลายไซยาไนด์มากเกินพอแล้วทำก รทดสอบอีกครั้ง เมื่อไม่มีตะกอนสีฟ้าแล้ว ให้เทสารละลายลงสู่ท่อระบายน้ำ

หมายเหตุ : แม้ว่าสารละลายจะมีกลุ่มไซยาโนอยู่ แต่วิธีนี้ไม่สามารถใช้กับออร์แกนิกไนไตรล์ เช่น เบนโซไนไตรล์ ซึ่งไม่ทำปฏิกิริยากับสารฟอกสี

(3) สารละลายที่มีอิออนของโลหะหนัก (Solutions Containing Heavy Metal Ions)

การกำจัดสารละลายที่มีเกลือของโลหะหนักโดยการฝังกลบถูกห้ามมิให้กระทำ เพราะโลหะนี้สามารถทำให้ตกตะกอนเป็นเกลือที่ไม่ละลายซึ่งสามารถนำไปกำจัดได้ เกลือที่ไม่ละลายนี้มักจะมีซับไฟด์อยู่ จึงจำเป็นต้องใช้รีเอเจนต์ที่มีความเป็นพิษสูง เช่น ไฮโดรเจนซับไฟด์ แอมโมเนียซัลไฟด์ หรือไฮโอะซิทาไมด์ เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้รีเอเจนต์ที่เป็นพิษสูง สามารถตกตะกอนอิออนของโลหะหนักเป็นซิลิเกตได้ เกลือเหล่านี้จะแสดงสมบัติการละลายได้เป็นสารละลายซัลไฟด์ในสภาพที่เป็นกลาง กรด ด่าง ดั งนั้นผลกระทบของฝจกรดที่ได้จากการกรองซิลิเกตจึงเปรียบได้กับซัลไฟด์ โดยปกติแร่ธรรมชาติจะมีโลหะในรูปซิลิเกต เพื่อให้โลหะนี้คืนสู่พื้นดินในรูปเดิมจึงต้องกำจัดออกไป บางกรณีอาจตกตะกอนอย่างสมบูรณ์ต้องมีการควบคุมค่า pH เช่น สาระลลายที่มีอิออนของตะกั่ว

$$Pb^{2+} + Na_2SiO_3 \longrightarrow PbSiO_3 + 2Na^+$$

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

สารละลายที่มีอิออนของตะกั่วรวมอยู่ ให้ใช้สารละลายโซเดียมเมตาซิลิเกต 200 มล. สำหรับแต่ละ 0.04 โมล ของตะกั่วอิออน ถ้าไม่รู้ความเข้มข้น การตกตะกอนสามารถทำได้โดยดูดเอาของเหลวที่ลอยอยู่บนผิวออกทีละ 2-3 มล. และหยดสารละลายโซเดียมเมตาซิลิเกตเพื่อทดสอบหรือเพื่อการตะกอนไม่สมบูรณ์ ปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 7-8 โดยใช้ 2M H_2SO_4 20 มล. สำหรับสารละลายทุก 100 มล. ถ้าจำเป็นให้รวบรวมตะกอนโดยการกรองหรือกำจัดสิ่งที่บอยอยู่บนผิว แล้วนำไประเหยในถังระเหยขนาดใหญ่ในตู้ดูดควันของแข็งที่ได้ต้องทำให้แห้ง แล้วใส่ภาชนะบรรจุและติดฉลากเพื่อนำไปกำจัดด้วยการฝังกลบอย่างปลอดภัย

การเจือจางสารละลายเกลือของตะกั่วควรเติมสารละลายโซเดียมเมตาซิลิเกตจนไม่เกิดตะกอนอีก ปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 7-8 โดยใช้ 2M H_2SO_4 ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน ก่อนที่จะรวบรวมของแข็งด้วยการกรองหรือนำไประเหย

สารละลายเกลือของแคดเมียมและแอนติโมนีสามารถบำบัดได้เช่นเดียวกับเกลือตะกั่ว เกลือของโลหะหนักหลายตัวสามารถตกตะกอนให้เป็นซิลิเกตได้ด้วยวิธีเดียวกันนี้ วิธีนี้ใช้ได้กับเหล็ก (ll) ที่ pH 12 เหล็ก (lll) ที่ pH 11 สังกะสี (lll) ที่ pH 7-7.5 และ อลูมินัม (lll) ที่ pH 7.5-8 ทองแดง (lll) นิเกิล (ll) แมงกานิส (ll) และโคบอลต์ (ll) สามารถตกตะกอนได้โดยไม่ต้องปรับค่า pH หลังจากเติมสารละลายโซเดียมเมตาซิลิเกตแล้ว วิธีนี้เป็นการตกตะกอนของโลหะหนักที่ไม่ละลายเป็นซิลิเกต

(4) สารละลายที่มีอิออนของปรอท (Solutions containing Mercury Ions)

เกลือของปรอทสามารถตกตะกอนในรูปของซัลไฟด์ที่ไม่ละลายน้ำได้

$$Hg^{2+} + Na_2S \longrightarrow HgS + 2Na^{+}$$

เนื่องจากไอโดรเจนซัลไฟด์เป็นก๊าซพิษที่รุนแรง จึงต้องระมัดระวัง และป้องกันการหายใจเป็นอย่างดี ของเสียที่เป็นเกลือปรอทสามารถละลายได้ในน้ำ (ใช้น้ำ 100 มล. ต่อของเสีย 10 กรัม) ปรับ pH ของสารละลายให้เท่ากับ 10 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้ม 10% ดำเนินการในตู้ดูดควัน สารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (20%) จะถูกรวมกันพร้อมกับเขย่าจนไม่มีตะกอนเกิดขึ้นอีก ตรวจสอบการตกตะกอนว่าเกิดขึ้นสมบูรณ์หรือไม่โดยดูดของเหลวที่ลอยอยู่บนผิวเล็กน้อย แล้วหยดสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ลงไป 2-3 หยด ถ้ามีการตกตะกอนหรือการขุ่นให้เติมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์มากเกินพอ หลังจากเกิดตะกอนที่ก้นแล้ว ให้เทของเหลวอย่างเบา ๆ หรือกรองเอาของแข็งออก เทของเหลวลงสู่ท่อระบายน้ำ และบรรจุของแข็งตะกั่วซัลไฟด์ลงภาชนะพร้อมติดฉลากเพื่อนำไปกำจัดอย่างเหมาะสมต่อไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดซึ่งอาจจะกำหนดให้กำจัดด้วยการฝังกลบอย่างปลอดภัย หรือทำให้อยู่ในรูปของแคปซูล (encapsulation) โดยการบล็อกด้วยซีเมนต์

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

(5) สารละลายที่มีอิออน ของโครเมียม (Solutions Containing Chromium Ions)

สารละลายกรดโปแทสเซียมไดโครเมต ปกติจะใช้ในการทำปฏิกิริยากับตัวออกซิไดส์ที่รุนแรงเพื่อทำความสะอาดเครื่องแก้ว วิธีนี้ไม่ควรใช้กับสารทำความสะอาดอื่น ๆ ที่มิได้มีอิออนของโครเมียม โครเมียมไฮดรอกไซด์ที่ไม่ละลายจะถูกเปลี่ยนโดยปฏิกิริยารีดักชั่นของไดโครเมตด้วยสารละลายโซเดียมไอโอซัลเฟต ประสิทธิภาพของปฏิกิริยารีดักชั่นและการฟอร์มตัวของผลิตภัณฑ์ สามารถจัดการได้ง่ายโดยการตกตะกอนสารแขวนลอยซึ่งมีลักษณะเป็นวุ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่า pH ของสารละลาย ด้วยเหตุนี้จึงต้องทำสารละลายให้เป็นกลางก่อนแล้วจึงทำให้เป็นกรดอีกครั้ง

$$Cr_2O_7^{2-} + 3S_2O_3^{2-} + 2H_2O \rightarrow 2Cr(OH)_3 + 3SO_4^{2-} + 3S$$

วิธีนี้ต้องเจาะจงปริมาณของสารละลายกรดไดโครเมต ดังนั้นสารละลายกรดไดโครเมต (100 ml) จะรวมกับโซดาแอช (ของแข็ง) อย่างช้า ๆ พร้อม ทั้งเขย่าจนกระทั่งสารละลายเป็นกลาง (ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส) ต้องใช้โซดาแอชประมาณ 108 กรัม สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีส้มเป็นสีเขียวและทำให้เป็นกรดอีกครั้งที่ pH เท่ากับ 1 โดยการเติม $H_2SO_4$3M ประมาณ 55 มล. โดยต้องทำอย่างระมัดระวัง สีของสารละลายจะกลับเป็นสีส้มในการเติมโซเดียมไอโอซัลเฟต (40 กรัมของ $Na_2S_2O_3.5H_2O$) คนจนสารละลายกลายเป็นสีฟ้าขุ่น ทำให้เป็นกลางโดยการเติมโซดาแอช (10 กรัม) หลังจาก 2-3 นาที จะมีสารแขวนลอยสีฟ้า -เทาเกิดขึ้น ของผสมนี้สามารถกรองได้ทันทีโดยผ่าน Celite หรือปล่อยทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ จากนั้นให้เทของเหลวที่ลอยอยู่ที่ผิวหน้าออก ถ้ายังมีของเหลวโครเมียมที่ลอยอยู่ที่ผิวหน้าน้อยกว่า 0.5 ppm

สารละลายนี้สามารถเทลงสู่ท่อระบายน้ำได้ ส่วนกากของแข็งให้ใส่ภาชนะแล้วติดฉลากเพื่อนำไปกำจัดอย่างเหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นกับข้อกำหนดของท้องถิ่น สารละลายที่มีเกลือโครเมียมอื่น ๆ เช่น โครเมียมไตรออกไซด์สามารถบำบัดได้ด้วยวิธีเดียวกันนี้

5) สารอนินทรีย์เคมีที่มีคุณสมบัติอื่น ๆ

(1) สารออกซิไดส์และสารรีดิวซ์ (Oxidizing-Reducing Agents)

สารละลายของสารประกอบ เช่น โปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต โซเดียมคลอเรท โซเดียมเปอริออเดท และโซเดียมเปอร์ซัลเฟท ควรจะทำการรีดิวซ์ก่อนที่จะทิ้งสู่ท่อระบายน้ำและควรจะหลีกเลี่ยงการทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำที่ไม่มีระบบควบคุมการเกิดปฏิกิริยารีดักชันสามารถเกิดได้อย่างสมบูรณ์โดยการบำบัดด้วยสารละลาย 10% โซเดียมไบซัลเฟตหรือเบตา

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ซัลเฟตที่เตรียมขึ้นใหม่ โซเดียมเมตาซัลไฟท์จะถูกใช้มากกว่าเนื่องจากเป็นเกลือที่เสถียรดีกว่า ปริมาณของสารที่ใช้และสภาพของปฏิกิริยาดังรายละเอียดในตารางที่ 2.1

ตารางที่ ง.1 สภาวะที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาระหว่างสารออกซิไดส์ และ Sodium Metabisulfite

ของเสียที่มีคุณสมบัติเป็นสารออกซิไดส์	**Agent in Aqueous Solution (% ความเข้มข้นต่อลิตร)**	**สารละลาย Sodium Metabisulfite ที่ความเข้มข้น 10% (ลิตร)**	**ข้อสังเกต**
Potassium Permanganate	6	1.3	ได้สารละลายไม่มีสี
Sodium Chlorate	10	1.8	เติมสารรีดิวเซอร์ให้เกินพอดีอีก 50%
Sodium Periodate	9.5	1.7	ได้สารละลายสีเหลืองอ่อน
Sodium Persulfate	10	0.5	เติมสารรีดิวเซอร์ให้เกินพอดีอีก 10%

แหล่งที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป. :37 (อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548 : 141)

ถ้าความเข้มข้นของตัวออกซิไดส์ถูกทำลายมากกว่าที่แสดงในตาราง 4.5 ให้เจือจางสารละลายด้วยน้ำจนมีระดับความเข้มข้นถึงระดับที่ตั้งไว้

หากของเหลวที่มีคุณสมบัติเป็นทั้งสารออกซิไดส์ และรีดิวซ์รวมกันได้โดยไม่เกิดก๊าซและความร้อน สามารถจัดการได้ด้วยการนำของเสียทั้งสองมาผสมเข้าด้วยกัน จากนั้นทำการทดสอบโดยใช้กระดาษ Kl-starch paper ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด ถ้ามีสีน้ำเงินเกิดขึ้นแสดงว่ามีองค์ประกอบเป็นสารออกซิไดส์มากกว่า หากไม่ปรากฏสีแดงแสดงว่ามีคุณสมบัติเป็นสารรีดิวซ์มากกว่า จากนั้นให้ปรับค่า pH เป็นกลาง ด้วยการเติมโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 6% และโซเดียมซัลไฟด์ ใช้ pH meter วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง หลังจากนั้นจะต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีสารพิษชนิดอื่น แล้วจึงทิ้งไปได้ (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป. : 30-38 อ้างถึงใน อารยา ตรีแจ่ม, 2548 : 142)

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ภาคผนวก จ

ผลการทดสอบความเชื่อมั่น

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ผลการทดสอบความเชื่อมั่น

	ค่า Reliability		ระดับความน่าเชื่อถือ
	Cronbach's Alpha coefficient	**Kuder and Richardson 20 : K-20**	
ความรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี		0.624	ค่อนข้างสูง
ทัศนคติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี	0.843		สูงมาก
พฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี	0.724		ค่อนข้างสูง

เกณฑ์การพิจารณา

0.80-1.00	หมายถึง	เครื่องมือมีความน่าเชื่อถือได้สูงมาก
0.60-0.79	หมายถึง	เครื่องมือมีความน่าเชื่อถือได้ค่อนข้างสูง
0.40-0.59	หมายถึง	เครื่องมือมีความน่าเชื่อถือได้ปานกลาง
0.20-0.39	หมายถึง	เครื่องมือมีความน่าเชื่อถือได้ต่ำ
0.01-0.19	หมายถึง	เครื่องมือมีความน่าเชื่อถือได้ต่ำมาก

This document is created with trial version of Document2PDF Pilot 2.4.67.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ ชื่อสกุล	ว่าที่ร้อยตรีสุวัฒน์ ศิวาคม
ประวัติการศึกษา	ศิลปศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง ปีที่สำเร็จการศึกษา พ.ศ.2545
ประสบการณ์ทำงาน	พ.ศ. 2538-2553 ผู้ปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง