



วรรณคดี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง "ปัญหาและการดำเนินงานของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความปลอดภัยและการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์" ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. ความหมายของความปลอดภัย และอุบัติเหตุ
2. สาเหตุของอุบัติเหตุ และลักษณะของอุบัติเหตุ
3. ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
4. หลักการส่งเสริมความปลอดภัยในการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
5. การดำเนินงานของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความปลอดภัยและการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมายของความปลอดภัยและอุบัติเหตุ

มีผู้ให้ความหมายคำว่าความปลอดภัยไว้ดังนี้

รัตนะ อุทัยผล (2523: 3) ได้ให้ความหมายไว้ว่า "ความปลอดภัย หมายถึง การที่ร่างกายปราศจากอุบัติเหตุใด ๆ หรือทรัพย์สินปราศจากความเสียหายใด ๆ"

วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์ และวิฑูรย์ ลิ้มโชคดี (2528: 19) ได้ให้ความหมายโดยทั่ว ๆ ไปของความปลอดภัยไว้ว่า "ความปลอดภัย หมายถึง การปราศจากภัยและอันตรายที่มีโอกาสจะเกิดขึ้น"

พจนานุกรม สารานุกรมฉบับของบริษัทยา (2530: 1361) ได้ให้ความหมายของความปลอดภัยว่า "ความปลอดภัย หมายถึง การรอดพ้นจากอันตรายหรือ การเสี่ยงสภาพที่ปลอดภัยหรือเชื่อถือได้ว่าไม่มีอันตรายใด ๆ แฝงพานได้"

ซิดนีย์ อาร์ เบอร์กควิสต์ (Bergquist 1981: 442) ได้ให้ความหมายไว้ว่า "ความปลอดภัย หมายถึงการรอดพ้นจากอันตรายหรือบาดเจ็บและการป้องกันอุบัติเหตุ ด้วยวิธีการต่าง ๆ ตลอดจนการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น"

จากข้อความข้างต้น สรุปได้ว่า ความปลอดภัย หมายถึง การที่ร่างกายปราศจากอันตราย หรือการบาดเจ็บ และทรัพย์สินไม่สูญเสียอันเนื่องมาจากการปฏิบัติกิจกรรม

ส่วนความหมายของคำว่าอุบัติเหตุ นั้น มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ฟอง เกิดแก้ว (2518: 3) ได้ให้ความหมายไว้ว่า "อุบัติเหตุ หมายถึง เหตุการณ์ใดก็ตามที่เกิดขึ้นโดยมิได้ตั้งใจ หรือมิได้คาดคิดมาก่อน และเป็นผลให้เกิดความเสียหายแก่ร่างกายของคนเรา หรือเกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินของคนเรา"

เฉลิมชัย ชัยกิตติภรณ์ และชัยยะ พงษ์พาณิชย์ (2526: 41) ได้ให้ความหมายไว้ว่า "อุบัติเหตุ หมายถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่มีใครคาดคิดไม่ได้ตั้งใจให้เกิดขึ้น ไม่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า และไม่สามารถควบคุมได้ เมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นแล้วย่อมจะทำให้เกิดผลเสียหายหลายประการ"

วีระพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์ และวิฑูรย์ สิมะโชคดี (2528: 20) ได้ให้ความหมายไว้ว่า "อุบัติเหตุ หมายถึง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยมิได้วางแผนไว้ล่วงหน้าซึ่งก่อให้เกิดความบาดเจ็บ พิการ หรือตาย และทำให้ทรัพย์สินได้รับความเสียหาย"

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า อุบัติเหตุ หมายถึง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยมิได้มีการคาดหมายมาก่อน เป็นผลให้บุคคลที่อยู่ในเหตุการณ์ได้รับความเสียหายกับร่างกาย และทรัพย์สิน

## 2. สาเหตุของอุบัติเหตุและลักษณะของอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

### 2.1 สาเหตุของอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต้องมีสาเหตุ เพราะฉะนั้นก่อนที่จะหาวิธีป้องกันอุบัติเหตุได้ เราจำเป็นต้องค้นหาสาเหตุให้ได้เสียก่อน สุชาติา ชินะจิตร (2520: 1-2) และ ประนิม ออกเวหา (2524: 83-84) ได้กล่าวถึงสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้มีสาเหตุใหญ่ 3 ประการคือ

1. ครู ให้คำแนะนำหรือคำชี้แจงในการปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ ไม่เพียงพอ หรือให้คำแนะนำผิด ไม่จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับป้องกันอันตรายไว้ใช้ ไม่ดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิด ไม่ตรวจเครื่องมือก่อนนำไปให้นักเรียนใช้

2. นักเรียน ไม่ปฏิบัติตามกฎและคำแนะนำ ใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง ทำการทดลองด้วยความประมาทขาดความระมัดระวัง ไม่มีความรู้ ความเข้าใจอย่างแท้จริง เกี่ยวกับวิธีการใช้สารเคมี และอุปกรณ์ป้องกันอันตราย

3. อื่น ๆ ได้แก่ การทดลองไม่เหมาะสมกับนักเรียน อุปกรณ์ชำรุดหรือไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติกิจกรรม

### 2.2 ลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

อุบัติเหตุมีโอกาสเกิดขึ้นได้เสมอขณะทำกิจกรรมต่าง ๆ การปฏิบัติกิจกรรมในห้องปฏิบัติการย่อมมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุ หรือได้รับอันตรายได้เช่นกัน ดังนั้นเราควรทราบถึงแหล่งที่อาจทำให้เกิดอันตรายในห้องปฏิบัติการ วัลลี สุวจิตตานนท์ (2525: 1-2) นรพรหม ไชยประภาณี และขวัญใจ อัสวานันท์ชัย (2526: 5-8) และ ประเสริฐ ศรีไพโรจน์

(2528: 15-16) ได้กล่าวถึงลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สรุปว่า เกิดจาก ไฟไหม้ ไฟลวก แก้วขาด กระแสไฟฟ้า สารเคมีถูกผิวหนัง หรือเข้าตา สูดโอหรือก๊าซพิษ กลืนกินสารเคมี

### 3. ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การทำกรทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ อาจเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ในกรทดลอง ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529: 57) ได้กล่าวถึงหลักสำคัญของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการว่า

หลักสำคัญของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการคือความสะอาดความเป็นระเบียบ ความมีวินัยในการทำงาน ไม่ทำการทดลองใด ๆ นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในวิธีทดลอง ซึ่งครูจำเป็นจะต้องชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจ และอบรมให้มีนิสัยเหล่านี้ นอกจากนั้นแล้ว ครูจะต้องมีความรู้ ความสามารถและเข้าใจในอันตรายที่จะเกิดขึ้น

ในการดำเนินงานเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อาจดำเนินการตามหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 การป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- 3.2 การแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น

#### การป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ตั้งแต่ผู้ออกแบบห้อง ผู้วางแบบแผนการทดลอง ผู้ควบคุมการทดลอง ผู้ให้บริการและผู้เรียน ซึ่ง ผดุงยศ ดวงมาลา (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์: 219-220) ได้กล่าวถึงการป้องกัน

อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ซึ่งสรุปได้ว่า ครูจะต้องมีหน้าที่ชี้แจงให้นักเรียนปฏิบัติตามระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ และชี้แจงอันตรายที่เกิดขึ้นในกรณีไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำของครู ตรวจสอบอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี แยกสารเคมีที่เป็นอันตรายเก็บไว้ต่างจากพวก พร้อมทั้งทำฉลากคำเตือนติดไว้ รู้วิธีใช้สารเคมีและอุปกรณ์ จัดโต๊ะเก้าอี้หนึ่งภายในห้องปฏิบัติการให้เป็นระเบียบอยู่เสมอ

สุชาติา ชินะจิตร์ (2520: 5-6) ได้กล่าวถึงวิธีการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ครูจะต้องให้คำแนะนำอันตรายที่อาจจะเกิดแก่นักเรียนทุกครั้ง ให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมี อุปกรณ์การทดลอง อุปกรณ์ป้องกันตัว จัดอุปกรณ์สำหรับดับไฟไว้ใช้ และเก็บไว้ในที่หยิบได้ง่าย จัดทำคู่มือความปลอดภัยไว้ประจำห้องปฏิบัติการ โดยเขียนเกี่ยวกับข้อควรปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุ และอันตราย พร้อมวิธีป้องกัน ทำสมุดเพื่อใช้บันทึกการเกิดอุบัติเหตุ ดัดซื้อโรงพยาบาลพร้อมทั้งเบอร์โทรศัพท์ไว้ในห้องปฏิบัติการ จัดหาตู้ยา พร้อมทั้งยาสามัญไว้ประจำห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังจัดสภาพภายในห้องปฏิบัติการให้มีแสงสว่างเพียงพอ มีอากาศถ่ายเทได้ดีและรักษาความสะอาด ความเป็นระเบียบของห้องปฏิบัติการอยู่เสมอ

ประนิม ออกเวหา (2524: 93) ได้กล่าวถึงการปฏิบัติทั่ว ๆ ไป เพื่อป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ สรุปได้ว่า นักเรียนที่ทำการทดลองต้องรู้เทคนิคในการทำการทดลอง เช่น ใช้นั่งทำการทดลองขณะใช้สารไวไฟ กรด เบส เก็บเครื่องมืออุปกรณ์เข้าที่และวางไว้ในที่ปลอดภัย รักษาความสะอาด ความเป็นระเบียบภายในห้องปฏิบัติการ และปฏิบัติตามกฎอย่างเคร่งครัด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529: 63-64) ได้ให้ข้อเสนอแนะถึงหลักการทั่ว ๆ ไปในการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. มีระเบียบข้อบังคับ เพื่อใช้เป็นแนวปฏิบัติ ซึ่งเป็นมาตรการเบื้องต้นของการป้องกันอุบัติเหตุ

2. มีกนิสัยในการทำงาน ให้คำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ
3. ดูแลรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์ ห้องปฏิบัติการให้อยู่ในสภาพที่สะอาด เป็นระเบียบอยู่เสมอ
4. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ การเก็บสารเคมี ตลอดจนอันตรายจากการใช้สารเคมี พร้อมทั้งการป้องกันและวิธีแก้ไข
5. มีอุปกรณ์สำหรับป้องกันอุบัติเหตุไว้ประจำห้องปฏิบัติการ เช่น ตู้ยา อุปกรณ์ดับเพลิง อุปกรณ์ป้องกันสารกระตุ้นเข้าตา
6. บันทึกอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทุกครั้ง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่มาปฏิบัติภายหลัง
7. ปลุกฝังให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการทำงานด้วยความปลอดภัย

#### การแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น

อุบัติเหตุอาจเกิดขึ้นได้ในห้องทดลอง หากผู้ทดลองทำด้วยความประมาทเล็กน้อย หรือขาดความระมัดระวัง ขาดความเอาใจใส่ในเรื่องที่ทำการทดลอง เมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นจึงต้องหาวิธีแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นให้ลดลงได้บ้าง ดังที่ ผดุงยศ ดวงมาลา (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์: 220-222) สุภาพ บุญยะรัตเวช (2511: 3-4) และ ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2528: 15-16) ได้กล่าวถึงวิธีแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. ไฟไหม้ ต้องรีบดับตะเกียงในห้องปฏิบัติการให้หมด นำสารที่ไวไฟออกจากห้องปฏิบัติการ ในกรณีเกิดไฟไหม้เล็กน้อย ให้ใช้ผ้าเปียกหรือทรายคลุมไว้ แต่ถ้าไฟลุกลามออกไปเป็นบริเวณกว้าง ต้องใช้เครื่องดับเพลิง
2. แก้วขาด ต้องทำการห้ามเลือด โดยใช้นิ้วมือหรือผ้าที่สะอาดกดลงบนแผล เพื่อตัดเลือดให้หยุด ล้างแผลด้วยแอลกอฮอล์ ใส่ยาทาแผลแล้วเอาผ้ายาพลาสเตอร์ปิดแผลไว้ ถ้าเป็นแผลใหญ่และลึกต้องนำส่งแพทย์
3. ไฟลวกหรือถูกของร้อน ให้แช่ในน้ำเย็นทันทีจนหายปวดแสบปวดร้อน แล้วใช้ยาสำหรับทาแผลไฟไหม้ที่ร้อนลวก ถ้าถูกไฟลวกมาก ๆ ต้องนำส่งแพทย์

4. สารเคมีถูกผิวหนัง ต้องรีบล้างบริเวณที่ถูกสารเคมีด้วยน้ำมาก ๆ เป็นขั้นแรก ถ้าสารนั้นเป็นกรด ให้ล้างตามด้วยเบสอ่อน เช่น สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต แล้ว ทาด้วยแมกนีเซีย กลีเซอรอล เฟสค์ (Magnesia glycerol paste) ถ้าสารนั้นเป็น เบสให้ล้างตามด้วยกรดอ่อน เช่น สารละลาย กรดน้ำส้ม แล้วทาด้วยแมกนีเซีย กลีเซอรอล เฟสค์ (Magnesia glycerol paste)

5. สารเคมีเข้าตา ต้องรีบล้างตาทันทีด้วยน้ำจำนวนมาก ๆ ถ้าสารเคมีที่ เป็นกรดเข้าตา ให้ล้างด้วยสารละลายโซเดียมโบคาร์บอเนตที่เจือจาง ถ้าสารที่เป็นเบส เข้าตา ล้างด้วยสารละลายกรดบอริกที่เจือจาง

6. สูดไอหรือก๊าซพิษ ให้รีบออกไปในที่ ๆ มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าผู้หายใจเอา ก๊าซพิษเข้าไปมากจนหมดสติหรือช่วยตัวเองไม่ได้ ผู้ที่เข้าไปช่วยควรมีหน้ากากป้องกันก๊าซพิษ หรือเครื่องช่วยหายใจ เมื่อนำผู้ป่วยออกมาแล้ว คลายเสื้อผ้าให้หลวมแล้วรีบส่งแพทย์ทันที

7. กลืนกินสารเคมี ต้องรีบล้างปากให้สะอาดเป็นอันดับแรก ต่อจากนั้นก็ให้ดื่มน้ำหรือนมมาก ๆ เพื่อทำให้พิษเจือจางแล้วทำให้อาเจียร โดยใช้นิ้วกดโคนลิ้นหรือกรอก ไข่ขาวปล่อยให้อาเจียรจนกว่าจะมีน้ำใส ๆ ออกมา ถ้าผู้ป่วยกลืนสารกัดกร่อน หรือ กรดแก่ อย่างขยวมทำให้อาเจียรทันที แต่ให้ดื่มน้ำปูนใสเพื่อทำให้อาเจียร เมื่ออาเจียร ออกเองให้ดื่มนม Milk of Magnesia ถ้าผู้ป่วยกลืนเบสแก่ ให้ดื่มกรดน้ำส้ม .2 % (อัตราส่วน 1 : 4) ตามด้วยไข่ขาวตีกับน้ำเพื่อให้อาเจียร ถ้าหากไม่ทราบว่ามีผู้ป่วย กลืนสารชนิดใดให้ใช้ยาแก้พิษทั่วไป (Universal antidote) แล้วให้ดื่มนมผสมไข่ขาว ตีกับน้ำ เพื่อให้อาเจียร

8. กระแสไฟฟ้าช็อต หากทางตัดกระแสไฟฟ้า โดยถอดปลั๊ก หรือตัดกระแสไฟฟ้า โดยยกสะพานไฟ หรือใช้วัตถุที่ไม่เป็นสื่อไฟฟ้า เขี่ยสายไฟให้หลุดหรือขาดจากผู้ประสบอันตราย โดยเร็วที่สุด แล้วรีบนำส่งโรงพยาบาล

#### 4. หลักการส่งเสริมความปลอดภัยในการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สุชาติา ชินะจิตร์ (2527: 89) ได้กล่าวถึงหลักการในการส่งเสริมความปลอดภัยในการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า

การส่งเสริมความปลอดภัยเป็นเรื่องที่ควรทำเพื่อให้ทุกคนเห็นความสำคัญของการป้องกันอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้น และยังช่วยปลุกฝังเจตคติที่ดีต่อการทำงานด้วยความปลอดภัย การส่งเสริมความปลอดภัยควรเริ่มต้นจากฝ่ายบริหารจะเป็นการช่วยให้กำลังใจแก่ผู้ทำงาน และทำให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529: 64) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับตัวอย่างกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการทำงานด้วยความปลอดภัยไว้ดังนี้

1. ทำความรู้จักกับห้องปฏิบัติการ โดยการตรวจสอบสภาพห้องและเครื่องใช้พร้อมกันจัดทำเป็นรายการตรวจสอบ
2. จัดทำสื่อการสอน เช่น ภาพนิ่ง วีดีโอ ภาพยนตร์ เพื่อแนะนำเครื่องใช้ และเทคนิคการใช้เครื่องมือด้วยความปลอดภัย
3. ก่อนเริ่มการทดลองต้องตรวจสอบความปลอดภัย โดยจัดทำเป็นรายการตรวจสอบ
4. ให้ความรู้เรื่องอันตรายของสารเคมีจากภาพนิ่ง การทำรายงาน
5. ประกาดคำขวัญ คำเตือนหรือภาพโปสเตอร์ หรือประกาดเรียงความเกี่ยวกับความปลอดภัย
6. ให้รางวัลการรักษาความสะอาด
7. จัดตั้งหน่วยความปลอดภัย เพื่อทำหน้าที่เก็บข้อมูล ข้อเสนอแนะ และการรณรงค์เพื่อรักษาความปลอดภัย

ประณีต ออกเวหา (2524: 96-97) ได้กล่าวถึงวิธีส่งเสริมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการสรุปได้ว่า

1. เขียนคำถามเกี่ยวกับความปลอดภัยใส่แผ่นป้ายติดไว้ที่ห้องเก็บอุปกรณ์ เพื่อคอยเตือนครูก่อนนำอุปกรณ์ไปใช้
2. เขียนคำเตือนข้อปฏิบัติติดไว้ในห้องปฏิบัติการ



5. การดำเนินงานของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความปลอดภัยและการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการดำเนินงานเพื่อความปลอดภัยและการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีดังต่อไปนี้

- 5.1 การเก็บสารเคมี
- 5.2 การกำจัดสารเคมี
- 5.3 การจัดเก็บอุปกรณ์การทดลอง
- 5.4 การใช้อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ
- 5.5 การจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อความปลอดภัย

5.1 การเก็บสารเคมี

การหลีกเลี่ยงอันตรายหรืออุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากสารเคมี จำเป็นจะต้องรู้จักวิธีการเก็บสารเคมีที่ดี เพราะจะช่วยลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ ดังนั้นผู้ใช้สารเคมีจึงควรมีความรู้เกี่ยวกับการเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัย ดังต่อไปนี้

ศุภวรรณ ตันตยานนท์ (2527: 1) ได้กล่าวถึงวิธีเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัยตามคุณสมบัติของสารเคมี ดังต่อไปนี้

กรด (Acids)

1. ให้วางขวดที่มีขนาดใหญ่ไว้ที่ชั้นต่ำ ๆ หรือที่ต่ำ ๆ หรือในตู้เก็บกรด
2. เก็บกรดแยกให้ห่างจากโลหะที่ไวในการทำปฏิกิริยา (Active metals) เช่น โซเดียม, โพแทสเซียม, แมกนีเซียม เป็นต้น

3. แยกกรดออกซิไดส์ เช่น กรดไนตริก, กรดซัลฟูริก, กรดเปอร์คลอริก เป็นต้น จากกรดอินทรีย์ สารไวไฟและสิ่งที่เป็นเชื้อเพลิงได้
4. แยกกรดจากสารเคมีที่ผสมกันแล้วจะได้ก๊าซพิษ หรือ ก๊าซที่ติดไฟได้ เช่น โซเดียมไซยาไนด์, ไฮรอนซิลไฟด์, แคลเซียมคาร์ไบด์ เป็นต้น

#### เบส (Bases)

แยกเก็บเบสจากกรด และสารอื่น ๆ ที่ไวในการทำปฏิกิริยา

#### สารที่รับอิเล็กตรอน (Oxidizers)

1. เก็บในที่เย็นและแห้ง
2. เก็บให้ห่างจากเชื้อเพลิงและวัสดุที่ติดไฟได้
3. เก็บให้ห่างจากสารที่ให้อิเล็กตรอนกับสารอื่น (reducing agent) เช่น สังกะสี, โลหะอัลคาไลน์ และกรดฟอร์มิก

#### สารที่ไวต่อน้ำ (Water reactive chemicals)

1. เก็บในที่อากาศเย็นและแห้ง ห่างไกลจากน้ำ
2. เตรียมเครื่องดับเพลิงไว้ เมื่อกรณีเกิดเพลิงไหม้

#### สารที่ไวต่อแสง (Light sensitive chemicals)

เก็บไว้ในขวดสีชาในสถานที่ที่เย็น แห้ง และมีด

#### สารที่จะเกิดเปอร์ออกไซด์ได้ (Peroxidizable chemicals)

1. เก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด อากาศเข้าไม่ได้
2. เก็บไว้ในที่ที่มีอากาศเย็นและแห้ง
3. ควรจะมีวันที่รับสารเข้ามา วันที่เปิดขวดภาชนะ และวันที่ควรกำจัดสารนั้น
4. ควรทำการทดสอบดูว่ามี Peroxides เกิดขึ้นอีกหรือเปล่า

#### สารพิษ (Toxic compounds)

1. เก็บไว้ในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี
2. เก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529: 51) ได้กล่าวถึงวิธีการเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัยไว้ดังนี้

1. สารที่เป็นพิษ หรือสารที่ระเบิดได้ ไม่ควรวางไว้บนชั้นบนกับสารเคมีอื่น ๆ แต่ควรเก็บไว้ในที่มืดชิดหรือในตู้ที่มีกุญแจปิดได้
2. กรดและเบสเข้มข้น ควรจะวางไว้บนพื้น และอาจต้องมีภาชนะที่แข็งแรงและขนาดใหญ่กว่ารองรับอยู่อีกชั้นหนึ่ง ถ้าภาชนะชั้นในแตกหรือหกลงมา ภาชนะชั้นนอกจะช่วยให้รองรับได้ ไม่ทำให้สารละลายกระจายออกไปเป็นบริเวณกว้าง
3. ของเหลวที่ไวไฟ เช่น แอลกอฮอล์ อีเทอร์ ควรเก็บไว้ในที่มืดหรือในขวดสีเข้ม ไม่ควรวางไว้ใกล้กับเปลวไฟ เพราะของเหลวเหล่านี้ระเหยเป็นไอที่ติดไฟลุกไหม้ได้ง่ายและไม่ควรวางไว้บริเวณเดียวกันกับสารที่เป็นตัวออกซิไดซ์ และสารเคมีที่ระเบิดได้
4. สารไวไฟอื่น ๆ เช่น โซเดียม โนแทสเซียม หรือฟอสฟอรัส เป็นต้น สำหรับโซเดียมและโพแทสเซียมต้องเก็บแช่ไว้ในน้ำมันพาราฟิน ส่วนฟอสฟอรัสต้องเก็บไว้ในน้ำ และของทั้งสองสิ่งนี้ไม่ควรจะวางหรือเก็บไว้ใกล้กัน เพราะอาจลื่นล่อใช้สลับกันได้ ทั้ง ๆ ที่มีฉลากที่ชัดเจนแล้วก็ตาม เช่น ใส่ขวดผิด และถ้านำโซเดียมใส่ในขวดที่มีน้ำอาจเกิดการระเบิดได้
5. สารที่ละลายได้ง่าย และมีก๊าซเกิดขึ้น เช่น ไฮโดรเจน-เปอร์ออกไซด์ หรืออะลูมิเนียมคลอไรด์ ควรเก็บไว้ในขวดสีน้ำตาล และควรจะเป็นขวดที่สามารถระบายความดันภายในขวดหรือเป็นจุกชนิดพิเศษที่ระบายความดันได้ มิฉะนั้นก๊าซที่เกิดขึ้นอาจดันให้ขวดแตกได้
6. สารกัมมันตรังสี ควรแยกเก็บไว้ต่างหากและเก็บไว้ในภาชนะที่สามารถป้องกันกัมมันตรังสีได้

สุษาดา ชินะจิตร (2520: 11) ได้กล่าวถึงวิธีการเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัยสรุปได้ดังนี้

1. ไม่ควรเก็บสารเคมีไว้มากเกินความจำเป็น และควรมีแต่สารธรรมดาที่ใช้เป็นประจำ
2. ทุกขวดจะต้องมีฉลากบอกชื่อสารไว้อย่างชัดเจน พร้อมทั้งวันที่เตรียมได้หรือวันที่ได้มาจากโรงงาน
3. บนฉลากควรบอกอันตราย และคำเตือนไว้ด้วยถ้าเป็นสารที่เป็นอันตราย
4. มีการตรวจตราสารทุกชนิดอยู่เสมอ
5. สารที่เป็นของเหลว ไม่ควรใส่ให้เต็มขวด ควรมีที่ว่างเพื่อการขยายตัวอย่างน้อย  $1/8$  ของปริมาตรของขวด
6. สารที่เป็นอันตรายเนื่องจากทำปฏิกิริยากับน้ำหรืออากาศจะถูกเก็บในของเหลวที่มีจุดวาบไฟสูง เช่น โลหะโซเดียม เก็บในไซลินด์ นาน ๆ ไป ไซลินด์จะแห้งไปบ้าง ทำให้โลหะ ไพล์นระดับ ไซลินด์ขึ้นมาถูกอากาศได้ จึงควรตรวจตราสารที่เก็บไว้เสมอ
7. สารที่เป็นตัวออกซิไดซ์ เช่น ไนเตรต คลอเรต ไม่ควรเก็บไว้ใกล้สิ่งที่จะเป็นเชื้อเพลิงได้ดี หรือใกล้สารที่ไวไฟ
8. สารที่เป็นตัวรีดิวซ์ แสงแดดและความร้อนช่วยให้สารสลายตัวหรือระเบิดได้ จึงไม่ควรตั้งขวดไว้ตรงที่แสงแดดส่องได้พอดี
9. สารไวไฟที่เป็นของเหลว ควรเลือกเก็บในที่มือากาศถ่ายเทได้ดีห่างไกลจากสิ่งทีลุคติดไฟง่าย
10. สารไวไฟที่เป็นของแข็งเก็บในที่แห้งและเย็นไกลจากความร้อนและน้ำ
11. สารที่สามารถกัดกร่อน (Corrosive) ควรเก็บในภาชนะที่ทนต่อการกัดกร่อน คือไม้โซโลหะ และไม่เก็บไว้ในที่เดียวกับสารไวไฟ และตัวออกซิไดซ์
12. กรดไม่ควรเก็บใกล้ด่างหรือเกลือโซยาไนต์

## 5.2 การกำจัดสารเคมี

สารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ไม่ต้องใช้แล้วเนื่องจากการเสื่อมสภาพเพราะหมดอายุใช้งาน สารเคมีที่เป็นของเสียจากการทดลอง และสารที่ไม่มีฉลากกำกับหรือฉลากกำกับชำรุดเสียหาย ไม่ควรเก็บสะสมไว้เพราะอาจมีการนำกลับมาใช้อีกครั้ง โดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ได้ สารเคมีที่ไม่ต้องการใช้เหล่านี้ การกำจัดจะต้องทำให้ถูกวิธีและหลีกเลี่ยงการเสมอ

สุษาดา ชินะจิตร (2527: 74) ได้กล่าวถึงสารที่จะทิ้งจากห้องปฏิบัติการว่ามีหลักในการปฏิบัติ สรุปได้ดังนี้

1. ต้องไม่เทสารที่เข้ากันไม่ได้ หรือทำปฏิกิริยารุนแรงลงไปด้วยกันในอ่างน้ำทิ้ง
2. ต้องไม่เทสารที่ไม่ผสมกับน้ำหรือทำปฏิกิริยากับน้ำลงอ่างน้ำทิ้ง เช่น อีเทอร์ หรือ โซเดียม
3. การเทกรดหรือเบสลงอ่างน้ำทิ้ง ต้องไม่เกิน 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วชะล้างด้วยน้ำมาก ๆ อาจทำให้กรดหรือเบสสะเทินก่อนทิ้ง
4. สารเป็นพิษ เช่น โซยาไนด์ ไม่ควรทิ้งลงท่อ ควรเก็บใส่ขวดแยกไว้ต่างหาก
5. ไม่เทสารชั้นเหนียว ของแข็ง หรือไวไฟลงอ่างน้ำทิ้ง
6. ถ้ามีสารปริมาณมาก ควรรวบรวมเก็บไว้ แล้วหาวิธีเอากลับคืนมาใช้ต่อ
7. ถ้าเป็นสารที่มีอันตรายต่อระบบนิเวศควรเปลี่ยนเป็นสารไม่อันตรายก่อนทิ้ง

ศุภวรรณ ตันตยานนท์ (2527: 1) ได้กล่าวถึงวิธีการทั่ว ๆ ไปสำหรับกำจัดสารเคมีไว้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การเผาทั้งเป็นวิธีที่ดีและใช้กันมาก สิ่งที่ต้องคำนึงถึงไว้ให้มากสำหรับวิธีนี้คือ อันตรายจากไฟ จะต้องนำไปเผาในที่ห่างไกลชุมชน ห่างจากตัวอาคารและควรจะถูกเป็นหลุมใหญ่ จึงนำเอาสิ่งที่ต้องการเผาไปไว้ในหลุมนี้ พร้อมทั้งเชื้อเพลิงเวลาจุดไฟเผาก็ใช้วิธีต่อสายยางไปจุดในที่ที่ไกลจากหลุม และปลอดภัยพอ

การฝังเป็นวิธีที่ไม่ปลอดภัยนัก เพราะสารอาจสลายตัว ซึ่งมีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ เช่น น้ำฝนอาจจะชะล้างลงสู่บ่อน้ำ จะก่อให้เกิดอันตรายต่อไป

การทิ้งลงน้ำเป็นวิธีที่ใช้ต่อเมื่อสารที่จะทิ้งนั้นได้ตรวจสอบดูแล้วว่า จะไม่ทำให้เกิดอันตรายใด ๆ ขึ้น รวมทั้งจะไม่ก่อให้เกิดสารแขวนลอยอยู่ในน้ำด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529: 55) ได้ให้ข้อเสนอแนะวิธีการกำจัดสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้

1. ค่อย ๆ เติมสารเคมีนั้นอย่างช้า ๆ ลงบนโซดาแอช ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) หรือปูนขาวที่แห้งและมากเกินพอ แล้วจึงนำไปฝังดิน
2. ใช้สารอื่นดูดซับแล้วเก็บรวบรวมเพื่อนำไปเผา (ในกรณีที่เป็นของเหลวระเหยง่าย อาจใช้ซีลีเนียมดูดซับ)
3. ผสมกับทรายหรือปูนแล้วนำไปฝังดิน
4. ทำให้เจือจางด้วยน้ำปริมาณมาก ๆ แล้วปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ
5. ละลายในกรดหรือเบสเพื่อทำลายสมบัติ แล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำ ก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ
6. ละลายในตัวทำลายที่ติดไฟได้ เช่น แอลกอฮอล์ แล้วเผาในเตาเผาขยะ
7. ผสมกับตัวรีดิวซ์ที่เหมาะสม แล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำปริมาณมากเกินพอก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ
8. ทำให้สลายตัวด้วยกรดหรือเบส แล้วชะล้างด้วยน้ำปริมาณมากเกินพอก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ

ประพนธ์ ออกเวหา (2524: 95) ได้กล่าวถึงการจัดของเสียในห้องปฏิบัติการสรุปได้ดังนี้

1. ของเสียที่เป็นของแข็ง ทั้งลงถังขยะที่มีฝาปิด
2. ของเสียที่เป็นของเหลวทั่วไปทั้งลงอ่างล้าง นอกจากสารเคมีที่ติดไฟง่าย ต้องนำไปกำจัดนอกอาคาร
3. ของเสียที่เป็นก๊าซ กำจัดโดยเปิดหน้าต่างประตูให้กว้าง ถ้าเป็นก๊าซพิษ ต้องใช้พัดลมช่วยเป่าด้วย

### 5.3 การจัดการอุปกรณ์การทดลอง

ห้องปฏิบัติการแม้จะได้รับการจัดตั้งไว้ด้วย ระเบียบปฏิบัติการ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ไว้เป็นอย่างดีเพียงไรก็ตาม แต่ถ้การเก็บรักษาและการทำความสะอาด อุปกรณ์การทดลองไม่ดี อาจจะเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นในห้องปฏิบัติการได้

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523: 115) ได้กล่าวถึงการเก็บรักษาวัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ใช้ได้ยาวนานคุ้มค่าและสะดวกในการนำมาใช้ สรุปได้ดังนี้

1. ควรแยกอุปกรณ์การสอนออกเป็นหมวดหมู่ ตามลักษณะของเนื้อหาวิชาและทุกหมวดหมู่จะต้องมีบัญชีบอกให้ทราบว่า มีอะไรบ้าง จำนวนเท่าใด
2. อุปกรณ์ประเภทรูปภาพ หรือแผนภูมิควรจะมีที่เก็บให้เป็นระเบียบแยกหมวดหมู่ตามเนื้อหาวิชา ควรมีทะเบียนภาพเรียงลำดับไว้อย่างดี ควรเก็บไว้เป็นชั้นหรือใส่กล่องไว้
3. จัดเจ้าหน้าที่รับผิดชอบอุปกรณ์การสอนโดยเฉพาะ ผู้ทำหน้าที่ดังกล่าวจะต้องหมั่นสำรวจ และจัดระเบียบการนำอุปกรณ์ออกใช้
4. ผู้นำอุปกรณ์ออกใช้จะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์นั้น ๆ อย่างดี และต้องรับผิดชอบถ้าเกิดการชำรุดเสียหาย
5. ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมรับผิดชอบในการเก็บรักษาวัสดุอุปกรณ์

ประนิณ ออกเวหา (2524: 95) ได้กล่าวถึงการจัดวางวัสดุในห้องปฏิบัติการ ให้เป็นระเบียบ สรุปได้ดังนี้

1. จัดวัสดุวางเข้าชั้นให้แบ่งวางตามขนาดของภาชนะบรรจุ ของขนาดใหญ่ หรือหนักมากให้วางไว้ชั้นล่าง ของเล็กน้ำหนักเบาวางไว้ชั้นบน
2. แยกสารเคมีที่เป็นอันตรายไว้ต่างหาก
3. ติดป้ายบอกประเภทสาร ประเภทวัสดุ
4. มีบันไดที่มั่นคงไว้สำหรับการหยิบวัสดุบนชั้นสูง
5. มีรถเข็นบรรทุกของจากห้องเก็บวัสดุ ไปยังห้องปฏิบัติการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529: 48-49) ได้ให้ ข้อเสนอแนะถึงการจัดและเก็บรักษาอุปกรณ์สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าการจัดและเก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ แบ่งออกได้ 4 ชุด คือ

1. อุปกรณ์สำหรับนักเรียน มี 2 ประเภทคือ
  - 1.1 อุปกรณ์ที่ใช้จำเป็น ได้แก่ อุปกรณ์ที่นักเรียนใช้ในการทดลองทุกครั้ง หรือเกือบทุกครั้งตลอดภาคเรียน เช่น หลอดทดลอง บีกเกอร์ หลอดฉีดยา ขาดังพร้อมไม้หนีบ ตะเกียง แอลกอฮอล์ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้ควรจัดเก็บรวมไว้เป็นชุด ๆ ในตะกร้าพลาสติก พร้อมทั้งมีรายการอุปกรณ์ทั้งหมดกำกับไว้เพื่อให้ผู้ใช้ได้ตรวจสอบ และควรจัดไว้ให้พอเพียงกับกลุ่มของนักเรียนที่ทำการทดลองในแต่ละครั้ง การจัดเก็บอุปกรณ์เป็นชุดนี้ช่วยให้สะดวกต่อการใช้งานมาก กล่าวคือ เมื่อต้องการจะทำการทดลองตอนใด หัวข้อใด ในบทเรียนที่ครูกำลังสอนอยู่ ก็สามารถจะกระทำได้ทันที เพราะมีอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการพร้อมอยู่แล้วในตะกร้า
  - 1.2 อุปกรณ์สำรอง มีไว้สำหรับทดแทนอุปกรณ์ที่ใช้ประจำซึ่งอาจชำรุดหรือแตกหัก อุปกรณ์ประเภทนี้ควรเก็บไว้ในตู้อุปกรณ์ และควรแยกเก็บแต่ละชนิดตามความเหมาะสม
2. อุปกรณ์พิเศษ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นครั้งคราว เช่น แอมมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ แบตเตอรี่ เป็นต้น อุปกรณ์นี้ควรให้ยืมเฉพาะเวลาที่มีการทดลองซึ่งต้องใช้อุปกรณ์นั้น ๆ และเมื่อทำเสร็จแล้วควรแยกเก็บเป็นประเภท ๆ ไว้ในตู้เก็บเฉพาะ ไม่ปะปนกับอุปกรณ์ชุดอื่น ๆ
3. อุปกรณ์สาธิต เป็นอุปกรณ์พิเศษที่ครูใช้สาธิตการทดลองที่ไม่สามารถให้นักเรียนทำด้วยตนเองได้ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพง หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองที่อาจเกิดอันตรายต่อนักเรียน อุปกรณ์เหล่านี้ควรเก็บแยกไว้เป็นชุด ๆ



4. อุปกรณ์สำหรับเตรียมการทดลอง เป็นอุปกรณ์ที่ครูใช้ในการเตรียมการทดลองก่อนที่จะสอน เช่น อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบผลการทดลองหรือเตรียมสารละลายต่าง ๆ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้ ควรเก็บไว้ในห้องเตรียมการทดลอง หรือถ้าไม่มีห้องเตรียมการทดลองอาจแยกเก็บไว้ในตู้ซึ่งครูสามารถหยิบใช้ได้สะดวก

#### 5.4 การใช้อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ

การทำกิจกรรมในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ถ้าได้มีการวางแผนป้องกันอย่างดีแล้ว จะมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุน้อยมาก อย่างไรก็ตามในการจัดห้องปฏิบัติการหรือทำกิจกรรมในห้องปฏิบัติการทุกครั้ง ควรจะได้สวมใส่หรือใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะช่วยหรือป้องกันอันตรายจากอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น ชงชัย ชิวปรีชา และปรีชาญ เดชศรี (2528: 3-5) ได้กล่าวถึง อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ สรุปได้ว่า อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. อุปกรณ์ประจำห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ช่วยลดอันตรายจากอุบัติเหตุที่ควรติดตั้งไว้ในห้องปฏิบัติการที่สำคัญได้แก่ สัญญาณเตือนไฟ เครื่องมือดับไฟ กระจกและถังทรายสำหรับดับไฟ อ่างน้ำหรือที่อาบน้ำล้างตัว ในกรณีถูกสารเคมีหารด สวิตช์อัตโนมัติสำหรับตัดวงจร ตู้ใส่เครื่องมือปฐมพยาบาล อุปกรณ์ต่าง ๆ ดังกล่าวควรมีให้พร้อมและอยู่ในสภาพที่จะใช้ได้เสมอ เมื่อเกิดอุบัติเหตุจะสามารถหยิบใช้ได้ทันที

2. อุปกรณ์ที่ใช้เฉพาะบุคคล ขณะทำกิจกรรมในห้องปฏิบัติการถ้าสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เหมาะสมก็สามารถลดอันตราย หรืออาจป้องกันอันตรายได้ อุปกรณ์ดังกล่าวแบ่งได้ดังนี้

2.1 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นกับดวงตา ดวงตาเป็นอวัยวะที่มีความสำคัญที่สุด ทุกครั้งที่ทำกิจกรรมในห้องปฏิบัติการควรสวมใส่ว่านตานิรภัย ซึ่งนอกจากจะช่วยลดอันตรายเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นแล้ว ในการปฏิบัติการที่ใช้สารที่มีสมบัติทำให้เกิดการระคายเคือง เช่น กรด หรือ เบสเข้มข้น แว่นตานิรภัยยังป้องกันไม่ให้ตาสัมผัสกับไอของสารเหล่านั้นด้วย

2.2 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เกิดกับมือ ถุงมือเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นกับมือ อาจแยกประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้



2.2.1 ถุงมือยาง ป้องกันการกัดกร่อนของสารต่าง ๆ เช่น กรด  
เบส ฯลฯ

2.2.2 ถุงมือหนัง ป้องกันของมีคมหรือเครื่องจักรโลหะต่าง ๆ

2.2.3 ถุงมือใยแก้วทนไฟ ป้องกันความร้อนที่เกิดจากภาชนะ  
หรือสารเคมีบางชนิด

2.3 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เกิดกับร่างกาย อุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันอันตราย  
ที่นิยมใช้ได้แก่ เสื้อคลุม ฝักันเปื้อน และหมวก ซึ่งจะช่วยป้องกันและลดอันตรายในกรณี  
สารเคมีกรดหรือกระเด็นออกมาจากภาชนะ การทดลองกับสารที่มีสมบัติในการกัดกร่อนสูง  
ควรสวมกางเกงขายาว และในกรณีที่ใช้สารที่เกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างรุนแรง ซึ่งอาจมีการ  
กระเด็นมากควรใช้ฉากนิรภัย (Safety Screen) กันไว้อีกชั้นหนึ่ง

2.4 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เกิดกับภาวะหายใจ ในการทดลองที่มีไอของ  
สารพิษเช่น ไอของตัวทำละลายอินทรีย์ ขาม่าแมลงหรือไอของสารกัดกร่อนควรใส่หน้ากาก  
ช่วยหายใจ

#### 5.5 การจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อความปลอดภัย

โรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนมากจะมีห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์อยู่  
ทุกโรงเรียน ในห้องปฏิบัติการหากขาดระเบียบวินัยจะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ดังนั้นครู  
วิทยาศาสตร์จึงต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดห้องปฏิบัติการเพื่อให้ความปลอดภัย  
แก่นักเรียนเมื่อเข้าไปปฏิบัติการ สุภาพ แก้วคำลา (2518: 26) ได้เขียนข้อควรปฏิบัติ  
ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. มีระเบียบเกี่ยวกับการเข้าไปใช้ และเบิกจ่ายอุปกรณ์
2. ต้องมีเครื่องแต่งกายที่เหมาะสมกับงานแต่ละชนิด
3. ครูต้องอยู่ดูแลและแนะนำอย่างใกล้ชิด
4. ปฏิบัติตามระเบียบอย่างเคร่งครัด
5. ในขณะที่ปฏิบัติงาน ต้องกระทำอย่างระมัดระวังไม่ประมาท
6. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะปฏิบัติเป็นอย่างดี

7. ใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับงาน
8. ถ้าใช้ไฟฟ้าเชื่อมโลหะ ต้องมีแว่นกันแสง หรือถ้าต้องผสมสารเคมี ต้องมีถุงมือผ้าปิดจมูก
9. อุปกรณ์ทุกชนิด ต้องมีการตรวจตรา ซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีเสมอ
10. อุปกรณ์ทุกชนิดควรแยกเก็บเป็นหมวดหมู่ และเก็บอย่างมีระเบียบ สะดวกต่อการนำมาใช้ และเก็บคืนเข้าที่
11. หมั่นรักษาความสะอาดของเครื่องมือเครื่องใช้และสภาพแวดล้อมให้สะอาด
12. ก่อนใช้หรือหลังใช้ต้องสำรวจความเรียบร้อยก่อนทุกครั้ง
13. ถ้ายังไม่แน่ใจหรือใช้ไม่ถูกต้อง ต้องถามครูผู้ควบคุม หรือเจ้าหน้าที่ให้แน่นอนเสียก่อน
14. ระมัดระวังและถือหลักปลอดภัยไว้ก่อนเสมอ

มังกร ทองสุคติ (2523: 104-105) ได้กล่าวถึงห้องปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ที่มีความปลอดภัย สรุปได้ดังนี้

1. ต้องมีมาตรการที่รัดกุมในการใช้ การเก็บรักษาวัสดุอุปกรณ์ทุกอย่างในห้องปฏิบัติการ
2. ควรมีการเตรียมการไว้สำหรับดับเพลิง จัดให้มีเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับดับเพลิงไว้ในห้องปฏิบัติการ และจัดให้มีทางออกฉุกเฉินในแต่ละห้องปฏิบัติการ
3. ในห้องปฏิบัติการต้องมีแสงสว่างเพียงพอ
4. สวิตซ์ตัดตอนควรติดตั้งไว้ในที่สะดวกต่อการใช้ ควรติดตั้ง เครื่องตัดกระแสไฟฟ้าอัตโนมัติไว้สำหรับห้องปฏิบัติการทดลอง
5. ต้องจัดระบบการถ่ายเทอากาศ ความร้อน และดูดควันไว้ให้พร้อม
6. กระจกนิรภัยควรติดตั้งไว้ที่โต๊ะเพื่อการสำนึก และควรจัดเตรียมแว่นนิรภัยไว้สำหรับครู นักเรียน และผู้มาเยี่ยมชม

7. ควรมีการติดตั้งระบบน้ำประปาให้พร้อมมูล
8. ควรมีการติดตั้งตู้ยาในห้องปฏิบัติการ เพื่อการปฐมพยาบาลได้ทันที่
9. วัสดุสารเคมีอันตรายและเครื่องมือไฟฟ้า จะต้องบอกวิธีการใช้และการเก็บรักษาไว้อย่างชัดเจน
10. ในห้องปฏิบัติการ ครูควรทำแผนป้ายชี้แจงวิธีป้องกันอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น
11. ควรสำรวจตรวจสอบระบบการป้องกันอุบัติเหตุที่จัดเตรียมไว้ในห้องปฏิบัติการอย่างน้อยปีละครั้ง

ธงชัย ชิวปรีชา (2526: 134-147) ได้กล่าวถึง การออกแบบและจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. จำนวนห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไม่สามารถใช้ต่อเนื่องตลอดเวลาได้เหมือนกับห้องเรียนธรรมดา ควรมีช่วงเวลาสำหรับจัดเตรียมห้องปฏิบัติการใหม่เพื่อใช้สำหรับนักเรียนกลุ่มต่อไป
2. ขนาดและตำแหน่งของห้องปฏิบัติการ จำนวนนักเรียนที่จะเข้าทำการทดลอง ครั้งละ 30 คน ห้องปฏิบัติการควรมีพื้นที่ประมาณ 120-150 ตารางเมตร จึงจะปลอดภัยจากอุบัติเหตุ ส่วนตำแหน่งของห้องปฏิบัติการควรตั้งในบริเวณที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก ไม่ถูกแสงแดดโดยตรง โดยเฉพาะในตอนบ่าย และห้องเก็บสารเคมีควรอยู่ในอาคารเดียวกันเพื่อสะดวกในการดูแลรักษาและนำวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีไปใช้
3. มีบริเวณสำหรับทำกิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การเรียนวิทยาศาสตร์ เช่น ฟังคำบรรยาย สาธิตการทดลอง ทำกิจกรรมทดลองเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคล บริเวณสำหรับใช้เครื่องฉายแผ่นใส สไลด์ บริเวณเตรียมการทดลอง บริเวณทดลองเกี่ยวกับพืชและสัตว์ แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า น้ำและก๊าซเชื้อเพลิง
4. ครุภัณฑ์ เป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ โต๊ะสาธิตการทดลอง โต๊ะและเก้าอี้สำหรับนักเรียนทำการทดลอง ตู้หรือชั้นสำหรับใส่อุปกรณ์และสารเคมี กระจกนอกลูก ป้ายนิเทศ อ่างน้ำ รถเข็น

จอห์น เอส ริชาร์ดสัน (Richardson 1960: 356-358) ได้กล่าวถึงหลักการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไปให้มีความปลอดภัย สรุปได้ดังนี้

1. จำนวนห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีสูตรคำนวณหาจำนวนห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ดังนี้

$$\text{จำนวนห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์} = \frac{\text{จำนวนนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ทั้งหมด}}{\text{จำนวนนักเรียนในหนึ่งห้องตามเกณฑ์มาตรฐาน} \times \text{จำนวนคาบที่เรียนทุกวิชาในแต่ละสัปดาห์}}$$

2. ขนาดและส่วนประกอบของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั่วไปที่ได้มาตรฐาน ควรมีขนาดเหมาะสมกับจำนวนนักเรียนที่จะเข้าทำการทดลองแต่ละครั้ง โดยมีเกณฑ์ว่า นักเรียนหนึ่งคนควรใช้พื้นที่ในการเรียนวิทยาศาสตร์ 10.5 - 12.0 ตารางเมตร (35-40 ตารางฟุต) และภายในห้องควรมีส่วนประกอบคือ ตู้เก็บของ โต๊ะทำงานของครูและตู้เอกสาร โต๊ะสาธิตการทดลอง โต๊ะสำหรับนักเรียน ศูนย์ปฏิบัติการซึ่งประกอบด้วย โต๊ะทดลองและม้านั่ง ชั้นหนังสือ และที่อ่านหนังสือ ที่จัดนิทรรศการ ตู้แสดงการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์

3. คุรุภัณฑ์ของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

3.1 โต๊ะสาธิตการทดลอง การทดลองวิทยาศาสตร์หลายการทดลองที่จำเป็นต้องใช้การสาธิตแทนการให้นักเรียนทดลองด้วยตนเอง เพราะว่าอาจจะมีอุปกรณ์จำกัด หรือการทดลองนั้นมีอันตรายเกิดขึ้นได้ง่าย เพื่อป้องกันอันตรายหรืออุบัติเหตุครูจึงสาธิตให้นักเรียนดู โดยปกติจะอยู่ด้านหน้าของห้องปฏิบัติการ มีขนาดที่เหมาะสมคือ กว้าง 0.5 เมตร ยาว 1.65 เมตร สูง 0.9 เมตร ส่วนประกอบของโต๊ะสาธิตการทดลองจะมีชั้นเก็บวัสดุอุปกรณ์ อ่างน้ำ ท่อก๊าซ ที่แขวนอุปกรณ์

3.2 โต๊ะทดลองสำหรับนักเรียนและม้านั่งประกอบ ขนาดความสูงมาตรฐาน ความกว้างและความยาวของโต๊ะทดลอง ศูนย์การศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (RECSAM) ได้เสนอแบบโต๊ะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และม้านั่งประกอบสำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษาของประเทศในกลุ่มอาเซียน โดยกำหนดความสูงของโต๊ะเป็นสองขนาด คือ 0.75 เมตร สำหรับนั่งทดลองและ 0.9 เมตร สำหรับยืนทดลอง ส่วนม้านั่งสูง 0.65 เมตร

3.3 อ่างน้ำ ควรเป็นอ่างน้ำถาวรติดอยู่กับโต๊ะทดลอง อย่างไรก็ตาม หากไม่สามารถติดตั้งอ่างน้ำถาวรได้ก็อาจใช้อ่างน้ำแบบเคลื่อนที่ โดยประกอบอ่างน้ำเข้ากับโต๊ะขนาดเท่า ๆ โต๊ะเรียนมีล้อสำหรับเคลื่อนที่ได้สะดวก มีถังน้ำอยู่ข้างล่าง 2 ใบ ใบหนึ่งบรรจุน้ำสำหรับทดลอง อีกใบสำหรับรองน้ำทิ้ง จำนวนอ่างน้ำในห้องปฏิบัติการจะมีมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของห้องและจำนวนนักเรียนที่จะทดลอง

3.4 ตู้และชั้นเก็บวัสดุอุปกรณ์ สำหรับเก็บสารเคมีและอุปกรณ์การทดลอง เพื่อป้องกันอันตรายจากสารเคมีและเพื่อรักษาสภาพของเครื่องมือให้สามารถใช้ทดลองได้นานที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ สำหรับอุปกรณ์โดยทั่ว ๆ ไป อาจจะไม่ต้องเก็บไว้ในตู้มิดชิด แต่ก็ควรจะมีตู้เก็บไว้ให้เป็นระเบียบในชั้นเก็บวัสดุอุปกรณ์ ตู้และชั้นเก็บดังกล่าวอาจติดตั้งไว้ในห้องเก็บวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์เป็นการเฉพาะ หรือติดตั้งไว้ในห้องเรียน ตู้เก็บของนั้นอาจใช้ตู้เหล็ก

3.5 รถเข็นสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้ในการบรรทุกวัสดุครุภัณฑ์ต่าง ๆ จากห้องเตรียมการทดลองไปยังห้องทดลองโดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงเรียนที่ไม่มีห้องทดลองเป็นการเฉพาะ และครูอาจจะใช้พื้นส่วนบนของรถเข็นเป็นที่สาธิตการทดลองได้ด้วย

โรเบิร์ต บี ชันด์ และเลสลี ดับบลิว โทรว์บริดจ์ (Sund and Trowbridge 1967: 226-229) ได้กล่าวถึงลักษณะของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ปลอดภัย สรุปได้ดังนี้

1. ต้องมีคนที่ให้ฝึกเรียน 35-45 ตารางฟุต หรือมากกว่านั้นต่อ 1 คน
2. ต้องคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมบริเวณโรงเรียนที่มีผลต่อการสอนวิทยาศาสตร์ แหล่งที่ตั้งของห้องเรียนวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ต้องสัมพันธ์กัน มีห้องนิสสุ นั้นที่กลางแจ้ง แสงสว่าง เช่น ห้องชีววิทยา เหมาะที่สุดต้องตั้งอยู่ชั้นล่าง ซึ่งเหมาะสำหรับการเพาะปลูก
3. จำนวนห้อง และการใช้ประโยชน์เปิดว่างตลอด และสามารถให้นักเรียนเข้ามาเรียนในห้องได้

4. ต้องมีพื้นที่ในห้อง โคมไฟให้แสงสว่าง การระบายอากาศ ท่อน้ำ อ่างน้ำ สายไฟฟ้า ปลั๊กไฟฟ้า สำหรับนักเรียนให้พอเพียง
5. ต้องจัดให้เหมาะสมและดึงดูดความสนใจ ใช้สีต่างกันสำหรับชั้นเรียนต่าง ๆ และตามชั้นต้องมีลวดลาย
6. ต้องยืดหยุ่นได้ และสะดวกสบายต่อการใช้ประโยชน์ เครื่องเฟอร์นิเจอร์ ตกแต่งไม่จำเป็นต้องถาวรควรเคลื่อนย้ายได้สะดวก
7. เครื่องเฟอร์นิเจอร์สามารถตัดแปลงได้
8. นักเรียนต้องได้รับความสะดวกในการใช้ชีวิต และมีจำนวนเพียงพอ
9. สถานที่จัดไว้สำหรับการทดลองสามารถติดตามได้
10. การทดลองแต่ละครั้งต้องได้รับความสะดวก
11. ต้องมีห้องสำหรับสร้างและซ่อมแซมอุปกรณ์
12. ต้องจัดสถานที่ไว้ให้ในกรณีที่โครงการต่าง ๆ ยังค้างอยู่ เพื่อสามารถทำงานต่อไปได้

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 6.1 งานวิจัยในประเทศ

สำหรับงานวิจัยในประเทศไทยที่เกี่ยวกับความปลอดภัยและอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการนั้นยังมีน้อย เท่าที่ได้ค้นคว้ามาพบเพียง 3 เรื่องเท่านั้น ดังต่อไปนี้

ภัทรจันทร์ ใจสว่าง (2524: ง-จ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "อุบัติเหตุและการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น" ตัวอย่างประชากรคือ ครูวิทยาศาสตร์ที่ทำการสอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 454 คนจากโรงเรียนรัฐบาล และโรงเรียนราษฎร์ ในกรุงเทพมหานครจำนวน 79 โรงเรียน ดำเนินการวิจัยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถาม ผลปรากฏว่า ครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 69.60 ตอบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นและร้อยละ 34.80 ตอบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นมากกว่า 3 ครั้ง จำนวนครั้งของการเกิดจากการทดลองวิทยาศาสตร์ใน

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เกิดขึ้นสูงกว่าระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองบ่อยครั้งมากที่สุด คือ ไฟไหม้ รองลงมาคือถูกสารเคมีกัด ส่วนสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุมากที่สุดคือ ใช้น้ำเวียนเลนเล่อ และจากการตอบแบบสอบถามของครูพบว่า การป้องกันอุบัติเหตุและการแก้ปัญหาการเกิดอุบัติเหตุในการทดลองวิทยาศาสตร์ที่ใช้มากที่สุดคือ ฝึกนักเรียนให้ทำความสะอาดเครื่องมือทุกครั้งที่ใช้เสร็จ

สมศรี เขียวสอาด (2527: ง-ด) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "อุบัติเหตุและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย" ตัวอย่างประชากรคือ ครูเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 127 คนจากโรงเรียนรัฐบาล ในกรุงเทพมหานคร ดำเนินการวิจัยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถาม ผลปรากฏว่าโรงเรียนสหศึกษามีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูเพศหญิง การปฏิบัติการเคมีในห้องปฏิบัติการที่ไม่ใช่ห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีในห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะ การปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูที่ไม่เคยเข้ารับการอบรมการสอนเคมีในระดับชั้นที่สอนมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูที่เคยเข้ารับการอบรมการสอนเคมีในระดับชั้นที่สอน การปฏิบัติการเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ลักษณะอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมากที่สุดคือ ถูกสารเคมีกัด และถูกความร้อนลวก ส่วนสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุสูงสุดคือ ผู้ทดลองเลนเล่อ ครูเคมีป้องกันอุบัติเหตุโดยการอธิบายสมบัติของสารเคมี และวิธีใช้ที่นักเรียนไม่คุ้นเคยก่อนใช้ทุกครั้ง ครูเคมีแก้ไขอุบัติเหตุไฟไหม้โดยใช้ผ้าเปียกน้ำคลุมทับบริเวณไฟไหม้ที่เกิดจากแอลกอฮอล์ ใช้ทรายกลบบริเวณไฟไหม้ที่เกิดจากสารเคมี ปิดสวิทช์หรือตัดคัตเอาท์เมื่อเกิดไฟไหม้ที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้า แก้ไขอุบัติเหตุที่ผิวหนังถูกกรดและเบสโดยใช้น้ำล้างมาก ๆ แก้ไขอุบัติเหตุจากการถูกของมีคมบาดโดยปฐมพยาบาลเบื้องต้น แก้ไขอุบัติเหตุที่ถูกความร้อนลวก โดยใช้น้ำเย็นล้างทาบริเวณที่ถูกความร้อนลวก แก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการระเบิดโดยนำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาล ถ้าได้รับบาดเจ็บมาก



ดิเรก หุ่นสุวรรณ (2530: ง-จ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย" ตัวอย่างประชากรคือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ จำนวน 414 คน จากโรงเรียนรัฐบาลในกรุงเทพมหานคร ดำเนินการวิจัยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้แบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและแบบวัดเจตคติต่อความปลอดภัย ผลปรากฏว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีต่ำคิดเป็นร้อยละ 46.34 โดยได้คะแนนในด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัยร้อยละ 44.76 การใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างปลอดภัยร้อยละ 51.27 และเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัยร้อยละ 45.28 ในด้านเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีพบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีเจตคติต่อความปลอดภัยกับความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

## 6.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

จอห์น อาร์ ยัง (Young 1970: A829-A838) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ของรัฐอินเดียน่า ในปีการศึกษา 1968-1969" ตัวอย่างประชากรคือ ครูเคมีในรัฐอินเดียน่าจำนวน 203 คน ดำเนินการวิจัยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถาม ผลปรากฏว่า

1. ครูเคมีร้อยละ 71.4 ตอบว่าไม่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นเลยต่อห้อง ต่อสัปดาห์
2. ครูเคมีร้อยละ 51.4 ตอบว่ามีอุบัติเหตุร้ายแรงเกิดขึ้นอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง
3. การใช้เทคนิคการทดลองไม่เหมาะสม และมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นมากในเรื่องต่อไปนี้
  - 3.1 แผลไฟไหม้ ซึ่งเกิดจากการจับหลอดทดลองหรือโลหะที่ร้อนจัด
  - 3.2 แผลที่ถูกรัดและเบสกัด

- 3.3 หลอดทดลองแตก เนื่องจากการใช้ที่จับหลอดไม่เหมาะสม
- 3.4 การเผาสารในหลอดทดลองโดยไม่ถูกวิธี
- 3.5 การนำสารเคมีกลับคืนผิดขวด หรือการใช้สารเคมีผิด
- 3.6 การทดสอบก๊าซโดยใช้วิธีไม่เหมาะสม

จอห์น อาร์ ยัง (Young 1971: A349-A356) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การสำรวจเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของรัฐอิลลินอยส์ในปีการศึกษา 1969-1970" ตัวอย่างประชากรคือ ครูเคมีในรัฐอิลลินอยส์ ดำเนินการวิจัยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถาม ผลปรากฏว่า

1. มีอุบัติเหตุใหญ่เกิดขึ้น 156 ครั้ง
2. อุบัติเหตุใหญ่ที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ยมีอัตราการเกิด 0.54 ครั้งต่อห้องต่อปี
3. ครูเคมีร้อยละ 65.3 ตอบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นอย่างน้อย 1 ครั้งต่อ

สัปดาห์

4. ครูเคมีร้อยละ 56.6 ไม่ทราบเกี่ยวกับเรื่องความรับผิดชอบของครูที่เกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในระหว่างการสอน

โธมัส เดวิส วูดเบิร์น (Woodburn 1981: 1089A-1090A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การสำรวจเกี่ยวกับกระบวนการในด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และเครื่องมือที่ปลอดภัยและองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในโรงเรียนมัธยมศึกษา" ของรัฐเนบราสกา ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และต้องการทราบถึงธรรมชาติที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ ตัวอย่างประชากรได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์ในรัฐเนบราสกาจำนวน 300 คนจากโรงเรียน 16 โรงเรียน ดำเนินการวิจัยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถาม และทำการสัมภาษณ์ ผลปรากฏว่า

1. อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นร้อยละ 80.72 เกิดจากการทดลองที่ใช้ความร้อน เครื่องแก้ว และสารเคมี และร้อยละ 19.28 มีสาเหตุมาจากการผ่าตัด สัตว์เลี้ยง

เครื่องไฟฟ้า เครื่องจักรกล

2. อุบัติเหตุใหญ่ที่เกิดขึ้นร้อยละ 77.65 เกิดจาก 19 การทดลองและมี 14 การทดลองที่ครูวิทยาศาสตร์เลือกให้นักเรียนทดลอง ซึ่งลดอุบัติเหตุได้ถึงร้อยละ 75.00
3. จำนวนครั้งที่เกิดอุบัติเหตุขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการทำงานของครู ขนาดของโรงเรียนและขนาดของชั้นเรียน โดยพบว่าถ้ามีนักเรียนในชั้นเรียนมากจะเกิดอุบัติเหตุมาก
4. วิชาเคมีและวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพจะเกิดอุบัติเหตุมากกว่าวิชาฟิสิกส์
5. อุบัติเหตุเกิดขึ้นกับนักเรียนระดับ 3 มากกว่าระดับ 4 ถึง 1.83 เท่า
6. ห้องเรียนที่ใช้เรียนบรรยาย และปฏิบัติรวมกันจะเกิดอุบัติเหตุมากกว่าห้องเรียนที่ใช้ปฏิบัติการเพียงอย่างเดียว
7. อัตราส่วนพื้นที่ในห้องต่อนักเรียนเพิ่มขึ้น จะเกิดอุบัติเหตุลดลงและถ้าห้องปฏิบัติการมีอัตราส่วนพื้นที่ต่อนักเรียนมากกว่า 40 ตารางฟุตต่อนักเรียน 1 คน จะเกิดอุบัติเหตุน้อย
8. ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นระหว่าง
  - 8.1 ครูที่มีความรู้ และ ไม่รู้ในเรื่องการรับผิดชอบตามกฎหมาย
  - 8.2 โรงเรียนที่มีและไม่มี การรักษาความปลอดภัยในโรงเรียน
  - 8.3 ครูที่ได้รับการอบรมและไม่ได้รับการอบรมด้านความปลอดภัย

ในห้องปฏิบัติการ

จอห์นสัน ยูโด จอห์น เอกโป (Ekpo 1981: 3516A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การสำรวจเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทดลองเคมีในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย" ของรัฐอลาบามา ประเทศสหรัฐอเมริกา และเสนอชุดการสอนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทดลองเคมี ตัวอย่างประชากรคือ ครูที่สอนเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 52 คน จากโรงเรียนระดับ 9-12 ของรัฐอลาบามา ดำเนินการวิจัยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถาม ผลปรากฏว่า

1. ครูร้อยละ 73 มีความเห็นว่าชุดการสอนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทดลองเคมีสำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นสิ่งจำเป็น
2. นักเรียนส่วนมากขาดความรู้ที่ถูกต้องในการใช้ประโยชน์ของเครื่องมือในการป้องกันอุบัติเหตุ และขาดความรู้เกี่ยวกับอันตรายจากเครื่องมือและอุปกรณ์
3. โรงเรียนส่วนมากมีการเก็บสารเคมี และการทำลายสารเคมีด้วยวิธีการที่ไม่เหมาะสม
4. ครูขาดการบันทึกเกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น หลายโรงเรียนมีเครื่องมือปฐมพยาบาลไม่เพียงพอ และขาดคนที่จะทำหน้าที่ปฐมพยาบาลในชั้นต้น

โจแอน มอร์แกน ดอมโบรวสกี (Dombrowski 1983: 720-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ผลจากการให้ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติอย่างปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนระดับมัธยมศึกษา แผนกวิทยาศาสตร์" ตัวอย่างประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 19 ห้องเรียน ซึ่งเรียนวิชาชีววิทยาและเคมี ดำเนินการวิจัยโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม ทั้ง 2 กลุ่มนี้จะมีการทดสอบก่อนการทดลอง หลังจากนั้น ให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยแก่กลุ่มทดลองเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย หลังจากนั้นนำทั้ง 2 กลุ่มมาทดสอบหลังจากทดลองเสร็จแล้ว โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มขณะปฏิบัติการทดลองซึ่งทำติดต่อกันหลายสัปดาห์ แล้วนำผลบันทึกพฤติกรรมมาวิเคราะห์ทางสถิติ ผลปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติอย่างปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีพฤติกรรมในการปฏิบัติตนอย่างปลอดภัยในการทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม

เบอร์ริล มาโจรี เลเซอร์ เครเมอร์ (Kramer 1984: 1358-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความปลอดภัยกับการปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัยของครูตามการรับรู้ของนักเรียน" ตัวอย่างประชากรคือ ครูวิทยาศาสตร์สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาจำนวน 145 คน และนักเรียนที่สอนโดยครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรจำนวน 8,003 คน ดำเนินการวิจัยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้แบบวัดความรู้ของครูเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และแบบวัดการรับรู้

ของนักเรียนเกี่ยวกับการปฏิบัติตนของครู เพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ผลปรากฏว่า  
คะแนนของความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยของครู ไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนการรับรู้ของ  
นักเรียนเกี่ยวกับการปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัย

จากการวิจัยในต่างประเทศเท่าที่กล่าวมานี้จะเห็นว่า โรงเรียนส่วนใหญ่มีอุบัติเหตุ  
เกิดขึ้นน้อย ที่มีอุบัติเหตุเนื่องจาก ครูไม่ทราบหน้าที่ ความรับผิดชอบในระหว่างสอน และ  
ไม่บันทึกอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น มีเครื่องมือปฐมพยาบาลไม่เพียงพอขาดเครื่องมือปฐมพยาบาลเบื้องต้น  
นักเรียนส่วนมากขาดความรู้เกี่ยวกับอันตรายจากอุปกรณ์และการใช้เครื่องมือ ในการป้องกัน  
อุบัติเหตุ อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดจาก ความร้อน เครื่องแก้ว และสารเคมี จำนวนครั้ง  
ที่เกิดอุบัติเหตุขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการทำงานของครู ขนาดของโรงเรียนและขนาดของ  
ชั้นเรียน จำนวนนักเรียนในชั้นมากมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นมาก ห้องที่ใช้เรียนปฏิบัติการโดยเฉพาะ  
มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นน้อยกว่าห้องที่เรียนบรรยายและปฏิบัติการรวมกัน

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศพบที่มีการสำรวจเกี่ยวกับ  
ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น สาเหตุที่ทำให้  
เกิดอุบัติเหตุ และความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย แต่ยังไม่มีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดสภาพ  
ของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้ปลอดภัยจากอุบัติเหตุ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย