

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พุทธศักราช 2524 จำแนกตามประเภทโรงเรียน ระดับชั้น เพศของครู ลักษณะของห้องปฏิบัติการเคมี ครูที่ได้รับการอบรมและครูที่ไม่ได้รับการอบรมการสอนเคมี ลักษณะของอุบัติเหตุ สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ ตลอดจนการป้องกันและการแก้ไขอุบัติเหตุ และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ การป้องกันและการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองเคมีของครูเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2525 ในเขตกรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ครูเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม. 4 และ ม. 5) ปีการศึกษา 2525 จากโรงเรียนรัฐบาล สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างประชากรโรงเรียนแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ให้ได้โรงเรียนจำนวน 2 ใน 3 ส่วนของโรงเรียนทั้งหมด ปรากฏว่าได้โรงเรียนสหศึกษาจำนวน 39 โรงเรียน โรงเรียนชายจำนวน 12 โรงเรียน โรงเรียนหญิงจำนวน 8 โรงเรียน ได้จำนวนโรงเรียนทั้งสิ้น 59 โรงเรียน ซึ่งครูทุกคนที่ทำการสอนเคมีระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 และระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนที่สุ่มได้ทั้งหมดเป็นตัวอย่างประชากรครู รวมทั้งสิ้น 130 คน และใช้ห้องเรียนทุกห้องซึ่งครูเคมีทุกคนที่สุ่มได้ทำการสอนอันเป็นแหล่งข้อมูลของการเกิดอุบัติเหตุ เป็นตัวอย่างประชากรห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 376 ห้องเรียน เป็นห้องเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 205 ห้องเรียน และห้องเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 171 ห้องเรียน แต่เมื่อตรวจสอบตามฉบับสมบูรณ์ พบว่า ได้ประชากรครูเคมีที่จะใช้ในการวิจัยรวมทั้งสิ้น 127 คน และประชากรห้องเรียน 365 ห้องเรียน เป็นห้องเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 198 ห้องเรียน และห้องเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 167 ห้องเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างเอง โดยพัฒนามาจากแบบสอบถามของ ภัทรจันทร์ ใจสว่าง แบบสอบถามฉบับนี้มี 5 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามแบบตรวจคำตอบและเติมข้อความเกี่ยวกับสภาพของชุมชนแบบสอบถามและการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการเคมี

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามแบบตรวจคำตอบและเติมข้อความเกี่ยวกับการเกิดอุบัติเหตุ ลักษณะของอุบัติเหตุ และสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุจากการทดลองเคมี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 และระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามแบบตรวจคำตอบและเติมข้อความเกี่ยวกับการป้องกันอุบัติเหตุจากการทดลองเคมีในห้องปฏิบัติการ

ตอนที่ 4 เป็นแบบสอบถามปลายเปิดเกี่ยวกับการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองเคมี

ตอนที่ 5 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับอุบัติเหตุจากการทดลอง วิธีการป้องกันและแก้ไขอุบัติเหตุจากการทดลองเคมี

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับครูเคมีจำนวน 10 คน เพื่อนำมาปรับปรุงข้อความที่บกพร่อง แล้วนำแบบสอบถามไปใช้กับตัวอย่างประชากรครูเคมี และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ดังนี้

1. วิเคราะห์สภาพภาพของตัวอย่างประชากรครูเคมี และสภาพทั่วไปเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการเคมี โดยการแจกแจงความถี่และคำนวณค่าร้อยละ
2. วิเคราะห์จำนวนโรงเรียนและค่าร้อยละของจำนวนโรงเรียนที่มีห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะ
3. วิเคราะห์อัตราการเกิดอุบัติเหตุและอัตราสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ โดยวิเคราะห์อัตราการเกิดอุบัติเหตุ จำแนกตามประเภทโรงเรียน ระดับชั้น เพศของครู ลักษณะของห้องปฏิบัติการเคมี ครูที่ได้รับการอบรมการสอนเคมีและครูที่ไม่ได้รับการอบรมการสอน

เคมีในระดับชั้นที่ทำการสอน ลักษณะของอุบัติเหตุ และวิเคราะห์หาค่าสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ จำแนกตามลักษณะของสาเหตุ ได้แก่ ผู้ทดลองเดินเลอ ผู้ทดลองซาดทักษะ ผู้ทดลองไม่ปฏิบัติตามคำสั่ง เครื่องมือทดลองบกพร่อง คำชี้แจงในการทดลองไม่ชัดเจน ไม่มีผู้ควบคุม เป็นต้น

4. รวบรวมคำตอบของครูเคมีเกี่ยวกับการป้องกันและการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองเคมี โดยการสรุปรวบรวมและแจกแจงความถี่

5. รวบรวมข้อเสนอแนะของครูเคมีเกี่ยวกับสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ การป้องกันและการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองเคมี โดยการสรุปรวบรวมและแจกแจงความถี่

#### ขอคนพบ

1. จากการสำรวจสถานภาพของครูเคมีพบว่า จำนวนตัวอย่างประชากรครูเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในเขตกรุงเทพมหานคร มีครูที่เป็นเพศหญิงมากกว่าครูที่เป็นเพศชาย คือ มีเพศหญิงทั้งสิ้น ร้อยละ 71.65 ครูเคมีส่วนมากมีวุฒิปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 90.55 ส่วนมากศึกษาวิชาเอกเคมีหรือวิชาโทเคมี คือ ร้อยละ 89.76 ครูเคมีส่วนมากศึกษาวิชาเอกเคมี คือ ร้อยละ 88.19 ของตัวอย่างประชากรครูเคมีทั้งหมด ส่วนมากทำการสอนเคมีระหว่าง 1-5 ปี คิดเป็นร้อยละ 60.63 ทำการสอน 2 ระดับชั้น ร้อยละ 64.57 มีชั่วโมงสอน 15-18 คาบ/สัปดาห์ เป็นจำนวนมาก คือ คิดเป็นร้อยละ 60.63 ครูเคมีส่วนมากเคยเข้ารับการอบรมการสอนเคมีในระดับชั้นที่ทำการสอน คิดเป็นร้อยละ 73.23

ในด้านการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการเคมี พบว่า ครูเคมีส่วนมากให้นักเรียนทดลองไม่ครบทุกการทดลองที่มีในหนังสือแบบเรียน คือ คิดเป็นร้อยละ 72.44 สำหรับเหตุผลของครูเคมีที่ให้นักเรียนทำการทดลองไม่ครบทุกการทดลอง เรียงลำดับตามความถี่ของคำตอบจากมากไปหาน้อย 4 ประการแรก คือ ซาดวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมี มีอันตรายมาก สอนไม่ทันและผลจากการทดลองนำมาสรุปไม่ได้ ส่วนเหตุผลที่ครูเคมีสอนวิชาเคมีเรียงลำดับตามความถี่ของคำตอบจากมากไปหาน้อย 4 ประการแรก คือ รักและสมัครใจที่จะสอน เป็นวิชาที่ถนัดมากที่สุด ผู้บังคับบัญชามอบหมายให้สอน และต้องการปรับปรุงตนเองเกี่ยวกับวิชาเคมี สิ่งที่จะเป็นประโยชน์ต่อการสอนปฏิบัติการเคมีตามความต้องการของครูเคมี เรียงลำดับตามความถี่

ของคำตอบของครูเคมีจากมากไปหาน้อย 4 ประการแรก คือ การอบรมหรือสัมมนา ศูนย์ซ่อมและสร้างอุปกรณ์ ห้องปฏิบัติการเคมีที่ถูกต้อง และศูนย์จัดหาวัสดุอุปกรณ์ และพบว่าโรงเรียนส่วนใหญ่ห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะ

2. ข้อมูลด้านอัตราการเกิดอุบัติเหตุจากการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปีการศึกษา 2525 นั้น สรุปได้ดังนี้ คือ

2.1 การปฏิบัติการเคมีในโรงเรียนสหศึกษามืออัตรการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีในโรงเรียนชายและโรงเรียนหญิง คือ มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 0.99 ครั้ง/ห้อง/ปี

2.2 การปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูเพศชายมืออัตรการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูเพศหญิง คือ มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 1.26 ครั้ง/ห้อง/ปี

2.3 การปฏิบัติการเคมีในห้องปฏิบัติการที่ไม่ใช่ห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะมืออัตรการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีในห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะ คือ มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 1.14 ครั้ง/ห้อง/ปี

2.4 การปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูที่ไม่เคยเข้ารับการอบรมการสอนเคมีในระดับชั้นที่สอน มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูที่เคยเข้ารับการอบรมการสอนเคมีในระดับชั้นที่สอน

2.5 การปฏิบัติการเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 คือ มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 1.21 ครั้ง/ห้อง/ปี

2.6 การปฏิบัติการเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รวมทั้งสิ้น 28 การทดลอง พบว่า มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 21 การทดลอง มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 1.21 ครั้ง/ห้อง/ปี ลักษณะอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ "ถูกความร้อนลวก" สาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุมากที่สุด คือ "ฉุนทดลองเงินเจือ" บทเรียนที่เกิดอุบัติเหตุมากที่สุด คือ บทเรียนเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ" ซึ่งเกิดอุบัติเหตุทั้งหมด 5 การทดลอง มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 0.374 ครั้ง/ห้อง/ปี

2.7 การปฏิบัติการเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รวมทั้งสิ้น 29 การทดลอง พบว่า มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 18 การทดลอง มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 0.63 ครั้ง/ห้อง/ปี ลักษณะอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ "ถูกสารเคมีกัด" สาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุมากที่สุด คือ "ดูทดลองเดินเลอ" บทเรียนที่เกิดอุบัติเหตุมากที่สุด คือ บทเรียนเรื่อง "สมดุลเคมี" ซึ่งเกิดอุบัติเหตุทั้งหมด 4 การทดลอง มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 0.216 ครั้ง/ห้อง/ปี

2.8 อัตราการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองเคมี เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย คือ

- 1) ถูกสารเคมีกัด และถูกความร้อนลวก มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุอย่างละ 0.247 ครั้ง/ห้อง/ปี
- 2) เกิดสารพิษ มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 0.206 ครั้ง/ห้อง/ปี
- 3) ไฟไหม้ มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 0.096 ครั้ง/ห้อง/ปี
- 4) ของมีคมบาด มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 0.044 ครั้ง/ห้อง/ปี
- 5) ลุกโป่งแตก มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 0.038 ครั้ง/ห้อง/ปี
- 6) ระเบิด มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 0.027 ครั้ง/ห้อง/ปี
- 7) หลอดทดลองแตก มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 0.016 ครั้ง/ห้อง/ปี
- 8) ป้อนหลอดเข้าจุก มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 0.008 ครั้ง/ห้อง/ปี
- 9) หมอนหุ้มนิ้ว มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 0.006 ครั้ง/ห้อง/ปี
- 10) เครื่องมือลมนแตก ไฟดูด ถ่านกระเด็นเข้าตา และเทอร์โมมิเตอร์แตก มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุอย่างละ 0.003 ครั้ง/ห้อง/ปี

ลักษณะอุบัติเหตุลำดับที่ 1 ถึง 3 จะพบทั้งระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ส่วนลักษณะอุบัติเหตุลำดับอื่น ๆ จะพบเฉพาะระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หรือระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่านั้น ส่วนลำดับที่และอัตราการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละลักษณะที่เกิดขึ้นในแต่ละระดับชั้นจะแตกต่างกัน

3. อัตราสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุจากการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2525 เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย คือ

1. ผู้ทดลองเดินเลื้อย มีอัตราสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ 0.367 ครั้ง/  
ห้อง/ปี
2. ผู้ทดลองไม่ปฏิบัติตามคำสั่ง มีอัตราสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ 0.263  
ครั้ง/ห้อง/ปี
3. ผู้ทดลองขาดทักษะ มีอัตราสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ 0.203 ครั้ง/  
ห้อง/ปี
4. เครื่องมือทดลองบกพร่อง มีอัตราสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ 0.178  
ครั้ง/ห้อง/ปี
5. คำชี้แจงในการทดลองไม่ชัดเจน มีอัตราสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ  
0.022 ครั้ง/ห้อง/ปี
6. ไม่ได้จัดอุปกรณ์ตามแบบเรียน มีอัตราสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ  
0.014 ครั้ง/ห้อง/ปี
7. ไม่มีผู้ควบคุม มีอัตราสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ 0.011 ครั้ง/ห้อง/ปี
8. ถ่านที่ใช้ไม่ดี มีอัตราสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ 0.003 ครั้ง/ห้อง/ปี

สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุลำดับที่ 1 ถึง 4 จะพบทั้งระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ส่วนสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุลำดับที่อื่น ๆ จะพบเฉพาะระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หรือ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่านั้น และพบว่าลำดับที่ 1 ของสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละระดับชั้นและโดยส่วนรวมจะเหมือนกัน แต่มีอัตราสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุต่างกัน ส่วนลำดับที่และอัตราสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุอื่นในแต่ละชั้นจะแตกต่างกัน

สำหรับสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุที่ครูเคมีส่วนมากให้ข้อเสนอแนะไว้ คือ เนื่องจากนักเรียน รองลงมา คือ เนื่องจากอุปกรณ์

5. ในด้านการป้องกันและการแก้ไขอุบัติเหตุจากการทดลองของครูเคมี ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2525 นั้น สรุปได้ดังนี้

5.1 การป้องกันอุบัติเหตุจากการทดลองเคมี ตามความถี่ในการตอบของครูเคมี เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย 7 ประการแรก คือ

- 1) อธิบายสมบัติของสาร เคมีและวิธีใช้ที่นักเรียนไม่คุ้นเคยก่อนใช้ทุกครั้ง
- 2) ความคุ้มครองแลนักเรียนขณะทำการทดลองอย่างทั่วถึงทุกครั้ง
- 3) ปกนีสัยนักเรียนให้ทำความสะอาดเครื่องมือ และอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพสะอาดเรียบร้อยอย่างถูกต้องทุกครั้งที่ใช้เสร็จ
- 4) ดูแลนักเรียนให้รักษาโต๊ะ เก้าอี้ และห้องปฏิบัติการให้เป็นระเบียบ

เสมอ

- 5) ภายในห้องปฏิบัติการมีแสงสว่างจากภายนอกและไฟฟ้าเพียงพอ
- 6) ก่อนเริ่มเรียนวิชาเคมี ครูใช้เวลาอย่างน้อย 1 คาบ อธิบายให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับความปลอดภัย วิธีการป้องกันและแก้ไขอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลอง
- 7) ตรวจสอบการทดลองและเครื่องมือทดลองให้อยู่ในสภาพดีก่อนการทดลองทุกครั้ง

สำหรับการป้องกันอุบัติเหตุที่ครูเคมีส่วนมากให้ขอเสนอแนะไว้ คือ ก่อนทำการทดลองทุกครั้งควรชี้แจงข้อควรระวัง และอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ และความคุ้มครองแลนักเรียนขณะทำการทดลองอย่างใกล้ชิด

5.2 การแก้ไขอุบัติเหตุจากการทดลองเคมี จำแนกตามลักษณะอุบัติเหตุ พบว่าครูเคมีแก้ไขอุบัติเหตุลักษณะต่าง ๆ เรียงตามลำดับความถี่ในการตอบของครูเคมี ดังนี้

#### 1) ไฟไหม้

ก. ไฟไหม้ที่เกิดจากแอลกอฮอล์ แก้ไขโดยใช้น้ำเปียกผ้าคลุมทับบริเวณไฟไหม้ และใช้น้ำหนา ๆ หรือกระสอบป่านคลุมทับบริเวณไฟไหม้

ข. ไฟไหม้ที่เกิดจากสารเคมี แก้ไขโดยใช้ทรายกลบ และใช้เครื่องดับเพลิง

ค. ไฟไหม้ที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ยังมีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่ แก้ไขโดยปิดสวิตช์หรือตัดคัทเอาท์ และใช้เครื่องดับเพลิง

#### 2) ถูกสารเคมีกัด

ก. กรดถูกผิวหนัง แก้ไขโดยใช้น้ำล้างมาก ๆ และใช้น้ำและสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตล้าง

ข. เบสถูกผิวหนัง แก้ไขโดยใช้น้ำล้างมาก ๆ และใช้น้ำและสาร

ละลายกรดอะซิติคหรือกรดโบรวิกล้าง

- 3) ถูกของมีคมบาด แก๊สโดยปฐมพยาบาลเบื้องต้นแล้วส่งโรงพยาบาล และทำความสะอาดแผลควายน้ำหรือยาล้างแผลแล้วใส่ยา
- 4) เกิดสารพิษ แก๊สโดยให้นักเรียนออกไปห่าง ๆ และเปิดประตู หน้าต่าง เพื่อให้ลมพัดถ่ายเทออกนอกห้อง
- 5) ถูกความร้อนลวก แก๊สโดยให้ย้ายแก่ไฟลวกทาบบริเวณที่ถูกความร้อน ลวก และนำส่งโรงพยาบาล
- 6) ระเบิด แก๊สโดยนำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลถ้าได้รับบาดเจ็บมาก และให้นักเรียนออกไปห่าง ๆ

### อภิปรายผลการวิจัย

1. จากการศึกษาอัตราการเกิดอุบัติเหตุจากการทดลองเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอน ปลาย ปีการศึกษา 2525 พบว่า โรงเรียนสหศึกษามีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าโรงเรียน ชายและโรงเรียนหญิง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ในการทดลองนั้นนักเรียนเพศเดียวกันมีความร่วมมือ ในการทดลอง การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และความตั้งใจในการทดลองที่กว่านักเรียนต่าง เพศที่ทำการทดลองร่วมกัน อีกประการหนึ่งก็คือ จากการวิจัยในครั้งนี้ ปรากฏว่า โรงเรียน สหศึกษามีห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะน้อยกว่าโรงเรียนชายและโรงเรียนหญิง เมื่อคิดค่าร้อยละ ของจำนวนห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะของโรงเรียนแต่ละประเภท และพบว่าการทดลองเคมีที่ ทำในห้องปฏิบัติการที่ไม่ใช่ห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะ มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการทดลอง เคมีที่ทำในห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะ จึงอาจจะเป็นไปได้ว่าเนื่องจากโรงเรียนสหศึกษามีห้อง ปฏิบัติการเคมีเฉพาะน้อยกว่าโรงเรียนชายและโรงเรียนหญิง จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้อัตราการ เกิดอุบัติเหตุสูงกว่าโรงเรียนชายและโรงเรียนหญิง

ส่วนสาเหตุที่การทดลองในโรงเรียนชายมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าในโรงเรียน หญิง และการทดลองที่สอนโดยครูชายมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการทดลองที่สอนโดยครูหญิง นั้น อาจเป็นเพราะ เพศชายมีความอดทน ความรอบคอบละเอียดถี่ถ้วนและระมัดระวังในสิ่ง เล็ก ๆ น้อย ๆ บางอย่างน้อยกว่าเพศหญิง บางการทดลองครูจะต้องอธิบายวิธีทดลองและ เทคนิคบางประการให้นักเรียนเข้าใจ ถ้าละเอียดก็อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ การควบคุมดูแล



นักเรียนขณะทำการทดลองอย่างใกล้ชิดก็อาจจะช่วยลดอุบัติเหตุได้ สาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้การทดลองของนักเรียนชายมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าของนักเรียนหญิงก็คือ อาจเป็นเพราะนักเรียนชายระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งอยู่ในช่วงวัยรุ่น มีความกึกกະนอง และชอบทำในสิ่งที่เสี่ยงอันตรายมากกว่านักเรียนหญิง มีความอยากรู้อยากเห็น ชอบทำการทดลองแปลกๆ โดยไม่คำนึงถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นก็เป็นได้

สำหรับการทดลองในห้องปฏิบัติการที่ไม่ใช่ห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะ มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะ อาจมีสาเหตุมาจากห้องปฏิบัติการที่ไม่ใช่ห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะนั้นมีสภาพไม่เอื้ออำนวยในการทดลอง เช่น อาจจะมีอ่างน้ำไม่เพียงพอ ไม่มีที่ทิ้งสารเคมีเฉพาะ ไม่มีตู้ควัน ไม่มีเครื่องอำนวยความสะดวก โต๊ะและเก้าอี้ อาจจะมีสภาพไม่เหมาะสมในการทดลอง การเก็บรักษาและการเคลื่อนย้ายสารเคมีและวัสดุอุปกรณ์อาจทำได้ไม่คล่อง ขนาดของห้องอาจจะเล็กเกินไป จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุและมีอันตรายเกิดขึ้นในขณะทำการทดลอง นอกจากนี้ถ้าเป็นห้องที่ใช้ในการเรียนวิชาอื่นอีกด้วย ก็อาจทำให้เกิดปัญหาขึ้นได้ เช่น การจัดโต๊ะ เก้าอี้ อาจมีการเคลื่อนย้าย วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่เก็บไว้ภายในห้องอาจเกิดการชำรุดและเสียหายได้ เพราะนักเรียนที่เข้าไปเรียนภายในห้อง อาจจะไปหยิบจับอุปกรณ์หรือสารเคมี ซึ่งอาจจะทำให้อุปกรณ์เกิดการชำรุดเสียหายโดยครูเคมีไม่ทราบ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่ายเมื่อมีการทดลองเคมี

ส่วนการทดลองที่สอนโดยครูที่ไม่เคยเข้ารับการอบรมการสอนเคมีในระดับชั้นที่สอน มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการทดลองที่สอนโดยครูที่เคยเข้ารับการอบรมการสอนเคมีในระดับชั้นที่สอนทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจาก ในการอบรมการสอนเคมีซึ่งทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องจัดขึ้นนั้น ได้เปิดการอบรมเพื่อให้ความรู้แก่ครูในค่านหลักสูตร เนื้อหาวิชา วิธีทดลอง สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ตลอดจนผลการทดลองและความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ซึ่งถึงแม้ว่าจะไม่ได้เน้นถึงเรื่องการเกิดอุบัติเหตุและความปลอดภัยในการทดลองก็ตาม แต่ก็ทำให้ครูได้รับความรู้เกี่ยวกับการสอนเคมีเพิ่มเติม ทำให้เกิดความมั่นใจในการสอนเคมี และสามารถมองเห็นปัญหาข้อผิดพลาดและอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการทดลอง จึงสามารถเตรียมการป้องกันไว้ล่วงหน้าก่อนให้นักเรียนทำการทดลอง เช่น มีการอธิบาย แนะนำ เทคนิคในการทดลองอย่าง

ปลอดภัย และชี้แนะถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้น เพื่อให้เด็กเรียนได้เพิ่มความระมัดระวังในขณะทำการทดลอง ซึ่งทำให้ช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุให้น้อยลง

2. จากการศึกษาอัตราการเกิดอุบัติเหตุจากการทดลองเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2525 พบว่า ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บทเรียนที่มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุดคือ บทที่ 5 เรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของธาตุ" ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บทเรียนที่มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุดคือ บทที่ 10 เรื่อง "สมดุลเคมี" ซึ่งบทเรียนที่เกิดอุบัติเหตุมากที่สุดของแต่ละระดับชั้น จะเป็นบทเรียนที่มีการทดลองมาก การทดลองที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นก็มาก ชนิดและปริมาณของสารเคมีตลอดจนความถี่ในการใช้สารเคมีก็มาก เช่นเดียวกัน อีกทั้งเทคนิคในการใช้วัสดุอุปกรณ์ก็มีความซับซ้อนด้วย

นอกจากนี้ยังพบอีกด้วยว่าการทดลองในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจาก นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีอายุประสบการณ์ในการทดลอง และทักษะในการใช้เครื่องมือและสารเคมีน้อยกว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังที่ ที อาร์ แมคเบธ (Macbeth 1974: 51) กล่าวว่า "ทักษะในการใช้อุปกรณ์ของนักเรียนขึ้นอยู่กับอายุ และการพัฒนาระดับสติปัญญา" ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ โคนัลด์ เทวิส วูดเบิร์น (Woodburn 1981: 1089A-1090A) ที่พบว่า อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับนักเรียนระดับ 3 มากกว่าอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับนักเรียนระดับ 4 และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ภัทรจันทร์ ใจสว่าง (2524) ซึ่งพบว่าการทดลองวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีจำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ส่วนสาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้การทดลองในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก็คือ จำนวนการทดลองที่มีอุบัติเหตุขึ้นในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีมากกว่าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 คือ ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 21 การทดลอง ส่วนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 18 การทดลอง นอกจากนี้ อาจมีสาเหตุมาจากการทดลองในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการทดลองที่ต้องใช้เชื้อเพลิงและพลังงานความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้องถึง 15 การทดลอง แต่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีจำนวนการทดลองที่ต้องใช้เชื้อเพลิงและพลังงานความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้องน้อยกว่าคือ 9 การทดลอง จึงอาจทำให้การทดลองในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มี

อัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการทดลองในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ กัทรจันทร์ ใจสว่าง ซึ่งพบว่า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีจำนวนการทดลองที่ใช้เชื้อเพลิงและพลังงานความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้องมากกว่าในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และปรากฏว่า การทดลองในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีจำนวนครั้งของอุบัติเหตุรวม และอุบัติเหตุไฟไหม้เกิดขึ้นมากกว่าในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. อัตราลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมากที่สุดในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คือ "ถูกความร้อนลวก" ส่วนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อัตราลักษณะอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ "ถูกสารเคมีกัด" จะเห็นว่า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อัตราลักษณะอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ "ถูกความร้อนลวก" ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการทดลองในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการทดลองที่ต้องใช้ตะเกียงอัลกอฮอล์เพื่อต้มและเผาสารถึง 15 การทดลอง และบางการทดลองต้องมีการต้มของเหลวให้เดือดเป็นเวลานาน ประกอบกับนักเรียนอาจขาดทักษะในการต้มของเหลวคือ อาจให้ความร้อนมากเกินไปหรือไม่ได้ใส่เศษกระเบื้อง จึงอาจทำให้ของเหลวเดือดพุ่งขึ้นมา อีกทั้งนักเรียนอาจจะหือปากหลอดทดลองไปทางด้านที่มีคนอยู่หรือนักเรียนหันหน้าลงไปยังเขตใด ๆ ปากหลอดทดลอง หรืออาจเป็นเพราะนักเรียนเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ไม่ตรงกับงานที่จะใช้ เช่น นำหลอดทดลองหรือบีกเกอร์ที่ไม่ทนไฟมาใส่สารที่ให้ความร้อน ซึ่งอาจจะแตกได้งายขณะทดลอง การรินของเหลวที่ร้อนออกจากหลอดทดลองหรือบีกเกอร์ด้วยวิธีที่อาจทำให้ถูกของเหลวร้อนนั้นลวกได้เช่นเดียวกัน

ส่วนลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมากที่สุดในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 คือ "ถูกสารเคมีกัด" ซึ่งตรงกับผลการวิจัยของ กัทรจันทร์ ใจสว่าง (2525) ที่พบว่า ลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมากที่สุดในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 คือ "ถูกสารเคมีกัด" ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการทดลองในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีการทดลองที่ต้องใช้สารพวกกรด เบสหรือสารที่มีฤทธิ์กัดถึง 24 การทดลอง บางการทดลองมีการใช้สารจำพวกนี้ที่เข้มข้นสูงในปริมาณมาก บางการทดลองมีการใช้สารจำพวก กรด เบสหลายชนิด และหลายครั้ง การใช้สารประเภทกรด เบสหรือสารที่มีฤทธิ์กัดที่มีความเข้มข้นสูงและใช้อยู่น้อย ๆ อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุ



โค่งาย คือ ถูกสารเคมีกัด

4. อัตราลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลอง เคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย 4 อย่าง คือ ถูกสารเคมีกัด เกิดสารพิษ ไฟไหม้ และของมีคมบาด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ โคนัลด์ เควส วูดเบิร์น (Woodburn 1981: 1089A-1090A) ที่พบว่า อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นร้อยละ 80.72 เกิดจากการทดลองที่ใช้ความร้อน เครื่องแก้ว และสารเคมี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในการทดลองเคมีมักจะต้องมีการใช้เชื้อเพลิง สารไวไฟ หลังงานความร้อน อุปกรณ์พวกเครื่องแก้ว และสารเคมี ซึ่งถ้าผู้ทดลองไม่มีความระมัดระวัง ซาดความรู้และทักษะในการใช้ ตลอดจนคุณภาพของวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีไม่ดีพอ ก็อาจจะทำให้เกิดอุบัติเหตุในลักษณะต่าง ๆ กันได้

เป็นที่น่าสังเกตว่า อัตราการเกิดอุบัติเหตุจากการทดลองเคมีในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม. 4 และ ม. 5) ตามหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในโรงเรียนรัฐบาล ปีการศึกษา 2525 นั้น มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุเฉลี่ย 0.95 ครั้ง/ห้อง/ปี ซึ่งจะเห็นว่ามีความน้อย ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจาก

1) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งทำหน้าที่เขียนหลักสูตรเคมี ได้พยายามออกแบบการทดลองที่มีการใช้สารเคมี วัสดุอุปกรณ์และเทคนิคการทดลอง ที่ก่อให้เกิดความปลอดภัยให้มากที่สุด ในขณะที่ทำการทดลอง นอกจากนี้ในปี พ.ศ. 2521 สาขาวิจัยและประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ทำการติดตามผลการใช้หลักสูตรวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อหาทางแก้ไขปัญหาและข้อบกพร่อง ซึ่งต่อมาในปี พ.ศ. 2524 ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก็ได้ทำการปรับปรุงหลักสูตรวิชาเคมี โดยมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขเนื้อหาและการทดลองบางเรื่อง มีการเปลี่ยนสารเคมีบางชนิด และอุปกรณ์บางชิ้น ซึ่งอาจทำให้ความปลอดภัยยิ่งขึ้นในการทดลอง นอกจากนี้ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังได้เปิดการอบรมให้ความรู้กับครูเคมีเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของหลักสูตร แนะนำเทคนิคการทดลอง การใช้อุปกรณ์และสารเคมี ทำให้ครูได้มีโอกาสศึกษามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและช่วยกันแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ด้วย ซึ่งทำให้ครูมีความรู้และความมั่นใจในการสอนปฏิบัติการ เคมีมากยิ่งขึ้น สามารถมองเห็นปัญหาที่อาจเกิดขึ้น และเตรียมการป้องกันไว้ล่วงหน้าเป็นอย่างดี อุบัติเหตุที่

## เกิดขึ้นจึงมีน้อย

2) จากการวิจัยพบว่า ครูเคมีส่วนมากให้นักเรียนทำการทดลองที่มีในหนังสือแบบเรียนไม่ครบ โดยมีสาเหตุมาจากการขาดแคลนวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี บางการทดลองมีอันตรายมาก ครูสอนไม่ทัน และผลจากการทดลองนำมาสรุปไม่ได้ ดังนั้น จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อัตราการเกิดอุบัติเหตุจากการทดลอง เคมีมีค่าน้อย

3) ในปัจจุบันมีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับอันตรายจากสารพิษกันอย่างกว้างขวาง และมีการชี้แจงถึงอันตรายที่จะเกิดขึ้น ซึ่งอาจทำให้ทั้งผู้บริหารโรงเรียน ครูและนักเรียนได้เข้าใจและมองเห็นความสำคัญในด้านความปลอดภัยจากการทดลองเคมี จึงอาจจะมีการเตรียมการป้องกันและการแก้ไขอุบัติเหตุไว้ล่วงหน้าเป็นอย่างดี และมีความระมัดระวังละเอียดรอบคอบ ในขณะที่ทำการทดลองมากยิ่งขึ้น เพราะกลัวอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับผู้ทำการทดลองและผู้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง

5. อัตราสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุจากการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2525 เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย 4 ประการแรก คือ ผู้ทดลองเดินเลื้อย ผู้ทดลองไม่ปฏิบัติตามคำสั่ง ผู้ทดลองขาดทักษะ และเครื่องมือทดลองบกพร่อง พบว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุทั้งในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 และระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 สาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในอัตราสูงที่สุดในแต่ละระดับชั้นและโดยส่วนรวม คือ "ผู้ทดลองเดินเลื้อย" ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ภัทรจันทร์ ใจสว่าง ที่พบว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้งมากที่สุดในการทดลองวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยส่วนรวมและในแต่ละระดับชั้น คือ "ผู้ทดลองเดินเลื้อย" และสอดคล้องกับที่ เสรี ไทรรัตน์ (2518: 2) ซึ่งได้กล่าวว่า "อุบัติเหตุ มักจะเกิดจากความเดินเลื้อย ความสะเพร่า ความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ และการไม่เอาใจใส่ของผู้ทำการทดลอง" สาเหตุที่ผู้ทดลองเดินเลื้อย อาจเป็นเพราะ การเรียนการสอนในโรงเรียนนั้น ได้กำหนดระยะเวลาในชั่วโมงเรียนไว้แน่นอน ทำให้การทดลองในบางครั้งต้องเร่งรีบให้เสร็จทันเวลา จึงอาจทำให้การใช้สารเคมีและอุปกรณ์ผิดพลาดได้ เช่น ใช้สารไม่ตรงกับชนิดหรือปริมาณตามที่กำหนดไว้ ทำสารเคมีหก ซึ่งอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ อีกประการหนึ่งก็คือ นักเรียนกำลังอยู่ในวัยศึกษาค้นคว้า ในการทำสิ่งใด ๆ ก็ตามมักจะประมาท ขาดการไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ไม่คำนึงถึงอันตรายที่จะเกิดขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้เช่นเดียวกัน

ผู้ทดลองไม่ปฏิบัติตามคำสั่ง เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย อาจเป็นเพราะการใช้สารเคมีและอุปกรณ์บางชนิดต้องมีเทคนิคในการใช้ ถ้านักเรียนไม่ปฏิบัติตามคำสั่ง อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ การใช้สารบางชนิด เช่น การใช้โลหะโซเดียมในปริมาณที่ผิดจากที่กำหนดก็อาจเป็นอันตราย โลหะโซเดียมที่เหลือจากการจัดไปใช้ของรีบนำกลับคืนขวดเดิมอย่าให้ถูกความชื้นหรือก๊าซออกซิเจนเป็นเวลานาน เพราะจะทำปฏิกิริยากันรุนแรงเนื่องจากเป็นสารที่ว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี ให้ความร้อนออกมาเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดการลุกไหม้หรือระเบิดได้ อีกประการหนึ่งก็คือ ถ้าโลหะโซเดียมถูกผิวหนังจะทำให้ผิวหนังไหม้เกรียมได้ หรือการใช้อุปกรณ์ชนิด เช่น สเปคโตรมิเตอร์ ซึ่งใช้สองคูเส้นสเปคตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแสงแตกนั้น ห้ามนำไปส่องดูที่ดวงอาทิตย์โดยตรง เพราะจะทำให้เกิดอันตรายกับตาได้

ผู้ทดลองขาดทักษะ เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุบ่อยขึ้น เพราะการทดลองเคมีจะต้องมีการใช้สารเคมีที่อันตรายหลายชนิด และอุปกรณ์ที่มีความยุ่งยากซับซ้อนหลายชิ้น แม้จะทราบวิธีใช้แต่ถ้าไม่เคยใช้และไม่ได้ฝึกฝน หรือเคยใช้มาก่อนแต่ไม่ได้สนใจในการที่จะใช้ให้ถูกวิธี ก็ทำให้ไม่มีทักษะในการใช้สารเคมีและอุปกรณ์ เช่น การใช้ตะเกียงอัลกอฮอล์ หลอดทดลอง บีกเกอร์ เทอร์โมมิเตอร์ แท่งแก้วคน การทำกรรไกรเจือจาง ล้วนแต่เป็นสิ่งที่ผู้ทดลองจะต้องทำให้ถูกวิธีเพื่อให้เกิดทักษะในการปฏิบัติให้ถูกต้อง เพื่อลดอันตรายที่จะเกิดขึ้นในภายหลัง

เครื่องมือทดลองบกพร่อง เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุได้เช่นเดียวกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า แมผู้ทดลองจะมีความระมัดระวังและมีความรอบคอบในการทดลองเป็นอย่างดี ปฏิบัติตามคำสั่งของครูอย่างเคร่งครัด ตลอดจนมีทักษะในการทดลอง สามารถทำการทดลองได้ถูกต้องคล่องแคล่ว แต่หาเครื่องมือทดลองบกพร่อง มีคุณภาพไม่ดี มีประสิทธิภาพในการใช้งานต่ำก็เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย เช่น หลอดทดลองหรือบีกเกอร์ชนิดทนไฟ เมื่อนำมาใส่สารให้ความร้อนบางครั้งเมื่อให้ความร้อนจนอุณหภูมิสูงเกิน 100 องศาเซลเซียสเพียงเล็กน้อยก็แตกได้ สาเหตุอีกประการหนึ่งก็คือ เครื่องมือที่ใช้ทดลองชำรุดและขาดการตรวจตราก่อนนำมาใช้ จึงทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ สำหรับอุปกรณ์ที่ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีออกแบบให้ครูสภาพลิตออกมาจำหน่ายนั้น ส่วนมากยังมีคุณภาพไม่ดีพอ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสาขาวิจัยและประเมินผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2521: 5-15) ที่พบว่า อุปกรณ์ส่วนมากที่ใช้ในการทดลองเคมีนี้มีคุณภาพไม่ดีพอ ชำรุดง่าย

6. การป้องกันอุบัติเหตุจากการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2525  
 2525 เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย 7 ประการแรก คือ อธิบายสมบัติของสารเคมีและวิธีที่นักเรียนไม่คุ้นเคยก่อนใช้ทุกครั้ง ความคุ้นเคยนักเรียนขณะทำการทดลองอย่างทั่วถึงทุกครั้ง ปกนีสัยนักเรียนให้ทำความสะอาดเครื่องมือ และอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพสะอาดเรียบร้อยอย่างถูกต้องทุกครั้งที่ใช้เสร็จ ครูให้นักเรียนให้รักษาโต๊ะ เก้าอี้ และห้องปฏิบัติการให้เป็นระเบียบเสมอ ภายในห้องปฏิบัติการมีแสงสว่างจากภายนอกและไฟฟ้าเพียงพอ ก่อนเริ่มเรียนวิชาเคมี ครูใช้เวลาอย่างน้อย 1 คาบ อธิบายให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับความปลอดภัย วิธี การป้องกันและแก้ไขอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลอง และตรวจสอบการทดลองและเครื่องมือทดลองให้อยู่ในสภาพดีก่อนการทดลองทุกครั้ง การที่ครูเคมีใช้วิธีการป้องกันอุบัติเหตุด้วยวิธีดังกล่าวอาจเป็นเพราะส่วนใหญ่เป็นเรื่องที่ครูสามารถทำได้ด้วยตัวเอง โดยอาศัยความร่วมมือจากนักเรียน และเป็นหน้าที่ร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนที่จะต้องมีส่วนช่วยกันดูแลห้องปฏิบัติการให้คงอยู่ในสภาพที่ปลอดภัยเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

7. การแก้ไขอุบัติเหตุจากการทดลองเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2525  
 2525 โดยแยกตามลักษณะอุบัติเหตุ พบว่า เมื่อเกิดไฟไหม้จากแอลกอฮอล์จะแก้ไขโดยใช้ผ้าเปียกน้ำคลุมทับบริเวณไฟไหม้ ส่วนไฟที่เกิดจากสารเคมีลุกไหม้จะแก้ไขโดยใช้ทรายกลบ และไฟที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ยังมีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่ จะแก้ไขโดยปิดสวิตช์หรือคัทเอาต์ เมื่อกรกหรือเบสถูกผิวหนังจะแก้ไขโดยใช้น้ำล้างมาก ๆ เมื่อถูกของมีคมบาด จะแก้ไขโดยการปฐมพยาบาลเบื้องต้นแล้วส่งห้องพยาบาล เมื่อเกิดสารพิษจะแก้ไขโดยให้นักเรียนออกไปห่าง ๆ เมื่อถูกความร้อนลวกจะแก้ไขโดยใช้ยาแก้ไฟลวกททายบริเวณที่ถูกความร้อนลวก และเมื่อเกิดการระเบิดจะแก้ไขโดยนำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลถ้ามีผู้ป่วยได้รับบาดเจ็บมาก การที่ครูเคมีส่วนใหญ่แก้ไขอุบัติเหตุในแต่ละลักษณะด้วยวิธีดังกล่าว อาจเป็นเพราะการแก้ไขด้วยวิธีเหล่านี้ เป็นวิธีที่ครูเคมีสามารถที่จะพอทำได้ตามความรู้และความสามารถที่มีอยู่ ตลอดจนตามสภาพห้องปฏิบัติการและสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีอยู่ และทำได้เป็นอย่างดี

### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูเคมีควรเป็นครูที่ได้ศึกษาวิชาเคมีมาโดยตรง เพื่อจะได้เป็นครูที่มีความรู้ความสามารถและมีทักษะเกี่ยวกับการทดลอง เคมี
2. คำนหลักผู้ทรงการผลิตครูเคมี ควรให้ครูเคมีได้มีความรู้และทักษะในการใช้วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีที่จำเป็นในการสอนปฏิบัติการ ตลอดจนการป้องกันและการแก้ไขอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองเคมี โดยจะต้องมีความเข้าใจและได้รับการฝึกปฏิบัติอย่างจริงจัง
3. ควรมีระเบียบเกี่ยวกับการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายทุกแห่ง
4. การทดลองใดที่เกิดอุบัติเหตุบ่อย หรือมีอันตรายมาก ไม่ควรให้นักเรียนทำการทดลอง ครูอาจจะสาธิตให้ดูหรือพยายามหลีกเลี่ยงคัดแปลงเพื่อให้มีความปลอดภัย
5. ควรมีการฝึกอบรมครูและนักเรียนให้มีความรู้เกี่ยวกับอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองวิทยาศาสตร์ทุกสาขา ตลอดจนวิธีการป้องกันและการแก้ไข
6. ผู้บริหารโรงเรียนควรมีความสนใจเกี่ยวกับอุบัติเหตุ การป้องกันและการแก้ไขอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองวิทยาศาสตร์ทุกสาขา ให้การสนับสนุนในค่านงบประมาณการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์สารเคมี ตลอดจนเครื่องอำนวยความสะดวกให้เพียงพอ

### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการวิจัยในลักษณะที่คล้ายคลึงกับการวิจัยในครั้งนี้นี้กับกลุ่มตัวอย่างประชากรครูในจังหวัดอื่น ๆ ให้ครอบคลุมทั้งระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและทั้งประเทศ
2. ควรทำการวิจัยในลักษณะนี้ แต่ทำการวิจัยเป็นโครงการระยะยาว โดยให้ครูเคมีบันทึกเกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองในแต่ละครั้งทันทีเมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น พร้อมทั้งรายละเอียดเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ ตลอดจนวิธีการและผลของการแก้ไขและข้อเสนอแนะต่างๆ ทั้งนี้เพราะการบันทึกเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยทันทีทันใด จะทำให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดถูกต้อง
3. ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดอุบัติเหตุ สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ กับตัวแปรต่าง ๆ เช่น ระดับการศึกษาของครู ประสบการณ์ในการสอน เพศของครูผู้สอนและนักเรียน



4. ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการเกิดอุบัติเหตุกับตัวแปรต่าง ๆ เช่น ขนาดของห้องปฏิบัติการ จำนวนนักเรียนในห้อง พื้นที่ของห้องปฏิบัติการต่อนักเรียน 1 คน

5. ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับความเสียหายที่เกิดจากอุบัติเหตุ จากการทดลองวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการในแต่ละสาขาวิชา



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย