การชี้บ่งอันตรายห้องปฏิบัติการเคมี: กรณีศึกษาห้องปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรม

Hazard Identification in Laboratory Chemistry: Case Study of Laboratory Industrial Chemistry

จินดาวัลย์ เพ็ชรสูงเนิน สาริณี ลิพันธ์ สุราณี อโณทัยรุ่งรัตน์ และโกวิทย์ ปิยะมังคลา*
ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Jindawan Petsungnern, Sarinee Liphun, Suranee Anothaiaungrat and Kowit Piyamongkala*
Department of Industrial Chemistry, Faculty of Applied Science,
King Mongkut's University of Technology North Bangkok

บทคัดย่อ

การทำงานในห้องปฏิบัติการเคมีต้องเกี่ยวข้องกับสารเคมีหลากหลายชนิด นับเป็นสภาวะที่มีความเสี่ยงอันตรายต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย งานวิจัยนี้ศึกษาการชี้บ่งอันตรายของการจัดเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยวิธีการสำรวจใช้ Checklist และ What if analysis เพื่อใช้เป็นแนวทางในการลดความเสี่ยงและอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ผลการสำรวจพบว่า ห้องปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรมมีความเสี่ยงอยู่ระดับสูง สำหรับการเกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิด จากการไม่แยกประเภทการจัดเก็บสารเคมีตามความเป็นอันตราย ซึ่งป้องกันได้โดย สารเคมีทุกชนิดต้องแยกตามสมบัติความเป็นอันตราย ตรวจสอบสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ก่อนการจัดเก็บ และจัดเก็บสารเคมีตามสถานะของสาร

คำสำคัญ: การชี้บ่งอันตราย สารเคมี ห้องปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรม

* ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)
e-mail: kowit.p@sci.kmutnb.ac.th
งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์
มจพ. ประจำปี 2558 เลขที่สัญญา 5841107

Abstract

Working in the laboratory is associated with variety of chemicals and bears the risk of accidents. This research aims to identify the hazards of chemicals stored in the laboratory industry, Faculty of Applied Sciences, KMUTNB. The survey methods were Checklist and What if analysis. These methods were used to search the risks and to identify, dangers that may occur. It was found that the laboratory industrial chemistry has high risk level from fire and explosion for storage chemicals, which occur due to improper classification of hazardous materials. Accidents can be prevented by classification of hazardous chemicals, checking the incompatible chemicals before storage and storage following chemical regulations.

Keywords: Hazard identification, Chemical, Laboratory industrial chemistry

บทนำ

การทำงานในห้องปฏิบัติการเคมี ต้องเกี่ยวข้องกับการใช้งานสารเคมี วัตถุอันตราย (Hazardous materials) และของเสียอันตราย (Hazardous wastes) อยู่ตลอดเวลา นับเป็นสภาวะที่มีความเสี่ยงอันตรายต่อการเกิดอุบัติเหตุจากสารเคมี ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุสำหรับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมีได้แก่ ลักษณะของห้องปฏิบัติการและการจัดการระบบการทำงาน อันตรายจากสารเคมีและของเสียอันตราย รวมทั้งการขาดความรู้ ขาดทักษะ และขาดความระมัดระวังในการปฏิบัติงาน อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี ควรถือเป็นเรื่องสำคัญที่ทุกคนจะต้องพยายามแก้ไขและป้องกันมิให้เกิดขึ้น ดังนั้นการสร้างเสริมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี (Safety in laboratory) การประเมินความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมีจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาและปรับปรุงห้องปฏิบัติการเคมีและระบบการทำงานในห้องปฏิบัติการเคมีให้เกิดความปลอดภัย สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางสำหรับป้องกันและลดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมีได้เป็นอย่างดี (Karapantsios et al., 2008)

การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk analysis) เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อตรวจประเมินและพิจารณาผลกระทบของผลิตภัณฑ์ สารเคมี การปฏิบัติงานในทุกขั้นตอน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ หนึ่งการประเมินความเสี่ยง (Risk assessment) เป็นการตัดสินใจให้ความเสี่ยงต้องถูกควบคุมก่อนที่อันตรายจะเกิดขึ้น สองการจัดการความเสี่ยง (Risk management) เป็นการพิจารณาเพื่อดำเนินการควบคุมหรือจัดการกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้น และสามการสื่อสารความเสี่ยง (Risk communication) เป็นขั้นตอนที่องค์กรต้องถ่ายทอดข้อมูลของการประเมินความเสี่ยงนั้นๆ ให้ประชาชนรับทราบโดยผ่านการ

สื่อสารรูปแบบต่างๆ (Omidvari et al., 2015) โดยการชี้บ่งอันตราย (Hazard identification) นิยมนำมาใช้ในการค้นหาการปฏิบัติงานว่าการกระทำลักษณะใดที่อาจทำให้เกิดอันตราย และหลังจากนั้นจึงทำการประเมินความเสี่ยง

การชี้บ่งอันตรายเป็นการปฏิบัติงานสำหรับการประเมินความเสี่ยง เป็นการศึกษา การวิเคราะห์ตลอดจนการทบทวนวิธีดำเนินงานทั้งหมด จากนั้นจึงรวบรวมข้อมูลทั้งหมดเพื่อจัดทำเป็นบัญชีรายการสิ่งที่เป็นความเสี่ยง และความเป็นอันตรายที่ส่งผลกระทบต่อบุคคล ชุมชน ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม โดยมีการระบุถึงเหตุการณ์ อุบัติเหตุ อุบัติภัย อันตรายที่อาจเกิดขึ้น หรือผลกระทบที่จะเกิดตามมา โดยการประเมินความเสี่ยงเป็นการพิจารณาถึงโอกาสและความรุนแรงที่อาจเกิดขึ้นจากรายงานสิ่งที่เป็นความเสี่ยง โดยในการพิจารณาต้องคำนึงถึงลำดับของการเกิดเหตุการณ์ เงื่อนไขหรือปัจจัยที่เป็นต้นเหตุในการเกิด พร้อมทั้งจัดระดับความเสี่ยงของรายการสิ่งที่เป็นความเสี่ยง และอันตรายที่อาจส่งผลกระทบต่อบุคคล ชุมชน ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม (Pornpresert et al., 2011) การประเมินความเสี่ยงในประเทศไทยที่เคยมีการศึกษาสำหรับการใช้งานสารเคมีได้แก่ ความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับนักวิจัยทางชีวการแพทย์ (Sukasem & Thophon, 2010) การประเมินความเสี่ยงจากสารบีเทคของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ (Ruangtrakul et al., 2013)

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อชี้บ่งอันตรายจากการจัดเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สำหรับใช้เป็นแนวทางในการลดความเสี่ยงและลดความเป็นอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรม โดยวิธีการสำรวจใช้เครื่องมือ Checklist และ What if analysis สำหรับการค้นหาอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรม

วิธีการวิจัย

กำหนดพื้นที่ในการชี้บ่งอันตรายโดยการสำรวจด้วยวิธี Checklist และ What if analysis ซึ่งใช้ห้องปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรม ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งมีพื้นที่ 430 ตารางเมตร โดยศึกษาการชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงจากระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรม และคู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ

การชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี Checklist ทำโดยกำหนดหัวข้อที่ต้องการตรวจสอบ ร่างรายละเอียดของเรื่องที่ต้องการตรวจสอบ พิจารณาขั้นตอนการปฏิบัติ ข้อกฎหมายด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย และมาตรฐานความปลอดภัย (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกี่ยวกับระบบการจัดการด้านความปลอดภัย

ของห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวกับสารเคมี มอก. 2677) จากนั้นนำแบบตรวจสอบไปใช้ตรวจสอบความปลอดภัย โดยสังเกตและสอบถามจากนักวิทยาศาสตร์ที่ดูแลห้องปฏิบัติการ และผู้ปฏิบัติการ นำผลการตรวจสอบมาชี้บ่งอันตราย เพื่อหาแนวทางป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น (Sithisarankul, 2009)

การชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี What if analysis ดำเนินการโดยรวบรวมคำถามต่างๆ เข้าด้วยกันเป็นหมวดหมู่ตามลำดับขั้นตอน จากนั้นทำการชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยง ประกอบด้วย อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา มาตรการสำหรับการลดผลกระทบของอันตราย ข้อเสนอแนะ และสรุปข้อมูลที่ได้จากการศึกษา การวิเคราะห์ และการประเมินความเสี่ยง (Sirijaroowong, 2011)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

จากการตรวจสอบระบบการจัดเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรมโดยวิธี Checklist ผลดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า การจัดเก็บสารเคมีภายในห้องปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรม ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม แบ่งแยกตามสมบัติของสารเคมีโดยใช้ระบบรหัสสี (Color code system) ซึ่งกำหนดไว้ 5 สี ดังนี้ สีแดง หมายถึงสารเคมีไวไฟ (Flammability hazard) สีเหลือง หมายถึงสารเคมีไวต่อปฏิกิริยา (Reactivity hazard) สีน้ำเงิน หมายถึงสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ (Health hazard) สีขาว หมายถึงสารเคมีกัดกร่อน (Corrosive hazard) และสีเทา หมายถึงสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพร้ายแรง นอกจากนั้นมีการจัดแบ่งตู้จัดเก็บสารเคมีให้กับอาจารย์ภายในภาควิชาฯ สำหรับใช้ในการจัดเก็บสารเคมีสำหรับทำงานวิจัย ซึ่งการจัดเก็บสารเคมีตามตู้ของอาจารย์แต่ละท่าน ส่งผลทำให้เกิดข้อเสียหลายประการ ได้แก่ การจัดเก็บสารเคมีในแต่ละตู้ภายในห้องปฏิบัติการเคมีไม่เป็นระบบเดียวกัน สารเคมีบางประเภทถูกจัดเก็บอย่างไม่ถูกต้อง และไม่มีการแยกประเภทของสารที่เข้ากันไม่ได้ ดังนั้นจึงก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิดขึ้นได้จากการจัดเก็บในลักษณะดังกล่าว

ผลการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis ของการจัดเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรม ดังแสดงตารางที่ 2 พบว่า มีการจัดเก็บสารเคมีในชั้นเก็บสารเคมีที่หนาแน่นเกินไป พบสิ่งกีดขวางวางไว้บริเวณหน้าตู้เก็บสารเคมี ที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุหากผู้ปฏิบัติงานขาดความระมัดระวัง เกิดฝ้าที่กระจกของตู้เก็บสารเคมี เนื่องจากระบบระบายอากาศไม่เพียงพอ จากการสอบถามและสังเกตผู้ปฏิบัติงานทำให้ทราบว่า ผู้ปฏิบัติงานไม่ได้ศึกษาข้อมูลความปลอดภัยสารเคมี (Safety Data sheet, SDS) ของสารเคมีแต่ละชนิดก่อนที่จะนำมาใช้หรือเก็บในตู้เก็บ จากการประเมินความเสี่ยงของการจัดเก็บสารเคมี พบว่า ระบบการจัดเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการมีระดับความเสี่ยงสูงที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อบุคคลและทรัพย์สิน เนื่องจากไม่มีการแยกประเภทของสารเคมี ดังนั้นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข ประกอบด้วย ควรจัดให้มีตู้เก็บสารเคมีตามความเป็นอันตรายของสารเคมี และต้องทำการติดสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายไว้หน้าตู้เก็บสาร กำหนดรหัสของตู้เก็บสารและรหัสชั้นเก็บสารเพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา จัดให้มีเจ้าหน้าที่ดูแลโดยตรง ทำการบันทึกและแก้ไขข้อมูลการนำเข้า-จ่ายออกสารเคมี รวมทั้งปริมาณของสารเคมี

ตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบสำรวจโดยวิธี Checklist

สิ่งที่ตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		
	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. มีระบบบันทึกข้อมูลสารเคมีเป็นรูปแบบเอกสาร	√		a
2. มีระบบบันทึกข้อมูลสารเคมีในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์	√		a
3. ระบบบันทึกข้อมูลสารเคมี ประกอบด้วย			
3.1 รหัสภาชนะบรรจุ		√	
3.2 ชื่อสารเคมี	√		
3.3 CAS No.	√		
3.4 ปริมาณสารเคมี (Chemical name)	√		
3.5 ห้องที่จัดเก็บสารเคมี (Storage room)	√		
3.6 วันที่รับเข้ามาในห้องปฏิบัติการ (Acquisition date)	√		
3.7 ผู้ขาย/ผู้จำหน่าย (Supplier)	√		
3.8 ผู้ผลิต (Manufacturer)	√		
3.9 ประเภทความเป็นอันตรายระบบ GHS		√	
3.10 ประเภทความเป็นอันตรายระบบ UN Class	√		
3.11 ประเภทความเป็นอันตรายระบบ EU เก่า		√	
4. มีการบันทึกข้อมูลการนำเข้าสารเคมี	√		
5. มีการบันทึกข้อมูลการจ่ายออกสารเคมี	√		
6. มีการปรับข้อมูลให้เป็นปัจจุบันอย่างสม่ำเสมอ		√	
7. ตู้เก็บสารเคมี			
7.1 มีการถ่ายเทอากาศที่ดี		√	
7.2 มีสารเคมีที่ไม่ทราบเจ้าของ	√		
7.3 ถาดที่มีขนาดพอเหมาะรองรับชั้นสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน		√	
7.4 มีตู้เก็บสารไวไฟที่เป็นของเหลวปริมาตรมากกว่า 2.5 ลิตร		√	
7.5 มีตู้เย็นเฉพาะที่ใช้สำหรับเก็บสารไวไฟที่ระเหย		√	
7.6 เก็บสารเคมีแยกตามประเภทของสาร ในชั้นเก็บหรือไม่		√	
7.7 มีรายชื่อสารเคมีที่เก็บไว้ด้วยกันไม่ได้		√	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สิ่งที่ตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		
	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
8. การปิดป้ายชื่อภาชนะบรรจุสารเคมี			
8.1 มีป้ายบอกวันที่รับสารเข้ามา วันที่ใช้ ผู้รับผิดชอบ	√		
8.2 ป้ายติดมีความถูกต้อง อ่านง่าย ไม่มีรอยขีดฆ่า		√	
8.3 ป้ายบอกความเป็นอันตรายของสารเคมี		√	
9. การจัดเก็บสารไวไฟ			
9.1 สารไวไฟได้มีการจัดเก็บห่างจากแหล่งกำเนิดความร้อน	√		
9.2 มีสารไวไฟเก็บไว้ในปริมาณมากเกินไป	√		
9.3 มีตู้เก็บสารไวไฟโดยเฉพาะ		√	
10. การจัดเก็บสารกัดกร่อน			
10.1 เก็บขวดสารกัดกร่อนไว้เหนือระดับสายตา		√	
10.2 มีขวดสารกัดกร่อนปริมาณมากกว่า 1 ลิตร	√		
10.3 มีตู้เก็บสารกัดกร่อนโดยเฉพาะ		√	
10.4 ขวดเก็บสารกัดกร่อนมีถาดรองรับ		√	
11. การจัดเก็บสารออกซิไดซ์			
11.1 จัดเก็บสารออกซิไดซ์ห่างจากสารอินทรีย์ สารไวไฟ		√	
11.2 มีการใช้จุกยางปิดขวดเก็บสารออกซิไดซ์		√	
11.3 มีตู้เก็บสารออกซิไดซ์และสารอินทรีย์ออกไซด์โดยเฉพาะ		√	
12. การจัดเก็บสารที่ไวต่อปฏิกิริยา			
12.1 มีการกำหนดบริเวณที่เก็บสารไวต่อปฏิกิริยาได้แก่ โลหะโซเดียม ลิเทียม และโพแทสเซียม ไว้เป็นสัดส่วนต่างหาก		√	
12.2 ตู้เก็บสารไวต่อปฏิกิริยา มีการติดคำเตือนชัดเจน (เช่น “สารไวต่อปฏิกิริยา-ห้ามใช้น้ำ”)		√	
12.3 ภาชนะบรรจุสารไวต่อปฏิกิริยา มีฝาหรือจุกปิดที่แน่นหนา	√		
12.4 เก็บสารไวต่อปฏิกิริยา ในภาชนะที่มีฝาเกลียวหรือฝาแก้ว		√	
13. เอกสารและข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS)			
13.1 เก็บ SDS เป็นเอกสาร	√		
13.2 เก็บ SDS เป็นไฟล์อิเล็กทรอนิกส์	√		
13.3 ทุกคนในห้องปฏิบัติการสามารถดู SDS ได้	√		
13.4 SDS เก็บอยู่ในที่ที่เข้าถึงได้โดยง่าย	√		

หมายเหตุ : a หมายถึงไม่มีการอัพเดตข้อมูล

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงการจัดเก็บสารเคมีภายในตู้เก็บสารเคมีด้วยวิธี What if analysis

คำถาม What if	ผลหรืออันตรายที่จะเกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
1. จะเกิดอะไรขึ้น ถ้าผู้ปฏิบัติการ ไม่รู้ข้อมูล SDS ของสารเคมี	<u>อันตรายที่ส่งผลต่อบุคคล</u> - ทำให้ไม่รู้ความเป็นอันตรายของสารเคมี นำไปใช้อย่างผิดวิธี หากได้รับอันตรายจากสารเคมีทำให้ปฐมพยาบาลไม่ถูกวิธี <u>อันตรายที่ส่งผลต่อทรัพย์สิน</u> - ผู้ปฏิบัติงานไม่ทราบความเป็นอันตราย เมื่อนำไปใช้ ทำให้จัดเก็บสารไม่ถูกวิธี และไม่แยกประเภทสารเคมี อาจก่อให้เพลิงไหม้และระเบิดได้ หากเป็นสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้	- ควรศึกษาข้อมูล SDS ที่จะนำมาใช้งานอย่างละเอียด	- จัดทำ SDS ของสารเคมีที่มีในห้องปฏิบัติการเคมีไว้ภายในห้องอย่างน้อย 1 ชุด	3 3	3 4	9 12	3 4
2. จะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีสิ่งกีดขวางบริเวณหน้าตู้เก็บสารเคมี	<u>อันตรายที่ส่งผลต่อบุคคล</u> - ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเดินไปยังตู้เก็บสารได้ไม่สะดวก หากถือสารเคมีอาจทำให้สะดุด สารเคมีหกกระเด็นหรือตกหล่นลงพื้นได้ เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน <u>อันตรายที่ส่งผลต่อทัพย์สิน</u> - หากสารเคมีที่ผู้ปฏิบัติถือ แล้วสะดุดเกิดตกหล่นลงพื้น ถ้าเป็นสารกัดกร่อนจะทำให้พื้นถูกกัดกร่อนได้	- ใช้หลักการ 5ส เข้ามาช่วยในการจัดการให้ห้องปฏิบัติการเกิดความเป็นระเบียบและมีความปลอดภัย	- ผู้ปฏิบัติงานทุกคนควรช่วยกันจัดการและดูแลพื้นที่ที่ตัวเองรับชอบและบริเวณใกล้เคียงให้สะอาดเรียบร้อยอยู่เสมอ	3 2	3 2	9 4	3 2

ตารางที่ 2 (ต่อ)

คำถาม What if	ผลหรืออันตรายที่จะเกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
3. จะเกิดอะไรขึ้นถ้าวางสารเคมีในชั้นเก็บสารเคมีหนาแน่นจนเกินไป	<u>อันตรายที่ส่งผลต่อบุคคล</u> - หากผู้ปฏิบัติงานต้องการหยิบขวดสารเคมีด้านในของตู้ อาจทำให้ขวดสารเคมีที่อยู่ด้านนอกตกจากชั้นวางสารเคมีถูกผู้ปฏิบัติงาน ถ้าเป็นสารกัดกร่อน การสัมผัสถูกผิวหนังจะมีฤทธิ์กัดกร่อนผิวหนังได้ หรือหากตกกระทบพื้น ไอระเหยของสารอาจเป็นอันตรายต่อเยื่อบุและระบบทางเดินหายใจ <u>อันตรายที่ส่งผลต่อทัพย์สิน</u> - ทำให้ชั้นว่างสารเคมีรับน้ำหนักไม่ไหว เนื่องจากตู้เก็บสารเป็นตู้ไม้ อาจพังได้	- ควรจัดวางสารเคมีอย่างเป็นระเบียบ ไม่หนาแน่นจนเกินไป	- กำหนดปริมาณหรือจำนวนสารเคมีที่เก็บไว้ในแต่ละตู้	4 2	2 2	8 4	3 2
4. จะเกิดอะไรขึ้นถ้าตู้เก็บสารเคมี มีการระบายอากาศที่ไม่เหมาะสม	<u>อันตรายที่ส่งผลต่อทรัพย์สิน</u> - ทำให้ไอระเหยจากสารเคมีในตู้ไม่สามารถระบายสู่อากาศภายนอก เกิดการสะสมของไอระเหยจากสารเคมี อาจก่อให้เกิดอันตรายจากเพลิงไหม้และการระเบิดได้ <u>อันตรายที่ส่งผลต่อบุคคล</u> - หากเกิดการสะสมของไอระเหยสารเคมี อาจเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานหากสูดดมเข้าไป	- ปรับปรุงระบบระบายอากาศภายในตู้เก็บสารเคมี - จัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันหน้ากากป้องกันไอระเหย	- ทำรูระบายอากาศที่ประตูของตู้เก็บสารเคมี โดยการเจาะรูประตูตู้เก็บสารเคมี หรือเปลี่ยนประตูตู้เก็บสารเคมีใหม่ให้มีรูสำหรับระบายอากาศที่เพียงพอ	3 2	3 2	9 4	3 2

ตารางที่ 2 (ต่อ)

คำถาม What if	ผลหรืออันตรายที่จะเกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
5. จะเกิดอะไรขึ้น ถ้าเก็บสารเคมีทุกประเภทไว้รวมกัน โดยไม่มีการแยกประเภท	<u>อันตรายที่ส่งผลต่อทรัพย์สิน</u> - หากเกิดอุบัติเหตุให้สารเคมีรั่วไหล อาจก่อให้เกิดอันตรายจากการเพลิงไหม้และระเบิดได้ เนื่องจากสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้	- ต้องจัดเก็บสารเคมีโดยคำนึงถึงความเป็นอันตรายของสารเคมีและสารที่เข้ากันไม่ได้	- ควรจัดจำแนกสารตามสถานะของสารเคมี แบ่งเป็น ของแข็ง ของเหลวและก๊าซ	4	3	12	4
	<u>อันตรายที่ส่งผลต่อบุคคล</u> - หากเกิดเพลิงไหม้ผู้ปฏิบัติอาจได้รับบาดเจ็บ		- แยกตามสมบัติของสารเคมีโดยแบ่งเป็น สารไวไฟ สารกัดกร่อน สารอันตรายต่อสุขภาพ	3	3	9	3

หมายเหตุ - โอกาสการเกิดอันตราย (Probability) พิจารณาความผิดพลาดจากการปฏิบัติงาน มีโอกาสในการเกิดขึ้นมากหรือน้อยเพียงใด จัดแบ่งออก 4 ระดับ (ระดับ 1 เกิดยากมาก และระดับ 4 เกิดได้สูงมาก)

- ความรุนแรงของอันตราย (Impact) พิจารณาระดับของผลกระทบ แบ่งไว้ 4 ระดับ ผลต่อบุคคล (ระดับ 1 บาดเจ็บเล็กน้อย และระดับ 4 ทุพลภาพหรือเสียชีวิต) และผลต่อทรัพย์สิน (ระดับ 1 ทรัพย์สินเสียหายเล็กน้อย และระดับ 4 ทรัพย์สินเสียหายทั้งหมด)

- นำผลลัพธ์มาจัดระดับความเสี่ยงอันตราย (ผลลัพธ์ 1-2 ความเสี่ยงเล็กน้อย (ระดับความเสี่ยง 1 ไม่ต้องจัดทำแผนบริหารความเสี่ยง) ผลลัพธ์ 3-6 ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ (ระดับความเสี่ยง 2 มีการทบทวนมาตรการ) ผลลัพธ์ 8-9 มีความเสี่ยงสูง (ระดับความเสี่ยง 3 ต้องมีการดำเนินงานลดความเสี่ยง) และผลลัพธ์ 12-16 ความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ (ระดับความเสี่ยง 4 ต้องปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดความเสี่ยงทันที)

โดยการจัดเก็บสารเคมีให้เกิดความปลอดภัย ลำดับแรกต้องจัดเก็บสารเคมีตามสถานะของสาร โดยแยกสารเคมีเป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซ จากนั้นการจัดเก็บสารเคมีต้องแยกตามสมบัติความเป็นอันตรายของสารเคมี โดยแยกสารเคมีในกลุ่มที่มีความไวต่อปฏิกิริยาเคมี สารเคมีไวไฟ และสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ออกจากกันให้ชัดเจน (Young, 2003) ซึ่งสารเคมีแต่ละชนิดจะมีระดับความเป็นอันตรายที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นในการจัดเก็บสารเคมีควรเพิ่มระดับแถบสีเพื่อแสดงรายละเอียดเพิ่มเติม โดยใช้สีขาวสลับแดง หมายถึง สารเคมีไวไฟพิเศษ (จุดวาบไฟต่ำกว่า 100 องศาฟาเรนไฮต์) สีขาวสลับเหลือง หมายถึง สารเคมีที่ไวต่อปฏิกิริยาพิเศษ ได้แก่ สารเคมีที่ระเบิดได้ สารเคมีที่ห้ามสัมผัสน้ำ สีดำสลับขาว หมายถึงสารเคมีกัดกร่อนพิเศษ ได้แก่กรดเข้มข้น นอกจากนั้นการแยกระดับความเป็นอันตราย สามารถแยกโดยใช้ข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี การจัดเก็บสารเคมีควรจัดเก็บสารเคมีแต่ละประเภทดังนี้ สารเคมีไวไฟ เก็บในชั้นที่ทำด้วยวัสดุทนไฟ เก็บในพื้นที่ที่กำหนดไว้สำหรับวัสดุไวไฟ ให้ห่างจากแหล่งกำเนิดความร้อน หากเก็บสารเคมีที่มีสมบัติดังกล่าวไว้ในตู้เย็น ต้องใช้ตู้เย็นที่มีระบบป้องกันประกายไฟ ส่วนสารเคมีไวไฟพิเศษให้เก็บแยกจากสารเคมีไวไฟชนิดอื่น การจัดเก็บสารเคมีที่ไวต่อปฏิกิริยาควรแบ่งการจัดเป็นกลุ่มดังนี้ สารเคมีที่ไวต่อปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน (Polymerization reaction) เช่น สไตรีน (Styrene) สารเคมีที่ไวต่อปฏิกิริยาเมื่อสัมผัสน้ำ (Water reactive materials) เช่น โลหะอัลคาไล (Alkali metals) และสารไพโรโฟริก (Pyrophoric) สารกลุ่มนี้เมื่อสัมผัสกับอากาศจะทำให้เกิดการลุกติดไฟ สารเปอร์ออกไซด์ (Peroxide) สารกลุ่มนี้เป็นสารที่ไม่เสถียร สามารถทำให้เกิดการระเบิดได้เมื่อมีการสั่นสะเทือน สารที่ไวต่อปฏิกิริยาเมื่อเกิดการเสียดสีหรือกระทบกระแทก ทำให้เกิดการระเบิดได้ เช่น สารที่มีหมู่ไนโตร (Nitro) (Carson & Mumford, 1984) ควรกำหนดพื้นที่ในการจัดสารเคมีที่ไวต่อปฏิกิริยาแต่ละประเภทแยกจากสารเคมีประเภทอื่น โดยตู้เก็บสารควรติดป้ายคำเตือนให้ชัดเจน ได้แก่ “สารไวต่อปฏิกิริยา-ห้ามใช้น้ำ” สารเคมีกัดกร่อน เก็บในชั้นที่ทนต่อการกัดกร่อนและควรมีภาชนะพลาสติกที่มีความแข็งแรงรองรับ ห้ามเก็บสารกัดกร่อนไว้เหนือระดับสายตา สารเคมีประเภทกัดกร่อนพิเศษควรเก็บแยกห่างจากสารกัดกร่อนประเภทอื่น สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ หากเป็นสารเคมีที่มีความเป็นอันตรายสูงควรเก็บในตู้ดูดไอระเหยสารเคมี (Akeun, 2014) สารเคมีที่ไม่มีความเป็นอันตรายต่อสุขภาพมาก เก็บแยกจากสารเคมีประเภทอื่น และตู้เก็บสารเคมีทุกตู้ควรแสดงเครื่องหมายความเป็นอันตรายพร้อมติดแถบสีเพื่อให้ง่ายต่อการจัดเก็บและการสังเกตุ การเก็บสารเคมีทุกชนิดต้องตรวจสอบสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ (Incompatibility) ก่อนจัดเก็บในตู้ โดยสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ดังแสดงในตารางที่ 3 ตัวอย่างสารเคมีในห้องปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรมที่เข้ากันไม่ได้ เช่น กรดไนตริกเป็น (Acid inorganic) ต้องไม่จัดเก็บไว้รวมกับกรดแอซิติก (Acid organic) นอกจากนั้น เฮกเซน (Organic solvent) ต้องไม่จัดเก็บไว้รวมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Acid, Oxidizing) เป็นต้น

ตู้ที่ใช้เก็บสารเคมีต้องมีระบบระบายอากาศที่เพียงพอ ควรทำรูระบายอากาศที่ประตูของตู้เก็บสารเคมี โดยการเจาะรูประตูตู้เก็บสารเคมี หรือเปลี่ยนประตูตู้เก็บสารเคมีใหม่ให้มีรูสำหรับระบายอากาศที่เพียงพอ บริเวณหน้าตู้เก็บสารหรือทางเดินที่ใช้เดินไปยังตู้เก็บสารเคมี ไม่ควรมีสิ่งของวางกีดขวางทางเดิน ควรมีการใช้หลักการ 5ส (สะสาง สะดวก สะอาด สุขลักษณะ และสร้างนิสัย) เข้ามาช่วยในการจัดการ ให้ห้องปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรมเป็นระเบียบและมีความปลอดภัยมากที่สุด

ตารางที่ 3 การแยกกลุ่มของสารที่ไม่ควรเก็บไว้ที่เดียวกัน (Incompatibility chart)

	Acids, inorganic	Acids, oxidize	Acids, organic	Alkali (bases)	Oxidize	Poisons inorganic	Poisons organic	Water–reactives	Organic solvents
Acids, inorganic			X	X		X	X	X	X
Acids, oxidizing			X	X		X	X	X	X
Acids, organic	X	X		X	X	X	X	X	
Alkalis (bases)	X	X	X				X	X	X
Oxidizers			X				X	X	X
Poisons, inorganic	X	X	X				X	X	X
Poisons, organic	X	X	X	X	X	X			
Water–reactives	X	X	X	X	X	X			
Organic solvents	X	X		X	X	X			

หมายเหตุ : x = Incompatible chemical

ที่มา : http://www.safetystoragecentre.co.uk/articles/a-guide-to-hazardous-storage/

สรุปผลการวิจัย

ห้องปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรมมีระดับความเสี่ยงสูง จากการไม่แยกประเภทการจัดเก็บของสารเคมีตามสมบัติความเป็นอันตราย ดังนั้นแนวทางป้องกันและพัฒนาเพื่อความปลอดภัยสำหรับการจัดเก็บสารเคมีต้องปฏิบัติดังต่อไปนี้ จัดเก็บสารเคมีตามสถานะของสารโดยแบ่งเป็น ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ จากนั้นแยกตามสมบัติของสารเคมี โดยแยกสารเคมีที่ไวต่อปฏิกิริยา สารเคมีไวไฟ และสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ออกจากกันอย่างชัดเจน และในการเก็บสารเคมีทุกชนิดควรตรวจสอบสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ก่อนการจัดเก็บทุกครั้ง เพื่อป้องกันการเกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิดจากการจัดเก็บสารเคมี

References

A guide to hazardous storage. Retrieved 22, September, 2015, from the Safety Storage Centre website, http://safetystoragecentre.co.uk/articles/a-guide-to-hazardous-storage/

Akeun, N. (2014). Importance of certified person's ability for storage and control management of chemicals in laboratory. *Journal of the Department of Science Service,* 62(194), 20-22. (in Thai)

Carson, P.A. & Mumford, C.J. (1984). *Hazardous chemical handbook.* Oxford, MA: Butterworth-Heinemann.

Karapantsios, T.D., Boutskou, E.I., Touliopoulou, E. & Mavros, P. (2008). Evaluation of chemical laboratory safety based on student comprehension of chemicals labeling. *Education for Chemical Engineers,* 3, e66-e73.

Omidvari, M., Mansouri, N. & Nouri, J. (2015). A pattern of fire risk assessment and emergency management in educational center laboratories. *Safety Science,* 73, 34-42.

Pornpresert, P., Thanomchit, R., Satanpong, S. & Kumnul, S. (2011). Risk assessment for accident reduction: A case study of and apparel factory. *Journal of Industrial Technology Ubon Ratchathani Rajabhat University,* 1(2), 69-78. (in Thai)

Ruangtrakul, S., Prueaksasit, T. & Morknoy, D. (2013). Health risk assessment of Tollway Station workers exposed to BTEX via inhalation in Bangkok. *Journal of Environmental Management,* 9(1), 1-22. (in Thai)

Sirijaroowong, U. (2011). What if analysis: Hazard identification techniques for prevention work accidents. *RMUTP Research Journal,* 5(1), 153-164. (in Thai)

Sithisarankul, P. (2009). System management of occupational and safety with health risk assessment. *Journal of Health Systems Research,* 3(4), 519-523. (in Thai)

Sukasem, C. & Thophon, S. (2010). Biosafety for researchers (Medical research). *SDU Research Journal Sciences and Technology,* 3(1), 105-117. (in Thai)

Young, J.A. (2003). *Safety in academic chemistry laboratories: volume 1 Accident prevention for college and university students* (7th ed.). Washington, DC: American Chemical Society.

คณะผู้เขียน

นางสาวจินดาวัลย์ เพ็ชรสูงเนิน

ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (มจพ.)

e-mail: jindawan1992@gmail.com

นางสาวสาริณี ลิพันธ์

ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (มจพ.)

e-mail: sarineeliphun@hotmail.com

นางสาวสุราณี อโณทัยรุ่งรัตน์

ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (มจพ.)

e-mail: suranee.a@sci.kmutnb.ac.th

รองศาสตราจารย์ ดร. โกวิทย์ ปิยะมังคลา

ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (มจพ.)

1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

e-mail: kowit.p@sci.kmutnb.ac.th