



การจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

Management of Chemicals and Hazardous Waste in Environmental Engineering Laboratory Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

ปิติพร มโนคุณ และ ภัทรมาศ เทียมเงิน*

Pitiporn Manokhun and Phattharamat Thiamngoen *

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
สุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000

Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala
University of Technology Suvarnabhumi, Nonthaburi Campus, Meung, Nonthaburi 11000, THAILAND

*Corresponding author e-mail: Phattharamat.t@rmutsb.ac.th

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article history:

Received: 28 May, 2020

Revised: 19 June, 2020

Accepted: 6 August, 2020

Available online: 20 October, 2020

DOI: 10.14456/rj-rmutt.2020.21

Keywords: chemical,
hazardous wastes,
management, laboratory

Chemicals are used in studies, experiments, and research from the laboratory called chemical wastes, that may be in the form of solids, liquids, or gases. In case of improper handling, these wastes probably affect human health and contaminate the environment. This project was studied at the environmental engineering laboratories of the Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi. The purpose of this project is to create a management system for chemicals and hazardous wastes from laboratories, and to evaluate the knowledge of students who are laboratory users. This study can be divided into 3 parts that are chemical management in the laboratory, hazardous waste management, and prevention of hazards in the laboratory. The information systems and chemical storage platform using the GHS systems (Globally Harmonized System for Classification and Labeling of Chemicals) were investigated and were able to classify the 3 types of chemicals according to hazards in the laboratory that were physical hazards, health hazards, and environmental hazards. For chemical

waste management, the studied laboratory generated hazardous liquid wastes which were collected into corrosion-resistant containers, and hazardous solid wastes were managed by preparing a suitable container in order to collect wastes during waiting for appropriate disposal. The aspect of safety and prevention of the hazards in laboratories was developed the media to communicate to all laboratory users that are signboard and video regarding to hazard types, chemical waste types, and laboratory safety. The researcher evaluated the comprehension of 48 students by conducting pre-test and post-test in 3 studied parts. The results showed that students had more knowledge in all aspects. The increase of knowledge for chemical management in the laboratory, hazardous waste management, and prevention of hazards in the laboratory was 36%, 27%, and 24, respectively. This obviously indicates that the students understand the laboratory management system, which leads to use the laboratory much more correctly and safely.

บทคัดย่อ

การใช้สารเคมีในการเรียน การทดลองและวิจัยทำให้เกิดสารเคมีเหลือทิ้งหรือปนเปื้อนที่เรียกว่า ของเสียเคมี อาจอยู่ในรูปของของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ของเสียเหล่านี้หากไม่ได้จัดการอย่างถูกวิธีอาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์และปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมได้ การจัดทำโครงการครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อจัดทำระบบการจัดการสารเคมี และของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ วิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและประเมินผลความรู้ นักศึกษา สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม โดยแบ่งการศึกษออกเป็น 3 ด้าน คือ การจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการ ด้านการจัดการของเสียอันตราย การหาแนวทางป้องกันอันตราย อันเกิดจากห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษาการจัดเก็บสารเคมีโดยใช้หลักจีเอชเอส สามารถจำแนกสารเคมีตามความเป็นอันตรายออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1. ด้านกายภาพ 2. ด้านสุขภาพ และ 3. ด้านสิ่งแวดล้อม การจัดการของเสียเคมี สามารถแบ่งประเภทของเสียได้เป็น 2 ประเภท คือ 1. ของเสียอันตรายชนิดของเหลว 2. ของเสียอันตรายชนิดของแข็ง โดยจัดเตรียมภาชนะรองรับ

แยกตามประเภทเพื่อรวบรวมส่งกำจัดอย่างถูกวิธี แนวทางการป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ ผู้ศึกษาจัดทำป้ายให้ความรู้และวิดีโอเกี่ยวกับประเภทความเป็นอันตราย ประเภทของเสียเคมีและวิธีการป้องกันอันตราย ในการใช้ห้องปฏิบัติการ ทำการประเมินความรู้ ความเข้าใจของนักศึกษาจำนวน 48 คน แบ่งการทดสอบเป็น 3 ด้าน ดังนี้ 1. การจัดเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการ จากผลการทดสอบนักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 36 2. การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ จากผลการทดสอบนักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 26.5 และ 3. การป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ จากผลการทดสอบนักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 23.9 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักศึกษามีความเข้าใจในการใช้ห้องปฏิบัติการอย่างถูกต้องและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: สารเคมี ของเสียอันตราย การจัดการห้องปฏิบัติการ

บทนำ

สารเคมีนั้นมีความสำคัญในการทดลองและการทำงานวิจัยในห้องปฏิบัติการมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทดลองในปฏิบัติการและงานวิจัย โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ 2 กลุ่ม คือ สารประกอบอินทรีย์ และสารประกอบอนินทรีย์ (1) การจำแนกความเป็นอันตรายของสารเคมีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายคือ ระบบการจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก (Globally Harmonised System for Classification and Labeling of Chemicals, GHS) (2)

การใช้สารเคมีในการเรียน การสอน รวมถึงงานวิจัยต่าง ๆ ทำให้เกิดสารเคมีเหลือทิ้งหรือปนเปื้อนเรียกว่า ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ ซึ่งได้แก่ สารเคมีเหลือใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี สารเคมีที่ไม่ทราบชื่อ สารเคมีที่หมดอายุหรือเสื่อมสภาพ สารเคมีที่หกหรือไหลและเก็บกลับคืนมา ตัวทำละลายอินทรีย์ กล่าวโดยสรุปคือทุกสิ่งที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกต่อไปในห้องปฏิบัติการเคมีและจำเป็นต้องกำจัดทิ้งโดยวิธีใดวิธีหนึ่ง (3-5) นอกจากนี้ยังรวมถึงวัตถุอื่น ๆ ที่ถูกปนเปื้อน เช่น ถังมือ กระดาษ เป็นต้น (6) จัดว่าเป็นของเสียอันตรายทั้งสิ้น ของเสียอันตรายประเภทของเสียสารเคมีส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้เกี่ยวข้องและสิ่งแวดล้อม เพราะการศึกษาวิจัยมักต้องใช้สารเคมีที่มีทั้งคุณและโทษมากมาย ผู้ปฏิบัติงานและผู้เกี่ยวข้องจึงได้รับผลกระทบทั้งจากการเป็นผู้ที่ใช้สารเคมีเองโดยตรงและหรือผลกระทบทางอ้อมจากมลภาวะที่มีในห้องปฏิบัติการ เพราะการทิ้งโดยไม่แยกกลุ่มแยกประเภทอาจทำให้ได้รับอันตรายจากของเสีย นั้น เช่น การระเบิดเพราะสารเคมีในของเสียทำปฏิกิริยากันและอาจเป็นช่องทางของการรั่วไหลแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม (2)

ปัจจุบันกรมควบคุมมลพิษ ได้กำหนดวิธีการคัดแยกประเภทของเสียห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมไว้ 2 ประเภท ดังนี้ 1. ของเสียประเภทที่ไม่เป็นอันตราย ได้แก่ ของเสียทั่วไป กระดาษ/พลาสติกที่รีไซเคิลได้ แก้วของเสียที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว สารละลายมาตรฐาน

2. ของเสียประเภทที่เป็นอันตราย ได้แก่ ของเสียประเภทสารละลายกรดหรือสารละลายด่าง ของเสียประเภทกรดที่มีโลหะผสมอยู่ ของเสียประเภทสารอินทรีย์ที่มีสารฮาโลเจนผสมอยู่ ของเสียประเภทสารอินทรีย์ที่ไม่มีสารฮาโลเจนผสมอยู่ โดยการจัดการของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่จะใช้หลักการแยกเก็บของเสียตามประเภทการวิเคราะห์ (7) หรือแยกเก็บตามประเภทที่เป็นอันตราย (6) แล้วจึงรวบรวมเพื่อส่งกำจัดต่อไป นอกจากนี้ยังมีการทำให้เป็นกลางโดยเฉพาะของเสียประเภทของเหลวที่มีสภาพเป็นกรด หรือด่างเข้มข้น การนำกลับมาใช้ซ้ำหรือนำกลับมาใช้ใหม่ เช่น ตัวทำละลายที่ไม่มีสิ่งเจือปนที่ระเหยอยู่มากนัก หรืออะซิโตนที่ใช้ล้างภาชนะสามารถรวบรวมนำไปกลั่นลำดับส่วนเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้ การตกตะกอนโลหะหนักในน้ำเสียเพื่อแยกออกการส่งกำจัด รวมถึงการลดปริมาณตัวอย่างที่ใช้ (7) เพื่อให้เกิดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการน้อยที่สุด

ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จัดตั้งขึ้นเพื่อประกอบการเรียน การสอน ในวิชาต่าง ๆ เช่น วิชาปฏิบัติการเคมีสำหรับวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ปฏิบัติการทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม โครงการทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ห้องปฏิบัติการนับเป็นแหล่งก่อให้เกิดของเสียอันตรายซึ่งยังไม่มีมาตรการบำบัดให้ถึงชนิดและปริมาณของของเสียสารเคมีที่เกิดขึ้นแน่ชัดในแต่ละปีจนถึงปัจจุบัน และยังไม่มีการจำแนกประเภทของเสียที่เกิดจากห้องปฏิบัติการอย่างชัดเจน รวมถึงแนวทางการจัดการของเสียสารเคมีที่ถูกต้องและเหมาะสม งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางจัดการสารเคมี และของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมในการจัดเก็บและรอกการกำจัดอย่างเหมาะสม ตลอดจนการป้องกันอันตรายและแก้ไขปัญหอนี้เกิดจากของเสียเคมีจากห้องปฏิบัติการ พร้อมทั้งถ่ายทอดองค์ความรู้ ความเข้าใจในการจัดการของเสียเคมีแก่นักศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนที่ 1. การศึกษาการจัดการสารเคมี ส่วนที่ 2. การศึกษาประเภทและจัดการของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการ และส่วนที่ 3. การหาแนวทางการป้องกันอันตรายอันเกิดจากของเสียจากห้องปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การศึกษาการจัดการสารเคมี โดยทำการสำรวจชนิดของสารเคมีในห้องปฏิบัติการสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และจำแนกสารเคมีโดยใช้ระบบการจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก (Globally Harmonized System for Classification and Labeling of Chemicals, GHS) เป็นระบบการจำแนกประเภท การติดฉลาก และการแสดงรายละเอียดในเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS) ของสารเคมีและเคมีภัณฑ์ที่องค์การสหประชาชาติพัฒนาขึ้นเพื่อให้ใช้สื่อสารและมีความเข้าใจเกี่ยวกับอันตรายที่เกิดจากสารเคมีนั้น ๆ ในทิศทางเดียวกันโดยระบบนี้มีการจัดแบ่งความเป็นอันตรายออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านสุขภาพ และด้านสิ่งแวดล้อม แต่ละด้านแบ่งย่อยเป็นชนิดต่าง ๆ และใช้สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย 9 รูป ดังรูปที่ 1 โดยแสดงนัยถึงความเสี่ยงของอันตรายของสาร ดังนั้นสารที่อยู่ในกลุ่มที่มีความเป็นอันตรายอย่างเดียวกัน อาจใช้สัญลักษณ์ไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของอันตรายประเภทนั้น ๆ (8) โดยการติดฉลากแสดงความเป็นอันตรายบนภาชนะบรรจุสารเคมีและจัดเก็บตามหมวดหมู่อักษรในตู้เก็บสารเคมี ตัวอย่างแบบฟอร์มในการจำแนกสารเคมีในห้องปฏิบัติการแสดงดังตารางที่ 1

2. การศึกษาประเภทและจัดการของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการ ทำการศึกษาประเภทของของเสียที่เกิดขึ้นจากการทดลอง วิจัย ในห้องปฏิบัติการ จากนั้นจัดแยกประเภทของของเสีย รวมทั้งจัดหาภาชนะรองรับแยกตามประเภท กำหนดจุดทิ้งและรวบรวมเพื่อรอการกำจัด

Flame	Flame over circle	Exploding bomb
		
Corrosion	Gas cylinder	Skull and crossbones
		
Exclamation mark	Environment	Health Hazard
		

รูปที่ 1 สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย 9 รูป

ตารางที่ 1 แบบฟอร์มในการจำแนกสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

ชื่อสาร	ประเภท ความเป็น อันตราย	สัญลักษณ์ แสดงความเป็น อันตราย	ตู้เก็บ	รหัส สารเคมี

3. การหาแนวทางการป้องกันอันตรายอันเกิดจากของเสียจากห้องปฏิบัติการ โดยจัดทำป้ายและสื่อให้ความรู้แก่นักศึกษา ทำการประเมินผลความรู้โดยใช้แบบทดสอบ ทำการทดสอบก่อนและหลังการให้ความรู้แก่นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ จำนวน 48 คน (ทดสอบ 100 เปอร์เซ็นต์) ศึกษาในระดับชั้นปีที่ 1-4 แบ่งการทดสอบเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1. ด้านการจัดเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการ 2. ด้านการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ และ 3. ด้านการป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติพรรณนาและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยวิธีการจำแนกเป็นความเรียง

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1. การจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

สารเคมีที่ใช้ภายในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

ส่วนใหญ่ แบ่งเป็นสารเคมีที่ใช้ในการเรียน การสอน ปฏิบัติการพื้นฐานและปฏิบัติการทางด้านวิศวกรรม สิ่งแวดล้อมร้อยละ 70 รวมถึงการศึกษาโครงการของ นักศึกษาร้อยละ 30 แต่เดิมมีการจัดเก็บภายในตู้เก็บ สารเคมีแบ่งแยกตามตัวอักษร แยกสารเคมีที่เป็นของแข็ง และของเหลวออกจากกัน โดยไม่มีการระบุความเป็น อันตรายของสารเคมี การดำเนินการศึกษาได้ทำการ จำแนกประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมีตามระบบสากล GHS ในห้องปฏิบัติการ

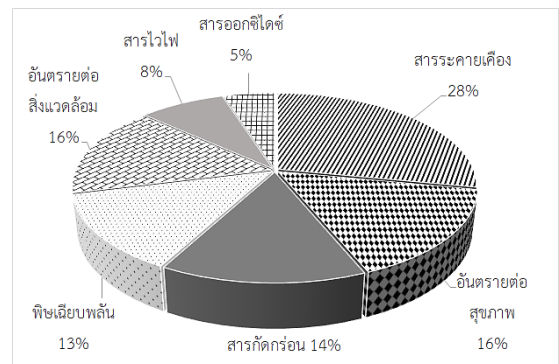
จากการศึกษาชนิดสารเคมีในห้องปฏิบัติการ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม พบสารเคมีในห้องปฏิบัติการ ทั้งหมด 101 ชนิด สามารถแยกประเภทความเป็น อันตรายได้ 81 ชนิด ไม่จัดเป็นสารเคมีอันตราย 20 ชนิด เมื่อนำมาแยกประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี ตามระบบ GHS จำแนกออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1. ด้าน ภายนอกกายภาพ แบ่งประเภทความเป็นอันตรายออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) สารไวไฟ 2) สารกัดกร่อน และ 3) สาร ออกซิไดซ์ 2. ด้านสุขภาพ แบ่งประเภทความเป็น อันตรายออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) การระคายเคือง 2) ความเป็นพิษเฉียบพลัน และ 3) สารกัดกร่อน และ 3.ด้านสิ่งแวดล้อม แบ่งประเภทความเป็นอันตราย ออกเป็นความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งพบว่า สารเคมีประเภทการระคายเคืองมีจำนวนมากเป็นอันดับ หนึ่ง มีจำนวน 34 ชนิด โดยจำนวนชนิดสารเคมีแบ่งตาม ความเป็นอันตรายแสดงดังตารางที่ 2 และรูปที่ 1

ทั้งนี้สารเคมีบางชนิดอาจจำแนกประเภทความ อันตรายได้หลายประเภทและพบว่ามีการศึกษาบางชนิดไม่ จัดเป็นสารประเภทที่มีความเป็นอันตราย ซึ่งเป็นสารเคมี ที่ใช้สำหรับการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อในการวิเคราะห์ ชนิดและหาปริมาณของจุลินทรีย์ จากนั้นทำการติดฉลาก แสดงความเป็นอันตรายของสารเคมีโดยระบบ GHS และ จัดวางสารเคมีเป็นหมวดหมู่อักษรโดยติดป้ายแสดงลำดับ ของสารไว้ที่ขวดและจัดวางแยกตามหมวดหมู่ตัวอักษร ติดป้ายรายการบริเวณหน้าตู้เก็บสารเคมีแสดงลำดับสาร ชื่อสารเคมี แยกตามหมวดหมู่อักษรเพื่อสะดวกต่อการ

หยิบใช้ ทำการแยกเก็บสารเคมีชนิดของแข็งและสารเคมี ชนิดของเหลวออกจากกัน ส่วนสารละลายที่เตรียมขึ้นใน ห้องปฏิบัติการจากการเรียนและการจัดทำโครงการนั้น ผู้ เตรียมต้องติดฉลากไว้ข้างขวด โดยมีรายละเอียดต่าง ๆ ได้แก่ ชนิดของสาร วันที่เตรียม วันหมดอายุ เพื่อให้ผู้อื่น ทราบและทำการแยกเก็บในตู้เก็บสารเคมีอีกตู้หนึ่ง

ตารางที่ 2 จำนวนชนิดสารเคมีในห้องปฏิบัติการแบ่ง ตามประเภทความเป็นอันตราย

ประเภท	จำนวนชนิด
การระคายเคือง	34
เป็นอันตรายต่อสุขภาพ	19
สารกัดกร่อน	17
พิษเฉียบพลัน	16
อันตรายต่อสิ่งแวดล้อม	13
สารไวไฟ	10
สารออกซิไดซ์	6



รูปที่ 2 ร้อยละของความเป็นอันตรายของสารเคมี ประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

2. การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ

จากการศึกษาของเสียในห้องปฏิบัติการ วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ก่อนดำเนินการศึกษาไม่มีการแยก ประเภทและสถานที่จัดเก็บของเสียชนิดของแข็งอย่าง ชัดเจน ส่วนของเสียสารเคมีที่เป็นของเหลวมีถังแยกของ เสียที่มีฤทธิ์เป็นกรดและด่างออกจากกันเท่านั้น ไม่มีภาต พลาสติกรอง (Secondary Container) เพื่อป้องกันการ

หก รั่วไหลของของเสีย ไม่มีป้ายบอกรายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ จากการดำเนินการศึกษาพบว่าของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ของเสียสารเคมีที่เป็นของเหลวและของเสียชนิดของแข็ง ซึ่งแต่ละประเภทมีการจัดการ ดังนี้



รูปที่ 3 ถังที่เตรียมไว้รองรับของเสียสารเคมีชนิดของเหลว

2.1 ของเสียสารเคมีที่เป็นของเหลวที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการมาจากการศึกษาในรายวิชาปฏิบัติที่มีการทดลองการวิเคราะห์งานวิจัยต่าง ๆ เมื่อทำการทดสอบค่าความเป็นกรดต่าง ของเสียเคมีที่เกิดขึ้นส่วนมาก มีค่าความเป็นกรดเท่ากับ 0 แสดงว่าเป็นกรดแก่และค่าความเป็นด่างสูงซึ่งจัดเป็นของเสียประเภทเคมีกัดกร่อน (Corrosive Chemical) ผู้ศึกษาจึงจัดเตรียมภาชนะรองรับของเสียสารเคมีที่เป็นของเหลวแยกเป็น 3 ภาชนะ ได้แก่ ถังประเภทกรด ถังประเภทด่าง และถังที่รองรับของเสียจากการวิเคราะห์ COD (Chemical Oxygen Demand) ซึ่งมีกรดซัลฟิวริกและโครเมียม (9) เจือปนในของเสียและมีปริมาณการวิเคราะห์มากกว่าพารามิเตอร์อื่นในห้องปฏิบัติการ แสดงดังรูปที่ 3 โดยมีป้ายแสดงความเป็นอันตรายของของเสียเคมี ข้อมูลที่ระบุบนป้ายประกอบด้วย ประเภทของของเสีย ชื่อห้องปฏิบัติการ วันที่เริ่มบรรจุ และวันที่หยุดบรรจุของเสีย ประเภทของเสีย/ประเภทความเป็นอันตราย ส่วนประกอบของของเสีย (เท่าที่ระบุได้) โดยถังที่ใช้รองรับของเสียเป็นถังพลาสติกประเภท HDPE PP หรือ PE ที่มีฝาปิดมิดชิด

ขนาดบรรจุ 10-20 ลิตร ที่ถังรองรับมีขีดบอกปริมาณในการเทของเสีย โดยปริมาณของเสียไม่ควรเกิน 80% ของความจุของภาชนะ เพื่อความปลอดภัยในการเก็บและการเคลื่อนย้าย จัดเตรียมภาชนะพลาสติก (Secondary Container) รองถังที่บรรจุของเสีย เพื่อป้องกันการหก รั่วไหลของของเสีย

2.2 ประเภทของของเสียชนิดของแข็งที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ ได้แก่

1. ขวดแก้ว ขวดสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว เช่น ขวดแก้วเปล่าที่เคยบรรจุสารเคมีทั้งชนิดของเหลว และ ของแข็ง ขวดพลาสติกเปล่าที่เคยบรรจุสารเคมีทั้งชนิดของเหลวและของแข็ง

2. เครื่องแก้ว หรือขวดสารเคมีแตก เช่น ปิเปต บิวเรต หลอดทดลอง ปีกเกอร์ที่แตกหัก ชำรุด

3. ขยะปนเปื้อนสารเคมี ได้แก่ ขยะที่มีการปนเปื้อนสารเคมี หรือบรรจุภัณฑ์ที่ปนเปื้อนสารเคมี เช่น กระดาษชำระที่เช็ดสารเคมีหก ถังมือ เศษผ้า หน้ากาก

การวางภาชนะรองรับของเสียชนิดของแข็ง ได้แก่ อุปกรณ์เครื่องแก้วแตก ขวดแก้วและภาชนะบรรจุสารเคมีใช้แล้วและสารเคมีหมดอายุทำการรวบรวมบนชั้นวางด้านหน้าห้องปฏิบัติการ ในส่วนของเครื่องแก้วที่แตกจัดเตรียมถังพลาสติกแบบมีฝาปิดรองรับ ส่วนขยะที่มีการปนเปื้อนสารเคมี เช่น กระดาษชำระ ถังมือที่ใช้แล้วทิ้งลงในถังขยะบริเวณจุดล้างอุปกรณ์ซึ่งแยกออกจากถังขยะทั่วไป มีฝาปิดมิดชิดและเก็บรวบรวมทุกวันโดยจัดเก็บในพื้นที่จัดเก็บที่ได้เตรียมไว้เพื่อรอการนำไปกำจัดอย่างถูกวิธี

3. การหาแนวทางป้องกันอันตรายอันเกิดจากห้องปฏิบัติการ

ก่อนการดำเนินการศึกษา แนวทางป้องกันอันตรายอันเกิดจากห้องปฏิบัติการมีเพียงการแนะนำกฎระเบียบ ข้อควรปฏิบัติในการใช้ห้องปฏิบัติการจากอาจารย์ผู้สอนในแต่ละวิชานั้น เมื่อมีการดำเนินการ

ศึกษาจึงได้จัดทำป้ายและสื่อเพื่อใช้เป็นแนวทางป้องกันอันตราย ดังนี้

3.1 จัดทำป้ายให้ความรู้ ผู้ศึกษาได้จัดทำโปสเตอร์ให้ความรู้ในเรื่องประเภทของสารเคมี ประเภทของของเสียเคมี และมาตรการเชิงป้องกันเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย ติดในห้องปฏิบัติการบริเวณที่ง่ายต่อการอ่านและการสังเกต

3.2 จัดทำสื่อให้ความรู้แก่นักศึกษา สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สื่อให้ความรู้เป็นวิดีโอที่เกี่ยวกับประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี ประเภทของของเสียเคมีตามระบบ GHS การจัดการของเสีย และแนวทางการป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ ความยาว 4.56 นาที ได้เผยแพร่ทางสื่อออนไลน์เพื่อให้นักศึกษาสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย



รูปที่ 4 การแต่งกายป้องกันส่วนบุคคล

3.3 การป้องกันส่วนบุคคล จากการสำรวจการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลนักศึกษาในห้องปฏิบัติการสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัจจุบันนักศึกษาที่เข้ามาใช้ห้องปฏิบัติการในการทำการทดลอง ในการเรียน หรือการศึกษาปริญญาโทพบว่ามีร้อยละ 73 มีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันครบถ้วน ร้อยละ 37 มีการสวมใส่อุปกรณ์

ป้องกันบางส่วนเท่านั้น เช่น การสวมเสื้อกาวน์ หรือถุงมือเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ขึ้นกับการใช้สารเคมีแต่ละประเภทที่แตกต่างกันออกไปตามความอันตราย แต่อย่างไรก็ตามหากมีการทำการศึกษาที่เกิดปฏิกิริยารุนแรง หรือเกิดก๊าซที่เป็นอันตราย จำเป็นต้องแต่งกายและสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลให้เหมาะสม เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดจากปฏิบัติการ โดยมีการสวมใส่หน้ากากป้องกันไอระเหยจากสารเคมี แวนตาถุงมือยาง ให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงานนั้น ๆ ดังรูปที่ 4

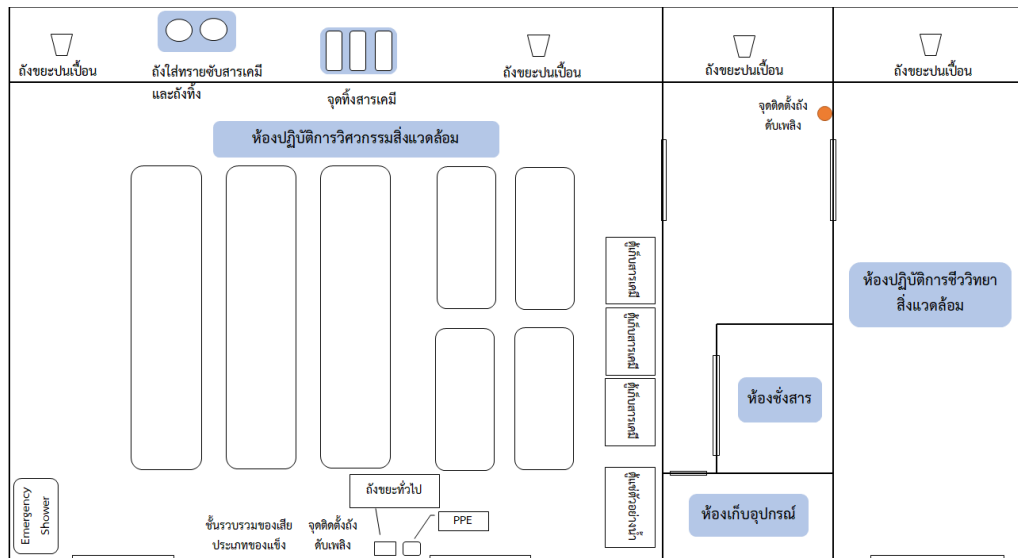


รูปที่ 5 ภาชนะบรรจุทรายสำหรับซับสารเคมี

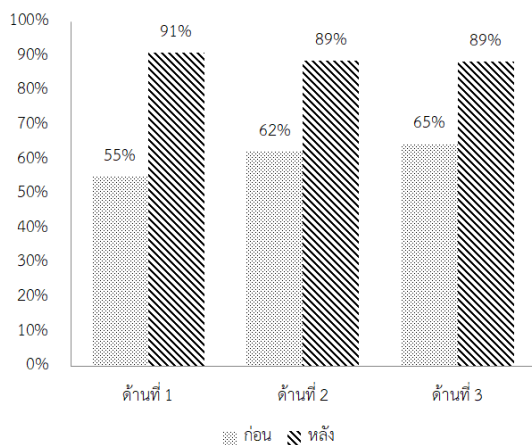
3.4 การจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ ผู้ศึกษาทำการเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ ได้แก่ ถังใส่ทรายสำหรับซับสารเคมี (8) ที่หกหรือรั่วไหลลงตามพื้นเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของสารเคมี ในการดูดซับสารเคมีประเภทตัวทำละลาย กรด หรือด่าง เนื่องจากทรายเป็นวัสดุดูดซับที่มีความเฉื่อยไม่ว่องไวในการทำปฏิกิริยาเคมี อุปกรณ์แสดงดังรูปที่ 5 ซึ่งวิธีการใช้อุปกรณ์ได้แสดงในสื่อที่ใช้ในการให้ความรู้แก่นักศึกษา และทำการติดตั้งถึงดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้งซึ่งเหมาะกับการดับเพลิงที่เกิดจากวัสดุทั่วไปจากน้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซ หรือของเหลวที่ไวไฟ และการลุกไหม้จากไฟที่เกิดจากไฟฟ้า จำนวน 2 จุด คือ บริเวณหน้าห้องปฏิบัติการและบริเวณผนังใกล้ห้องชีววิทยา เพราะเป็นบริเวณที่สังเกตเห็นได้ง่าย สะดวกต่อการใช้งาน นอกจากนี้ได้จัดทำแผนผังการวางถังดับเพลิงและจุด

วางแผนรองรับของเสียต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ แสดงดังรูปที่ 6 โดยถึงดับเพลิงผ่านการตรวจสอบสภาพถังทุก 6 เดือน พร้อมวิธีใช้งาน ซึ่งทางคณะกรรมการอบรมเรื่องการ

ดับเพลิงเบื้องต้นและการซ้อมหนีไฟให้นักศึกษาเป็นประจำทุกปี



รูปที่ 6 แผนผังการวางถังดับเพลิงและภาชนะรองรับของเสียในห้องปฏิบัติ



รูปที่ 7 เปรียบเทียบความแตกต่างของผลการทดสอบก่อนและหลังให้ความรู้

3.5 ประเมินผลความรู้ของนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จำนวน 48 คน เป็นเพศชาย 19 คน เพศหญิง 29 คน ที่เข้าใช้ห้องปฏิบัติการ โดยทำแบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการอบรมให้ความรู้ระยะเวลาดำเนินการทดสอบห่างกัน 1 สัปดาห์ โดยแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยจำนวนทั้งหมด 30 ข้อ

แบ่งเป็น 3 ด้าน เพื่อประเมินความรู้ ความเข้าใจของนักศึกษาหลังจากได้รับชมสื่อและป้ายให้ความรู้ โดยมีคำถามด้านต่าง ๆ ดังนี้ 1. ด้านการจัดเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการ มีจำนวน 10 ข้อ ตัวอย่างเช่น การจำแนกประเภทของสารเคมีตามระบบ GHS ประกอบด้วยสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายที่ประเภท ระบบ GHS แบ่งประเภทความเป็นอันตรายเป็นกี่ด้านอะไรบ้าง Safety Data Sheet (SDS) คืออะไร การเก็บรักษาสารเคมีข้อใดถูกต้อง ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการจัดเก็บสารเคมีในบรรจุภัณฑ์ที่มีวัสดุเหมาะสม 2. ด้านการจัดการของเสียอันตราย มีจำนวน 10 ข้อ ตัวอย่างเช่น ของเสียภายในห้องปฏิบัติการหมายถึงอะไร ของเสียสารเคมีกักต่อนมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่าไร การติดฉลากบนภาชนะบรรจุของเสียควรคำนึงถึงอะไร ข้อใดคือข้อควรปฏิบัติและข้อควรระวังในการจัดการของเสีย 3. ด้านการป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการมีจำนวน 10 ข้อ ตัวอย่างเช่น การเตรียมสารเคมีประเภทกรด ต่างหรือสารระเหยควรทำอย่างไร หากผิวหนังเราโดนกรด

ควรทำอะไรเป็นลำดับแรก ถ้ากรณีเตรียมหลงพัน ควรทำอะไร เป็นต้น เมื่อทำการวิเคราะห์ผลประเมินแบบทดสอบในแต่ละด้านโดยนำร้อยละจำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกมาทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการประเมินแบบทดสอบทั้งก่อนและหลังให้ความรู้ พบว่าหลังจากได้ให้ความรู้ในแต่ละด้านผลที่ได้คือ ด้านที่ 1 เรื่องการจัดเก็บของเสียมี จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกก่อนให้ความรู้คิดเป็นร้อยละ 55 หลังจากให้ความรู้จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกคิดเป็นร้อยละ 91 ด้านที่ 2 เรื่องการจัดการของเสียอันตราย จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกก่อนให้ความรู้คิดเป็นร้อยละ 62 หลังจากให้ความรู้จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกคิดเป็นร้อยละ 89 ด้านที่ 3 เรื่องการป้องกันในห้องปฏิบัติการ จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกก่อนให้ความรู้ร้อยละ 65 หลังจากให้ความรู้จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกคิดเป็นร้อยละ 89 แสดงดังรูปที่ 7 โดยภาพรวมของการทดสอบหลังได้รับความรู้ พบว่านักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมมีความรู้ ความเข้าใจ สูงกว่าร้อยละ 80 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก อีกกว่าร้อยละ 10 ที่นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไม่เข้าใจ เช่น เรื่องความรู้เกี่ยวกับระบบ GHS ประเภทของของเสียเคมี การรับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายนั้น ภายหลังจากประเมินผลแบบทดสอบแล้ว ผู้ศึกษาดำเนินการจัดประชุมเพื่อสรุปผลการทดสอบ แลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น และให้ความรู้ในเรื่องที่นักศึกษาไม่เข้าใจดังกล่าวข้างต้นเพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจอย่างถูกต้อง

สรุปผล

การจัดการระบบข้อมูลและการจัดการสารเคมี จำแนกประเภทของสารเคมีตามระบบ GHS ในห้องปฏิบัติการ แยกประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมีตามระบบ GHS ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1. ด้านกายภาพ 2. ด้านสุขภาพ และ 3. ด้านสิ่งแวดล้อม การจัดการของเสียประเภทของเสียสารเคมีที่เป็นของเหลวที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่จัดเป็นของเสียประเภทเคมีกัดกร่อน ประเภทของของเสียชนิดของแข็ง แบ่ง

ออกเป็น 1. ขวดแก้ว ขวดสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว 2. เครื่องแก้ว หรือขวดสารเคมีแตก 3. ขยะปนเปื้อนสารเคมี โดยจัดภาชนะรองรับของเสียแต่ละชนิดให้เหมาะสมและมีชั้นวางแยกประเภทชัดเจน ทำการประเมินความรู้ ความเข้าใจของนักศึกษาจำนวน 48 คน แบ่งการทดสอบเป็น 3 ด้าน ดังนี้ ด้านที่ 1) การจัดเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการ จากผลการทดสอบนักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 36 ด้านที่ 2) การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ จากผลการทดสอบนักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 27 ด้านที่ 3) การป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ จากผลการทดสอบนักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 24 เมื่อเปรียบเทียบนักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการจัดเก็บสารเคมีเพิ่มมากขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือ เรื่องการจัดการของเสียอันตราย ส่วนเรื่องการป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องให้ความรู้ในเรื่องนี้เพิ่มเติม

แนวทางป้องกันอันตรายอันเกิดจากห้องปฏิบัติการ ผู้ศึกษาได้จัดทำป้ายให้ความรู้เรื่องและสื่อวิดีโอที่เกี่ยวกับประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี ประเภทของของเสียเคมี และวิธีการป้องกันอันตรายในการใช้ห้องปฏิบัติการ โดยสิ่งสำคัญสำหรับนักศึกษาที่ใช้ห้องปฏิบัติการควรคำนึงเป็นอันดับแรกคือ การแยกของเสียอันตรายออกจากของเสียไม่อันตรายเพื่อช่วยลดปริมาณของเสียอันตราย ระมัดระวังการรั่วไหลหรือหกหล่นซึ่งอาจทำให้เกิดปฏิกิริยารุนแรงจนก่อให้เกิดเพลิงไหม้หรือระเบิดซึ่งเป็นอันตรายต่อตัวเองและสถานศึกษาได้ สถานที่เก็บรวบรวมของเสียควรเก็บในที่มืดซิด ไม่ควรเก็บไว้นานใกล้ท่อระบายน้ำเพื่อป้องกันการรั่วไหล รวมทั้งการสวมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลเพื่อป้องกันอันตรายอันเกิดจากห้องปฏิบัติการ

ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานขั้นตอนต่อไปควรจัดทำระบบจัดเก็บข้อมูลสารเคมีให้สามารถตรวจสอบข้อมูล เช่น ปริมาณ จำนวน วันหมดอายุของสารเคมีที่มีในห้องปฏิบัติการ จัดทำข้อมูลความปลอดภัยสารเคมีที่ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการสามารถเข้าถึงได้ง่าย เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากกองทุนส่งเสริมงานวิจัย เพื่อยกระดับปริญญานิพนธ์สู่งานวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Walters AUC, Lawrence W, Jalsa NK. Chemical laboratory safety awareness, attitudes and practices of tertiary students. Safety Sci. 2017;96:161-71.
2. โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย. แนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ; 2555.
3. Winder C, Azzi R, Wagner D. The development of the globally harmonized system (GHS) of classification and labelling of hazardous chemicals. J Hazardous Mater. 2005;125(1):29-44.
4. เสาวนีย์ สัตยดิษฐ์. การจัดการของเสียชีวภาพและของเสียสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิจัยวิทยาศาสตร์ทางสัตวแพทย คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. Journal of Safety and Health. 2013;6(23):15-23.
5. วรพจน์ กนกกันตพงษ์. การจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ. วารสาร มจร.วิชาการ. 2550;11(21):95-102.
6. กรมควบคุมมลพิษ. คู่มือการจัดการของเสียห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร:

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2547.

7. นภัสนันท์ จันทรา. การจัดการของเสียอันตรายของห้องปฏิบัติการในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทะเล เครื่องบริษัทพัฒนากรู๊ป [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2554.
8. โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย. แนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2555 [สืบค้นเมื่อวันที่ 5 เม.ย. 2563]. จาก: <http://esprel.labsafety.nrct.go.th/home.asp>.
9. ธีรยุทธ วิไลวัลย์, สุชาติา ชินะจิตร, จุฑามาศ ทรัพย์ประดิษฐ์. ของเสียจากห้องปฏิบัติการที่นักเคมี(มัก)มองข้าม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2560.