รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยเรื่อง

การจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

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

นางสาวภัทรมาศ เทียมเงิน

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณจากเงินกองทุนส่งเสริมงานวิจัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
พ.ศ. ๒๕๖๒

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยเรื่อง

การจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

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

นางสาวภัทรมาศ เทียมเงิน

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณจากเงินกองทุนส่งเสริมงานวิจัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
พ.ศ. ๒๕๖๒

เรื่อง	การจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ชื่อนักวิจัย	นางสาวภัทรมาศ เทียมเงิน นางสาวสุลักษณา ยวงจันทร์ นายอานุภาพ เทียนกล่ำ
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	๒๕๖๑

บทคัดย่อ

การใช้สารเคมีในห้องปฏิบัติการสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมในการเรียน การทดลองและวิจัย ทำให้เกิดสารเคมีเหลือทิ้งหรือปนเปื้อน เรียกว่า ของเสียเคมี อาจอยู่ในรูปของของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ของเสียเหล่านี้หากไม่ได้จัดการอย่างถูกวิธีอาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์และปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมได้ การจัดทำโครงงานครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อจัดทำระบบการสารเคมีและของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและประเมินผลความรู้นักศึกษาสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมโดยมีการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน คือ 1. การจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการ 2. ด้านการจัดการของเสียอันตราย 3. การหาแนวทางป้องกันอันตรายอันเกิดจากห้องปฏิบัติการ โดยผลการศึกษาการจัดการระบบข้อมูลและการจัดเก็บสารเคมีใช้หลักจีเอชเอส ทำการแยกประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมีสามารถจำแนกสารเคมีในห้องปฏิบัติการได้เป็น 7 ประเภท คือ 1) สารไวไฟ 2) สารกัดกร่อน 3) สารออกซิไดซ์ 4) ความเป็นพิษ 5) ความเป็นพิษเฉียบพลัน 6) การก่อมะเร็ง 7) ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม การจัดการของเสียเคมี สามารถแบ่งประเภทของเสียได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) ของเสียอันตรายชนิดของเหลวทำการรวบรวมใส่ภาชนะที่ทนต่อการกัดกร่อนของของเสียเคมี 2) ของเสียอันตรายชนิดของแข็ง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ภาชนะบรรจุสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว เครื่องแก้วหรือขวดสารเคมีแตก และขยะปนเปื้อนสารเคมี โดยจัดเตรียมภาชนะรองรับแยกตามประเภทเพื่อรวบรวมส่งกำจัดอย่างถูกวิธี แนวทางการป้องอันตรายในห้องปฏิบัติการ ผู้ศึกษาจัดทำป้ายให้ความรู้และวิดีโอเกี่ยวกับประเภทความเป็นอันตราย ประเภทของเสียเคมี และวิธีการป้องกันอันตรายในการใช้ห้องปฏิบัติการ ทางคณะผู้จัดทำใช้วิธีการประเมินความรู้ โดยการทำแบบทดสอบก่อนและหลังให้ความรู้แก่นักศึกษาสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมจำนวน 48 คน แบ่งการทดสอบเป็น 3 ด้าน ผลการศึกษาพบว่านักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นในทุกด้าน โดยด้านที่ 1) การจัดเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการ นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 36 ด้านที่ 2) การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 26.5 ด้านที่ 3) การป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 23.9 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักศึกษามีความเข้าใจในการใช้ห้องปฏิบัติการอย่างถูกต้องและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

สำนักวิทยบริการฯ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง “การจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ” ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณจากเงินกองทุนส่งเสริมงานวิจัย เพื่อยกระดับปริญญานิพนธ์สู่งานวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2562 สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณนักศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ที่ได้สละเวลาทำแบบทดสอบความรู้ ความเข้าใจ เรื่องการจัดเก็บสารเคมี การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ และแนวทางการป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จนทำให้โครงงานสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีและผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยเล่มนี้จะมีคุณค่าและประโยชน์ทางด้านวิจัยแก่ผู้ที่ต้องการศึกษาข้อมูลต่อไป

นางสาวภัทรมาศ เทียมเงิน

กรกฎาคม 2562

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญ

สารบัญตาราง

สารบัญภาพ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 นิยามศัพท์สำคัญ 3

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22

บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน

3.1 การดำเนินงาน 26

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผล 27

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ 27

3.4 การวางแผนการทำงาน 28

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 การจัดการการระบบข้อมูลและจัดเก็บสารเคมี 29

4.2 การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ 36

4.3 แนวทางป้องกันอันตรายอันเกิดจากห้องปฏิบัติการ 40

4.4 ประเมินผลและทำแบบทดสอบก่อน-หลังการจัดการอบรมให้ความรู้ 44

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา 51

5.2 ข้อเสนอแนะ 52

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก

สถาพร.สุวรรณภูมิ

สารบัญตาราง

ตารางที่	**หน้า**
2.1 ประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านกายภาพ	7
2.2 ประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสุขภาพ	10
2.3 ประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสิ่งแวดล้อม	12
4.1 ประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมีแต่ละชนิดในห้องปฏิบัติการ	29
4.2 รายชื่อสารเคมีที่ไม่จัดเป็นอันตรายของระบบ จีเอชเอส	34
4.3 เกณฑ์ในการวัดผลประเมินความรู้	44

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย ระบบ จีเอชเอส	6
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	25
4.1 แสดงจำนวนประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี	33
4.2 การจัดตู้สารเคมีและติดฉลากแสดงอันตราย	35
4.3 ตู้จัดเก็บสารเคมีและสารละลายที่เตรียม	35
4.4 ฉลากติดขวดสารเคมี	36
4.5 ตัวอย่างการติดฉลากการเตรียมสารละลายเคมี	36
4.6 การทดสอบของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	37
4.7 การเทียบค่า ความเป็นกรด-ด่าง	37
4.8 การวางภาชนะรองรับของเสียเคมี	38
4.9 แสดงป้ายติดถังรองรับของเสียเคมีจากห้องปฏิบัติการ	38
4.10 การวางภาชนะรองรับของเสียเคมีชนิดของแข็ง	39
4.11 การวางภาชนะรองรับขยะปนเปื้อนสารเคมี	39
4.12 ประเภทของสารเคมีตามระบบ จีเอชเอส	40
4.13 ประเภทของของเสียเคมี	40
4.14 มาตรการเชิงป้องกันเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย	41
4.15 หน้าตัวอย่างวิดีโอให้ความรู้	41
4.16 การแต่งกายป้องกันส่วนบุคคล	42
4.17 ภาชนะบรรจุทรายซับกรด	43
4.18 การวางถังดับเพลิง	43
4.19 แผนผังการวางถังดับเพลิงและภาชนะรองรับของเสียในห้องปฏิบัติการ	44
4.20 แสดงร้อยละของจำนวนนักศึกษาที่ตอบแบบทดสอบก่อนให้ความรู้ เรื่องการจัดเก็บสารเคมีถูกต้อง	45
4.21 แสดงร้อยละของจำนวนนักศึกษาที่ตอบแบบทดสอบก่อนให้ความรู้ เรื่องการจัดการของเสียถูกต้อง	46

สอพ.อุทร.สุวรรณภูมิ

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.22 แสดงร้อยละของจำนวนนักศึกษาที่ตอบแบบทดสอบก่อนให้ความรู้ เรื่องการป้องกันในห้องปฏิบัติการถูกต้อง 46
4.23 แสดงร้อยละของจำนวนนักศึกษาที่ตอบแบบทดสอบหลังให้ความรู้ เรื่องการจัดเก็บสารเคมีถูกต้อง 47
4.24 แสดงร้อยละของจำนวนนักศึกษาที่ตอบแบบทดสอบหลังให้ความรู้ เรื่องการจัดการของเสียถูกต้อง 48
4.25 แสดงร้อยละของจำนวนนักศึกษาที่ตอบแบบทดสอบหลังให้ความรู้ เรื่องการป้องกันในห้องปฏิบัติการถูกต้อง 49
4.26 แสดงร้อยละเปรียบเทียบความแตกต่างผลการประเมินก่อนและหลัง 49

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

สารเคมีนับว่ามีความสำคัญในการทดลองและการทำงานวิจัยในห้องปฏิบัติการมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทดลองในปฏิบัติการและงานวิจัย โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ 2 กลุ่ม คือ สารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์ซึ่งมีคุณสมบัติบางประการที่ทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้ โดยการสัมผัส สูดดม หรือรับเข้าสู่ร่างกายโดยวิธีใดวิธีหนึ่ง

การใช้สารเคมีต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการในการเรียนการสอนและวิจัยก็ทำให้เกิดสารเคมีเหลือทิ้งหรือปนเปื้อน เรียกว่า ของเสียเคมี (Chemical waste) ได้แก่ สารจากปฏิกิริยาเคมี สารเหลือจากการวิเคราะห์ ซึ่งทำให้เกิดสารเคมีที่ไม่บริสุทธิ์หรืออยู่ในรูปของผสมในลักษณะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ของเสียสารเคมีเหล่านี้หากไม่ได้รับการจัดอย่างถูกวิธีก็จะทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้ที่สัมผัส เช่น การสูดดมสารเคมีเมื่อสูดดมไอของสารเคมีบางชนิดจะทำให้จมูก คอ และปอดระคายเคือง ความเป็นอันตรายขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณที่ได้รับเข้าสู่ร่างกาย เช่น สารปรอทที่ทำอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลาง สารพิษก๊าซอันตรายหลายชนิดจัดเป็นสารก่อมะเร็ง เช่น สารประกอบกลุ่มไฮโดรคาร์บอน สิ่งระคายเคือง เช่น สารที่มีฤทธิ์เป็นกรดเมื่อถูกตามร่างกายจะก่อให้เกิดการระคายเคืองได้ จึงควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสโดยตรงซึ่งผลกระทบที่กล่าวมานั้นอาจส่งผลทำให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ พืช และสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม [1]

การจัดทำโครงงานครั้งนี้เพื่อหาแนวทางจัดการสารเคมี ของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมเพื่อการจัดเก็บและรอการกำจัดการอย่างเหมาะสมเพื่อลดมลพิษและของเสียเคมี ตลอดจนเป็นการป้องกันอันตรายและแก้ไขปัญหาอันเกิดจากของเสียเคมีจากห้องปฏิบัติการ พร้อมทั้งถ่ายทอดองค์ความรู้ ความเข้าใจในการจัดการของเสียเคมีอย่างเหมาะสมแก่นักศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อจัดทำระบบการจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

1.2.2 ประเมินผลความรู้ นักศึกษาสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏ

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 การจัดการสารเคมีทุกชนิดห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมโดยใช้หลัก จีเอชเอส

1.3.2 ของเสียทุกประเภทที่เกิดจากห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม

1.3.3 ห้องปฏิบัติการสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 นิยามศัพท์สำคัญ

ห้องปฏิบัติการปลอดภัย หมายถึง ห้องปฏิบัติการที่มีการป้องกันและลดความเสี่ยงอย่างเพียงพอที่จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานที่ปฏิบัติตามข้อบังคับเกิดความปลอดภัย และไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมด้วย ดังนั้น การทำให้ห้องปฏิบัติการปลอดภัย จึงต้องทราบว่าปัจจัยเสี่ยงในห้องปฏิบัติการมีอะไรบ้างและเสี่ยงอย่างไร เพื่อนำมาสร้างระบบการจัดการความเสี่ยงให้แก่ห้องปฏิบัติการ ซึ่งจะบรรลุเป้าหมายได้ผู้นำองค์กรต้องแสดงเจตนารมณ์แน่วแน่ที่จะทำให้เกิดความมั่นใจว่าในสถานที่ทำงานมีความปลอดภัย ด้วยการกำหนดและประกาศนโยบายและแผนปฏิบัติเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อเป็นข้อยืนยันว่าจะกระทำการ [2]

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 นิยามสารเคมี [1]

สารเคมี (Substance) หมายถึง ธาตุและส่วนประกอบที่มีอยู่ตามธรรมชาติ หรือที่เกิดจากกระบวนการผลิต ซึ่งรวมถึงสารเจือปนที่จำเป็นสำหรับการคงตัวของสารและสารปนเปื้อนจากกระบวนการผลิต แต่ไม่รวมตัวทำละลายที่สามารถแยกออกได้โดยไม่มีผลกระทบต่อการคงตัวของสารหรือทำให้องค์ประกอบของสารนั้นเปลี่ยนแปลงไป สารเคมีทุกชนิดส่วนใหญ่จะมีอันตรายขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีและปริมาณที่เราได้รับโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารเคมีที่มีฉลากเขียนข้างภาชนะบรรจุว่า "อันตราย (HAZARDOUS)" และมีรูปหัวกะโหลกไขว้จะมีอันตรายที่รุนแรงมากหากใช้ไม่ถูกวิธีหรือขาดการเอาใจใส่ในการควบคุมดูแล

2.2.2 ระบบการจัดการสารเคมี

สารเคมีเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญที่สุดของห้องปฏิบัติการ เพราะห้องปฏิบัติการมีสารเคมีเป็นจำนวนมากและความเสี่ยงที่จะเกิดภัยอันตรายนั้นมาจากความเป็นอันตรายและพิษตามสมบัติและปริมาณของสารที่ได้รับ

การจัดการสารเคมีที่ดีคือ ต้องมีการควบคุมดูแลให้มีสารเคมีเท่าที่จำเป็น จัดเก็บอย่างเหมาะสม เคลื่อนย้ายอย่างปลอดภัย และใช้อย่างระมัดระวัง ซึ่งจะจัดการทั้งระบบได้ต้องทราบว่า ห้องปฏิบัติการมีสารเคมีอะไรบ้างและมีความเป็นอันตรายอย่างไร เพราะสารเคมีที่มีอยู่ทั้งหมดอาจเป็นสารที่ห้ามเก็บไว้ด้วยกัน (incompatibility) บางอย่างอาจต้องมีภาชนะรองรับหรือเก็บในตู้พิเศษ บัญชีข้อมูลสารเคมีของห้องปฏิบัติการจึงเป็นหัวใจของการจัดการสารเคมีทั้งระบบ ตั้งแต่การจัดหามาใช้ เตรียมพื้นที่ จัดเก็บ และติดตามตรวจสอบการเบิกจ่าย ซึ่งอำนวยประโยชน์แก่การควบคุมกำกับดูแลสารเคมีเพื่อความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการเป็นอย่างยิ่ง

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร

การจัดการสารเคมีต้องมีระบบการจัดการอย่างครบวงจรโดยมีการจัดการด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.2.2.1 การจัดการข้อมูลสารเคมี และเอกสารข้อมูลความปลอดภัย ควรมีระบบบันทึกข้อมูลสารเคมีของห้องปฏิบัติการให้ผู้ปฏิบัติงานฝ่ายต่างๆ บันทึกข้อมูลในส่วนที่เกี่ยวข้อง สารเคมีทั้งหมดของห้องปฏิบัติการ ทำให้เรียกใช้ข้อมูลในส่วนที่ต้องการสำหรับการบริหารจัดการด้านต่างๆได้ง่าย ซึ่งบูรณาการเข้ากับข้อมูลความปลอดภัย (SDS) นอกจากจะนำสู่เป้าหมายคือ การบริหารจัดการสู่ความปลอดภัยแล้ว ยังสามารถประเมินและจัดการความเสี่ยง การแบ่งเป็นประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี และการจัดสรรงบประมาณอีกด้วย

โครงสร้างข้อมูลของบัญชี/สารบบข้อมูลสารเคมี ควรประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- ชื่อสารเคมี (Chemical name)
- CAS no.
- รหัสของภาชนะบรรจุ (Bottle ID)
- ปริมาณสารเคมี (Chemical volume/weight)
- Grade
- ราคา (Price)
- ห้องที่จัดเก็บสารเคมี (Storage room)
- อาคารที่จัดเก็บสารเคมี (Storage building)
- วันที่รับเข้ามาในห้องปฏิบัติการ (Acquisition date)
- ผู้ขาย/ผู้จำหน่าย (Supplier)
- ผู้ผลิต (Manufacturer
- ประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี

ควรมีการตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์และทันสมัยของเอกสารข้อมูลความปลอดภัย ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลสำคัญสำหรับการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดจากสารเคมีนั้นๆ ได้อย่างถูกต้อง และควรจัดเก็บเอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมีทุกรายการไว้ในตำแหน่งที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าถึงได้สะดวกรวดเร็วและทันกาล

ข้อกำหนดการจัดการเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS)

1) มีการเก็บ SDS เป็นเอกสาร

2) มีการเก็บ SDS เป็นไฟล์อิเล็กทรอนิกส์

3) ทุกคนในห้องปฏิบัติการทราบที่เก็บ SDS และได้รับอนุญาตให้ดู SDS ได้

4) เก็บ SDS ในที่ที่เข้าถึงและดูได้โดยง่ายและทันกาลเมื่อต้องการใช้หรือเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

5) มี SDS ของสารเคมีอันตรายทุกตัวที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ

6) SDS มีข้อมูลครบถ้วน มีรายละเอียดครบ 16 ข้อ ดังหัวข้อต่อไปนี้

สาขาสมทร.สุวรรณภูมิ

6.1) ข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมี และบริษัทผู้ผลิตและหรือจำหน่าย (Identification)

6.2) ข้อมูลความเป็นอันตราย (Hazards identification)

6.3) ส่วนประกอบและข้อมูลเกี่ยวกับส่วนผสม (Composition/Information on ingredients)

6.4) มาตรการปฐมพยาบาล (First aid measures)

6.5) มาตรการผจญเพลิง (Fire fighting measures)

6.6) มาตรการจัดการเมื่อมีการหกรั่วไหล (Accidental release measures)

6.7) การใช้และการจัดเก็บ (Handling and storage)

6.8) การควบคุมการได้รับสัมผัสและการป้องกันส่วนบุคคล (Exposure controls/Personalprotection)

6.9) สมบัติทางกายภาพและเคมี (Physical and chemical properties)

6.10) ความเสถียรและการเกิดปฏิกิริยา (Stability and reactivity)

6.11) ข้อมูลด้านพิษวิทยา (Toxicological information)

6.12) ข้อมูลด้านระบบนิเวศ (Ecological information)

6.13) ข้อพิจารณาในการกำจัด (Disposal considerations)

6.14) ข้อมูลสำหรับการขนส่ง (Transport information)

6.15) ข้อมูลเกี่ยวกับกฎข้อบังคับ (Regulatory information)

6.16) ข้อมูลอื่น ๆ (Other information)

7) SDS ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการต้องทันสมัย หากจัดทำขึ้นก่อนเวลาปัจจุบัน ต้องไม่นานเกินกว่า 5 ปี

2.2.2.2 การจัดเก็บสารเคมีต้องคำนึงถึงลักษณะของความเป็นอันตราย และสมบัติที่เข้ากันได้และไม่ได้ของสารเคมีต่างๆ ที่จัดเก็บ ก่อนจัดเก็บจึงต้องศึกษาจากเอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมีและฉลากเพื่อจัดเตรียมสถานที่และภาชนะรองรับที่เหมาะสม (ในกรณีที่จำเป็น)

สำหรับการจำแนกความเป็นอันตรายของสารเคมีนั้น ปัจจุบันระบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ ระบบการจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก (Globally Harmonised System for Classification and Labeling of Chemicals, GHS) ระบบนี้มีการจัดแบ่งความเป็นอันตรายออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านสุขภาพ และด้านสิ่งแวดล้อม แต่ละด้านแบ่งย่อยเป็นชนิดต่างๆ และใช้สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย 9 รูป โดยแสดงนัยถึงความรุนแรงของอันตรายของสารด้วย ดังนั้น สารที่อยู่ในกลุ่มที่มีความเป็นอันตรายอย่างเดียวกัน อาจใช้สัญลักษณ์ไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรง (Category) ของอันตรายประเภทนั้นๆ เช่น ความเป็นอันตรายประเภทเป็นพิษเฉียบพลัน มีการแบ่งระดับรุนแรงมากจะใช้สัญลักษณ์รูป “หัวกระโหลกกระดูกไขว้” แต่หากมีระดับความเป็นอันตรายไม่รุนแรงมากจะใช้สัญลักษณ์รูป “เครื่องหมายตกใจ” และบางกรณีสารที่มีความเป็นอันตราย

สวพ.มหาสารคาม

คนละประเภท อาจใช้สัญลักษณ์รูปเดียวกันได้ประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมีและสัญลักษณ์ตามระบบ GHS

สัญลักษณ์ตามระบบ GHS เป็นระบบการจำแนกประเภท การติดฉลาก และการแสดงรายละเอียดในเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS) ของสารเคมีและเคมีภัณฑ์ ที่องค์การสหประชาชาติพัฒนาขึ้น เพื่อให้ใช้สื่อสารและมีความเข้าใจเกี่ยวกับอันตรายที่เกิดจากสารเคมีนั้น ๆ ในทิศทางเดียวกัน ซึ่งจะช่วยลดความซ้ำซ้อนและค่าใช้จ่ายในการทดสอบและประเมินสารเคมี และมั่นใจว่าการใช้สารเคมีแต่ละประเภทจะถูกต้องตามที่ระบุโดยไม่เกิดผลเสียหรืออันตรายต่อสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อมแต่อย่างใด

ระบบ GHS ประกอบด้วยสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย 9 รูป (pictograms) ดังนี้

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

ภาพที่ 2.1 สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายระบบ GHS

ระบบ GHS แบ่งประเภทความเป็นอันตรายเป็น 3 ด้าน ดังนี้

- ด้านกายภาพ 16 ประเภท
- ด้านสุขภาพ 10 ประเภท
- ด้านสิ่งแวดล้อม 2 ประเภท ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.1–2.3

สวพ. มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

ตารางที่ 2.1 ประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านกายภาพ

ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์
1. วัตถุระเบิด (explosives)	- สารในรูปของแข็งหรือของเหลวที่เมื่อทำปฏิกิริยาทางเคมีแล้วเกิดแก๊สที่มีอุณหภูมิและความดันสูงจนสามารถทำความเสียหายให้กับสิ่งโดยรอบ - สารดอกไม้เพลิง (pyrotechnic substance)	
2. แก๊สไวไฟ (flammablegases)	แก๊สที่มีช่วงความไวไฟกับอากาศที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ที่ความดันบรรยากาศ 101.3 กิโลปาสกาล	
3. สารละอองลอยไวไฟ (flammable aerosols)	สารละอองลอยที่มีคุณสมบัติไวไฟหรือมีส่วนประกอบของ สารไวไฟ	
4. แก๊สออกซิไดซ์ (oxidizing gases)	แก๊สที่ให้ออกซิเจนได้ซึ่งเป็นสาเหตุหรือมีส่วนทำให้วัสดุอื่นเกิดการเผาไหม้มากกว่าปกติ	
5. แก๊สภายใต้ความดัน (gases under pressure)	แก๊สที่มีความดันไม่ต่ำกว่า 200 กิโลปาสกาล ที่บรรจุอยู่ใน ภาชนะบรรจุซึ่งหมายรวมถึง แก๊สอัด (compressed gas) แก๊สเหลว (liquefied gas) แก๊สในสารละลาย (dissolved gas) และแก๊สเหลวอุณหภูมิต่ำ (refrigerated liquefied gas)	
6. ของเหลวไวไฟ (flammable liquids)	ของเหลวที่มีจุดวาบไฟไม่เกิน 93 องศาเซลเซียส	
7. ของแข็งไวไฟ (flammable solids)	ของแข็งที่ลุกติดไฟได้ง่ายหรืออาจเป็นสาเหตุหรือช่วยให้เกิดไฟด้วยแรงเสียดทาน	
8. สารเคมีที่ทำปฏิกิริยาได้เอง (self-reactive substances and mixtures)	สารที่ไม่เสถียรทางความร้อนซึ่งมีแนวโน้มที่จะเกิดการ สลายตัวระดับโมเลกุลทำให้เกิดความร้อนขึ้นอย่างรุนแรง แม้ไม่มีออกซิเจน (อากาศ) เป็นส่วนร่วม (ไม่รวมถึงสารที่เป็น วัตถุระเบิด สารเปอร์ออกไซด์ อินทรีย์ หรือ สารออกซิไดซ์)	

สวพ. มหาวิทยาลัยสารคาม

ตารางที่ 2.1 ประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านกายภาพ (ต่อ)

ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์
9. ของเหลวที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ (pyrophoric liquids)	ของเหลวที่มีแนวโน้มที่จะลุกติดไฟภายใน 5 นาที แม้มีอยู่ในปริมาณน้อย เมื่อสัมผัสกับอากาศ	
10. ของแข็งที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ (pyrophoric solids)	ของแข็งที่มีแนวโน้มที่จะลุกติดไฟภายใน 5 นาที แม้มีอยู่ในปริมาณน้อยเมื่อสัมผัสกับอากาศ	
11. สารเคมีที่เกิดความร้อนได้เอง (self-heating substances and mixtures)	สารที่ทำปฏิกิริยากับอากาศโดยไม่ได้รับพลังงานจากภายนอกจะทำให้เกิดความร้อนได้เอง (สารประเภทนี้จะแตกต่างจากสารที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ คือ จะลุกติดไฟได้ก็ต่อเมื่อมีปริมาณมาก (หลาย กิโลกรัม) และสะสมอยู่ด้วยกันเป็นระยะเวลานาน (หลาย ชั่วโมงหรือหลายวัน)	
12. สารเคมีที่สัมผัสน้ำแล้วให้แก๊สไวไฟ (substances and mixtures, which in contact with water, emit flammable gases)	สารที่เป็นของแข็งหรือของเหลวที่ทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วสามารถลุกไหม้ได้โดยตัวเองหรือปล่อยแก๊สไวไฟออกมาในปริมาณที่เป็นอันตราย	
13. ของเหลวออกซิไดซ์ (oxidizing liquids)	ของเหลวที่โดยทั่วไปจะปล่อยแก๊สออกซิเจน ซึ่งเป็นสาเหตุหรือมีส่วนทำให้วัสดุอื่นเกิดการเผาไหม้ได้มากกว่าปกติ	
14. ของแข็งออกซิไดซ์ (oxidizing solids)	ของแข็งที่โดยทั่วไปจะปล่อยแก๊สออกซิเจน ซึ่งเป็นสาเหตุหรือมีส่วนทำให้วัสดุอื่นเกิดการเผาไหม้ได้มากกว่าปกติ	

สวพ.มหาวิทยาลัยบูรพา

ตารางที่ 2.1 ประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านกายภาพ (ต่อ)

ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์
15. สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ (organic peroxides)	สารอินทรีย์ที่เป็นของเหลวและของแข็งที่ประกอบด้วยโครงสร้างที่มีออกซิเจนสองอะตอมเกาะกัน (bivalent-OO-structure) และอนุพันธ์ของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ อะตอมไฮโดรเจนถูกแทนที่ด้วยอนุมูลอินทรีย์ (organic radicals) และอาจมีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้ - เมื่อสลายตัวทำให้เกิดการระเบิดได้ - ลุกไหม้ได้อย่างรวดเร็ว - ไวต่อแรงกระแทกหรือการเสียดสี - เกิดปฏิกิริยาอันตรายกับสารอื่นๆได้	
16. สารที่กัดกร่อนโลหะ (corrosive to metals)	สารที่ทำความเสียหายหรือทำลายโลหะได้ด้วยผลจากการกระทำทางเคมี	

สวพ. มหาสารคาม

หมายเหตุ ประเภทความเป็นอันตรายบางประเภทสามารถมีสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายได้มากกว่า 1 รูป ขึ้นกับระดับความเป็นอันตรายย่อย (category) ของประเภทความเป็นอันตรายนั้นๆ

ตารางที่ 2.2 ประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสุขภาพ

ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์
1. ความเป็นพิษเฉียบพลัน (acute toxicity)	ทำให้เกิดผลกระทบร้ายแรงหลังจากการได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายทางปากหรือทางผิวหนังเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งภายในเวลา 24 ชั่วโมง หรือทางการหายใจเป็นเวลา 4 ชั่วโมง	
2. การกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ (germ cell)	ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ของมนุษย์ซึ่งสามารถถ่ายทอดสู่ลูกหลานได้ ชั้นนอกจนถึงชั้นใน	

ตารางที่ 2.2 ประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสุขภาพ (ต่อ)

ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์
3. การกัดกร่อน/ระคายเคืองผิวหนัง (skin corrosion/irritation)	แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ - กัดกร่อนผิวหนัง หมายถึง การเกิดอันตรายต่อผิวหนัง ชนิดที่ไม่สามารถฟื้นฟูให้กลับคืนสู่สภาพเดิมได้หรือมีการตายของเซลล์ผิวหนังชั้นนอกจนถึงชั้นใน หลังการ ทดสอบกับสารทดสอบเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง - ระคายเคืองผิวหนัง หมายถึง การเกิดอันตรายต่อผิวหนังชนิดที่สามารถฟื้นฟูให้กลับคืนสู่สภาพเดิมได้หลังการทดสอบกับสารทดสอบเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง	
4. การทำลายดวงตาอย่างรุนแรง/การระคายเคืองต่อดวงตา (serious eye damage/eye irritation)	แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรง คือ ทำให้เนื้อเยื่อตาเสียหาย หรือเกิดความเสียหายทางกายภาพอย่างรุนแรงต่อการมองเห็น ที่ไม่สามารถฟื้นฟูกลับสู่สภาพ เดิมได้ภายใน 21 วัน หลังการสัมผัส - ระคายเคืองต่อดวงตา คือ การเปลี่ยนแปลงของดวงตา ที่สามารถฟื้นฟูกลับสู่สภาพเดิมได้ภายใน 21 วัน หลังการสัมผัส	
5. การทำให้ไวต่อการกระตุ้นอาการแพ้ต่อระบบทางเดินหายใจหรือผิวหนัง (respiratory or skin sensitization)	- ไวต่อการกระตุ้นให้เกิดอาการแพ้ทางระบบทางเดิน หายใจ หมายถึง ทำให้เกิดภาวะภูมิไวเกินในระบบ ทางเดินหายใจหลังจากได้รับสารจากการหายใจ	
	- ไวต่อการกระตุ้นให้เกิดอาการแพ้ทางผิวหนัง หมายถึง ทำให้เกิดอาการภูมิแพ้หลังจากได้รับสารทางผิวหนัง	

สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด

ตารางที่ 2.2 ประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสุขภาพ (ต่อ)

ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์
6. ความสามารถในการก่อมะเร็ง (carcinogenicity)	ทำให้เกิดมะเร็งหรือเพิ่มอุบัติการณ์ของการเกิดมะเร็ง หรือ ทำให้เกิดก่อนเนื้องอกชนิดไม่รุนแรงและรุนแรงลุกลามในสัตว์ทดลอง	
7. ความเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ (reproductive Toxicity)	เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ อาจเกิดอันตรายต่อการเจริญพันธุ์หรือทารกในครรภ์ รวมถึงอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพของเด็กที่ได้รับการเลี้ยงด้วยน้ำนมมารดา	
8. ความเป็นพิษต่อระบบอวัยวะเป้าหมาย-การได้รับสัมผัสครั้งเดียว (specific target organ toxicity– single exposure)	ทำให้เกิดความผิดปกติของระบบต่างๆของร่างกาย ทั้งที่ สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้และไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้แบบเฉียบพลันและ/หรือเรื้อรัง (แต่ไม่ถึง ระดับทำให้เสียชีวิต) จากการได้รับสัมผัสครั้งเดียว	
9. ความเป็นพิษต่อระบบอวัยวะเป้าหมาย-การได้รับสัมผัสซ้ำ (specific target organ toxicity -repeated exposure)	ทำให้เกิดความผิดปกติของระบบต่างๆ ในร่างกาย ทั้งที่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้และไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้แบบเฉียบพลันและ/หรือเรื้อรัง (แต่ไม่ถึง ระดับทำให้เสียชีวิต) จากการได้รับสัมผัสซ้ำๆ กัน	
10. อันตรายต่อระบบทางเดินหายใจส่วนล่างหรือทำให้ปอดอักเสบ จากการสำลัก (aspiration hazardous)	เมื่อได้รับสารที่เป็นของแข็ง/ของเหลวเข้าสู่ระบบหายใจโดยผ่านทางปาก จมูก หรือการสำลัก จะทำให้เกิดอาการรุนแรงที่เกิดขึ้นอย่างเฉียบพลัน เช่น ปอดบวมจากสารเคมีการบาดเจ็บที่เกิดต่อปอดโดยมีความรุนแรงหลายระดับ จนถึงเสียชีวิต	

สพ.มหาสารคาม

ตารางที่ 2.3 ประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านสิ่งแวดล้อม

ประเภทความเป็นอันตราย	คำอธิบายโดยสังเขป	สัญลักษณ์
1. ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ (hazardous to the Aquatic environment)	หมายรวมถึงปัจจัยต่อไปนี้ - เป็นพิษเฉียบพลันต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ - เป็นพิษเรื้อรังต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ - ทำให้เกิดการสะสมสารเคมีในสิ่งมีชีวิตในน้ำ - ส่งผลกระทบต่อระบบการย่อยสลายสารเคมีในน้ำหรือ ในสิ่งมีชีวิต	
2. ความเป็นอันตรายต่อชั้นโอโซน (hazardous to the ozone layer)	- สามารถทำลายชั้นโอโซนในชั้นบรรยากาศได้ - เป็นสารที่มีอยู่ในรายการสารเคมีที่พิจารณาว่าเป็น อันตรายต่อชั้นโอโซน นภาคผนวกของ Montreal Protocol	
3. แก๊สออกซิไดซ์ (oxidizing gases)	แก๊สที่ให้ออกซิเจนได้ซึ่งเป็นสาเหตุหรือมีส่วนทำให้วัสดุอื่น เกิดการเผาไหม้มากกว่าปกติ	

สวพ. มหาวิทยาลัยสวรรณภูมิ

ข้อกำหนดทั่วไปของการจัดเก็บสารเคมีระดับห้องปฏิบัติการ

1) จัดเก็บสารเคมีเป็นกลุ่มตามประเภทของสารเคมีหรือตามคำแนะนำใน SDS ของสารนั้น ๆ

2) ชั้นวางสารเคมีต้องอยู่ในสภาพดีคือ แข็งแรง ไม่ผุหรือเป็นสนิม ไม่โค้งงอ และมีขอบกั้น

3) ตู้เก็บสารเคมีที่วางอยู่ในพื้นที่ส่วนกลาง ต้องมีการระบุชื่อเจ้าของหรือผู้ดูแล พร้อมทั้งติดสัญลักษณ์แสดง ความเป็นอันตรายของสารเคมีในตู้ (ถ้าเป็นไปได้ให้แสดงชื่อสารเคมีที่อยู่ภายในตู้ด้วย)

4) สารเคมีทุกชนิดในห้องปฏิบัติการต้องมีตำแหน่งการเก็บที่แน่นอน

5) บริเวณที่เก็บสารเคมีที่เป็นพิษต้องมีป้ายแสดงอย่างชัดเจน

6) สารเคมีที่มีความเป็นอันตรายสูงต้องเก็บในตู้ที่มีกุญแจล็อค

7) ห้ามเก็บสารเคมีไว้ในตู้ควันอย่างถาวร

8) การเก็บสารเคมีที่เป็นของเหลวในตู้เย็นและตู้แช่แข็ง ขวดสารเคมีต้องมีภาชนะรองรับ (secondary container) ที่เหมาะสม เช่น ถาดพลาสติก ภาชนะรองรับต้องสามารถป้องกันการหกหรือรั่วไหลของสารเคมี ได้ หรือสามารถรองรับปริมาณสารเคมีที่อยู่ในขวดได้อย่างเพียงพอหากเกิดการหกหรือรั่วไหล

9) ห้องปฏิบัติการควรกำหนดเงื่อนไขการวางขวดสารเคมีที่ทิ้งหรือโต๊ะการทดลอง เช่น จำกัดประเภท ปริมาณ และเวลา เพื่อความเป็นระเบียบและปลอดภัย เช่น ห้ามวางขวดสารเคมีไว้บนโต๊ะปฏิบัติการนานกว่า 1 วัน หากเป็นของเหลวต้องมีปริมาณไม่เกิน 1 ลิตร ยกเว้น ขวดสารเคมีที่เตรียมขึ้นเองสำหรับการทดลอง เช่น stock solution

10) ห้ามวางสารเคมี (รวมถึงถังแก๊ส) บริเวณระเบียงทางเดิน

11) ไม่วางสารเคมีใกล้ท่อระบายน้ำ ใต้หรือในอ่างน้ำ หากจำเป็นต้องมีภาชนะรองรับ เพื่อป้องกันสารเคมีรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม

12) ในกรณีที่จำเป็นต้องวางขวดหรือภาชนะบรรจุสารเคมีบนพื้นห้องปฏิบัติการ ต้องมีภาชนะรองรับที่มีความจุ มากกว่าปริมาณรวมของสารเคมีที่มีอยู่ในภาชนะทุกใบ และไม่วางเกะกะการทำงานของผู้ปฏิบัติงานและ ทางเดิน ในกรณีภาชนะเป็นแก้วต้องอยู่ในตำแหน่งที่ไม่แตกได้โดยง่าย

ภาชนะบรรจุภัณฑ์ และฉลากสารเคมี

1) เก็บสารเคมีในบรรจุภัณฑ์ที่มีวัสดุเหมาะสมกับประเภทของสารเคมี

(1) ใช้ภาชนะเดิม (original container)

(2) ห้ามเก็บกรดไฮโดรฟลูออริก ในภาชนะแก้ว เพราะสามารถกัดกร่อนแก้วได้

(3) ห้ามเก็บสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ในภาชนะแก้วที่มีฝาเกลียวหรือฝาแก้ว เพราะหากมี การเสียดสีจะทำให้เกิดการระเบิด

(4) ห้ามเก็บสารละลายด่างที่มีความเป็นกรด-ด่าง สูงกว่า 11 ในภาชนะแก้ว เพราะสามารถกัดกร่อนแก้วได้

2) ตรวจสอบการชำรุดเสียหายของภาชนะสารเคมีอย่างสม่ำเสมอ เช่น การแตกร้าว รั่วซึม ของขวด หรือฝาปิด เป็นต้น

3) ภาชนะทุกชนิดที่บรรจุสารเคมีต้องมีการติดฉลากที่เหมาะสม คือ

(1) หากเป็นภาชนะเดิม (original container) ของสารเคมีต้องมีข้อมูลบนฉลากสมบูรณ์และ ชัดเจน

(2) ใช้ชื่อเต็มของสารเคมีและมีคำเตือนเกี่ยวกับอันตราย

(3) ระบุวันที่ได้รับสารเคมี และวันที่เปิดใช้สารเคมีเป็นครั้งแรก

สวพ.มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

(4) หากเป็น stock solution หรือ working solution ที่เตรียมขึ้นเองให้ระบุชื่อส่วนผสม ชื่อผู้เตรียม และวันที่เตรียมด้วย

4) มีฉลากระบุชื่อสารแม้ไม่ใช่สารอันตราย เช่น น้ำ

5) ตรวจสอบความสมบูรณ์ของฉลากบนภาชนะสารเคมีอย่างสม่ำเสมอ

(1) ฉลากสมบูรณ์ มีข้อมูลครบถ้วน

(2) ข้อความบนฉลากมีความชัดเจน ไม่จาง ไม่เลือน

2.2.2.3 การสำรวจและคัดออกสารเคมีเป็นการกำจัดสารเคมีที่ไม่ต้องการใช้และใช้ไม่ได้ออกจากห้องปฏิบัติการเพื่อช่วยลดความเสี่ยงจากสารเคมีที่ไม่จำเป็น ห้องปฏิบัติการต้องมีระบบการตรวจสอบสารที่หมดอายุจริง และสารที่ไม่ใช้แล้วทุกๆ 6 เดือน รวมถึงการคัดชื่อสารที่กำจัดออกจากบัญชีหรือสารบบข้อมูลสารเคมีด้วย เพื่อให้ข้อมูลในสารบบมีความถูกต้องทันสมัย สามารถใช้ในการบริหารจัดการความปลอดภัยได้ ตามความเป็นจริง

2.2.2.4 การเคลื่อนย้ายสารเคมีเป็นขั้นตอนที่สารเคมีอาจรั่วไหลหรือแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้มากที่สุด หากกระทำการโดยขาดความระมัดระวัง และหรือมิได้ทำตามข้อกำหนดของความปลอดภัยในการเคลื่อนย้ายสารเคมีซึ่งประกอบด้วย การใช้เครื่องป้องกันส่วนบุคคลของผู้เคลื่อนย้าย ภาชนะบรรจุและอุปกรณ์สำหรับการเคลื่อนย้ายสารเคมี และวิธีเคลื่อนย้ายที่ถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะและสมบัติของสาร

การเคลื่อนย้ายสารเคมีภายในห้องปฏิบัติการ

1) ผู้ที่ทำการเคลื่อนย้ายสารเคมี ต้องสวมถุงมือ แว่นตานิรภัย เสื้อคลุมปฏิบัติการ (เสื้อกาวน์) และ อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่จำเป็นอื่นๆ สำหรับการเคลื่อนย้ายสารเคมี

2) การเคลื่อนย้ายสารประเภทกรดและตัวทำละลาย ต้องใช้ถังยางที่ทนต่อการกัดกร่อนหรือละลาย

3) การเคลื่อนย้ายสารเคมีประเภทของเหลวไวไฟต้องใช้ภาชนะที่ทนต่อแรงดัน

4) สารเคมีที่เคลื่อนย้ายต้องอยู่ในภาชนะบรรจุที่ปิดฝาสนิท หากจำเป็นอาจผนึกด้วยแผ่นพาราฟิล์ม

5) รถเข็นที่ใช้เคลื่อนย้ายสารเคมีต้องมีแนวกั้นที่สูงเพียงพอที่จะกั้นขวดสารเคมี

6) การเคลื่อนย้ายสารเคมีต้องมีภาชนะรองรับ (secondary container) ขวดบรรจุสารโดยภาชนะ รองรับต้องไม่แตกหักง่าย เช่น ทำด้วยยาง เหล็ก หรือพลาสติก ที่มีขนาดที่สามารถบรรจุขวดสารเคมีนั้นได้

7) การเคลื่อนย้ายสารที่เข้ากันไม่ได้ต้องแยกภาชนะรองรับ (secondary container)

8) ดูแลและเฝ้าระวังสารเคมีที่เคลื่อนอย่างเคร่งครัด

สอพ.มหาสารคาม

9) การเคลื่อนย้ายสารเคมีภายนอกห้องปฏิบัติการ

(1) สารเคมีที่เคลื่อนย้ายต้องมีฉลากที่ถูกต้องชัดเจน

(2) ขวดสารเคมีที่ต้องการเคลื่อนย้ายต้องวางในภาชนะรองรับที่เหมาะสม มั่นคง ปลอดภัยและไม่แตกหักง่าย

(3) มีวัสดุกันกระแทกและหรือมีตัวดูดซับสารเคมีระหว่างขวดขณะเคลื่อนย้ายสาร เช่น vermiculite เป็นต้น

(4) การเคลื่อนย้ายสารที่เข้ากันไม่ได้ ต้องแยกภาชนะรองรับ

(5) รถเข็นต้องมีขอบกั้นที่สูงเพียงพอสำหรับกั้นขวดสารเคมี

(6) การเคลื่อนย้ายสารเคมีและวัตถุอันตรายระหว่างชั้นให้ใช้ลิฟต์ขนของ หลีกเลี่ยงการใช้ลิฟต์ทั่วไป

2.2.3 ระบบการจัดการของเสีย

ของเสียและขยะจากการปฏิบัติการ เป็นปัจจัยเสี่ยงอีกอย่างหนึ่งที่ต้องมีการจัดการอย่างเป็นระบบ เพื่อป้องกันมิให้สารเคมีรั่วไหลและแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกห้องปฏิบัติการ

2.2.3.1 การจัดการข้อมูลของเสียสารเคมี การบริหารจัดการของเสียต้องใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง นอกจากข้อมูลเกี่ยวกับของเสียแล้วยังมีรายงานและข้อมูลการขจัดของเสียออก (clearance) ด้วยจึงต้องมีระบบการบันทึกข้อมูลให้ผู้เกี่ยวข้องบันทึกข้อมูลเหล่านี้เพื่อความสะดวกในการเข้าถึงและเชื่อมโยงข้อมูลที่ จำเป็นสำหรับการกำกับดูแลติดตามและตรวจสอบ ซึ่งจะช่วยให้ระบบการจัดการของเสียอันตรายมีประสิทธิภาพมากขึ้น

โครงสร้างของระบบบันทึกข้อมูลของเสียสารเคมีควรประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- ประเภทของเสีย
- รหัสภาชนะบรรจุ (Bottle ID)
- ห้องที่จัดเก็บของเสีย (Storage room)
- อาคารที่จัดเก็บของเสีย (Storage building)
- ปริมาณของเสีย (Waste volume/weight)
- วันที่บันทึกข้อมูล (Input date)

2.2.3.2 การจำแนกประเภทของของเสียต้องมีการแยกเก็บของเสียที่มีทั้งของแข็งและของเหลว โดยของเสียเหล่านั้นอาจเป็นสารเคมีหรือวัตถุอันตราย หรือสิ่งที่ปนเปื้อนด้วยสารเคมีหรือวัตถุอันตราย ได้แก่ ภาชนะ บรรจุภัณฑ์ และ ขยะอื่นๆ เช่น ทิชชู ถุงมือ เศษผ้า หน้ากาก ยิ่งกว่านั้น การทิ้งขยะสารเคมีที่เป็นอันตรายที่ไม่สามารถทิ้งลงระบบสุขาภิบาลได้นั้น จำเป็นต้องทิ้งลงขวดแยกตามประเภทของสารเคมีเพราะการทิ้งโดยไม่แยกกลุ่มแยกประเภท อาจทำให้ได้รับอันตรายจากของเสียนั้น เช่น การระเบิดเพราะสารเคมีในของเสียทำปฏิกิริยากัน และอาจเป็นช่องทางของการรั่วไหลแพร่กระจายสู่ สิ่งแวดล้อม

สวพ. มหาวิทยาลัยบูรพา

เพราะไม่ได้ผ่านการทำลายพิษด้วยวิธีการเฉพาะที่จำเป็นสำหรับสารนั้นก่อนที่จะนำไปทิ้ง นอกจากความปลอดภัยแล้ว การจำแนกประเภทของเสียยังทำให้การกำจัดทำได้ง่ายขึ้นด้วย

1) ประเภทของของเสียสารเคมี

(1) ของเสียสารเคมีติดไฟได้ (Ignitale Chemical Waste) ของเสียสารเคมีที่เป็นของแข็ง หรือ ที่ของเหลวมีจุดวาบไฟ (Flash point) ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส จะลุกเป็นไฟได้เมื่อเกิดการเสียดสี ดูดความชื้น ปฏิกิริยาใน หรือเป็นก๊าซอัดที่มีจุดระเบิดได้เป็นสารออกซิไดซ์

(2) ของเสียสารเคมีกัดกร่อน (Corrosive Chemical) ของเสียสารเคมีที่มีค่าพีเอชมากกว่าหรือเท่ากับ 2 หรือ มีค่าพีเอช มากกกว่าหรือเท่ากับ 12.5 สามารถกัดกร่อนเหล็กกล้าชั้น SAE 1020 (Socicty of Automotive Engineer) ได้มากกว่า 6.35 มิลลิเมตร/ปี ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

(3) ของเสียสารเคมีว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี (Reactive Chemical Waste) ของเสียสารเคมีที่มีสภาพไม่คงตัวสามารถทำปฏิกิริยาได้รวดเร็วและรุนแรงกับน้ำ รวมกับน้ำได้ของผสมระเบิดได้เกิดก๊าซพิษหรือเป็นสารที่มีพวกไซยาไนด์ (CN) และซัลเฟอร์(S) เมื่อมีพีเอชระหว่าง 2-12.5 จะเกิดแก๊สพิษ ไอพิษหรือควันพิษ

(4) ของเสียสารเคมีเป็นพิษ (Toxic Chemical Waste) ของเสียสารเคมีที่มีอันตรายต่อสุขภาพอนามัย ทำให้ตายได้เมื่อสัมผัสในปริมาณเล็กน้อย เป็นพิษต่อสัตว์ทดลอง เป็นสารก่อมะเร็งหรือสกัดแล้วมีโลหะหนักหรือสารพิษมากกว่ามาตรฐานที่กำหนดรวมของเสียสารเคมีที่ถูกชะล้างได้ (Leachable Chemical Waste) ซึ่งเมื่อนำมาสกัดด้วยวิธีมาตรฐานแล้วมีปริมาณโลหะหนักหรือสารที่มีพิษ เช่น ตะกั่ว ปรอท สารหนูปนเปื้อนอยู่ในน้ำสกัดเท่ากับหรือมากกว่ามาตรฐานกำหนด

(5) ของเสียสารเคมีติดเชื้อ (Infection Chemical Waste) ของเสียสารเคมีที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ในปริมาณหรือความเข้มข้นสูงที่สามารถทำให้เกิดโรค และเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อได้

(6) ของเสียสารเคมีกัมมันตรังสี (Radioactive Chemical Waste) ของเสียสารเคมีที่ประกอบหรือปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีที่ไม่ใช้แล้ว ในระดับกัมมันตรังสีสูงเกินกว่าเกณฑ์ปกติในธรรมชาติหรือเกิดจากการผลิตซึ่งปนเปื้อนด้วยวัตถุกัมมันตรังสี

(7) ของเสียสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (Environmentally Harmful Chemical Waste) ของเสียสารเคมีเหล่านี้สามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ สารพิษที่ปนเปื้อนมากับของเสียสารเคมีอาจรั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน ซึ่งสารเคมีบางชนิดสามารถคงตัวอยู่ได้ในสิ่งแวดล้อมโดยไม่มีสารสลายตัวหรือเปลี่ยนแปลงและเมื่อสะสมเป็นเวลานานก็ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะ

สวพ.มหาวิทยาลัยบูรพา

2) ของเสียอันตรายชนิดของเหลว 18 ประเภท ดังนี้

(1) ของเสียที่เป็นกรด หมายถึง ของเสียที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 7 และมีกรดแร่ปนอยู่ในสารละลายมากกว่า 5% เช่น กรดซัลฟูริก กรดไนตริก กรดไฮโดรคลอริก ของเสียจากการทดลอง Dissolved Oxygen (DO)

(2) ของเสียที่เป็นเบส หมายถึง ของเสียที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงกว่า 7 และมีเบสปนอยู่ในสารละลายมากกว่า 5% เช่น แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไฮดรอกไซด์

(3) ของเสียที่เป็นเกลือ หมายถึง ของเสียที่มีคุณสมบัติเป็นเกลือ หรือของเสียที่เป็นผลิตผลจากการทำปฏิกิริยาของกรดกับเบส เช่น โซเดียมคลอไรด์ แอมโมเนียมไนเตรต

(4) ของเสียที่ประกอบด้วยฟอสฟอรัส หรือฟลูออไรด์ หมายถึง ของเสียที่เป็นของเหลวที่ประกอบด้วย ฟอสฟอรัส/ฟลูออไรด์ เช่น กรดไฮโดรฟลูออริก สารประกอบฟลูออไรด์ ซิลิคอนฟลูออไรด์ กรดฟอสฟอริก

(5) ของเสียที่ประกอบด้วย ไซยาไนด์อนินทรีย์/อินทรีย์ หมายถึง ของเสียที่มีโซเดียมไซยาไนด์และของเสียที่มีสารประกอบเชิงซ้อนไซยาไนด์ หรือไซยาโนคอมเพล็กซ์เป็นส่วนประกอบ เช่น โซเดียม ไซยาไนด์

(6) ของเสียที่ประกอบด้วยโครเมียม หมายถึง ของเสียที่มีโครเมียมเป็นองค์ประกอบ เช่น กรดโครมิก

(7) ของเสียที่เป็นสารปรอทอนินทรีย์/ปรอทอินทรีย์ หมายถึง ของเสียชนิดที่มีปรอทอนินทรีย์และปรอทอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ เช่น เมอคิวรี (II) คลอไรด์, อัลคิลเมอร์คิวรี

(8) ของเสียที่เป็นสารอาร์เซนิก หมายถึง ของเสียชนิดที่มีอาร์เซนิกเป็นองค์ประกอบ เช่น อาร์เซนิกออก ไซด์ อาร์เซนิกคลอไรด์

(9) ของเสียที่เป็นไอออนของโลหะหนักอื่นๆ หมายถึง ของเสียที่มีไอออนของโลหะหนักอื่นซึ่งไม่ใช่ โครเมียม อาร์เซนิก ไซยาไนด์ และปรอทเป็นส่วนผสม เช่น แบเรียม แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง

(10) ของเสียประเภทออกซิไดซิงเอเจนต์ หมายถึง ของเสียที่มีคุณสมบัติในการให้อิเล็กตรอนซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับสารอื่นทำให้เกิดการระเบิดได้ เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เปอร์แมงกาเนต ไฮโปคลอไรต์

(11) ของเสียประเภทรีดิวซิงเอเจนต์ หมายถึง ของเสียที่มีคุณสมบัติในการรับอิเล็กตรอน ซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับสารอื่นทำให้เกิดการระเบิดได้ เช่น กรดซัลฟูรัส ไฮดราซีนไฮดรอกซิลเอมีน

สำนักงานสาธารณสุข

(12) ของเสียที่สามารถเผาไหม้ได้ หมายถึง ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ที่สามารถเผาไหม้ได้ เช่น ตัว ทำละลายอินทรีย์ อัลกอฮอล์เอสเทอร์ อัลดีไฮด์ คีโตน กรดอินทรีย์ และสารอินทรีย์พวกไนโตรเจน หรือกำมะถัน เช่น เอมีน เอไมด์ ไพริมิดีน คิวโนลิน รวมทั้งน้ำยาจากการล้างรูป (developer)

(13) ของเสียที่เป็นน้ำมัน หมายถึง ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ประเภทไขมันที่ได้จากพืชและสัตว์ (เช่น กรดไขมัน น้ำมันพืชและสัตว์ น้ำมันปิโตรเลียม) และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำมัน (เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันเครื่อง น้ำมันหล่อลื่น)

(14) ของเสียที่เป็นสารฮาโลเจน หมายถึง ของเสียที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ของธาตุฮาโลเจน เช่น คาร์บอนเตตราคลอไรด์ คลอโรเบนซิน คลอโรเอทิลีน โบรมีนผสมตัวทำละลาย อินทรีย์

(15) ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ที่ประกอบด้วยน้ำ หมายถึง ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ที่มีน้ำผสมอยู่มากกว่า 5% เช่น น้ำมันผสมน้ำ สารที่เผาไหม้ได้ผสมน้ำ เช่น อัลกอฮอล์ผสมน้ำ ฟีนอลผสมน้ำ กรดอินทรีย์ผสมน้ำ เอมีนหรืออัลดีไฮด์ผสมน้ำ

(16) ของเสียที่เป็นสารไวไฟ หมายถึง ของเสียที่สามารถลุกติดไฟได้ง่าย ซึ่งต้องแยกให้ห่างจากแหล่งกำเนิดไฟ ความร้อน ปฏิกิริยาเคมี เปลวไฟ เครื่องไฟฟ้า ปลั๊กไฟ เช่น อะซิโตน เบนซิน คาร์บอนได-ซัลไฟด์ ไซโคลเฮกเซน ไดเอทธิลอีเทอร์ เอทธานอล เมทธานอล เมธิลอะซีเตต โทลูอีน ไซลีน ปิโตรเลียมสปิริต

(17) ของเสียที่มีสารที่ทำให้สภาพคงตัว หมายถึง ของเสียที่เป็นพวกน้ำยาล้างรูป ซึ่งประกอบไปด้วย สารเคมีอันตรายและสารอินทรีย์ เช่น ของเสียจากห้องมืด (Dark room) สำหรับล้างรูป ซึ่งประกอบด้วยโลหะเงินและของเหลวอินทรีย์

(18) ของเสียที่เป็นสารระเบิดได้หมายถึง ของเสียหรือสารประกอบที่เมื่อได้รับความร้อน การเสียดสี แรงกระแทก ผสมกับน้ำ หรือความดันสูงๆ สามารถระเบิดได้ เช่น พวกไนเตรต ไนตรามีนคลอเรต ไนโตรเปอร์คลอเรต พิเครต (picrate) เอไซด์ ไดเอโซเปอร์ออกไซด์ อะเซตีไลด์ อะซิติคลอไรด์

3) ของเสียอันตรายชนิดของแข็ง 5 ประเภท

(1) ขวดแก้ว ขวดสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว หมายถึง ขวดแก้วเปล่าที่เคยบรรจุสารเคมีทั้งชนิดของเหลวและของแข็ง ขวดพลาสติกเปล่าที่เคยบรรจุสารเคมีทั้งชนิดของเหลวและของแข็ง

(2) เครื่องแก้ว หรือขวดสารเคมีแตก หมายถึง เครื่องแก้ว ขวดแก้วที่แตก หักชำรุด หลอดทดลองที่ แตกหัก ชำรุด

(3) Toxic Waste หมายถึง สารพิษ สารเคมีอันตราย สารก่อมะเร็ง เช่น สารเคมีหมดอายุ สารเคมีที่เสื่อมคุณภาพ สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(4) Organic Waste หมายถึง ของเสียชนิดของแข็งที่มีจุลินทรีย์ปนเปื้อน หรือมีเชื้อก่อโรคปนเปื้อน เช่น อาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็ง

สถาพ.สมาร์.สารอันตราย

(5) ขยะปนเปื้อนสารเคมี หมายถึง ขยะที่มีการปนเปื้อนสารเคมี หรือบรรจุภัณฑ์ที่ปนเปื้อนสารเคมี เช่น ทิชชู ถุงมือ เศษผ้า หน้ากาก หรือบรรจุภัณฑ์ที่ปนเปื้อนสารเคมี

4) ของเสียอันตรายพิเศษ 4 ประเภท

(1) ของเสียที่เป็นสารกัมมันตรังสี หมายถึง ของเสียที่ประกอบด้วยสารกัมมันตรังสี ซึ่งเป็นสารที่ไม่ เสถียร สามารถแผ่รังสีทำให้เกิดอันตรายต่อทั้งสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

(2) ของเสียที่มีจุลินทรีย์ หมายถึง ของเสียที่มีสารประกอบของสารจุลินทรีย์ที่อาจมีอันตราย หรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ เช่น ของเสียที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อ แยกเชื้อ บ่มเพาะจุลินทรีย์ รา เชื้อในถังหมัก

(3) ของเสียจาก pilot plant หมายถึง ของเสียที่เกิดจากกิจกรรมใน pilot plant ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ หรือสารเคมี ซึ่งหากมีการระบายของเสียลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจำนวนมากจะทำให้ระบบบำบัดเสียหายได้ เช่น ของเสียที่ได้จากกิจกรรมการวิจัยหรือบริการ โดยใช้ถังหมักขนาดใหญ่หรือจากกิจกรรมของเครื่องมือในระดับต้นแบบ

(4) ของเสีย Ethidium bromide (EtBr) หมายถึง ของเสียอันตรายทั้งชนิดของเหลวและของแข็งที่มีการปนเปื้อน หรือมีส่วนประกอบของ EtBr เช่น EtBr buffer solution, EtBr Gel ทิชชู หรือบรรจุ ภัณฑ์ที่ปนเปื้อน EtBr

2.2.3.3 การรวบรวมและจัดเก็บของเสีย ควรดำเนินการดังนี้

1) จำแนกของเสียให้ถูกต้องตามเกณฑ์การจำแนกและจัดเก็บในภาชนะบรรจุของเสียที่เหมาะสมตามประเภทความเป็นอันตรายของของเสีย เช่น ไม่ใช้ภาชนะโลหะในการเก็บของเสียประเภทกรด หากใช้ขวดสารเคมีที่ใช้หมดแล้วมาบรรจุของเสียสารเคมีในขวดเดิมต้องไม่ใช่สารที่เข้ากันไม่ได้กับของเสียนั้น เป็นต้น

2) ตรวจสอบสภาพภาชนะบรรจุของเสีย เช่น รอยรั่ว หรือ แตกร้าวอย่างสม่ำเสมอ

3) ภาชนะทุกชนิดที่บรรจุของเสียต้องมีฉลากที่เหมาะสม หากใช้ขวดสารเคมีเก่าบรรจุของเสีย ต้องลอกฉลากเดิมออกก่อนและติดฉลากใหม่ที่มีข้อมูลครบถ้วน คือ

(1) มีคำว่า“ของเสีย”ระบุไว้อย่างชัดเจน

(2) ระบุประเภทของเสีย/ประเภทความเป็นอันตราย

(3) ส่วนประกอบของของเสีย (ถ้าเป็นไปได้)

(4) วันที่เริ่มบรรจุของเสีย

(5) ชื่อห้องปฏิบัติการ/ชื่อเจ้าของ

4) ข้อความบนฉลากมีความชัดเจน ไม่จาง ไม่เลือน

5) ตรวจสอบสภาพของฉลากบนภาชนะของเสียอย่างสม่ำเสมอ

สวพ.อุบร.สารวัลณัฏ

6) ห้ามบรรจุของเสียเกินกว่า 80% ของความจุของภาชนะ หรือปริมาณของเสียต้องอยู่ต่ำกว่าปากภาชนะอย่างน้อย 1 นิ้ว

7) มีการกำหนดพื้นที่บริเวณจัดเก็บของเสียอย่างชัดเจน

8) จัดเก็บ/จัดวางของเสียที่เข้ากันไม่ได้โดยอิงตามเกณฑ์การเข้ากันไม่ได้ของสารเคมี (chemical incompatibility) สามารถใช้เกณฑ์เดียวกับการจัดเก็บสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้

9) มีภาชนะรองรับ (secondary container) ภาชนะบรรจุของเสียที่เหมาะสม

10) ห้ามวางภาชนะบรรจุของเสียใกล้ท่อระบายน้ำ ใต้ หรือ ในอ่างน้ำ หากจำเป็นต้องมีภาชนะรองรับ

11) ห้ามวางภาชนะบรรจุของเสียใกล้บริเวณอุปกรณ์ฉุกเฉิน เช่น ฝักบัวฉุกเฉิน

12) ห้ามวางภาชนะบรรจุของเสียปิดหรือขวางทาง เข้า-ออก

13) วางภาชนะบรรจุของเสียให้ห่างจากความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ และเปลวไฟ

14) ห้ามเก็บของเสียประเภทไวไฟไว้ในห้องปฏิบัติการมากกว่า 50 ลิตร หากจำเป็นต้องเก็บไว้ในตู้ สำหรับเก็บสารไวไฟโดยเฉพาะ

15) ห้ามเก็บของเสียไว้ในตู้ควันอย่างถาวร

16) มีการกำหนดระยะเวลาในการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ

(1) กรณีที่ของเสียพร้อมส่งกำจัด (ปริมาตร 80% ของภาชนะ) ไม่ควรเก็บไว้นานกว่า 90 วัน

(2) กรณีที่ของเสียไม่เต็มภาชนะ (ปริมาตรน้อยกว่า 80% ของภาชนะ) ไม่ควรเก็บของเสียไว้ นานกว่า 1 ปี

2.2.3.4 การบำบัดและกำจัดของเสียห้องปฏิบัติการควรมีกระบวนการจัดการเบื้องต้นก่อนทิ้งหรือส่งกำจัด ได้แก่

1) การบำบัดของเสียก่อนทิ้ง หมายถึง ห้องปฏิบัติการควรมีการบำบัดของเสียที่มีความเป็นอันตรายน้อยที่สามารถกำจัดได้เองก่อนทิ้งลงสู่ระบบสุขาภิบาลสาธารณะ เช่น การสะเทินของเสียกรด และเบสให้เป็นกลางก่อนทิ้งลงท่อน้ำสุขาภิบาล เป็นต้น

2) การบำบัดของเสียก่อนส่งกำจัด หมายถึง ห้องปฏิบัติการควรบำบัดของเสียอันตรายที่ไม่สามารถกำจัดได้เองเบื้องต้นก่อนส่งบริษัทหรือหน่วยงานที่รับกำจัด เพื่อลดความเป็นอันตรายระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง

3) การลดปริมาณก่อนทิ้ง หมายถึง ห้องปฏิบัติการควรมีแนวทางจัดการที่ต้นทางก่อนเกิดของเสีย เพื่อลดปริมาณของเสียปลายทางหรือทำให้เกิดของเสียอันตรายปลายทางน้อยที่สุด เช่น การใช้สารเคมีตั้งต้นที่ไม่อันตรายทดแทนสารเคมีอันตราย และ/หรือ การลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ทำปฏิกิริยา เป็นต้น

4) การลดปริมาณก่อนส่งกำจัด หมายถึง ห้องปฏิบัติการควรมีแนวทางในการลดปริมาณของเสียอันตรายที่ไม่สามารถกำจัดได้เองก่อนส่งบริษัทรับกำจัดเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัด

สวพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เช่น การทำให้ของเสียที่มีโลหะหนักในปริมาณน้อย ๆ เข้มข้นขึ้น เช่น การทำให้ตัวทำละลายระเหยหรือตกตะกอนเพื่อแยกส่วนที่เป็นโลหะหนักออกมาจากสารละลายก่อนส่งกำจัดในสภาพสารละลายเข้มข้น หรือตะกอนของโลหะหนัก เป็นต้น

5) การ Reuse, Recovery, Recycle ของเสียที่เกิดขึ้น

(1) Reuse คือ การนำวัสดุที่เป็นของเสียกลับมาใช้ใหม่ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือกระทำ การใด ๆ ยกเว้นการทำความสะอาดและการบำรุงรักษาตามวัตถุประสงค์เดิม

(2) Recovery คือ การแยกและการรวบรวมวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ได้จากวัสดุของเสีย เช่น แร่ธาตุ พลังงาน หรือน้ำ โดยผ่านกระบวนการและ/หรือการสกัดซึ่งสิ่งที่ได้มาไม่จำเป็นต้องใช้ตามวัตถุประสงค์เดิม

(3) Recycle คือ การนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่โดยที่มีสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนไปแต่มีองค์ประกอบทางเคมีเหมือนเดิม โดยการผ่านกระบวนการต่าง ๆ (เช่น การกลั่นตัวทำละลาย, แก้ว, โลหะมาหลอมใหม่)

2.2.3.5 การตรวจติดตามประเมินและรายงานผลการดำเนินการด้านต่างๆของการจัดการของเสียห้องปฏิบัติการควรมีการติดตามตรวจสอบ อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถมองเห็นภาพรวมเกี่ยวกับการจัดการของเสีย การเตรียมงบประมาณสำหรับการกำจัด และการจัดเตรียมสถานที่จัดเก็บของเสียที่เหมาะสม [3]

2.2.4 อันตรายของสารเคมีต่อสุขภาพ

สารเคมีทุกชนิดส่วนใหญ่จะมีอันตรายขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีและปริมาณที่ได้รับ โดยทั่วไปจะเกิดจากการขาดเอาใจใส่ต่อวิธีการใช้ หรือการตรวจสอบภาชนะที่บรรจุ การรู้เท่าไม่ถึงการณ์ เมื่อมีการสัมผัสเข้าสู่ร่างกายจะก่อให้เกิดอันตรายต่ออวัยวะและระบบการทำงานภายในร่างกาย ซึ่งพิษของสารเคมีพบได้ 2 แบบคือ พิษเฉียบพลันจะแสดงออกทันทีเมื่อได้รับสารเคมี เช่น การปวดศีรษะ มึนงง คลื่นไส้อาเจียน เจ็บหน้าอก ปวดกล้ามเนื้อหายใจติดขัดมองเห็นไม่ชัดและพิษเรื้อรังเกิดขึ้นเมื่อได้รับของสารเคมีแล้วแสดงผลช้าใช้เวลานานอาการอาจใช้เวลาเป็นเดือนเป็นปีภายหลังได้รับสาร เคมีจึงจะแสดงออกมาให้เห็น เช่น การเป็นหมันการเสื่อมสมรรถภาพทางเพศ การเป็นอัมพฤต อัมพาต และมะเร็ง เป็นต้น

สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทางคือ

1) การเข้าสู่ร่างกายของสารเคมีโดยทางเดินอาหาร (Ingestion) สารเคมีอาจเข้าสู่ทางเดินอาหารได้โดยไม่รู้ตัว เช่น การใช้มือปนเปื้อนสารเคมีหยิบอาหารเข้าปากหรือไอของสารเคมีที่ฟุ้งกระจายอาจปะปนลงในอาหารและเครื่องดื่ม ดังนั้นไม่ควรรับประทานอาหารและเครื่องในห้องปฏิบัติการเคมี

2) การเข้าสู่ร่างกายของสารเคมีโดยทางผิวหนังและตา (Absorption : Skin-Contact, eyecontact) สารเคมีหลายชนิดสามารถถูกดูดซึมผ่านผิวหนังได้โดยสารกระเด็นหกใส่หรือการจับอุปกรณ์จะซึมผ่านผิวหนังเข้าสู่เส้นเลือดและเข้าไปทำปฏิกิริยาเกิดเป็นพิษเข้าสู่ร่างกายสารเคมีพวกนี้สามารถละลาย

สวพ.มหาสารคาม

ไขมันบนผิวหนังออกทำให้สารเคมีอื่นหรือตัวมันเองซึมเข้าผิวหนังสู่กระแสโลหิตได้ง่ายขึ้น ทำให้ผิวหนังระคายเคืองแห้ง แตก ไหม้ เช่น สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซค์จะซึมผ่านผิวหนังไปทำลายเนื้อเยื่อและใช้เวลานานกว่าจะรู้สึกเจ็บ ไฮโดรฟลูออลิคจะซึมผ่านผิวหนังไปละลายกระดูกหรือเล็บมือได้ทันที และการเข้าสู่ร่างกายทางตา สารที่ไม่เป็นพิษก็สามารถทำให้ตาบาดเจ็บได้

3) การเข้าสู่ร่างกายของสารเคมีทางลมหายใจ (Inhalation: Gas vapors fumes particulatis) เกิดขึ้นจากการสูดดมไอผง ฝุ่นอากาศปนเปื้อน แก๊ส หมอก หรือ ละอองสารเคมี โดยสารเคมีที่ออกฤทธ์กัดกร่อนจะทำให้เยื่อจมูกและหลอดลมอักเสปได้ส่วนสารเคมีที่ซึมผ่านเนื้อเยื่อเข้าสู่กระแสโลหิตอาจจะมีความเป็นพิษ เช่น ทำให้โลหิตเป็นพิษ โดยเฉพาะที่ปอดซึ่งเต็มที่ไปด้วยเส้นเลือดฝอยทำให้สารเคมีสามารถซึมเข้าสู่กระแสโลหิตได้อย่างรวดเร็ว

สารเคมีที่มีผลต่อทางเดินหายใจ ดังนี้

1) สารเคมีละลายน้ำได้ เช่น ไอของสารละลายแอมโมเนีย หรือกรดไฮโดรคลอริกจะละลายอยู่ในเมมเบรนของจมูกคอและปอดจะกัดเนื้อเยื่อที่มันละลายอยู่

2) สารเคมีไม่ละลายน้ำ เช่น ไนโตรเจนไดออกไซด์ จะเข้าไปถึงปอด และทำลายเนื้อเยื่อในปอดทำให้เกิดการคั่งของของเหลวในปอด

3) ฝุ่นหรือหมอกของสารเคมี ขนาดมากกว่า 10 ไมครอน สามารถถูกกรองได้ด้วยขนจมูกขนาด 1-5 ไมครอน จะเข้าไปสู่ระบบทางเดินหายใจสู่ปอดได้

4) พวกสารเฉื่อย เช่น ซิลิกา แอสเบสตอส เบอร์เรียม จะไปเกาะตามทางเดินหายใจ ทำให้เป็นโรคทางเดินหายใจ หรือมะเร็งได้ [1]

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรเพชร์ ไชยเดช [1] ทำการศึกษาของเสียในห้องอุตสาหกรรมในภาควิชาเคมีอุตสาหกรรมโดยมี วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อจัดทำหมวดหมู่ของของเสียสารเคมี การนำกลับมาใช้ใหม่ การกำจัดอย่างเหมาะสมและการป้องกันอันตรายอันเกิดจากของเสียเคมีจากห้องปฏิบัติการของภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม โดยการทดสอบความเป็นกรด-ด่างของของเสียสารเคมีด้วยยูนิเวอร์ซอลอินดิเคเตอร์ พบว่าของเสียสารเคมีจากห้องปฏิบัติการสีย้อมมีสภาวะเป็นกลาง ส่วนการนำกลับคืนมาใช้ใหม่โดยวิธีการกลั่นแบบธรรมดาพบว่าของเสียสารเคมีจากห้องปฏิบัติการวิจัยสีย้อมเวสท์ เลขที่ 1 2 3 และ 4 สามารถนำมากลั่น และได้ค่าเปอร์เซนต์การนำกลับคืนของเมทธิลแอลกอฮอล์เกิน 50% การกำจัดของเสียสารเคมีโดยนำของเสียสารเคมีในสภาวะเป็นกรดมาผสมกับของเสียสารเคมีในสภาวะเป็นด่างในอัตราส่วน (กรด:ด่าง) 1:10 (โดยปริมาตรต่อปริมาตร) แล้วทดสอบด้วยยูนิเวอร์ซอลอินดิเคเตอร์พบว่าเป็นกลาง และป้องกันอันตรายจากสารเคมีโดยการจัดระบบการจัดเก็บของเสียสารเคมี แสดงจากป้ายสัญลักษณ์ติดข้างขวดของเสียสารเคมี โดยป้ายสีแดงแทนของเสียสารเคมีที่เป็นกรด ป้ายสีน้ำเงินแทนของเสียสารเคมีที่เป็นด่าง และป้ายสีเหลืองแทนของเสียสารเคมีที่เป็นกลาง และแยกเก็บในห้องเก็บของเสียสารเคมีเพื่อรอการกำจัดต่อไป

สวพ. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

อุไรรัตน์ เพชรยัง [4] การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศึกษาแนวทางการจัดการของเสียอุตสาหกรรมปัญหา และอุปสรรคในการดำเนินการจัดการของเสียและเสนอแนะแนวทางในการจัดการของเสียอุตสาหกรรมของโรงงานผลิตยาแผนปัจจุบัน กรณีศึกษา บริษัทไบโอแลป จำกัด ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ซึ่งดำเนินการศึกษาโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกเจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อมประจำบริษัทซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดการของเสียอุตสาหกรรม และศึกษาข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสียอุตสาหกรรม เช่น งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสีย อุตสาหกรรมของบริษัทไบโอแลป ผลการศึกษาพบว่าการจัดการของเสียอุตสาหกรรมของบริษัทแบ่งประเภทของเสียในองค์กรออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ ของเสียไม่อันตรายและของเสียอันตราย ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2548 โดยการจัดการของเสียของบริษัทไบโอแลป มีการจัดระบบการคัดแยกของเสียแต่ละประเภทออกจากกันอย่างชัดเจน โดยดึงแนวทางตามแนวทางข้อกำหนดของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14001) และเน้นการจัดการของเสียที่แหล่งกำ เนิด โดยการสร้าง แรงจูงใจให้พนักงานทำการปรับปรุงที่ดีขึ้น (Kaizen) โดยให้ปรับปรุงการทำงานในส่วนที่รับผิดชอบทำ ให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพ ลดการเกิดของเสียจากขั้นตอนการผลิต ส่วนการนำกลับมาใช้ใหม่ของของเสียภายในบริษัท มีอัตราส่วนร้อยละ 21 เทียบกับปริมาณของเสียอันตรายทั้งหมดในปี 2554 ของเสียอันตรายที่สามารถรีไซเคิลได้จะขายเพื่อนำไปรีไซเคิลเป็นวัตถุดิบให้กับโรงงานอื่นๆ ต่อไป

นันทวรรณ จินากุล [5] งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ความรู้แก่นักศึกษาและผู้ช่วยวิจัยในการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการและพัฒนาระบบการบริหารจัดการของเสีย (waste) จากห้องปฏิบัติการ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการมีส่วนร่วม โดยดำเนินการจัดอบรมให้ความรู้แก่นักศึกษาและผู้ช่วยวิจัย ทำการประชาสัมพันธ์เรื่องการจัดการของเสียในรูปสื่อประชาสัมพันธ์ต่างๆ หลังการอบรมได้ทำการประเมินความรู้ของผู้รับการอบรมจำนวน 80 คน โดยใช้ Scoring Rubrics เป็นเกณฑ์ในการประเมินผลวิจัยพบว่า ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้เรื่องระบบการจัดเก็บของเสีย การแยกประเภทของเสีย ฉลากเก็บประเภทของเสียของเสีย ภาชนะจัดเก็บของเสีย จุดทิ้งของเสีย ประโยชน์ของระบบการจัดเก็บของเสีย รู้จักเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบในการจัดเก็บของเสียต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ ร้อยละ 97 94 87 97 97 100 และ 98 ตามลำดับ ซึ่งทั้งหมดผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ มีการสรุปข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาการทิ้งของเสีย พบว่าปริมาณถังที่ใช้รองรับของเสียมีไม่เพียงพอ เนื่องจากมีการใช้ตัวทำละลายที่หลากหลาย งานวิจัยนี้ทำให้ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการรู้ถึงวิธีการทิ้งสารเคมีแต่ละประเภทและปฏิบัติได้อย่างถูกต้องมีผลให้ปริมาณของเสียลดลง ไม่มีของเสียที่ไม่รู้ประเภททำให้การจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการเป็นระบบมากขึ้น ลดงบประมาณ ลดผลกระทบและความเสี่ยงต่อสุขภาพของคนในองค์กรตลอดจนสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี

รดาวรรณ ศิลปโภชากุล [3] ศึกษาแนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และคู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย “แนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ” เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อให้สถาบันองค์กร และผู้ปฏิบัติการที่สนใจ ใช้เป็นแนวทางการพัฒนาห้องปฏิบัติการของตนให้มีความปลอดภัยมากขึ้น

กว่าที่ เป็นอยู่ในปัจจุบัน สาระในเอกสารนี้เป็นความรู้ที่ประมวลมาจากการร่วมกันทดลองปฏิบัติการวิจัยหา แนว ทางการสำรวจ การประเมิน การวิเคราะห์ปัญหา และวิธีแก้ไขป้องกันความเสี่ยง เพื่อพัฒนาความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการของภาคีที่มีกิจกรรมการวิจัยหลากหลายสาขาจากหลายสถาบันและองค์กรในโครงการ ยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand, ESPReL) แบ่งสาระในเอกสารออกเป็นสองส่วนผู้อ่านที่สนใจจะพัฒนาความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการตามความรู้ในเอกสาร “แนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ” สามารถใช้แบบประเมินที่ภาคีฯ ร่วมกันจัดทำขึ้นและรวบรวมอยู่ใน เอกสาร “คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ” เป็นเครื่องมือประเมินความเสี่ยง ซึ่งคู่มือฯ นี้ รวบรวมแบบประเมินความเสี่ยงของทุกองค์ประกอบของห้องปฏิบัติการปลอดภัย (checklists) พร้อมกับ เกณฑ์และเงื่อนไขการประเมินแต่ละรายการ เพื่อให้การประเมินเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ซึ่งจะช่วยให้ ผู้สำรวจสามารถรวบรวมข้อมูลได้เพียงพอและใช้ประเมินความเสี่ยงด้านต่างๆ สำหรับพัฒนาห้องปฏิบัติการของตน

รดาวรรณ ศิลปโภชากุล [6] คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ กรอบคิดขององค์ประกอบของห้องปฏิบัติการปลอดภัย ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบที่เชื่อมโยงกัน อย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย 1) การบริหารระบบจัดการความปลอดภัย 2) ระบบการจัดการสารเคมี 3) ระบบ การจัดการของเสีย 4) ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ 5) ระบบการป้องกัน และแก้ไขภัยอันตราย 6) การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และ 7) การจัดการข้อมูลและเอกสารการจัดการความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการปลอดภัยจะกระทำได้ก็ต่อเมื่อผู้เกี่ยวข้องได้ประจักษ์ใน สภาพความเสี่ยงต่อความปลอดภัยในการทำงาน โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ วิจัยในประเทศไทย จึงได้ออกแบบ “เครื่องมือ” ในการสำรวจสภาพห้องปฏิบัติการตามองค์ประกอบความ ปลอดภัยทั้ง 7 ด้าน

พรพิมล เจริญส่ง [7] ศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกากของเสียอุตสาหกรรม ได้ศึกษาโดยใช้พ.ร.บ.วัตถุอันตราย ตาม มาตรา 18 กำหนดชนิดของวัตถุอันตรายตามความรุนแรงและอันตรายในแต่ละชนิด และกำหนดระดับในการควบคุมที่แตกต่างกันและมาตรา 20 กำหนดให้ รมว. กระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดในเรื่องเกี่ยวกับการผลิตการนำเข้า การส่งออก การขนส่ง การเก็บรักษา การกำจัด และการทำลายวัตถุอันตราย

กนกวรรณ โกมลวีระเกตุ [8] ความรู้เบื้องต้นในการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ ได้ศึกษาโดยใช้พ.ร.บ. วัตถุอันตราย ตาม มาตรา 18 กำหนดชนิดของวัตถุอันตรายตามความรุนแรงและอันตรายในแต่ละชนิด และกำหนดระดับในการควบคุมที่แตกต่างกันและมาตรา 20 กำหนดให้ รมว. กระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดในเรื่องเกี่ยวกับการผลิตการนำเข้า การส่งออก การขนส่ง การเก็บรักษา การกำจัด และการทำลายวัตถุอันตราย

สวพ.มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ในการดำเนินการจัดการของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ประกอบด้วยการศึกษาประเภทของสารเคมี ประเภทของของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการ และเพื่อการหาแนวทางการป้องกันอันตรายอันเกิดจากของเสียจากห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม โดยมีวิธีการดำเนินงานดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

สวพ.มหาวิทยาลัยราชมงคลสุวรรณภูมิ

3.1 การดำเนินงาน

3.1.1 ศึกษาการจัดการข้อมูลและจัดเก็บสารเคมี ดำเนินการดังขั้นตอนต่อไปนี้

3.1.1.1 ศึกษาชนิดและปริมาณสารเคมีในห้องปฏิบัติการทำการศึกษาชนิดและปริมาณสารเคมีในห้องปฏิบัติการ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

3.1.1.2 จำแนกสารเคมีโดยใช้หลัก จีเอชเอส

จำแนกสารเคมีโดยใช้ระบบการจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก (Globally Harmonised System for Classification and Labeling of Chemicals, GHS) ระบบนี้มีการจัดแบ่งความเป็นอันตรายออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านสุขภาพ และด้านสิ่งแวดล้อม แต่ละด้านแบ่งย่อยเป็นชนิดต่างๆ และใช้สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย 9 รูป โดยแสดงถึงความรุนแรงของอันตรายของสารด้วยการติดฉลากแสดงความเป็นอันตรายของภาชนะบรรจุสารเคมี แล้วจัดวางเป็นหมวดหมู่อักษร

3.1.2 ศึกษาและจัดการของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการ

3.1.2.1 ศึกษาประเภทของเสียที่เกิดขึ้นจากการศึกษาทดลองและวิจัยในห้องปฏิบัติการ

3.1.2.2 การจัดแยกประเภทของเสีย

3.1.2.3 การจัดเก็บของเสีย

3.1.3 การหาแนวทางป้องกันอันตรายอันเกิดจากห้องปฏิบัติการ

3.1.3.1 จัดทำป้ายประชาสัมพันธ์ให้ความรู้เกี่ยวกับของเสียเคมีอันตราย โดยมีป้ายให้ความรู้เกี่ยวกับประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมีทั้ง 9 ประเภทและป้ายให้ความรู้เกี่ยวกับประเภทความเป็นอันตรายของของเสียสารเคมี

3.1.3.2 จัดทำสื่อให้ความรู้แก่นักศึกษา สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

- สื่อให้ความรู้ในรูปแบบวิดีโอที่บอกประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี ประเภทของของเสียเคมี และวิธีการป้องกันในการใช้ห้องปฏิบัติการ

- โปสเตอร์ประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี โปสเตอร์ประเภทของของเสียเคมี

3.1.4 ประเมินผลและทำแบบทดสอบก่อน-หลังการจัดการอบรมให้ความรู้ห้องปฏิบัติการ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

3.1.4.1 กลุ่มตัวอย่าง

ในการกำหนดกลุ่มตัวอย่างจะประกอบไปด้วยนักศึกษา สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี จำนวน 48 คน

สถาพ.สมร.สุวรรณภูมิ

3.1.4.2 การทำแบบทดสอบก่อน-หลังให้ความรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นแบบทดสอบที่ผู้จัดทำสร้างขึ้นเป็น โดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ที่เกี่ยวข้องต่างๆ แล้วนำมาใช้เป็นแบบทดสอบ ซึ่งส่วนประกอบของแบบทดสอบ จะแบ่งเป็น 3 ด้านความรู้ ได้แก่

ด้านที่ 1 การจัดเก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

ด้านที่ 2 การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ

ด้านที่ 3 การป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผล

ในการวิเคราะห์ผลจากการทำแบบประเมินทดสอบความรู้ ความเข้าใจ ของนักศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จำนวนแบบสอบถาม 48 ชุด ใช้วิธีการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ [9] เป็นคุณภาพของเครื่องมือวัดว่าสามารถวัดได้ตรงในขอบเขตเนื้อหาที่กำหนดไว้ว่าเครื่องมือวัดนี้สามารถวัดได้ครอบคลุมและเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่ต้องการวัดจริงการพิจารณาว่าเครื่องมือที่สร้างมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาหรือไม่จึงจำเป็นต้องอาศัยการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ทั้งในประเด็นความเหมาะสมของขอบเขตของเนื้อหาและความสอดคล้องของข้อสอบที่สร้างขึ้นว่าเป็นตัวแทนของเนื้อหาและมีคุณลักษณะเหมาะสมตรงกับประเด็นที่ต้องการวัดหรือไม่

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

1) ฉลากแสดงความเป็นอันตรายของสารเคมี
2) ฉลากติดภาชนะการเตรียมสารเคมี
3) ป้ายประชาสัมพันธ์
4) โน๊ตบุค
5) ถังใส่ของเสียสารเคมี
6) ฉลากติดภาชนะของเสียในห้องปฏิบัติการ
7) ถุงมือยางป้องกันสารเคมี
8) หน้ากากป้องกันสารเคมี
9) ชุดปฏิบัติการ (เสื้อกาวน์)

สวพ.มหาวิทยาลัยราชภัฏ

3.4 การวางแผนการทำงาน

ขั้นตอน	ระยะเวลา (เดือน/2561)			ระยะเวลา (เดือน/2562)								
	ต.ค	พ.ย	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ศึกษาและจัดการระบบข้อมูลและจัดเก็บสารเคมี	◄	———	►									
2. ศึกษาและจัดการของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการ			◄	———	►							
3. การหาแนวทางป้องกันอันตรายอันเกิดจากห้องปฏิบัติการ					◄	———	►					
4. ประเมินผลและทำแบบทดสอบก่อน-หลังการจัดการอบรมให้ความรู้ห้องปฏิบัติการ							◄	———	►			
5. รวบรวมข้อมูลทั้งหมดเพื่อจัดทำรูปเล่ม										◄	———	►

สวพ.มหาสารคาม

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

การจัดการของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ประกอบด้วยการศึกษาประเภทของสารเคมี ประเภทของของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการ และเพื่อการหาแนวทางการป้องกันอันตรายอันเกิดจากของเสียจากห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

4.1 การจัดการระบบข้อมูลและจัดเก็บสารเคมี

4.1.1 จำแนกประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมีตามระบบสากล GHS ในห้องปฏิบัติการ

จากการศึกษาชนิดสารเคมีในห้องปฏิบัติการ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม พบสารเคมีในห้องปฏิบัติการทั้งหมด 81 ชนิด ได้ทำการแยกประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมีตามระบบจีเอชเอส แสดงผลดังภาพที่ 4.1 และตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมีแต่ละชนิดในห้องปฏิบัติการ

รายชื่อสารเคมี	ด้าน	สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย
Acitic acid	ด้านกายภาพและด้านสุขภาพ	
Ammonium chloride	ด้านสุขภาพ	
Ammonium Molybdate	ด้านสุขภาพ	

สาขา.มหาวิทยาลัยราชมงคลสุวรรณภูมิ

ตารางที่ 4.1 ประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี (ต่อ)

รายชื่อสารเคมี	ด้าน	สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย
Ammonium Sulphate	ด้านสุขภาพ	
Ammonium Hydroxide	ด้านกายภาพและ ด้านสุขภาพ	
Ammonium Oxalate	ด้านสุขภาพ	
Ammonium Ferross	ด้านสุขภาพ	
Boric Acid	ด้านสุขภาพ	
Barium Chloride	ด้านสุขภาพ	
Calcium ChlorideAnhydrous	ด้านสุขภาพ	
Calcium Hydroxide	ด้านกายภาพและ ด้านสุขภาพ	
Cobalt(II) Choride 6 Hydrate	ด้านสุขภาพและ ด้านสิ่งแวดล้อม	

สวพ.มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ตารางที่ 4.1 ประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี (ต่อ)

รายชื่อสารเคมี	ด้าน	สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย
Copper II Sulphate	ด้านสุขภาพและ ด้านสิ่งแวดล้อม	
Crystal Violet	ด้านกายภาพและ ด้านสุขภาพ	
EDTA disodium salt	ด้านสุขภาพ	
Hexane	ด้านกายภาพและ ด้านสุขภาพ	
Hydrochloric Acid 37%	ด้านกายภาพและ ด้านสุขภาพ	
Maganese (II) Chloride	ด้านสุขภาพ	
Mercury (II) Chloride	ด้านกายภาพและ ด้านสุขภาพ	
Mercuric Oxide Red	ด้านสุขภาพ	
Nitric Acid	ด้านกายภาพและ ด้านสุขภาพ	
Phenolphthalein monohydrate	ด้านสุขภาพและ ด้านสิ่งแวดล้อม	

สวพ.มหาวิทยาลัยบูรพา

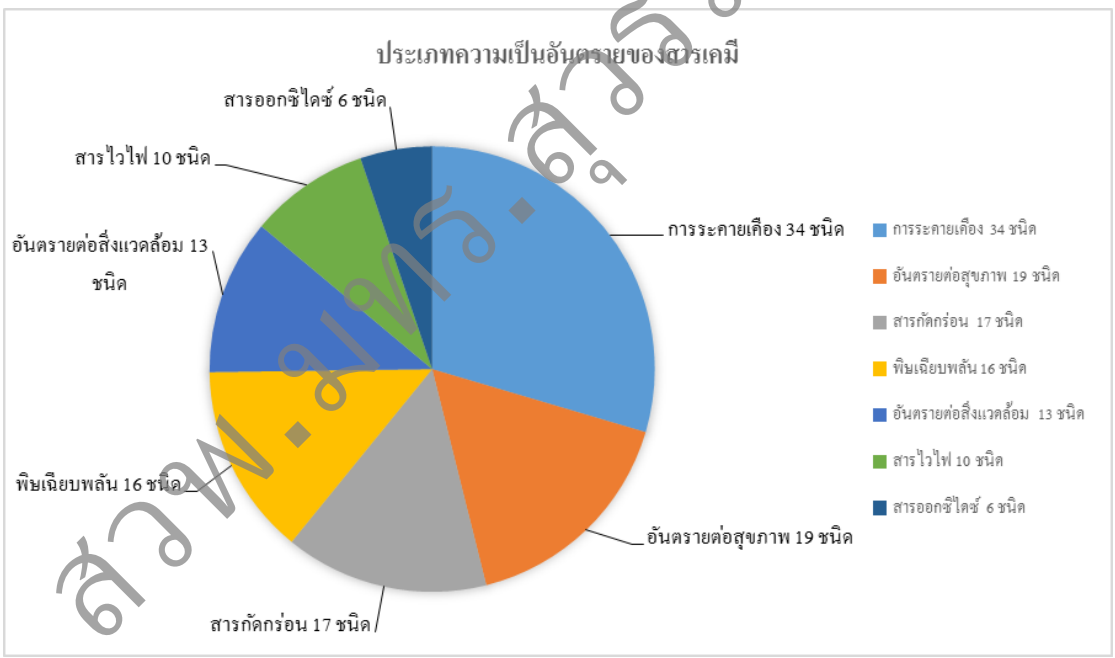
ตารางที่ 4.1 ประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี (ต่อ)

รายชื่อสารเคมี	ด้าน	สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย
Potassium Chromate	ด้านสุขภาพและ ด้านสิ่งแวดล้อม	
Potassium Iodide	ด้านสุขภาพ	
Potassium Permanganate	ด้านกายภาพและ ด้านสุขภาพ	
Potassium Dichromate	ด้านกายภาพและ ด้านสุขภาพ	
Safranin O	ด้านกายภาพและ ด้านสุขภาพ	
Silver Nitrate	ด้านกายภาพ ด้านสุขภาพและ ด้านสิ่งแวดล้อม	
Sodium Carbonate Anhydrous	ด้านสุขภาพ	
Sodium Hydroxide	ด้านกายภาพและ ด้านสุขภาพ	
Sulfuric Acid 98%	ด้านกายภาพและ ด้านสุขภาพ	

สวพ.สมาร์ทเอ็ดดูเคชั่น

ตารางที่ 4.1 ประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี (ต่อ)

รายชื่อสารเคมี	ด้าน	สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย
Sulfuric Acid 95-97%	ด้านสุขภาพและ ด้านสิ่งแวดล้อม	
Zinc Chloride Anhydrous	ด้านสุขภาพและ ด้านสิ่งแวดล้อม	



ภาพที่ 4.1 แสดงจำนวนประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี

จากภาพที่ 4.1 กราฟแสดงผลของจำนวนสารเคมีที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม แล้วนำมาแยกประเภทความเป็นอันตรายตามระบบ GHS พบว่ามีสารเคมีที่เป็นประเภทการระคายเคืองเป็นอันดับหนึ่งมีทั้งหมด 34 ชนิด อันดับสองคือประเภทเป็นอันตรายต่อสุขภาพมีทั้งหมด 19 ชนิด และอันดับสามเป็นประเภทสารกัดกร่อนมีทั้งหมด 17 ชนิด ทั้งนี้สารเคมีบางชนิดอาจมีประเภทความอันตรายได้หลายประเภท

สวพ. สาร. สารเคมี

นอกจากนี้การสำรวจสารเคมีในห้องปฏิบัติการ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม พบว่ามีสารเคมีบางชนิดไม่จัดเป็นประเภทความเป็นอันตราย แสดงผลดังตารางที่ 4.2 ซึ่งส่วนมากเป็นสารเคมีที่ใช้สำหรับการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อในการวิเคราะห์ชนิดและหาปริมาณของจุลินทรีย์

ตารางที่ 4.2 รายชื่อสารเคมีที่ไม่จัดเป็นอันตรายของระบบ GHS

ลำดับที่	รายชื่อสารเคมี	ลำดับที่	รายชื่อสารเคมี
1.	Ammonium acetate	9.	Methyl Red
2.	Ammonium Iron(II)Sulphate	10.	Peptone
3.	Beef Extract Agar	11.	Potassium Di Hydrogen Orthophosphate
4.	D glucose Anhydrous	12.	Potassium Hydrogen Phthalate
5.	Di Sodium Hydrogen Phosphate	13.	Potassium Sulphate
6.	EMB agar	14.	Pe-Rosolic acid
7.	Fluid Lactose Medium	15.	Sodium Acetate Trihydrate
8.	M-FC broth	16.	Sodium Chloride
17.	Magnesium Sulphate 7 Hydrate	19.	Strach Soluble
18.	Methyl Orange	20.	Yeast Extract

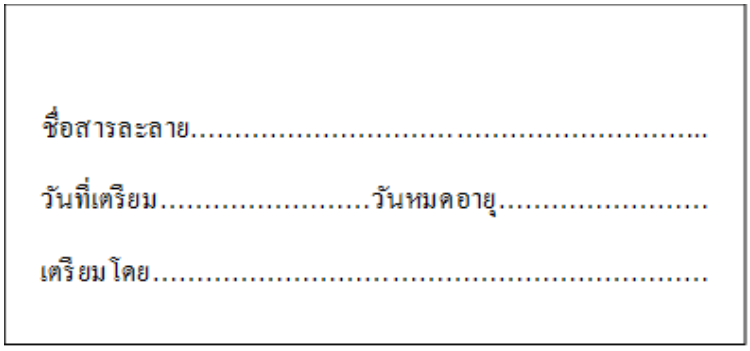
การติดฉลากแสดงความเป็นอันตรายของสารเคมีโดยระบบ GHS และจัดวางสารเคมีเป็นหมวดหมู่อักษร แสดงดังภาพที่ 4.2 ส่วนสารละลายที่ทำการเตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการ จากการเรียนนั้นทำการแยกเก็บในตู้ แสดงดังภาพที่ 4.3 ซึ่งมีการติดฉลากที่มีรายละเอียดต่างๆ เพื่อให้ผู้อื่นทราบชนิดของสาร วันที่เตรียม วันหมดอายุ เตรียมโดย ต้องมีฉลากติดไว้ข้างขวด ดังภาพที่ 4.4 และ 4.5

สวพ. มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาพที่ 4.2 การจัดตู้สารเคมีและติดฉลากแสดงอันตราย

ภาพที่ 4.3 ตู้จัดเก็บสารเคมีและสารละลายที่เตรียม

สำนักวิทยบริการฯ



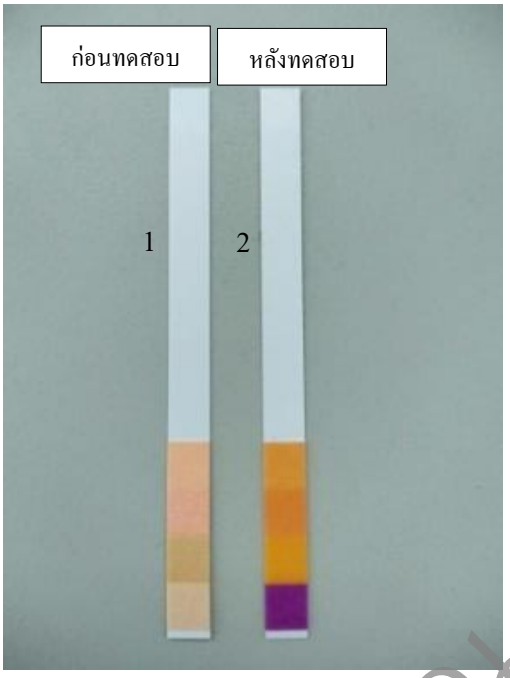
ภาพที่ 4.4 ฉลากติดขวดสารเคมี

ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างการติดฉลากการเตรียมสารละลายเคมี

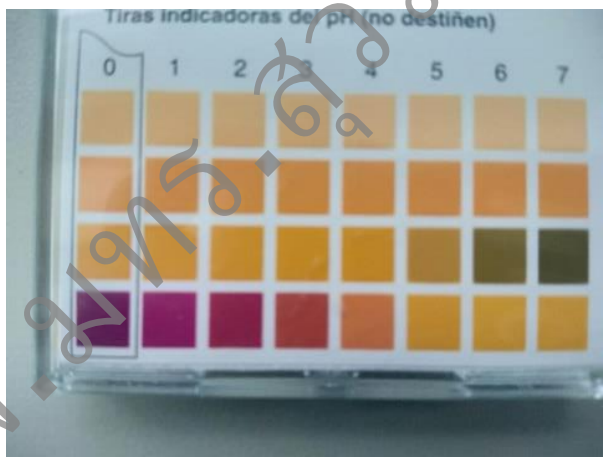
4.2 การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ

จากการศึกษาของเสียในห้องปฏิบัติการ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม เมื่อทำการทดสอบค่าความเป็นกรดด่าง ของเสียเคมีที่เกิดขึ้นโดยใช้กระดาษวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งมีค่าความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 0 แสดงว่าเป็นกรดแก่ แสดงดังภาพที่ 4.6

สวพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



ภาพที่ 4.6 การทดสอบของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 4.7 การเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

4.2.1 ประเภทของของเสียสารเคมีที่เป็นของเหลวที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการมาจากการศึกษาในรายวิชา การทดลอง การวิเคราะห์งานวิจัยต่างๆ จัดเป็นของเสียประเภทเคมีกัดกร่อน (Corrosive Chemical) ของเสียสารเคมีที่มีค่าความเป็นกรดด่าง มากกว่าหรือเท่ากับ 2 หรือ มีค่าพีเอช มากกกว่าหรือเท่ากับ 12.5 สามารถกัดกร่อนเหล็กกล้าชั้น SAE 1020 (Socicty of Automotive Engineer) ได้มากกว่า 6.35 มิลลิเมตร/ปี ที่อุณหภูมิ 55 องคาเซลเซียส

เมื่อทราบประเภทของของเสียในห้องปฏิบัติการแล้วภาชนะรองรับของเสียเคมีจึงจัดเตรียมถังรองรับของเสียเป็น 3 ภาชนะ ได้แก่ ถังประเภทกรด ถังประเภทด่าง และถังที่รองรับจากปฏิบัติการซีโอดี โดยมีป้ายแสดงความเป็นอันตรายของของเสียเคมี แสดงดังภาพที่ 4.8 ผู้ศึกษาได้ออกแบบป้ายติดถังรองรับของเสียเคมี โดยข้อมูลบนป้ายประกอบด้วย ประเภทของของเสีย ชื่อห้องปฏิบัติการ วันที่เริ่มบรรจุ และวันที่หยุดบรรจุของเสีย แสดงดังภาพที่ 4.9

ภาพที่ 4.8 การวางภาชนะรองรับของเสียเคมี

ฉลากของเสีย

ประเภทของเสีย : ของเสียสารเคมีกัดกร่อน (Corrosive Chemical)

ชื่อห้องปฏิบัติการ : ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

วันที่เริ่มบรรจุของเสีย :.....

วันที่หยุดบรรจุของเสีย :.....

ภาพที่ 4.9 แสดงป้ายติดถังรองรับของเสียเคมีจากห้องปฏิบัติการ

สวพ. มหาวิทยาลัยบูรพา

4.2.1.1 ประเภทของของเสียชนิดของแข็ง ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ ได้แก่

(1) ขวดแก้ว ขวดสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว เช่น ขวดแก้วเปล่าที่เคยบรรจุสารเคมีทั้งชนิดของเหลว และ ของแข็ง ขวดพลาสติกเปล่าที่เคยบรรจุสารเคมีทั้งชนิดของเหลวและของแข็ง

(2) เครื่องแก้ว หรือ ขวดสารเคมีแตก เช่น เครื่องแก้ว ขวดแก้วที่แตก หักชำรุด หลอดทดลองที่ แตกหัก ชำรุด

(3) ขยะปนเปื้อนสารเคมี ได้แก่ ขยะที่มีการปนเปื้อนสารเคมี หรือบรรจุภัณฑ์ที่ปนเปื้อนสารเคมี เช่น ทิชชู ถุงมือ เศษผ้า หน้ากาก หรือบรรจุภัณฑ์ที่ปนเปื้อนสารเคมี

วางภาชนะรองรับของเสียชนิดของแข็ง ได้แก่ สารเคมีหมดอายุ อุปกรณ์เครื่องแก้วแตก ขวดแก้วและขวดสารเคมีใช้แล้ว ได้จัดวางตรงด้านหน้าห้องปฏิบัติการใกล้ประตูหลังห้อง เพราะเป็นบริเวณที่นักศึกษาเห็นได้ชัดและปลอดภัยต่อการเกิดอุบัติเหตุ แสดงดังภาพที่ 4.10 และ ภาพที่ 4.11

ภาพที่ 4.10 การวางภาชนะรองรับของเสียชนิดของแข็ง

ภาพที่ 4.11 การวางภาชนะรองรับขยะปนเปื้อนสารเคมี

สวพ.สาขาสัตวศึกษา

4.3 แนวทางป้องกันอันตรายอันเกิดจากห้องปฏิบัติการ

4.3.1 จัดทำป้ายให้ความรู้

ผู้ศึกษาได้จัดทำโปสเตอร์ให้ความรู้ในเรื่องประเภทของสารเคมี ประเภทของเสียเคมีและเรื่องมาตรการเชิงป้องกันเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย ติดบริเวณประตูกระจก เพราะบริเวณนี้ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการเดินผ่านบ่อยจึงง่ายต่อการสังเกตและการอ่าน ดังภาพที่ 4.12 ภาพที่ 4.13 และ ภาพที่ 4.14

ภาพที่ 4.12 ประเภทของสารเคมีตามระบบ GHS

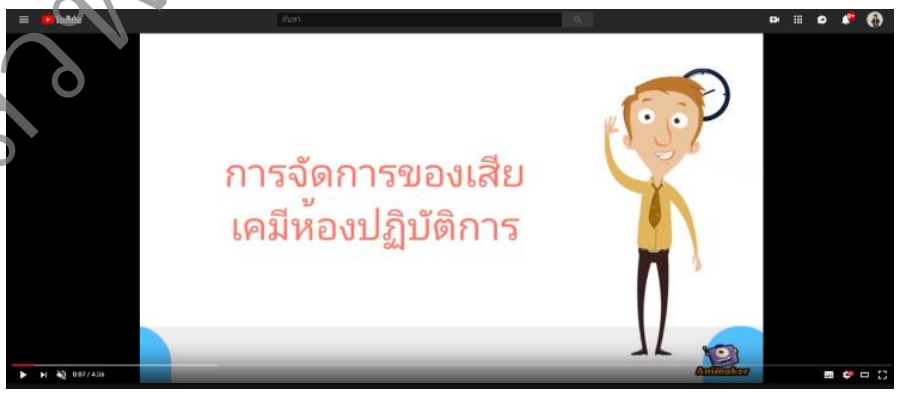
ภาพที่ 4.13 ประเภทของของเสียเคมี

สวพ. มหาวิทยาลัยราชภัฏ

ภาพที่ 4.14 มาตรการเชิงป้องกันเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย

4.3.2 จัดทำสื่อให้ความรู้แก่นักศึกษา สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

สื่อให้ความรู้เป็นวิดีโอที่เกี่ยวกับประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี ประเภทของของเสียเคมี และวิธีการป้องกันในการใช้ห้องปฏิบัติการ ความยาว 4.56 นาที ได้เผยแพร่ทางยูทูบ ตัวอย่างหน้าวิดีโอแสดงดังภาพที่ 4.15 จัดทำขึ้นเพื่อให้นักศึกษาทราบถึงเรื่อง การจัดเก็บสารเคมี การแบ่งประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมีตามระบบ GHS การจัดการของเสียและแนวทางการป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ



ภาพที่ 4.15 หน้าตัวอย่างวิดีโอให้ความรู้

สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

4.3.3 การป้องกันส่วนบุคคล

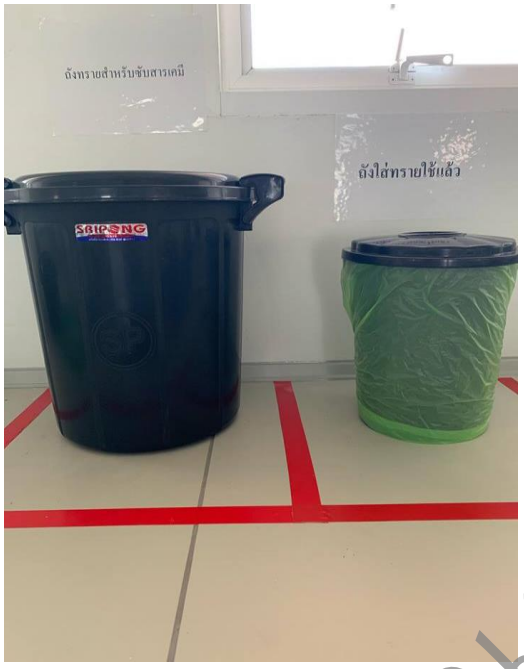
จากการสำรวจการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลนักศึกษาในห้องปฏิบัติการ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัจจุบันนักศึกษาที่เข้ามาใช้ห้องปฏิบัติการ ในการทำการทดลอง เพื่อการศึกษาวิเคราะห์ผลงานวิจัยต่างๆ พบว่ามีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันไม่สมบูรณ์ ดังนั้นจึงควรมีการแต่งกายป้องกันส่วนบุคคลเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดจากปฏิบัติการ มีรายละเอียดการแต่งกาย โดยมีหน้ากากป้องกันสารเคมี แว่นตา ถุงมือยาง ดังภาพที่ 4.16

ภาพที่ 4.16 การแต่งกายป้องกันส่วนบุคคล

4.3.4 การจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ

อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ โดยมีถังใส่ทรายไว้ซับสารเคมีที่หกหรือรั่วไหลลงตามพื้น เพื่อป้องการแพร่กระจายของสารเคมีแสดงดังภาพที่ 4.17 และการวางถังดับเพลิง ทางคณะผู้จัดทำได้วางถังดับเพลิงไว้ 2 จุด คือ บริเวณหน้าห้อง และบริเวณฝาผนังห้องใกล้ห้องชีววิทยา เพราะ บริเวณดังกล่าวสะดวกต่อการใช้และไม่มีของวางเกะกะ แสดงดังภาพที่ 4.18 และภาพที่ 4.19

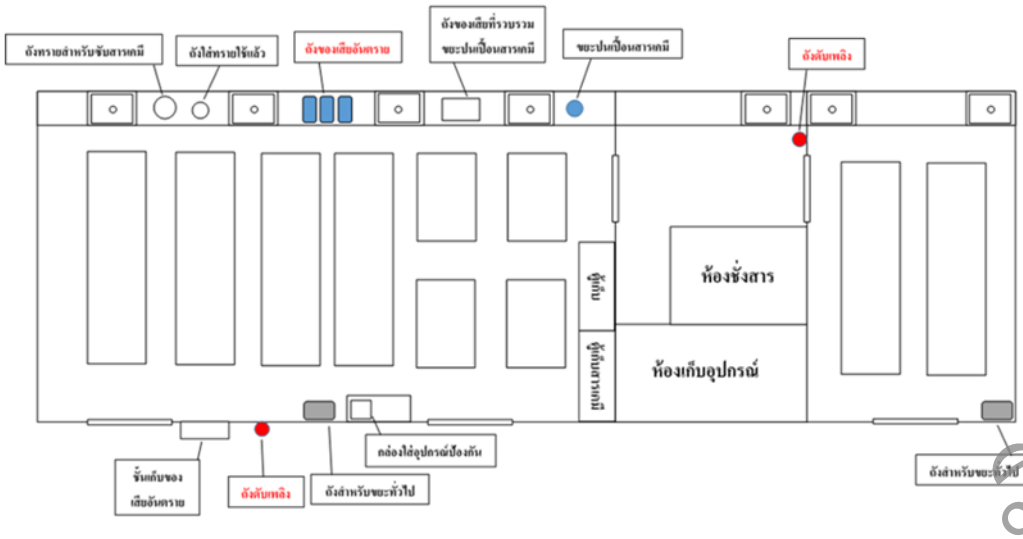
สถาพร สมทรัพย์ สุวรรณปฏิมา



ภาพที่ 4.17 ภาชนะบรรจุทรายซับกรด

ภาพที่ 4.18 การวางถังดับเพลิง

สวพ.มหาวิทยาลัยบูรพา



ภาพที่ 4.19 แผนผังการวางถังดับเพลิงและภาชนะรองรับของเสียในห้องปฏิบัติการ

4.4 ประเมินผลและทำแบบทดสอบก่อน-หลังการจัดการอบรมให้ความรู้ห้องปฏิบัติการ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลจากแบบประเมินทดสอบความรู้ของนักศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ในเรื่องการจัดเก็บสารเคมี การจัดการของเสียและแนวทางป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ

เกณฑ์ในการวัดและประเมินผลความรู้จะใช้ วิธีการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ [9] ทดสอบนักศึกษาจำนวน 48 คนโดยมีการกำหนดเกณฑ์ที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.3

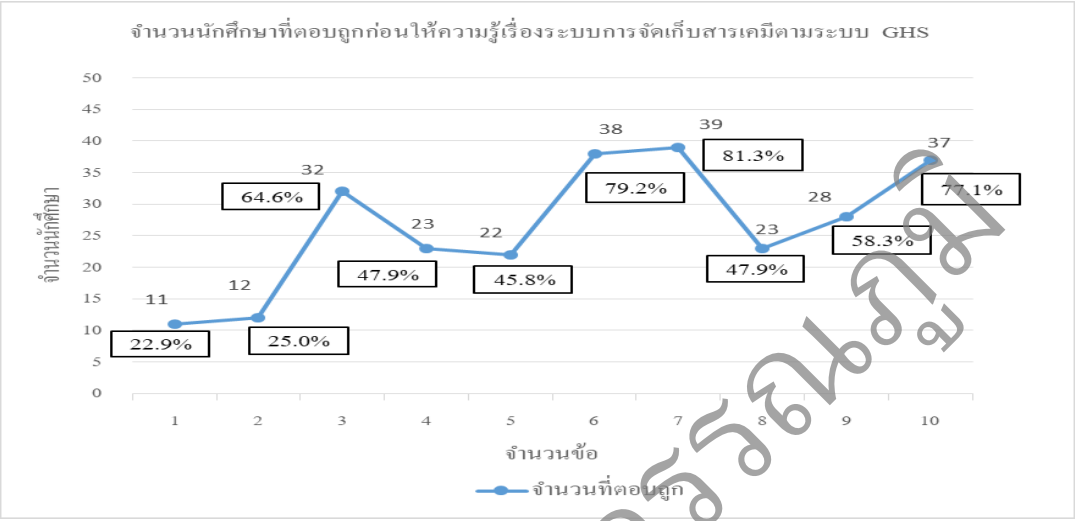
ตารางที่ 4.3 เกณฑ์ในการวัดผลประเมินความรู้

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การให้คะแนน
ดีมาก	ทำแบบประเมินได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป
ดี	ทำแบบประเมินได้ร้อยละ 70-79
พอใช้	ทำแบบประเมินได้ร้อยละ 60-50
ปรับปรุง	ทำแบบประเมินได้ร้อยละ 49 ลงมา

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

4.4.1 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินก่อนให้ความรู้ของนักศึกษา สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมจำนวน 48 คน โดยในแบบประเมินได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ด้าน คือ การจัดเก็บสารเคมีตามระบบ GHS การจัดการของเสียอันตราย และการป้องกันในห้องปฏิบัติการ แต่ละด้านมีทั้งหมด 10 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ

1. ผลการประเมินแบบทดสอบนักศึกษาที่มีความรู้เรื่องระบบการจัดเก็บสารเคมีตามระบบ GHS ในห้องปฏิบัติการแสดงดังภาพที่ 4.20



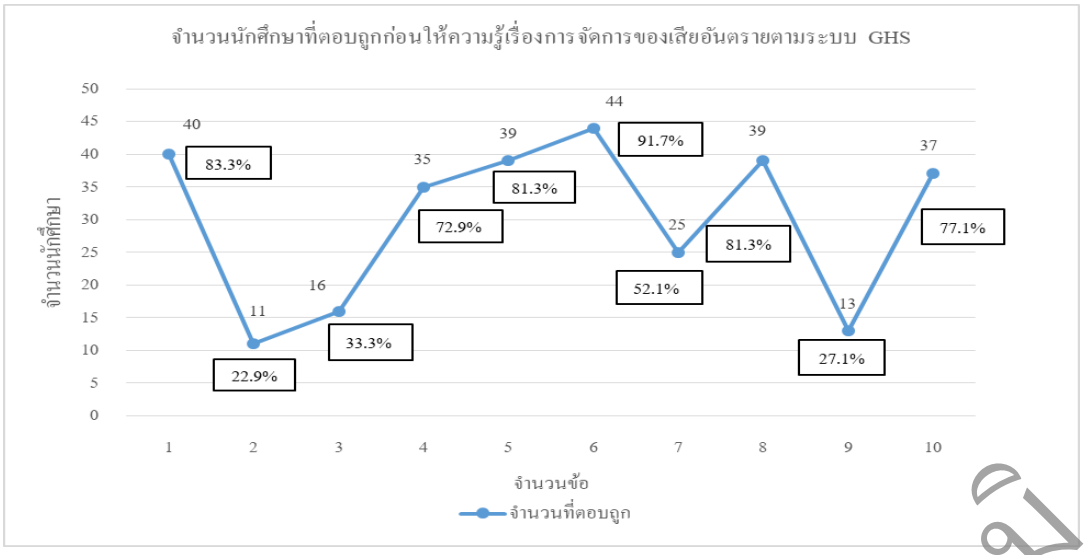
ภาพที่ 4.20 แสดงร้อยละของจำนวนนักศึกษาที่ตอบแบบทดสอบก่อนให้ความรู้

เรื่องระบบการจัดเก็บสารเคมีถูกต้อง

จากภาพที่ 4.20 กราฟแสดงผลการทำแบบประเมินก่อนให้ความรู้ของนักศึกษาทั้งหมด 48 คน โดยนำจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกมาทำการสร้างกราฟ เพื่อแสดงถึงจำนวนของนักศึกษาว่ามีความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ มากน้อยแค่ไหน จากจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกในแต่ละข้อเทียบกับจำนวนนักศึกษาทั้งหมดคิดออกมาเป็นร้อยละ พบว่าจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกมากที่สุดคือข้อที่ 7 คือ 39 คน คิดเป็นร้อยละ 81.3 ซึ่งในข้อที่ 7 คำถามเป็นความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายสารเคมีที่ถูกต้อง ส่วนจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกน้อยที่สุดคือข้อที่ 1 คือ 11 คน คิดเป็นร้อยละ 22.9 เป็นคำถามเรื่องความรู้เกี่ยวกับระบบ GHS

2. ผลการประเมินแบบทดสอบนักศึกษาที่มีความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการแสดงดังภาพที่ 4.21

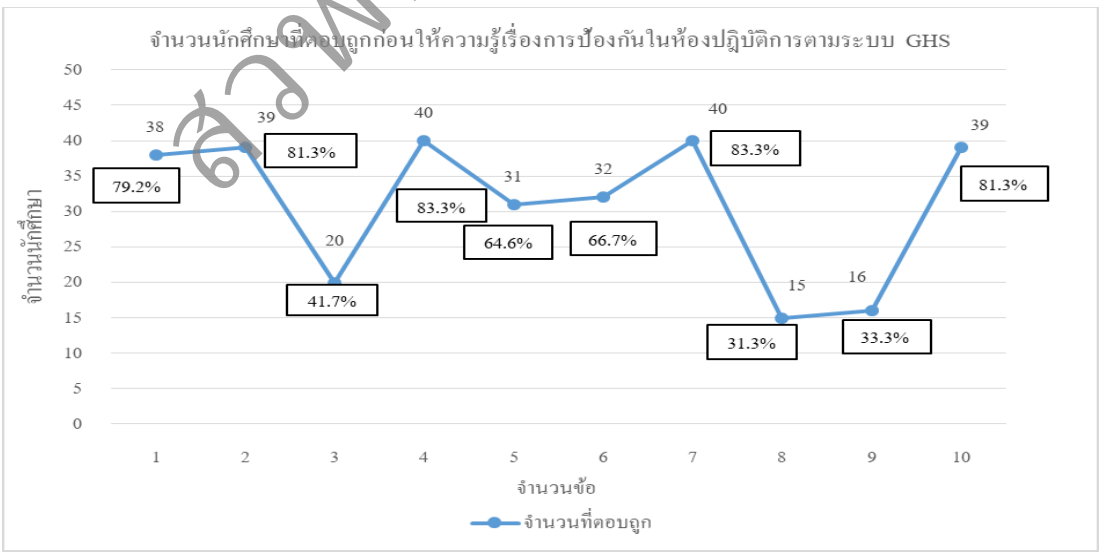
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



ภาพที่ 4.21 แสดงร้อยละของจำนวนนักศึกษาที่ตอบแบบทดสอบก่อนให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตราย

จากภาพที่ 4.21 กราฟแสดงผลการทำแบบประเมินก่อนให้ความรู้ของนักศึกษาทั้งหมด 48 คน โดยนำจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกมาทำการสร้างกราฟ เพื่อแสดงถึงจำนวนของนักศึกษาว่ามีความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ มากน้อยแค่ไหน จากจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกในแต่ละข้อเทียบกับจำนวนนักศึกษาทั้งหมดคิดออกมาเป็นร้อยละ พบว่าจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกมากที่สุดคือข้อที่ 6 คือ 44 คน คิดเป็นร้อยละ 91.7 ในข้อนี้เป็นความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ป้องกันในห้องปฏิบัติการ ส่วนจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกน้อยที่สุดคือข้อที่ 2 คือ 11 คน คิดเป็นร้อยละ 22.9 เป็นคำถามเรื่องความรู้เกี่ยวกับประเภทของของเสียเคมี

3. ผลการประเมินแบบทดสอบนักศึกษาที่มีความรู้เรื่องการป้องกันในห้องปฏิบัติการ ตามระบบจีเอชเอส แสดงดังภาพที่ 4.22



ภาพที่ 4.22 แสดงร้อยละของจำนวนนักศึกษาที่ตอบแบบทดสอบก่อนให้ความรู้

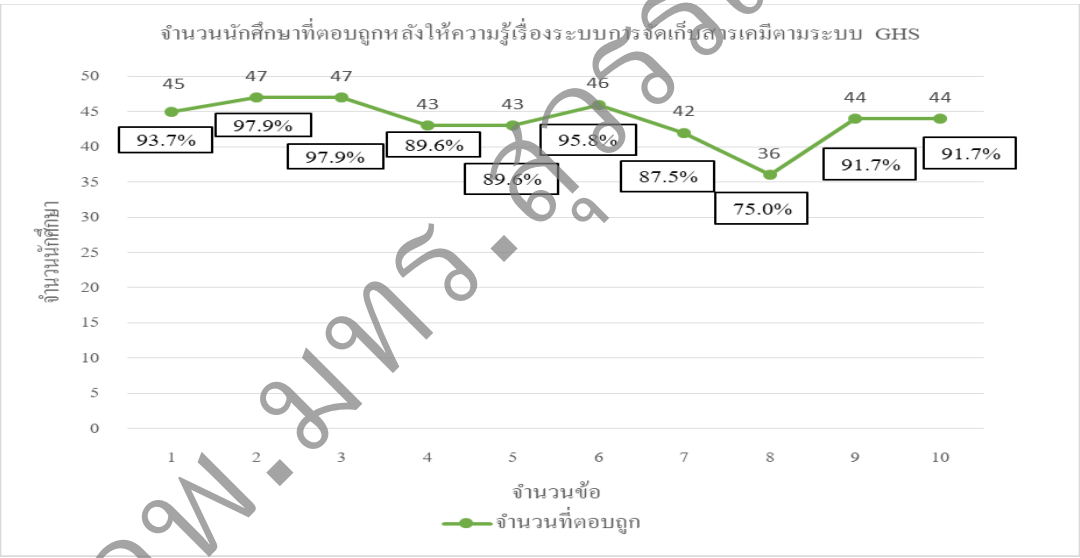
สวพ.มหาสารคาม

เรื่องการป้องกันในห้องปฏิบัติการถูกต้อง

จากภาพที่ 4.22 กราฟแสดงผลการทำแบบประเมินก่อนให้ความรู้ของนักศึกษาทั้งหมด 48 คน โดยนำจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกมาทำการสร้างกราฟ เพื่อแสดงถึงจำนวนของนักศึกษาว่ามีความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ มากน้อยแค่ไหน จากจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกในแต่ละข้อเทียบกับจำนวนนักศึกษาทั้งหมดคิดออกมาเป็นร้อยละ พบว่าจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกมากที่สุดคือข้อที่ 4 และ 7 คือ 40 คน คิดเป็นร้อยละ 83.3 ในข้อที่ 4 จะเป็นความรู้เกี่ยวกับการจัดเก็บถังดับเพลิง และในข้อที่ 7 จะเป็นการให้ความรู้เกี่ยวกับสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย ส่วนจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกน้อยที่สุดคือข้อที่ 8 คือ 15 คน คิดเป็นร้อยละ 31.3 ในข้อนี้เป็นความรู้เกี่ยวกับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายทางลมหายใจ

4.4.2 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินหลังให้ความรู้ของนักศึกษา สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมจำนวน 48 คน

1. ผลการประเมินแบบทดสอบนักศึกษาที่มีความรู้เรื่องระบบการจัดเก็บสารเคมีตามระบบ GHS ในห้องปฏิบัติการแสดงดังภาพที่ 4.23



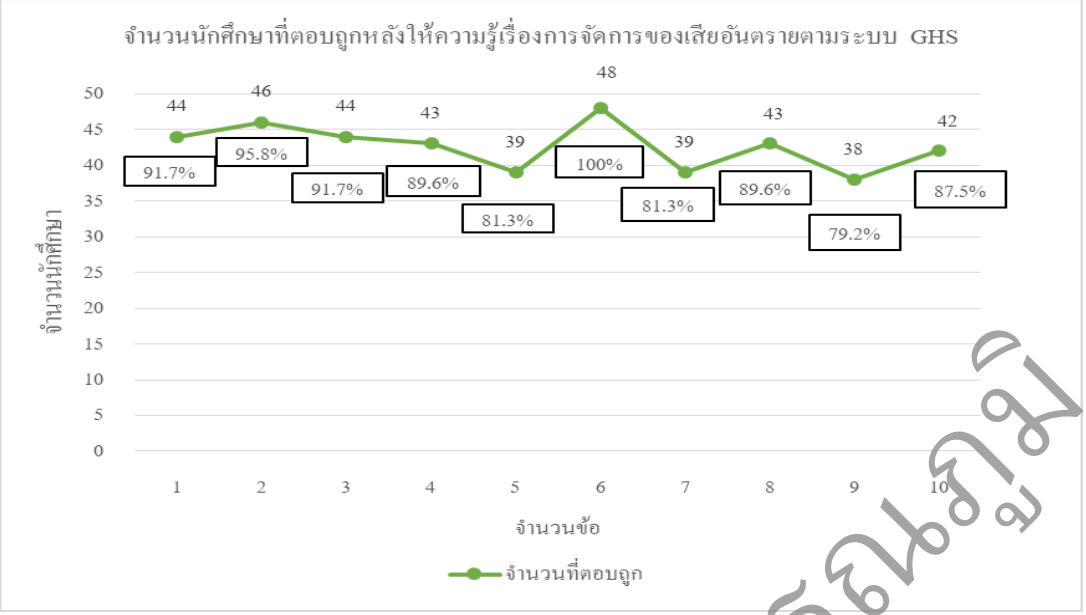
ภาพที่ 4.23 แสดงร้อยละของจำนวนนักศึกษาที่ตอบแบบทดสอบหลังให้ความรู้

เรื่องระบบการจัดเก็บสารเคมีถูกต้อง

จากภาพที่ 4.23 กราฟแสดงผลการทำแบบประเมินก่อนให้ความรู้ของนักศึกษาทั้งหมด 48 คน โดยนำจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกมาทำการสร้างกราฟ เพื่อแสดงถึงจำนวนของนักศึกษาว่ามีความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ มากน้อยแค่ไหน จากจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกในแต่ละข้อเทียบกับจำนวนนักศึกษาทั้งหมดคิดออกมาเป็นร้อยละ พบว่าหลังจากให้ความรู้เรื่องระบบการจัดเก็บสารเคมีตามระบบ GHS จำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกมากที่สุดคือข้อที่ 2 และ 3 คือ 47 คน คิดเป็นร้อยละ 97.9 ในข้อที่ 2 เป็นความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภทของสารเคมี และในข้อที่ 3 เป็นการให้ความรู้เกี่ยวกับการแบ่งประเภทความอันตรายออกเป็นด้านต่างๆ ส่วนจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกน้อยที่สุดคือข้อที่ 8 คือ 36 คน คิดเป็นร้อยละ 75.0 ในข้อนี้เป็นความรู้เกี่ยวกับการรั่วไหลของสารเคมีสู่สิ่งแวดล้อม

สาขา.มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

2. ผลการประเมินแบบทดสอบนักศึกษาที่มีความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการแสดงดังภาพที่ 4.24



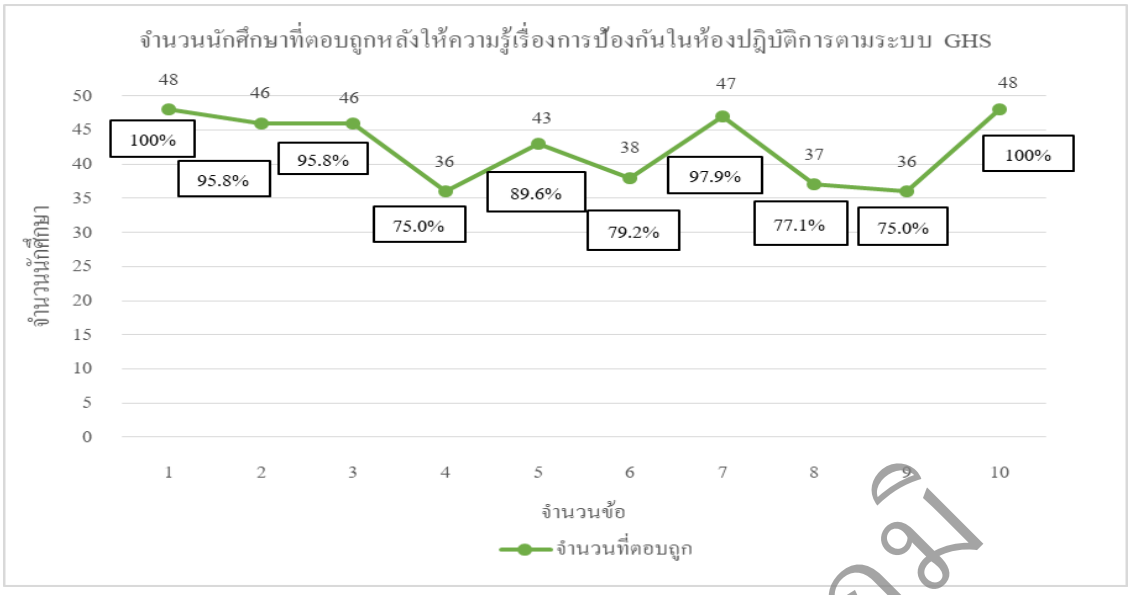
ภาพที่ 4.24 แสดงร้อยละของจำนวนนักศึกษาที่ตอบแบบทดสอบหลังให้ความรู้เรื่องการจัดการของเสียอันตรายถูกต้อง

จากภาพที่ 4.24 กราฟแสดงผลการทำแบบประเมินก่อนให้ความรู้ของนักศึกษาทั้งหมด 48 คน โดยนำจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกมาทำการสร้างกราฟ เพื่อแสดงถึงจำนวนของนักศึกษาว่ามีความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ มากน้อยแค่ไหน จากจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกในแต่ละข้อเทียบกับจำนวนนักศึกษาทั้งหมดคิดออกมาเป็นร้อยละ พบว่าหลังจากให้ความรู้เรื่องระบบการจัดการของเสียอันตราย จำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกมากที่สุดคือข้อที่ 6 คือ 48 คน คิดเป็นร้อยละ 100 เป็นความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ป้องกันในห้องปฏิบัติการ ส่วนจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกน้อยที่สุดจะอยู่ข้อที่ 9 คือ 38 คน คิดเป็นร้อยละ 79.2 ในข้อนี้เป็นความรู้เกี่ยวกับการนำกลับของเสียมาใช้ซ้ำ

3. ผลการประเมินแบบทดสอบนักศึกษาที่มีความรู้เรื่องการป้องกันในห้องปฏิบัติการ แสดงดังภาพที่ 4.25

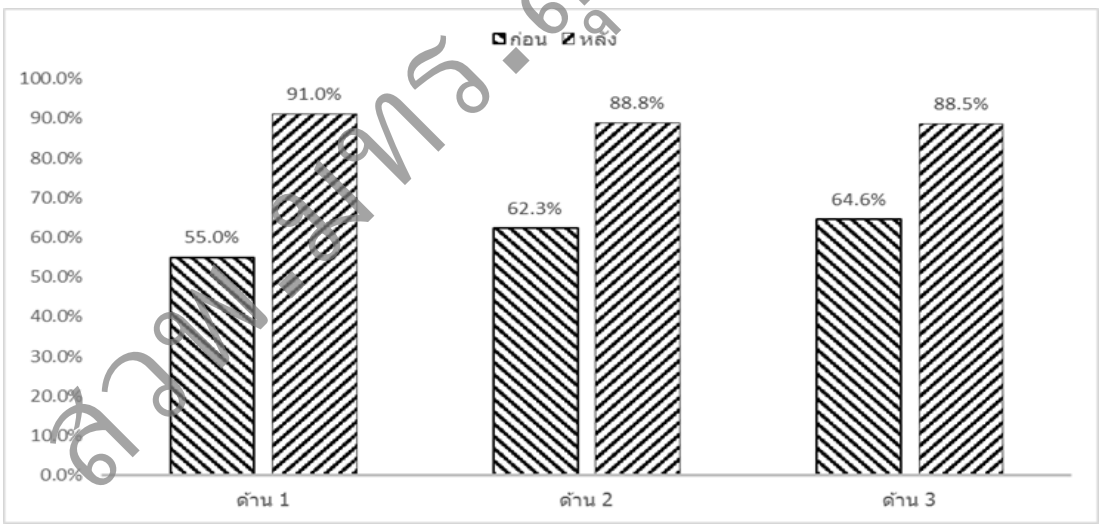
จากภาพที่ 4.25 กราฟแสดงผลการทำแบบประเมินก่อนให้ความรู้ของนักศึกษาทั้งหมด 48 คน โดยนำจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกมาทำการสร้างกราฟ เพื่อแสดงถึงจำนวนของนักศึกษาที่มีความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ มากน้อยแค่ไหน จากจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกในแต่ละข้อเทียบกับจำนวนนักศึกษาทั้งหมดคิดออกมาเป็นร้อยละ พบว่าหลังจากให้ความรู้เรื่องการป้องกันในห้องปฏิบัติการ จำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกมากที่สุดคือข้อที่ 1 และ 10 คือ 47 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ในข้อที่ 1 เป็นความรู้เกี่ยวกับการเตรียมสารเคมี และในข้อที่ 10 เป็นการให้ความรู้เกี่ยวกับการการใช้ห้องปฏิบัติการได้อย่างถูกต้อง ส่วนจำนวนของนักศึกษาที่ตอบถูกน้อยที่สุดคือข้อที่ 4 และ 9 คือ 36 คน คิดเป็นร้อยละ 75.0 ในข้อที่ 4 เป็นความรู้เกี่ยวกับการจัดเก็บถังแก๊ส และในข้อที่ 9 เป็นความรู้เกี่ยวกับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายโดยทางเดินอาหาร

ลวพ.ยุพร.สุธรรมณฑิ



ภาพที่ 4.25 แสดงร้อยละของจำนวนนักศึกษาที่ตอบแบบทดสอบหลังให้ความรู้เรื่องการป้องกันในห้องปฏิบัติการถูกต้อง

4.4.3 เมื่อทำการวิเคราะห์ผลประเมินแบบทดสอบในแต่ละด้านทั้งก่อนและหลังโดยนำร้อยละจำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกมาทำการเปรียบเทียบกันแสดงดังภาพที่ 4.26



ภาพที่ 4.26 แสดงร้อยละเปรียบเทียบความแตกต่างผลการประเมินก่อนและหลัง

จากภาพที่ 4.26 เปรียบเทียบความแตกต่างของผลการประเมินแบบทดสอบทั้งก่อนและหลังให้ความรู้ พบว่าหลังจากได้ให้ความรู้ในแต่ละด้านผลที่ได้คือ ด้านที่ 1 เรื่องการจัดเก็บของเสียมี จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกก่อนให้ความรู้คิดเป็นร้อยละคือ 55.0 หลังจากให้ความรู้จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกคิดเป็นร้อยละคือ 91.0 ด้านที่ 2 เรื่องการจัดการของเสียอันตราย จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกก่อนให้ความรู้คิดเป็นร้อยละคือ 62.3 หลังจากให้ความรู้จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกคิดเป็นร้อยละ 88.8 ด้านที่ 3 เรื่องการป้องกันในห้องปฏิบัติการ จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกก่อนให้ความรู้คือ 64.6 หลังจากให้ความรู้จำนวนนักศึกษาที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์น

ตอบถูกคิดเป็นร้อยละ 88.5 สรุปจากการเปรียบเทียบนักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการจัดเก็บสารเคมีเพิ่มมากขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือ เรื่องการจัดการของเสียอันตราย ส่วนเรื่องการป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการจะต้องให้ความรู้ในเรื่องนี้เพิ่มเติม

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประเภทของสารเคมี ประเภทของของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการ และเพื่อการหาแนวทางการป้องกันอันตรายอันเกิดจากของเสียจากห้องปฏิบัติการสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำรวจความรู้ ความเข้าใจ ของนักศึกษาสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมเพื่อเสนอแนะแนวทางในการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการและแนวทางในการป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ซึ่งสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

การจัดการระบบข้อมูลและการจัดการสารเคมีจำแนกประเภทของสารเคมีตามระบบ GHS ในห้องปฏิบัติการ จากการสำรวจชนิดสารเคมีในห้องปฏิบัติการ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ได้ทำการแยกประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมีตามระบบ GHS ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1.ด้านกายภาพ แบ่งประเภทความเป็นอันตรายออกเป็น 3 ประเภท คือ สารไวไฟ สารกัดกร่อน สารออกซิไดซ์ 2.ด้านสุขภาพ แบ่งประเภทความเป็นอันตรายออกเป็น 4 ประเภท คือ การระคายเคือง ความเป็นพิษเฉียบพลัน การก่อมะเร็ง สารกัดกร่อน และ 3.ด้านสิ่งแวดล้อม แบ่งประเภทความเป็นอันตรายออกเป็น 1 ประเภท คือ ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม การจัดการของเสียประเภทของเสียสารเคมีที่เป็นของเหลวที่เกิดขึ้นให้องปฏิบัติการส่วนใหญ่จัดเป็นของเสียประเภทเคมีกัดกร่อน ประเภทของของเสียชนิดของแข็งจะแบ่งออกเป็น 1.ขวดแก้ว ขวดสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว 2.เครื่องแก้ว หรือ ขวดสารเคมีแตก 3.ขยะปนเปื้อนสารเคมีในส่วนของแนวทางป้องกันอันตรายอันเกิดจากห้องปฏิบัติการ ผู้ศึกษาได้จัดทำป้ายให้ความรู้เรื่องประเภทของสารเคมีและประเภทของของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการ จัดทำสื่อให้ความรู้เป็นวิดีโอที่เกี่ยวกับประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี ประเภทของของเสียเคมี และวิธีการป้องกันอันตรายในการใช้ห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ผลการประเมินความรู้นักศึกษาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จำนวนทั้งหมด 48 คน โดยแบ่งแบบประเมินที่ใช้วัดความรู้ออกเป็น 3 ด้าน ผลการวิเคราะห์การประเมินความรู้แบ่งได้ตามหัวข้อดังนี้ 1) ด้านการจัดเก็บของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการนักศึกษามีเข้าเข้าใจเพิ่มขึ้นร้อยละ 36.0 2) การจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการนักศึกษามีเข้าเข้าใจเพิ่มขึ้นร้อยละ 26.5 และ 3) การป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการนักศึกษามีเข้าเข้าใจเพิ่มขึ้นร้อยละ 23.9 ทำให้สามารถทราบได้ว่าการประชาสัมพันธ์ทำป้ายให้ความรู้เรื่องประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมีตามระบบ GHS ป้ายให้ความรู้เรื่องประเภทความเป็นอันตรายของของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการ สื่อให้ความรู้เป็นวิดีโอแก่นักศึกษาที่ใช้ห้องปฏิบัติการทำให้นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมมีความเข้าใจและใช้ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย ให้ระบบบริหารจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการเป็นระบบมากขึ้น และผู้ศึกษาคาดว่าปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มลดลงทำให้งบประมาณที่ใช้ในการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นลดลงด้วย อีกทั้งลดผลกระทบและความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการได้เป็นอย่างดี

สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

สิ่งสำคัญสำหรับนักศึกษาที่ใช้ห้องปฏิบัติการควรคำนึงเป็นอันดับแรก คือ การแยกของเสียอันตรายออกจากของเสียไม่อันตรายเพื่อช่วยลดปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดจากการปนกันกับของเสียไม่อันตราย นอกจากนั้นยังต้องระมัดระวังการรั่วไหลหรือหกหล่นซึ่งอาจทำให้เกิดปฏิกิริยารุนแรง จนก่อให้เกิดเพลิงไหม้หรือระเบิดได้ โดยแนวทางการจัดการห้องปฏิบัติการและแนวทางป้องกันอันตรายสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การแยกภาชนะในการทิ้งของเสียเคมีโดยแบ่งตามความเป็นกรด-ด่าง ควรเลือกใช้ภาชนะที่เหมาะสมกับปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ภาชนะที่ใช้ต้องมีความทนทานต่อสารเคมีกัดกร่อน ไม่ควรบรรจุของเสียจนเต็มภาชนะเพราะจะเกิดการรั่วไหลขณะเคลื่อนย้าย ควรติดฉลากระบุรายละเอียด

2. วิธีจัดเก็บและสถานที่เก็บรวบรวมของเสียควรเก็บในที่มิดชิด ไม่ควรเก็บไว้ใกล้ท่อระบายน้ำเพื่อป้องกันการรั่วไหล บริเวณที่เก็บของเสียอันตรายควรมีวัสดุดูดซับ เช่น ทราย ดิน เพื่อใช้ซับในกรณีเกิดการรั่วไหลของของเสีย

3. วิธีการจัดการของเสียอันตราย ควรมีการสำรวจปริมาณของเสียอันตราย โดยจัดทำแบบฟอร์มกรอกข้อมูลการทิ้งของเสียอันตราย เพื่อให้ทราบปริมาณและง่ายต่อการตรวจสอบ

4. การสวมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล จากการสำรวจพบว่า นักศึกษาที่ใช้ห้องปฏิบัติการสวมเพียงเสื้อกาวน์และถุงมือเพียงอย่างเดียว ในการเทสารเคมีที่เป็นกรดเข้มข้นหรือระเหยได้ควรมีการสวมหน้ากากและแว่นตาเพื่อป้องกันอันตรายเพิ่มขึ้นด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ปลูกฝังให้นักศึกษารู้จักอันตรายของสารเคมี ข้อควรระวังต่าง ๆ ในการใช้สารเคมีและการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลอย่างถูกต้องอย่างต่อเนื่องและเหมาะสม

5.2.2 ควรเพิ่มระบบฐานข้อมูลออนไลน์ เพื่อให้ผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการสามารถเข้าถึงข้อมูลสารเคมีได้ง่าย เป็นระบบที่ใช้ในการตรวจสอบจำนวนสารเคมีในห้องปฏิบัติการ ปริมาณสารเคมีที่คงเหลือในห้องปฏิบัติการ วันหมดอายุของสารเคมี

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

เอกสารอ้างอิง

[1] กรเพชร์ ไชยเดช, “การจัดการของเสียเคมีในห้องปฏิบัติการในห้องปฏิบั ติการเคมีอุตสาหกรรม” ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2551

[2] พงษ์ศักดิ์ ชัยศิริประเสริฐ และคณะ, “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้สารเคมี,” พิมพ์ครั้งที่ 1, สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษต,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545

[3] คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ, ครั้งที่ 1, ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสารและของเสียอันตราย สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557

[4] อุไรรัตน์ เพชรยัง, “การจัดการของเสียอุตสาหกรรมของโรงงานผลิตยาแผนปัจจุบัน กรณีศึกษาบริษัทไบโอแลป จำกัด,” คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม, สถาบันบัณฑิตพัฒน

บริหารศาสตร์, 2555

[5] นันทวรรณ จินากุล, “ระบบบริหารจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการ,” คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2557

[6] แนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการ, ครั้งที่ 1, ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสารและของเสียอันตราย สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557

[7] พรพิมล เจริญส่ง, “กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกากของเสียอุตสาหกรรม,” การอบรมเชิงปฏิบัติการ กรมควบคุมมลพิษ ระหว่างวันที่ 29 พฤศจิกายน – 1 ธันวาคม 2559

[8] กนกวรรณ โกมลวีระเกตุ, “ความรู้เบื้องต้นในการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ”

การสัมมนาเรื่องการจัดการของเสียเคมีจากห้องปฏิบัติการฯที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและสอดคล้องกับกฎหมาย, สำนักจัดการกากของเสีย และสารอันตรายกรมควบคุมมลพิษ, 2555

[9] ญาดา อธิรัตนปัญญา, “การวัดผลและประเมินผลการศึกษา,” เอกสารประกอบการสอน, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี, 2554

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

ภาคผนวก ก

ข้อสอบแบบประเมินทดสอบความรู้

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

แบบทดสอบก่อน – หลังให้ความรู้

แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจ และทักษะของผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม
คำชี้แจง : จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด 1 คำตอบ
เรื่อง การจัดเก็บสารเคมี

1. ระบบ GHS หมายถึงอะไร
   ก. เป็นระบบการจำแนกประเภท การติดฉลาก และการแสดงรายละเอียดในเอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมีและเคมีภัณฑ์
   ข. เป็นกำหนดเกณฑ์การจำแนกประเภทสารเคมีและเคมีภัณฑ์ ตามความเป็นอันตรายด้านกายภาพ สุขภาพ และ สิ่งแวดล้อม
   ค. ประเภทและสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายด้านกายภาพ
   ง. ถูกทุกข้อ
2. การจำแนกประเภทของสารเคมี ตามระบบ GHS ประกอบด้วยสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายกี่ประเภท
   ก. 9 ประเภท
   ข. 7 ประเภท
   ค. 5 ประเภท
   ง. 3 ประเภท
3. ระบบ GHS แบ่งประเภทความเป็นอันตรายเป็นกี่ด้านอะไรบ้าง
   ก. 1 ด้าน คือ ด้านกายภาพ
   ข. 2 ด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านสุขภาพ
   ค. 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านสุขภาพ ด้านสิ่งแวดล้อม
   ง. 4 ด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านสุขภาพ ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านความปลอดภัย
4. Safety Data Sheet (SDS) คืออะไร
   ก. การจัดเก็บสารเคมี
   ข. การจัดการข้อมูลสารเคมี และเชื่อมโยงกับเอกสารข้อมูลความปลอดภัย
   ค. การตรวจติดตามประเมินและรายงานผลการดำเนินการ
   ง. การจัดการของเสีย

สาขา.อาจ.สุวรรณภูมิ

5. การเก็บรักษาสารเคมีข้อใดถูกต้อง
   ก. จัดเก็บสารเคมีเป็นกลุ่มตามประเภทของสารเคมีหรือตามคำแนะนำใน SDS ของสารนั้นๆ
   ข. ชั้นวางสารเคมีต้องอยู่ในสภาพดีคือ แข็งแรง ไม่ผุหรือเป็นสนิม ไม่โค้งงอ และมีขอบกั้น
   ค. สารเคมีทุกชนิดในห้องปฏิบัติการต้องมีตำแหน่งการเก็บที่แน่นอน
   ง. ถูกทุกข้อ
6. สารบบข้อมูลสารเคมี ควรประกอบด้วยอะไรบ้าง
   ก. ชื่อสารเคมี
   ข. ปริมาณสารเคมี
   ค. ประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี
   ง. ถูกทุกข้อ
7. ข้อใดเป็นการเคลื่อนย้ายสารเคมีที่ถูกต้อง
   ก. ผู้ที่ทำการเคลื่อนย้ายสารเคมี ต้องสวมถุงมือ แว่นตานิรภัย เสื้อคลุมปฏิบัติการ อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่จำเป็นอื่นๆ สำหรับการเคลื่อนย้ายสารเคมี
   ข. การเคลื่อนย้ายสารประเภทกรดและตัวทำละลาย ต้องใช้ถังยางที่ทนต่อการกัดกร่อนหรือละลาย
   ค. สารเคมีที่เคลื่อนย้ายต้องอยู่ในภาชนะบรรจุที่ปิดฝาสนิท
   ง. ถูกทุกข้อ
8. ขั้นตอนที่สารเคมีอาจรั่วไหลหรือแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้มากที่สุด คือขั้นตอนใด
   ก. การสำรวจและคัดออกสารเคมี
   ข. การเคลื่อนย้ายสารเคมี
   ค. การจัดการของเสีย
   ง. การตรวจติดตามประเมินและรายงานผลการดำเนินงาน
9. การสำรวจและคัดออกสารเคมีควรจัดทำช่วงเวลาไหน
   ก. ทุกๆ 6 เดือน
   ข. ทุกๆ 8 เดือน
   ค. ทุกๆ 9 เดือน
   ง. ทุกๆ 1 เดือน

สสพ.มหาสารคาม

10. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการจัดเก็บสารเคมีในบรรจุภัณฑ์ที่มีวัสดุเหมาะสม
    ก. ห้ามเก็บกรดไฮโดรฟลูออริก ในภาชนะแก้ว เพราะสามารถกัดกร่อนแก้วได้
    ข. ห้ามเก็บสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ในภาชนะแก้วที่มีฝาเกลียวหรือฝาแก้ว
    ค ห้ามเก็บสารละลายด่างที่มี pH สูงกว่า 11 ในภาชนะแก้ว เพราะสามารถกัดกร่อนแก้วได้
    ค. ถูกทุกข้อ

เรื่อง การจัดการของเสียอันตราย

11. ของเสียภายในห้องปฏิบัติการ หมายถึงอะไร
    ก. ของเสียที่เป็นกรด
    ข. ของเสียที่เป็นเบส
    ค. ของเสียที่เป็นเกลือ
    ง. ของเสียจากห้องปฏิบัติการที่เกิดจากการทดสอบ
12. ประเภทของของเสียสารเคมีมีกี่ประเภท
    ก. 5 ประเภท
    ข. 6 ประเภท
    ค. 7 ประเภท
    ง. 8 ประเภท
13. ของเสียสารเคมีกัดกร่อน มีค่าพีเอชเท่าไหร่
    ก. มีค่าพีเอชมากกว่าหรือเท่ากับ 2 หรือ มีค่าพีเอช มากกกว่าหรือเท่ากับ 12.5
    ข. มีค่าพีเอชมากกว่าหรือเท่ากับ 3 หรือ มีค่าพีเอช มากกกว่าหรือเท่ากับ 11.5
    ค. มีค่าพีเอชมากกว่าหรือเท่ากับ 4 หรือ มีค่าพีเอช มากกกว่าหรือเท่ากับ 11.5
    ง. มีค่าพีเอชมากกว่าหรือเท่ากับ 5 หรือ มีค่าพีเอช มากกกว่าหรือเท่ากับ 12.5
14. การติดฉลากบนภาชนะบรรจุของเสียควรคำนึงถึงอะไร
    ก. มีขนาดใหญ่
    ข. เห็นได้ชัดเจน
    ค. ระบุอันตรายของของเสียบางประเภท
    ง. ถูกทุกข้อ
15. ข้อใดคือข้อควรปฏิบัติและข้อควรระวังในการจัดการของเสีย
    ก. อย่าผสมหรือปรับสภาพสารเคมีหากไม่แน่ใจว่าจะเกิดปฏิกิริยาอันตรายหรือไม่
    ข. ทุกครั้งที่เทสารลงถัง ต้องสวมอุปกรณ์ป้องกันทุกครั้ง
    ค. ขณะดำเนินการเทสาร ต้องให้มีการถ่ายเทหรือระบายอากาศภายในห้องได้โดยสะดวก
    ง. ถูกทุกข้อ

สวพ.มหาสารคาม

16. ข้อใดไม่ใช่อุปกรณ์ป้องกันในการใช้ห้องปฏิบัติการ

ก. เสื้อกาวน์

ข. นาฬิกา

ค. ถุงมือ

ง. รองเท้า

17. ของเสียสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม คืออะไร

ก. ของเสียสารเคมีที่ประกอบหรือปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีที่ไม่ใช้แล้ว

ข. ของเสียสารเคมีที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ในปริมาณหรือความเข้มข้นสูงที่สามารถทำให้เกิดโรค

ค. ของเสียสารเคมีที่รั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน

ง. ของเสียสารเคมีที่มีอันตรายต่อสุขภาพอนามัย

18. การบำบัดและกำจัดของเสียควรมีกระบวนการจัดการเบื้องต้นอะไรบ้าง

ก. การบำบัดของเสียก่อนทิ้ง

ข. การบำบัดของเสียก่อนส่งกำจัด

ค. การลดปริมาณก่อนทิ้ง

ง. ถูกทุกข้อ

19. การ Reuse ของเสียคืออะไร

ก. การนำวัสดุที่เป็นของเสียกลับมาใช้ใหม่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือกระทำการใด ๆ ยกเว้นการทำความสะอาดและการบำรุงรักษาตามวัตถุประสงค์เดิม

ข. การแยกและการรวบรวมวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ได้จากวัสดุของเสีย

ค. การนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่โดยที่มีสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนไป แต่มี องค์ประกอบทางเคมีเหมือนเดิม โดยการผ่านกระบวนการต่าง ๆ

ง. ผิดทุกข้อ

20. ข้อใดคือความเป็นพิษ

ก. Toxicity

ข. Reactivity

ค. Corrosivity

ง. Ignitability

สวพ.ผกร. สุวรรณภูมิ

เรื่อง การป้องกันในห้องปฏิบัติการ

21. การเตรียมสารเคมีพวก กรด ด่าง หรือสารระเหยควรทำอย่างไร
    ก. เตรียมในพื้นที่โล่ง
    ข. เตรียมโดยไม่สวมถุงมือ
    ค. ควรทำในตู้ดูดควัน
    ง. เตรียมใกล้วัสดุไวไฟ
22. ถ้าผิวหนังเราโดนกรดควรทำอย่างไร
    ก. ยืนรอให้กรดแห้ง
    ข. ให้ซับกรดที่กรดร่างกายให้แห้งแล้วจึงล้างแผลด้วยน้ำสะอาดปริมาณมาก หลังจากนั้นล่างด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ความเข้มข้น 5 % แล้วตามด้วยน้ำสะอาด
    ค. วิ่งไปอยู่ที่พัดลม
    ง. วิ่งไปตากแดด
23. ถ้ากรดหกลงพื้นควรทำอย่างไร
    ก. เอากระดาษมาซับ
    ข. เอาน้ำมาผสม
    ค. ใช้มือเช็คออก
    ง. เอาทรายมาซับ
24. ข้อใดกล่าวถูก
    ก. ไม่ควรวิ่ง/เล่น ในห้องปฏิบัติการ
    ข. ควรสวมถุงมือป้องกันทุกครั้งขณะทำการทดลอง
    ค. หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองควรทิ้งของเสียปนเปื้อนในถังที่เตรียมไว้ให้
    ง. ถูกทุกข้อ
25. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ
    ก. ควรเขียนชนิดของสารบนภาชนะที่บรรจุทุกครั้ง
    ข. ไม่หยอกล้อกันระหว่างทำการทดลอง
    ค. ข้อ ก. และ ข. ถูก
    ง. ผิดทุกข้อ

ศ.ภพ.ชุมพร.สุวรรณภูมิ

26. สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้กี่ทาง

ก. 3 ทาง

ข. 4 ทาง

ค. 5 ทาง

ง. 6 ทาง

27. สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้าง

ก. การเข้าสู่ร่างกายของสารเคมีโดยทางเดินอาหาร

ข. การเข้าสู่ร่างกายของสารเคมีโดยทางผิวหนังและตา

ค. การเข้าสู่ร่างกายของสารเคมีทางลมหายใจ

ง. ถูกทุกข้อ

28. การเข้าสู่ร่างกายของสารเคมีทางลมหายใจเกิดขึ้นได้อย่างไร

ก. สารเคมีถูกดูดซึมผ่านผิวหนัง

ข. เกิดขึ้นจากการสูดดมไอผง ฝุ่นอากาศปนเปื้อน แก๊ส หมอก หรือ ละออง

ค. การใช้มือปนเปื้อนสารเคมีหยิบอาหารเข้าปาก

ง. ถูกทุกข้อ

29. การเข้าสู่ร่างกายของสารเคมีโดยทางเดินอาหารเกิดขึ้นได้อย่างไร

ก. สารเคมีถูกดูดซึมผ่านผิวหนัง

ข. เกิดขึ้นจากการสูดดมไอผง ฝุ่นอากาศปนเปื้อน แก๊ส หมอก หรือ ละออง

ค. การใช้มือปนเปื้อนสารเคมีหยิบอาหารเข้าปาก

ง. ถูกทุกข้อ

30. ใครปฏิบัติตัวถูกต้องในการใช้ห้องปฏิบัติการ

ก. แตนใส่รองเท้าแตะเข้าห้องปฏิบัติการ

ข. เฟิร์นนำอาหารมาทานในห้องปฏิบัติการ

ค. ดาวสวมอุปกรณ์ป้องกันในการทำการทดลองทุกครั้ง

ง. อุ้มเทกรดบนโต๊ะ

สาขา.ผู้พร.สุวรรณภูมิ

ภาคผนวก ข

ผลประเมินแบบทดสอบก่อน-หลังให้ความรู้

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

ผลประเมินแบบทดสอบก่อนให้ความรู้

ตารางที่ 1 การจัดเก็บสารเคมี มีจำนวน 10 ข้อ เก็บตัวอย่าง 48 ตัวอย่าง

ลำดับผู้ทำแบบทดสอบ	ข้อที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0
2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
3	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
4	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
5	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1
6	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
7	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0
8	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1
9	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1
10	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
11	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
12	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1
13	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1
14	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
15	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
16	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1
17	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
18	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
20	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1
21	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
22	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1
23	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1
24	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1

สวพ. สมร. สุวรรณภูมิ

ตารางที่ 1 การจัดเก็บสารเคมี มีจำนวน 10 ข้อ เก็บตัวอย่าง 48 ตัวอย่าง (ต่อ)

ลำดับผู้ทำแบบทดสอบ	ข้อที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
26	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
27	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1
28	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
29	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
32	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
33	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
34	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
35	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1
36	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
37	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1
38	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
39	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
40	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0
41	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0
42	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1
43	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1
44	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1
45	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1
46	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0
47	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0
48	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
จำนวนคนที่ตอบผิด	37	36	17	25	26	10	9	25	20	11

สถาบันการอาชีวศึกษา

ตารางที่ 2 การจัดการของเสียอันตราย มีจำนวน 10 ข้อ เก็บตัวอย่าง 48 ตัวอย่าง

ลำดับผู้ทำแบบทดสอบ	ข้อที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
3	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
4	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
5	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1
6	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
7	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
8	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
9	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1
10	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1
11	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1
12	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1
13	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
14	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1
15	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
16	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
17	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
18	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
19	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1
20	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1
21	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1
22	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1
23	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1
24	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1
25	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1

สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 2 การจัดการของเสียอันตราย มีจำนวน 10 ข้อ เก็บตัวอย่าง 48 ตัวอย่าง (ต่อ)

ลำดับผู้ทำแบบทดสอบ	ข้อที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
27	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
28	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
29	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
30	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
31	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0
32	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0
33	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1
34	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
35	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1
36	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
37	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
38	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0
39	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1
40	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
41	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1
42	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1
43	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1
44	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0
45	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1
46	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
47	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
48	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
จำนวนคนที่ตอบผิด	8	37	32	13	9	4	23	9	35	11

สวพ. มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

ตารางที่ 3 การป้องกันในห้องปฏิบัติการ มีจำนวน 10 ข้อ เก็บตัวอย่าง 48 ตัวอย่าง

ลำดับผู้ทำ	ข้อที่									
แบบทดสอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1
3	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0
4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
5	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1
6	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
7	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0
8	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
9	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
16	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
19	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1
23	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
24	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
25	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0

สพ.มหาสารคาม

ตารางที่ 3 การป้องกันในห้องปฏิบัติการ มีจำนวน 10 ข้อ เก็บตัวอย่าง 48 ตัวอย่าง (ต่อ)

ลำดับผู้ทำแบบทดสอบ	ข้อที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
27	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
31	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
32	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
33	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
34	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
35	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
37	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
38	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
39	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
40	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1
41	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1
42	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
43	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
44	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1
45	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1
46	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0
47	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
48	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
จำนวนคนที่ตอบผิด	10	9	28	8	17	16	8	33	32	9

สวพ. มหาสารคาม

ตารางการคิดคำนวณร้อยละ

ตารางที่ 1 การจัดเก็บสารเคมี เก็บตัวอย่าง 48 คน

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จำนวนที่ตอบผิด	37	36	17	25	26	10	9	25	20	11
คิดเป็นร้อยละ	22.9	25	64.6	47.9	45.8	79.2	81.3	47.9	58.3	77.1

ตารางที่ 2 การจัดการของเสียอันตราย เก็บตัวอย่าง 48 คน

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จำนวนที่ตอบผิด	8	37	32	13	9	4	23	9	35	11
คิดเป็นร้อยละ	83.3	22.9	33.3	72.9	81.3	91.7	52.1	81.3	27.1	77.1

ตารางที่ 3 การป้องกันในห้องปฏิบัติการ เก็บตัวอย่าง 48 คน

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จำนวนที่ตอบผิด	10	9	28	8	17	16	8	33	32	9
คิดเป็นร้อยละ	79.2	81.3	41.7	83.3	64.6	66.7	83.3	31.3	33.3	81.3

สวพ.มทร.สุวรรณภูมิ

ผลประเมินแบบทดสอบหลังให้ความรู้

ตารางที่ 1 การจัดเก็บสารเคมี มีจำนวน 10 ข้อ เก็บตัวอย่าง 48 ตัวอย่าง

ลำดับผู้ทำแบบทดสอบ	ข้อที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
2	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
4	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
6	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
9	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
13	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
15	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

สวพ.มหาสารคาม

ตารางที่ 1 การจัดเก็บสารเคมี มีจำนวน 10 ข้อ เก็บตัวอย่าง 48 ตัวอย่าง (ต่อ)

ลำดับผู้ทำแบบทดสอบ	ข้อที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
37	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
39	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
43	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
46	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1
47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
จำนวนคนที่ตอบผิด	3	1	1	5	5	2	6	12	4	4

สพ.มหาสารคาม

ตารางที่ 2 การจัดการของเสียอันตราย มีจำนวน 10 ข้อ เก็บตัวอย่าง 48 ตัวอย่าง

ลำดับผู้ทำแบบทดสอบ	ข้อที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1
2	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
4	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0
5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
6	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
10	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
12	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
18	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

สถาบันการอาชีวศึกษา

ตารางที่ 2 การจัดการของเสียอันตราย มีจำนวน 10 ข้อ เก็บตัวอย่าง 48 ตัวอย่าง (ต่อ)

ลำดับผู้ทำแบบทดสอบ	ข้อที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
29	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
33	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
37	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
38	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1
39	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
40	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
41	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
42	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
43	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
44	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
46	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
จำนวนคนที่ตอบถูก	4	2	4	5	9	0	9	5	10	6

สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 3 การป้องกันในห้องปฏิบัติการ มีจำนวน 10 ข้อ เก็บตัวอย่าง 48 ตัวอย่าง

ลำดับผู้ทำแบบทดสอบ	ข้อที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
3	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
8	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
15	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
16	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
17	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
18	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
19	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

สถาพ ยุทธ์ สุวรรณศิลป์

ตารางที่ 3 การป้องกันในห้องปฏิบัติการ มีจำนวน 10 ข้อ เก็บตัวอย่าง 48 ตัวอย่าง (ต่อ)

ลำดับผู้ทำแบบทดสอบ	ข้อที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
33	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
34	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
37	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
38	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
39	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
40	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
41	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
42	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
43	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
46	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
จำนวนคนที่ตอบถูก	0	2	2	12	5	10	1	11	12	0

สวพ.มหาสารคาม

ตารางการคิดคำนวณร้อยละ

ตารางที่ 1 การจัดเก็บสารเคมี เก็บตัวอย่าง 48 คน

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จำนวนที่ตอบผิด	3	1	1	5	5	2	6	12	4	4
คิดเป็นร้อยละ	93.7	97.9	97.9	89.6	89.6	95.8	87.5	75	91.7	91.7

ตารางที่ 2 การจัดการของเสียอันตราย เก็บตัวอย่าง 48 คน

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จำนวนที่ตอบผิด	4	2	4	5	9	0	9	5	10	6
คิดเป็นร้อยละ	91.7	95.8	91.7	89.6	81.3	100	81.3	89.6	79.2	87.5

ตารางที่ 3 การป้องกันในห้องปฏิบัติการ เก็บตัวอย่าง 48 คน

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จำนวนที่ตอบผิด	0	2	2	12	5	10	1	11	12	0
คิดเป็นร้อยละ	100	95.8	95.8	75	89.6	79.2	97.9	77.1	75	100

สวพ.มหาสารคาม