

แนวทางการพัฒนาระบบการบริหารจัดการของเสีย คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ Development of Waste Management in Faculty of Medicine at Thammasat University

วรรณภา บุตรโคตร^{1*}
Wannapa Bootkot^{1*}

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลด้านปริมาณ องค์ประกอบ และประเภทของเสียที่เกิดขึ้นภายในคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้เสนอแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการจัดการของเสีย จากการเก็บข้อมูลพบว่า คณะแพทยศาสตร์มีปริมาณของเสียเฉลี่ย 196.04 กิโลกรัมต่อวัน แบ่งได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้ ของเสียสารเคมีอันตราย ปริมาณเฉลี่ย 3.06 กิโลกรัมต่อวัน ของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ ปริมาณเฉลี่ย 13.73 กิโลกรัมต่อวัน ของเสียทั่วไป ปริมาณเฉลี่ย 155.53 กิโลกรัมต่อวัน และขยะรีไซเคิล ปริมาณเฉลี่ย 23.72 กิโลกรัมต่อวัน ปัญหาที่พบ คือ ไม่มีการคัดแยกประเภทขยะมูลฝอยที่ชัดเจน และมีภาชนะรองรับไม่เพียงพอต่อขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน จึงได้ดำเนินการวางถังขยะแบบแยกสีตามประเภทของเสียที่ชัดเจนขึ้น เพิ่มถังขยะรีไซเคิลเข้าไปตามจุดต่าง ๆ มีการให้ความรู้ในการคัดแยกประเภทขยะ และการจัดการของเสียกับแม่บ้าน ส่วนของเสียสารเคมีอันตรายให้มีการกำจัดของเสียเบื้องต้นเพื่อให้ปริมาณของเสียลดน้อยลง ทำให้ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นลดลงจากเดิมร้อยละ 28.88 โดยมีปริมาณเฉลี่ย 139.43 กิโลกรัมต่อวัน แบ่งเป็นของเสียสารเคมีอันตราย ปริมาณเฉลี่ย 2.85 กิโลกรัมต่อวัน ของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ ปริมาณเฉลี่ย 12.67 กิโลกรัมต่อวัน ของเสียทั่วไป ปริมาณเฉลี่ย 110.00 กิโลกรัมต่อวัน และขยะรีไซเคิล ปริมาณเฉลี่ย 13.91 กิโลกรัมต่อวัน จึงควรมีการรณรงค์เกี่ยวกับการแยกขยะและทิ้งขยะให้ถูกต้องตามระบบถังที่จัดไว้และประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการจัดการของเสียภายในคณะอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดการจัดการของเสียที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ: ของเสีย การจัดการของเสีย คณะแพทยศาสตร์

Abstract

The objectives of this research were to study information regarding quantity, composition and waste types occurring within the Faculty of Medicine, Thammasat University and to use the information from the study to illustrate an effective waste disposal. The collected data showed that the Faculty of Medicine had an average amount of waste 196.04 kilograms per day. According to waste disposal methods, the waste can be classified into 4 types as follows: Hazardous waste (3.06 kilograms per day), infectious waste from the laboratory (13.73 kilograms per day), general waste (155.53 kilograms per day), and recycle waste (23.72 kilograms per day). The problem encountered was that there was neither clear waste sorting nor enough waste containers. Therefore, in order to solve these problems, waste containers categorized by colors and more recycling bins were placed around the Faculty. In addition, knowledge on waste sorting and waste disposal methods were provided to maids at

¹ งานบริหารการวิจัย คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี 12120

¹ Research administration office in Faculty of Medicine, Thammasat University, Pathumthani, 12120

*Corresponding author: e-mail: aundy.bk@gmail.com

Received: 3 April 2020, Accepted: 20 May 2020, Published: 7 June 2020



the Faculty. For hazardous wastes, they must be eliminated properly in order to reduce waste matter. The results showed that the amount of waste decreased by 28.88 percent, with an average volume of 139.43 kilograms per day. Hazardous wastes were disposed of only 2.85 kilograms per day, while infectious waste from laboratories were, on average, 12.67 kilograms per day. The average amount of general waste was 110.00 kilograms per day, and the average amount of recycled waste was 13.91 kilograms per day. Therefore there should be a campaign about waste separation and proper disposal. Moreover, waste management should be publicized within the Faculty to achieve effective and sustainable waste management.

Keywords: waste, waste management, Faculty of Medicine

บทนำ

“ของเสีย (Waste)” กรมควบคุมมลพิษ (2548) ให้ความหมายว่า ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล น้ำเสีย อากาศเสีย มลสารหรือวัตถุอันตรายอื่นใด ซึ่งถูกปล่อยทิ้งหรือมีที่มาจากแหล่งกำเนิดมลพิษ รวมทั้งกาก ตะกอนหรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้นที่อยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ในขณะที่ วรรณมน และ ปิยวรรณ (2560) รายงานว่า Waste Management and Public Cleansing Act (Act No. 137 of 1970) อันเป็นกฎหมายหลักว่าด้วยการบริหารจัดการขยะและของเสียของญี่ปุ่น ได้บัญญัตินิยามคำว่า “ของเสีย” ว่าหมายถึง ขยะ ขยะขนาดใหญ่ ถ่านโคลน สิ่งปฏิกูล ของเสียประเภทน้ำมัน ของเสียประเภทกรด ของเสียประเภทที่เป็นต่าง ซากสัตว์ที่เสียชีวิตแล้ว รวมถึงของสกปรกและของที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์แล้วประเภทอื่น ๆ ไม่ว่าจะอยู่ในสถานะเป็นของแข็งหรือของเหลว จึงสามารถสรุปได้ว่า “ของเสีย (Waste)” หมายถึง ขยะมูลฝอย โดยรวมถึงมูลฝอยติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ สิ่งปฏิกูล ซากสัตว์ที่เสียชีวิตแล้ว ของเสียอันตราย เช่น ของเสียประเภทน้ำมัน ของเสียประเภทกรด ของเสียประเภทต่าง และของเสียอย่างอื่นไม่ว่าจะเป็นเคมีภัณฑ์ หรือสิ่งอื่นใดที่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม รวมถึงของสกปรกและของที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์แล้วประเภทอื่น ๆ ไม่ว่าจะอยู่ในสถานะเป็นของแข็งหรือของเหลว โดยอาจจะมีของเสียที่มีลักษณะแตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิด เช่น ของเสียจากบ้านเรือนส่วนใหญ่จะเป็นเศษอาหารที่เหลือจากการปรุงอาหาร และการบริโภค รวมทั้งพลาสติก และของที่ไม่ได้ใช้แล้ว เป็นต้น

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประกอบด้วยหน่วยงานสนับสนุนทางด้านวิชาการ ด้านการวิจัย และด้านการบริการวิชาการจำนวนหลายหน่วยงาน มีห้องสำนักงาน ห้องประชุม ห้องเรียน และห้องปฏิบัติการเพื่อการวิจัยและการเรียนการสอน สำหรับรองรับการเรียนการสอนทั้งในระดับปริญญาตรี ระดับปริญญาโท และระดับปริญญาเอก มีอาจารย์ บุคลากรสายสนับสนุนวิชาการ และนักศึกษาจำนวนมาก สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เป็นปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบ และปริมาณของของเสียที่จะเกิดขึ้นตามมา เช่น เศษอาหาร วัสดุสำนักงาน ขวดแก้ว ขวดพลาสติก เป็นต้น รวมถึงของเสียสารเคมีที่ใช้แล้วจากห้องปฏิบัติการทางเคมี และของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา เป็นต้น ซึ่งการจัดการของเสียจากแหล่งใดจำเป็นต้องใช้ข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบทางกายภาพของของเสียในแหล่งนั้น เป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณา

การศึกษาระบบบริหารจัดการของเสีย นั้น ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจของผู้ปฏิบัติงาน จึงจำเป็นต้องทราบข้อมูล ได้แก่ ปริมาณ อัตราการเกิด องค์ประกอบ ลักษณะสมบัติทางกายภาพและเคมีของของเสีย แล้วนำมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อหาแนวทางการจัดการของเสียเหล่านั้น โดยแนวทางที่ใช้ในการพัฒนาการจัดการขยะมูลฝอย ในระดับคณะ เช่น วรินธร (2558) รายงานว่าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ใช้หลัก 3R คือการลดการเกิดมูลฝอย (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse) และการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) เพื่อให้เกิดการจัดการมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน เป็นต้น และมีการกำหนดเป็นนโยบายของมหาวิทยาลัย เช่น วิจิตร และคณะ (2554) รายงานว่า มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้มีการรณรงค์ด้วยการจัดทำโครงการธนาคารวัสดุรีไซเคิล อัจฉรา และคณะ (2554) รายงานว่า มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา มีโครงการจัดการขยะให้เหลือศูนย์ โดยเริ่มจากการกำหนดนโยบายสิ่งแวดล้อม

ร่วมกับการรณรงค์เพื่อสร้างความตระหนักแก่นักศึกษาและบุคลากรในการลดการผลิตขยะ ตัวอย่างกิจกรรมการจัดการขยะ ได้แก่ การคัดแยกขยะ ธนาคารขยะรีไซเคิล การทำปุ๋ยหมัก และการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหาร เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยส่วนใหญ่จะมุ่งศึกษาขยะมูลฝอยชุมชน หรือของเสียจากห้องปฏิบัติการเพียงอย่างเดียวหนึ่ง ทำให้ขาดข้อมูลในการจัดการของเสียแบบองค์รวม ประกอบกับคณะแพทยศาสตร์ประสบปัญหาเกี่ยวกับข้อมูลและการจัดการของเสียที่ยังไม่เป็นระบบมากนัก แต่ละหน่วยงานก็รับผิดชอบในส่วนที่เกี่ยวข้องเท่านั้น โดยบุคลากร และนักศึกษาที่ทำกิจกรรมต่าง ๆ ภายในคณะไม่ได้มีส่วนร่วมในการจัดการของเสียเท่าที่ควร

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาข้อมูลพื้นฐานทางด้านปริมาณ องค์ประกอบ และประเภทของเสียที่เกิดขึ้นในคณะแพทยศาสตร์ทั้งหมด และแนวทางในการจัดการของเสียในปัจจุบัน เพื่อนำข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการศึกษามาใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสม และนำเสนอแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการจัดการของเสียอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ลดปริมาณของเสีย ลดค่าใช้จ่ายในการส่งกำจัด รวมทั้งลดผลกระทบและความเสี่ยงต่อสุขภาพของคนในองค์กรตลอดจนถึงแวดล้อมได้เป็นอย่างดี และสามารถนำไปพัฒนาระบบบริหารจัดการของเสียแบบยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาปริมาณ องค์ประกอบ ประเภท และระบบการจัดการของเสียที่มีอยู่ในปัจจุบันเพื่อพัฒนาระบบการบริหารจัดการของเสียจากคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ระเบียบวิธีวิจัย

ของเสียที่ทำการศึกษา คือ ขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมได้ภายในอาคารคณากร ชั้น 1 – 9 และอาคารราชสุดา ชั้น 6 – 8 ซึ่งเป็นสถานที่จัดการเรียนการสอนของคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต รวมถึงของเสียจากห้องปฏิบัติการเพื่อการวิจัยและการเรียนการสอน

เก็บรวบรวมข้อมูล

1. สสำรวจบริเวณทิ้งขยะ ภาชนะรองรับขยะ การเก็บรวบรวม การขนส่ง และวิธีการกำจัดขยะ ส่วนของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ ทำการสำรวจแหล่งกำเนิดของเสีย ภาชนะรองรับของเสีย การเก็บกัก และการขนส่งของเสียออกไปกำจัด ตลอดจนค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการจัดการของเสีย

2. การศึกษาองค์ประกอบและปริมาณของเสีย ทำการแยกประเภทขยะ โดยแบ่งองค์ประกอบของขยะออกเป็น กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ เศษอาหาร ขยะทั่วไปอื่น ๆ และมูลฝอยจากห้องปฏิบัติการ บันทึกปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ลงในแบบฟอร์มบันทึกปริมาณขยะ เป็นระยะเวลา 90 วัน ในส่วนของเสียจากห้องปฏิบัติการเพื่อการวิจัยและการเรียนการสอน ที่เป็นสารเคมีใช้แล้ว ทำการเก็บรวบรวมและบันทึกข้อมูลเป็นรายเดือน ลงในแบบฟอร์มบันทึกปริมาณของเสียสารเคมีประจำเดือน เป็นระยะเวลา 365 วัน

3. ศึกษาปัญหาของการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยการสอบถามและรวบรวมข้อมูลจากผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดการขยะของคณะ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ นักศึกษา และแม่บ้านที่มีหน้าที่ดูแลความสะอาดประจำแต่ละชั้น แล้วบันทึกข้อมูลลงในแบบเก็บข้อมูลด้านการจัดการของเสีย

วิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอแนวทางการพัฒนาระบบจัดการของเสีย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (PAR : Participation Action Research) หลังจากสำรวจสภาพปัจจุบันของการจัดการขยะ และของเสียจากห้องปฏิบัติการเพื่อการวิจัยและการเรียนการสอนของคณะ วิเคราะห์ข้อมูลด้านปริมาณ องค์ประกอบ และประเภทของของเสียดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยจัดทำแนวทางการปรับปรุงการจัดการของเสียในคณะแพทยศาสตร์ต่อไป

1. การพัฒนาระบบบริหารจัดการของเสียดำเนินการปรับปรุงตามแนวทางปรับปรุงการจัดการของเสียที่ได้นำเสนอกับผู้เกี่ยวข้อง ติดตามประเมินผลและทำการปรับให้เหมาะสม จนสามารถสร้างเป็นนโยบายในการจัดการของเสียของคณะแพทยศาสตร์ได้

2. การวิเคราะห์ข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยบันทึกข้อมูลที่ได้ลงในคอมพิวเตอร์ และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS คำนวณค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และใช้สถิติเชิงพรรณนา (Description statistics) ในการวิเคราะห์ผลและนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัย

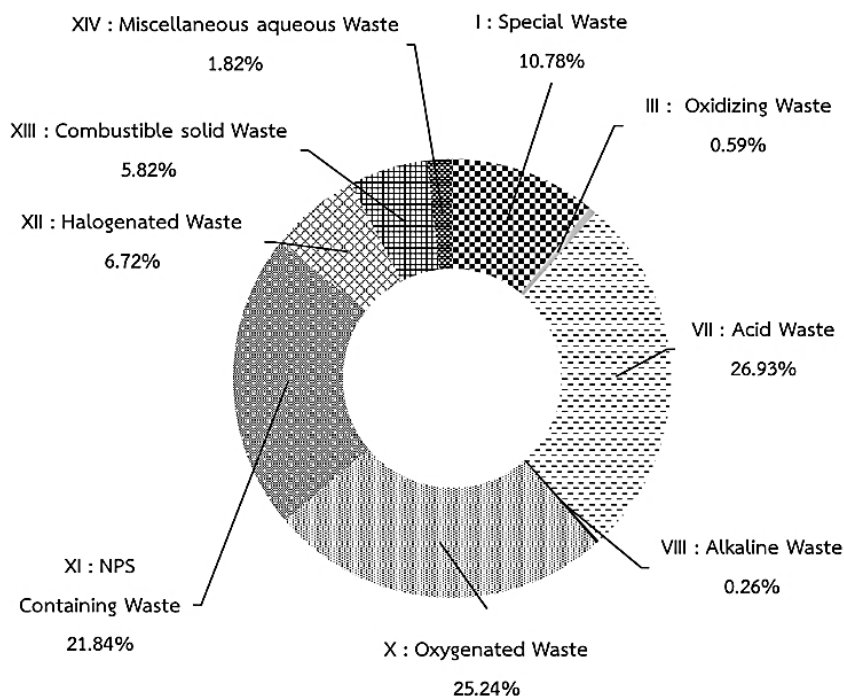
ผลการวิจัย

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทำให้ทราบถึงประเภท ปริมาณ และวิธีการจัดการของเสีย โดยสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ ของเสียสารเคมีอันตราย ของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ ของเสียทั่วไป และขยะรีไซเคิล อธิบายได้ดังนี้

ของเสียสารเคมีอันตราย (Hazardous Waste)

เกิดจากการใช้สารเคมีในงานวิจัยและการเรียนการสอน ได้แก่ สารเคมีที่ใช้แล้ว สารเคมีที่หมดอายุ ขวดสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว เป็นต้น มีการรวบรวมของเสียสารเคมีอันตรายในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งสิ้น 10 จุด ได้แก่ อาคารคุณากรชั้น 3 จำนวน 1 จุด ชั้น 5 จำนวน 7 จุด ชั้น 8 จำนวน 1 จุด และอาคารราชสุดาชั้น 7 จำนวน 1 จุด โดยมีภาชนะรองรับ (Secondary container) เป็นพลาสติก HDPE (High Density Poly Ethylene) แต่ภาชนะรองรับของเสียไม่เพียงพอต่อจำนวนขวดของเสียสารเคมีอันตราย เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการจะทำการเก็บรวบรวมของเสียสารเคมีอันตรายไปไว้ที่ห้องสำหรับเก็บของเสียทางวิทยาศาสตร์ อาคารคุณากร เป็นประจำทุกเดือน และคัดแยกของเสียสารเคมีอันตรายออกเป็นกลุ่ม อ้างอิงตามระบบการจัดการของเสียอันตราย ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสารเคมีและของเสียอันตราย (ศสอ.) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เก็บตามความเข้ากันได้ของสารเคมี จัดบันทึกปริมาณของเสียสารเคมีอันตรายที่นำมาเก็บทุกครั้งเมื่อมีจำนวนมาก จึงทำการจัดจ้างเพื่อขนย้ายออกไปกำจัด ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

จากข้อมูลในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2560 – เดือนตุลาคม 2561 พบว่า ของเสียสารเคมีอันตรายมีปริมาณโดยเฉลี่ย 3.06 กิโลกรัมต่อวัน พบมากที่สุด คือ ของเสียที่เป็นกรด (Acid waste) มีปริมาณร้อยละ 26.93 โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ Oxygenated waste มีปริมาณร้อยละ 25.24 โดยน้ำหนัก และอันดับที่สาม คือ NPS containing waste มีปริมาณร้อยละ 21.84 โดยน้ำหนัก ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของเสียสารเคมีอันตราย ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2560 – เดือนตุลาคม 2561

ของเสียสารเคมีอันตรายเหล่านี้มีความเป็นอันตรายและมีค่าใช้จ่ายในการกำจัดสูง จึงต้องมีการจัดการอย่างเป็นระบบเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน และเพื่อลดปริมาณของเสียที่ต้องส่งกำจัดโดยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. จัดหาภาชนะรองรับของเสีย (Secondary container) ให้เพียงพอต่อจำนวนขวดของเสียสารเคมีอันตราย

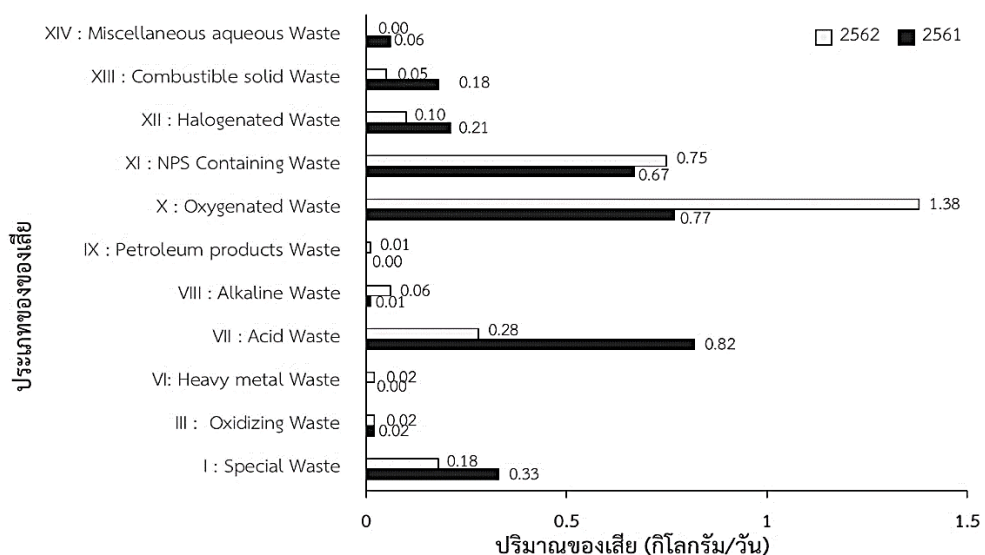
2. ขวดบรรจุของเสียสารเคมีอันตรายที่เป็นขวดแก้ว เมื่อมีความดันเกิดขึ้นภายในขวดสามารถทำให้ขวดแตก และสารเคมีรั่วไหลได้ จึงยกเลิกการใช้ขวดแก้วในการบรรจุของเสียสารเคมีอันตราย โดยนำขวดไปล้างและทิ้งเป็นขยะรีไซเคิล

3. การกำจัดของเสียเบื้องต้นเพื่อลดปริมาณของเสียให้น้อยลง

3.1 การนำกลับมาใช้ซ้ำ (reuse) หรือการนำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) เช่น ขวดและภาชนะบรรจุสารเคมีอื่น ๆ ที่ไม่มีอันตรายเป็นพิเศษนำมาล้างให้สะอาด ถ้าเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ที่ระเหยง่าย (จุดเดือดต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส) เปิดฝาทิ้งไว้ในตู้ดูดควันจนกระทั่งตัวทำละลายระเหยออกไปหมด จากนั้นนำไปล้างและตากให้แห้ง หากเป็นพลาสติก PE ให้นำกลับไปใช้ใหม่ แต่หากเป็นขวดแก้วให้นำไปทิ้งเป็นขยะรีไซเคิล

3.2 การจัดการของเสียด้วยตนเองโดยการทิ้งลงถังขยะ ได้แก่ กระดาษกรองที่ใช้แล้วปราศจากตัวทำละลายอินทรีย์ หรือสารเคมีที่เป็นพิษ และการทิ้งของเสียจากห้องปฏิบัติการลงสู่ท่อน้ำทิ้ง เช่น ของเสียสารเคมีอันตรายกลุ่มที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย หากไม่มีพิษสามารถทิ้งลงท่อน้ำทิ้งได้ ของเสียสารเคมีอันตรายกลุ่มที่เป็นกรด - ด่าง สามารถปรับให้เป็นกลางแล้วทิ้งลงท่อน้ำทิ้งได้ ถ้ามีตะกอนให้กรองน้ำทิ้งแล้วส่งตะกอนกำจัด

ดำเนินการตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2561 – เดือนตุลาคม 2562 พบว่า ของเสียสารเคมีอันตรายมีปริมาณโดยเฉลี่ย 2.85 กิโลกรัมต่อวัน การกำจัดของเสียกลุ่มที่เป็นกรดอ่อนโดยทำให้เป็นกลางก่อนทิ้งลงท่อน้ำทิ้ง ส่งผลให้ของเสียสารเคมีอันตรายกลุ่มที่ลดลงมากที่สุด คือ Acid waste รองลงมา คือ Special waste อันดับที่สาม คือ Combustible solid Waste จากการนำขวดใส่สารเคมีมาล้างแล้วนำมาใช้ซ้ำ หรือทิ้งเป็นขยะรีไซเคิล และกลุ่มที่ไม่พบเลย คือ Miscellaneous aqueous Waste แต่เนื่องจากมีของเสียสารเคมีในกลุ่ม Oxygenated Waste ที่เป็นสารหมดยาย ทำให้ภาพรวมของเสียสารเคมีลดลงจากการปรับปรุงระบบการจัดการของเสียไม่มากนัก ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ปริมาณของเสียสารเคมีอันตรายแต่ละประเภทเปรียบเทียบระหว่างปี 2561-2562

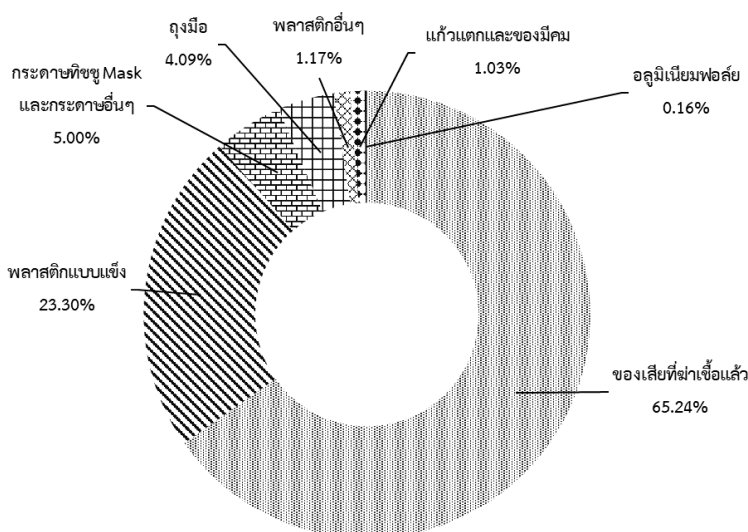
ของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ (Infectious Waste)

ของเสียจากห้องปฏิบัติการทั้งหมดถูกจัดให้เป็นขยะติดเชื้อ ต้องบรรจุด้วยถุงขยะสีแดง ได้แก่ ห้องปฏิบัติการเพื่อการวิจัยและการเรียนการสอน อาคารคุณากร ชั้น 3, 5, 8, 9 และอาคารราชสุดาชั้น 6, 7, 8 การจำแนกประเภทของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ แบ่งออกได้ 2 กลุ่ม คือ

1. ของเสียประเภทที่ไม่เป็นอันตราย (Non-Biohazardous Waste) ได้แก่ กระดาษขังสาร กระดาษเช็ดโต๊ะ และกระดาษที่ใช้ห่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ลงถึงขยะในห้องปฏิบัติการได้

2. ของเสียประเภทที่เป็นอันตราย (Biohazardous Waste) ได้แก่ ของเสียทางชีวภาพจากการวิเคราะห์ทางด้านแบคทีเรียหรือการเพาะเลี้ยงเซลล์ เป็นต้น ผู้ปฏิบัติงานต้องบรรจุในถุงขยะสีแดงแบบหนา มีสัญลักษณ์ Biohazardous ข้างถุง มัดปากถุงให้มิดชิดแล้วนำไปอบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ นาน 20 นาที แล้วจึงนำไปทิ้งในถังขยะสำหรับทิ้งของเสียที่ฆ่าเชื้อแล้ว บริเวณอาคารคุณากร ชั้น 8 และอาคารราชสุดา ชั้น 7

แม่บ้านจะทำการเก็บรวบรวมของเสียจากห้องปฏิบัติการเพื่อนำไปส่งกำจัดร่วมกับโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ จึงไม่มีค่าใช้จ่ายในการกำจัด ของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการมีปริมาณเฉลี่ย 13.73 กิโลกรัมต่อวัน องค์ประกอบทางกายภาพของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ของเสียที่ฆ่าเชื้อแล้ว มีปริมาณมากที่สุดถึงร้อยละ 65.24 โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ พลาสติกแบบแข็ง ร้อยละ 23.30 โดยน้ำหนัก ได้แก่ ขวดใส่อาหารเลี้ยงเซลล์, 96 well plate, หลอดพลาสติก, ปีเปตต์พลาสติก และกล่องพลาสติก เป็นต้น อันดับที่สาม คือ กระดาษเช่น กระดาษทิชชู, Mask และกระดาษอื่น ๆ ร้อยละ 5.00 โดยน้ำหนักและอันดับที่สี่ คือ ถุงมือ ร้อยละ 4.09 โดยน้ำหนัก นอกจากนี้ยังมีพลาสติกอื่น ๆ เศษแก้วแตกและของมีคม โดยแต่ละอย่างมีปริมาณร้อยละ 1.17 และ 1.03 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 3



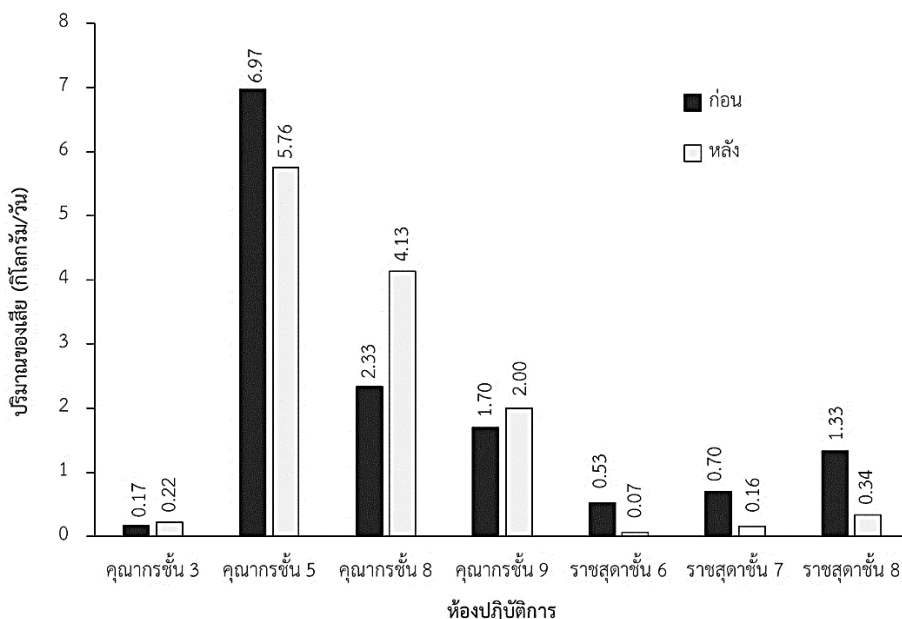
ภาพที่ 3 องค์ประกอบของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ

แนวทางการพัฒนาระบบจัดการของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ

1. ขยะบางชนิดสามารถทิ้งเป็นของเสียทั่วไปได้ เช่น กล่องกระดาษ กระดาษบันทึกข้อความ ขวดใส่แอลกอฮอล์ ขวดสารที่ไม่เป็นอันตราย เป็นต้น ให้แยกออกมาทิ้งถึงขยะทั่วไปภายนอกห้องปฏิบัติการ

2. ให้ความรู้แม่บ้านที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ ในการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม ได้แก่ ถุงมือ ผ้าปิดจมูก รองเท้าแบบหุ้มส้น เป็นต้น เคลื่อนย้ายของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการให้ใช้ลิฟต์สำหรับขนของเท่านั้น รถเข็นที่ใช้เคลื่อนย้ายต้องไม่นำไปใช้ร่วมกับของเสียชนิดอื่น

ดำเนินการตามแนวทางพัฒนาระบบการจัดการของเสียตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2561 และมีการเก็บข้อมูลปริมาณของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการในเดือนธันวาคม 2561 และเดือนตุลาคม 2562 พบว่า มีปริมาณโดยเฉลี่ย 12.67 กิโลกรัมต่อวัน โดยการปรับปรุงนี้มุ่งเน้นให้เป็นการวางแผนทางปฏิบัติที่ถูกต้อง เมื่อแยกพิจารณาตามแหล่งกำเนิดของเสีย จะเห็นว่าห้องปฏิบัติการอาคารศูนย์ส่วนใหญ่รองรับการวิจัยของอาจารย์ และนักศึกษา มีปริมาณของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการเพิ่มขึ้นก่อนมีการปรับปรุง ในขณะที่ห้องปฏิบัติการอาคารราชสุตาซึ่งรองรับการเรียนการสอนของนักศึกษา มีปริมาณของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการลดลง ทำให้ภาพรวมของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการลดลงจากเดิมไม่มากนัก (ภาพที่ 4)

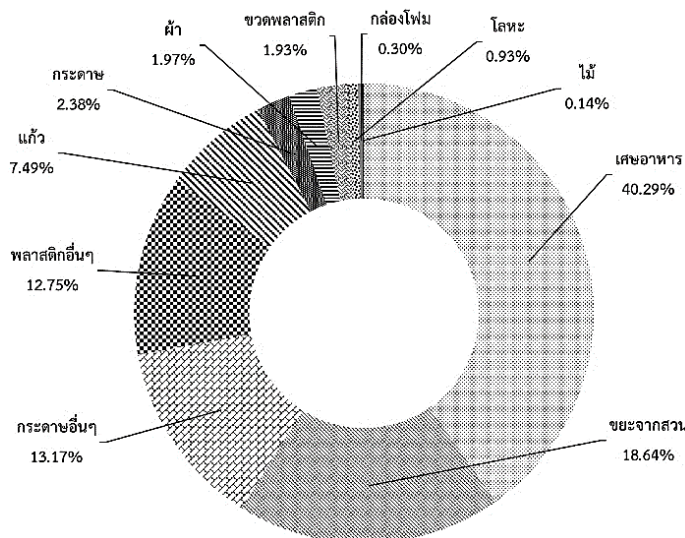


ภาพที่ 4 ปริมาณของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบกับก่อนและหลังปรับปรุงระบบบริหารจัดการของเสีย

ของเสียทั่วไป (General Waste)

ของเสียทั่วไปภายในคณะมีถังขยะที่ใช้สำหรับเก็บรวบรวมมูลฝอยภายในอาคารแบ่งเป็น 2 แบบ คือแบบแรก บริเวณที่มีคนพลุกพล่าน เช่น มีห้องเรียน ห้องประชุม ได้แก่ อาคารศูนย์ ชั้น 1 – 4 จะมีถังขยะแยกสี แบ่งเป็นสีเหลือง สีน้ำเงิน และสีเขียว แต่ไม่มีป้ายบอกชนิดของขยะที่ชัดเจน แบบที่ 2 ส่วนที่เป็นสำนักงาน และห้องพักอาจารย์ มีถังขยะใบเล็กกระจายตามจุดต่าง ๆ สำหรับทั้งขยะและมีถังขยะสีดำขนาดใหญ่บริเวณหน้าห้องน้ำจำนวน 1 ถัง แม้บ้านจะทำการเก็บรวบรวมขยะทั้งหมดในแต่ละชั้นมารวมกันไว้ที่ชั้น 1 อาคารศูนย์เพื่อรอขนานไปกำจัดร่วมกับมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ของเสียทั่วไปมีปริมาณเฉลี่ย 155.53 กิโลกรัมต่อวัน จากการสุ่มเก็บตัวอย่างจากจุดพักขยะภายในคณะแพทยศาสตร์ พบว่า องค์ประกอบของเสียทั่วไปที่พบมากที่สุด คือ เศษอาหาร มีปริมาณร้อยละ 40.29 โดยน้ำหนัก ขยะเศษอาหารนั้นพบว่า มีภาชนะบรรจุเครื่องดื่มที่ยังดื่มไม่หมด ซึ่งเมื่อทิ้งลงถังขยะทำให้น้ำที่เหลืออยู่นั้นรั่วซึมไปยังขยะชนิดอื่นด้วย รองลงมา คือ ขยะจากการทำสวน เช่น ใบไม้แห้ง กิ่งไม้ เป็นต้น มีปริมาณร้อยละ 18.64 โดยน้ำหนัก และอันดับที่ 3 มีปริมาณร้อยละ 13.17 โดยน้ำหนัก คือ กระดาษอื่น ๆ ได้แก่ กล่องใส่อาหาร ถังกระดาษ เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงองค์ประกอบของเสียทั่วไป

เพื่อให้การเก็บรวบรวมของเสียทั่วไปเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและลดการปนเปื้อนของขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ จึงดำเนินการดังนี้

1. การแยกประเภทของถังรองรับขยะมูลฝอยตามสีต่าง ๆ และมีสัญลักษณ์บอกชนิดขยะที่ชัดเจน โดยมีถังสีดำรองไว้ในถังเพื่อแยกต่อการเคลื่อนย้ายไปกำจัดโดยไม่ตกหล่นหรือแพร่กระจาย ดังนี้

- ถังสีฟ้ารองรับขยะทั่วไปที่ย่อยสลายไม่ได้ รีไซเคิลยาก แต่ไม่เป็นพิษ เช่น พลาสติกห่อลูกอม ของบะหมี่สำเร็จรูป ถุงพลาสติกเปื้อนเศษอาหาร กระดาษเปื้อนอาหาร เป็นต้น

- ถังสีเขียวรองรับขยะที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว สามารถนำมาหมักทำปุ๋ยได้ เช่น ผัก ผลไม้ เศษอาหาร ใบไม้ เป็นต้น

- ถังสีเหลืองรองรับขยะที่สามารถนำมารีไซเคิลหรือขายได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ เป็นต้น

- ในส่วนที่เป็นสำนักงาน ซึ่งไม่มีถังขยะแบบแยกสี ได้มีการวางถังขยะรองรับขยะรีไซเคิลเสริมเข้าไปเพื่อรองรับการคัดแยกขยะที่สามารถนำมาขายได้

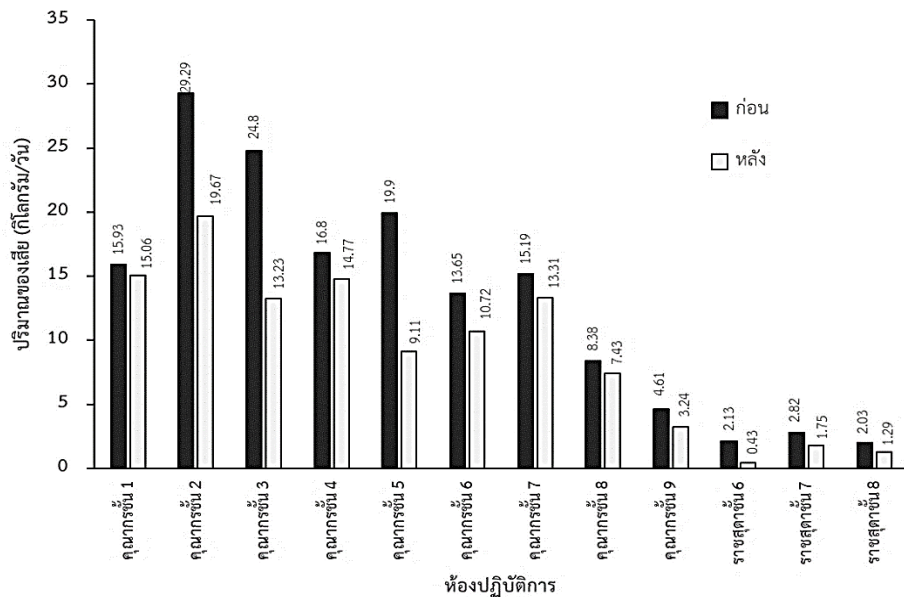
ดำเนินการตามแนวทางการพัฒนาระบบการบริหารจัดการของเสียตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2561 และมีการเก็บข้อมูลปริมาณของเสียทั่วไปในเดือนธันวาคม 2561 และเดือนตุลาคม 2562 พบว่า มีปริมาณโดยเฉลี่ย 110.00 กิโลกรัมต่อวันซึ่งลดลงจากก่อนการปรับปรุงถึง 45.53 กิโลกรัมต่อวัน เมื่อแยกพิจารณาตามแหล่งกำเนิดของเสีย จะเห็นได้ว่าอาคารคุณากรชั้น 3 มีปริมาณของเสียทั่วไปลดลงมากที่สุด 11.57 กิโลกรัมต่อวัน รองลงมา คือ ชั้น 5 มีปริมาณของเสียทั่วไปลดลง 10.79 กิโลกรัมต่อวัน และอันดับ 3 คือ ชั้น 2 มีปริมาณของเสียทั่วไปลดลง 9.62 กิโลกรัมต่อวัน ดังแสดงในภาพที่ 6

ขยะรีไซเคิล (Recycle Waste)

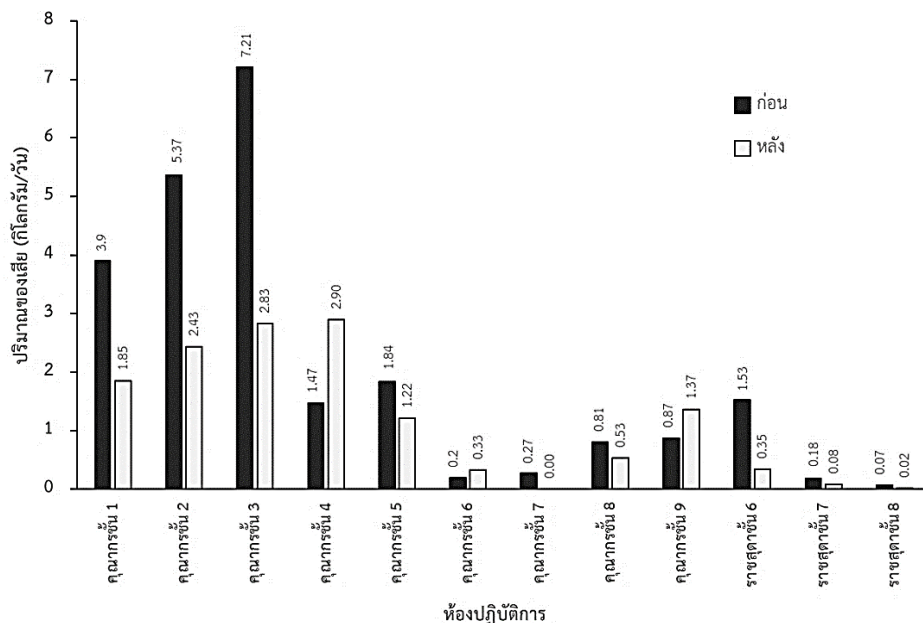
ขยะรีไซเคิลมีปริมาณเฉลี่ย 23.72 กิโลกรัมต่อวัน เกิดจากการแยกกระดาษที่ไม่ใช้แล้วภายในหน่วยงานของคณะ เพื่อทิ้งเป็นขยะรีไซเคิล ดังนั้นองค์ประกอบของขยะรีไซเคิลส่วนใหญ่จึงเป็นกระดาษ ได้แก่ กระดาษที่ไม่ใช้แล้ว กระดาษที่ถูกทำลาย และกระดาษลัง เป็นต้น แม้บ้านจะนำไปเก็บรวบรวมไว้บริเวณชั้น 1 อาคารคุณากร เมื่อมีปริมาณมาก จึงให้ผู้รับเหมาขนออกไปเพื่อจำหน่ายเป็นรายได้เข้าคณะแพทยศาสตร์

ดำเนินการตามแนวทางการพัฒนาระบบการบริหารจัดการของเสียตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2561 และมีการเก็บข้อมูลปริมาณขยะรีไซเคิลในเดือนธันวาคม 2561 และเดือนตุลาคม 2562 โดยส่งเสริมให้มีการคัดแยกขยะรีไซเคิลก่อนทิ้ง เช่น เพิ่มถังขยะสำหรับรองรับขยะรีไซเคิลในส่วนที่เป็นสำนักงาน ใช้ถุงขยะสีสำหรับขยะ

รีไซเคิลและให้แม่บ้านคัดแยกขยะรีไซเคิลออกจากของเสียทั่วไปก่อนนำส่งกำจัด พบว่า มีปริมาณโดยเฉลี่ย 13.91 กิโลกรัมต่อวันซึ่งลดลงจากเดือนพฤศจิกายน 2561 เมื่อแยกพิจารณาตามแหล่งกำเนิดของเสีย จะเห็นได้ว่าอาคารศูนย์ฯ ชั้น 3 มีปริมาณขยะรีไซเคิลลดลงมากที่สุด 4.38 กิโลกรัมต่อวัน รองลงมา คือ ชั้น 2 มีปริมาณขยะรีไซเคิลลดลง 2.94 กิโลกรัมต่อวัน และอันดับสาม คือ ชั้น 1 มีปริมาณขยะรีไซเคิลลดลง 2.05 กิโลกรัมต่อวัน ดังแสดงในภาพที่ 7 สาเหตุที่ทำให้ปริมาณขยะรีไซเคิลลดลง มาจากการรณรงค์การลดใช้กระดาษของคณะแพทยศาสตร์ ส่งผลให้หลายหน่วยงานใช้กระดาษน้อยลง แต่มีขยะรีไซเคิลประเภทอื่นเพิ่มขึ้น เช่น ขวดแก้ว ขวดพลาสติก เป็นต้น



ภาพที่ 6 แสดงปริมาณของเสียทั่วไปเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงระบบบริหารจัดการของเสีย



ภาพที่ 7 แสดงปริมาณขยะรีไซเคิลเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงระบบบริหารจัดการของเสีย

สรุปผลการวิจัย

ขยะที่เกิดขึ้นในอาคารคณากรชั้น 1 – 9 และอาคารราชสุดาชั้น 6 – 8 คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มาจากแหล่งกำเนิดหลาย ๆ ส่วน ได้แก่ ขยะจากร้านอาหาร ตลาดนัด ห้องเรียน ห้องสำนักงาน และของเสียจากห้องปฏิบัติการ จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำหนักรายวัน ในเดือนพฤศจิกายน 2561 พบว่า มีปริมาณโดยเฉลี่ย 196.04 กิโลกรัมต่อวัน ของเสียที่มีปริมาณมากที่สุด คือ ของเสียทั่วไป มีปริมาณโดยเฉลี่ย 155.53 กิโลกรัมต่อวัน รองลงมา คือ ขยะรีไซเคิล มีปริมาณโดยเฉลี่ย 23.72 กิโลกรัมต่อวัน อันดับที่ 3 คือ ของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ มีปริมาณโดยเฉลี่ย 13.73 กิโลกรัมต่อวัน และอันดับที่ 4 คือ ของเสียสารเคมีอันตรายมีปริมาณโดยเฉลี่ย 3.06 กิโลกรัมต่อวัน

หลังจากดำเนินการตามแนวทางการพัฒนาระบบการบริหารจัดการของเสียตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2561 และมีการเก็บข้อมูลของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ ของเสียทั่วไป และขยะรีไซเคิลในเดือนธันวาคม 2561 และเดือนตุลาคม 2562 เป็นระยะเวลา 60 วัน ส่วนของเสียสารเคมีอันตรายเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2561 – เดือนตุลาคม 2562 แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยต่อวัน พบว่า ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นภายในคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ลดลงจากเดิมร้อยละ 28.88 โดยมีปริมาณเฉลี่ย 139.43 กิโลกรัมต่อวัน แบ่งได้เป็น ของเสียสารเคมีอันตราย ปริมาณโดยเฉลี่ย 2.85 กิโลกรัมต่อวัน ของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ ปริมาณโดยเฉลี่ย 12.67 กิโลกรัมต่อวัน ของเสียทั่วไป ปริมาณโดยเฉลี่ย 110.00 กิโลกรัมต่อวัน และขยะรีไซเคิล ปริมาณโดยเฉลี่ย 13.91 กิโลกรัมต่อวัน

อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การทำวิจัยนี้เพื่อหาแนวทางการจัดการของเสียที่เหมาะสม ซึ่งเน้นการดำเนินการแบบมีส่วนร่วม กล่าวคือ ให้นักศึกษาและบุคลากรคณะแพทยศาสตร์คิดแยกของเสียตั้งแต่ต้นทาง โดยมีการคิดแยกของเสียอันตรายออกไปก่อน เพื่อช่วยลดปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดจากการปนกับของเสียที่ไม่อันตราย แล้วจึงคิดแยกของเสียทั่วไปแต่ละประเภทแยกจากกัน พื้นที่ศึกษา คือ อาคารคณากรชั้น 1 – 9 และอาคารราชสุดาชั้น 6 – 8 คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พบว่า ของเสียที่เกิดขึ้นมาจากแหล่งกำเนิดหลาย ๆ ส่วน ได้แก่ ขยะจากร้านอาหาร ตลาดนัด ห้องเรียน ห้องสำนักงาน และของเสียจากห้องปฏิบัติการ

นำข้อมูลที่ได้มาจัดทำแนวทางการปรับปรุงการจัดการของเสีย โดยเริ่มดำเนินการตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2561 และมีการเก็บข้อมูลของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ ของเสียทั่วไป และขยะรีไซเคิล เป็นรายวันในเดือนธันวาคม 2561 และเดือนตุลาคม 2562 เนื่องจากต้องการข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยของปริมาณของเสียในเดือนแรกที่เริ่มโครงการและหลังจากดำเนินโครงการไประยะเวลาหนึ่งแล้ว รวมเป็นระยะเวลา 60 วัน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนของเสียสารเคมีอันตรายเก็บข้อมูลเป็นรายเดือนตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2561 – เดือนตุลาคม 2562 แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยต่อวัน พบว่า ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นลดลงจากเดิม ร้อยละ 28.88 ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราธรณ์ และคณะ (2560) ที่ทำการศึกษาคำแนะนำการลดและแยกขยะในสำนักงาน (Green Office) พื้นที่ศึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยปริมาณของเสียลดลงตามลำดับ ดังนี้ ของเสียทั่วไปปริมาณ ลดลง 45.53 กิโลกรัมต่อวัน ขยะรีไซเคิลปริมาณลดลง 9.81 กิโลกรัมต่อวัน ผลจากการรณรงค์ใช้กระดาษของคณะแพทยศาสตร์ทำให้มีกระดาษเหลือทิ้งน้อยลง และขยะประเภทขวดพลาสติกนั้นมือน้ำหนักเบาถึงแม้มีจำนวนมากแต่มือน้ำหนักน้อย ของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการปริมาณลดลงจากเดิมไม่มากนัก เนื่องจากเน้นไปที่การวางระบบการจัดการของเสียติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังพบว่าปัญหาที่สำคัญอีกอย่าง คือ มีการเปลี่ยนแม่บ้านบ่อย จึงส่งผลกระทบต่อระบบการบริหารจัดการของเสียที่จัดเตรียมไว้ และของเสียสารเคมีอันตรายปริมาณลดลงน้อยมาก แต่กลุ่มเป้าหมายที่สามารถจัดเองได้ เช่น ของเสียที่เป็นกรด ขวดสารเคมีใช้แล้ว เป็นต้น มีปริมาณลดลงตามที่คาดการณ์ไว้ แต่เนื่องจากมีสารเคมีกลุ่ม Oxygenated waste เพิ่มขึ้นจำนวนมาก มาจากสารเคมีจำพวกสีย้อมแบคทีเรียที่หมดอายุ ทำให้ปริมาณรวมของเสียสารเคมีอันตรายไม่ลดลงจากปีก่อน ซึ่งจากผลการศึกษาสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการจัดเตรียมความพร้อมและพัฒนาระบบบริหารจัดการของเสียของ คณะแพทยศาสตร์ที่เป็นมาตรฐาน เพื่อนักศึกษา และบุคลากรของคณะนำไปปฏิบัติต่อไป โดยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. จัดเตรียมภาชนะรองรับของเสียให้เพียงพอ และตรงตามที่ใช้กันทั่วไปซึ่งกำหนดโดยหน่วยงานกลาง คือ กรมควบคุมมลพิษ เพื่อที่จะแยกของเสียออกจากกัน เพราะว่าวิธีการกำจัดไม่เหมือนกัน ที่สำคัญควรปลูกจิตสำนึกของนักศึกษา และบุคลากรในการคัดแยกขยะก่อนทิ้ง

2. ควรมีการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการจัดการขยะภายในคณะแพทยศาสตร์อย่างต่อเนื่อง รมณรงค์เกี่ยวกับการคัดแยกของเสีย และการทิ้งให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ

3. คณะควรมีการสร้างแรงจูงใจ ให้แก่ผู้ปฏิบัติงานด้านการจัดการของเสีย โดยอาศัยวิธีการที่หลากหลาย ได้แก่ การส่งเสริมหรือให้รางวัลหน่วยงานภายในที่มีการจัดการขยะมูลฝอยได้ดี มีอุปกรณ์สำหรับป้องกันอันตรายจากของเสียให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน เพื่อลดความเสี่ยงในการติดเชื้อหรือได้รับสารพิษ และมีการตั้งกองทุนจากการจัดการขยะและให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับผลประโยชน์จากการจำหน่ายขยะรีไซเคิล โดยกระบวนการจัดการของเสียเหล่านี้ ผู้บริหารคณะควรมอบนโยบายที่นำสู่การปฏิบัติที่จริงจัง รวมถึงมีการติดตามผลการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2548. แนวทางและข้อกำหนดเบื้องต้น การลดและใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ. 157 หน้า.
- จิรารัตน์ พินทอง กอปร ลิ้มสุวรรณ และสุจิตรา วาสนาดำรงดี. 2560. โครงการรณรงค์การลดและแยกขยะในสำนักงาน. หน้า 102-105. ใน: การประชุมประจำปีเครือข่ายมหาวิทยาลัยยั่งยืนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2 นวัตกรรมและความร่วมมือเพื่อสังคมที่ยั่งยืน. วันที่ 23-24 พฤศจิกายน 2560. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณมน บุญญาธิการ และปิยวรรณ ซอน. 2560. การจัดการขยะของประเทศญี่ปุ่น. ฤกษ์กาศสาร. 12(4): 8-12.
- วรินทร์ บุญยะโรจน์. 2558. การประเมินปริมาณการเกิดมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. รายงานการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- วิจิตรา ไหมจันทร์ พิชามณธ์ กำมั่งละการ และสุภาภรณ์ ศิริโสภณ. 2554. การแยกประเภทขยะมูลฝอยในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เพื่อการเรียนรู้. 2(1): 75-81.
- อัจฉรา อัครจุฑกุลชัย พิมพ์วรรณ หาญศึก และเพ็ญใจ พิระเกียรติขจร. 2554. แนวทางการจัดการขยะให้เหลือศูนย์ ภายในมหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม. 7(1): 17-29.