



การพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียน
มัธยมศึกษาในประเทศไทย



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียน
มัธยมศึกษาในประเทศไทย



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของ
โรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย"

ของ ณัฐพล ภูตระกูล

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปจรรย์ ทองสนิท)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดลเดช ตั้งตระการพงษ์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ดร.เชาวน์ นกอยู่)

อนุมัติ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

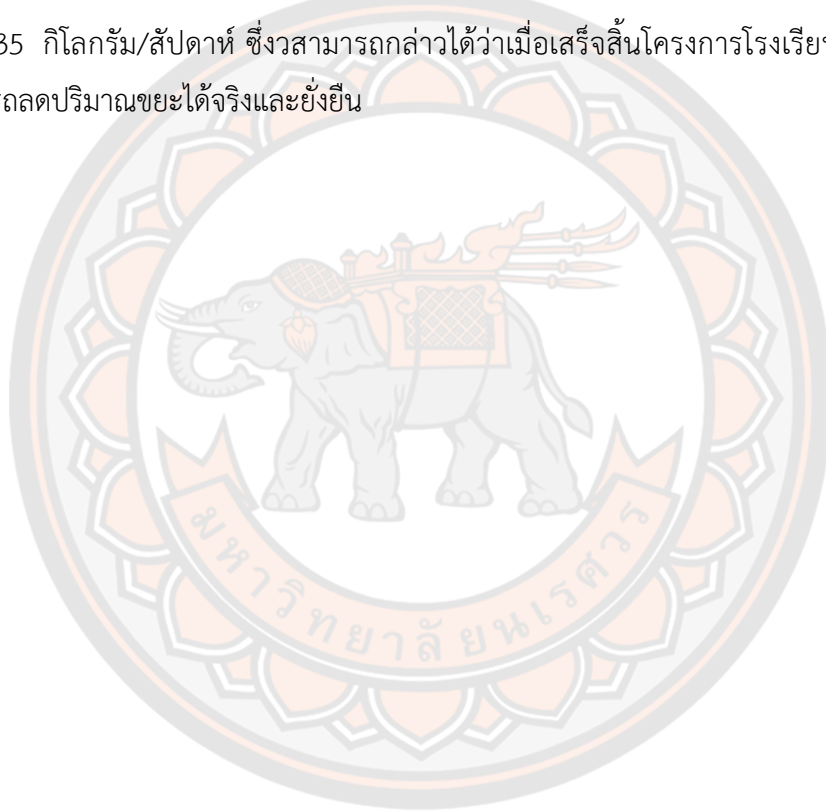
ชื่อเรื่อง	การพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย
ผู้วิจัย	ณัฐพล ภูตระกูล
ประธานที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ตลเดช ตั้งตระการพงษ์
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วศ.ม. วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565
คำสำคัญ	โรงเรียนปลอดขยะ

บทคัดย่อ

ปัญหาการกำจัดขยะมูลฝอยที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นกว่า จาก 26.2 % ในปี 2560 เป็น 31.3 % ในปี 2564 แม้ว่าอัตราการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่มีแนวโน้มดีขึ้นในช่วงปีที่ผ่านมา แต่ยังมีขยะอีกจำนวนมากที่ยังไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ หรือกำจัดอย่างถูกวิธี โรงเรียนจัดเป็นสถานที่ที่มีการผลิตขยะหลากหลายประเภทต่อวันจำนวนมากสถานที่หนึ่ง เพราะภายในโรงเรียนมีกิจกรรมต่างๆ เสมือนการจำลองสังคมขึ้นมา ทำให้โรงเรียนต้องมีวิธีการจัดการขยะที่มีประสิทธิภาพ โดยหลักการที่เป็นที่นิยมในปัจจุบันคือหลักการ 3R ซึ่งเป็นหลักการที่มีประสิทธิภาพ แต่ปัญหาที่พบในปัจจุบันคือยังขาดความร่วมมือและผู้ปฏิบัติในโรงเรียน และยังไม่มียระบบและกลไกที่ใช้ในการใช้ประโยชน์จากขยะดังกล่าว

งานวิจัยได้พัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยมีขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอนประกอบด้วยขั้นตอนที่ 1 คัดเลือกบุคลากรเรียกว่าคณะกรรมการบริหารการจัดการขยะแบบมีส่วนร่วม ประกอบด้วยสมาชิกจำนวน 23 คน มาจาก 4 ส่วน คือ 1) ตัวแทนผู้บริหาร จำนวนอย่างน้อย 1 คน 2) ตัวแทนครู จำนวนอย่างน้อย 10 คน 3) ตัวแทนนักเรียน จำนวนอย่างน้อย 10 คน 4) ตัวแทนเครือข่ายผู้ปกครอง จำนวนอย่างน้อย 2 คน ขั้นตอนที่ 2 บันทึกข้อมูลในตารางวงจรบริหารงานคุณภาพ ตามแนวคิดการปฏิบัติ 3 ส่วน ส่วนที่ 1 กำหนดกรอบหัวข้อ ส่วนที่ 2 วิธีการเก็บข้อมูล ส่วนที่ 3 กำหนดทางเลือกการปรับปรุง ขั้นตอนที่ 3 เสนอโครงการให้คณะกรรมการสถานศึกษาอนุมัติ และปฏิบัติการดำเนินโครงการ ตามแผนการดำเนินงานที่ทำไว้ ในขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนที่ 4 คณะกรรมการตรวจสอบการดำเนินโครงการจากการปฏิบัติตามแผนการดำเนินงานแล้ว และประเมินว่าการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ขั้นตอนที่ 5 การปรับปรุงการดำเนินโครงการจากผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจสอบ

ดำเนินงานวิจัยได้นำรูปแบบการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จาก
ขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาไปทดลองใช้และเลือกทำการทดลองที่โรงเรียนเขาทองพิทยา
คม อำเภอยะหริ่ง จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งโรงเรียนดังกล่าวเป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดเล็ก
มีนักเรียน 297 คน ครูและบุคลากรทางการศึกษา จำนวน 27 คน โดยพบว่าจากการดำเนินงานทั้ง 5
ขั้นตอนส่งผลให้ในปีการศึกษา 2560- 2562 ปรากฏว่าขยะลดลงปีการศึกษา 2559 จากปริมาณขยะ
 223.12 ± 8.53 กิโลกรัม/สัปดาห์ เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 129.75 ± 8.26 กิโลกรัม/
สัปดาห์ ปีการศึกษาปี 2560 ในปีการศึกษาปี 2561 ปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 111.82 ± 27.54
กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปีการศึกษา 2562 เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 115.91
 ± 16.35 กิโลกรัม/สัปดาห์ ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าเมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคม
สามารถลดปริมาณขยะได้จริงและยั่งยืน



Title	DEVELOPMENT OF SYSTEM AND MECHANISM FOR SUSTAINABLE SOLID WASTE MANAGEMENT AND UTILIZATION OF SECONDARY SCHOOL IN THAILAND
Author	Nattapon Putakul
Advisor	Associate Professor Dondej Tungtakanpoung, Ph.D.
Academic Paper	M.Eng. Thesis in Environmental Engineering, Naresuan University, 2022
Keywords	zero waste school

ABSTRACT

The problem of solid waste management has increased from 26.2% in 2017 to 31.3% in 2021, although the rate of waste recycling has tended to improve during the past year. But there is still a lot of waste that has not yet been put to good use or properly eliminated. The school is a place where many different types of waste are produced every day. Because within the school there are various activities like a social simulation. This requires schools to have effective waste management methods. The current popular principle is the 3R principle, which is an effective principle. But the current problem is the lack of cooperation and practitioners in the school and there is no system and mechanism to utilize such waste.

This research has developed a system and mechanism for sustainable waste management and utilization of secondary schools. There are a total of 5 steps, consisting of step 1, selecting personnel called the participatory waste management committee. Consists of 23 members from 4 parts: 1) executive representatives at least 1 person 2) Teacher representatives at least 10 people 3) Student representatives at least 10 people 4) Parent network representatives at least 2 people. Step 2 Record information in the quality management cycle table. According to the practical concept, there are 3 parts: Part 1 Specifies topic framework, Part 2 Methods of data collection, Part 3 Specifies improvement options Step 3 Proposes

the project to the school committee for approval and operating the project According to the action plan made in step 2, step 4, the committee examines the project implementation from the implementation of the action plan and assess if the implementation is as planned. Step 5: Improving the project implementation from the results obtained from the audit.

In conducting the research, the system and mechanism development model for sustainable waste management and utilization of secondary schools was applied and selected for experiments at schools. Khao Thong Pittayakom Phayuha Khiri District Nakhon Sawan Province in which the school is a small secondary school with 297 students, 27 teachers, and educational personnel, it was found that from the implementation of all 5 steps, resulting in the 2017-2019 academic year, it appears that the waste is reduced in the 2016 academic year from the amount. Garbage was 223.12 ± 8.53 kg/week the average amount of waste left per week (x) was 129.75 ± 8.26 kg/week in the academic year 2017. In the academic year 2018, the average amount of waste per week (x) was 111.82 ± 27.54 kg/week. And in the academic year of the academic year 2019, the average amount of waste per week (x) is 115.91 ± 16.35 kg/week. It can be said that when the Khao Thong Pittayakhom School project is completed, it can actually and sustainably reduce the amount of waste.

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงในความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร.ตลเดช ตั้งตระการ พงษ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนการให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในวิทยานิพนธ์จนเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ปจวรีย์ ทองสนิท กรรมการที่ปรึกษา และ ดร.เชาวน์ นกอยู่ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่งจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณโรงเรียนเขาทองพิทยาคม ที่ให้คำปรึกษาการจัดการขยะในงานวิจัยนี้ และให้ใช้สถานที่ดำเนินการทดลองในงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้คำปรึกษาและสนับสนุนด้านการใช้เครื่องมือเพื่อใช้ในการดำเนินการวิจัยจนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ หากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อส่วนรวม ผู้วิจัยขอยกความดีที่เกิดขึ้นให้แก่บิดา มารดา คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ทุกๆ ท่าน ตลอดจนพี่ๆ และเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจ ชี้แนะและสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ณัฐพล ภูตระกูล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุุณุปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	1
ความสำคัญของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
นิยามศัพท์.....	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
โรงเรียนปลอดขยะ.....	3
ขยะมูลฝอย.....	3
ประเภทของขยะมูลฝอย.....	3
ลักษณะของขยะมูลฝอย(อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์ และคณะ, 2541).....	4
แหล่งกำเนิดของมูลฝอย (Sources of Solid Waste) (ชเรศ ศรีสถิตย์, 2553).....	5
เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย(กรมควบคุมมลพิษ,2547).....	6

นโยบายการจัดการขยะ.....	8
การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research)	10
แนวคิดการจัดการขยะแบบมีส่วนร่วมโดยชุมชนท้องถิ่น	14
แนวคิดการบริหารจัดการขยะ (ต้นทาง กลางทาง ปลายทาง)	15
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการเกิดขยะมูลฝอย	17
เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย	17
การทำปุ๋ยหมัก (Composting)(อาณัติ ต๊ะปิ่นตา, 2553)	18
ไส้เดือนดิน(Horisawa,S, et al., 1993).....	22
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	36
การดำเนินการศึกษาวิจัย	36
สถานที่ดำเนินงานวิจัย	36
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	41
ศึกษาและการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย.....	41
ผลการศึกษานำรูปแบบการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์ จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทยไปทดลองใช้.....	50
กระบวนการทดลอง.....	54
ศึกษาปริมาณขยะที่ผ่านกระบวนการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย	59
บทที่ 5 บทสรุป.....	85
สรุปผลการวิจัย.....	85

ข้อเสนอแนะ	88
บรรณานุกรม	89
ภาคผนวก.....	94
ประวัติผู้วิจัย	101



สารบัญตาราง

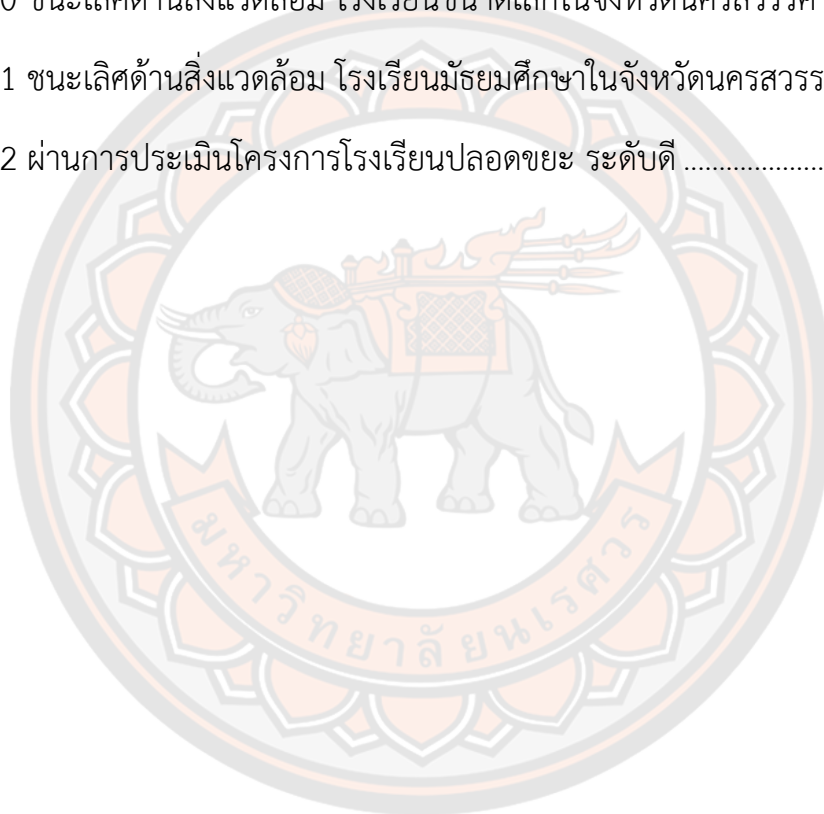
	หน้า
ตาราง 1 แสดงสรุปข้อเปรียบเทียบวิธีการกำจัดขยะมูลฝอย	7
ตาราง 2 แสดงประเภทของขยะมูลฝอยสำหรับการทำปุ๋ยหมัก.....	18
ตาราง 3 แสดงรายละเอียดองค์ประกอบขยะ	37
ตาราง 4 แสดงรายละเอียดกิจกรรม.....	38
ตาราง 5 แสดงรายละเอียดปริมาณขยะ.....	39
ตาราง 6 แสดงรายละเอียดปริมาณขยะเฉลี่ย.....	40
ตาราง 7 แสดงรายละเอียดตัวเลือกริธีการเก็บข้อมูลกระบวนการส่งเสริมความรู้ความ เข้าใจและการสร้างวินัยในการจัดการขยะมูลฝอย.....	44
ตาราง 8 แสดงรายละเอียดตัวเลือกริธีการเก็บข้อมูลกระบวนการส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการ จัดการขยะมูลฝอย.....	46
ตาราง 9 แสดงรายละเอียดตัวเลือกริธีการเก็บข้อมูลการดำเนินกิจกรรมโรงเรียนปลอด ขยะปลอดขยะโดยพัฒนาหลักกระบวนการ 3R	47
ตาราง 10 ตารางแสดงวงจรการบริหารงานคุณภาพ.....	49
ตาราง 11 องค์ประกอบขยะโรงเรียนเขาทองพิทยาคม	52
ตาราง 12 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลวงจรการบริหารงานคุณภาพโรงเรียนเขาทองพิทยาคม	53
ตาราง 13 การลดลงของปริมาณขยะในแต่ละปีการศึกษา.....	60

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 การลดปริมาณขยะ ณ ต้นทาง ตั้งแต่แหล่งกำเนิดด้วยหลัก 3R.....	15
ภาพ 2 มาตรการการบริหารจัดการขยะกลางทาง.....	16
ภาพ 3 มาตรการการบริหารจัดการขยะปลายทาง.....	17
ภาพ 4 แสดงลักษณะอวัยวะพรอสโตเมียม เพอริสโตเมียม และช่องปาก ของไส้เดือน....	24
ภาพ 5 แสดงลักษณะภายนอกของไส้เดือน.....	25
ภาพ 6 แสดงภาพตัดตามยาว ที่แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของไส้เดือนดิน.....	27
ภาพ 7 แสดงภาพตัดตามขวาง ที่แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของไส้เดือนดิน.....	28
ภาพ 8 แสดงรูปร่างของเนฟริเดีย.....	28
ภาพ 9 แสดงอวัยวะสืบพันธุ์ของไส้เดือน.....	30
ภาพ 10 แสดงวงจรชีวิตของไส้เดือนดิน.....	31
ภาพ 15 โครงสร้างคณะกรรมการบริหารการจัดการขยะแบบมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน	43
ภาพ 16 ประชุมคณะกรรมการสถานศึกษาโรงเรียนเขาทองพิทยาคม.....	50
ภาพ 17 องค์การบริหารส่วนตำบลเขาทองเป็นหน่วยงานช่วยสนับสนุนและรับซื้อขยะ.....	51
ภาพ 18 คณะกรรมการสถานักเรียนโรงเรียนเขาทองพิทยาคมดำเนินการโครงการ.....	51
ภาพ 19 บุคลากรที่จะร่วมกันดำเนินงาน.....	53
ภาพ 20 การอบรมเชิงปฏิบัติการ.....	54
ภาพ 21 การอบรมเชิงปฏิบัติการ.....	55
ภาพ 22 จุดเรียนรู้การคัดแยกขยะ.....	55

ภาพ 23	เปิดกิจกรรมโครงการโรงเรียนปลอดขยะ	56
ภาพ 24	การมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่างๆ ภายนอกโรงเรียน.....	56
ภาพ 25	ร้านผลไม้จำหน่ายผลไม้โดยเสียไม้ขายไม้ใส่ถุง.....	57
ภาพ 26	กิจกรรมวันสิ่งแวดล้อม.....	58
ภาพ 27	การทำสารปรับปรุงดิน(Compost)จากใบไม้ โดยผู้ว่าราชการจังหวัด	58
ภาพ 28	ปริมาณขยะโรงเรียนเขาทองพิทยาคม.....	59
ภาพ 29	ปริมาณสารเน่าเปื่อยง่าย(เศษอาหารและอื่นๆ) โรงเรียนเขาทองพิทยาคม.....	60
ภาพ 30	ปริมาณใบไม้และเศษไม้ โรงเรียนเขาทองพิทยาคม	62
ภาพ 31	ปริมาณกล่องนม-โอวัลตินโรงเรียนเขาทองพิทยาคม	63
ภาพ 32	ปริมาณยาง โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์.....	64
ภาพ 33	ปริมาณเศษผ้า โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์	65
ภาพ 34	ปริมาณถุงพลาสติก โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์.....	66
ภาพ 35	ปริมาณพลาสติกประเภท PETE โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์.....	67
ภาพ 36	ปริมาณพลาสติกประเภท HDPE โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์.....	69
ภาพ 37	ปริมาณพลาสติกประเภท PVC โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์.....	70
ภาพ 38	ปริมาณพลาสติกประเภท LDPE โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์	71
ภาพ 39	ปริมาณพลาสติกประเภท PP โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์.....	72
ภาพ 40	ปริมาณพลาสติกประเภท PS โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์	73
ภาพ 41	ปริมาณพลาสติก OTHER โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์.....	74
ภาพ 42	ปริมาณโฟม(EPS) โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์	75
ภาพ 43	ปริมาณกล่องกระดาษ โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์	76
ภาพ 44	ปริมาณกระดาษ โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์	77

ภาพ 45 ปริมาณหนังสือของโรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์	78
ภาพ 46 ปริมาณอื่นๆ (ผ้าอนามัยไม่ระบุ) โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์	79
ภาพ 47 ปริมาณโลหะของโรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์.....	81
ภาพ 48 ปริมาณแก้วโรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์.....	82
ภาพ 49 ปริมาณกระป๋องของโรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์	83
ภาพ 50 ชนะเลิศด้านสิ่งแวดล้อม โรงเรียนขนาดเล็กในจังหวัดนครสวรรค์ ปี 2561	84
ภาพ 51 ชนะเลิศด้านสิ่งแวดล้อม โรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดนครสวรรค์ ปี 2561	84
ภาพ 52 ผ่านการประเมินโครงการโรงเรียนปลอดภัย ระดับดี	84



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ปัญหาการกำจัดขยะมูลฝอยที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นกว่า จาก 26.2 % ในปี 2560 เป็น 31.3 % ในปี 2564 แม้ว่าอัตราการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่มีแนวโน้มดีขึ้นในช่วงปีที่ผ่านมา แต่ยังมีขยะอีกจำนวนมากที่ยังไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ หรือกำจัดอย่างถูกวิธี โรงเรียนจัดเป็นสถานที่ที่มีการผลิตขยะหลากหลายประเภทต่อวันจำนวนมากสถานที่หนึ่ง เพราะภายในโรงเรียนมีกิจกรรมต่างๆ เสมือนการจำลองสังคมขึ้นมา ทำให้โรงเรียนจึงต้องมีอุปกรณ์และวิธีการจัดการขยะที่มีประสิทธิภาพ หลักการที่เป็นที่นิยมในปัจจุบันคือหลักการ 3R ซึ่งเป็นหลักการที่มีประสิทธิภาพ แต่ปัญหาที่พบในปัจจุบันคือยังขาดความร่วมมือและผู้ปฏิบัติในโรงเรียน รวมถึงพื้นที่สำหรับใช้เป็นสถานที่ฝังกลบหรือกำจัดที่เพียงพอ

การพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย โดยใช้หลักการ 3R คือ การลดขยะที่ต้นทาง (Reduce) การจัดการขยะที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียน (Reuse, Recycle) ผู้ทำวิจัยเลือกโรงเรียนเขาทองพิทยาคม อำเภอพยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งเป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดเล็ก มีนักเรียน 297 คน ครูและบุคลากรทางการศึกษา จำนวน 27 คน มีขยะเฉลี่ยปีการศึกษา 2559 ปริมาณ 223.12 ± 8.53 กิโลกรัม/สัปดาห์

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาปริมาณขยะที่ผ่านกระบวนการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย
3. ศึกษาการนำรูปแบบการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทยไปทดลองใช้

ความสำคัญของการวิจัย

1. ทราบถึงรูปแบบการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย
2. ทราบถึงปริมาณขยะที่ผ่านการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย
3. ทราบถึงการนำรูปแบบการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทยเมื่อไปทดลองใช้

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาปริมาณขยะของโรงเรียนเขาทองพิทยาคม อำเภอพยุหะคีรี ในเวลาราชการ 08.00-16.30 น.
2. ศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณขยะซึ่งสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการคำนวณและออกแบบการจัดการขยะให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ภายในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา

นิยามศัพท์

1. โรงเรียนปลอดขยะ คือ โรงเรียนที่ดำเนินกิจกรรม ลด คัดแยก และนำกลับขยะมาใช้ประโยชน์ การรวบรวมขยะเพื่อส่งไปกำจัดอย่างถูกต้อง ปูถุงฝังจิตสำนึก การลด คัดแยกขยะ และนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในสถานศึกษา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โรงเรียนปลอดขยะ

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้จัดทำโครงการโรงเรียนปลอดขยะ (Zero Waste School) ขึ้นเพื่อส่งเสริม สนับสนุนการสร้างเครือข่ายสถานศึกษา ที่ดำเนินกิจกรรม ลด คัดแยก และนำกลับขยะมาใช้ประโยชน์ การรวบรวมขยะเพื่อส่งไปกำจัดอย่างถูกต้อง ปลูกฝังจิตสำนึก การลด คัดแยกขยะ และนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในสถานศึกษา สร้างระบบการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมต่างๆ และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการจัดการขยะภายในสถานศึกษา ปลูกฝังลักษณะนิสัยรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมแก่ผู้เรียน เพื่อมุ่งสู่สถานศึกษาปลอดขยะอย่างแท้จริง ซึ่งโครงการฯ ประสบผลสำเร็จเป็นอย่างมาก ได้รับการตอบรับจากสถานศึกษาเป็นอย่างดี โดยแบ่งการประกวดออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม A โรงเรียนระดับประถมศึกษาและโรงเรียนขยายโอกาส และกลุ่ม B โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา(กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม,2564)

ขยะมูลฝอย

มูลฝอย หมายถึงเศษสิ่งวัสดุที่ไม่มีผู้ใดต้องการ เช่น เศษอาหาร สิ่งของเครื่องใช้ วัสดุจากการเกษตร อุตสาหกรรม หรือแม้แต่ซากพืชซากสัตว์ที่ถูกทิ้งตามสถานที่สาธารณะ มูลฝอยบางประเภทที่ถูกทิ้งแต่ยังมีประโยชน์อยู่ โดยอาจเป็นสิ่งที่บุคคลอื่นต้องการ เช่น เสื้อผ้าเก่า พลาสติกเก่า ขวดแก้ว โลหะต่างๆ (ธเรศ ศรีสถิตย์, 2553)

ประเภทของขยะมูลฝอย

1. มูลฝอยเปียก ได้แก่ พวกเศษอาหาร เศษพืชผัก เปลือกผลไม้ อินทรีย์วัตถุที่สามารถย่อยสลายเน่าเปื่อยง่าย มีความชื้นสูง และส่งกลิ่นเหม็นได้รวดเร็ว
2. มูลฝอยแห้ง ได้แก่ พวกเศษกระดาษ เศษผ้า แก้ว โลหะ ไม้ พลาสติก ยาง ฯลฯ ขยะมูลฝอย ชนิดนี้จะมีทั้งที่เผาไหม้ได้และเผาไหม้ไม่ได้ ขยะแห้งเป็นขยะมูลฝอยที่สามารถเลือกวัสดุที่ยังมีประโยชน์กลับมาใช้ได้อีกโดยการทำคัดแยกมูลฝอยก่อนนำทิ้งซึ่งจะช่วยให้สามารถลดปริมาณมูลฝอยที่จะต้องนำไปทำลายลงได้และถ้ามีส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้นี้ไปขายก็จะทำรายได้กลับคืนมา

3. ขยะมูลฝอยอันตราย ได้แก่ ของเสียที่เป็นพิษมีฤทธิ์กัดกร่อน และระเบิดได้ง่ายต้องใช้กรรมวิธีในการทำลายเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีอันตราย เช่น สารฆ่าแมลง ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ รถยนต์ หลอดไฟ สเปรย์ฉีดผม ฯลฯ (มลลิกา ปัญญาคะโป, 2544)

ลักษณะของขยะมูลฝอย(อดิศักดิ์ ทองไข่มุกด์ และคณะ, 2541)

1. ลักษณะทางกายภาพ (physical characteristic)

1.1 องค์ประกอบหรือส่วนประกอบของขยะมูลฝอย (physical composition) จะนิยมจำแนกตามชนิดของสิ่งของต่างๆ โดยแบ่งเป็นขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ไม่ได้ (non-combustible) เช่น โลหะ แก้ว กระเบื้อง อิฐ หิน กรวด และอื่นๆ และขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้ (combustible) เช่น กระดาษ ผ้า เศษอาหาร ผัก หญ้า ไม้ พลาสติก ยาง เป็นต้น โดยองค์ประกอบเหล่านี้จะแบ่งตามสัดส่วนโดยน้ำหนักหรือโดยปริมาตร ซึ่งส่วนใหญ่จะนิยมแบ่งตามสัดส่วนโดยน้ำหนัก

1.2 ความหนาแน่น (density) คือ ค่ามวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของขยะมูลฝอย โดยทั่วไปขยะมูลฝอยที่มีพวกเศษอาหารจะมีความหนาแน่นสูงกว่าขยะมูลฝอยที่มีพวกกระดาษหรือพลาสติกมาก ความหนาแน่นสามารถแบ่งได้เป็นความหนาแน่นในขณะขนส่ง (transported density) เป็นความหนาแน่นของขยะมูลฝอยในรถยนต์เก็บขนในขณะขนส่ง ซึ่งปกติจะถูกทำให้แน่นซึ่งเกิดจากการสั่นสะเทือนและการอัดของพนักงานเก็บขนขยะและความหนาแน่นปกติ (bulk density) คือ ขยะมูลฝอยที่ไม่มีการอัดหรือบีบให้ผิดไปจากธรรมชาติ

2. ลักษณะทางเคมี (chemical characteristics)

2.1 ความชื้น (moisture content) คือ ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในขยะมูลฝอย โดยในขยะมูลฝอยจะมีทั้งน้ำที่ติดอยู่ภายนอกขยะมูลฝอย (attached water) เช่น น้ำฝนและน้ำที่ออกมาจากเศษอาหารซึ่งมีประมาณ 1/3 ถึง 1/2 ของปริมาณน้ำทั้งหมด และน้ำที่อยู่ภายในตัวของขยะมูลฝอย (inherent water) เช่น น้ำที่อยู่ในพืชผักและเศษอาหาร ซึ่งมีประมาณ 1/2 ถึง 2/3 ของปริมาณน้ำทั้งหมด

2.2 ปริมาณของแข็งรวม (total solids) คือ ปริมาณขยะมูลฝอยแห้งที่เหลือภายหลังจากนำน้ำออกไปหมดแล้ว

2.3 ปริมาณสารเผาไหม้ได้ (volatile solids) คือ ส่วนของขยะมูลฝอยที่สามารถติดไฟหรือเผาไหม้ที่ความร้อนสูงได้ โดยการเปลี่ยนเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ

2.4 ปริมาณเถ้า (ash) คือ กากหรือเศษของขยะมูลฝอยที่เหลือจากการเผาไหม้

2.5 ค่าความร้อน (calorific value) คือ ปริมาณของความร้อนที่ได้จากการเผาขยะมูลฝอย โดยจะถูกนำไปใช้ในการพิจารณาเลือกวิธีการกำจัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการเผาว่าขยะมูลฝอยมีความเหมาะสมหรือไม่ เนื่องจากขยะมูลฝอยบางชนิดที่มีค่าความร้อนต่ำกว่า 800 กิโลแคลอรี/

กิโลกรัมของขยะมูลฝอย เมื่อนำไปเผาจะต้องใช้เชื้อเพลิงมากทำให้เกิดการสิ้นเปลือง นอกจากนี้ค่าความร้อนของขยะมูลฝอยยังสามารถใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบเตาเผาและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องได้

2.6 องค์ประกอบด้านเคมี (chemical composition) ได้แก่ ปริมาณสารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม คาร์บอน และไฮโดรเจน เป็นต้น องค์ประกอบทางเคมีของขยะมูลฝอยส่วนใหญ่จะถูกนำมาใช้ในการเลือกวิธีและออกแบบระบบกำจัดขยะมูลฝอย

2.7 สารเคมีที่เป็นพิษ เช่น โลหะหนักต่างๆ สามารถใช้เป็นข้อมูลในการประเมินขอบเขต และความรุนแรงของการปนเปื้อนของของเสียที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้ ข้อมูลดังกล่าวจะมีความสำคัญต่อการประเมินความเหมาะสมในการหาวิธีการจัดการขยะมูลฝอย โดยเฉพาะขยะมูลฝอยที่จะถูกนำไปหมักทำปุ๋ย

3. **ลักษณะทางชีววิทยา (biological characteristics)** คือ ปริมาณและชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ (micro organisms) ที่ปนเปื้อนหรือมีอยู่ในขยะมูลฝอย เช่น เชื้อแบคทีเรีย และเชื้อรา ซึ่งบางชนิดสามารถทำให้เกิดโรคได้ (pathogenic) บางชนิดเป็นตัวช่วยให้ขยะมูลฝอย เช่น Decomposition bacteria และบางชนิดไม่ทำให้เกิดโรค (non-pathogenic) เป็นต้น

แหล่งกำเนิดของมูลฝอย (Sources of Solid Waste) (ธเรศ ศรีสถิตย์, 2553)

แหล่งกำเนิดมูลฝอยสามารถแบ่งได้ 5 ประเภท คือ

1. เขตที่พักอาศัย (Domestic area) ได้แก่มูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันในการดำรงชีวิตตามบ้านเรือนของประชาชนทั่วไป ส่วนใหญ่มูลฝอยจะมาจากห้องครัว เช่น เศษอาหาร ผัก ผลไม้ เป็นต้น

2. เขตธุรกิจการค้าตลาดสด (Commercial area) ได้แก่มูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมจากการค้าขายของชุมชน โดยเฉพาะเขตย่านพาณิชยกรรม ตลาดสด มูลฝอยส่วนใหญ่ได้แก่พวกเศษสินค้าที่ไม่ต้องการ เช่น บรรจุภัณฑ์พลาสติก กระดาษ เป็นต้น แต่เมื่อพิจารณาในตลาดสดมูลฝอยส่วนใหญ่จะเป็นเศษผัก ผลไม้ ที่เกิดจากการค้าขายอาหารสด

3. เขตสถานที่ราชการ สถาบันการศึกษา (Institutional area) ได้แก่มูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมบริการของทางราชการ การเรียนการสอน ที่มูลฝอยส่วนใหญ่เป็นพวกเศษกระดาษ พลาสติก และอามิของเสียอันตรายบางส่วนเช่นของเสียที่มาจากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โลหะหนัก เป็นต้น

4. เขตอุตสาหกรรม (Industrial area) ได้แก่บริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ตั้งอยู่ มูลฝอยจะเกิดจากกระบวนการผลิตทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น องค์ประกอบของมูลฝอยจะมีทั้งเป็นมูลฝอยทั่วไปและมูลฝอยอันตรายโดยขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรม

5. เขตเกษตรกรรม (Agricultural area) ได้แก่บริเวณที่มีการเพาะปลูกหรือฟาร์มเลี้ยงสัตว์ มูลฝอยส่วนใหญ่จึงมักเป็นสารอินทรีย์ที่สามารถเน่าย่อยสลายและส่งกลิ่นเหม็นรบกวน เช่น เศษผัก เศษผลไม้ สิ่งปฏิกูลจากสัตว์เลี้ยง เป็นต้น

เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย(กรมควบคุมมลพิษ,2547)

สามารถแบ่งออกเป็น 3 ระบบใหญ่ๆ คือ

1. ระบบการทำปุ๋ยหมัก เป็นการย่อยสลายอินทรีย์สารโดยขบวนการทางชีววิทยาของ จุลินทรีย์เป็นตัวการย่อยสลายให้แปรสภาพเป็นแร่ธาตุที่มีลักษณะค่อนข้างคงรูป มีสีดำค่อนข้างแห้ง และสามารถใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของดิน ขบวนการหมักทำปุ๋ยสามารถแบ่งเป็น 2 ขบวนการ คือ ขบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Decomposition) ซึ่งเป็นการสร้างสภาวะที่จุลินทรีย์ชนิด ที่ดำรงชีพโดยใช้ ออกซิเจนย่อยสลายอาหารแล้วเกิดการเติบโตอย่างรวดเร็ว และกลายเป็นแร่ธาตุ เป็นขบวนการที่ไม่เกิดซากกลิ่นเหม็น ส่วนอีกขบวนการเป็นขบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Decomposition) เป็นการสร้างสภาวะให้เกิดจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ใช้ออกซิเจน เป็นตัว ช่วยย่อยสลายอาหาร และแปรสภาพกลายเป็นแร่ธาตุ ขบวนการนี้มักจะเกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็น เช่น ก๊าซไข่เน่า (Hydrogen Sulfide) แต่ขบวนการนี้จะมีผลดีที่เกิดก๊าซมีเทน (Methane gas) ซึ่งเป็น ก๊าซที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงได้

2. ระบบเผาในเตาเผา เป็นการทำลายขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผาทำลายในเตาเผาที่ได้รับการ ออกแบบก่อสร้างที่ถูกต้องและเหมาะสมโดยต้องให้มีอุณหภูมิในการเผาที่ 850-1,200 องศา เซลเซียส เพื่อให้การทำลายที่สมบูรณ์ที่สุด แต่ในการรเผาจะก่อให้เกิดมลพิษด้านอากาศได้แก่ ฝุ่น ขนาดเล็ก ก๊าซพิษต่างๆ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide) เป็นต้น นอกจากนี้แล้วยังอาจเกิด ไดออกซิน (Dioxins) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งและเป็นสารที่กำลังอยู่ในความสนใจของประชาชน ดังนั้นจึง จำเป็นต้องมีระบบควบคุมมลพิษทางอากาศและดักมิให้อากาศที่ผ่านปล่องออกสู่บรรยากาศมีค่าเกิน กว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศจากเตาเผาที่กำหนด

3. ระบบฝังกลบอย่างถูกสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) เป็นการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการ นำไปฝังกลบในพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับการคัดเลือกตามหลักวิชาการทั้งทางด้าน เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม วิศวกรรม สถาปัตยกรรม และการยินยอมจากประชาชน จากนั้นจึงทำ การออกแบบและก่อสร้าง โดยมีการวางมาตรการป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น เช่น การปนเปื้อน ของน้ำเสียจากกองขยะมูลฝอยที่เรียกว่า น้ำชะขยะมูลฝอย (Leachate) ซึ่งถือว่าเป็นน้ำเสียที่มีค่า ความสกปรกสูงไหลซึมลงสู่ชั้นใต้ดิน ทำให้คุณภาพน้ำใต้ดินเสื่อมสภาพลงจนส่งผลกระทบต่อ ประชาชนที่ใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค นอกจากนี้ยังต้องมีมาตรการป้องกันน้ำท่วม กลิ่นเหม็น และผลกระทบต่อสภาพภูมิทัศน์ รูปแบบการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล อาจใช้วิธีขุดให้ลึกลงไป

ในชั้นดินหรือการถมให้สูงขึ้นจากระดับพื้นดิน หรืออาจจะใช้ผสมสองวิธี ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศซึ่งแต่ละเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยจะมีข้อดีข้อด้อยดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 แสดงสรุปข้อเปรียบเทียบวิธีการกำจัดขยะมูลฝอย

ข้อพิจารณา	การเผา		การทำปุ๋ยหมัก		การฝังกลบ	
	ข้อดี	ข้อด้อย	ข้อดี	ข้อด้อย	ข้อดี	ข้อด้อย
ด้านเทคนิค						
1. ความยาก ง่ายในการ ดำเนิน การและซ่อม บำรุง	ใช้เทคโนโลยี ค่อนข้างสูง การเดินเครื่อง ยุ่งยาก	เจ้าหน้าที่ ควบคุมต้องมี ความชำนาญ สูง	ใช้เทคโนโลยี สูงพอควร มีระดับ ความรู้สูง พอควร	เจ้าหน้าที่ ควบคุมต้อง มีความรู้สูง พอควร	ใช้ เทคโนโลยี ไม่สูงนัก	เจ้าหน้าที่ ควบคุม ระดับ ความรู้ ธรรมดา
2. ปริมาณมูล ฝอยที่กำจัดได้	ลดปริมาณได้ 60-65% ที่ เหลือต้อง นำไปฝังกลบ	-	ลดปริมาณ ได้ 30-35% ที่เหลือฝัง กลบหรือเผา	-	สามารถ กำจัดได้ 100%	-
3. ความ สามารถในการ กำจัด	กำจัดได้ 100%	-	กำจัดได้ 70%	-	-	กำจัดได้ เพียง เล็กน้อย
4. ความ ยืดหยุ่นของ ระบบ	-	ต่ำหากเกิด ปัญหา เครื่องจักรกล ชำรุดไม่ ทำงาน	-	ต่ำหากเกิด เครื่องจักรกล ชำรุดไม่ สามารถ ทำงานได้	สูงแม้เครื่อง จักรกลชำรุด ก็ยังสามารถ การกำจัดได้	-
5. ขนาดที่ดิน	ใช้เนื้อที่น้อย	-	ใช้เนื้อที่ปาน กลาง	-	-	ใช้เนื้อที่ มาก
ผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม						
6. น้ำผิวดิน	ไม่มี	-	-	อาจมีได้	-	มีความ เป็นไปได้ สูง
7. น้ำใต้ดิน	ไม่มี	-	-	อาจมีได้	-	มีความ

ข้อพิจารณา	การเผา		การทำปุ๋ยหมัก		การฝังกลบ	
	ข้อดี	ข้อด้อย	ข้อดี	ข้อด้อย	ข้อดี	ข้อด้อย
						เป็นไปได้ สูง
8. อากาศ	-	มี	ไม่มี	-	-	อาจมีได้
9. กลิ่น แผลง พาหะ นำโรค	ไม่มี	-	-	อาจมีได้	-	มี
คุณ สม บั ตี แล ะ						
ลักษณะของมูลฝอย						
10. คุณสมบัติมูลฝอย	-	สารที่เผาไหม้ ได้มีค่าความ ร้อนไม่ต่ำกว่า 4,500 kJ/kg และความชื้น ไม่มากกว่า 40%	-	ต้องเป็นสาร ที่ย่อย สลายได้ มี ความชื้น 50-70%	รับมูลฝอย ได้เกือบทุก ประเภท ยกเว้นมูล ฝอยติดเชื้อ หรือสารพิษ	-
ด้านเศรษฐกิจ						
11. เงินลงทุนในการ ก่อสร้าง	-	สูง	-	ค่อนข้างสูง	ค่อนข้างต่ำ	-
12. ค่าใช้จ่ายในการ ดำเนินการและ ซ่อมบำรุง	-	สูง	-	ค่อนข้างสูง	ค่อนข้างต่ำ	-
13. ผลพลอยได้จาก การกำจัด	ได้พลังงาน ความร้อน	-	ปุ๋ยอินทรีย์	-	ได้ก๊าซมีเทน	-

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2547

นโยบายการจัดการขยะ

รัฐบาลได้กำหนดนโยบายการจัดการขยะด้วยการมุ่งสู่การเป็นสังคมปลอดขยะ (Zero Waste Society) บนแนวคิด 3R - ประชากร มุ่งเน้นการจัดการขยะมูลฝอย ณ ต้นทาง โดยการมีส่วนร่วมของภาครัฐและประชาชน (กรมควบคุมมลพิษ, 2562, สรุปลสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2561)

1) แนวคิด 3R

3R คือ เครื่องมือในการจัดการขยะเพื่อลดปริมาณขยะที่ต้องนำไปกำจัด ประกอบไปด้วย

Reduce คือ การใช้ให้น้อยลงหรือลดการใช้ ใช้เท่าที่จำเป็น ไม่ใช่อย่างฟุ่มเฟือย การเลือกซื้อสินค้าที่มีอายุการใช้งานนาน ๆ เช่น การลดการใช้ถุงพลาสติก การใช้แก้วน้ำที่ทำจากวัสดุแก้วหรือเซรามิคแทนแก้วพลาสติกหรือแก้วกระดาษ การนำปิ่นโตไปบรรจุอาหารแทนกล่องโฟมหรือถุงพลาสติก

Reuse คือ การใช้ซ้ำ โดยนำสิ่งของหรือวัสดุที่ใช้งานไปแล้วกลับมาใช้งานใหม่ตรงเท่าที่ยังใช้งานได้ เช่น ขวดแก้วบรรจุน้ำ แก้วน้ำ จานข้าว กล่องกระดาษ กระดาษ เสื้อผ้า ถ่านไฟฉายแบบเติมประจุไฟใหม่ได้

Recycle คือ การรีไซเคิลหรือแปรรูปกลับมาใช้ใหม่ เนื่องจากวัสดุหรือบรรจุภัณฑ์บางประเภทอาจใช้งานซ้ำไม่ได้ เช่น กระป๋องบรรจุน้ำหรืออาหาร ขวดพลาสติกบรรจุน้ำหรืออาหาร ยางรถยนต์ที่ผ่านการใช้งาน เมื่อใช้เสร็จแล้วให้เก็บรวบรวมเพื่อนำไปขายให้กับร้านรับซื้อของเก่าเพื่อส่งไปยังโรงงานแปรรูปไปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ขวดพลาสติก PET จะถูกหลอมไปเป็นเม็ดพลาสติกอีกครั้งและสามารถนำไปทำเป็นถุงหรือพรมหรือเสื่อได้

ประโยชน์ของการทำ 3R ประโยชน์ที่ได้จากการนำแนวคิด 3R มาปฏิบัติ ได้แก่

- ประหยัดงบประมาณในการจัดการและกำจัดขยะมูลฝอย
- ลดพื้นที่รองรับและกำจัดขยะ
- ประหยัดพลังงานและทรัพยากรธรรมชาติในการผลิตสิ่งของ เมื่อเทียบกับการใช้

วัตถุดิบใหม่

- ลดต้นทุนผู้ประกอบการ เนื่องจากใช้วัสดุรีไซเคิล
- ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งถือเป็นการลดก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุของ

ภาวะโลกร้อน

- ก่อให้เกิดอาชีพและการจ้างงาน เช่น อาชีพเก็บขยะ อาชีพคัดแยกขยะ

2) แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน

- (1) ส่งเสริมการลดและคัดแยกขยะมูลฝอยที่ต้นทาง
- (2) สนับสนุนให้คำแนะนำองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นให้มีการจัดการขยะมูลฝอยแบบรวมศูนย์

(3) ติดตาม ตรวจสอบ ให้คำแนะนำสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ประสบปัญหา

- (4) ออกประกาศแนวทางและหลักเกณฑ์ในการจัดการขยะมูลฝอย
- (5) การจัดการขยะพลาสติก ด้วยการลดและเลิกการใช้งานให้มากที่สุด

จากนโยบายของรัฐบาลจะพบว่า การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนที่ต้นทางนั้นคือ การจัดการขยะมูลฝอย ณ แหล่งเกิด ได้แก่ บ้านเรือน หรือ ชุมชน ด้วยหลักการ 3R จะทำให้ลดปริมาณขยะ

ก่อให้เกิดการลดงบประมาณในการจัดการและกำจัดขยะขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รวมถึงลดปัญหาสิ่งแวดล้อมอันเนื่องจากขยะ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research)

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม เป็นการศึกษาข้อเท็จจริงของชุมชน โดยการเก็บข้อมูล ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในพื้นที่และกลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Steak holder / มวลชน) ที่ชัดเจน และทำการวิเคราะห์วิจัยพัฒนาเป็นองค์ความรู้ เพื่อนำไปขึ้นนำการปฏิบัติในการพัฒนาชุมชนในพื้นที่เป้าหมาย โดยนักวิจัยต้องลงทำงานมวลชนในพื้นที่เป้าหมาย เพื่อให้ได้รับข้อมูลทางตรงที่เป็นจริง/ข้อคิดเห็น และความร่วมมือต่างๆ จากมวลชน

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม เป็นการวิจัยที่ยึด “มวลชน” เป็นหัวใจของงานวิจัย เพราะให้ความสำคัญภูมิปัญญาของมวลชน เคารพข้อคิดเห็น และความเรียกร้องต้องการของมวลชน เป็นกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ จากการผสมผสานความรู้อันกว้างขวางของนักวิชาการและความรู้จากภูมิปัญญาพื้นบ้านซึ่งสัมผัสบทคัดค้านมาจากการปฏิบัติในวิถีชีวิตของชุมชน ดังนั้นเมื่อผ่านการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมแล้ว ทั้งนักวิจัยและมวลชน ต่างก็ได้รับการศึกษาและการพัฒนาภูมิความรู้ของตนมากยิ่งขึ้น แผนการพัฒนาที่เกิดจากการวิจัยในลักษณะนี้ จะตรงตามความต้องการของมวลชนและได้รับการสนับสนุน เหมือนเกาถูกที่คัน จะได้รับความร่วมมือร่วมใจจากมวลชนอย่างเต็มที่ จนกระทั่งมวลชนเองตื่นตัวขึ้นมา และใช้ศักยภาพที่ชุมชนมีอยู่ช่วยผลักดันให้แผนพัฒนานั้นได้รับการปฏิบัติให้เป็นจริงขึ้นมา การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมต้องเชื่อว่า **“มวลชนคือพลังแห่งความสำเร็จ”**

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือร่วมใจจากมวลชน จึงเป็นปฏิบัติการทางจิตวิทยาต่อมวลชนเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยการสร้างความสัมพันธ์ สร้างความเข้าใจ และให้มวลชนมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ตลอดจนกระทั่งนำข้อสรุปจากการวิจัยไปสู่การปฏิบัติที่เป็นรูปธรรม

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม จะต้องมีเป้าหมาย ที่สามารถรวมใจมวลชนเข้ามามีส่วนร่วม คือมีพันธกิจเชิงอุดมการณ์ที่เป็นสาธารณะ เช่น เพื่อการพัฒนาบ้านเกิดเมืองนอน เพื่ออนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อความถูกต้องและเป็นธรรมของสังคม หรือเพื่อผลประโยชน์ร่วมกันของมวลชนโดยชอบธรรม หากเป็นเป้าหมายหรือผลประโยชน์ส่วนบุคคล จะต้องเป็นเป้าหมายรองลงไป มิเช่นนั้นจะไม่สามารถสร้างการมีส่วนร่วมของมวลชนและนำไปสู่การร่วมกันปฏิบัติของมวลชนได้

ฉะนั้นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม “ต้องมีเป้าหมายที่ชัดเจนและนำไปสู่การสร้างการมีส่วนร่วมของมวลชน”

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการที่สำคัญดังต่อไปนี้
คือ

- การสร้างสัมพันธ์กับมวลชน
- การสร้างความเข้าใจกับมวลชน
- การสร้างการมีส่วนร่วมกับมวลชน

การสร้างสัมพันธ์กับมวลชน

การสร้างสัมพันธ์กับมวลชน เป็นก้าวแรกในพื้นที่ที่นักวิจัยจะต้องเข้าถึงมวลชนให้ได้ เพื่อให้เป็นที่รู้จัก รักชอบ และเชื่อถือศรัทธาของมวลชน ทั้งต่อบุคคลหรือองค์กร แต่ในลำดับแรกที่สำคัญที่สุดคือ ต่อนักวิจัยที่ลงทำงานมวลชนเอง

คุณสมบัติอันดับแรกของนักวิจัยในแนวนนี้ ก็คือ ความสามารถในการเข้าถึงมวลชน ซึ่งก็คือสามารถสร้างความสัมพันธ์เชิงบวกกับมวลชน คือเข้ากันได้กับมวลชน เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และสามารถทำให้มวลชนรู้สึก รักชอบ และเชื่อถือศรัทธา

การจะบรรลุการเข้าถึงมวลชนได้สำเร็จนั้น นักวิจัยจะต้องเป็นผู้ที่มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี มีการปฏิบัติตนและมีวิธีการทำงานที่ถูกต้องเหมาะสม กล่าวคือ ต้องเป็นผู้ที่ยิ้มแย้มแจ่มใส พุดจาดี ไม่โกหกหลอกลวง แสดงออกอย่างมีน้ำใสใจจริง ไปพบปะเยี่ยมเยียนมวลชนอย่างสม่ำเสมอ และร่วมกิจกรรมต่างๆกับมวลชน ทั้งที่เป็นส่วนตัวหรือกิจกรรมสาธารณะ เช่นร่วมกินข้าวกินน้ำ หรือร่วมทำงานทางสังคม หรือร่วมงานประเพณีต่างๆ ต้องสามารถคลุกคลีร่วมทุกข์ ร่วมสุข เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน กับมวลชนได้ดี

การเข้าถึงมวลชนนั้นนอกจากคลุกคลีเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับมวลชน ทำให้มวลชนรู้สึกรักชอบแล้ว ยังต้องทำให้มวลชนมีความรู้สึกเชื่อถือศรัทธาด้วย ซึ่งหมายความว่า นักวิจัย จะต้องมีความเป็นผู้นำ มีบุคลิกภาพการวางตัวที่เหมาะสมและสม่ำเสมอ ตลอดจนมีความรู้ความสามารถ เป็นที่ยอมรับของมวลชนด้วย

การแสดงออกด้านการเป็นผู้นำนั้นก็ต้องไม่ใช่เป็นแบบเจ้านายกับลูกน้อง ขึ้นวอกคำสั่ง แต่ต้องเป็นไปแบบอ่อนน้อมถ่อมตน รับฟังความคิดเห็นที่หลากหลายของมวลชน ปฏิบัติตนเป็นแบบอย่าง และใช้วิธีโน้มน้าวใจมวลชนเป็นหลักสำคัญที่สุด ฉะนั้นนักวิจัยจะต้องคลุกคลีเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับมวลชน ไม่ประพฤติตนเป็นเจ้านาย แต่ก็ต้องเดินนำหน้ามวลชนอยู่ก้าวหนึ่ง แสดงความเป็นผู้นำระดับหนึ่งอย่างเหมาะสม จะคลุกคลีกับมวลชนจนขาดลักษณะผู้นำก็ได้ เช่น ถ้าดื่มสุรากับมวลชน ก็ต้องดื่มแค่พอเหมาะ ต้องไม่ดื่มจนเมามายเกินควร จนขาดสติ ต้องรู้ประมาณตน นอกจากนั้นยังต้องระมัดระวัง ไม่ประพฤติผิดประเพณีของท้องถิ่น หรือศีลธรรมของสังคม ซึ่งจะ

ทำให้ถูกปฏิเสธจากมวลชน เช่น เรื่องความเชื่อถือต่างๆ โดยเฉพาะกรณีที่มีมวลชนเป็นพี่น้องชนเผ่าที่แตกต่างออกไป หรือในเรื่องชู้สาว เป็นต้น

การสร้างความเข้าใจ

การสร้างความเข้าใจ เป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งกันและกันระหว่างนักวิจัยกับมวลชน ประสานกับงานประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อต่างๆ

งานประชาสัมพันธ์เป็นปฏิบัติการในเชิงกว้างและเป็นมีลักษณะทั่วไป แต่การสร้างความเข้าใจผ่านงานมวลชนของนักวิจัย เป็นงานเชิงลึกและจำเพาะเจาะจงต่อพื้นที่และกลุ่มเป้าหมาย และงานทั้ง 2 ด้านนี้จะต้องประสานเสริมกันไป เปรียบเหมือนกองทัพพบกับกองทัพอากาศประสานงานกันในการสู้รบ

สิ่งสำคัญอันดับแรกสุดคือ นักวิจัยจะต้องมีความรู้และความเข้าใจ ต่อข้อมูลพื้นฐานและเรื่องราวหรือประเด็นปัญหา ที่จะนำไปสร้างความเข้าใจให้กับมวลชน ดังนั้นจะต้องมีการจัดทำและศึกษาฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้ดีที่สุด ก่อนที่จะเริ่มทำงานในพื้นที่และเมื่อผ่านขั้นตอนเข้าถึงมวลชนแล้ว การเก็บรับข้อมูลตลอดจนภูมิปัญญาความรู้จากมวลชน ก็จะทำให้ได้ข้อมูลและความรู้ที่ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้นโดยลำดับ

วิธีการสร้างความเข้าใจกับมวลชน มีมากมายหลากหลายไม่มีวิธีการที่แน่นอนตายตัวแล้วแต่ศิลปะของนักวิจัยแต่ละท่าน จะเลือกใช้ตามความเหมาะสมของแต่ละสถานการณ์ แต่ละพื้นที่และกลุ่มเป้าหมาย วิธีการพื้นฐานทั่วไปที่ใช้กันอยู่ เช่น นั่งจับเข่าคุยกัน พบปะเสวนากลุ่มย่อย จัดเวทีสัมมนา หรือเชิญวิทยากรมาบรรยาย จัดฝึกอบรม จัดไปศึกษาดูงาน จัดเวทีรับฟังความคิดเห็นสาธารณะ เป็นต้น ในอีกด้านหนึ่งก็ใช้สื่อต่างๆ ประชาสัมพันธ์เผยแพร่ข้อมูลข่าวสารต่างๆ ไปถึงมวลชนในวงกว้าง เช่น เอกสารแผ่นพับ ใบปลิว ป้าย วิทยุ ทีวี และหนังสือพิมพ์ หรือเสียงตามสาย/รถกระจายเสียง เป็นต้น

ลักษณะพิเศษและสำคัญยิ่งประการหนึ่งในกระบวนการสร้างความเข้าใจคือ การใช้มวลชนเป็นสื่อ หรือเรียกว่า “สื่อมนุษย์” คือการใช้มวลชนเป็นสื่อกลางช่วยพูดต่อ บอกต่อๆ กันไป แบบปากต่อปาก ซึ่งเป็นการประชาสัมพันธ์แบบโบราณๆ ที่ยังใช้ได้ผลอยู่เสมอ ลักษณะเด่นของสื่อมนุษย์คือการสื่อสารสองทาง คือทั้งส่งข่าวสารออกไปและรับข่าวสารกลับมา มีการโต้ตอบไปมาได้ซึ่งหน้า จึงทั้งสามารถสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องและแก้ไขความเข้าใจที่ผิดพลาดได้โดยตรง

แต่การใช้สื่อมนุษย์ก็ต้องมีความละเอียดอ่อน เพราะผิดเพี้ยนได้ง่าย เมื่อมีการบอกต่อๆ กันไป ยิ่งหลายๆ ทอดยังมีโอกาสผิดเพี้ยนมากขึ้น อีกทั้งหากใช้วิธีการพูดที่ไม่ถูกต้อง เช่น โต้เถียงเอาชนะคะคาน ขาดการเคารพและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น แทนที่จะได้มิตร ได้พวกเพิ่มขึ้น ก็อาจได้ผลตรงข้าม คือมีผู้เข้าใจผิดเพิ่มขึ้น หรือทำให้มวลชนไม่ให้การสนับสนุนทีมงานนักวิจัยก็เป็นได้

การใช้สื่อมนุษย์จึงมีปมที่ควรสนใจดังนี้

- ข่าวสารข้อมูลต้องกระชับ สั้น ชัดเจน เข้าใจง่าย หากมีเนื้อหามากต้องทำเอกสารประกอบช่วย เพื่อให้ทบทวนจดจำได้

- ต้องเลือกสรรบุคคลที่เหมาะสมและมีการฝึกอบรมตามสมควร ในหมู่มวลชน ในชุมชน ต้องเลือกสรรบุคคลที่ได้รับความเชื่อถือจากมวลชนทำหน้าที่เป็นสื่อมนุษย์ ซึ่งโดยทั่วไปมีอยู่แล้วโดยธรรมชาติ และบุคคลเหล่านี้มักมีตำแหน่งหรือฐานะทางสังคมอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น กำนัน/ผู้ใหญ่บ้าน พระ ครู ประธานกลุ่มแม่บ้าน กรรมการหมู่บ้าน ประธานกลุ่ม อสม. ประธานกลุ่มอาชีพ ต่างๆ เป็นต้น บุคคลที่มีคุณลักษณะเหล่านี้เมื่อผ่านการฝึกอบรมเรื่อง การพูดและการโน้มน้าวใจคน ก็จะสามารถทำหน้าที่สื่อมนุษย์ได้ดี

- เลือกสถานที่ ที่เป็นศูนย์กลางการสื่อสารตามธรรมชาติที่เป็นอยู่แล้วในชุมชน คือตามสถานที่ต่างๆ ที่มวลชนมักจะมาพบปะพูดคุยกันเสมอ เช่น ร้านค้าในชุมชน ร้านตัดผมหรือร้านเสริมสวย คิวรถรับจ้าง ร้านกาแฟ เป็นต้น ถ้าได้บุคคลที่มีอาชีพอยู่ในสถานที่ต่างๆดังกล่าวทำหน้าที่สื่อมนุษย์ เขาก็จะทำหน้าที่ได้อย่างเป็นธรรมชาติ และได้ผลดี ขณะเดียวกันก็สามารถเป็นแหล่งข่าวให้เราได้ด้วย

การสร้างการมีส่วนร่วมของมวลชน

“ร่วมทุกข์ ร่วมสุข ร่วมคิด ร่วมทำ มุ่งสู่เป้าหมายร่วมกัน”

การสร้างการมีส่วนร่วมเป็นภารกิจที่เป็นหัวใจของนักวิจัยในแขนงนี้ การทำงานมวลชนทั้งกระบวนการ ก็คือกระบวนการสร้างการมีส่วนร่วม นั่นคือ การร่วมทุกข์ ร่วมสุข (การเข้าถึง) การร่วมคิด (สร้างความเข้าใจ/แลกเปลี่ยนเรียนรู้) และสุดท้ายคือ ร่วมทำ (ร่วมการเคลื่อนไหว/ปฏิบัติการเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน)

การเข้าถึงและการสร้างความเข้าใจแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับมวลชน ทำให้มวลชนตื่นตัวขึ้น ทำให้เกิดเป้าหมายร่วมกันและนำไปสู่การสร้างการมีส่วนร่วมในขั้นนี้ ซึ่งเป็นการชักชวน โน้มน้าวใจให้มวลเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ เพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน กิจกรรมที่มวลชนมีส่วนร่วมมีรูปแบบหลากหลาย เช่น ร่วมประชุมระดมสมอง หรือลงประชามติ ช่วยกันขยายเครือข่ายผู้ให้การสนับสนุน ร่วมร่างแผนพัฒนาด้านต่างๆ เข้าร่วมการปฏิบัติงานตามแผนพัฒนา ร่วมกิจกรรมรณรงค์ต่างๆ ฯลฯ

การเคลื่อนไหวของมวลชน มีทั้งแบบที่เป็นไปเองอันเกิดจากสภาวะแวดล้อมกดดันหรือชักนำให้เกิดขึ้น กับอีกแบบหนึ่งคือเป็นแบบที่มีการนำ มีทิศทาง มีการจัดตั้ง มีระบบบริหารจัดการ การสร้างการมีส่วนร่วมของมวลชนที่นักวิจัยชักชวนโน้มน้าวใจให้เกิดขึ้น คือการเคลื่อนไหวในลักษณะนี้

เมื่อมีเป้าหมายที่ชัดเจน มีวิธีการต่างๆเพื่อไปสู่เป้าหมาย ก็ต้องมีกลไกไปดำเนินการ นั่นคือบุคลากรและระบบบริหารจัดการ ซึ่งเรียกว่า ดำเนินการอย่างมีการจัดตั้ง ในการระดมมวลชนเข้ามา

มีส่วนในกิจกรรมต่างๆอย่างมีระบบและสามารถบริหารจัดการได้ สิ่งสำคัญที่สุดอันดับแรกคือ การสรรหา บ่มเพาะและฝึกอบรมแกนนำอาสาสมัครในหมู่บ้านชน เพื่อเป็นผู้ช่วยในการขับเคลื่อนระบบงาน ในการทำกิจกรรมต่างๆ แกนนำอาสาสมัครเป็นหัวใจที่สำคัญมากที่เชื่อมร้อยองค์กร ผู้นำและนักวิจัยเข้ากับพลังมวลชน หากไม่มีแกนนำอาสาสมัครก็ไม่สามารถจะขับเคลื่อนพลังมวลชนอย่างมีการจัดตั้งได้ เมื่อภาครัฐสามารถเชื่อมร้อยกับพลังมวลชนผ่านแกนนำอาสาสมัคร อย่างเป็นทางการและอย่างมีการจัดตั้ง ก็จะเกิดเป็นพลังขับเคลื่อนโครงการแผนงานต่างๆ ไปสู่เป้าหมายได้

แนวคิดการจัดการขยะแบบมีส่วนร่วมโดยชุมชนท้องถิ่น

1) ตระหนัก

ตระหนักว่าการจัดการขยะที่ไม่ถูกต้อง และไม่ครบวงจร เป็นปัญหาต่อการพัฒนาด้านสุขอนามัยและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรค ก่อให้เกิดโรคระบาด การติดเชื้อ และส่งกลิ่นเหม็น ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ สิ่งแวดล้อมชุมชน

2) รับทราบ

รับทราบ ว่ามีมาตรการทางกฎหมายที่เอื้อต่อการจัดการขยะ สิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ หากแต่ยังไม่สามารถทำให้การจัดการขยะมีประสิทธิภาพอย่างที่ควร

3) กังวล

กังวลต่อการขาดความรู้ ความเข้าใจ การขาดความใส่ใจ และการไม่ให้ความสำคัญของประชาชน ผู้บริหารท้องถิ่น และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ต่อการจัดการขยะจากครัวเรือน สถานประกอบการ และชุมชน ทำให้ปริมาณขยะเพิ่มขึ้นในแต่ละปี ยิ่งส่งผลกระทบต่อสุขอนามัยชุมชน

4) ชื่นชม

ชื่นชมในความพยายามของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด ฯ เครือข่ายอาสาสมัครพิทักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหมู่บ้าน (ทสม.) หน่วยงานสาธารณสุขในพื้นที่ ที่มีความพยายามดำเนินการอย่างต่อเนื่องในการณรงค์เพื่อลดปริมาณขยะ จัดการแยกขยะ ในระดับครัวเรือน สถานประกอบการ และชุมชน เรื่องการจัดการขยะ อย่างมีส่วนร่วมของชุมชนและท้องถิ่น และพื้นที่นาร่อง

5) เห็นว่า

เห็นว่าการจัดการขยะแบบมีส่วนร่วมโดยชุมชนท้องถิ่น เป็นการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อสร้างสุขภาวะชุมชน จำเป็นต้องใช้กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน ท้องถิ่น ในทุกขั้นตอน บนการใช้ความรู้ ข้อมูล วิธีการ จึงจะสามารถจัดการปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ที่มา:

[http://kbphp.nationalhealth.or.th/bitstream/handle/123456789/7477/20160525-](http://kbphp.nationalhealth.or.th/bitstream/handle/123456789/7477/20160525-Suphanburi-Waste%20Management.pdf?sequence=1)

[Suphanburi-Waste%20Management.pdf?sequence=1](http://kbphp.nationalhealth.or.th/bitstream/handle/123456789/7477/20160525-Suphanburi-Waste%20Management.pdf?sequence=1)

แนวคิดการบริหารจัดการขยะ (ต้นทาง กลางทาง ปลายทาง)

1) ต้นทาง (ลดขยะทุกชนิด) เช่น ขยะทั่วไป ขยะรีไซเคิล ขยะติดเชื้อ ขยะอันตราย

ให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง หน่วยงานด้านสาธารณสุข ผู้นำชุมชน เครือข่ายองค์กรชุมชน เครือข่ายอาสาสมัครพิทักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหมู่บ้าน ร่วมกันจัดทำแผนจัดการขยะชุมชน เพื่อสร้างจิตสำนึก สร้างกระแส และส่งเสริมสนับสนุนให้เกิดการคัดแยกขยะ การจัดเก็บขยะอย่างเป็นระบบในชุมชน และขยายเครือข่ายปฏิบัติการจัดการขยะแบบมีส่วนร่วมให้เกิดเต็มทุกพื้นที่

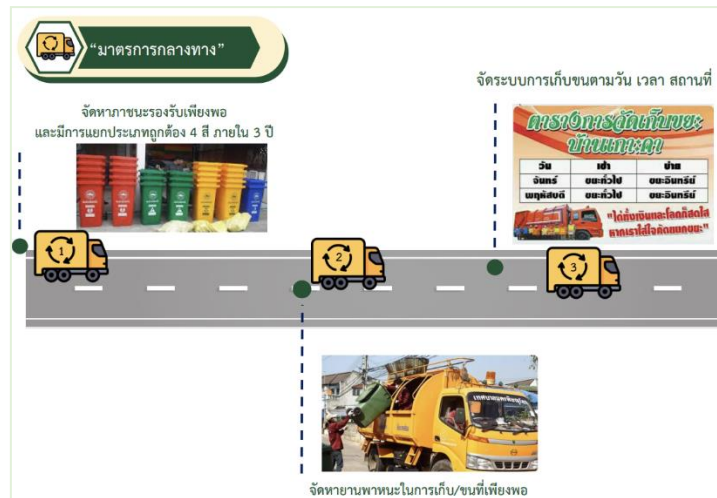


ภาพ 1 การลดปริมาณขยะ ณ ต้นทาง ตั้งแต่แหล่งกำเนิดด้วยหลัก 3R

ที่มา: http://km.moi.go.th/Cops/CoPs_11/6.cop250263/11.pdf

2) กลางทาง

ให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจัดทำข้อมูลสถิติปริมาณขยะในพื้นที่ เพื่อเป็นการบริหารจัดการขยะที่มีประสิทธิภาพทุกพื้นที่ ต้องจัดเก็บขยะในพื้นที่ให้ครอบคลุมทั่วทุกพื้นที่ที่ได้รับผิดชอบ โดยใช้อุปกรณ์และยานพาหนะที่เหมาะสม และดูแลระบบขนส่งไม่ให้ก่อผลกระทบต่อประชาชน ทั้งนี้ ต้องคำนึงถึงข้อปฏิบัติตามกฎหมายกระทรวงและข้อตกลงโดยเคร่งครัด



ภาพ 2 มาตรการการบริหารจัดการขยะกลางทาง

ที่มา: http://km.moi.go.th/Cops/CoPs_11/6.cop250263/11.pdf

3) ปลายทาง (เพียงพอ)

- ให้ท้องถิ่น จังหวัดฯ สนับสนุนให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีการรวมกลุ่มกำจัดขยะ และจัดให้มีสถานที่กำจัดขยะที่ถูกหลักสุขาภิบาล อย่างเพียงพอ
- ให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นแกนนำด้านการบริหารจัดการขยะอันตรายตามพระราชบัญญัติ โดยมีหน่วยงานสาธารณสุขในพื้นที่ร่วมสนับสนุนด้านวิชาการ ประสานจัดหาหน่วยงานเอกชน
- ให้มีกลไกในระดับจังหวัด โดยมีผู้ว่าราชการจังหวัดเป็นผู้คอยกำกับดูแลทุกหน่วยงาน โดยเฉพาะหน่วยงานในระดับท้องถิ่น และหน่วยงานรัฐทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในประเด็น ต้องมีความตื่นตัว และสั่งการอย่างบูรณาการกับภาคเอกชน บนพื้นฐานข้อมูลที่ต้องการ



ภาพ 3 มาตรการการบริหารจัดการขยะปลายทาง

ที่มา: http://km.moi.go.th/Cops/CoPs_11/6.cop250263/11.pdf

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการเกิดขยะมูลฝอย

กรมควบคุมมลพิษ ได้ศึกษาพบว่า ปริมาณและลักษณะของมูลฝอยที่เกิดจากการดำรงชีวิตขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้

- 1) ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์
- 2) ฤดูกาล
- 3) รายได้
- 4) โครงสร้างทางครอบครัว
- 5) อุปนิสัยของการซื้อสินค้า
- 6) พฤติกรรมในการบริโภคอาหาร
- 7) รูปแบบของการดำรงชีวิต
- 8) ทักษะคติในการดำรงชีวิต
- 9) กฎหมายข้อบังคับ

เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย

เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยที่ใช้ในกลุ่มพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระบบใหญ่ คือ ระบบการบำบัดขยะโดยวิธีทางกลและชีวภาพ (MBT, Mechanical and Biological Waste Treatment) 4 แห่ง ระบบการเผาในเตาเผา (Incinerator) 12 แห่ง ระบบฝังกลบอย่างถูกสุขอนามัย (Sanitary Landfill) 5 แห่งการกำจัดขยะมูลฝอยในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างส่วนใหญ่จะใช้

วิธี การฝังกลบแบบเทกองควบคุม (Controlled dump) ขนาดไม่เกิน 50 ตัน/วัน และการเทกอง (Open dump) ข้อมูลจาก รายงานสถานการณ์สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2563 กรมควบคุมมลพิษ

การทำปุ๋ยหมัก (Composting)(อาณัติ ต๊ะปิ่นตา, 2553)

การทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอย หมายถึง การย่อยสลายขยะเศษอาหารด้วยกระบวนการทางธรรมชาติของจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์จะเปลี่ยนสภาพสารอินทรีย์ในขยะให้เป็นสารที่มีประโยชน์ในการบำรุงดิน มีลักษณะคงรูป สีค่อนข้างดำ มีความชื้นเล็กน้อยและไม่มีกลิ่นเหม็น เรียกสารชนิดนี้ว่า วัสดุปรับปรุงดิน (humus-like material) โดยขยะที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมักจะเป็นขยะเศษอาหาร เศษผักและผลไม้ที่เหลือทิ้ง

1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการหมักทำปุ๋ย

การนำขยะเศษอาหารมาหมักทำปุ๋ยเป็นกระบวนการย่อยสลายทางธรรมชาติ จะต้องคำนึงถึงการทำงานของจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลาย ซึ่งถ้าจุลินทรีย์ดำรงชีวิตอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมจะทำให้จะทำให้การหมักทำปุ๋ยดำเนินการไปได้ด้วยดี แต่ถ้าสภาวะการณต่างๆ ไม่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะส่งผลต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ในขยะ สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการหมักทำปุ๋ยมีดังต่อไปนี้คือ

1.1 ชนิดของมูลฝอย (type of waste) ขยะที่นำมาหมักทำปุ๋ยควรมีที่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติอยู่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนักแห้งขึ้นไป

ขยะสีน้ำตาล (มีสารคาร์บอนมากส่วน ใหญ่เป็นขยะแห้ง)	ขยะสีเขียว (มีสารไนโตรเจนมากส่วน ใหญ่เป็นขยะเปียก)	ขยะที่ไม่ควรนำมาหมัก
1. หญ้าแห้ง	1. หญ้าและใบไม้สด	1. กระจูด
2. ฟางข้าว	2. เศษอาหาร	2. น้ำมันปรุงอาหาร
3. กิ่งไม้และเศษไม้	3. ผักและเปลือกผลไม้	3. ผลิตภัณฑ์อาหารนม
4. ใบไม้	4. กุ้งาและกากกาแฟ	4. พืชหรือต้นไม้ที่เป็นโรค และปนเปื้อนสารพิษ
5. กระจาดและกล่อง กระจาด	5. เปลือกไข่	5. มูลสุนัขและแมว
6. ขี้เลื่อย	6. ดอกหญ้า	6. กระจาดอาบมัน
7. เปลือกไม้	7. ต้นหญ้า	7. วัชพืชที่มีเมล็ด

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2553

1.2 ปริมาณความชื้น (moisture content) ความชื้นที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่างร้อยละ 50-60 จะทำให้จุลินทรีย์สามารถทำงานได้ดี ถ้ามีความชื้นสูงเกินไปจะทำให้สัดส่วนของออกซิเจนที่มีอยู่ตามช่องว่างระหว่างอนุภาคของขยะต่ำลง เนื่องจากถูกแทนที่ด้วยความชื้นจนทำให้เกิดสภาวะการย่อยสลายแบบไร้อากาศ (anaerobic condition) รวมทั้งทำให้อุณหภูมิภายในกองหมักลดต่ำลง ซึ่งสภาวะนี้จะไม่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ แต่ถ้าปริมาณความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 50 จะทำให้ปฏิกิริยาการย่อยสลายเกิดช้าลง จึงจำเป็นต้องเติมน้ำลงไปในการหมักทำปุ๋ย เพื่อปรับระดับความชื้นให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม

1.3 ขนาดของขยะมูลฝอย (particle size) ขนาดที่เหมาะสมในการนำขยะมาทำอาหารหมักปุ๋ยควรอยู่ระหว่าง 2.5-7.5 เซนติเมตร เพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวให้กองขยะได้สัมผัสกับอากาศมากขึ้นโดยจะเป็นผลดีต่อการเกิดปฏิกิริยาย่อยสลายของจุลินทรีย์ ถ้าอนุภาคของขยะมีขนาดเล็กเกินไปจะทำให้เกิดการอัดแน่นและทำให้อากาศไม่สามารถถ่ายเทได้กระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์จะเกิดช้าลง

1.4 อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะส่งผลให้อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ในกองขยะสูงขึ้น แต่ถ้าสูงมากเกินไปจะไปยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ได้ ดังนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมจึงควรอยู่ในช่วงระหว่าง 15-40 องศาเซลเซียส หรือไม่ควรสูงเกิน 60 องศาเซลเซียสซึ่งการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างกระบวนการหมักจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปฏิกิริยา

การย่อยสลายของจุลินทรีย์ โดยในช่วง 5 วันแรกของการหมักทำปุ๋ย อุณหภูมิในกองหมักจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์อย่างมาก ปฏิบัติการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์จะมีการปลดปล่อยความร้อนออกมาจึงทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น หลังจากนั้นปฏิบัติการย่อยสลายจะเริ่มคงที่และลดลง ส่งผลให้ระดับอุณหภูมิลดลงด้วย

1.5 อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) มีความสำคัญต่อการหมักทำปุ๋ย เนื่องจากไนโตรเจนที่ผลต่อการสร้างเซลล์ใหม่ของจุลินทรีย์ ถ้าอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงเกินไปแสดงว่ามีปริมาณไนโตรเจนน้อยและจุลินทรีย์ก็จะเพิ่มจำนวนน้อยลงด้วยเพราะต้องอาศัยไนโตรเจนในการเจริญเติบโต แต่ถ้าอัตราส่วนต่ำเกินไปแสดงว่ามีปริมาณไนโตรเจนมากขึ้น จะทำให้อากาศแอมโมเนียแพร่กระจายออกสู่บรรยากาศมาก โดยปกติอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วงระหว่าง 20:1 ถึง 40:1 ซึ่งถ้าหากมีอัตราส่วนสูงหรือต่ำกว่านี้จำเป็นต้องทำการปรับสภาพของขยะให้มีอัตราส่วนดังกล่าวก่อนนำไปหมักทำเป็นปุ๋ย

1.6 ปริมาณของออกซิเจน (oxygen) ออกซิเจนเป็นก๊าซที่สำคัญต่อการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในสภาพที่ใช้อากาศ (aerobic condition) ดังนั้นถ้ากองขยะอยู่ในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนน้อยเกินไปจะทำให้การย่อยสลายเปลี่ยนเป็นแบบไร้อากาศซึ่งส่งผลให้กระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้นในอัตราที่ช้าลงและยังมีกลิ่นเหม็นจากก๊าซอื่นๆ ด้วย เช่น ก๊าซไข่เน่าที่เกิดจากการย่อยสลายในสภาพไร้อากาศ วิธีการแก้ไขคือ การพลิกกลับกองบ่อยๆ เพื่อให้มีการหมุนเวียนของอากาศภายในกองหมักได้ดี และเป็นการรักษาสถานะของการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็นแบบใช้อากาศตลอดจนสิ้นสุดกระบวนการหมักทำปุ๋ย

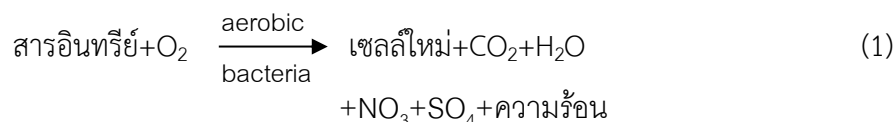
1.7 ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ภายในกองหมักขยะ ซึ่งค่า pH ที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 6-8 โดยในช่วงเริ่มต้นของกระบวนการย่อยสลายจะพบว่าค่า pH อาจลดลงเหลือประมาณ 5 เนื่องจากมีกรดอินทรีย์ (organic acid) บางชนิดเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ จากนั้นค่า pH จึงจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น

2. การย่อยสลายของสารอินทรีย์ในปุ๋ยหมัก

กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในกองขยะในช่วงของการหมักทำปุ๋ยจะมีทั้งสภาพที่ใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีความแตกต่างกันในหลายๆ ด้าน ทั้งในเรื่องชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลาย ระยะเวลาในการย่อยสลาย ปัจจัยต่างๆ ที่เหมาะสมกับการย่อยสลายรวมทั้งผลผลิตหรือสิ่งที่เกิดขึ้นภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการย่อยสลาย โดยรายละเอียดของแต่ละกระบวนการมีดังนี้

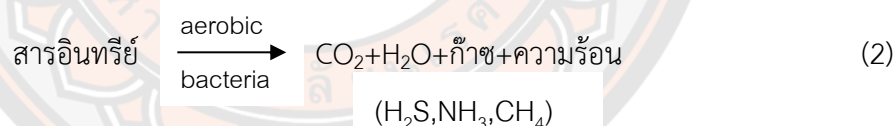
2.1 การย่อยสลายแบบใช้อากาศ (aerobic decomposition) เป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์ชนิดที่ใช้อากาศหรือใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นแร่

ธาตุโดยไม่เกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นและได้ผลผลิตเป็นวัสดุปรับปรุงดินซึ่งมีองค์ประกอบของไนเตรต (NO_3) และซัลเฟต (SO_4) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังแสดงในสมการ



จากสมการข้างต้นแสดงให้เห็นว่า มีเซลล์ใหม่ของจุลินทรีย์เกิดขึ้นในกระบวนการย่อยสลายด้วย ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะไปทดแทนจุลินทรีย์เดิมที่ตายลง และทำให้กระบวนการย่อยสลายดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง โดยจุลินทรีย์จะมีจำนวนมากในช่วงเริ่มต้นทำให้เกิดปฏิกิริยาย่อยสลายอย่างรวดเร็ว และในช่วงท้ายของการย่อยสลายจุลินทรีย์อาจลดปริมาณลง เนื่องจากมีสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายลดลง ซึ่งกระบวนการทั้งหมดนี้จะใช้เวลาประมาณ 30 วัน หรือ 1 เดือน

2.2 การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic Decomposition) เป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ใช้ออกซิเจนหรือออกซิเจนในการดำรงชีพ ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นแร่ธาตุ แต่กระบวนการนี้จะก่อให้เกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็น ได้แก่ ก๊าซไข่เน่า และก๊าซแอมโมเนีย และได้ผลผลิตที่เป็นวัสดุปรับปรุงดินที่มีคุณภาพต่ำ เนื่องจากมีองค์ประกอบของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ของพืชเหลืออยู่น้อยและใช้เวลาในการย่อยสลายสารอินทรีย์นานกว่าการหมักแบบใช้ออกซิเจนมาก แต่วิธีนี้จะมีก๊าซมีเทน (CH_4) เกิดขึ้นในกระบวนการหมักซึ่งก๊าซชนิดนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นแหล่งพลังงานในกิจกรรมต่างๆ ได้ ดังแสดงในสมการ



จากสมการข้างต้นการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยไม่ใช้ออกซิเจนทำให้เกิดก๊าซซึ่งเมื่อรวมตัวกันจะส่งกลิ่นเหม็นรุนแรง ดังนั้นจึงไม่นิยมใช้วิธีนี้ในการหมักทำปุ๋ย เพราะนอกจากปัญหากลิ่นเหม็นที่รุนแรงแล้วยังใช้เวลาในการย่อยสลายนานกว่าการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน โดยจะใช้ระยะเวลาทั้งสิ้นตั้งแต่ 2 เดือน ถึง 1 ปี

3. Bulking Agent

Bulking Agent คือ วัสดุที่เติมลงไปเพื่อปรับโครงสร้างทางกายภาพโดยเพิ่มช่องว่างให้กับวัสดุหมัก ช่วยระบายอากาศภายในกองหมัก และปรับองค์ประกอบทางเคมีภายในกองหมักให้เหมาะสมต่อการทำปุ๋ยหมัก โดยวัสดุนี้จะทำหน้าที่เป็น organic amendment ซึ่ง Bulking Agent จะมีแบบที่เป็นทั้งขยะเศษอาหารและอินทรีย์ โดยจะช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่ย่อยสลายได้ง่ายให้กับส่วนผสมของวัสดุหมัก ในการทำปุ๋ยหมัก โดยทั่วไปมักนิยมนำเอาขยะจากการเกษตร อดุสาหกรรม และขยะชุมชนมาเป็น Bulking Agent เช่น ขี้เลื่อย ชานอ้อย ชังข้าวโพด เป็นต้น ซึ่ง

วัสดุเหล่านี้จะมีปริมาณของคาร์บอนสูง การนำวัสดุทั้งสองประเภทนี้มาหมักรวมกันจะสามารถลดข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำปุ๋ยหมักลงได้ ส่วนการทำหน้าที่เป็น organic amendment จะช่วยเพิ่มปริมาณสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ภายในกองหมักและจะทำให้เกิดการย่อยสลายได้ดีขึ้น

โดยทั่วไปส่วนใหญ่ใน Bulking Agent จะมีปริมาณของ cellulose และ lignin สูง ซึ่งจะช่วยให้วัสดุหมักจะถูกย่อยสลายไปอย่างช้าๆ โดยจุลินทรีย์ที่มีกิจกรรมในการย่อยสลายสารเหล่านี้ เช่น แอคติโนมัยซีส และเชื้อราบางชนิด สารเหล่านี้จะถูกเปลี่ยนรูปไปให้สารที่สามารถรวมตัวกับโปรตีนและสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ ส่งผลทำให้ให้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสซัลเฟอร์ และสารอาหารอื่นๆ เปลี่ยนสภาพไปอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้โดยตรง

Cellulose เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำและเป็น homopolymer มีปริมาณ 40-50% ของน้ำหนักแห้งของไม้ จะเสื่อมสภาพได้ง่ายด้วยความร้อนแสง และการผุพังด้วยเชื้อรา ถ้าหากนำวัสดุหมักนี้มาเป็น Bulking agent และมี cellulose อยู่สูง กองหมักจะถูกย่อยสลายได้ง่ายกว่า Lignin ที่เป็นสารประกอบที่มีความอยู่ตัวสูง พบมากในบริเวณที่เป็นส่วนเชื่อมต่อระหว่างเส้นใย ทำหน้าที่ในการยึดเส้นใยให้ติดกันจึงทำให้ย่อยสลายได้ยาก โดยปริมาณของ lignin ที่ต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของไม่ว่าเป็น softwood หรือ hardwood ซึ่งส่วนใหญ่จะมีอยู่ในช่วง 20-30% (ซินจิต กิ่งนรา, 2543) ซึ่งในการศึกษาการใช้ขี้เลื่อยเป็น Bulking agent ที่ผ่านมาพบว่าการหมักมีปริมาณของสารประกอบที่ละลายน้ำได้และทำให้ cellulose ลดลงแต่ปริมาณ lignin ไม่เปลี่ยนแปลง โดย cellulose บางตัวจะถูกย่อยสลาย ในขณะที่ lignin ไม่ถูกย่อยสลายเลยและพบว่าในไนโตรเจนในขี้เลื่อยที่ผ่านการหมักและใน lignin เหลืออยู่แสดงว่าขยะสดเป็นแหล่งของไนโตรเจนและจุลินทรีย์ที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์ในขยะสด ซึ่งจะอยู่ในรูปที่ย่อยสลายได้ง่ายกว่าก่อนที่จะมีการย่อยสลายขี้เลื่อยซึ่งย่อยสลายได้ยากกว่า แต่ในขี้เลื่อยมีคาร์บอนที่ผ่านการหมักเล็กน้อย ซึ่งแสดงว่าจุลินทรีย์ได้ใช้คาร์บอนในรูปที่ย่อยสลายได้ง่ายในขี้เลื่อย จึงทำให้ cellulose ในขี้เลื่อยที่ผ่านการหมักลดลง (Horisawa, S, et al., 1993)

ไส้เดือนดิน(Horisawa,S, et al., 1993)

การจำแนกไส้เดือนดินไส้เดือนดินจัดอยู่ในอาณาจักรสัตว์ (Animalia) ไฟลัมแอนนิลิดา (Phylum: Annelida) ชั้นโอลิโกซีตา (Class:Oligochaeta) ตระกูลโฮพิสโพรรา (Order: Opisthopora) สำหรับวงศ์ (Family) ของไส้เดือนดินนั้น มีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้จัดจำแนกไส้เดือนดินออกเป็นวงศ์ที่แตกต่างกัน 21 วงศ์ (Renolds and Cook, 1993) และมีมากกว่า 8,000 สายพันธุ์ (Species) (Edwards, 2004)

1. ลักษณะทั่วไปของไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่พบได้ทั่วไปในดิน กองปุ๋ยหมัก ริมรั้วระบานน้ำใต้กองมูลสัตว์ ใต้ขอนไม้ และในบริเวณต่างๆ ที่มีแหล่งอาหารและความชื้นเพียงพอต่อการดำรงชีวิต ไส้เดือนดินแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ไส้เดือนดินสีแดง และไส้เดือนดินสีเทาไส้เดือนดินสีแดง มีขนาดลำตัวเล็ก มีสีแดงอาศัยอยู่บริเวณผิวดินที่มีอาหารและความชื้นสูงตลอดปี กินอาหารเก่งและออกลูกมากเหมาะสำหรับใช้ย่อยสลายขยะเศษอาหาร ไส้เดือนดินสีเทา อาศัยอยู่ในดิน ชุดรูอยู่ กินอาหารน้อยและออกลูกน้อย นอกจากนี้สามารถแบ่งไส้เดือนดินโดยอาศัยพื้นฐานด้านความแตกต่างของที่อยู่อาศัย นิสัยการกินอาหาร และระดับความลึกของชั้นดินในแนวตั้ง ได้เป็น 3 กลุ่มย่อย ดังต่อไปนี้

1.1 กลุ่มไส้เดือนดินผิวดิน (Epigeic) เป็นไส้เดือนดินที่เลือดมีรงควัตถุ (ไส้เดือนดินสีแดง) ลำตัวขนาดเล็กยาว 2-5 นิ้ว อาศัยบริเวณผิวดินที่มีอินทรีย์วัตถุมาก ความชื้นสูงตลอดปี ไม่มีการขุดรู กินอาหารเก่ง และแพร่พันธุ์ได้มาก เป็นกลุ่มไส้เดือนดินที่ใช้ย่อยสลายขยะเศษอาหารในการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน ได้แก่พันธุ์ซีต้าแร่ พบอาศัยใต้กองมูลวัวนม และในบริเวณพื้นที่ซีกล่างที่มีเศษอาหารในบ้านเรือน

1.2 กลุ่มไส้เดือนดินในดิน (Endogeic) เป็นไส้เดือนดินที่เลือดไม่มีรงควัตถุ (ไส้เดือนดินสีเทา) มีขนาดลำตัวใหญ่กว่าไส้เดือนดินในกลุ่มผิวดิน อาศัยอยู่ในดินทั่วไป หรือกองปุ๋ยหมัก มีการขุดรูในแนวระนาบผิวดินไม่ลึกมาก กินอินทรีย์วัตถุและดินเป็นอาหาร มีอัตราการแพร่พันธุ์น้อยกว่าไส้เดือนดินในกลุ่มผิวดิน และมีการพักตัวในช่วงหน้าแล้ง ไส้เดือนดินกลุ่มนี้ไม่เหมาะต่อการใช้ย่อยสลายขยะเศษอาหาร

1.3 กลุ่มไส้เดือนดินในดินลึก (Anecic) เป็นไส้เดือนดินที่เลือดไม่มีรงควัตถุ (ไส้เดือนดินสีเทา) เป็นไส้เดือนดินที่มีลำตัวขนาดใหญ่และบางชนิดยาวมาก ไส้เดือนดินยักษ์ในประเทศออสเตรเลีย ยาวมากกว่า 2 เมตร ขุดรูถาวรในแนวตั้งลึกลงไปดินชั้นแร่ ตอนกลางคืนจะขึ้นมาที่ผิวดินและลากอาหารลงไปในรู แพร่พันธุ์ได้น้อยมาก เจริญเต็มวัยช้า มีอายุหลายปี และมีการพักตัวในช่วงหน้าแล้ง ไม่เหมาะต่อการใช้ย่อยสลายขยะเศษอาหาร

ซึ่งนอกจากกลุ่มไส้เดือนดินที่ได้จัดจำแนกดังกล่าว ยังมีไส้เดือนดินบางชนิดที่อาศัยอยู่ในที่พิเศษอื่นๆ ซึ่งพบได้น้อยในดินหรือในขยะหรือในสภาพแวดล้อมทั่วไป เช่น ไส้เดือนดินพวกที่อาศัยอยู่ใต้เปลือกไม้ ท่อนซุงที่เน่าเปื่อย ในรากพืช หรือใต้พืชจำพวกมอส และซอกใบไม้ของต้นไม้ในป่าเขตร้อนที่ยังไม่ได้จำแนก

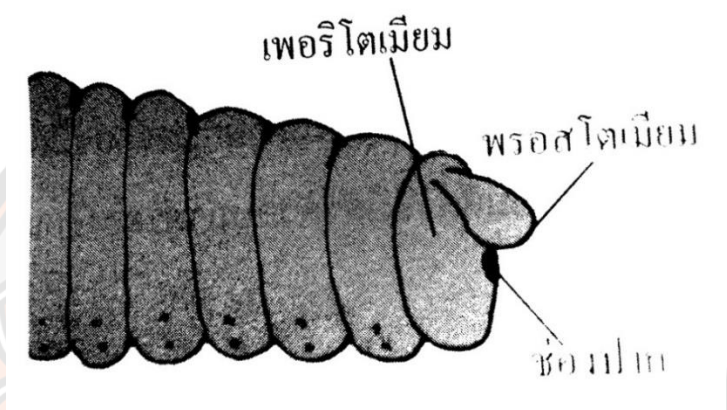
2. ลักษณะภายนอกของไส้เดือน

ลักษณะภายนอกที่เด่นชัดของไส้เดือนดินคือการที่มีลำตัวเป็น ปล้องตั้งแต่ส่วนหัวจนถึงส่วนท้าย มีรูปร่างเป็นรูปทรงกระบอก มีความยาว ในแต่ละชนิดไม่เท่ากัน เมื่อโตเต็มที่จะมีปล้อง

ประมาณ 120 ปล้อง แต่ละปล้องจะมีเตี้ยเล็กๆ เรียงอยู่โดยรอบปล้อง ไม่มีส่วนหัวที่ชัดเจน ไม่มีตา มีโคลเทลลัม ซึ่งจะเห็นได้ชัด ในระยะสืบพันธุ์ และยังประกอบด้วยอวัยวะต่างๆที่สำคัญ ดังนี้

2.1 พรอสโตเมียม (Prostomium) มีลักษณะเป็นพู่เนื้อที่ยึดติดได้ติดอยู่กับผิวด้านบนของ ช่องปาก เป็นตำแหน่งหน้าสุดของไส้เดือนดิน ทำหน้าที่คล้ายริมฝีปาก ไม่ถือว่าเป็นปล้อง มีหน้าที่สำหรับกวาดอาหารเข้าปาก

2.2 เพอริสโตเมียม (Peristomium) ส่วนนี้นับเป็นปล้องแรกของไส้เดือนดินมีลักษณะเป็นเนื้อบางๆ อยู่รอบช่องปากและยึดติดได้



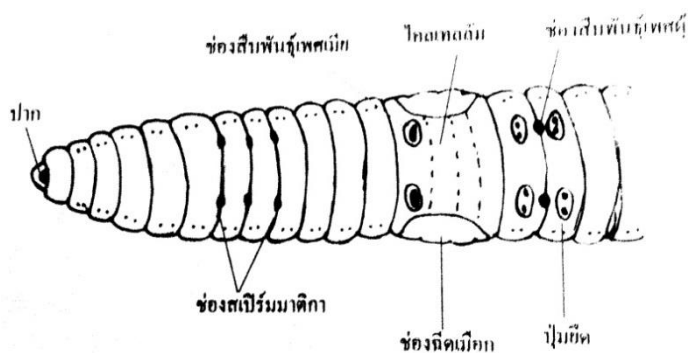
ภาพ 4 แสดงลักษณะอวัยวะพรอสโตเมียม เพอริสโตเมียม และช่องปาก ของไส้เดือน

ที่มา: อานัฐ ตันโซ, 2543

2.3 ช่องปาก อยู่ในปล้องที่ 1-3 เป็นช่องทางเข้าออกของอาหารเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งจะมีต่อมน้ำลายอยู่ในเยื่อช่องปาก

2.4 เต็มหรือขน (Setae) จะมีลักษณะ เป็นขนแข็งสั้น ซึ่งเป็นสารพวกไคติน ที่งอกออกมาบริเวณผนังชั้นนอก สามารถยึดหรือขยายได้ เต็มนี้มีหน้าที่ ในการช่วยเรื่องการยึดเกาะ และเคลื่อนที่ของไส้เดือนดิน

2.5 ช่องเปิดกลางหลัง (Dorsal pore) เป็นช่องเปิดขนาดเล็กตั้งอยู่ในร่อง ระหว่างปล้อง บริเวณแนวกลางหลังสามารถพบช่องเปิดชนิดนี้ได้ในไส้เดือนดินเกือบทุกชนิด ยกเว้นไส้เดือนจำพวกที่อาศัยอยู่ในน้ำหรือกึ่งน้ำ ในร่องระหว่างปล้องแรกๆ บริเวณส่วนหัวจะไม่ค่อยพบช่องเปิดด้านหลัง ช่องเปิดดังกล่าวจะเชื่อมต่อกับช่องภายในลำตัวและของเหลวในช่องลำตัว มีหน้าที่ขับของเหลวหรือเมือกภายในลำตัวออกมาช่วยลำตัวภายนอกชุ่มชื้น ป้องกันการระคายเคือง ทำให้เคลื่อนไหวย่าง



ภาพ 5 แสดงลักษณะภายนอกของไส้เดือน

ที่มา: อานัฐ ตันโช, 2543

2.6 รูขับถ่ายของเสีย (Nephridiopore) เป็นรูที่มีขนาดเล็กมาก สังเกตเห็นได้ยาก เป็นรูสำหรับขับของเสียออกจากร่างกาย เป็นรูเปิดภายนอก ซึ่งมีอยู่เกือบทุกปล้อง ยกเว้น 3-4 ปล้องแรก

2.7 ช่องสืบพันธุ์เพศผู้ (Male pore) เป็นช่องสำหรับปล่อยสเปิร์ม จะมีอยู่ 1 คู่ ตั้งอยู่บริเวณลำตัวด้านท้องหรือข้างท้อง ในแต่ละสายพันธุ์ช่องสืบพันธุ์อยู่ในปล้องที่ไม่เหมือนกัน มีลักษณะเป็นแฉ่งคล้ายหลอดเล็กยาวเข้าไปภายใน

2.8 ช่องสืบพันธุ์เพศเมีย (Female pore) เป็นช่องสำหรับออกไข่ โดยทั่วไปมักตั้งอยู่ในปล้องถัดจากปล้องที่มีรังไข่ (ovary) มักจะพบเพียง 1 คู่ ตั้งอยู่ในร่องระหว่างปล้องหรือบนปล้อง ตำแหน่งที่ตั้งมักจะแตกต่างกันในไส้เดือนแต่ละพันธุ์

2.9 ช่องเปิดสเปิร์มมาติกา (Spermathecal pore) เป็นช่องรับสเปิร์มจากไส้เดือนดินคู่ผสมอีกตัวหนึ่งขณะ มีการผสมพันธุ์แลกเปลี่ยนสเปิร์มซึ่งกันและกัน เมื่อรับสเปิร์มแล้วจะนำไปเก็บไว้ในถุงเก็บสเปิร์ม (Seminal receptacle)

2.10 ปุ่มยัดสืบพันธุ์ (Genital papilla) เป็นอวัยวะที่ช่วยในการยึดเกาะขณะที่ไส้เดือนดินจับคู่ผสมพันธุ์กัน

2.11 ไคลเทลลัม (Clitellum) เป็นอวัยวะที่ใช้ในการสร้างไข่ขาวหุ้มไข่ และสร้างเมือกโคขุน ไคลเทลลัมจะพบในไส้เดือนดินที่โตเต็มวัยพร้อมที่ผสมพันธุ์แล้วเท่านั้น โดยจะตั้งอยู่บริเวณปล้องด้านหน้าใกล้กับส่วนหัว ครอบคลุมปล้องตั้งแต่ 2-5 ปล้อง

2.12 ทวารหนัก (Anus) เป็นรูเปิดที่ค่อนข้างแคบเปิดออกในปล้องสุดท้าย ซึ่งใช้สำหรับขับกากอาหารที่ผ่านการย่อยและดูดซึมแล้วออกนอกลำตัว

3. ลักษณะภายในไส้เดือน

3.1 ผนังร่างกายของไส้เดือนดิน ประกอบด้วย ชั้นนอกสุดคือ คิวติเคิล และถัดลงมาคือ ชั้นอีพิตีเดอริส ชั้นเนื้อเยื่อประสาท ชั้นกล้ามเนื้อตามขวางและชั้นกล้ามเนื้อตามยาวและถัดจากชั้นกล้ามเนื้อตาม ยาวจะเป็นเนื้อเยื่อเพอริโตเนียม ซึ่งเป็นเยื่อบุที่กั้นผนังร่างกายจากช่องภายในลำตัว

3.1.1 ชั้นคิวติเคิล (Cuticle) เป็นชั้นที่บางที่สุด เป็นชั้นที่ไม่มีเซลล์ ไม่มีสี และโปร่งใส ประกอบด้วยคิวติเคิล 2 ชั้น หรือมากกว่า แต่ละชั้นประกอบด้วยเส้นใย โปรตีนคอลลาจีเนียส ที่สานเข้าด้วยกันและมีชั้นของ โฮโมจีเนียส จำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีโพลีแซคคาไรด์ และมีเจลลาติน เล็กน้อย ในชั้นคิวติเคิลจะมีบริเวณที่บางที่สุด คือ บริเวณที่มีอวัยวะรับความรู้สึก ซึ่งบริเวณนี้จะมีรอยบุ๋มของรูขนขนาดเล็กมากมายและมีขนละเอียดออกมาจากรูตึง กล่าว เป็นเซลล์รับความรู้สึก

3.1.2 ชั้นอีพิตีเดอริส (Epidermis) คือเซลล์ชั้นเดียวที่เกิดจากเซลล์หลายชนิดที่แตกต่างกันรวมเข้า ด้วยกัน ซึ่งประกอบด้วย เซลล์ค้ำจุนที่มีรูปร่างเป็นแท่ง และเซลล์ต่อม โดยเซลล์ค้ำจุนเป็นเซลล์โครงสร้างหลักของชั้นอีพิตีเดอริส ที่มีรูปร่าง เป็นแท่งเซลล์แท่งดังกล่าว นอกจากเป็นเซลล์โครงสร้างค้ำจุนแล้วยังเป็นเซลล์ที่สร้างสารคิวติเคิลให้กับ ชั้นคิวติเคิลด้วย สำหรับเซลล์ต่อม จะมีอยู่ 2 แบบ คือเซลล์เมือก (Goblet cell) และเซลล์ต่อมไข่ขาว (Albumen cell) โดยเซลล์ขั้วเมือกเหล่านี้จะขั้วเมือกผ่านไปยังผิวคิวติเคิล เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำระเหยออกจากตัว ทำให้ลำตัวชุ่มชื้นและเคลื่อนไหวในดินได้สะดวกและทำให้ออกซิเจนละลายใน บริเวณผนังลำตัวได้ และยังมีกลุ่มเซลล์รับความรู้สึกรวมกันเป็นกลุ่มแทรกตัวอยู่ระหว่างเซลล์ค้ำ จุน ซึ่งจะทำหน้าที่ตอบสนองต่อการกระตุ้นของการสัมผัสสิ่งต่างๆ

3.1.3 ชั้นกล้ามเนื้อเส้นรอบวง (Circular muscle) เป็นชั้นกล้ามเนื้อที่ถัดจากชั้นอีพิตีเดอริส ประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อที่ขยายรอบๆ ลำตัวของไส้เดือนดิน ยกเว้นบริเวณตำแหน่งร่องระหว่างปล้องจะไม่มีเส้นใยกล้ามเนื้อนี้อยู่ เส้นใยกล้ามเนื้อตามเส้นรอบวงจะมีการจัดเรียงเส้นใยเป็นเป็นระเบียบกลายเป็น กลุ่มเส้นใย โดยเส้นใยแต่ละกลุ่มจะถูกล้อมรอบด้วยแผ่นเนื้อเยื่อเชื่อมต่อรวมกลุ่มเส้นใย แต่ละกลุ่มเข้าด้วยกันเป็นมัดกล้ามเนื้อ

3.1.4 ชั้นกล้ามเนื้อตามยาว (Longitudinal muscle) อยู่ใต้ชั้นกล้ามเนื้อตามขวาง มีความหนาแน่นมากกว่ากล้ามเนื้อเส้นรอบวง โดยกล้ามเนื้อชั้นนี้จะเรียงตัวเป็นกลุ่มลักษณะคล้ายปล้อง รอบลำตัวและยาวต่อเนื่องตลอดลำตัว

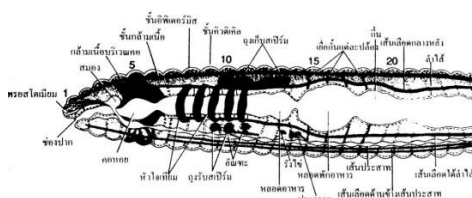
3.2. ระบบย่อยอาหาร ทางเดินอาหารของไส้เดือนดิน มีรูปร่างเป็นหลอดตรงธรรมดา ที่เชื่อมต่อจากปากในช่องแรกยาวไปจนถึงทวาร ซึ่งประกอบด้วยอวัยวะดังนี้

3.2.1 ปาก (Mouth) อยู่ใต้ริมฝีปากบน เป็นทางเข้าของอาหาร นำไปสู่ช่องปากซึ่งจะเป็นบริเวณที่มีต่อมน้ำลายผลิตสารหล่อ ลื่นอาหารที่กินเข้าไป ช่องปากจะอยู่ในปล้องที่ 1-3

3.2.2 คอหอย (Pharynx) เป็นกล้ามเนื้อที่หนา และมีต่อมขับเมือก ตั้งอยู่ระหว่างปล้องที่ 3 ถึงปล้องที่ 6 ไส้เดือนดินใช้คอหอยในการดูดอาหารต่างๆ เข้าปากโดยการหดตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะทำให้เกิดแรงดึงดูดให้อนุภาคอาหารภายนอกผ่านเข้าไปในปาก

3.2.3 หลอดอาหาร (Esophagus) อยู่ระหว่างปล้องที่ 6 ถึงปล้องที่ 14 มีต่อมแคลซิเฟอร์รัส ช่วยดึงไอออน ของ แคลเซียมจากดินที่ปนมากับอาหารจำนวนมากนำเข้าสู่ทางเดินอาหาร เพื่อไม่ให้แคลเซียมในเลือดมากเกินไป เฉพาะพวกที่กินอาหารที่มีดินปนเข้าไปมากๆ เท่านั้น จึงจะมีต่อมแคลซิเฟอร์รัส ต่อจากหลอดอาหารจะพองโตออกเป็นหลอดพักอาหาร มีลักษณะเป็นถุงผนังบางๆ และ กั้น ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่แข็งแรง และ ทำหน้าที่บดอาหารให้ละเอียดเพื่อส่งต่อไปยังลำไส้

3.2.4 ลำไส้ (Intestine) มีลักษณะเป็นท่อตรงที่เริ่มจากปล้องที่ 14 ไปถึงทวารหนัก ผนังลำไส้ของไส้เดือนดินค่อนข้างบางและผนังลำไส้ด้านบนจะพับเข้าไปข้างใน ช่องทางเดินอาหารเรียกว่า Typhlosole ทำให้มีพื้นที่ในการย่อยและดูดซึมอาหารได้มากขึ้น โดย สำหรับไส้เดือนน้ำจืดไม่มี Typhlosole ผนังลำไส้ประกอบด้วยชั้นต่างๆ คือเยื่อบุช่องท้อง วิสเซอร์อล อยู่ชั้นนอกสุดของลำไส้ ติดกับช่องลำตัว เซลล์บางเซลล์บนเยื่อนี้จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์พิเศษ เรียกว่า เซลล์คลอราโกเจน ทำหน้าที่คล้ายตับของสัตว์ชั้นสูง คือสังเคราะห์และสะสมสารไกลโคเจน ไขมัน โดยเซลล์ไขมันในเนื้อเยื่อคลอราโกเจนที่มีขนาดโตเต็มที่ จะหลุดออกมาอยู่ใน ช่องลำตัวเรียกว่า Eleocytes ซึ่งจะกระจายไปยัง อวัยวะต่างๆ และยังมีหน้าที่รวบรวมของเสียจากเลือดและของเหลวในช่องลำตัวโดย เป็นตัวดึงกรดอะมิโน ออกจากโปรตีน สกัดแอมโมเนีย ยูเรีย และสกัดสารซิลิกาออกจากอาหารที่กินเข้าไปแล้วขับถ่ายออกนอกร่างกายทางรูขับ ถ่ายของเสียหรือเนฟรีเดีย ถัดจากเยื่อบุช่องท้องวิสเซอร์อลจะเป็นชั้นของกล้ามเนื้อ โดยกล้ามเนื้อในลำไส้ของไส้เดือนดินประกอบด้วยกล้ามเนื้อ 2 ชั้น คือชั้นในเป็นกล้ามเนื้อเส้นรอบวงและชั้นนอกเป็นกล้ามเนื้อตามยาว ซึ่งสลับกันกับกล้ามเนื้อของผนังร่างกาย และชั้นในสุดของลำไส้จะเป็นเยื่อบุลำไส้ ซึ่งประกอบด้วย เซลล์รูปแท่งและเซลล์ต่อม ทำหน้าที่ผลิตน้ำย่อยชนิดต่างๆ



ภาพ 6 แสดงภาพตัดตามยาว ที่แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของไส้เดือนดิน

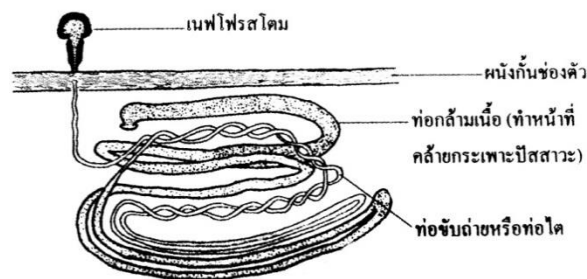
ที่มา: อานัฐ ตันโซ, 2543



ภาพ 7 แสดงภาพตัดตามขวาง ที่แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของไส้เดือนดิน

ที่มา: อานัฐ ตันโซ, 2543

3.3 ระบบขับถ่าย อวัยวะขับถ่ายของเสียหลักในไส้เดือนดินคือ เนฟริเดีย (Nephridia) ซึ่งเป็น อวัยวะที่ทำหน้าที่แยกของเสียต่างๆ ออกจากของเหลวในช่องลำตัวของไส้เดือนดิน แต่ละปล้อง ของไส้เดือนดินจะมี nephridia ที่เป็นท่อขดไปมาอยู่ปล้องละ 1 คู่ ทำหน้าที่รวบรวมของเหลวในช่องตัวจากปล้องที่อยู่ถัดไปทางด้านหน้าของลำตัว ของเหลวในช่องตัวจะเข้าทางปลายท่อ nephrostome ที่มีซิเลียอยู่โดยรอบแล้วไหลผ่านไปตามส่วนต่างๆ ของท่อ น้ำส่วนใหญ่พร้อมทั้งเกลือแร่บางชนิดที่ยังเป็นประโยชน์จะถูกดูดซึมกลับเข้า สู่วัสดุเสียด ส่วนของเสียพวกไนโตรเจนัสเบสจะถูกขับออกสู่ภายนอกทางช่อง nephridiopore ที่อยู่ทางด้านท้อง



ภาพ 8 แสดงรูปร่างของเนฟริเดีย

ที่มา: อานัฐ ตันโซ, 2543

3.4 ระบบหมุนเวียนเลือด เป็นระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดที่ยังไม่แบ่ง เส้นเลือดแดง และ เส้นเลือดดำ โดยไส้เดือนดินจะใช้เส้นเลือด (Vessel) ในการกระจายเลือดไปทั่วร่างกายโดยตรง ซึ่งในระบบการลำเลียงเลือดของไส้เดือนดิน ประกอบด้วยเส้นเลือดหลักอยู่ 3 เส้น คือเส้นเลือดกลาง หลัง เส้นเลือดใต้ลำไส้ และเส้นเลือดด้านท้องและด้านข้างของเส้นประสาท โดยเส้นเลือดทั้ง 3 จะทอดตัวไปตลอดความยาวของลำตัว นอกจากนี้จะมีเส้น เลือดด้านข้าง ซึ่งเป็นเส้นเลือดเชื่อมระหว่าง เลือดกลางหลังกับเส้นเลือดใต้ลำไส้ในช่วง 13 ปล้องแรก เป็นเส้นเลือดขนาดใหญ่บีบหดตัวได้ดีมาก เรียกว่าหัวใจเทียม (Pseudoheart) น้ำเลือด จะมีฮีโมโกลบินละลายอยู่หรืออาจไม่มีก็ได้

3.5 ระบบการแลกเปลี่ยนก๊าซ ไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ในดินไม่มีอวัยวะ พิเศษที่ใช้ในการหายใจ แต่จะมีการแลกเปลี่ยนก๊าซผ่านทางผิวหนังโดยไส้เดือนดินจะขับเมือกและของเหลว ที่ออกมาจากรูขับถ่ายของเสียเพื่อเป็นตัวทำละลายออกซิเจนจากอากาศแล้วซึม ผ่านผิวหนังเข้าไปใน หลอดเลือดแล้ว ละลายอยู่ใน น้ำเลือดต่อไป

3.6 ระบบประสาท ประกอบสมองที่มีลักษณะเป็นสองพู เพราะเกิดจากปมประสาท ด้านหน้าหลอดอาหารมาเชื่อมรวมกันอยู่เหนือหลอดอาหาร ปมประสาทสมอง 1 คู่ อยู่เหนือคอหอย ปล้องที่ 3 เส้นประสาทรอบคอหอย 2 เส้น อ้อมรอบคอหอยข้างละเส้น เส้นประสาทใหญ่ด้านท้องจะมี ปมประสาทที่ปล้องประจำอยู่ทุกปล้อง ไส้เดือนดินยัง ไม่มีอวัยวะรับความรู้สึกใดๆ มีเพียงเซลล์รับ ความรู้สึก (Sensory Cells) ที่กระจายอยู่บริเวณผิวหนัง โดยเซลล์รับความรู้สึกแต่ละเซลล์จะมีขนาดเล็กๆ ยื่นออกมาเพื่อรับความรู้สึกจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ซึ่งเซลล์รับความรู้สึกเหล่านี้เชื่อมต่อกับ ระบบประสาท นอกจากเซลล์รับความรู้สึกแล้ว ยังมีเซลล์รับแสง (Photoreceptor cells) ในชั้นของ เอพิเดอร์มิส โดยจะมีมากบริเวณริมฝีปากบน ปล้องส่วนหัวและส่วนท้ายของลำตัว มีหน้าที่รับ ความรู้สึกเกี่ยวกับแสงไปยังระบบประสาท ถ้ามีแสงสว่างมากเกินไปพวกมันจะเคลื่อนที่หนีเข้าไปอยู่ในที่มืด

3.7 ระบบสืบพันธุ์ ไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่มีทั้งรังไข่และอัณฑะ อยู่ในตัวเดียวกัน โดยทั่วไปจะไม่ผสมในตัวเองเนื่องจากตำแหน่งของอวัยวะสืบพันธุ์ทั้งสองเพศไม่สัมพันธ์กัน และมีการ สร้างเซลล์สืบพันธุ์ไม่พร้อมกัน ไส้เดือนดินจึงต้องมีการแลกเปลี่ยนสเปิร์มซึ่งกันและกัน

3.7.1 อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ ประกอบด้วย

- 1) อัณฑะลักษณะเป็นก้อนสีขาวขนาดเล็กยื่นออกมาจากผนัง
- 2) ปากกรวย รองรับสเปิร์ม เป็นช่องรับสเปิร์มจากอัณฑะ
- 3) ท่อนำ สเปิร์ม เป็นท่อรับสเปิร์มจากปากกรวยไป ยังช่องสืบพันธุ์
- 4) ต่อมพ羅斯เตท เป็นต่อมสีขาวขนาดใหญ่มีรูปร่าง เป็นก้อนแตกแขนง

คล้ายกิ่งไม้ 1 คู่ ทำหน้าที่สร้างของเหลวหล่อเลี้ยงสเปิร์ม

5) ช่องสืบพันธุ์เพศผู้ มี 2 คู่ อยู่ตรงด้านท้องปล้องที่ 18

6) ถุงเก็บสเปิร์ม มี 2 คู่ เป็นถุงขนาดใหญ่อยู่ในปล้องที่ 11 และ 12 ทำหน้าที่เก็บและพัฒนาสเปิร์มที่สร้างจากอณฑะ

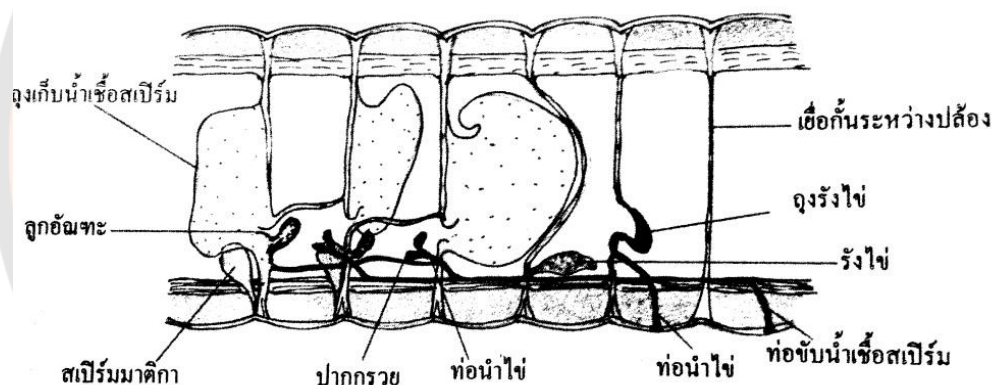
3.7.2 อวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย ประกอบด้วย

1) รังไข่ ทำหน้าที่สร้างไข่ 1 คู่ ติดอยู่กับเยื่อชั้นของปล้องที่ 12 และ 13 ใน Pheretima ไข่จะเรียงตัวกันเป็นแถวอยู่ในรูรังไข่

2) ปากกรวย รองรับไข่ ทำหน้าที่รองรับไข่ที่เจริญเต็มที่แล้วจากถุงไข่

3) ท่อนำไข่ เป็นท่อที่ต่อจากปากกรวยรองรับไข่ในปล้องที่ 13 เปิดออกไปยังรูตัวเมีย ตรงกึ่งกลางด้านท้องของปล้องที่ 14

4) สเปิร์มมาทิกา หรือ Seminal receptacles เป็นถุงเก็บสเปิร์มตัวอื่นที่ได้จากการจับคู่แลกเปลี่ยน เพื่อเก็บไว้ผสมกับไข่ มีอยู่ 3 คู่



ภาพ 9 แสดงอวัยวะสืบพันธุ์ของไส้เดือน

ที่มา: อานันท์ ตันโช, 2543

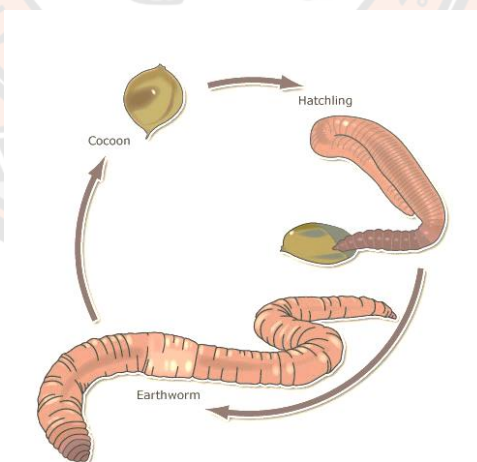
4. วงจรชีวิตของไส้เดือนดิน

วงจรชีวิตของไส้เดือนดินจะประกอบด้วย ระยะถุงไข่ (Cocoon) ระยะตัวอ่อน ระยะก่อนเต็มวัย และระยะตัวเต็มวัย (ไคเทลลัมเจริญเต็มที่) โดยทั่วไปไส้เดือนดินจะจับคู่ผสมพันธุ์กันบริเวณใต้ดิน แต่บางสายพันธุ์ก็จับคู่ผสมพันธุ์กันบริเวณผิวดินด้วย ลักษณะการผสมพันธุ์ของไส้เดือนดินจะมีลักษณะนำส่วนท้องที่เป็นส่วนของไคเทลลัมมาแนบติดกันและสลับหัวสลับหางกัน ซึ่งจะพบไส้เดือนดินจับคู่ผสมพันธุ์กันมากในช่วงที่เห็นไคเทลลัมชัดเจน ซึ่งเมื่อจับคู่ผสมพันธุ์กันแล้วไส้เดือนดินแต่ละตัวก็จะสร้างถุงหุ้มไข่ที่เรียกว่าโคคอน เคลื่อนผ่านไปบริเวณส่วนหัวรับไข่และสเปิร์มเข้าไปภายใน

ในและเคลื่อนออกมานอกลำตัวในบริเวณช่องสืบพันธุ์เพศเมีย ตัวอ่อนพัฒนาอยู่ภายในถุงและฟักเป็นตัวในเวลาต่อมา

ถุงไข่ของไส้เดือนดินนั้นมีหลายขนาดและมีรูปร่างที่แตกต่างกันออกไปคือ แบบหัวแหลมท้ายแหลม แบบรูปทรงกลม และรูปทรงรี ถุงไส้เดือนมีขนาดใหญ่ที่สุดคือ มากกว่า 7.5-20 มิลลิเมตร และเล็กสุดมีขนาดน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร

อิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อการสร้างถุงไข่ คือ อุณหภูมิ และความชื้น โดยในประเทศไทยอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเลี้ยงไส้เดือนสายพันธุ์ไทยคือ ประมาณ 15-25 องศาเซลเซียส ในฤดูฝนที่มีความชื้นสูงไส้เดือนจะสร้างถุงไข่ได้มากกว่าในช่วงฤดูร้อนหรือฤดูหนาว ในบริเวณที่มีความชื้นมากไส้เดือนดินจะสร้างถุงไข่และวางถุงไข่ไว้บริเวณใกล้กับผิวดินและในบริเวณ ที่แห้งแล้งไส้เดือนดินจะวางถุงไข่ในชั้นดินที่ลึกกว่า ไส้เดือนดินที่ฟักออกจากถุงไข่ใหม่ๆ จะมีลำตัวใสและเห็นเส้นเลือดในลำตัวชัดเจน แต่เมื่อเจริญเติบโตขึ้นลำตัวจะเริ่มเปลี่ยนสี ซึ่งในการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน จะไม่มีการเพิ่มจำนวนปล้องแต่จะขยายขนาดของปล้องให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จนกระทั่งโตเต็มวัยอวัยวะสืบพันธุ์ต่างๆ จะพัฒนาขึ้นจนเห็นเด่นชัด โดยเฉพาะไคลเทลลัม จะสามารถเห็นได้ชัดเจนขึ้นที่บริเวณส่วนหัว ระยะนี้ไส้เดือนดินก็จะมีการจับคู่ผสมพันธุ์และสร้างถุงไข่ได้ ภายหลังจากไส้เดือนดินเจริญเติบโตเต็มวัยแล้วจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ยาวนานหลายปีในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม



ภาพ 10 แสดงวงจรชีวิตของไส้เดือนดิน

ที่มา: <http://www.teara.govt.nz/en/diagram/15491/earthworm-life-cycle>

5. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อไส้เดือนดิน

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อไส้เดือนดิน ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่างการระบายอากาศและความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ชนิดและโครงสร้างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และแหล่งอาหาร ไส้เดือนมีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 70-80% ของน้ำหนักตัว และกิจกรรมต่างๆ ของไส้เดือนดินจะขึ้นอยู่กับความชื้นของดิน โดยความชื้นของดินมีอิทธิพลต่อจำนวนและน้ำหนักตัวของไส้เดือนดิน ซึ่งไส้เดือนดินแต่ละสายพันธุ์ก็จะเจริญได้ดีที่ระดับความชื้นที่แตกต่างกันไป แต่โดยมากจะชอบอาศัยอยู่ในดินที่มีความชื้นประมาณ 60-80% สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของไส้เดือนดินจะประมาณ 15-28 องศาเซลเซียส โดยไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ในเขตร้อนจะทนต่อช่วงที่สูงได้ดีกว่าไส้เดือนดินที่อาศัยอยู่ในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว

ไส้เดือนดินเกือบทุกชนิดจะชอบดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นกลาง (pH เท่ากับ 0.7) แต่ไส้เดือนดินสามารถอาศัยอยู่ในดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5-8 ได้ การใช้ปูนขาวเจือจางน้ำพ่นลงไป ในบ่อสามารถปรับค่าความเป็นกรด-ด่างที่สูงให้ต่ำลงได้

ชนิดและโครงสร้างของดินส่งผลต่อประชากรของไส้เดือนดินทางอ้อม โดยเนื้อดินที่เหนียวและแน่น หรือมีส่วนผสมของกรวดทรายอยู่มาก จะส่งผลให้ไส้เดือนดินเคลื่อนที่ได้ยากและมีแหล่งอาหารอยู่น้อย การระบายน้ำและอากาศไม่ดี ทำให้มีประชากรไส้เดือนดินอยู่น้อย นอกจากนี้ไส้เดือนดินสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในดินทั่วไปที่มีความเข้มข้นระหว่าง 0.01-11.5% แต่ดินที่มีปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่สูงก็ส่งผลเสียต่อไส้เดือนดินด้วยเช่นกัน

ในดินที่มีอินทรีย์วัตถุอยู่น้อยจะพบไส้เดือนดินอาศัยอยู่น้อย ในทางตรงกันข้ามบริเวณดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากก็จะพบไส้เดือนดินในปริมาณมาก ซึ่งปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เพิ่มขึ้นในดินจะส่งผลให้ดินมี โครงสร้างที่ดีขึ้นเหมาะต่อการอาศัยอยู่ของไส้เดือนดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุเหล่านี้ยังเป็นแหล่งอาหารของไส้เดือนดินอีกด้วย ซึ่งอาหารของไส้เดือนดิน จะประกอบด้วย ดิน เศษอินทรีย์วัตถุที่เน่าเปื่อย จุลินทรีย์ขนาดเล็ก รวมถึงกรวดทรายด้วยซึ่งไส้เดือนดินจะกินกรวดทรายเข้าไปเพื่อใช้ในการช่วยบดย่อยอาหาร (อานันท์ ต้นโซ, 2550)

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สามารถใจเตี้ย (2554) ศึกษาประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดินร่วมกับหัวเชื้อปุ๋ยหมัก โดยการนำขยะเศษอาหารที่คัดแยกจากครัวเรือนและพื้นที่การเกษตรมาใช้เพื่อผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima sp.* ร่วมกับหัวเชื้อปุ๋ยหมัก (พด.1) เพื่อช่วยในการเร่งปฏิบัติการหมัก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติเคมีและปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักที่ได้และทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักต่อการเจริญเติบโตของพืชในพื้นที่เกษตรกร จากผลการศึกษาพบว่า ลักษณะทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารพืชมีความแตกต่างกันตามชนิดของขยะชุมชนที่ใช้

ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตได้ต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้าในแปลงปลูก พบว่า มีความแตกต่างกัน โดยแปลงปลูกที่ใส่ปุ๋ยหมักที่ผลิตได้ผสมกับปุ๋ยหมักทางการค้ามีความสูงและจำนวนใบเฉลี่ยสูงสุด 15.05 เซนติเมตร และจำนวนใบเฉลี่ย 10.14 ใบหลังจากย้ายปลูกในแปลง 25 วัน

กิตติวิรุณพันธ์และคณะ (2010) ศึกษาศักยภาพของสายพันธุ์ไส้เดือนดินและวัสดุรองพื้นที่แตกต่างกันโดยวางแผนการทดลองแบบ 3×4 Factorial in RCBD ประกอบด้วย 12 ทริทเมนต์ๆละ 4 ซ้ำซึ่งแบ่งเป็น 2 ปัจจัยคือสายพันธุ์ไส้เดือนดิน 3 สายพันธุ์ *Pheretima peguana*, *Eudrilus eugeniae* และ *Perionyx excavatus* โดยมีวัสดุรองพื้น 4 ชนิดคือชนิดที่ 1 ขุยมะพร้าว: มูลโค (1:1) ชนิดที่ 2 คือใบต้นก้ามปู : ขุยมะพร้าว: มูลโค (0.5:0.5:1) ชนิดที่ 3 คือฟางข้าว: ขุยมะพร้าว: มูลโค (0.5:0.5:1) และชนิดที่ 4 คือเศษผัก: ขุยมะพร้าว: มูลโค (0.5:0.5:1) ทำการทดลองเป็นเวลา 12 สัปดาห์เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าการใช้ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Perionyx excavatus* ร่วมกับวัสดุรองพื้นชนิดที่ 3 และ 4 มีน้ำหนักรวมของไส้เดือนดินสูงกว่า ($p < 0.01$) การทดลองอื่นๆส่วนเปอร์เซ็นต์ของธาตุอาหารในวัสดุรองพื้น พบว่ามีความแตกต่างกัน ($p < 0.01$) โดยการใช้ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Perionyx excavatus* ร่วมกับวัสดุรองพื้นชนิดที่ 3 และ 4 ให้เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูงกว่าการทดลองอื่นๆและการใช้ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Perionyx excavatus* ร่วมกับวัสดุรองพื้นชนิดที่ 4 เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในวัสดุรองพื้นมีค่าสูงกว่าการทดลองอื่นๆและอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของการใช้ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Pheretima peguana* กับวัสดุรองพื้นชนิดที่ 4 มีค่าต่ำกว่าการทดลองอื่นๆจากการทดลองข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Perionyx excavatus* ที่เพาะเลี้ยงในวัสดุรองพื้นชนิดที่ 3 และ 4 มีความเหมาะสมสำหรับการเลี้ยงเพื่อขยายพันธุ์และใช้ย่อยสลายขยะเศษอาหาร

วิศรุต วิชัยวิทย์ และคณะ (2555) ศึกษาการเปรียบเทียบปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากไส้เดือนดินสายพันธุ์สีน้ำเงิน (*Perionyx excavatus*) ที่ได้จากการย่อยสลายขยะเศษอาหารประเภทต่างๆ ได้แก่ พืชใบ (ผักกาดแก้วผสมกับกะหล่ำปลี) เปลือกผลไม้ (เปลือกแตงโมผสมกับเปลือกมะละกอ) พืชหัว (แครอท) เศษอาหาร และขยะเศษอาหารผสม (ขยะเศษอาหารประเภทต่างๆ ข้างต้นมาผสมในอัตราส่วนเท่าๆ กัน) พบว่าปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายขยะเศษอาหารประเภทต่างๆ มีปริมาณของกรดฮิวมิก อินทรีย์คาร์บอน ธาตุอาหารหลักของพืชและกิจกรรมของเอนไซม์ที่แตกต่างกัน ซึ่งกรดฮิวมิกที่พบในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายพืชหัวมีปริมาณของกรดฮิวมิกมากที่สุดเท่ากับ 33.00 ± 8.20 กรัมต่อกิโลกรัม อินทรีย์คาร์บอนในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายขยะเศษอาหารผสมจะมีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 20.97 ± 1.14 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนและโพแทสเซียมทั้งหมดที่พบในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายขยะเศษอาหารประเภทพืชใบจะมีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 1.67 ± 0.05 เปอร์เซ็นต์ และ 0.75 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายพืชหัวจะมีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 0.80 ± 0.01

เปอร์เซ็นต์ สำหรับกิจกรรมของเอนไซม์ พบว่าเอนไซม์ฟอสฟาเตสที่พบในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายเศษอาหารมีปริมาณเอนไซม์ฟอสฟาเตสมากที่สุดเท่ากับ 109.41 ± 7.14 ไมโครกรัมต่อกรัม เอนไซม์ยูรีเอส และเอนไซม์ ไคตินเนสที่พบในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายพืชใบจะมีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 60.12 ± 4.76 ไมโครกรัมต่อกรัม และ 60.01 ± 8.31 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ เอนไซม์โปรตีเอสที่พบในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายพืชหัวมีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 107.22 ± 9.72 ไมโครกรัมต่อกรัม เอนไซม์ดีไฮโดรจีเนสที่พบในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายเปลือกผลไม้มีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 102.73 ± 5.12 ไมโครกรัมต่อกรัม

นภาพร พิหารรัตน์ (2548) ศึกษาการใช้ไส้เดือนสายพันธุ์ *Perionyx excavatus* หมักขยะเศษอาหารในตู้ลิ้นชักแบบ 4 ชั้น โดยผลการศึกษามีปริมาณไส้เดือนในการย่อยสลายขยะเศษอาหารโดยมีอัตราส่วนที่แตกต่างกัน คือ 25, 50, 100 และ 150 กรัม/กิโลกรัมขยะ พบว่าไส้เดือนปริมาณ 100 กรัม/กิโลกรัมขยะ มีการกระจายตัวจากชั้นบนสุดถึงชั้นล่างสุดดังนี้ 37.69, 37.59, 37.73 และ 37.63 กรัม/กิโลกรัมขยะ ไส้เดือนปริมาณ 150 กรัม/กิโลกรัมขยะ มีการกระจายตัวดังนี้ 43.80, 52.46, 47.61 และ 14.14 กรัม/กิโลกรัมขยะ ไส้เดือนปริมาณ 50 กรัม/กิโลกรัมขยะ มีการกระจายตัวอยู่เพียง 2 ชั้นล่างสุดและไส้เดือนปริมาณ 25 กรัม/กิโลกรัมขยะ มีการกระจายตัวอยู่เพียงชั้นล่างสุดอัตราการเจริญเติบโตของไส้เดือนเพิ่มขึ้นที่ปริมาณไส้เดือนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 15.4, 16.9, 20.7 และ 22.2 มิลลิกรัม/วัน ที่ปริมาณไส้เดือน 25, 50, 100 และ 150 กรัม/กิโลกรัมขยะ ตามลำดับ เมื่อนำไส้เดือนปริมาณ 150 กรัม/กิโลกรัมขยะ มาให้ขยะเศษอาหารสังเคราะห์แบบต่อเนื่อง พบว่าไส้เดือนเริ่มกระจายตัวในชั้นต่างๆ ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน และปริมาณของไส้เดือนจากลิ้นชักบนสุดจนถึงล่างสุดเท่ากับ 45.77, 42.55, 43.53 และ 42.09 กรัม ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 16.75 มิลลิกรัม/วัน ในชั้นดินที่มีไส้เดือนหมักขยะมีค่าไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงกว่าดินที่ไม่มีไส้เดือน

Paul, J. A., & Karmegam, N. (2011) ศึกษาการนำขยะมูลฝอยเทศบาลมาทำเป็นปุ๋ยหมักร่วมกับมูลวัวโดยใช้ *Perionyx ceylonensis* ในระยะเวลา 50 วันพบว่าที่อัตราส่วนของมูลวัวกับขยะ 10:1 มีอัตราการสลายขยะสูงสุดร้อยละ 55-78 โดยอัตราส่วน C / N ลดลง 41.8-17.6 และ 38.8-15.4 ในอัตราส่วนของมูลวัวกับขยะ 10:1 และ มูลวัวตามลำดับ โดยปุ๋ยหมักอัตราส่วนของมูลวัวกับขยะ 10:1 และปุ๋ยหมักมูลวัว มีค่าความแตกต่างนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และ NPK ของปุ๋ยหมักทั้งสองอันมีค่าความแตกต่าง ($p < 0.05$) ซึ่งมีอัตราการย่อยสลายเซลลูโลสและลิกนินร้อยละ 37 และ 12 ตามลำดับ ในอัตราส่วนของมูลวัวกับขยะ 10:1 ที่มีไส้เดือน เนื่องจากแบคทีเรียและเชื้อราในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจะมีสูงกว่าปุ๋ยหมักธรรมดา ซึ่งหลังจาก 50 วัน จำนวนของไส้เดือนเพิ่มขึ้นในปุ๋ยหมักที่ผสมระหว่างมูลวัวกับขยะ

Suthar, S. (2009) ศึกษาปุ๋ยหมักมูลฝอยจากตลาดผัก โดยใช้ไส้เดือน *Eisenia Fetida* เนื่องจากขยะมูลฝอยในตลาดผักในพื้นที่ชุมชนมีขยะที่เป็นเศษผักมากมายและได้สร้างปัญหาในการกำจัด การศึกษาครั้งนี้จึงนำเศษผัก ฟางข้าวสาลี มูลวัว และของเหลือจากก๊าซชีวภาพ มาทำเป็นปุ๋ยหมักไส้เดือนโดยใช้ไส้เดือน *Eisenia Fetida* โดยผสมวัสดุดังกล่าวในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ทำการทดลอง 15 สัปดาห์ พบว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในปุ๋ยหมักมีค่าลดลงร้อยละ 12.7-28 และมีปริมาณ C:N ร้อยละ 42.4-57.8 ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นร้อยละ 50.6-75.8 ฟอสฟอรัสมีค่าร้อยละ 42.5-110.4 และ โพแทสเซียมมีค่าร้อยละ 36.0-78.4 จากการนำของเหลือจากก๊าซชีวภาพกับเศษผักมาผสมกันในอัตราส่วน 1:2 พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงขึ้นประมาณ 31.3 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัส 8.7 กรัมต่อกิโลกรัม และ โพแทสเซียม 20.7 กรัมต่อกิโลกรัม ค่า C:N ของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนมีอัตราส่วนมากกว่าหรือเท่ากับ 1:20 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้และแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของปุ๋ยหมัก โดยปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนถือว่าเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการจัดการขยะจำพวกเศษผักที่สมบูรณ์ถ้าผสมด้วยวัสดุต่างๆ ในอัตราส่วนที่เหมาะสม

Suthar, S. (2006) ศึกษาศักยภาพของปุ๋ยหมักจากไส้เดือน *Perionyx excavatus* ในการย่อยสลายของเสียจากการเกษตร (เศษซากพืช ปุ๋ยจากฟาร์ม และมูลวัว) ในระยะเวลา 150 วัน โดยผสมพีชตกค้างและมูลวัวในอัตราส่วน 1:1 จากการทดลองพบว่าอินทรีย์คาร์บอนมีค่าลดลง 21-29% ขณะที่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้น 91-144% ฟอสฟอรัส 63-105% และโพแทสเซียม 45-90% ในช่วง 120 วัน น้ำหนักของไส้เดือนมีปริมาณสูงสุด 662.05 มิลลิกรัมต่อตัว อัตราการเจริญเติบโตสูงสุดมีค่าระหว่าง 3.79 ± 0.08 และ 2.35 ± 0.16 มิลลิกรัมต่อวัน และพบว่าที่ส่วนผสมพีชตกค้างและมูลวัวในอัตราส่วน 1:1 การตายของไส้เดือนมีค่าประมาณร้อยละ 0 แต่ที่ส่วนผสมข้าวฟ่าง ฟางข้าว ฟ่าง และปุ๋ยคอกแกละ ในอัตราส่วน 1:1:2 การตายของไส้เดือนมีค่าประมาณร้อยละ 21.7 ดังนั้นการย่อยสลายและผลผลิตที่ได้ของไส้เดือนมีความเกี่ยวข้องกับอัตราส่วนของเศษซากพืช ปุ๋ยจากฟาร์ม และมูลวัว โดยเฉพาะองค์ประกอบทางเคมีและชีวภาพ

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการศึกษาวิจัย

1. เพื่อศึกษาและการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาปริมาณขยะที่ผ่านกระบวนการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย
3. ศึกษาการนำรูปแบบการพัฒนาและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทยไปทดลองใช้

สถานที่ดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิจัย ทดลอง และวิเคราะห์ตัวอย่างที่โรงเรียนเขาทองพิทยาคม อำเภอ พยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์

1. ศึกษาและการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย
เพื่อศึกษาและการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทยอย่างละเอียดและจริงจัง มีขั้นตอนการศึกษาและทดลอง ดังนี้
 - 1.1 ศึกษาและการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืน ขั้นตอนดังนี้
 - 1.1.1 ศึกษาและพัฒนาเกณฑ์การคัดเลือกคณะกรรมการดำเนินงาน
 - 1.1.2 ศึกษาและพัฒนาวิธีการเพื่อใช้เป็นตัวเลือกแนวความคิดการปฏิบัติการ ขั้นตอนการวางแผนดำเนินงาน
 - 1.1.3 ศึกษาและพัฒนาวิธีการเพื่อใช้เป็นตัวเลือกแนวความคิดปฏิบัติการ ขั้นตอนการปฏิบัติ
 - 1.1.4 ศึกษาและพัฒนาวิธีการเพื่อใช้เป็นตัวเลือกแนวความคิดปฏิบัติการ ขั้นตอนการตรวจสอบ
 - 1.1.5 ศึกษาและพัฒนาวิธีการเพื่อใช้เป็นตัวเลือกแนวความคิดการปฏิบัติการ ขั้นตอนการดำเนินงานให้เหมาะสม

1.1.6 ทดลองดำเนินงานในโรงเรียน เพื่อศึกษาปริมาณขยะที่ผ่านกระบวนการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย

1.2 ศึกษาการนำรูปแบบการพัฒนาและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทยไปทดลองใช้เพื่อจัดทำรายละเอียดการนำรูปแบบการพัฒนาและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทยไปทดลองใช้ในโรงเรียนเขาทองพิทยาศึกษา มีขั้นตอนดังนี้

1.2.1 วางแผนการจัดการขยะ

1) คัดเลือกคณะกรรมการดำเนินงาน
2) ประชุมคัดเลือกแนวคิดปฏิบัติการตามขั้นตอนต่างๆของวงจรคุณภาพลงในตารางวงจรการบริหารงานคุณภาพ

- 3) ทดลองดำเนินงาน
- 4) ปรับปรุงและทดลองการดำเนินงาน
- 5) สรุปการดำเนินงาน เสนอกรรมการสถานศึกษา

1.2.2 การคัดแยกองค์ประกอบขยะภายในโรงเรียน เพื่อศึกษาองค์ประกอบของขยะ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

- 1) ระบุหน้าที่ผู้ดำเนินงาน
- 2) ประสานงานองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น
- 3) ดำเนินการคัดแยกขยะภายในโรงเรียน โดยบันทึกข้อมูลลงในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงรายละเอียดองค์ประกอบขยะ

ลำดับ	องค์ประกอบขยะ	สถานที่พบ	ครั้งที่สำรวจ
1			
2			
3			
n			

กลุ่มตัวอย่าง

เป็นเจ้าหน้าที่สำนักงาน ครูและบุคลากรทางการศึกษา และกลุ่มนักเรียนของโรงเรียนเขาทองพิทยาคม

กระบวนการทดลองกระบวนการ และกิจกรรม

เพื่อศึกษาและทดลองการดำเนินงานโดยแบ่งเป็น 3 กระบวนการ คือ กระบวนการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจและการสร้างวินัยในการจัดการขยะมูลฝอย, กระบวนการส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย และกระบวนการดำเนินกิจกรรมโดยใช้หลักการ 3R โดยมีรายละเอียดศึกษา ดังนี้

1) กระบวนการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจและการสร้างวินัยในการจัดการขยะมูลฝอย

- 1 พัฒนาครูหรือบุคลากรแกนนำให้มีความรู้ความเข้าใจในการดำเนินงาน
- 2 กระบวนการส่งเสริมวินัย ออกกฎระเบียบที่ช่วยในการจัดการขยะมูลฝอย
- 3 สร้างความรู้ ความเข้าใจให้กับผู้เรียน ครู และบุคลากรภายในโรงเรียน
- 4 สร้างจุดเรียนรู้ หรือแหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน
- 5 กำหนดประเด็นความสำเร็จ/ความล้มเหลวของกระบวนการ/กิจกรรม
- 6 บันทึกและการวิเคราะห์ข้อมูลลงในตารางที่ 4

2) กระบวนการส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย

- 1 การมีส่วนร่วมของผู้เรียนและบุคลากรภายในโรงเรียน
- 2 การมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่างๆ ภายนอกโรงเรียน
- 3 กำหนดประเด็นความสำเร็จ/ความล้มเหลวของกระบวนการ
- 4 บันทึกและการวิเคราะห์ข้อมูลลงในตารางที่ 4

3) กระบวนการดำเนินกิจกรรมโดยใช้หลักการ 3R

- 1 เลือกกิจกรรมเพื่อลดขยะที่ต้นทาง (Reduce)
- 2 เลือกกิจกรรมเพื่อลดขยะที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียน (Reuse, Recycle)
- 3 กำหนดประเด็นความสำเร็จ/ความล้มเหลวของกระบวนการ/กิจกรรม
- 4 บันทึกและการวิเคราะห์ข้อมูลลงในตารางที่ 4

ตาราง 4 แสดงรายละเอียดกิจกรรม

ลำดับ	กระบวนการ	กิจกรรม	% ผู้เข้าร่วม กิจกรรม
1			
2			
3			
n			

% ผู้เข้าร่วมกิจกรรมสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\% \text{ ผู้เข้าร่วมกิจกรรม} = \frac{H_w}{H_t} \times 100$$

เมื่อ H_w = ผู้ที่ทำกิจกรรมจริง

H_t = ผู้ที่ต้องทำกิจกรรมทั้งหมด

ประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณของขยะมูลฝอย เพื่อศึกษาปริมาณโดยมีรายละเอียดที่ศึกษา ดังนี้

- 1) ศึกษาปริมาณขยะก่อนที่จะผ่านวิธีการลดปริมาณขยะที่ต้นทาง และที่เกิดขึ้นในโรงเรียน บันทึกข้อมูลลงในตารางที่ 5
- 2) ศึกษาปริมาณขยะหลังที่ผ่านวิธีการลดปริมาณขยะที่ต้นทาง และที่เกิดขึ้นในโรงเรียน บันทึกข้อมูลลงในตาราง 5

ตาราง 5 แสดงรายละเอียดปริมาณขยะ

ลำดับ	องค์ประกอบขยะ	เดือน	สัปดาห์ (n)	สัปดาห์ (n)	สัปดาห์ (n)	สัปดาห์ (n)
1						
2						
3						
n						

ศึกษาปริมาณขยะที่ผ่านกระบวนการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทยนำข้อมูลที่บันทึกไว้ในตารางที่ 5 มาวิเคราะห์โดยใช้สมการดังนี้

1) สมการแสดงปริมาณขยะต่อสัปดาห์ในสัปดาห์ที่ n คือ Δ ปริมาณขยะสะสมสัปดาห์ $_n$
 $=$ ปริมาณขยะสัปดาห์ $_n -$ (ปริมาณขยะ 1R สัปดาห์ $_n +$ ปริมาณขยะ 2Re สัปดาห์ $_n$

2) สมการแสดงอัตราปริมาณขยะต่อวัน ในเดือนที่ n คือ
 อัตราปริมาณขยะวัน เดือนที่ $n = \Sigma(\Delta$ ปริมาณขยะสะสมสัปดาห์ $_n) /$ จำนวนวันที่สะสม

3) สมการแสดงปริมาณขยะเฉลี่ยต่อวัน ใน 1 ปี คือ
 ปริมาณขยะเฉลี่ยสะสมต่อวัน ปีที่ $n = \Sigma(\text{อัตราปริมาณขยะวัน}_{\text{เดือนที่ } n}) /$ จำนวนเดือนที่สะสม

4) บันทึกและการวิเคราะห์ข้อมูลลงในตารางที่ 6

ตาราง 6 แสดงรายละเอียดปริมาณขยะเฉลี่ย

ลำดับ	องค์ประกอบขยะ	เฉลี่ย/วัน/ สัปดาห์(kg)	เฉลี่ย/วัน/เดือน (kg)	เฉลี่ย/วัน/ปี(kg)
1				
2				
3				
n				

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย มีรายละเอียดผลการศึกษาดังนี้

ศึกษาและการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย

1. ผลการศึกษาและพัฒนารูปแบบกระบวนการบริหารจัดการขยะภายในโรงเรียนอย่างละเอียดและจริงจัง มีดังนี้

1.1 ศึกษาและการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืน มีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 ศึกษาและพัฒนาเกณฑ์การคัดเลือกคณะกรรมการดำเนินงานการคัดเลือกบุคลากรและระบุตำแหน่งที่จะร่วมกันดำเนินงานในฐานะคณะกรรมการบริหารจัดการขยะแบบมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน โดยคณะดำเนินงานจะต้องมีสมาชิกจำนวนอย่างน้อย 23 คน แต่ไม่เกิน 50 คน มีรายละเอียดดังนี้

1) คุณสมบัติคณะกรรมการบริหารจัดการขยะแบบมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน มาจาก 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

1 ตัวแทนผู้บริหาร จำนวนอย่างน้อย 1 คน โดยมีคุณสมบัติต้องเป็นผู้อำนวยการโรงเรียน รองผู้อำนวยการโรงเรียน หรือทั้ง 2 ตำแหน่ง

2 ตัวแทนครู จำนวนอย่างน้อย 10 คน โดยมีคุณสมบัติต้องเป็นครูประจำการ พนักงานราชการตำแหน่งผู้สอน ครูอัตราจ้าง ลูกจ้างประจำตำแหน่งปฏิบัติการสอน ลูกจ้างชั่วคราวตำแหน่งปฏิบัติการสอน

3 ตัวแทนนักเรียน จำนวนอย่างน้อย 10 คน โดยมีคุณสมบัติต้องเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในสถานศึกษาปีการศึกษาปัจจุบัน

4 ตัวแทนเครือข่าย จำนวนอย่างน้อย 2 คน โดยมีคุณสมบัติต้องเป็นคณะกรรมการเครือข่ายผู้ปกครอง ผู้ปกครองนักเรียนของนักเรียนในปีการศึกษาปัจจุบัน ผู้แทนองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น พระสงฆ์ ผู้นำศาสนา อาจารย์ซึ่งเป็นตัวแทนมหาวิทยาลัยต่างๆหรือคณะกรรมการสถานศึกษาของโรงเรียน

คณะดำเนินงานคณะกรรมการบริหารการจัดการขยะแบบมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน สามารถปรับจำนวนของตัวแทนทั้ง 4 ส่วนได้ตามความเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน

2) ตำแหน่งและหน้าที่คณะกรรมการบริหารการจัดการขยะแบบมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน

1 ประธานคณะดำเนินงาน ต้องเป็นผู้อำนวยการโรงเรียน มีหน้าที่ อำนวยการความสะดวก ดูแล ประสานงาน ให้คำปรึกษา แนะนำ สนับสนุน ติดตามประเมินผล

2 รองประธาน ต้องเป็นรองผู้อำนวยการโรงเรียน หรือตัวแทนครู มีหน้าที่ ดำเนินงานแทนประธาน หรืออำนวยการความสะดวก ดูแล ประสานงาน ให้คำปรึกษา แนะนำ สนับสนุน ติดตามประเมินผล

3 คณะกรรมการดำเนินงาน ต้องเป็นตัวแทนครู ตัวแทนนักเรียน และตัวแทนเครือข่าย มีหน้าที่ ดำเนินกิจกรรม ประชุมวางแผนการดำเนินงาน จัดทำร่างคำสั่งเสนอพิจารณาแต่งตั้ง จัดเตรียมเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง อำนวยการความสะดวกให้กับคณะทำงานทุกฝ่าย ปฏิบัติหน้าที่อื่นที่ได้รับมอบหมาย

4 คณะกรรมการฝ่ายสถานที่ ต้องเป็นตัวแทนครู ตัวแทนนักเรียน หรือตัวแทนเครือข่าย มีหน้าที่ จัดเตรียมสถานที่ ประชุมวางแผนการดำเนินงาน จัดทำร่างคำสั่งเสนอพิจารณาแต่งตั้ง จัดเตรียมเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ปฏิบัติหน้าที่อื่นที่ได้รับมอบหมาย

5 คณะกรรมการฝ่ายสอดส่องศึกษาและประชาสัมพันธ์ ต้องเป็นตัวแทนครู ตัวแทนนักเรียน มีหน้าที่ บันทึกภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว ประชาสัมพันธ์กิจกรรมต่างๆ ปฏิบัติหน้าที่อื่นที่ได้รับมอบหมาย

6 คณะกรรมการฝ่ายคัดแยกและเก็บข้อมูลขยะ ต้องเป็นตัวแทนครู ตัวแทนนักเรียน หรือตัวแทนเครือข่าย มีหน้าที่ คัดแยกองค์ประกอบขยะ บันทึกข้อมูล สถิติต่างๆ ของขยะปฏิบัติหน้าที่อื่นที่ได้รับมอบหมาย

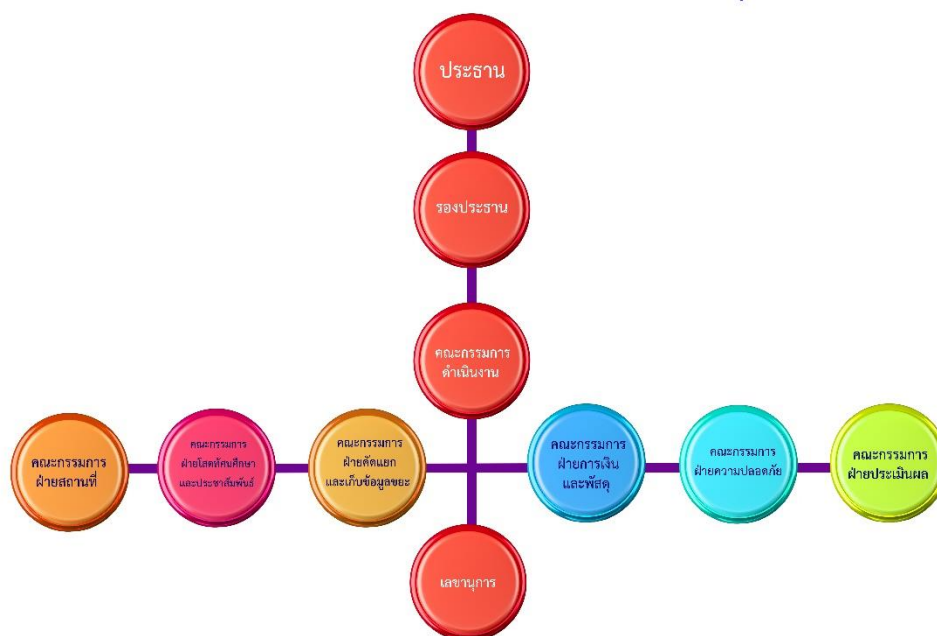
7 คณะกรรมการฝ่ายการเงินและพัสดุ ต้องเป็นตัวแทนครู มีหน้าที่ อำนวยการความสะดวกในการเบิกจ่าย งบประมาณในการจัดกิจกรรมดังกล่าวให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยถูกต้อง พร้อมทั้งสรุป และจัดทำรายรับ-รายจ่าย เสนอให้โรงเรียนทราบ ปฏิบัติหน้าที่อื่นที่ได้รับมอบหมาย

8 คณะกรรมการฝ่ายความปลอดภัย ต้องเป็นตัวแทนครู มีหน้าที่ ดูแลความเรียบร้อยในขณะจัดกิจกรรม จัดระเบียบ ประชุมวางแผนการดำเนินงาน ปฏิบัติหน้าที่อื่นที่ได้รับมอบหมาย

9 คณะกรรมการฝ่ายประเมินผล ต้องเป็นตัวแทนครู มีหน้าที่ จัดเตรียมแบบประเมินผลเพื่อประเมินผลการดำเนินงานจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง พร้อมทั้งรายงานผลการประเมินผลการดำเนินงาน ปฏิบัติหน้าที่อื่นที่ได้รับมอบหมาย

10 เลขานุการ ต้องเป็นหัวหน้าโครงการ มีหน้าที่ ประชุมวางแผนการดำเนินงาน จัดทำร่างคำสั่งเสนอพิจารณาแต่งตั้ง จัดเตรียมเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง อำนวยความสะดวกให้กับคณะทำงานทุกฝ่าย บันทึกการประชุม ปฏิบัติหน้าที่อื่นที่ได้รับมอบหมาย

โครงสร้างคณะกรรมการบริหารการจัดการขยะแบบมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน (PDCA)



ภาพ 11 โครงสร้างคณะกรรมการบริหารการจัดการขยะแบบมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน

ผลการศึกษาและพัฒนาวิธีการเพื่อใช้เป็นตัวเลือกแนวความคิดการปฏิบัติการ ขั้นตอนการวางแผนดำเนินงาน

การวางแผนดำเนินงาน ประกอบด้วยแนวความคิดการปฏิบัติ 3 ส่วน คือ กำหนดกรอบหัวข้อวิธีการเก็บข้อมูล และกำหนดทางเลือกการปรับปรุง ซึ่งมีรายละเอียดตัวเลือกดังนี้

1) กำหนดกรอบหัวข้อ ประกอบด้วยตัวเลือก

- ปัญหาปริมาณขยะ
- ปัญหากลิ่นขยะ
- ปัญหาน้ำชะขยะ

- ปัญหาสารพิษ
- ปัญหาโดนร้องเรียนด้านมลภาวะต่อชุมชนโดยรอบ
- ให้นักเรียนรู้คุณค่าและตระหนักถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง

สิ่งแวดล้อม

2) วิธีการเก็บข้อมูล

- แบบประเมิน
- ข้อมูลปริมาณขยะที่เปลี่ยนแปลงไป
- สังเกตและสัมภาษณ์

กระบวนการที่ต้องเก็บข้อมูลประกอบด้วย 3 กระบวนการ ดังนี้

1 ผลการศึกษากระบวนการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจและการสร้างวินัยในการจัดการขยะมูลฝอย ตัวอย่างตัวเลือกการจัดการกิจกรรม สามารถเลือกกิจกรรมได้มากกว่า 1 กิจกรรม ซึ่งประกอบด้วยตัวเลือกดังตารางที่ 8

ตาราง 7 แสดงรายละเอียดตัวเลือกวิธีการเก็บข้อมูลกระบวนการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจและการสร้างวินัยในการจัดการขยะมูลฝอย

หัวข้อดำเนินการ (ดำเนินการทุกหัวข้อ)					
1	การพัฒนาครูหรือบุคลากรแกนนำให้มีความรู้ความเข้าใจในการดำเนินงาน				
2	การส่งเสริมวินัยที่ช่วยในการจัดการขยะมูลฝอย				
3	สร้างความรู้ ความเข้าใจให้กับผู้เรียน ครู และบุคลากรภายในโรงเรียน				
ตัวเลือก					
ลำดับที่	กิจกรรม	ปัจจัยต่างๆที่ต้องใช้	ระยะเวลาเริ่ม-สิ้นสุด	บุคคลหรือทีมงานที่เกี่ยวข้อง	ตัวชี้วัดผล
1	ประชุมชี้แจง	- ห้องประชุม - งบประมาณ - อุปกรณ์โสต - เอกสาร - วิทยากร	1 วัน	คณะกรรมการของทุกภาคส่วน	% ผู้เข้าร่วมกิจกรรม
ตัวเลือก	กิจกรรม	ปัจจัยต่างๆที่	ระยะเวลา	บุคคลหรือ	ตัวชี้วัดผล

ลำดับที่		ต้องใช้	เริ่ม - สิ้นสุด	ทีมงานที่เกี่ยวข้อง	
2	อบรมเชิงปฏิบัติการ	- ห้องประชุม - งบประมาณ - อุปกรณ์โสตทัศนศึกษา - เอกสาร - วิทยากร - อาหาร - ชุดฝึก	1-2 วัน	คณะกรรมการ	% ผู้เข้าร่วมกิจกรรม
3	ศึกษาดูงาน	- สถานที่ใช้ศึกษาดูงาน - ผู้ประสาน - ยานพาหนะ - งบประมาณ	1-3 วัน	คณะกรรมการ	% ผู้เข้าร่วมกิจกรรม
4	ออกกฎระเบียบและทำมติเห็นชอบ	- ห้องประชุม - เอกสาร - วิทยากร	1-2 วัน	คณะกรรมการ	% ผู้เข้าร่วมกิจกรรม
5	สร้างจุดเรียนรู้	-สถานที่สร้าง	1 เดือน	คณะกรรมการ	% ผู้เข้าร่วมกิจกรรม

2. ผลการศึกษากระบวนการส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย ตัวอย่างตัวเลือกการจัดกิจกรรมสามารถเลือกกิจกรรมได้มากกว่า 1 กิจกรรม ซึ่งประกอบด้วยตัวเลือกดังตารางที่ 9

ตาราง 8 แสดงรายละเอียดตัวเลือกวิธีการเก็บข้อมูลกระบวนการส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย

หัวข้อดำเนินการ (ดำเนินการทุกหัวข้อ)					
1	การมีส่วนร่วมของผู้เรียนและบุคลากรภายในโรงเรียน				
2	การมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่างๆ ภายนอกโรงเรียน				
ตัวเลือก					
ลำดับที่	กิจกรรม	ปัจจัยต่างๆที่ต้องใช้	ระยะเวลาเริ่ม-สิ้นสุด	บุคคลหรือทีมงานที่เกี่ยวข้อง	ตัวชี้วัดผล
1	ครู เข้าร่วมกิจกรรม 3 R	- แกนนำ	ปีการศึกษา	คณะกรรมการ	% ผู้เข้าร่วมกิจกรรม
2	บุคลากรทางการศึกษา เข้าร่วมกิจกรรม 3 R	- แกนนำ	ปีการศึกษา	คณะกรรมการ	% ผู้เข้าร่วมกิจกรรม
3	นักเรียน เข้าร่วมกิจกรรม 3 R	- แกนนำ	ปีการศึกษา	คณะกรรมการ	% ผู้เข้าร่วมกิจกรรม
4	องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น เข้าร่วมกิจกรรม 3 R	- แกนนำ	ปีการศึกษา	คณะกรรมการ	% ผู้เข้าร่วมกิจกรรม
5	ชุมชน หรือผู้ปกครอง เข้าร่วมกิจกรรม 3 R	- แกนนำ	ปีการศึกษา	คณะกรรมการ	% ผู้เข้าร่วมกิจกรรม
6	พระ ผู้นำศาสนา เข้าร่วมกิจกรรม 3 R	- แกนนำ	ปีการศึกษา	คณะกรรมการ	% ผู้เข้าร่วมกิจกรรม

3. ผลการศึกษาการดำเนินกิจกรรมโรงเรียนปลอดขยะปลอดขยะโดยพัฒนาหลัก
กระบวนการ 3R ตัวอย่างตัวเลือกการจัดกิจกรรม สามารถเลือกกิจกรรมได้มากกว่า 1 กิจกรรม ซึ่ง
ประกอบด้วยตัวเลือกดังตารางที่ 10

ตาราง 9 แสดงรายละเอียดตัวเลือกวิธีการเก็บข้อมูลการดำเนินกิจกรรมโรงเรียนปลอดขยะปลอด
ขยะโดยพัฒนาหลักกระบวนการ 3R

หัวข้อดำเนินการ (ดำเนินการทุกหัวข้อ)					
1	พัฒนากระบวนการลดขยะที่ต้นทาง (Reduce)				
2	พัฒนากระบวนการจัดการขยะที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียน (Reuse, Recycle)				
ตัวเลือก					
ลำดับที่	กิจกรรม	ปัจจัยต่างๆที่ ต้องใช้	ระยะเวลา เริ่ม-สิ้นสุด	บุคคลหรือ ทีมงานที่ เกี่ยวข้อง	ตัวชี้วัดผล
วิธีการ Reduce					
1	เก็บเงินค่าอาหาร กลางวันเกินราคา	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
2	สอบถามนักเรียน ถึงปริมาณอาหารที่ ต้องการ	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
3	สังเกตว่าวัตถุดิบที่ นักเรียนไม่ทาน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
4	ออกกฎระเบียบ	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
5	สหกรณ์โรงเรียน จำหน่ายน้อยลง	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
6	สหกรณ์โรงเรียนงด จำหน่าย	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
7	เปลี่ยนวัสดุ	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ

8	ปรับปรุงตู้กดน้ำ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
9	ใช้ระบบเอกสาร อิเล็กทรอนิกส์	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
10	ใช้ถุงผ้าหรือตะกร้า หวาย	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
11	ใช้กล่องข้าวหรือ ปิ่นโต	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
12	ใช้แก้วน้ำส่วนตัว	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
13	ใช้ผ้าแทนกระดาษ	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
14	รับประทานอาหาร ที่โรงอาหาร	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
15	แยกประเภท กระดาษที่ใช้แล้ว	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
16	บริจาคสิ่งของที่ เลิกใช้แล้ว	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
วิธีการ Reuse					
1	ประกวดนวัตกรรม นำขยะกลับมาใช้ ซ้ำ	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
2	ใช้ถุงพลาสติกซ้ำ	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
3	ใช้ถ่านชาร์ต	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
4	ซ่อมแซมสิ่งของ	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
5	ใช้ของมือสอง	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ

6	กระดาษสองหน้า	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
วิธีการ Recycle					
1	ธนาคารขยะ	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
2	ขายให้สถานที่รับ ซื้อขยะโดยตรง	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ
3	แปรรูปขวด พลาสติก	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	บริบทของ โรงเรียน	ปริมาณขยะ

4 ออกแบบตารางการดำเนินงานและตารางวงจรการบริหารงาน

ตาราง 10 ตารางแสดงวงจรการบริหารงานคุณภาพ

ขั้นตอน	แนวคิดการปฏิบัติ
(ขั้นตอนการวางแผน)	กำหนดกรอบหัวข้อ วิธีการเก็บข้อมูล กำหนดทางเลือกการปรับปรุง
(ขั้นตอนการปฏิบัติ)	
(ขั้นตอนการตรวจสอบ)	
(การปรับปรุง)	

5 ทดลองดำเนินงานในโรงเรียน (โรงเรียนเขาทองพิทยาคม)

1.1.3 ศึกษาและพัฒนาวิธีการเพื่อใช้เป็นตัวเลือกเลือกแนวคิดปฏิบัติการ ขั้นตอนการปฏิบัติ

1.1.4 ศึกษาและพัฒนาวิธีการเพื่อใช้เป็นตัวเลือกแนวคิดปฏิบัติการ ขั้นตอนการตรวจสอบ

โดยให้คณะกรรมการดำเนินงานเป็นผู้ตรวจสอบการดำเนินกิจกรรมต่างๆ

1.1.5 ศึกษาและพัฒนาวิธีการเพื่อใช้เป็นตัวเลือกแนวคิดการปฏิบัติการ ขั้นตอนการดำเนินงานให้เหมาะสม

โดยให้สะท้อนปัญหาหรือความสำเร็จในการประชุมของคณะกรรมการดำเนินงาน

1.1.6 ทดลองดำเนินงานในโรงเรียนเพื่อศึกษาปริมาณขยะที่ผ่านกระบวนการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย

โดยทดลองดำเนินงานในโรงเรียนเขาทองพิทยาคม

ผลการศึกษานำรูปแบบการพัฒนากระบวนการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทยไปทดลองใช้

คณะกรรมการสถานศึกษาโรงเรียนเขาทองพิทยาคม พิจารณานุมัติโครงการให้สามารถดำเนินโครงการได้ โดยกำหนดเป็นโครงการต่อเนื่อง ชื่อโครงการ โรงเรียนปลอดขยะ(KTP Green School) ดังภาพที่ 16



ภาพ 12 ประชุมคณะกรรมการสถานศึกษาโรงเรียนเขาทองพิทยาคม

1. คัดแยกองค์ประกอบขยะภายในโรงเรียนเขาทองพิทยาคม โดยสถานักเรียนโรงเรียนเขาทองพิทยาคม

สถานักเรียนโรงเรียนเขาทองพิทยาคมปีการศึกษา 2549 เป็นชุดแรกในการดำเนินงานคัดแยกองค์ประกอบขยะ อย่างละเอียดและจริงจัง โดยบันทึกข้อมูลลงในตาราง 12 โดยมีองค์การบริหารส่วนตำบลเขาทองเป็นหน่วยงานช่วยสนับสนุนอุปกรณ์ บุคลากร เครื่องมือ ดังภาพที่ 17 และ 18



ภาพ 13 องค์การบริหารส่วนตำบลเขาทองเป็นหน่วยงานช่วยสนับสนุนและรับซื้อขยะ



ภาพ 14 คณะกรรมการสถานักเรียนโรงเรียนเขาทองพิทยาคมดำเนินการโครงการ

ตาราง 11 องค์ประกอบขยะโรงเรียนเขาทองพิทยาคม

ลำดับ	องค์ประกอบขยะ	สถานที่พบ
1	สารเน่าเปื่อยง่าย(เศษอาหาร และอื่นๆ)	โรงอาหาร
2	ใบไม้และเศษไม้	รอบๆสนาม
3	กล่องนม-โอวัลติน	สหกรณ์
4	ยาง	สหกรณ์
5	ผ้า	รอบๆอาคาร
6	ถุงพลาสติก	สหกรณ์
7	PETE ขวดน้ำ	รอบๆอาคาร
8	HDPE ขวดขาว	รอบๆอาคาร
9	PVC ฉนวนหุ้มสายไฟ	รอบๆอาคาร
10	LDPE ถุงใส่ของ	รอบๆอาคาร
11	PP ขวดยา	รอบๆอาคาร
12	PS ถ้วยมาม่า	รอบๆอาคาร
13	OTHER ปากกา	รอบๆอาคาร
14	โฟม (EPS)	สหกรณ์
15	กล่องกระดาษ	สหกรณ์
16	กระดาษ	รอบๆอาคาร
17	หนังสือ	รอบๆอาคาร
18	อื่นๆ (ไม่ระบุ)	รอบๆอาคาร
19	โลหะ	รอบๆอาคาร
20	แก้ว	รอบๆอาคาร
21	กระป๋อง	รอบๆอาคาร

จากตารางที่ 12 พบว่าเมื่อสภานักเรียนโรงเรียนเขาทองพิทยาคมปีการศึกษา 2549
ดำเนินการคัดแยกองค์ประกอบขยะได้รวม 21 ประเภท

2. วางแผนการจัดการขยะ

2.1 คัดเลือกบุคลากรที่จะร่วมกันดำเนินงานคณะกรรมการ ประกอบด้วยตัวแทนผู้บริหาร 1 คน (ผู้อำนวยการโรงเรียน) ตัวแทนครู 10 คน ตัวแทนนักเรียนทุกห้องเรียน 18 คน สภานักเรียนประจำปีการศึกษา 2559 10 คน ตัวแทนเครือข่ายผู้ปกครองนักเรียน 2 คน เจ้าอาวาสวัดเขาทอง 1 รูป บุคลากรขององค์การบริหารส่วนตำบลเขาทอง 2 คน กำนัน 1 คน ผู้ใหญ่บ้านของตำบลเขาทอง 12 คน



ภาพ 15 บุคลากรที่จะร่วมกันดำเนินงาน

2.2 ดำเนินงานวิเคราะห์วงจรการบริหารงานคุณภาพ ในตารางที่ 13

ตาราง 12 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลวงจรการบริหารงานคุณภาพโรงเรียนเขาทองพิทยาคม

ขั้นตอน	แนวคิดการปฏิบัติ
(ขั้นตอนการวางแผน)	<p>กำหนดกรอบหัวข้อ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ปัญหาปริมาณขยะ 2. ให้นักเรียนรู้คุณค่าและตระหนักถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม <p>วิธีการเก็บข้อมูล</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. แบบประเมิน 2. ข้อมูลปริมาณขยะที่เปลี่ยนแปลงไป 3. สังเกตและสัมภาษณ์ <p>กำหนดทางเลือกการปรับปรุง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. พัฒนาระบบการลดขยะที่ต้นทาง (Reduce) 2. พัฒนาระบบการจัดการขยะที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียน

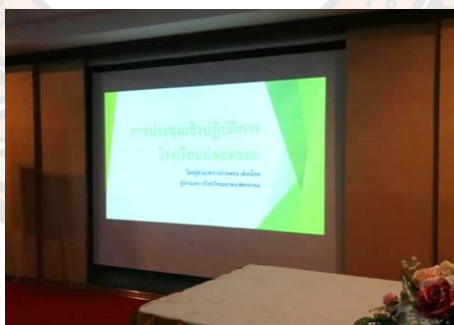
ขั้นตอน	แนวคิดการปฏิบัติ
	(Reuse,Recycle)
(ขั้นตอนการปฏิบัติ)	ดำเนินกิจกรรม
(ขั้นตอนการตรวจสอบ)	การประเมินผล
(การปรับปรุง)	เป็นไปตามแผนที่วางไว้ นำกระบวนการปฏิบัตินั้นมาจัดทำให้เป็นมาตรฐาน ไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ และพิจารณาแก้ไขต่อไป

กระบวนการทดลอง

กระบวนการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจและการสร้างวินัยในการจัดการขยะมูลฝอย, กระบวนส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย และการดำเนินกิจกรรมโรงเรียนปลอดขยะปลอดขยะ โดยพัฒนาหลักกระบวนการ 3R

1) กระบวนการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจและการสร้างวินัยในการจัดการขยะมูลฝอย

1.1 การพัฒนาครูหรือบุคลากรแกนนำให้มีความรู้ความเข้าใจในการดำเนินงาน ใช้กิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการ ผู้อบรมประกอบด้วยตัวแทนผู้บริหาร 1 คน (ผู้อำนวยการโรงเรียน) ตัวแทนครู 10 คน ตัวแทนนักเรียนทุกห้องเรียน 18 คน สถานักเรียนประจำปีการศึกษา 2559 10 คน ตัวแทนผู้ปกครองนักเรียน 2 คน เจ้าอาวาสวัดเขาทอง 1 รูป บุคลากรขององค์การบริหารส่วนตำบลเขาทอง 2 คน กำนัน 1 คน ผู้ใหญ่บ้านของตำบลเขาทอง 12 คน



ภาพ 16 การอบรมเชิงปฏิบัติการ

1.2 กระบวนการส่งเสริมวินัย ออกกฎระเบียบที่ช่วยในการจัดการขยะมูลฝอย ใช้โดยการจัดกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อร่วมกันแสดงความคิดเห็นและสรุปออกกฎระเบียบ ผู้อบรมประกอบด้วยกลุ่มเจ้าหน้าที่สำนักงาน จำนวน 4 คน กลุ่มครูและบุคลากรทางการศึกษา จำนวน 17 กลุ่มนักเรียน 297 คน

1.3 สร้างความรู้ ความเข้าใจให้กับผู้เรียน ครู และบุคลากรภายในโรงเรียน โดยการ จัดกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยผู้อบรมประกอบด้วยกลุ่มเจ้าหน้าที่สำนักงาน จำนวน 4 คน กลุ่ม ครูและบุคลากรทางการศึกษา จำนวน 17 กลุ่มนักเรียน 297 คน



ภาพ 17 การอบรมเชิงปฏิบัติการ

1.4 สร้างจุดเรียนรู้ หรือแหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน โดยการจัดตั้งจุดการเรียนรู้จำนวน 7 จุด ประกอบด้วย จุดการเรียนรู้การคัดแยกขยะ , จุดการเรียนรู้การใช้ใส่เต็อนย่อยขยะเศษอาหาร, จุดการเรียนรู้เสวียน การทำปุ๋ยหมัก ,จุดการเรียนรู้ 3R (1R+2Re), จุดการเรียนรู้ธนาคารขยะ, จุดการเรียนรู้การขนส่งขยะ และจุดการเรียนรู้โครงการโรงเรียนปลอดขยะ โดยมีผู้เข้าศึกษาแหล่งเรียนรู้ ประกอบด้วยกลุ่มเจ้าหน้าที่สำนักงาน จำนวน 4 คน กลุ่มครูและบุคลากรทางการศึกษา จำนวน 17 กลุ่มนักเรียน 297 คน



ภาพ 18 จุดเรียนรู้การคัดแยกขยะ

2) กระบวนส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย

2.1 การมีส่วนร่วมของผู้เรียนและบุคลากรภายในโรงเรียน โดยมีผู้เข้าร่วมกิจกรรม 1R 2Re ประกอบด้วยกลุ่มเจ้าหน้าที่สำนักงาน จำนวน 4 คน กลุ่มครูและบุคลากรทางการศึกษา จำนวน 17 กลุ่มนักเรียน 297 คน



ภาพ 19 เปิดกิจกรรมโครงการโรงเรียนปลอดภัย

2.2 การมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่างๆ ภายนอกโรงเรียน ประกอบด้วย ตัวแทนผู้ปกครองนักเรียน 2 คน เจ้าอาวาสวัดเขาทอง 1 รูป บุคลากรขององค์การบริหารส่วนตำบลเขาทอง 2 คน กำนัน 1 คน ผู้ใหญ่บ้านของตำบลเขาทอง 12 คน



ภาพ 20 การมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่างๆ ภายนอกโรงเรียน

3. การดำเนินกิจกรรมโรงเรียนปลอดขยะปลอดขยะโดยพัฒนาหลักกระบวนการ 3R

3.1 พัฒนาระบบการลดขยะที่ต้นทาง (Reduce) ประกอบด้วยแนวคิดมาจากการจัดทำนโยบายการจัดการองค์กร การวางแผนการจัดการขยะ นำมาสร้างเป็นกระบวนการหรือกิจกรรมในการจัดการขยะเพื่อลดปริมาณขยะ เปรียบเทียบประเด็นความสำเร็จ/ความล้มเหลวของการจัดการขยะต้นทางที่ผ่านมา จากปริมาณขยะที่เปลี่ยนแปลงไป และจำนวนผู้ที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม



ภาพ 21 ร้านผลไม้จำหน่ายผลไม้โดยเสียบไม้ขายไม้ใส่ถุง

3.2 พัฒนาระบบการจัดการขยะที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียน (Reuse, Recycle) ประกอบด้วยแนวคิดมาจากการวางแผนการจัดการเก็บขนขยะ ปริมาณการตกค้างของขยะที่แหล่งกำเนิด การประสานงานหน่วยงานอื่น นำสร้างกระบวนการหรือกิจกรรมในการจัดการขยะเพื่อลดปริมาณขยะเข้าระบบหมุนเวียนขยะ กิจกรรมอื่นๆ ที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการเก็บขนและขนส่งขยะ และเปรียบเทียบประเด็นความสำเร็จ/ความล้มเหลวของการจัดการขยะกลางทาง (ระบบการเก็บ-ขนส่ง) ที่ผ่านมา ของการจัดการขยะต้นทางที่ผ่านมา จากปริมาณขยะที่เปลี่ยนแปลงไป และจำนวนผู้ที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม



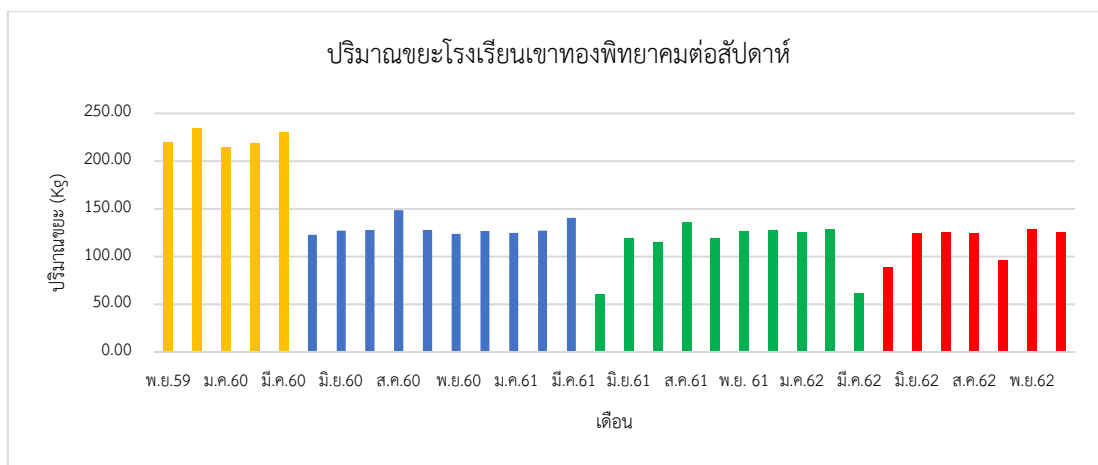
ภาพ 22 กิจกรรมวันสิ่งแวดล้อม



ภาพ 23 การทำสารปรับปรุงดิน(Compost)จากใบไม้ โดยผู้ว่าราชการจังหวัด

ศึกษาปริมาณขยะที่ผ่านกระบวนการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย

ผลศึกษาปริมาณขยะก่อน และหลังผ่านกระบวนการลดปริมาณขยะที่ต้นทาง และที่เกิดขึ้นในโรงเรียน มีข้อมูลดังนี้



ภาพ 24 ปริมาณขยะโรงเรียนเขาทองพิทยาคม

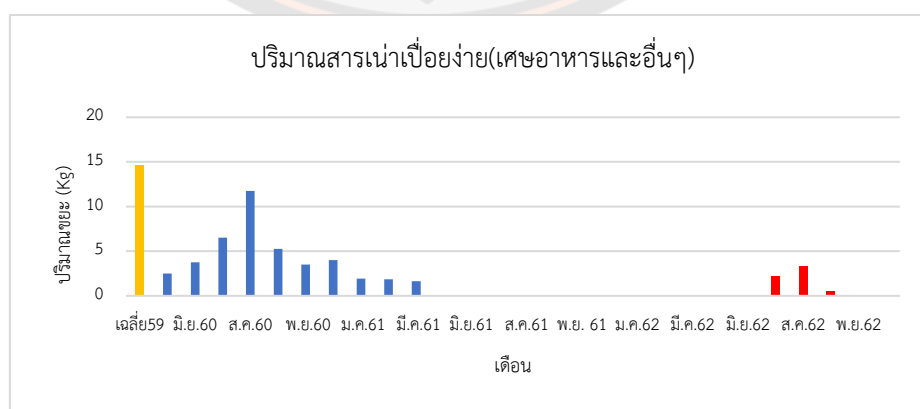
จากภาพ 28 พบว่าปริมาณขยะในปีการศึกษา 2559 (แท่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มี การดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ โรงเรียนเขาทองพิทยาคมมีปริมาณขยะตามองค์ประกอบต่างๆรวมกัน พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 223.12 ± 8.53 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560- 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้อีก) ปรากฏว่าขยะลดลงในปีการศึกษาปี 2560 (แท่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 129.75 ± 8.26 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อยจึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ แต่ในเดือนสิงหาคมจะมีปริมาณขยะมากที่สุดเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน ในปีการศึกษาปี 2561 (แท่งกราฟสีเขียวเหลือ) ปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 111.82 ± 27.54 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อยจึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ เหลือปริมาณขยะเฉลี่ยน้อยกว่าปีการศึกษา 2560 แต่ในเดือนสิงหาคมยังมีปริมาณขยะมากที่สุดเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน และในเดือน พฤษภาคม และมิถุนายน มีปริมาณขยะน้อยที่สุด เนื่องจากมีการจัดทำและขยายจำนวนสเวียนให้มากขึ้นเพื่อใช้ในการลดขยะประเภทใบไม้เศษไม้ให้มากขึ้น และในปีการศึกษาปีการศึกษา 2562 (แท่งกราฟสีแดง)

เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 115.91 ± 16.35 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อยได้รับความร่วมมืออย่างต่อเนื่อง เนื่องจากมีการทำและขยายจำนวนสเวียนให้มากขึ้นเพื่อใช้ในการลดขยะประเภทไปไม้เศษไม้ให้มากขึ้นทำให้เดือนพฤษภาคม และกันยายน มีปริมาณขยะลดลง โดยเมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมสามารถลดปริมาณขยะได้จริง

ตาราง 13 การลดลงของปริมาณขยะในแต่ละปีการศึกษา

ปีการศึกษา	ปริมาณขยะเฉลี่ย กิโลกรัม/สัปดาห์	% Reduction
2559	223	-
2560	130	46.18
2561	112	49.77
2562	115	48.43

จากตาราง 13 พบว่า ปริมาณขยะเฉลี่ยในปีการศึกษา 2559 เท่ากับ 223 กิโลกรัม/สัปดาห์ ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มีผลการดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ในปีการศึกษา 2560 มีปริมาณขยะเฉลี่ย 130 กิโลกรัม/สัปดาห์ มีปริมาณลดลงคิดเป็นร้อยละ 46.18 ในปีการศึกษา 2561 มีปริมาณขยะเฉลี่ย 112 กิโลกรัม/สัปดาห์ มีปริมาณลดลงคิดเป็นร้อยละ 49.77 และในปีการศึกษา 2562 มีปริมาณขยะเฉลี่ย 115 กิโลกรัม/สัปดาห์ มีปริมาณลดลงคิดเป็นร้อยละ 48.43 แสดงให้เห็นได้ว่าวิธีการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทยสามารถส่งผลให้ปริมาณขยะลดลง และเกิดความยั่งยืนได้จริง



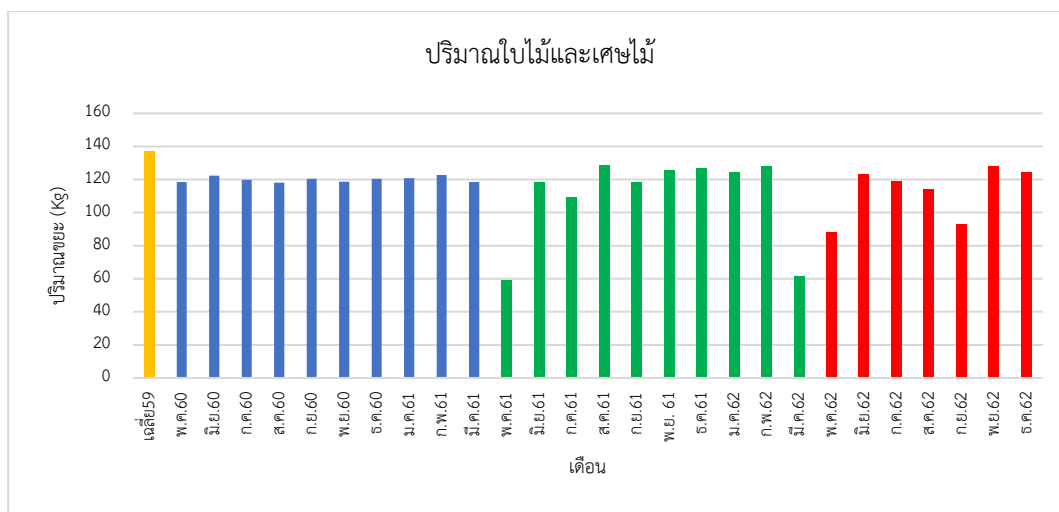
ภาพ 25 ปริมาณสารเน่าเปื่อยง่าย(เศษอาหารและอื่นๆ) โรงเรียนเขาทองพิทยาคม

จากภาพ 29 พบว่าปริมาณสารเน่าเปื่อยง่ายด้วยวิธีการเก็บข้อมูลปริมาณขยะโดยการนำตระแกรงมารองรับเศษอาหารและนำไปชั่ง ในปีการศึกษา 2559 (แห่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มี การดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย (x) 14.65 ± 2.88 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560- 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และ Recycle(นำกลับมาใช้ใหม่) โดยเลือกใช้วิธีการ ดังนี้ 1. เก็บเงินเกินราคาอาหารจำนวน 1 บาท เมื่อนำงานหรือชามมาคืนโดยมีเศษอาหารน้อยจะได้เงินจำนวน 1 บาทคืน 2. ขอความร่วมมือแม่ค้าให้ถามนักเรียนถึงปริมาณอาหารที่ต้องการก่อนตักอาหาร 3. พยายามให้แม่ค้าสังเกตว่าวัตถุดิบใดที่มักเป็นเศษอาหารแล้วให้นำมาผลิตเป็นอาหารน้อยลง 4.นำไปผลิตเป็นปุ๋ยหมักในสวน 5.นำไปเป็นอาหารเลี้ยงไส้เดือน 6.ขอความร่วมมือนักเรียน ปรากฏข้อมูลมีปริมาณขยะประเภทสารเน่าเปื่อยง่ายลดลง พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แห่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 4.27 ± 3.06 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อยจึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ แต่ในเดือนสิงหาคมจะมีปริมาณขยะมากที่สุดเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน

ปีการศึกษาปี 2561 (แห่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.00 ± 0.00 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานอย่างเข้มงวดจริงจังโดยเฉพาะกีฬาจึงสามารถลดปริมาณขยะได้เหลือ 0.00 แต่ในช่วงกีฬานักเรียนค่อนข้างไม่ยอมรับและมีปัญหาที่คณะทำงานอย่างมากเช่นร้องเรียนผู้อำนวยการโรงเรียน ไม่เข้าไปรับประทานอาหารภายในโรงอาหาร ไม่ให้ความร่วมมือต่างๆ เนื่องจากความต้องการทานอาหารนอกเวลาที่กำหนด และต้องการนำอาหารเข้ามาทานเองนอกเหนือจากที่โรงเรียนจัดจำหน่ายในเวลา

ปีการศึกษาปี 2562 (แห่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.86 ± 1.36 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานอย่างเข้มงวดจริงจัง แต่ในเดือนสิงหาคมจะมีปริมาณขยะมากที่สุดเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน และผ่อนคลายมาตรการในช่วงกีฬา โดยเมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมสามารถลดปริมาณขยะได้จริง



ภาพ 26 ปริมาณใบไม้และเศษไม้ โรงเรียนเขาทองพิทยาคม

จากภาพ 30 พบว่าปริมาณใบไม้และเศษไม้ด้วยวิธีการเก็บข้อมูลปริมาณขยะโดยการแบ่งพื้นที่ให้นักเรียนแต่ละคณะทำความสะอาดพื้นที่ของตนเองแล้วนะตะกร้าให้นักเรียนรวบรวมใบไม้ที่กวาดได้มาชั่ง ในปีการศึกษา 2559 (แท่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มี การดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 136.82 ± 4.72 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560- 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้อีก) โดยเลือกใช้วิธีการ ดังนี้ 1.การออกกฎไม่ให้นักเรียนป็นหรือเขย่าต้นไม้เล่น 2.หักคะแนนคณะสี่สะสมเก็บไว้ใช้ตอนแข่งกีฬา 3.ทำสเวียนปรากฏข้อมูลมีปริมาณขยะประเภทใบไม้และเศษไม้ พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แท่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 120.03 ± 1.63 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อยโดยการนำใบไม้และเศษไม้ไปเติมในสเวียนเป็นประจำแต่จำนวนไม่มาก จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้เล็กน้อย

ปีการศึกษาปี 2561 (แท่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 109.73 ± 25.49 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อยจึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ เหลือปริมาณขยะเฉลี่ยน้อยกว่าปีการศึกษา 2560 และในเดือน พฤษภาคม และมิถุนายน มีปริมาณขยะน้อยลงมาก เนื่องจากมีการจัดทำและขยายจำนวนสเวียนให้มากขึ้นเพื่อใช้ในการลดขยะประเภทใบไม้เศษไม้ให้มากขึ้น

ปีการศึกษาปี 2562 (แท่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 112.65 ± 15.79 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อยจึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ เหลือปริมาณขยะเฉลี่ยน้อยกว่าปีการศึกษา 2560 และในเดือน พฤษภาคม และ

กันยายนมีปริมาณขยะน้อยลงมาก เนื่องจากมีการจัดทำและขยายจำนวนสเวียนให้มากขึ้นเพื่อใช้ในการลดขยะประเภทไปไม้เศษไม้ให้มากขึ้น โดยเมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมสามารถลดปริมาณขยะได้จริง



ภาพ 27 ปริมาณกล่องนม-โอวันตินโรงเรียนเขาทองพิทยาคม

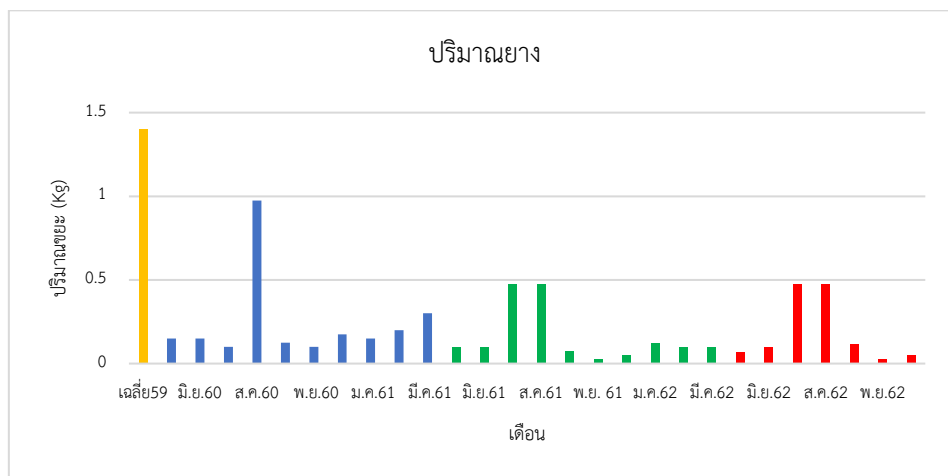
จากภาพ 31 พบว่าปริมาณกล่องนม-โอวันตินด้วยวิธีการเก็บข้อมูลปริมาณขยะโดยการจัดถังขยะเฉพาะสำหรับทิ้งและนำมาซึ่ง ในปีการศึกษา 2559 (แท่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มีโครงการดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.94 ± 0.06 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560- 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้อีก) โดยเลือกใช้วิธีการ ดังนี้ 1.ขอความร่วมมือสหกรณ์โรงเรียนนำนม-โอวันตินมาขายในปริมาณที่ค่อยๆน้อยลง 2.รณรงค์ให้นักเรียนทิ้งลงในถังที่กำหนด 3.ขายขยะให้อบต.เขาทอง 4.ขอความร่วมมือนักเรียน พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แท่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.00 ± 0.00 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเคร่งครัด

ปีการศึกษาปี 2561 (แท่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.02 ± 0.05 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย แต่ในเดือนกันยายน มีปริมาณขยะเพิ่มขึ้น เนื่องจากมาตรการที่เข้มงวดช่วงกีฬาในการจัดการขยะพวกสารเนาเปื่อยง่าย ทำให้นักเรียนหันมาเพิ่มปริมาณนมกล่อง

ปีการศึกษาปี 2562 (แท่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) $0.00. \pm 0.01$ กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย แต่ในเดือนกันยายน มี

ปริมาณขยะเพิ่มขึ้นน้อยลงมาก เนื่องจากมาตรการที่เข้มงวดช่วงกีฬาในการจัดการขยะพวกสารน้ำเปื้อนง่าย ทำให้นักเรียนหันมาเพิ่มปริมาณที่ม่นมกล่อง โดยเมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมสามารถลดปริมาณขยะได้จริง



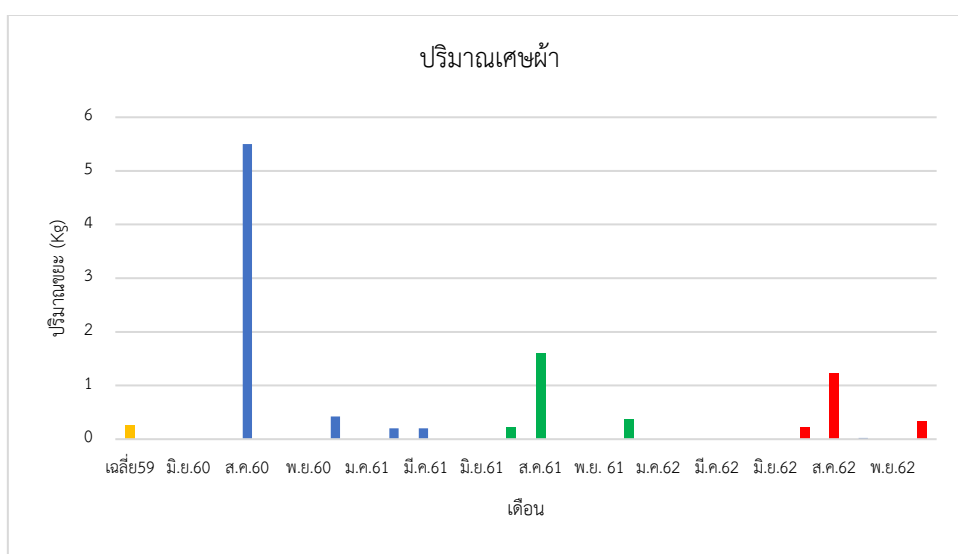
ภาพ 28 ปริมาณยาง โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

จากภาพ 32 พบว่าปริมาณยาง ด้วยวิธีการเก็บข้อมูลปริมาณขยะโดยการจัดตั้งจุดรับยาง ซึ่งเกือบทั้งหมดจะเป็นยางวงรัดถุงพลาสติก ในปีการศึกษา 2559 (แท่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มีโครงการดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย $(x) 1.40 \pm 0.22$ กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560- 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้อีก) โดยเลือกใช้วิธีการ ดังนี้ 1.ออกกฎหมายใช้ยางรัดถุงแกงหรือถุงผลไม้ 2.ขอความร่วมมือปฏิบัติตามกฎระเบียบอย่างเคร่งครัด พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แท่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย $(x) 0.24 \pm 0.26$ กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อยจึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ แต่ในเดือนสิงหาคมจะมีปริมาณขยะมากที่สุดเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน โดยขยะดังกล่าวไม่พบที่จุดบริการแต่พบที่จุดต่างๆไปรอบโรงเรียนแล้วนำมารวมปริมาณกัน

ปีการศึกษาปี 2561 (แท่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย $(x) 0.16 \pm 0.16$ กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย แต่ในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม มีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นมากที่สุดเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน โดยขยะดังกล่าวไม่พบที่จุดบริการแต่พบที่จุดต่างๆไปรอบโรงเรียนแล้วนำมารวมปริมาณกัน

ปีการศึกษาปี 2562 (แท่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.19 ± 0.20 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย แต่ในเดือนกรกฎาคม และสิงหาคม มีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นมากที่สุดเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน โดยขยะดังกล่าวไม่พบที่จุดบริการแต่พบที่จุดต่างๆไปรอบโรงเรียนแล้วนำมารวมปริมาณกัน เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมสามารถลดปริมาณขยะได้จริง



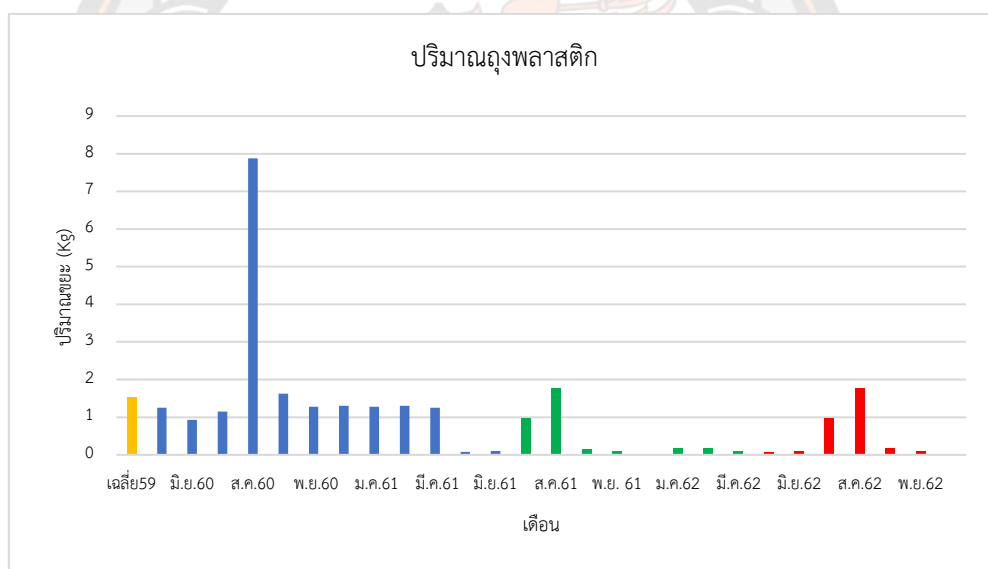
ภาพ 29 ปริมาณเศษผ้า โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

จากภาพ 33 พบว่าปริมาณเศษผ้า ด้วยวิธีการเก็บปริมาณขยะโดยจัดตั้งจุดรับเศษผ้าโดยในปีการศึกษา 2559 (แท่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มีผลการดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.25 ± 0.36 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560- 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือ กระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้อีก) โดยเลือกใช้วิธีการดังนี้ 1.ออกกฎหมายงดุงเท้า ผ้าเช็ดหน้าและเศษผ้าต่างๆมาทิ้งที่โรงเรียน 2.ขอความร่วมมือปฏิบัติตามกฎระเบียบอย่างเคร่งครัด พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แท่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.63 ± 1.72 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อยจึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ แต่ในเดือนสิงหาคมจะมีปริมาณขยะมากที่สุดเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน โดยผ้าเป็นอุปกรณ์ที่นักเรียนใช้ตกแต่งสแตนด์เชียร์

ปีการศึกษาปี 2561 (แท่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.22 ± 0.48 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย แต่ในเดือนกรกฎาคม และสิงหาคม มีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นมากที่สุดเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน โดยผ้าเป็นอุปกรณ์ที่นักเรียนใช้ตกแต่งสแตนด์เชียร์

ปีการศึกษาปี 2562 (แท่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.26 ± 0.45 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย แต่ในเดือนกรกฎาคม และสิงหาคม มีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นมากที่สุดเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน โดยผ้าเป็นอุปกรณ์ที่นักเรียนใช้ตกแต่งสแตนด์เชียร์ เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมไม่สามารถลดปริมาณขยะได้จริง จากการศึกษาพบว่าขยะดังกล่าวเป็นขยะที่ไม่ใช่จุดประสงค์หลักในการนำมาเป็นขยะ แต่หากเพราะเกิดปัญหาชั่วคราว เช่น วัสดุในการจัดงานกีฬา ถอดทิ้งไว้แล้วลืม ขาดหรือเพื่อนนำไปซ่อนแล้วหาย เป็นต้น จึงเป็นประเภทขยะที่ควบคุมได้ยาก



ภาพ 30 ปริมาณถุงพลาสติก โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

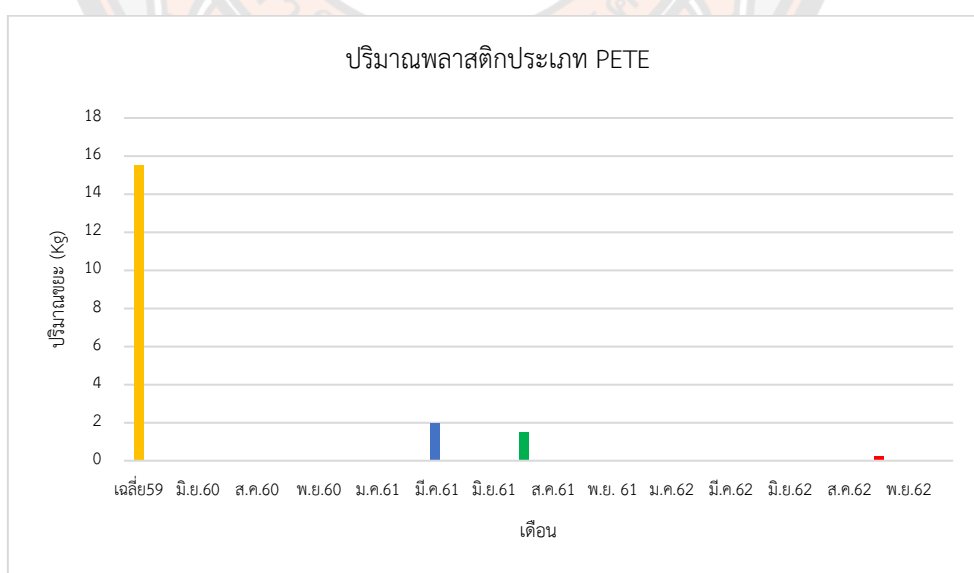
จากภาพ 34 พบว่าปริมาณถุงพลาสติก โดยวิธีการเก็บปริมาณโดยการเก็บตามจุดต่างๆ รอบโรงเรียน ในปีการศึกษา 2559 (แท่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มี การดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 1.53 ± 0.58 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560- 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้อีก) โดย

เลือกใช้วิธีการ ดังนี้ 1.การออกประกาศงดการใช้ถุงพลาสติกในโรงเรียน 2.ขอความร่วมมือปฏิบัติตามประกาศอย่างเคร่งครัด พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แท่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 1.92 ± 2.10 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ร้านค้าไม่ค่อยให้ความร่วมมือ จึงไม่สามารถลดปริมาณขยะลงได้ โดยเฉพาะในเดือนสิงหาคมจะมีปริมาณขยะมากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน โดยถุงพลาสติคนำมาใช้มาก

ปีการศึกษาปี 2561 (แท่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.36 ± 0.54 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย แต่ในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม มีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นมากที่สุดเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน โดยถุงพลาสติคนำมาใช้มาก

ปีการศึกษาปี 2562 (แท่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.46 ± 0.67 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย แต่ในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม มีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นมากที่สุดเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน โดยถุงพลาสติคนำมาใช้มาก ส่งผลให้เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมมีปริมาณขยะประเภทถุงพลาสติกมีปริมาณขยะที่ลดลงได้จริง และพบว่าความร่วมมือในช่วงแรกค่อนข้างน้อยมีการแอบนำมาใช้บ่อยๆทั้งที่สหกรณ์โรงเรียนและโรงอาหารเพราะสะดวกต่อการซื้อขาย แต่เมื่อดำเนินการอย่างจริงจังเรื่องกฎระเบียบจึงสามารถลดขยะได้



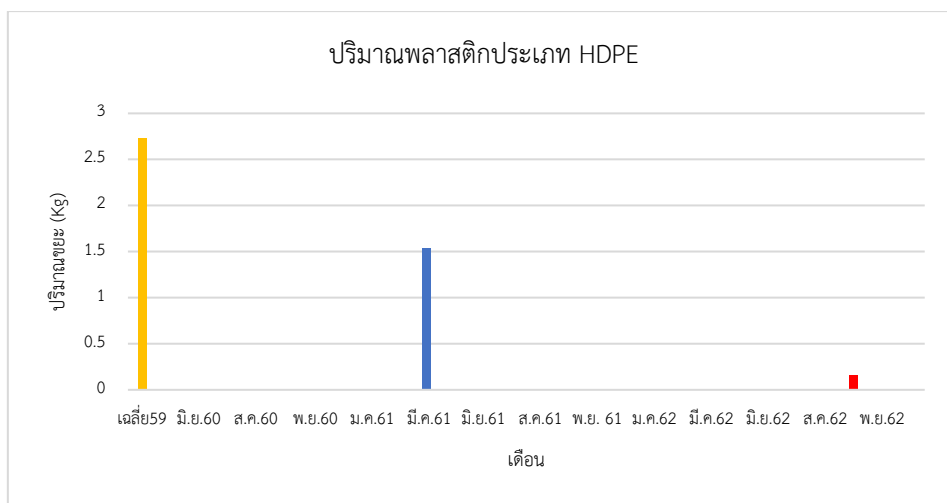
ภาพ 31 ปริมาณพลาสติกประเภท PETE โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

จากภาพ 35 พบว่าปริมาณพลาสติกประเภท PETE โดยการเก็บปริมาณด้วยวิธีทำถังขยะขนาดใหญ่เพื่อจัดเก็บและนำมาซึ่งเพื่อวัดปริมาณ ในปีการศึกษา 2559 (แห่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มี การดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 15.50 ± 1.99 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560- 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และ Recycle(นำกลับมาใช้อีก) โดยเลือกใช้วิธีการ ดังนี้ 1.ขอความร่วมมือสหกรณ์จำหน่ายน้ำขวดน้อยลง 2. ขอความร่วมมือแม่ค้าร้านน้ำให้ใช้วัสดุประเภทเงือกน้ำแทนการซื้อขวดน้ำอัดลมมาวางขาย 3. ขอความร่วมมือแม่ค้าร้านน้ำทำน้ำดื่มประเภทนมเย็น ชาเย็น มาจำหน่ายโดยให้ใช้แก้วที่สามารถใช้ซ้ำได้ 4.ขอความร่วมมือคุณครูและนักเรียนใช้แก้วที่สามารถเติมน้ำซ้ำได้ 5.ปรับปรุงตู้กดน้ำโรงเรียนให้สะอาด 5. นำไปขายให้กับ อบต.เขาทอง พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แห่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.20 ± 0.62 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ แต่ในเดือนมีนาคมจะมีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นเนื่องจากใกล้ปิดภาคเรียนทำให้นักเรียนไม่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม

ปีการศึกษาปี 2561 (แห่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.15 ± 0.44 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย แต่ในเดือนกรกฎาคม มีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน

ปีการศึกษาปี 2562 (แห่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.04 ± 0.10 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย แต่ในเดือนกันยายน มีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมมีปริมาณขยะประเภทพลาสติกประเภท PETE มีปริมาณขยะที่ลดลงได้ แต่เนื่องด้วยการขนานน้ำเป็นรายได้หลักของโรงเรียนขนาดเล็กจึงทำให้ยากที่จะสามารถลดได้



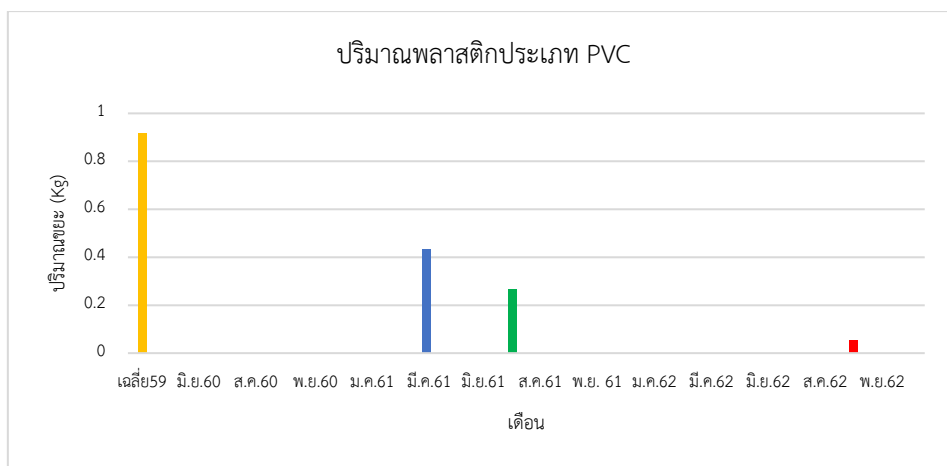
ภาพ 32 ปริมาณพลาสติกประเภท HDPE โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

จากภาพ 36 พบว่าปริมาณพลาสติกประเภท HDPE โดยการเก็บปริมาณด้วยวิธีทำถังขยะแยกประเภทเพื่อจัดเก็บและนำมาซึ่งเพื่อวัดปริมาณ ในปีการศึกษา 2559 (แท่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มี การดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 2.73 ± 0.65 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560 - 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้ใหม่) โดยเลือกใช้วิธีการ ดังนี้ 1. ขอความร่วมมือสหกรณ์จำหน่ายน้อยลง 2. เลือกจำหน่ายน้ำส้วมที่ใช้ขวดใส PETE เป็นวัสดุแทน 3. ขยายให้ อบต.เขาทอง พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แท่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.15 ± 0.49 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ แต่ในเดือนมีนาคมจะมีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นเนื่องจากใกล้ปิดภาคเรียนทำให้นักเรียนไม่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม

ปีการศึกษาปี 2561 (แท่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.00 ± 0.00 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย

ปีการศึกษาปี 2562 (แท่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.02 ± 0.06 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย แต่ในเดือนกันยายน มีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมมีปริมาณขยะประเภทพลาสติกประเภท HDPE มีปริมาณขยะที่ลดลง



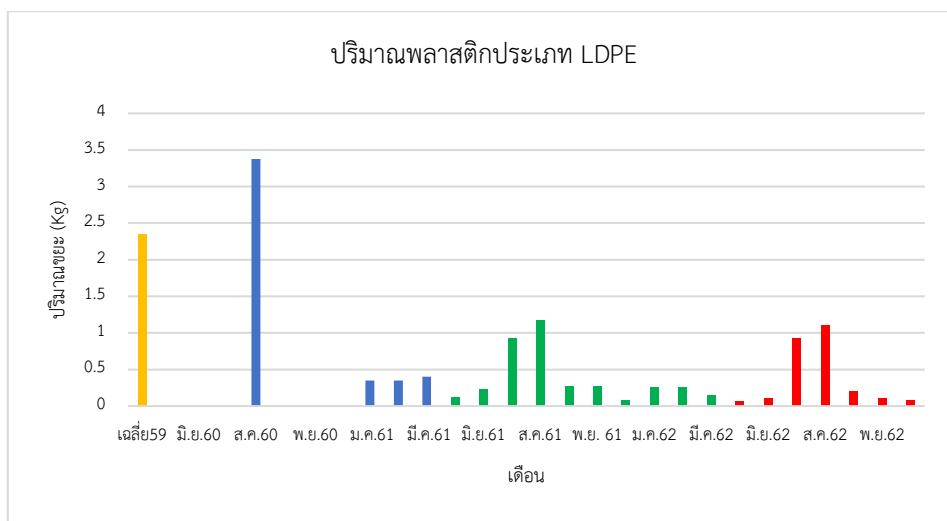
ภาพ 33 ปริมาณพลาสติกประเภท PVC โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

จากภาพ 37 พบว่าปริมาณพลาสติกประเภท PVC โดยการเก็บปริมาณด้วยวิธีทำถังขยะแยกประเภทเพื่อจัดเก็บและนำมาซึ่งเพื่อวัดปริมาณ ในปีการศึกษา 2559 (แห่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มี การดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.92 ± 0.30 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560 - 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้ใหม่) โดยเลือกใช้วิธีการ ดังนี้ 1. ขอความร่วมมือนักเรียนไม่ทำลายท่อประปา 2. ไม้ร้อยสายไฟเก่าของโรงเรียนมาเล่น 3. หากเกิดการชำรุดเสียหายจากกิจกรรมดังกล่าวจะไม่ซ่อมบำรุงในที่นี้ 4. ขยายให้ อบต.เขาทอง พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แห่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.04 ± 0.14 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ แต่ในเดือนมีนาคมจะมีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นเนื่องจากใกล้ปิดภาคเรียนทำให้นักเรียนไม่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม

ปีการศึกษาปี 2561 (แห่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.03 ± 0.08 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย แต่ในเดือนกรกฎาคมจะมีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นเนื่องจากช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน

ปีการศึกษาปี 2562 (แห่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.01 ± 0.02 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย แต่ในเดือนกันยายน มีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมมีปริมาณขยะประเภทพลาสติกประเภท HDPE มีปริมาณขยะที่ลดลงได้



ภาพ 34 ปริมาณพลาสติกประเภท LDPE โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

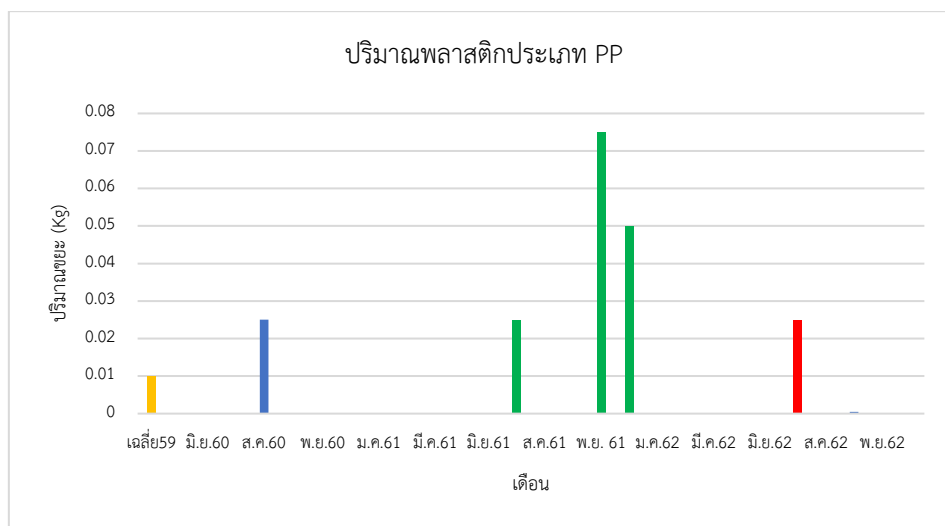
จากภาพ 38 พบว่าปริมาณพลาสติกประเภท LDPE โดยการเก็บปริมาณด้วยวิธีทำถังขยะแยกประเภทเพื่อจัดเก็บและนำมาซึ่งเพื่อวัด ในปีการศึกษา 2559 (แห่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มี การดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 2.35 ± 0.30 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560 - 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และ Recycle(นำกลับมาใช้อีก) โดยเลือกใช้วิธีการ ดังนี้ 1.ประกาศงดใช้ถุงดังกล่าว 2. ขอความร่วมมือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แห่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.45 ± 1.04 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงไม่สามารถลดปริมาณขยะลงได้ โดยเฉพาะในเดือนสิงหาคม ซึ่งเป็นช่วงกีฬาจะมีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นมากเนื่องจากนักเรียนไม่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม

ปีการศึกษาปี 2561 (แห่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.03 ± 0.08 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานไม่เป็นไปด้วยความเรียบร้อย เนื่องจากด้วยร้านผลไม้ นิยมนำมาทำเป็นถุงใส่ผลไม้เนื่องจากทำให้ผลไม้มีราคาแพงขึ้น และครูชอบนำถุงดังกล่าวมาใช้ใส่เอกสารเนื่องจากมีชิปทำให้ใส่เอกสารได้สะดวก ทำให้เป็นเรื่องที่ยากในการลดปริมาณขยะดังกล่าว ถึงแม้จะมีประกาศ แต่เมื่อมีการลดมาตรการก็จะมีจำนวนมากขึ้นมาทันที

ปีการศึกษาปี 2562 (แห่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.01 ± 0.02 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานไม่เป็นไปด้วยความเรียบร้อย เนื่องจากด้วยร้านผลไม้

นิยมนำมาทำเป็นถุงใส่ผลไม้เนื่องจากทำให้ผลไม้ดูมีราคาแพงขึ้น และครูชอบนำถุงดังกล่าวมาใส่เอกสารเนื่องจากมีสีปทำให้ใส่เอกสารได้สะดวก ทำให้เป็นเรื่องที่ยากในการลดปริมาณขยะดังกล่าว ถึงแม้จะมีประกาศ แต่เมื่อมีการลดมาตรการก็จะมีจำนวนมากขึ้นมาทันที เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมยังมีปริมาณขยะประเภทพลาสติกประเภท LDPE ที่ลดลงได้ไม่มาก



ภาพ 35 ปริมาณพลาสติกประเภท PP โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

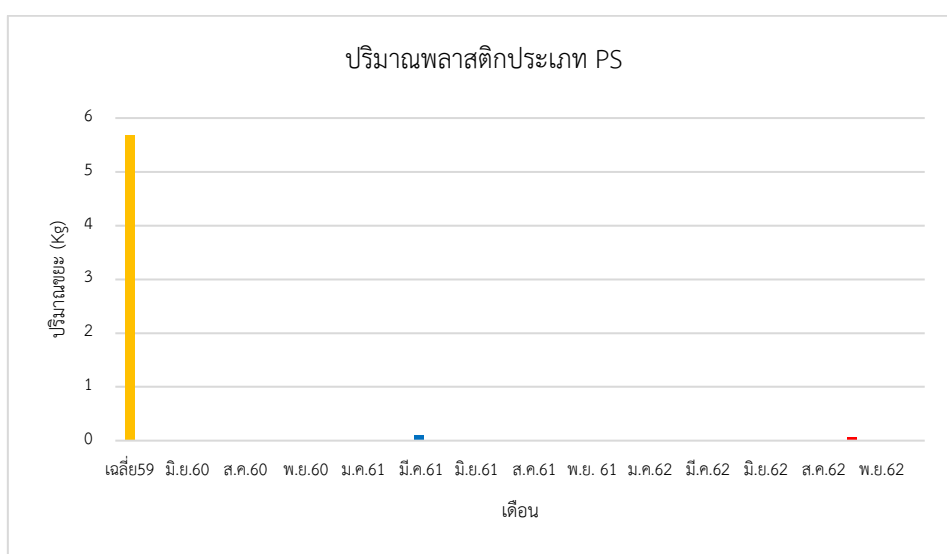
จากภาพ 39 พบว่าปริมาณพลาสติกประเภท PP โดยการเก็บปริมาณด้วยวิธีทำถังขยะแยกประเภทเพื่อจัดเก็บและนำมาซึ่งเพื่อวัดปริมาณ ในปีการศึกษา 2559 (แห่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มี การดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์ เฉลี่ย(x) 0.01 ± 0.01 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560 - 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้อีก) โดยเลือกใช้วิธีการ 1.ประกาศงดไม่ให้นักเรียนนำเครื่องสำอางมาโรงเรียน 2.ไม่ขายของออนไลน์ในโรงเรียน 3.กวดขันระเบียบการแต่งกาย พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แห่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.00 ± 0.01 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ แต่ในเดือนสิงหาคม ซึ่งเป็นช่วงกีฬาจะมีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นมากเนื่องจากนักเรียนไม่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม

ปีการศึกษาปี 2561 (แห่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.02 ± 0.03 กิโลกรัม/สัปดาห์ แต่ในเดือนกรกฎาคม พฤศจิกายน ธันวาคม มีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากผล

การเนื่องนักเรียนนิยมทำการซื้อและขายของออนไลน์ประเภทครีม ทำให้เป็นเรื่องที่ยากในการลดปริมาณขยะดังกล่าวถึงแม้จะมีประกาศ แต่เมื่อมีการลดมาตรการก็จะมีจำนวนมากขึ้นมาทันที

ปีการศึกษาปี 2562 (แห่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.00 ± 0.01 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานไม่เป็นไปด้วยความเรียบร้อย ซึ่งเป็นช่วงกีฬาที่จะมีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นมากเนื่องจากนักเรียนไม่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมมีปริมาณขยะประเภทพลาสติกประเภท LDPE ที่ลดลงได้



ภาพ 36 ปริมาณพลาสติกประเภท PS โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

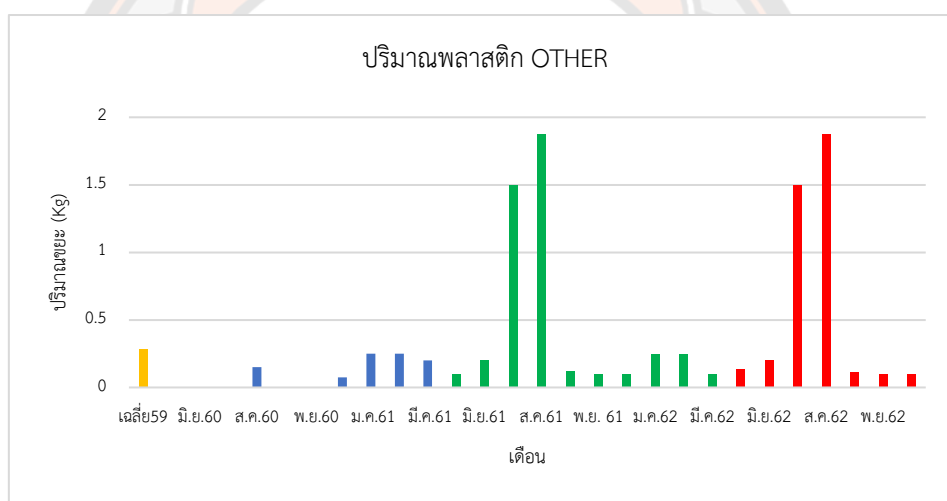
จากภาพ 40 พบว่าปริมาณพลาสติกประเภท PS โดยการเก็บปริมาณด้วยวิธีทำตะกร้าเก็บถ้วยมาฆ่าเพื่อจัดเก็บและนำมาชั่งเพื่อวัดปริมาณ ในปีการศึกษา 2559 (แห่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มีผลการดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 5.69 ± 0.57 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560 - 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้อีก) โดยเลือกใช้วิธีการ 1.ประกาศลดการจำหน่ายแบบถ้วย 2.ให้นักเรียนไปทานที่โรงอาหารร้านก๋วยเตี๋ยวแทน 3.ขอความร่วมมือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด 4. ขายเป็นกับ อบต.เขาทอง พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แห่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.01 ± 0.03 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณ

ขยะลงได้ แต่ในเดือนมีนาคมซึ่งเป็นช่วงใกล้ปิดภาคเรียนขยะเพิ่มขึ้นเนื่องจากนักเรียนไม่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม

ปีการศึกษาปี 2561 (แห่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.00 ± 0.00 กิโลกรัม/สัปดาห์ มีเนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลดลงได้หมด

ปีการศึกษาปี 2562 (แห่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.01 ± 0.02 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย แต่เดือนกันยายน ซึ่งเป็นช่วงกีฬาจะมีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย มากเนื่องจากนักเรียนไม่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมมีปริมาณขยะลดลงได้มากส่งผลให้เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมมีปริมาณขยะประเภทพลาสติกประเภท PS ที่ลดลงได้เป็น 0



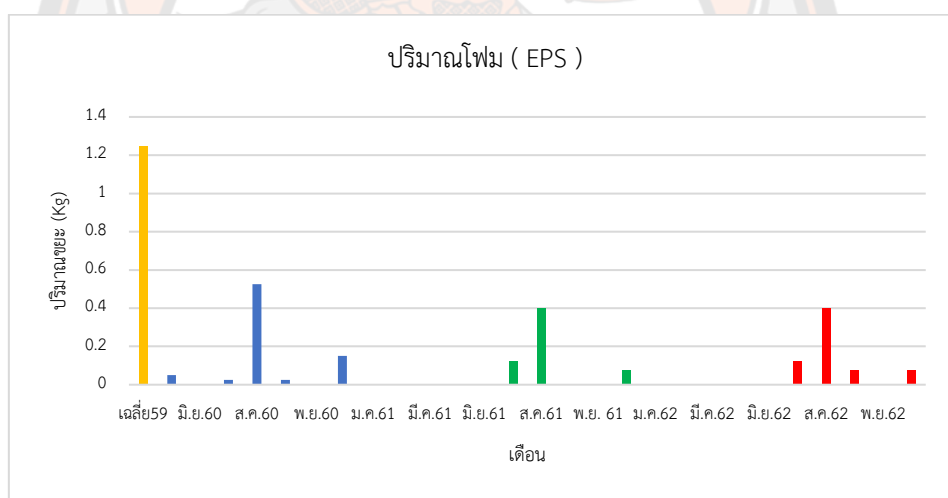
ภาพ 37 ปริมาณพลาสติก OTHER โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

จากภาพ 41 พบว่าปริมาณพลาสติกประเภทอื่นๆ OTHER โดยการเก็บปริมาณด้วยวิธีคัดแยกขยะเพื่อจัดเก็บและนำมาชั่งเพื่อวัดปริมาณ ในปีการศึกษา 2559 (แห่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มีโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.28 ± 0.20 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560 - 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และ Recycle(นำกลับมาใช้อีก) โดยเลือกใช้วิธีการ ขอความร่วมมืองดใช้พลาสติกที่ไม่สามารถกลับเข้ามาในกระบวนการ 3R ได้ พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แห่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.09 ± 0.11 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงไม่สามารถลดปริมาณขยะลงได้ โดยเฉพาะเวลาโรงเรียนจัดกิจกรรมช่วงกีฬา และทั่วไปเกิดจากการงดใช้พลาสติกหลายชนิดส่งผลให้ต้องหาวัสดุมาทดแทน

ปีการศึกษาปี 2561 (แห่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.46 ± 0.62 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงไม่สามารถลดปริมาณขยะลงได้ โดยเฉพาะเวลาโรงเรียนจัดกิจกรรมช่วงกีฬา และทั่วไปเกิดจากการงดใช้พลาสติกหลายชนิดส่งผลให้ต้องหาวัสดุมาทดแทน

ปีการศึกษาปี 2562 (แห่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.57 ± 0.77 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงไม่สามารถลดปริมาณขยะลงได้ โดยเฉพาะเวลาโรงเรียนจัดกิจกรรมช่วงกีฬา และทั่วไปเกิดจากการงดใช้พลาสติกหลายชนิดส่งผลให้ต้องหาวัสดุมาทดแทน



ภาพ 38 ปริมาณโพล (EPS) โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

จากภาพ 42 พบว่าปริมาณพลาสติกโพลีเอทิลีน (PE) โดยการเก็บปริมาณด้วยวิธีคัดแยกขยะเพื่อจัดเก็บและนำมาซึ่งเพื่อวัดปริมาณ ในปีการศึกษา 2559 (แห่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูล และยังไม่มีการดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 1.25 ± 0.37 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560 - 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้อีก)

โดยเลือกใช้วิธีการ 1. ออกประกาศงดใช้โฟมภายในโรงเรียน 2. ขอความร่วมมือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แท่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.08 ± 0.16 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ แต่ช่วงเดือนสิงหาคมโรงเรียนจัดกิจกรรมช่วงกีฬาสี และเดือนธันวาคมจัดกิจกรรมปีใหม่จึงมีปริมาณขยะเพิ่มขึ้น

ปีการศึกษาปี 2561 (แท่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.06 ± 0.12 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ แต่ช่วงเดือนสิงหาคมโรงเรียนจัดกิจกรรมช่วงกีฬาสี และเดือนธันวาคมจัดกิจกรรมปีใหม่จึงมีปริมาณขยะเพิ่มขึ้น

ปีการศึกษาปี 2562 (แท่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.10 ± 0.14 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ แต่ช่วงเดือนสิงหาคมโรงเรียนจัดกิจกรรมช่วงกีฬาสี และเดือนธันวาคมจัดกิจกรรมปีใหม่จึงมีปริมาณขยะเพิ่มขึ้น เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมมีปริมาณขยะประเภทพลาสติกประเภทโฟม EPS ลดลงได้



ภาพ 39 ปริมาณกล่องกระดาษ โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

จากภาพ 43 พบว่าปริมาณกล่องกระดาษ โดยการเก็บปริมาณด้วยวิธีคัดแยกขยะเพื่อจัดเก็บและนำมาซึ่งเพื่อวัดปริมาณ ในปีการศึกษา 2559 (แท่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูล

และยังไม่มีผลการดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 1.57 ± 0.73 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560 - 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้ใหม่) โดยเลือกใช้วิธีการ 1.เปลี่ยนการใช้เอกสารราชการเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ 2.ลดการซื้อกระดาษเป็นกล่อง 3.ลดการซื้อขนมสหรณ์เป็นลัง 4.ขายให้ อบต.เขาทอง พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แท่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.00 ± 0.00 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้เหลือ 0

ปีการศึกษาปี 2561 (แท่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.00 ± 0.00 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้เหลือ 0

ปีการศึกษาปี 2562 (แท่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.00 ± 0.00 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้เหลือ 0 เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมมีปริมาณขยะประเภทกล่องกระดาษมีปริมาณขยะที่ลดลงได้เหลือ 0 กิโลกรัม/สัปดาห์



ภาพ 40 ปริมาณกระดาษ โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

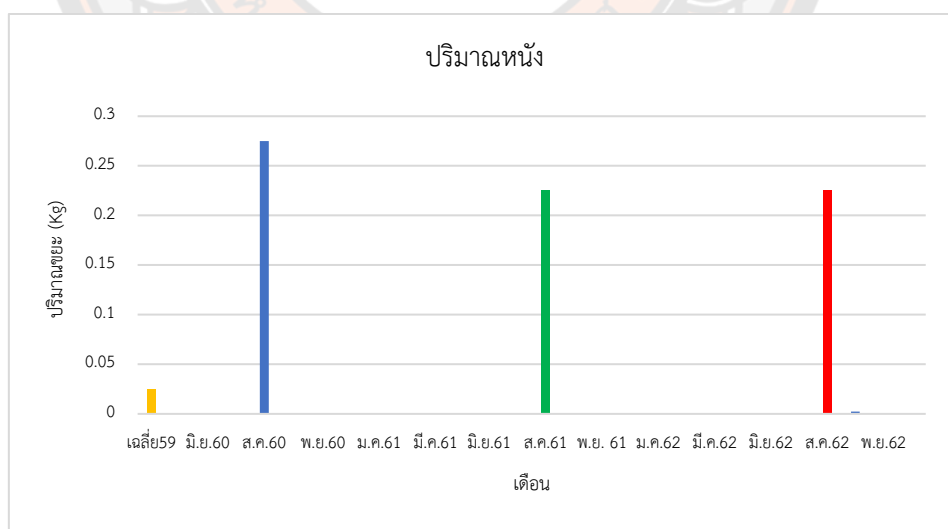
จากภาพ 44 พบว่าปริมาณกระดาษ โดยการเก็บปริมาณด้วยวิธีคัดแยกขยะเพื่อจัดเก็บและนำมาซึ่งเพื่อวัดปริมาณ ปริมาณ ในปีการศึกษา 2559 (แท่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บ

ข้อมูลและยังไม่มีผลการดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 18.73 ± 2.35 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560 - 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้อีก) โดยเลือกใช้วิธีการ 1.เปลี่ยนการใช้เอกสารราชการเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ 2.ลดการซื้อกระดาษเป็นกล่อง 3. ขยายให้ อบต.เขาทอง พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แห่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.00 ± 0.00 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้เหลือ 0

ปีการศึกษาปี 2561 (แห่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.06 ± 0.17 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ แต่เดือนพฤษภาคมมีขยะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องด้วยเป็นช่วงเปิดภาคเรียนมีเอกสารรายงานเขตพื้นที่จำนวนมาก และนำไปขยายให้ อบต.ไม่หมด

ปีการศึกษาปี 2562 (แห่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.04 ± 0.12 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้แต่เดือนกันยายนมีขยะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องด้วยมีการทำโครงการก่อสร้างมีเอกสารจำนวนมาก และนำไปขยายให้ อบต.ไม่หมด เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคม มีปริมาณขยะที่ลดลงได้ มาก



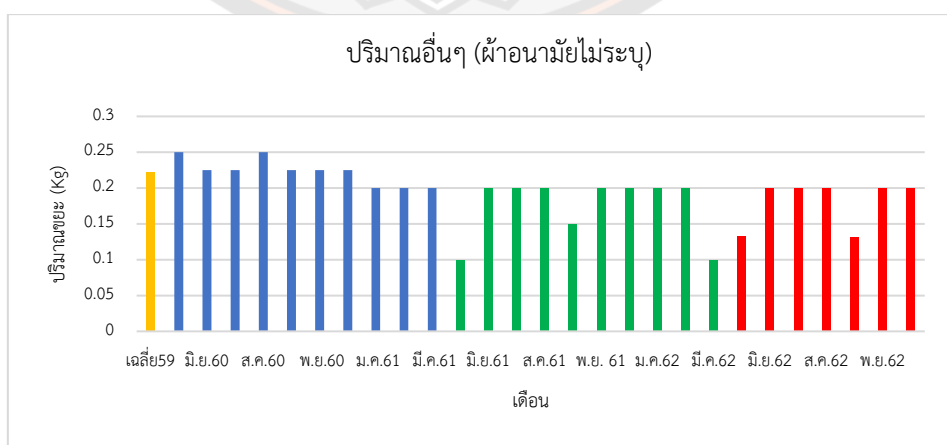
ภาพ 41 ปริมาณหนังสือ ของโรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

จากภาพ 45 พบว่าปริมาณหนังสือ โดยการเก็บปริมาณด้วยวิธีคัดแยกขยะเพื่อจัดเก็บและนำมาซึ่งเพื่อวัดปริมาณ ในปีการศึกษา 2559 (แห่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มี การดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.03 ± 0.03 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560 - 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้อีก) โดยเลือกใช้วิธีการ 1.ให้นักเรียนนำเข็มขัด กระเป๋าหนัง เศษหนังต่างๆ ที่ขาดใช้การไม่ได้มาส่งที่ห้อง ประชาสัมพันธ์ 2.ขอความร่วมมือไม่นำเข็มขัด กระเป๋าหนัง เศษหนังต่างๆ มาเล่น พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แห่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.03 ± 0.09 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณ ขยะลงได้ แต่ในเดือนสิงหาคมโรงเรียนจัดกีฬา นักเรียนนำอุปกรณ์หนังมาใช้ในกิจกรรมเดินพาเหรด ทำให้มีขยะเพิ่มขึ้นมาก

ปีการศึกษาปี 2561 (แห่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.02 ± 0.07 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะ ลงได้ แต่ในเดือนสิงหาคมโรงเรียนจัดกีฬา นักเรียนนำอุปกรณ์หนังมาใช้ในกิจกรรมเดินพาเหรดทำ ให้มีขยะเพิ่มขึ้นมาก

ปีการศึกษาปี 2562 (แห่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.03 ± 0.08 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะ ลงได้ แต่ในเดือนสิงหาคมโรงเรียนจัดกีฬา นักเรียนนำอุปกรณ์หนังมาใช้ในกิจกรรมเดินพาเหรดทำ ให้มีขยะเพิ่มขึ้นมาก เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคม มีปริมาณขยะที่ลดลงได้จาก กิจกรรมทั่วไป แต่ไม่สามารถลดได้ในช่วงที่มีกิจกรรมกีฬา



ภาพ 42 ปริมาณอื่นๆ (ผ้าอนามัยไม่ระบุ) โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

จากภาพ 46 พบว่าปริมาณอื่นๆ (ผ้าอนามัยไม่ระบุ) โดยการเก็บปริมาณด้วยวิธีคัดแยกขยะเพื่อจัดเก็บและนำมาซึ่งเพื่อวัดปริมาณ ในปีการศึกษา 2559 (แห่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มีผลการดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย $(x) 0.22 \pm 0.01$ กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560 - 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้อีก) โดยเลือกใช้วิธีการ 1.ประกาศไม่ให้นักเรียนนำผ้าอนามัยมาเล่น 2.ทิ้งให้ถูกที่ พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แห่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย $(x) 0.22 \pm 0.02$ กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงไม่สามารถลดปริมาณขยะลงได้ เนื่องจากผ้าอนามัยเป็นวัสดุจำเป็นสำหรับนักเรียนหญิงระดับมัธยมศึกษา และโรงเรียนไม่สามารถห้ามนักเรียนนำมาใช้ในโรงเรียน จึงไม่สามารถลดปริมาณขยะดังกล่าวได้

ปีการศึกษาปี 2561 (แห่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย $(x) 0.18 \pm 0.04$ กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงไม่สามารถลดปริมาณขยะลงได้ เนื่องจากผ้าอนามัยเป็นวัสดุจำเป็นสำหรับนักเรียนหญิงระดับมัธยมศึกษา และโรงเรียนไม่สามารถห้ามนักเรียนนำมาใช้ในโรงเรียน จึงไม่สามารถลดปริมาณขยะดังกล่าวได้ แต่ในช่วงเปิดและปิดภาคเรียนมีปริมาณขยะที่ลดลงมาจากจำนวนสัปดาห์ที่เก็บข้อมูลไม่ครบ 4 สัปดาห์

ปีการศึกษาปี 2562 (แห่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย $(x) 0.18 \pm 0.03$ กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงไม่สามารถลดปริมาณขยะลงได้ เนื่องจากผ้าอนามัยเป็นวัสดุจำเป็นสำหรับนักเรียนหญิงระดับมัธยมศึกษา และโรงเรียนไม่สามารถห้ามนักเรียนนำมาใช้ในโรงเรียน จึงไม่สามารถลดปริมาณขยะดังกล่าวได้ แต่ในช่วงพฤษภาคมและเดือนกันยายน เปิดภาคเรียนมีปริมาณขยะที่ลดลงมาจากจำนวนสัปดาห์ที่เก็บข้อมูลไม่ครบ 4 สัปดาห์ เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมมีปริมาณขยะประเภทอื่นๆ (ผ้าอนามัยไม่ระบุ) มีปริมาณขยะที่ลดลงไม่ได้



ภาพ 43 ปริมาณโลหะ ของโรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

จากภาพ 47 พบว่าปริมาณโลหะ โดยการเก็บปริมาณด้วยวิธีคัดแยกขยะเพื่อจัดเก็บและนำมาซึ่งเพื่อวัดปริมาณ ในปีการศึกษา 2559 (แท่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มี การดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 2.23 ± 0.05 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560 - 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้อีก) โดยเลือกใช้วิธีการ 1.ออกมาตรการก่อสร้างปลอดภัย 2.คุยกับผู้ประกอบการให้เก็บวัสดุออกจากโรงเรียน เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายกับเด็กนักเรียน 3.ขายให้กับ อบต.เขาทอง พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แท่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.00 ± 0.00 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้เหลือ 0

ปีการศึกษาปี 2561 (แท่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.00 ± 0.00 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ เหลือ 0

ปีการศึกษาปี 2562 (แท่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.02 ± 0.04 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมมีปริมาณขยะโลหะน้อย ถึงแม้จะมีการซ่อมแซมบ้านพักครูจำนวน 3 หลัง



ภาพ 44 ปริมาณแก้ว โรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

จากภาพ 48 พบว่าปริมาณแก้ว โดยการเก็บปริมาณด้วยวิธีคัดแยกขยะเพื่อจัดเก็บและนำมาซึ่งเพื่อวัดปริมาณ ในปีการศึกษา 2559 (แห่งกราฟสีเหลือง) ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มี การดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 16.03 ± 0.92 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560 - 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือกระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้อีก) โดยเลือกใช้วิธีการ 1.ออกมาตรการก่อสร้างปลอดถัย 2.คุยกับผู้ประกอบการให้เก็บวัสดุออกจากโรงเรียน พบข้อมูลดังนี้

ปีการศึกษาปี 2560 (แห่งกราฟสีน้ำเงิน) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.00 ± 0.00 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้เหลือ 0

ปีการศึกษาปี 2561 (แห่งกราฟสีเขียว) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.00 ± 0.00 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ เหลือ 0

ปีการศึกษาปี 2562 (แห่งกราฟสีแดง) เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 0.02 ± 0.04 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมมีปริมาณขยะโลหะน้อย ถึงแม้จะมีการซ่อมแซมบ้านเกร็ดบ้านพักครูจำนวน 3 หลังเมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมมีปริมาณขยะน้อย ถึงแม้จะมีการซ่อมแซมบ้านพักครูจำนวน 3 หลัง



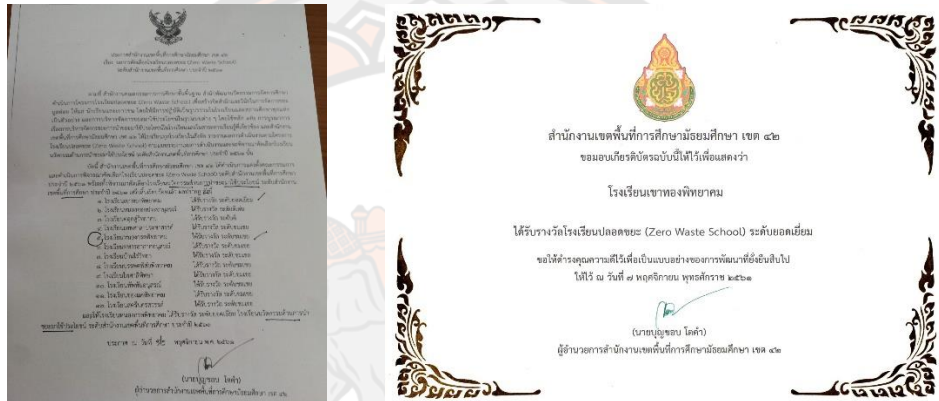
ภาพ 45 ปริมาณขยะ ของโรงเรียนเขาทองพิทยาคมต่อสัปดาห์

จากภาพ 49 พบว่าปริมาณขยะ โดยการเก็บปริมาณด้วยวิธีคัดแยกขยะเพื่อจัดเก็บ และนำมาชั่งเพื่อวัดปริมาณในปี 2559 ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มีโครงการโรงเรียนปลอดขยะ มีปริมาณที่ 16.90 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปี 2560 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ KTP Green School โดยใช้วิธีการ กระบวนการ Reduce โดยขอความร่วมมือจำหน่ายน้ำอ้อยลง และปฏิบัติตามมาตรการ อย.น้อย ปรากฏข้อมูลมีปริมาณขยะที่เข้าสู่กระบวนการ Reduce เพิ่มขึ้น ตั้งแต่ปี 2560-2562 ปริมาณ 11.98 , 16.26 และ 16.19 กิโลกรัม/สัปดาห์ ตามลำดับ กระบวนการ Recycle ใช้วิธีนำไปขายให้ อบต.เขาทอง ปรากฏข้อมูลมีปริมาณขยะที่เข้าสู่กระบวนการ Recycle เพิ่มขึ้น ตั้งแต่ปี 2560-2562 ปริมาณ 5.48 , 1.48 และ 0.71 กิโลกรัม/สัปดาห์ ตามลำดับ ส่งผลให้เมื่อเสร็จสิ้นโครงการโรงเรียนเขาทองพิทยาคมมีปริมาณขยะประเภทขยะมีปริมาณขยะที่ลดลงได้ สูงสุด 0.08 กิโลกรัม/สัปดาห์

ผลการดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะของโรงเรียนเขาทองพิทยาคม ส่งผลให้เกิดความสำเร็จ และเป็นที่ยกย่องของโรงเรียนต่างๆในจังหวัดนครสวรรค์



ภาพ 46 ชนะเลิศด้านสิ่งแวดล้อม โรงเรียนขนาดเล็กในจังหวัดนครสวรรค์ ปี 2561



ภาพ 47 ชนะเลิศด้านสิ่งแวดล้อม โรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดนครสวรรค์ ปี 2561



ภาพ 48 ผ่านการประเมินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ระดับดี กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปี 2562

บทที่ 5

บทสรุป

การพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย โดยสามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ศึกษาและการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย

มีวิธีดำเนินงานทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 คัดเลือกบุคลากรเรียกว่า คณะกรรมการบริหารการจัดการขยะแบบมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน ประกอบด้วยสมาชิกจำนวนอย่างน้อย 23 คน แต่ไม่เกิน 50 คน มาจาก 4 ส่วน คือ 1) ตัวแทนผู้บริหาร จำนวนอย่างน้อย 1 คน โดยมีคุณสมบัติต้องเป็นผู้อำนวยการโรงเรียน รองผู้อำนวยการโรงเรียน หรือทั้ง 2 ตำแหน่ง 2) ตัวแทนครู จำนวนอย่างน้อย 10 คน โดยมีคุณสมบัติต้องเป็นครูประจำการ พนักงานราชการ ตำแหน่งผู้สอน ครูอัตราจ้าง ลูกจ้างประจำตำแหน่งปฏิบัติการสอน ลูกจ้างชั่วคราวตำแหน่งปฏิบัติการสอน 3) ตัวแทนนักเรียน จำนวนอย่างน้อย 10 คน โดยมีคุณสมบัติต้องเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในสถานศึกษาปีการศึกษาปัจจุบัน 4) ตัวแทนเครือข่าย จำนวนอย่างน้อย 2 คน โดยมีคุณสมบัติต้องเป็น คณะกรรมการเครือข่ายผู้ปกครอง ผู้ปกครองนักเรียนของนักเรียนในปีการศึกษาปัจจุบัน ผู้แทนองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น พระสงฆ์ ผู้นำศาสนา อาจารย์ซึ่งเป็นตัวแทนมหาวิทยาลัยต่างๆหรือ คณะกรรมการสถานศึกษาของโรงเรียน โดยคณะดำเนินงานดังกล่าวสามารถปรับจำนวนของตัวแทนทั้ง 4 ส่วนได้ตามความเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน เมื่อคัดเลือกบุคลากรแล้วให้ระบุตำแหน่งและหน้าที่ในคณะกรรมการบริหารการจัดการขยะแบบมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน ประกอบด้วย ประธานคณะดำเนินงาน รองประธาน คณะกรรมการดำเนินงาน คณะกรรมการฝ่ายสถานที่ ฝ่ายโสตทัศนศึกษา และประชาสัมพันธ์ ฝ่ายคิดแยกและเก็บข้อมูลขยะ ฝ่ายการเงินและพัสดุ ฝ่ายความปลอดภัย ฝ่ายประเมินผล และ เลขานุการ

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อได้คณะกรรมการแล้วดำเนินการวางแผนดำเนินงาน ต้องบันทึกข้อมูลในตารางวงจรบริหารงานคุณภาพ ตามแนวคิดการปฏิบัติ 3 ส่วน ส่วนที่ 1 กำหนดกรอบหัวข้อ ประกอบด้วยตัวเลือก ปัญหาปริมาณขยะ ปัญหากลิ่นขยะ ปัญหาน้ำชะขยะ ปัญหาสารพิษ ปัญหาโดนร้องเรียนด้านมลภาวะต่อชุมชนโดยรอบ ให้นักเรียนรู้คุณค่าและตระหนักถึงผลกระทบจากการ

เปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม ส่วนที่ 2 วิธีการเก็บข้อมูล ประกอบด้วย 1. แบบประเมิน 2. ข้อมูลปริมาณ
 ชยะที่เปลี่ยนแปลงไป 3. สังเกตและสัมภาษณ์ ส่วนที่ 3 กำหนดทางเลือกการปรับปรุงมี 3
 กระบวนการ ดังนี้ 1) กระบวนการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจและการสร้างวินัยในการจัดการขยะมูล
 ฝอย 2 กระบวนการส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย 3 กระบวนการศึกษาการดำเนิน
 กิจกรรมโรงเรียนปลอดขยะปลอดขยะโดยพัฒนาหลักกระบวนการ 3R โดยสามารถเลือกกิจกรรมใน
 การดำเนินการได้มากกว่า 1 กิจกรรม

ขั้นตอนที่ 3 เสนอโครงการให้คณะกรรมการสถานศึกษาอนุมัติ และปฏิบัติการดำเนิน
 โครงการตามแผนการดำเนินงานที่ทำไว้ ในขั้นตอนที่ 2 เนื่องจากการปรับปรุงกระบวนการนั้นยังใหม่
 อยู่ อาจจะปรับปรุงแล้วประสบความสำเร็จหรือไม่ก็ได้ เราจึงแนะนำว่าในขั้นตอนนี้อาจจะเริ่มปฏิบัติ
 จากคนกลุ่มเล็กหรือเป็นโปรเจ็คเล็กๆก่อน เพื่อป้องกันการเกิดความเสียหาย บันทึกข้อมูลในตาราง
 วงจรบริหารงานคุณภาพ

ขั้นตอนที่ 4 คณะกรรมการตรวจสอบการดำเนินโครงการ จากการปฏิบัติตามแผนการ
 ดำเนินงานแล้ว ขั้นตอนถัดไปคือการประเมินว่าได้ตามแผนที่วางไว้ว่าเป็นไปตามความคาดหวังหรือไม่
 โดยใช้ตัวชี้วัดที่กำหนดไว้มาตรวจสอบ ในการตรวจสอบจะมีทั้งส่วนที่เป็นไปตามแผนและไม่เป็นไป
 ตามแผน ผู้ตรวจสอบควรรู้ว่า ถ้าเป็นไปตามแผน ปัจจัยอะไรที่ทำให้สำเร็จ ในทางกลับกันหากไม่
 เป็นไปตามแผนก็ต้องหาสาเหตุด้วยว่าทำไมถึงไม่สำเร็จ

ขั้นตอนที่ 5 การปรับปรุง ดำเนินโครงการจากผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจสอบ ทีมงานจะต้อง
 นำผลลัพธ์นั้นมาเข้าสู่กระบวนการปรับปรุงอย่างเหมาะสม วิเคราะห์ว่าปัจจัยใดที่ทำให้ไม่สำเร็จใน
 แผนการที่ตั้งมาตอนแรก เมื่อปรับปรุงแผนการดำเนินงานเสร็จ ให้ดำเนินงานตามขั้นตอนที่ 3 ต่อไป

2. การศึกษาการนำรูปแบบการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทยไปทดลองใช้

คณะกรรมการสถานศึกษาโรงเรียนเขาทองพิทยาคม พิจารณาอนุมัติโครงการให้สามารถดำเนินโครงการได้ โดยกำหนดเป็นโครงการต่อเนื่อง ชื่อโครงการ โรงเรียนปลอดขยะ คัดแยกองค์ประกอบขยะภายในโรงเรียนเขาทองพิทยาคม โดยสถานักเรียนโรงเรียนเขาทองพิทยาคม พบประกอบของขยะดังต่อไปนี้ สารเนาเปื่อยง่าย(เศษอาหารและอื่นๆ) ,ใบไม้และเศษไม้, กล่องนม-โอวันติน, ยาง, ฝา, ถุงพลาสติก, PETE, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS, OTHER, โฟม (EPS), กล่องกระดาษ, กระดาษ, หนังสือ (ไม่ระบุ) โลหะ, แก้ว และกระป๋อง ได้คัดเลือกบุคลากรที่จะร่วมกันดำเนินงานคณะกรรมการ ประกอบด้วยตัวแทนผู้บริหาร 1 คน (ผู้อำนวยการโรงเรียน) ตัวแทนครู 10 คน ตัวแทนนักเรียนทุกห้องเรียน 18 คน สถานักเรียนประจำปีการศึกษา 2559 10 คน ตัวแทนเครือข่ายผู้ปกครองนักเรียน 2 คน เจ้าอาวาสวัดเขาทอง 1 รูป บุคลากรขององค์การบริหารส่วนตำบลเขาทอง 2 คน กำนัน 1 คน ผู้ใหญ่บ้านของตำบลเขาทอง 12 คน โดยมีคณะกรรมการดำเนินงานประกอบด้วยตัวแทนผู้บริหาร 1 คน (ผู้อำนวยการโรงเรียน) ตัวแทนครู 10 คน ตัวแทนนักเรียนทุกห้องเรียน 18 คน สถานักเรียนประจำปีการศึกษา 2559 10 คน ตัวแทนเครือข่ายผู้ปกครองนักเรียน 2 คน เจ้าอาวาสวัดเขาทอง 1 รูป บุคลากรขององค์การบริหารส่วนตำบลเขาทอง 2 คน กำนัน 1 คน ผู้ใหญ่บ้านของตำบลเขาทอง 12 คน สร้างกิจกรรมที่ส่งเสริม 1) กระบวนการส่งเสริมวินัย ออกกฎระเบียบที่ช่วยในการจัดการขยะมูลฝอยใช้ สร้างความรู้ ความเข้าใจให้กับผู้เรียน ครู และบุคลากรภายในโรงเรียน โดยการจัดกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการ สร้างจุดเรียนรู้ หรือแหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน โดยการจัดตั้งจุดการเรียนรู้จำนวน 7 จุด ประกอบด้วย จุดการเรียนรู้การคัดแยกขยะ , จุดการเรียนรู้การใช้ใส่เดือนย่อยขยะเศษอาหาร , จุดการเรียนรู้เสวียน การทำปุ๋ยหมัก , จุดการเรียนรู้ 3R , จุดการเรียนรู้ธนาคารขยะ , จุดการเรียนรู้การขนส่งขยะ และจุดการเรียนรู้โครงการโรงเรียนปลอดขยะ 2) กระบวนการส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย การมีส่วนร่วมของผู้เรียนและบุคลากรภายในโรงเรียน การมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่างๆ ภายนอกโรงเรียน การดำเนินกิจกรรมโรงเรียนปลอดขยะปลอดขยะโดยพัฒนาหลักกระบวนการ 3R ประกอบด้วยกิจกรรมที่ส่งเสริมการ พัฒนากระบวนการลดขยะที่ต้นทาง (Reduce) พัฒนาการกระบวนการจัดการขยะที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียน (Reuse, Recycle)

3. ศึกษาปริมาณขยะที่ผ่านกระบวนการพัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาในประเทศไทย

ผลศึกษาปริมาณขยะก่อน และหลังผ่านกระบวนการลดปริมาณขยะที่ต้นทาง และที่เกิดขึ้นในโรงเรียน พบว่าปริมาณขยะในปีการศึกษา 2559 ซึ่งเป็นปีที่เริ่มเก็บข้อมูลและยังไม่มีมีการดำเนินงานโครงการโรงเรียนปลอดขยะ โรงเรียนเขาทองพิทยาคมมีปริมาณขยะตามองค์ประกอบ

ต่างๆรวมกัน พบว่ามีปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 223.12 ± 8.53 กิโลกรัม/สัปดาห์ และในปีการศึกษาปี 2560- 2562 ได้เริ่มดำเนินโครงการโรงเรียนปลอดขยะ ตามหลักการ 3R คือ กระบวนการ Reuse(ใช้ซ้ำ) Reduce(ลดการใช้) และRecycle(นำกลับมาใช้อีก) ปรากฏว่าขยะลดลง ในปีการศึกษาปี 2560 เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 129.75 ± 8.26 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อยจึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ แต่ในเดือน สิงหาคมจะมีปริมาณขยะมากที่สุดเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน ในปีการศึกษาปี 2561 ปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 111.82 ± 27.54 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อยจึงสามารถลดปริมาณขยะลงได้ เหลือปริมาณขยะเฉลี่ยน้อยกว่าปีการศึกษา 2560 แต่ในเดือนสิงหาคมยังมีปริมาณขยะมากที่สุดเนื่องจากเป็นช่วงจัดกิจกรรมกีฬาภายในโรงเรียน และในเดือน พฤษภาคม และ มีนาคม มีปริมาณขยะน้อยที่สุด เนื่องจากมีการจัดทำและขยายจำนวนสเวียนให้มากขึ้นเพื่อใช้ในการลดขยะประเภทใบไม้เศษไม้ให้มากขึ้น และในปีการศึกษาปี การศึกษา 2562 เหลือปริมาณขยะต่อสัปดาห์เฉลี่ย(x) 115.91 ± 16.35 กิโลกรัม/สัปดาห์ เนื่องจากผลการดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อยได้รับความร่วมมืออย่างต่อเนื่อง เนื่องจากมีการทำและขยายจำนวนสเวียนให้มากขึ้นเพื่อใช้ในการลดขยะประเภทใบไม้เศษไม้ให้มากขึ้นทำให้เดือน พฤษภาคม และกันยายน มีปริมาณขยะลดลง และนำปริมาณขยะเฉลี่ยในปีการศึกษา 2559 มี ปริมาณ 223 กิโลกรัม/สัปดาห์ เทียบกับปีการศึกษา 2560 มีปริมาณขยะเฉลี่ย 130 กิโลกรัม/สัปดาห์ พบว่ามีปริมาณลดลงคิดเป็นร้อยละ 46.18 และเทียบปีการศึกษา 2561 มีปริมาณขยะเฉลี่ย 112 กิโลกรัม/สัปดาห์ พบว่ามีปริมาณลดลงคิดเป็นร้อยละ 49.77 และเทียบปีการศึกษา 2562 มีปริมาณ ขยะเฉลี่ย 115 กิโลกรัม/สัปดาห์ พบว่ามีปริมาณลดลงคิดเป็นร้อยละ 48.43 แสดงให้เห็นได้ว่าวิธีการ พัฒนาระบบและกลไกในการจัดการและใช้ประโยชน์จากขยะอย่างยั่งยืนของโรงเรียนมัธยมศึกษาใน ประเทศไทยสามารถส่งผลให้ปริมาณขยะลดลง และเกิดความยั่งยืนได้จริง

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้งานวิจัยมีประสิทธิภาพมากที่สุดโรงเรียนควรมุ่งเน้นลดการเกิดขยะตั้งแต่ต้นทาง ก่อน จากนั้นเก็บขนขยะควรนำขยะไปสถานที่คัดแยกเพื่อแยกขยะรีไซเคิลให้ได้มากที่สุด เพื่อจำหน่าย ให้ได้มากที่สุด นำขยะเศษใบไม้ไปทำปุ๋ยให้มากขึ้น นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้เป็นการจำลองสถานการณ์ การใช้วิธีการ 3R ซึ่งเป็นกระบวนการที่นิยมใช้ ดังนั้นในการวิจัยต่อไปอาจศึกษาจากข้อมูลจริง หรือ ข้อมูลจากงานวิจัยอื่นๆ ที่ได้ดำเนินวิธีการอื่นๆ หรือกิจกรรมที่แตกต่างกัน



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2553). *คู่มือประชาชน การคัดแยกขยะมูลฝอยอย่างถูกวิธีและเพิ่มมูลค่า*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2554). *ปริมาณมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2548-2553*. สืบค้น 17 กุมภาพันธ์ 2559, จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/waste_wastethai48_53.html
- กรมควบคุมมลพิษ. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2547). *การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมควบคุมมลพิษ สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2552). *คู่มือการทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอย*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2553). *คู่มือการปฏิบัติงานกระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี*. สืบค้น 15 มีนาคม 2558, จาก <http://www.ldd.go.th/PMQA/2533/Manual/OSD-03.pdf>
- กิตติ วิรุณพันธ์, พัชรินทร์ ฐิตินานนท์ และสุรวิรัตน์ บุตรพรหม. (2010). ชนิดไส้เดือนและวัสดุรองพื้นแบบต่างๆ ต่อการให้ผลผลิตของไส้เดือนดิน. *วารสาร RAJABHAT AGRIC*, 9(2), 12-20.
- เกษมศรี ชับซ้อน. (2537). *คู่มือการวิเคราะห์ดิน พีช ปุ๋ย และน้ำ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ขวัญทิพา ปานเดชา. (2549). *การหมักขยะอินทรีย์สังเคราะห์โดยใช้ไส้เดือน Perionyx excavatus พิษณุโลก (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชื่นจิต กิ่งนรา. (2543). *การทำปุ๋ยหมักจากขยะเศษอาหารแบบกึ่งกะ (fed-batch composting) (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ธเรศ ศรีสถิตย์. (2553). *วิศวกรรมการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญญาพร พลัดบุญ. (2557). *อิทธิพลของระยะห่างของช่องว่างระหว่างชั้นขยะกับดินรองพื้นในการหมักขยะโดยใช้ไส้เดือน Perionyx excavatus (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นภาพร พิหารรัตน์. (2548). *การหมักขยะในตู้ลิ้นชักโดยใช้ไส้เดือนสายพันธุ์ Perionyx excavatus (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- มัลลิกา ปัญญาคะโป. (2544). *การจัดการของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม*. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วิศรุต วิชัยวิทย์, เบญจมาศ รสโสภา, และกรรณิการ์ สัจจาพันธ์. (2555). คุณภาพปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ได้จากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ประเภทต่างๆ โดยไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Perionyx excavatus*. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 30(2), 86-96.
- สามารถ ใจเตี้ย. (2546). *ระดับไนโตรเจนที่มีผลต่อการผลิตปุ๋ยหมักที่ผลิตจากมูลไส้เดือนดิน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- สามารถ ใจเตี้ย. (2554). ประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากไส้เดือนดินร่วมกับหัวเชื้อปุ๋ยหมัก. *วารสารมทร อีสาน*, 4(1), 27-36.
- สุธรรม ประทุมสวัสดิ์. (2545). เทคนิคการทำปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ (comsting). *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา*, 14(43), 38-42.
- อัมพร วัฒนชัยเสรีกุล. (2545). *การผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพโดยใช้ไส้เดือนดิน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- อานันต์ ต๊ะปิ่นตา. (2553). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อานัญญา แก้วทอง. (2540). *การผลิตปุ๋ยหมักจากเศษหญ้า เศษใบไม้แห้ง และกากตะกอนน้ำเสียด้วยวิธีการแบบมีการระบายอากาศ* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อานัญญา ตันโซ. (2543). การทำปุ๋ยจากขยะโดยใช้ไส้เดือนดิน. *นิตยสารแม่โจ้ปริทัศน์*, 6(1), 98-102.
- อานัญญา ตันโซ. (2548). ไส้เดือนเพื่อนสิ่งแวดล้อมและเกษตรธรรมชาติ. *วารสารเกษตรธรรมชาติ*, 1(2548), 14-49.
- Atiyeh, R. M., & Edwards, C. A. (2000). Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology*, 78(2001), 11-20.
- Atiyeh, R. M., Lee, S., & Edwards, C. A. (2002). The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*, 84(2002), 7-14.
- Babuthangadurai, A., Jawahar Ali, P., Chittrarasu., Alawdeen, S., & JOHN, B. A. (2014). Impact of stress on excretion in earthworm (*Perionyx excavatus*). *Sustainability Science and Management*. Penerbit UMT: N.P.

- Birundha, M., John Paul, J. A., & Mariappan, P. (2013). Growth and reproduction of *Perionyx excavatus* in different organic wastes. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*, 2(2), 28-35.
- Chaudhuri, P. S., & Bhattacharjee, G. (2002). Capacity of various experimental diet to support biomass and reproduction of *Perionyx excavates*. *Bioresource Technology*, 82(2), 147-150.
- Horisawa, S. Sunagawa, M., Tamai, Y., Matsuoka, Y., Miura, T., & Terazawa, M. (1993). Biodegradation of non-lignocellulosic substances II : The physical properties and deterioration of sawdust as an artificial soil, Morioka. *Japan Wood Research Society*, 45(1993), 11-17.
- Jeyaba, A., & Kuppuswamy, G. (2000). Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its response in rice–legume cropping system and soil fertility. *European Journal of Agronomy*, 15 (2001), 153–170.
- Jouquet, P., Plumere, T., & Orangea, D. (2010). The rehabilitation of tropical soils using compost and vermicompost is affected by the presence of endogeic earthworms. *Applied SoilEcology*, 46(2010), 125–133.
- Loh, T. C., Lee, Y. C., Liang, J. B & Tan, D. (2005). Vermicomposting of cattle manures by *Eisenia foetida* and their growth and reproduction performance. *Bioresour Technol*, 96(1), 111-4.
- Ndegwa, P. M., & Thomson, S. A. (2000). Effects of C-to-N ratio on vermicomposting of biosolids. *Bioresource Technology*. 75(1), 7-12.
- Paul, J. A., & Karmegam, N. (2011). Municipal solid waste (MSW) vermicomposting with an epigeic earthworm, *Perionyx ceylanensis* Mich. *Bioresource Technology*, 102(2011), 6769–6773.
- Pramanik, P., Ghosal, P. K., & Banik, P. (2006). Changes in organic – C, N, P and K and enzyme activities in vermicompost of biodegradable organic wastes under liming and microbial inoculants. *Bioresource Technology*, 98(2007), 2485–2494.
- Suthar, S. (2006). Nutrient changes and biodynamics of epigeic earthworm *Perionyx excavatus* (Perrier) during recycling of some agriculture. *Wastes Bioresource Technology*, 98(2007), 1608–1614.

- Suthar, S. (2009). Vermicomposting of vegetable-market solid waste using *Eisenia fetida*: Impact of bulking material on earthworm growth and decomposition rate. *Ecological Engineering*, 35(2009), 914–920.
- Suthar, S., & Singh, S. (2008). Vermicomposting of domestic waste by using two epigeic earthworms (*Perionyx excavatus* and *Perionyx sansibaricus*). *Int. J. Environ. Sci. Tech*, 5(1), 99-106.
- Warman, P. R., & Anglopez, M. J. (2010). Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium. *Bioresource Technology*, 101(2010), 4479–4483.





ภาคผนวก

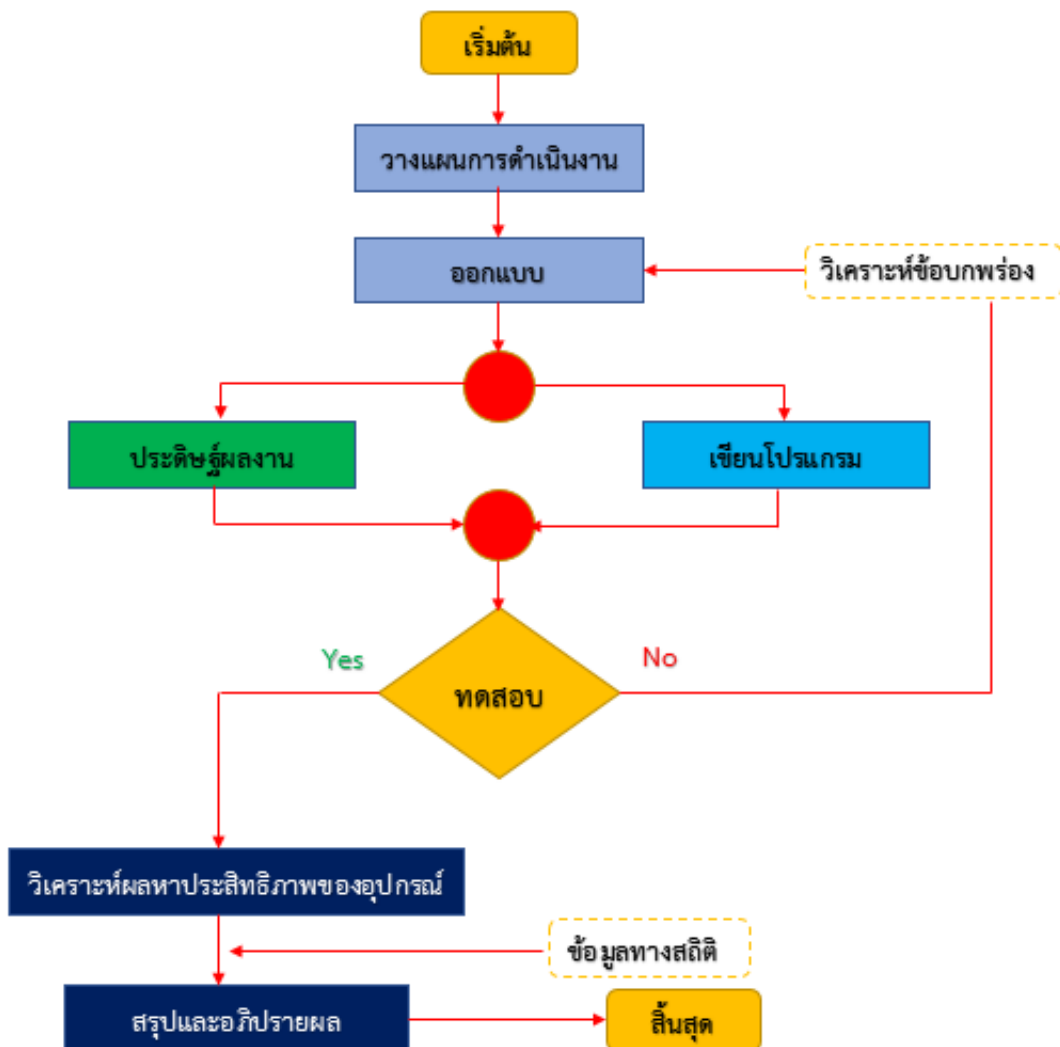
มหาวิทยาลัยนครพนม

การศึกษาประสิทธิภาพในการใช้ไส้เดือน *Perionyx excavates* ย่อยสลายขยะเศษอาหาร โดยใช้ถังหมัก 2 state แบบอัตโนมัติ

เพื่อศึกษาการใช้ไส้เดือน *Perionyx excavates* ย่อยสลายขยะเศษอาหาร โดยใช้ถังหมัก 2 state แบบอัตโนมัติ

การออกแบบผังการดำเนินงาน (Flow Chart)

1 การออกแบบผังการปฏิบัติงาน (Flow Chart)



แผนผังการดำเนินงาน

ประดิษฐ์ถังปฏิบัติการใช้ไส้เดือน *Perionyx excavates* ย่อยสลายขยะเศษอาหาร



ถังปฏิบัติการ

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้ไส้เดือน *Perionyx excavates* ย่อยสลายขยะเศษอาหาร โดยใช้ถังหมัก 2 state แบบอัตโนมัติ

แผนการทดลอง

1 เตรียมขยะเศษอาหารที่ใช้ในการทดลองเป็นขยะเศษอาหารจากโรงอาหารของโรงเรียนเขาทองพิทยาคม โดยแยกขยะเศษอาหารที่ย่อยสลายได้ยากออก เช่น ก้างปลากระดูกหมู และกระดูกไก่ เป็นต้น โดยการผสมขยะเศษอาหาร ปริมาณ 750 กรัม กับ Bulking Agent คือ กระดาษ A4 ใช้แล้ว 250 กรัม (อัตราส่วนของขยะเศษอาหารต่อกระดาษ A4 ใช้แล้ว เท่ากับ 3:1 โดยน้ำหนัก หรือ 210:70 กรัม)

2 เตรียม Bulking Agent ในงานวิจัยนี้ใช้กระดาษกระดาษ A4 ที่ถูกใช้แล้ว (Reused) จากห้องสำนักงาน ห้องพักครู ห้องเรียน นำมาตัดย่อยกระดาษให้มีขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร



ขยะเศษอาหารและ Bulking Agent

3 เตรียมไส้เดือนในการทดลองใช้ไส้เดือนสายพันธุ์ *Perionyx excavates* จากนันท์พัทธ์ ฟาร์มไส้เดือน ต.หนองมาค่าโมง อ.ด่านช้างจ.สุพรรณบุรี โดยใช้ไส้เดือนอายุประมาณ 60 วัน ยาวประมาณ 8-17 เซนติเมตร



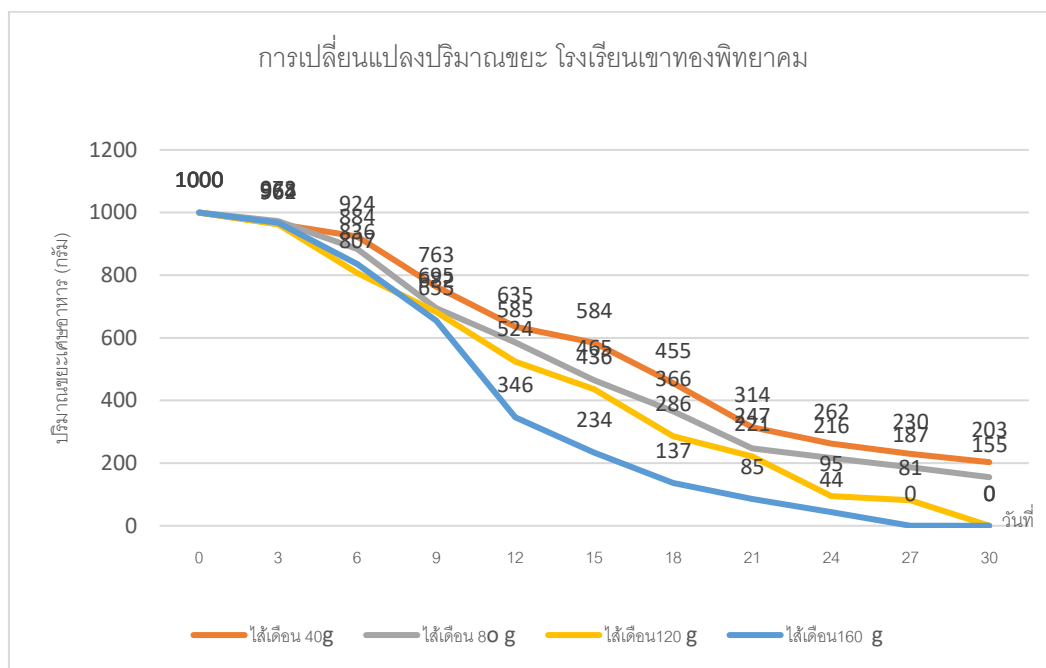
ไส้เดือน *Perionyx excavatus*

4 เตรียมดินรองพื้นใช้ดินที่มีส่วนประกอบเป็นดินร่วนละเอียด มูลขี้วัวหมักแช่น้ำ 1 สัปดาห์ เปลี่ยนน้ำทุก 24 ชม. ผสมขุยมะพร้าว ก่อนนำไปใช้ในการทดลองต้องนำดินไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อที่จะกำจัดสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กๆ ที่ไม่ต้องการออกไป โดยการทดลองนี้จะใช้ดินปริมาณ 5000 กรัมต่อถังปฏิกิริยา 1 ถัง



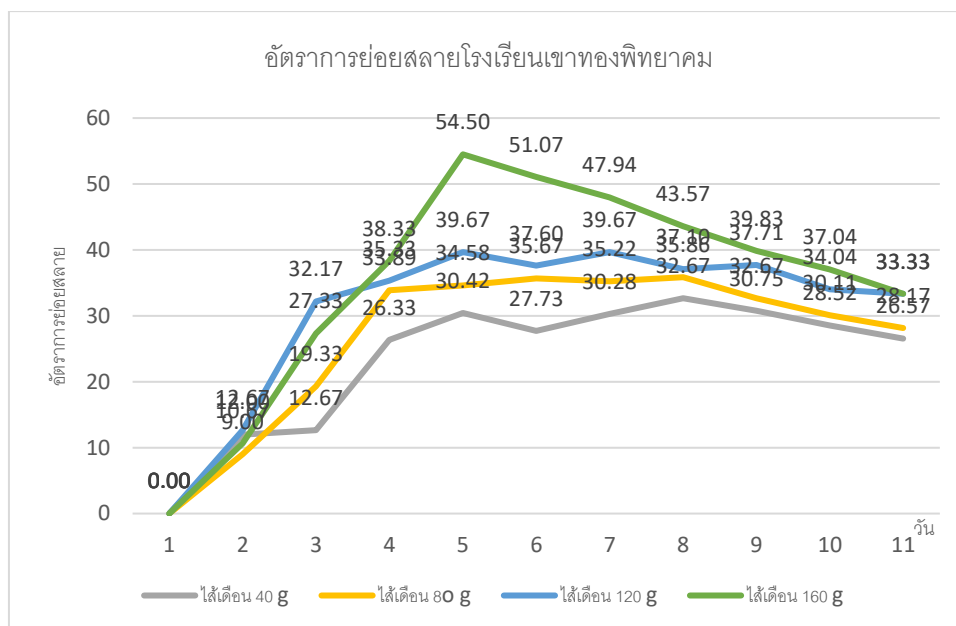
วัสดุรองพื้น

ศึกษาอัตราการย่อยสลายในถังปฏิกรณ์



การเปลี่ยนแปลงปริมาณขยะเศษอาหาร 1 กิโลกรัม ระยะเวลา 30 วันของโรงเรียนเขาทองพิทยาคม

จากภาพพบว่าการเปลี่ยนแปลงขยะเศษอาหารของโรงเรียนเขาทองพิทยาคมโดยการทดลองใส่เดือนปริมาณ 120 กรัม และ 160 กรัม สามารถย่อยได้หมดภายใน 30 วัน ส่วนใส่เดือนปริมาณ 40 และ 60 กรัม ไม่สามารถย่อยสลายขยะเศษอาหารได้หมดภายใน 30 วัน โดยใส่เดือน 160 กรัม สามารถย่อยสลายได้ดีที่สุด สามารถย่อยสลายได้หมดภายใน 27 วัน รองลงมาคือใส่เดือนจำนวน 120 กรัม สามารถย่อยได้หมดภายใน 30 วัน สามารถสรุปได้ว่าปริมาณใส่เดือนมีผลต่อการย่อยสลายขยะประเภทเศษอาหาร ยิ่งมีใส่เดือนมากก็จะสามารถย่อยสลายขยะเศษอาหารได้มาก



อัตราการย่อยสลายขยะเศษอาหารของโรงเรียนเขาทองพิทยาคม

จากภาพพบอัตราการย่อยสลายของใส่เดือนโรงเรียนเขาทองพิทยาคมตามลำดับดังนี้ ใส่เดือน 40 กรัมมีอัตราการย่อยสลายที่ดีที่สุดคือ 32.67 กรัม/วัน ในวันที่ 21 ใส่เดือน 80 กรัมมีอัตราการย่อยสลายที่ดีที่สุดคือ 35.86 กรัม/วัน ในวันที่ 21 ใส่เดือน 120 กรัมมีอัตราการย่อยสลายที่ดีที่สุดคือ 39.67 กรัม/วัน ในวันที่ 12 และ 18 ใส่เดือน 160 กรัมมีอัตราการย่อยสลายที่ดีที่สุดคือ 54.50 กรัม/วัน ในวันที่ 12