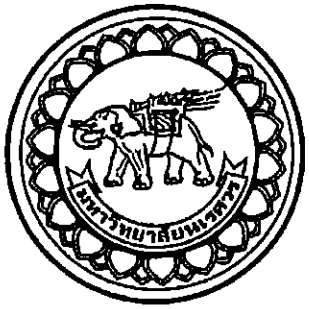


คุณสมบัติทางกายภาพของขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

PHYSICAL PROPERTIES OF SOLID WAST IN NARESUAN UNIVERSITY

นายจตุพล ทรัพย์พร้อม รหัส 51362565

นายโชคดนัย มีมุข รหัส 51362619

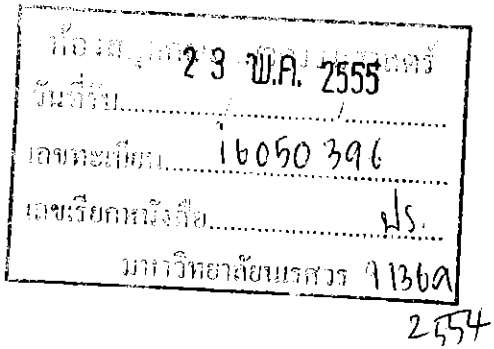
นางสาวศศิธร โพธิ์ชัย รหัส 51362770

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2554



ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	คุณสมบัติทางกายภาพของขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นาย จตุพล ทรัพย์พร้อม	รหัส 51362565
	นาย โชคดนัย มีมุข	รหัส 51362619
	นางสาว ศศิธร โพธิ์ชัย	รหัส 51362770
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์ วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	
ปีการศึกษา	2554	

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(อาจารย์ วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น)

.....กรรมการ
(อาจารย์ อำพล เตโชวาณิชย์)

.....กรรมการ
(ดร.จิรภัทร์ อนันต์ภัทรชัย)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	คุณสมบัติทางกายภาพของขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นาย จตุพล ทรัพย์พร้อม	รหัส 51362565
	นาย โชคดนัย มีมุข	รหัส 51362619
	นางสาว ศศิธร โพธิ์ชัย	รหัส 51362770
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์ วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	
ปีการศึกษา	2554	

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเส้นทางการเก็บขนขยะ อัตราการเกิดขยะ คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติบางประการทางเคมีของขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ดำเนินการทดลองเก็บขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรเดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่ เดือนกรกฎาคม2554 – เดือนธันวาคม 2554 การจัดเก็บขยะแบ่งเป็น 2 เส้นทาง โดยเส้นทางแรก เริ่มเก็บเวลา 6:30 น. สิ้นสุดการเก็บเวลา 9:00 น. เส้นทางที่สอง เริ่มเวลา 10:30 น. สิ้นสุดการเก็บเวลา 13:00 น. ประชากรภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรมีจำนวนทั้งสิ้น 27,707 คน เกิดขยะเฉลี่ย 2.74 ตัน/วัน คิดเป็นอัตราการเกิดขยะเท่ากับ 0.099 กิโลกรัม/คน-วัน มีความหนาแน่นเฉลี่ย 121.51 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นเศษอาหาร พลาสติก กระดาษ และขยะอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 42.21 17.21 10.01 และ 24.04 ตามลำดับ มีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 56.67 ค่าพลังงานจากขยะเฉลี่ย 5,922 แคลอรีต่อกรัม/กรัม และเถ้าจากการเผาร้อยละ 7.52

Project title	Physical properties of solid waste in Naresuan University		
Name	Mr. Jatupol	Subprom	ID. 51362565
	Mr. Chokdanai	Meemuke	ID. 51362619
	Miss Sasitorn	Pochai	ID. 46362770
Project advisor	Warangluck Sonklin		
Major	Environmental Engineering		
Department	Civil Engineering		
Academic year	2011		

Abstract

The purposes of this study were to determine the routes of transportation, rate of waste generation, physical properties and some chemical properties in Naresuan University. The waste samples were collected once month from July 2011 to December 2011.The result were shown that there were 2 routes of waste collection. The first route started at 6.30 a.m. and finish at 9.00 a.m. The second route started at 10.30 a.m. and finish at 1.00 p.m. The number of population in Naresuan University was 27,707 people. The average of waste generation was 2.74 tons/day, or 0.099 kg/person-day. The average density was 121.51 kg/m^3.The composition were discarded food, plastic, paper, and others which were 42.21%, 17.21%, 10.01%, and 24.04%, respectively. The average of humidity was 56.67%. The average energy was 5,922 calories/gram and ashes from burning were 7.52%.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมเล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ เพราะความกรุณาจาก อาจารย์ วรางค์ ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ให้คำแนะนำ อธิบาย พิจารณารูปเล่มโครงงาน อีกทั้งเป็นผู้ติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่หน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง

ขอขอบคุณ ครูช่างวิชญา อิ่มกระจ่าง ครูช่างยุพา เอี่ยมบัวหลวง และครูช่างวาฤทธิ์ ภมร เจ้าหน้าที่ทดสอบ/เทคนิค ผู้ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือในการใช้อุปกรณ์

ขอขอบคุณ นางบุญสม สีขาว เจ้าหน้าที่บริหารทั่วไป และพนักงานขับรถเก็บขนขยะ รวมถึงคนงานเก็บขนขยะ กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้ประสานงานข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยภายในมหาวิทยาลัย และให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลตัวอย่าง

ขอขอบคุณบิดา มารดา พี่ น้อง นิสิตสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และผู้อื่นที่มิได้เอ่ยนามที่เป็นกำลังใจ ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกให้โครงงานนี้สำเร็จด้วยดี

คณะผู้ดำเนินโครงงานทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ขอมอบคุณงามความดีแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน หากท่านผู้มีความรู้พบข้อบกพร่องในโครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้ คณะผู้ดำเนินโครงงานยินดีขอรับคำชี้แนะ และรับผิดชอบแต่เพียงผู้เดียว

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นาย จตุพล ทรัพย์พร้อม
นาย โชคดนัย มีมุข
นางสาว ศศิธร โพธิ์ชัย
มีนาคม 2554

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....จ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....1
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน.....2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2
1.6 แผนการดำเนินงาน.....2
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น.....4
2.1 นิยามที่เกี่ยวข้องกับขยะมูลฝอย.....4
2.2 ประเภทของขยะ.....4
2.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและองค์ประกอบของขยะ.....6
2.4 คุณสมบัติทางกายภาพของขยะ.....6
2.5 คุณสมบัติทางเคมีของขยะ.....7
2.6 ผลกระทบของขยะต่อสภาพแวดล้อม.....8
2.7 วิธีการกำจัดขยะ.....10
2.8 การนำขยะกลับมาใช้ใหม่.....18

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน 20

3.1 การเก็บข้อมูลเส้นทางเก็บขนขยะ 20

3.2 การคำนวณอัตราการเกิดขยะ 20

3.3 การสุ่มตัวอย่างขยะ 20

3.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของขยะ 21

3.5 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของขยะ 25

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ 29

4.1 เส้นทางเก็บขยะของหมาวิทยาลัยนเรศวร 29

4.2 อัตราการเกิดขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร 31

4.3 คุณสมบัติทางกายภาพของขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร 32

4.4 คุณสมบัติทางเคมีของขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร 36

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 38

5.1 บทสรุป 38

5.2 ข้อเสนอแนะ 39

เอกสารอ้างอิง 40

ภาคผนวก ก 41

ภาคผนวก ข 53

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 อัตราการเกิดขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ปี 2554 31

4.2 แสดงค่าความหนาแน่นของขยะ.....32

4.3 แสดงองค์ประกอบของขยะเป็นร้อยละ..... 34

4.4 ฝนเฉลี่ยและความชื้นในแต่ละเดือน..... 35

4.5 แสดงค่าพลังงานที่ได้จากการเผาด้วยเครื่องวิเคราะห์หาปริมาณความร้อนและปริมาณเถ้าที่เหลือจากการเผา.....37

5.1 องค์ประกอบทางกายภาพแบ่งตามการจัดการ.....38

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การหมักปุ๋ยจากขยะด้วยวิธีใช้อากาศ....12

2.2 การหมักปุ๋ยจากขยะด้วยวิธีไร้อากาศ....12

2.3 เตาเผาขยะ....15

2.4 การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล....16

3.1 ลักษณะการกองขยะเป็นรูปกรวยก่อนที่แบ่งออกเป็น 4 ส่วน....21

3.2 การแบ่งขยะออกเป็น 4 ส่วน (Quartering)....21

3.3 อุปกรณ์วิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ....22

3.4 ภาชนะตวงที่ทราบปริมาณความจุ....23

3.5 ตู้อบ และ ถาดอลูมิเนียม....24

3.6 โถทำให้แห้ง เครื่องบดขยะ เครื่องชั่งละเอียด ถ้วยกระเบื้อง....26

3.7 เตาเผา....26

3.8 เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณความร้อน (Bomb Calorimeter)....28

4.1 เส้นทางเก็บขนขยะรอบที่หนึ่ง....29

4.2 เส้นทางเก็บขนขยะรอบที่สอง....30

4.3 อัตราการเกิด....32

4.4 ความหนาแน่นของขยะ....33

4.5 องค์ประกอบของขยะ....34

4.6 ปริมาณฝนเฉลี่ยในแต่ละเดือน....35

4.7 ความชื้นในแต่ละเดือน....36

4.8 ปริมาเถ้าที่เหลือจากการเผา....37

4.9 ค่าพลังงานจากการเผา....37

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร และการเติบโตทางเศรษฐกิจ เป็นสาเหตุที่ทำให้อัตราการเกิดขยะในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี (ทวีชัย, 2552) ประเทศไทยนิยมกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบ (กรมควบคุมมลพิษ, 2553) เพราะการฝังกลบสามารถกำจัดขยะได้ในปริมาณมากและประหยัดงบประมาณในการจัดการ แต่หากมีการจัดการที่ไม่ถูกหลักสุขาภิบาลจะก่อให้เกิดผลกระทบตามมา คือ เป็นแหล่งแพร่พันธุ์ของพาหะนำโรค ขยะกระจายเกิดสภาพไม่น่าดู ก๊าซที่เกิดจากการหมักส่งกลิ่นรบกวน และเป็นแหล่งแพร่กระจายสิ่งสกปรกสู่แหล่งน้ำและพื้นที่ใกล้เคียง วิธีการกำจัดขยะมีหลายวิธี เช่น การเผา การนำไปหมักทำปุ๋ย การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดี ข้อเสีย และวิธีการดำเนินการที่แตกต่างกันไป การเลือกวิธีกำจัดขยะที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับสภาพทางเศรษฐกิจและสังคม ความพร้อมขององค์กรและบุคลากร ตลอดจนสภาพของพื้นที่ หากจะเลือกวิธีใดจะต้องศึกษารูปแบบที่เหมาสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยนเรศวร มีการจัดการขยะโดยการเก็บรวบรวมจากภายในมหาวิทยาลัยส่งไปที่สถานีขนถ่ายมูลฝอยเทศบาลนครพิษณุโลก ก่อนที่จะนำไปกำจัดที่หลุมฝังกลบเทศบาลนครพิษณุโลกต่อไป จากการที่มีเทคโนโลยีการจัดการหลายรูปแบบ การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของขยะเป็นหลัก ดังนั้นกลุ่มผู้จัดทำจึงสนใจศึกษาปริมาณและองค์ประกอบทางกายภาพของขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อให้ได้ข้อมูลประกอบการพิจารณาการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 ศึกษาอัตราการเกิดขยะของมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.2.2 ศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพของขยะจากมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.2.3 ศึกษาค่าพลังงานที่ได้จากการเผาและเถ้าที่เหลือจากการเผาของขยะจากมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้ทราบข้อมูลชนิดและองค์ประกอบทางกายภาพขยะของมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.3.2 ได้ข้อมูลเพื่อใช้ในการพิจารณาการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.3.3 ได้ข้อมูลเพื่อพิจารณาการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

เก็บข้อมูลประชากรภายในมหาวิทยาลัย ได้แก่ นิสิตและบุคลากรรวมไปถึงลูกจ้างชั่วคราว แต่ไม่รวมผู้ที่มาใช้บริการโรงพยาบาล ลูกจ้างชั่วคราวรายวัน และบุคคลภายนอกที่เข้ามาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร เก็บตัวอย่างขยะของมหาวิทยาลัยนเรศวรในแต่ละเดือนเพื่อหาองค์ประกอบทางกายภาพ ความหนาแน่น ความชื้น พลังงานที่ได้จากการเผา และปริมาณเถ้าที่เหลือจากการเผา โดยเก็บข้อมูลต่อเนื่องนับตั้งแต่ เดือน กรกฎาคม 2554 – ธันวาคม 2554 เป็นเวลา 6 เดือน

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือ การวางแผนการทำงานและหาข้อมูลเบื้องต้นเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนที่สองคือการดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล และขั้นตอนสุดท้ายเป็นการรวมรวมผลการทดลองและข้อมูลที่ได้ทั้งหมดเพื่อนำมาประมวลสรุปผลและจัดทำรูปเล่มโครงงาน

1.6 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น	←	→						
วางแผนและกำหนดขอบเขตการทำงาน	←	—	→					
เก็บข้อมูลการเก็บขนขยะ								↔
เก็บตัวอย่างและทำการทดลอง		←	—	—	—	—	→	
รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล						←	—	→
จัดทำรูปเล่มโครงงาน							←	→

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	300	บาท
2. การทดลองหาพลังงานความร้อน	2400	บาท
3. จัดทำรางงานและรูปเล่ม	600	บาท
รวมเป็นเงิน	3300	บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 นิยามที่เกี่ยวข้องกับขยะมูลฝอย

"มูลฝอย" ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถานฉบับ พ.ศ. 2525 กล่าวว่า มูลฝอย หมายถึง เศษสิ่งของที่ทิ้งแล้ว หยากเยื่อ

"มูลฝอย" ตามพระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ. 2535 กล่าวว่า มูลฝอย หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการ ที่เป็นของแข็งหรืออ่อน มีความชื้น ได้แก่ เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร ถุงพลาสติก ภาชนะกล่องใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ หรือซากสัตว์รวมตลอดถึงวัตถุอื่น สิ่งใดที่เก็บกวาดได้จากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น

"มูลฝอย"ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 ให้คำจำกัดความของคำว่า ของเสีย หมายความว่า ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล น้ำเสีย อากาศเสีย มลสารหรือวัตถุอันตรายอื่นใด ซึ่งถูกปล่อยทิ้งหรือมีที่มาจากแหล่งกำเนิดมลพิษ รวมทั้งกากตะกอนหรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ที่อยู่ในสภาพของแข็งของเหลวหรือก๊าซในทางวิชาการจะใช้คำว่า ขยะมูลฝอย ซึ่งหมายถึง บรรดาสิ่งของที่ไม่ต้องการใช้แล้ว ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นของแข็ง จะเน่าเปื่อยหรือไม่ก็ตาม รวมตลอดถึง เถ้า ซากสัตว์ มูลสัตว์ ฝุ่นละออง และเศษวัตถุที่ทิ้งแล้วจากบ้านเรือน ที่พักอาศัย สถานที่ต่างๆ รวมถึงสถานที่สาธารณะ ตลาดและโรงงานอุตสาหกรรม ยกเว้น อุจจาระ และปัสสาวะของมนุษย์ ซึ่งเป็นสิ่งปฏิกูล วิธีจัดเก็บและกำจัดแตกต่างไปจากวิธีการจัดขยะมูลฝอย

2.2 ประเภทของขยะ

การจำแนกประเภทของขยะสามารถจำแนกได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้

2.2.1 ประเภทของขยะตามแหล่งกำเนิด

1) ขยะจากเขตชุมชน ได้แก่ ขยะที่เกิดจากกิจวัตรประจำวันในการดำรงชีวิตตามบ้านเรือนของประชาชนทั่วไป ส่วนใหญ่ขยะมาจากห้องครัว เช่น เศษอาหาร ผักผลไม้ เป็นต้น นอกจากนั้นยังมีเศษกระดาษ พลาสติก ปะปนมาตามกิจกรรมที่เกิดขึ้น

2) ขยะจากเขตเกษตรกรรม ได้แก่ ขยะที่เกิดบริเวณเขตการเกษตรกรรมที่มีการปลูก หรือฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ขยะส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ที่พร้อมจะย่อยสลายและส่งกลิ่นเหม็นรบกวน เช่น เศษผัก เศษผลไม้ ขยะหรือสิ่งปฏิกูลจากการเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น นอกจากนั้นในเขตเกษตรกรรมยังใช้สารเคมีและวัตถุมีพิษต่างๆ ซึ่งจะกลายเป็นขยะอันตรายได้เช่นกัน กิจกรรมในแหล่งกำเนิดแต่ละ

ประเภททำให้เกิดขยะที่ต่างชนิดกันทั้งปริมาณและองค์ประกอบ การจัดการควรจำแนกให้ชัดเจน เพื่อความสะดวกในการรวบรวมเก็บขนและนำไปกำจัด

3) ขยะจากเขตอุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมต่างๆมีการผลิตขยะ ที่เกิดจากกระบวนการผลิตโดยตรงหรือโดยอ้อม เช่นเกิดจากบรรจุภัณฑ์หรือของเสียจากการผลิต องค์ประกอบของขยะจากเขตอุตสาหกรรมแบ่งเป็นขยะทั่วไปและขยะอันตราย ลักษณะของขยะอันตรายขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรม ขยะอันตรายบางชนิดสามารถเป็นประโยชน์แก่กิจกรรมอื่นได้ อาทิเช่น น้ำมันเก่าหรือเศษน้ำมันเชื้อเพลิง สารทำลายที่ใช้แล้ว สามารถนำไปปรับปรุงคุณภาพหรือผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดอื่นได้ ส่วนขยะทั่วไปจากเขตอุตสาหกรรมมีลักษณะเหมือนขยะชุมชนทั่วไป ทั้งนี้อาจเกิดจากกิจกรรมประจำตัวของคนงานหรือพนักงาน

2.2.2 ประเภทของขยะตามการย่อยสลาย

1) ขยะที่ย่อยสลายได้ง่าย

2) ขยะที่ย่อยสลายได้ยากหรือไม่ได้เลย

3) ขยะที่อันตรายหรือสารเคมี

2.2.3 ประเภทของขยะตามองค์ประกอบ

1) ขยะอินทรีย์ หรือขยะย่อยสลาย คือ ขยะที่ย่อยสลายได้เร็ว สามารถนำมาหมักเป็นปุ๋ยได้ เช่น เศษผัก เปลือกผลไม้ เศษอาการ ใบไม้ เนื้อสัตว์ เป็นต้น

2) ขยะรีไซเคิล หรือ ขยะที่ยังใช้ประโยชน์ได้ คือ บรรจุภัณฑ์ หรือวัสดุเหลือใช้ ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ เช่น แก้ว กระดาษ กระป๋องเครื่องดื่ม เศษพลาสติก เศษโลหะ อลูมิเนียม ยางรถยนต์ กล่องเครื่องดื่มแบบ UHT เป็นต้น

3) ขยะทั่วไป คือ ขยะประเภทอื่นที่นอกเหนือจาก ขยะย่อยสลาย ขยะรีไซเคิล และ ขยะอันตราย มีลักษณะที่ย่อยสลายยากและไม่คุ้มค่าสำหรับการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น ห่อพลาสติกใส่ขนม ถุงพลาสติกบรรจุผงซักฟอก พลาสติก ห่อลูกอม ซองบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ถุงพลาสติกเปื้อนเศษอาหาร โฟมเปื้อนอาหาร ฟอล์ยเปื้อนอาหาร เป็นต้น

4) ขยะอันตราย คือ ขยะที่มีองค์ประกอบหรือปนเปื้อนวัตถุอันตราย ซึ่งได้แก่ วัตถุระเบิด วัตถุกัมมันตรังสี วัตถุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุกัดกร่อน วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง วัตถุชนิดอื่นไม่ว่าจะเป็นเคมีภัณฑ์หรือสิ่งอื่นใดที่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สินหรือสิ่งแวดล้อม เช่น ถ่านไฟฉาย หลอดฟลูออเรสเซนต์ แบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ ภาชนะบรรจุสารกำจัดศัตรูพืช กระป๋องสเปรย์บรรจุสีหรือสารเคมี เป็นต้น

2.2.4 ประเภทของขยะตามลักษณะการติดไฟ แบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่

1) ขยะที่สามารถติดไฟได้ ได้แก่ เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก ยาง หนัง ผ้า ไม้ ใบไม้

2) ขยะที่ไม่ติดไฟ ได้แก่ แก้ว โลหะ หิน กระเบื้อง และ อื่นๆ

2.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและองค์ประกอบของขยะ

ในแต่ละพื้นที่หรือแต่ละชุมชนมีปริมาณและองค์ประกอบขยะที่แตกต่างกันเมื่อพิจารณาถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดความแตกต่างสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่นั้นๆ เช่น ที่ตั้งของชุมชนที่อยู่ที่สูง ที่ลุ่ม หรือที่ริมทะเลเป็นต้น

2) ฤดูกาล เช่น ในฤดูฝนลักษณะของขยะจะมีความชื้นสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน มีส่วนผสมของขยะอินทรีย์สูงเช่น ใบไม้ เป็นต้น

3) รายได้ของประชาชน จากการศึกษาพบว่า ถ้าพื้นที่ที่รายได้ของประชาชนสูงจะมีอัตราการเกิดขยะมากกว่าพื้นที่ที่มีประชาการรายได้น้อยกว่า รวมทั้งยังมีความหลากหลายขององค์ประกอบของขยะมากกว่ากลุ่มคนที่มีรายได้น้อย

4) โครงสร้างของครอบครัว จำนวนคนในครอบครัวเป็นตัวกำหนดปริมาณขยะหากเป็นครอบครัวใหญ่ จะมีปริมาณขยะมาก แต่หากนำมาเฉลี่ยหาอัตราการเกิดจะมีสัดส่วนน้อยลงและน้อยกว่าคนที่อาศัยอยู่คนเดียวหรือครอบครัวที่มีคนน้อยกว่า แต่ความหลากหลายขององค์ประกอบขยะอาจจะไม่ชัดเจนเหมือนกับปริมาณขยะ

5) พฤติกรรมในการบริโภคสินค้าและอาหาร เช่น สำหรับผู้ที่ประกอบอาหารรับประทานเองจะมีขยะประเภทเศษผัก เศษอาหาร ในขณะที่ผู้ที่นิยมซื้ออาหารที่สำเร็จรูปแล้วขยะจะเป็นประเภทพลาสติกหรือโฟมที่ใช้บรรจุอาหาร เป็นต้น

6) รูปแบบของการดำเนินชีวิตประจำวันที่เป็นเฉพาะตัว คือ ไม่ทำอาหารที่บ้านแต่รับประทานอาหารนอกบ้าน ซึ่งส่งผลต่อปริมาณและองค์ประกอบของขยะเช่นกัน

7) กฎหมายข้อบังคับ เช่น การคืนขวดสินค้า มีส่วนทำให้ปริมาณขยะลดน้อยลงได้หากเป็นไปได้จริงในประเทศไทยกำหนดให้มีการคืนขวดสินค้า ปริมาณขยะประเภทขวดที่ทำจากแก้วหรือพลาสติกจะลดลงได้อย่างมาก

2.4 คุณสมบัติทางกายภาพของขยะ

คุณสมบัติทางกายภาพของขยะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การหาองค์ประกอบทางกายภาพและการหาความหนาแน่นของขยะ โดยมีวิธีดังนี้

2.4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของขยะ

ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของขยะ สามารถแสดงขั้นตอนการทำการแบ่งขยะออกเป็น 4 ส่วน (Quartering) (Ministry of Public Health and Welfare, 2000) โดยหลังจากแยกองค์ประกอบของขยะทางกายภาพแล้ว จะทำการชั่งน้ำหนักขององค์ประกอบแต่ละประเภทและบันทึก และนำมาเทียบเป็นสัดส่วนขององค์ประกอบของขยะทั้งหมด ซึ่งแต่ละองค์ประกอบที่ได้มีหน่วยเป็นร้อยละโดยน้ำหนักเปียก

2.4.2 การหาความหนาแน่นของขยะ

ความหนาแน่นของขยะที่ทำการทดสอบ เป็นความหนาแน่นปกติของขยะ หมายถึง ค่าความหนาแน่นของขยะในภาชนะเก็บรวบรวมขยะที่ผู้ทิ้งนำมาทิ้งใส่ถังรองรับที่จัดเตรียมไว้ ซึ่งจะมีการอัดแน่นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

2.4.3 ความชื้น

หมายถึง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเนื้อของขยะหรือที่เกาะอยู่ตามช่องว่างของขยะที่สามารถระเหยออกมาได้หากได้รับความร้อนที่เหมาะสมเป็นเวลานาน มีหน่วยเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก

2.5 คุณสมบัติทางเคมีของขยะ

ได้แก่ ลักษณะของขยะทางเคมี ใช้ในการประเมินความเป็นไปได้ในการแปลงรูปของขยะ เช่น การเผา ต้องทราบพลังงานความร้อนของขยะที่เผาได้ เป็นต้น

2.5.1 องค์ประกอบทางเคมี

หมายถึง องค์ประกอบของขยะที่เป็นธาตุต่างๆ มีหน่วยเป็นร้อยละโดยน้ำหนักได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์

2.5.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมด

หมายถึง ปริมาณของแข็งที่เป็นส่วนประกอบของขยะที่เหลืออยู่เมื่อไล่น้ำออกไปหมดแล้ว มีหน่วยเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก

2.5.3 ปริมาณของแข็งระเหย

หมายถึง องค์ประกอบของขยะที่เป็นของแข็งระเหยสามารถติดไฟได้ โดยปริมาณของแข็งระเหยส่วนหนึ่งของปริมาณของแข็งทั้งหมดของเนื้อขยะภายหลังที่ไล่น้ำออกไปจนหมดแล้ว มีหน่วยเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก

ของแข็งระเหยจากขยะ หมายถึง สารที่สามารถระเหยออกจากสภาวะของแข็ง เช่น C, H, O, N, S แล้วสามารถทำการสันดาปกับออกซิเจนเกิดเป็นพลังงานความร้อนในสภาวะที่เป็นก๊าซ

2.5.4 ปริมาณเถ้า

หมายถึง องค์ประกอบของขยะที่ไม่สามารถติดไฟได้ เป็นส่วนหนึ่งของปริมาณของแข็งทั้งหมดของเนื้อขยะภายหลังไล่น้ำออกไปหมดแล้วหรือจากการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ มีหน่วยเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก

2.5.5 ปริมาณความร้อน

หมายถึง ค่าพลังงานความร้อนที่มีอยู่ในตัวขยะเองและเมื่อเกิดการเผาไหม้จะให้ค่าพลังงานความร้อนออกมา หาได้โดยการใช้เครื่องวัดพลังงานจากการจุดระเบิด (Bomb Calorimeter) ได้ค่า Dry Solid Calorific Value (DSCV) จากนั้นหา Higher Solid Calorific Value (HSCV) และ Lower Solid Calorific Value (LSCV)

2.6 ผลกระทบของขยะต่อสภาพแวดล้อม

ขยะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์หลายประการดังต่อไปนี้ คือ

2.6.1 เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลง และพาหะของโรค

เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับขยะมีโอกาสที่จะขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนมากยิ่งขึ้นได้ เพราะขยะมีทั้งความชื้นและสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ใช้เป็นอาหาร ขยะพวกอินทรีย์สารที่ทิ้งค้างไว้ จะเกิดการย่อยสลายกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวัน นอกจากนั้นพวกขยะที่ปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลานาน จะเป็นที่อยู่อาศัยของหนู โดยหนูจะเข้ามาทำรังขยายพันธุ์ เพราะมีทั้งอาหารและที่หลบซ่อน ดังนั้นขยะที่ไม่เก็บรวบรวม และการกำจัด จึงทำให้เกิดเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ที่สำคัญของเชื้อโรค แมลงวัน หนู แมลงสาบ ซึ่งเป็นหาหะนำโรคมาสู่คน

2.6.2 เป็นบ่อเกิดของโรค

เนื่องจากการเก็บรวบรวมและการกำจัดขยะไม่ดี ทำให้มีขยะเหลือทิ้งค้างไว้ในชุมชน จะเป็นบ่อเกิดของเชื้อโรคต่างๆ เช่น ตับอักเสบ เชื้อไทฟอยด์ เชื้อโรคเอดส์ ฯลฯ เป็นแหล่งกำเนิดและอาหารของสัตว์ต่างๆ ที่เป็นพาหะนำโรคมาสู่คน เช่น แมลงวัน แมลงสาบ และหนู เป็นต้น

2.6.3 ก่อให้เกิดความรำคาญ

การเก็บรวบรวมขยะไม่หมดก็จะมีกลิ่นรบกวน กระจายอยู่ทั่วไปในชุมชน นอกจากนั้นฝุ่นละอองที่เกิดจากการเก็บรวบรวมการขนถ่าย และการกำจัดขยะก็ยังคงเป็นเหตุรำคาญทำให้ได้รับการร้องเรียนจากประชาชนในชุมชนอยู่เสมอ

2.6.4 ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

ขยะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ มลพิษทางดิน และมลพิษทางอากาศ เนื่องจากขยะส่วนที่ไม่นำมากำจัดอย่างถูกวิธี ปล่อยทิ้งไว้ในพื้นที่ของชุมชน เมื่อฝนตกลงมาจะไหลชะนำความสกปรก เชื้อโรค สารพิษจากขยะไหลลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำเกิดเน่าเสียได้ และนอกจากนี้ขยะยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพดิน ซึ่งจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของขยะ ถ้าขยะมีถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ หลอดฟลูออเรสเซนต์ปริมาณมาก ก็จะส่งผลต่อปริมาณโลหะหนัก เช่น ปรอท แคดเมียม ตะกั่ว ในดินมาก ซึ่งจะส่งผลเสียต่อระบบนิเวศน์ในดิน และสารอินทรีย์ในขยะเมื่อมีการย่อยสลาย จะทำให้เกิดสภาพความเป็นกรดในดิน และเมื่อฝนตกมาชะกองขยะจะทำให้น้ำเสียจากกองขยะไหลปนเปื้อนดินบริเวณรอบๆ ทำให้เกิดมลพิษของดินได้ การปนเปื้อนของดินยังเกิดจากการนำไปฝังกลบ หรือการลักลอบนำไปทิ้งทำให้ของเสียอันตรายปนเปื้อนในดิน ถ้ามีการเผาขยะกลางแจ้งก่อให้เกิดควันที่มีสารพิษทำให้คุณภาพของอากาศเสีย ส่วนมลพิษทางอากาศจากขยะนั้น อาจเกิดขึ้นได้ทั้งจากมลสารที่มีอยู่ในขยะและพวกก๊าซหรือไอระเหย ที่สำคัญก็คือ กลิ่นเหม็นที่เกิดจากการย่อยสลายของอินทรีย์สารเป็นส่วนใหญ่

2.6.5 ทำให้เกิดการเสี่ยงต่อสุขภาพ

การทิ้งและรวบรวมขยะอย่างไม่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขยะอันตราย ถ้ามีการจัดการที่ไม่เหมาะสม ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนได้ง่าย เช่น โรคทางเดินอาหารที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่มีแมลงวันเป็นพาหะ หรือได้รับสารพิษที่มากับขยะอันตราย

2.6.6 เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ

ขยะที่มีปริมาณมาก ต้องสิ้นเปลืองงบประมาณในการจัดการเพื่อให้มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ผลกระทบจากขยะไม่ว่าจะเป็นน้ำเสีย อากาศเสีย ดินปนเปื้อนเหล่านี้ย่อมส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศ

2.6.7 ทำให้ขาดความสง่างาม

การเก็บขนและกำจัดขยะที่ดีจะช่วยให้ชุมชนเกิดความสวยงาม มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยจะแสดงถึงความเจริญและวัฒนธรรมของชุมชน การเก็บขนและกำจัดที่ไม่มีประสิทธิภาพทำให้ชุมชนสกปรก และไม่เป็นระเบียบ ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการท่องเที่ยว

2.7 วิธีการกำจัดขยะ

วิธีการกำจัดขยะมีหลายวิธี เช่น นำไปกองไว้บนพื้นดิน นำไปทิ้งทะเล นำไปฝังกลบ ใช้ปรับปรุงพื้นที่ เผา หมักทำปุ๋ย ใช้เลี้ยงสัตว์ ฯลฯ การจัดการและการกำจัดขยะ แต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียต่างกัน การพิจารณาเลือกใช้วิธีใดต้องอาศัยองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องต่างๆ ที่สำคัญ คือ ปริมาณของขยะที่เกิดขึ้น รูปแบบการบริหารของท้องถิ่น งบประมาณ ชนิด ลักษณะสมบัติของขยะ ขนาด สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ที่จะใช้กำจัดขยะ เครื่องมือเครื่องใช้ อาคารสถานที่ ความร่วมมือของประชาชน ประโยชน์ที่ควรจะได้รับ คุณสมบัติของขยะ เช่น ปริมาณของอินทรีย์ อนินทรีย์สาร การปนเปื้อนของสารเคมีที่มีพิษและเชื้อโรค ปริมาณของของแข็งชนิดต่างๆ ความหนาแน่น ความชื้น ขยะที่เกิดขึ้นในชุมชนเมืองมีแหล่งที่มาจาก อาคาร บ้านเรือน บริษัท ห้างร้าน โรงงาน อุตสาหกรรม โรงพยาบาล ตลาด และสถานที่ราชการ ขยะที่ทิ้งในแต่ละวันจะประกอบด้วยเศษอาหาร กระดาษ เศษแก้ว เศษไม้ พลาสติก เศษดิน เศษหิน ขี้เถ้า เศษผ้า และใบไม้ กิ่งไม้ โดยมีปริมาณของสิ่งต่างๆ เหล่านี้ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน การกำจัดขยะ ถ้าไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลจะก่อให้เกิดผลกระทบ ต่อสิ่งแวดล้อม เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย การกำจัดขยะแต่ละวิธีมีข้อดี ข้อเสียแตกต่างกัน ควรเลือกวิธีที่เหมาะสมของแต่ละพื้นที่ โดยทำควบคู่กันไปทั้งการลดปริมาณขยะ การนำกลับไปใช้ใหม่ และการกำจัดขยะ สิ่งสำคัญที่ควรได้รับการส่งเสริมให้มากกว่าในปัจจุบัน คือ การลดปริมาณขยะ การจัดการและกำจัดขยะที่ใช้กันอยู่ มีวิธีต่างๆ ดังนี้

2.7.1 การนำขยะไปหมักทำปุ๋ย

โดยต้องแยกขยะอันตราย และขยะติดเชื้อออกไป ขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่าย เช่น ผัก ผลไม้ จะเกิดการเน่าเปื่อย สามารถนำขยะที่ผ่านการย่อยสลายนั้นมาใส่ปรับปรุงคุณภาพดินได้ การนำขยะไปทำเป็นปุ๋ยสำหรับใช้บำรุงดินเพื่อการเกษตร เป็นการนำขยะอินทรีย์กองรวมกัน แล้วให้

ขยะย่อยสลายไปตามธรรมชาติหรือใช้วิธีช่วยกระตุ้นให้ขยะย่อยสลายเร็วขึ้น การกำจัดขยะโดยวิธีนี้ใช้กันทั่วไปในยุโรปและเอเชีย ในประเทศไทยโดยเฉพาะกรุงเทพมหานครก็ใช้วิธีนี้ โดยการรวบรวมขยะอินทรีย์ไว้จนขยะเหล่านั้นเปลี่ยนสภาพไป

การกำจัดขยะโดยวิธีนี้ จะมีปัญหาในการแยกขยะอินทรีย์ออกมาจากขยะประเภทอื่น บริเวณที่รวบรวมขยะอยู่ใกล้ชุมชน ขยะที่นำมากองรวมไว้ในปริมาณมากจะส่งกลิ่นเหม็น แหล่งน้ำในบริเวณใกล้เคียงเน่าเสียเนื่องจากน้ำชะขยะปนเปื้อน เกิดทัศนียภาพที่ไม่สวยงาม และต้องใช้พื้นที่ในการกำจัดขยะเป็นบริเวณกว้าง ขยะอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ที่นำไปรวมกันไว้ จะอาศัยกระบวนการทางชีวเคมีของจุลินทรีย์ไปเป็นแร่ธาตุที่ค่อนข้างคงรูป ที่เรียกว่า " ปุ๋ย " มีสีเทา หรือน้ำตาลเข้มเกือบดำ ไม่มีกลิ่น กากที่เหลือจากการย่อยสลายจะมีลักษณะคล้ายดินร่วน มีความร่วนซุยสูง มีประสิทธิภาพในการอุ้มน้ำได้ดี ดูดซึมน้ำได้ดี แลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้ากับผิวดินได้ดีเท่ากับดินเหนียว จึงเหมาะที่จะนำปุ๋ยนี้ไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดิน เมื่อนำปุ๋ยนี้ไปใช้กับดินทราย จะทำให้อุ้มน้ำได้ดีขึ้น หรือนำไปใช้กับดินเหนียวจะทำให้ดินร่วนซุยขึ้น และสามารถนำไปเป็นอาหารของพืชเพื่อบำรุงต้นไม้ได้ดี มีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม ซึ่งเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ไม่ทำให้ดินเป็นกรดหรือด่าง

ขยะที่เก็บมากองรวมกันไว้ จะมีอินทรียวัตถุปนอยู่มาก ซึ่งขยะประเภทนี้เป็นอาหารของจุลินทรีย์ในธรรมชาติ จะเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายอินทรีย์สารด้วยจุลินทรีย์ ซึ่งมีอยู่ 2 กลุ่มใหญ่ คือ Aerobic organisms ซึ่งมีความร้อนเกิดจากปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ อันเป็นความร้อนเกิดจากการสลายตัวของขยะ สูงถึง 65°C เมื่อหมักเป็นเวลานาน ก็จะทำให้เชื้อโรคและพยาธิถูกทำลายไปได้ ดังรูปที่ 2.1 และอีกกลุ่มคือ Anaerobic organisms ก็มีความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยา แม้อุณหภูมิไม่สูงมาก แต่สามารถทำให้เชื้อจุลินทรีย์และพยาธิ ตายได้ และสามารถนำความร้อนไปใช้เป็นพลังงานได้ ดังรูปที่ 2.2 การหมักด้วย Aerobic process ต้องปรับปรุงสภาวะของขยะให้เหมาะสมก่อนหมัก เช่น ขนาดของขยะไม่ควรใหญ่กว่า 5 เซนติเมตร ความชื้นร้อยละ 40 ถึง 65 ควรคัดแยกขยะที่ไม่ย่อยสลายออกให้มากที่สุด ถังหมักต้องมีช่องให้อากาศผ่านได้ โดยอาจใช้เครื่องเป่าอากาศช่วย พร้อมทั้งทำให้ขยะสัมผัสอากาศอยู่เสมอ จึงจะย่อยสลายได้อย่างรวดเร็ว ระยะเวลาที่ใช้หมักประมาณ 5 – 20 วัน แต่การหมักด้วย Anaerobic Process ไม่ต้องใช้อากาศช่วย จึงหมักได้ในถังปิดหรือในหลุมดิน ความชื้นควรสูงเกินกว่าร้อยละ 70 ขึ้นไป ถ้าใช้ถังปิดจะต้องมีท่อระบายก๊าซออก ขยะจากกสิกรรมและพวกมูลสัตว์ จะได้ก๊าซชีวภาพ (Bio – gas) ซึ่งมีปริมาณมีเทน (CH_4) ปะปนอยู่ร้อยละ 40 – 70 โดยปริมาตรจึงสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม แสงสว่าง ตู้เย็น เครื่องยนต์ได้เกิดปฏิกิริยาเคมีดังนี้

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow 2H_2O + CO_2 + Heat$$

ข้อดี ของการกำจัดขยะแบบหมักทำปุ๋ย

- ได้ปุ๋ยที่ได้จากการหมักไปใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพดิน

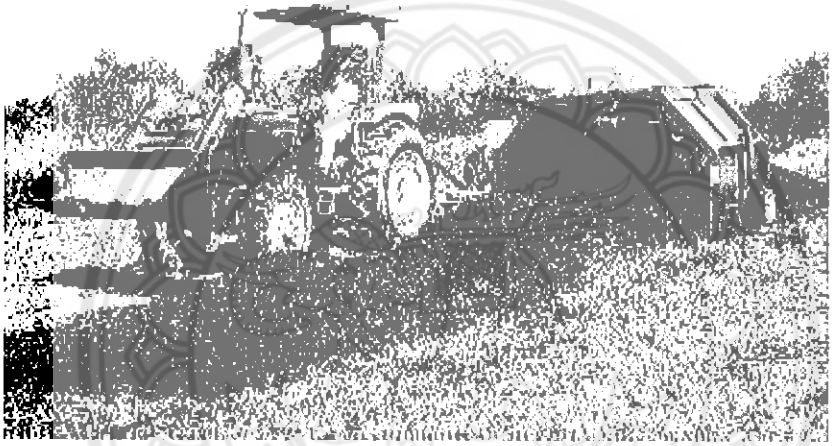
- ตั้งโรงงานกำจัดในเขตชุมชนได้ หากมีมาตรการป้องกันความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม และเหตุรำคาญ

- ได้เศษโลหะ แก้ว ที่ได้จากการแยกขยะเบื้องต้น กลับไปใช้ประโยชน์

ข้อเสีย ของการกำจัดขยะแบบหมักทำปุ๋ย

- ถ้าดำเนินการไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลจะก่อให้เกิดปัญหากลิ่นเหม็นเนื่องจากการย่อยสลายไม่สมบูรณ์

- สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการคัดแยกขยะที่ย่อยสลายไม่ได้ เพื่อนำไปกำจัดโดยวิธีอื่น



รูปที่ 2.1 การหมักปุ๋ยจากขยะด้วยวิธีใช้อากาศ

ที่มา: eu.lib.kmutt.ac.th

รูปที่ 2.2 การหมักปุ๋ยจากขยะด้วยวิธีไร้อากาศ

ที่มา: www.dede.go.th

2.7.2 การนำขยะไปเทกองกลางแจ้ง หรือการนำขยะไปทิ้งไว้ตามธรรมชาติ

เทศบาล สุขาภิบาล ในประเทศหายแห่งจัดการด้วยวิธีนี้ ซึ่งสามารถพบเห็นได้ทั่วไป เนื่องจากไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการฝังกลบ การจัดการด้วยวิธีนี้มีปัญหา เรื่องกลิ่นรบกวนรุนแรง เป็นการรบกวนผู้ที่อาศัยใกล้เคียงก่อปัญหาเกี่ยวกับทัศนียภาพ การแพร่กระจายของเชื้อโรค สัตว์ แมลงต่างๆ เช่น แมลงวัน แมลงหวี่ และยังพบปัญหาน้ำชะจากกองขยะ เกิดความเน่าเสียแก่น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน การจัดการขยะด้วยวิธีนี้เป็นวิธีเก่าแก่ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมานานแล้ว เป็นวิธีที่นำขยะไปกองทิ้งไว้ในที่ดินกว้างๆ แล้วปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติซึ่งเป็นการกำจัดขยะที่ง่ายและประหยัดค่าใช้จ่ายแต่ต้องให้พื้นที่มาก ในปัจจุบันที่ดินมีราคาสูงขึ้น ที่สาธารณะ หรือทีว่างเปล่าก็มีน้อยลง ชุมชนเมืองขยายตัวมากขึ้น การนำขยะไปกองทิ้งไว้ในพื้นที่กว้างจึงไม่เหมาะสม เศษวัสดุบางชนิดในกองขยะใช้เวลาในย่อยสลายมาก เช่น โฟม กระป๋องดีบุก 1,000 ปี กระป๋องอลูมิเนียม 200 – 500 ปี ถุงพลาสติก 450 ปี ก้นบุหรี่ 12 ปี ถุงเท้าขนแกะ 1 ปี กระดาษ 2 – 5 เดือน ผ้าฝ้าย 1 – 5 เดือน เป็นต้น

ข้อดี ของการกำจัดขยะโดยนำไปกองไว้กลางแจ้ง

- เป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน
- ประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านการลงทุกและการดำเนินการหากมีพื้นที่อยู่แล้ว

ข้อเสีย ของการกำจัดขยะโดยนำไปกองไว้กลางแจ้ง

- ส่งผลให้เกิดปัญหาการแพร่กระจายของเชื้อโรค
- ส่งผลให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ มลพิษทางดิน มลพิษทางอากาศ และทัศนียภาพไม่สวยงาม
- ใช้พื้นที่มาก

วิธีนี้ใช้ได้ผลดีเมื่อชุมชนผลิตขยะ และต้องเป็นขยะที่ย่อยสลายตามธรรมชาติได้ง่าย เช่น ใบตอง เศษอาหาร เชือกกล้วย ในเมืองไทยส่วนใหญ่ยังคงจัดการขยะด้วยวิธีนี้ ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหากลิ่นรบกวน

2.7.3 การเผาด้วยความร้อนสูง หรือการกำจัดโดยใช้เตาเผา

หมายถึงการกำจัดขยะโดยการเผาด้วยเตาเผาขยะ ไม่รวมถึงการกองแล้วเผากลางแจ้ง เนื่องจากการเผากลางแจ้งจะมีอุณหภูมิไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ได้ จึงมักจะเกิดปัญหามลพิษทางอากาศ และก่อให้เกิดความรำคาญเนื่องจากกลิ่นควัน และละอองเขม่า การเผาด้วยเตาเผาขยะควรมีความร้อนระหว่าง 676°C – 1,100°C ความร้อนตั้งแต่ 676°C ขึ้นไปจะทำให้ก๊าซเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ ถ้าความร้อนเกินกว่า 760°C จะทำให้ไม่มีกลิ่นรบกวนการเผาไหม้จะสมบูรณ์มากที่สุดเมื่อมีอุณหภูมิ 1,100°C ดังนั้น ถ้ามีขยะสดหรือขยะเปียกปนอยู่มาก ขยะมีความชื้นสูงก็อาจจะต้องใช้เชื้อเพลิงช่วยในการเผาไหม้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณขยะทั้งหมดกับปริมาณขยะแห้งที่

เผาไหม้ได้ โดยปกติแล้วเตาเผาขยะที่ดีจะไม่ก่อให้เกิดมลพิษในอากาศการเผาขยะด้วยเตาเผาขยะมีความเหมาะสมมากที่จะใช้ในการกำจัดขยะพิเศษบางชนิด เช่น ขยะที่มีการ ปนเปื้อนของเชื้อโรค และขยะที่มีส่วนที่เผาไหม้ได้ปนอยู่ด้วยมาก ข้อดีของการเผาขยะในเตาเผา คือ ใช้พื้นที่น้อย สามารถสร้างเตาเผาไว้ในชุมชนซึ่งจะช่วยลดค่าขนส่งขยะ อีกทั้งกากที่เหลือจากการเผาไหม้จะปราศจากอินทรีย์สารที่ย่อยสลายได้อีกต่อไป เตาเผาขยะสามารถใช้เผาขยะได้แทบทุกชนิด แม้บางชนิดไม่ไหม้ไฟก็อาจยุบตัวลง และสภาพของดินฟ้าอากาศไม่เป็นปัญหาในการกำจัด สามารถปรับระยะเวลาในการทำงานได้ ข้อเสียของการใช้เตาเผาขยะ คือ เตาเผาขยะมีราคาสูง สถานที่ในการติดตั้งเตาเผาขยะหายาก เนื่องจากชุมชนมีความหวาดกลัวว่าจะก่อให้เกิดความรำคาญและมลพิษในอากาศได้ การกำจัดขยะโดยใช้เตาเผาในต่างประเทศนิยมใช้มาก เนื่องจากสามารถลดปริมาณขยะได้สูงถึงร้อยละ 75 – 95 ใช้พื้นที่น้อย สามารถนำพลังงานความร้อนที่ได้ใช้ประโยชน์หลายอย่าง เช่น นำไปต้มน้ำเพื่อนำเอาไอน้ำไปให้ความร้อนแก่อาคารประเภทต่างๆ ตลอดจนนำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยได้มีโครงการสร้างไฟฟ้าจากขยะอยู่แล้ว 4 โครงการด้วยกัน คือ 1. โครงการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 2. โครงการของเทศบาลจังหวัดสมุทรปราการ 3. โครงการของกรุงเทพมหานคร และ 4. โครงการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดเชียงใหม่ เตาเผาขยะนี้เหมาะสำหรับการกำจัดขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาลต่าง ๆ ขยะที่เหมาะสมสำหรับการจำกัดโดยวิธีเผาต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้ ความชื้นไม่เกินร้อยละ 50 มีสารที่เผาไหม้ได้อย่างน้อยร้อยละ 25 และมีสารที่เผาไหม้ไม่ได้ไม่เกินร้อยละ 60 ในกรณีที่ขยะไม่มีลักษณะดังกล่าวข้างต้น เตาเผาขยะจะต้องออกแบบให้นำเชื้อเพลิงอย่างอื่นเข้ามาช่วยในการเผาไหม้ เนื่องจากตัวขยะเองไม่สามารถให้ความร้อนได้เพียงพอ นอกจากนี้แล้วจะต้องมีการออกแบบหรือใช้เทคโนโลยีที่จะป้องกัน ควบคุมมิให้กระบวนการเผาไหม้ อุณหภูมิ ควัน ฝุ่นละออง ไอเสีย เถ้า ฯลฯ เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งมลพิษทางอากาศ ซึ่งเตาเผาขยะมีรูปแบบ ดังรูปที่ 2.3

ข้อดี

- ใช้พื้นที่น้อย เมื่อเทียบกับวิธีการฝังกลบขยะ
- กำจัดขยะได้เกือบทุกชนิด และขี้เถ้าที่เหลือจากการเผามีน้อยไม่มีปัญหาในการกำจัดขั้นต่อไป
- หากเป็นเตาเผาขนาดใหญ่ ไม่จำเป็นต้องอาศัยเชื้อเพลิงอย่างอื่นเข้ามาช่วย
- สามารถก่อสร้างเตาเผาไว้ใกล้เคียงกับแหล่งกำเนิดของขยะได้ ทำให้ประหยัดค่าขนส่ง
- สามารถนำพลังงานความร้อนมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น นำมาผลิตกระแสไฟฟ้า

ข้อเสีย

- ค่าลงทุนในการก่อสร้างสูงมาก โดยเฉพาะเตาเผาขนาดใหญ่

- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมบำรุงรักษาค่อนข้างสูง รวมทั้งมีความร้อนสูง จึงทำให้สึกหรอง่าย

- เตาเผาขนาดใหญ่ไม่เหมาะสมสำหรับการกำจัดขยะที่มีปริมาณน้อยกว่า 1 ตันต่อวัน

- เตาเผาขนาดเล็กมักพบปัญหาเกี่ยวกับกลิ่นและควันที่เกิดจากการเผาไหม้

- การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมมลพิษจากการเผาขยะ จะทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง

วิธีการเผา ขยะที่นำมาเผาต้องผ่านการคัดเลือก คือ ของที่ไหม้ไฟได้ ซึ่งเศษวัสดุบางอย่างเมื่อถูก ความร้อนก็ยังปล่อยก๊าซที่เป็นพิษออกมาเช่น พวกโฟม พลาสติกบางประเภท พวกนี้ต้องแยกออกต่างหาก ในเมืองใหญ่ถ้าเทศบาลต้องแยกเองก็ต้องเพิ่มต้นทุนลงไปในขบวนการสูงมาก นอกจากนี้ขยะในเมืองไทยนั้นค่อนข้างแฉะ การระบายขยะประเภทนี้อาจต้องใช้พลังงานช่วย ซึ่งก็ยิ่งสิ้นเปลืองขึ้นไปใหญ่ แต่เมืองใหญ่ของกรุงเทพฯ นั้นดูเหมือนไม่มีทางเลือก เพราะใช้วิธีอื่นไม่ได้ผล เหตุนี้รัฐบาลจึงมีความคิดในเรื่องการตั้งโรงงานเผาขยะขนาดใหญ่ ๆ กันขึ้น ซึ่งมีราคาแพงมาก

รูปที่ 2.3 เตาเผาขยะ

ที่มา: www.inthanon2007.com

2.7.4 การฝังกลบอย่างถูกสุขอนามัยหรือถูกหลักสุขาภิบาล

นิยมใช้วิธีนี้กันมาก เพราะค่าใช้จ่ายต่ำ บริเวณที่มีการฝังกลบอย่างถูกสุขอนามัยจะมีการปูพลาสติกพิเศษเพื่อป้องกันน้ำชะจากกองขยะ เมื่อเทกองขยะแล้วก็จะกลบเสร็จในแต่ละวัน วิธีนี้จะสามารถลดกลิ่น รบกวน ลดการแพร่กระจายจากสัตว์น้ำ โรคต่างๆ ตลอดจนสามารถควบคุมน้ำชะจากกองขยะได้ การปรับปรุงพื้นที่ด้วยขยะเป็นวิธีกำจัดขยะที่นิยมแพร่หลายโดยเฉพาะในยุโรปและ

สหรัฐอเมริกา เนื่องจากสามารถกำจัดขยะ mixed refuse ได้โดยไม่ต้องคัดแยกขยะ และสามารถปรับปรุงพื้นที่ ให้เป็นพื้นที่ที่ดีมีประโยชน์ได้ ซึ่งหลุมฝังกลบจะมีลักษณะ ดังรูปที่ 2.4

ในการปรับปรุงพื้นที่ด้วยขยะ ทำได้โดยนำเอาขยะมาบดอัดลงในดินด้วยรถแทรกเตอร์ แล้วใช้ดินกลบทับหน้าขยะพร้อมบดอัดทับให้แน่นอีกครั้ง ทำเป็นชั้นๆ จนสามารถปรับระดับพื้นดินได้ตามต้องการ ปล่อยให้ขยะเกิดการสลายตัว สามารถใช้พื้นดินดังกล่าวนั้นเป็นสนามเด็กเล่น สนามกีฬา ที่พักผ่อน หรือก่อสร้างอาคารบางประเภทได้

ข้อดี

- ถ้ามีพื้นที่อยู่แล้วจะเป็นวิธีที่ประหยัดที่สุด
- ค่าใช้จ่ายในการลงทุนครั้งแรกถูกกว่าวิธีอื่น
- สามารถใช้ได้ทั้งระยะสั้นและระยะยาว
- กำจัดขยะได้เกือบทุกชนิด
- ได้พื้นที่ดินไปทำประโยชน์อื่น เมื่อฝังกลบเสร็จแล้วและง่ายต่อการดำเนินงาน

ข้อเสีย

- หาสถานที่ยากเพราะไม่มีชุมชนใดต้องการให้อยู่ใกล้
- ต้องควบคุมการดำเนินงานฝังกลบให้ถูกต้อง
- ก๊าซมีเทนที่เกิดจากการย่อยสลายของขยะ และน้ำชะขยะอาจทำให้เกิดอันตรายได้
- พื้นที่ฝังกลบบางแห่งต้องหาดินมาจากที่อื่น ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

การฝังกลบ ที่ฝังกลบขยะต้องอยู่ห่างไกลชุมชนพอสมควร หลุมขนาดใหญ่ที่ขุดขึ้นต้องมีการกรุกันอย่างดี เพราะจะย่อยได้ง่าย การกำจัดขยะด้วยวิธีนี้มีปัญหาเรื่องการขนส่ง หากเมืองขนาดใหญ่อย่างกรุงเทพฯ จะขนขยะไปฝังกลบที่ไหนจึงจะไม่สิ้นเปลืองค่าขนส่งขยะจนเกินไป วิธีฝังกลบจึงทำได้เฉพาะเมืองขนาดใหญ่

รูปที่ 2.4 การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

ที่มา: www. pcd.go.th

2.7.5 การนำขยะไปทิ้งทะเล

ตามปกติ ผิวดินของพื้นน้ำแหล่งต่างๆ โดยเฉพาะทะเล มหาสมุทร เป็นที่ทับถมสิ่งปฏิกูลตาม ธรรมชาติได้อย่างกว้างขวางอยู่แล้ว แต่เมื่อในปัจจุบัน พื้นผิวโลกที่เป็นพื้นดินนับวันจะมีน้อยลงและมีค่า มากขึ้น การนำขยะไปทิ้งในทะเล มหาสมุทร จึงนิยมทำกันในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น ในสหรัฐอเมริกา ขณะที่นิยมนำไปทิ้งในทะเล มหาสมุทร ได้แก่ สิ่งปฏิกูลจากโรงงานอุตสาหกรรม สารพิษต่างๆ กากสารกัมมันตรังสี และ วัสดุแข็งอื่นๆอย่างไรก็ตาม การนำขยะและสิ่งปฏิกูลไปทิ้งในทะเล มหาสมุทร ก็ปรากฏว่าได้เกิดการแพร่กระจายของสารพิษเข้าสู่องค์ประกอบต่างๆ ของระบบนิเวศน์ทางทะเล เช่น พืช และ สัตว์น้ำ สถาบันป้องกันสารพิษสิ่งแวดล้อม (Environmental Protection Agency) จึงออกกฎหมายห้ามนำสารพิษหลายชนิดไปทิ้งในแหล่งน้ำดังกล่าว

ข้อดี

- เป็นวิธีที่ง่าย
- ทะเล มหาสมุทรกว้างใหญ่ รับขยะได้มาก

ข้อเสีย

- สารพิษเข้าสู่องค์ประกอบต่างๆ ของระบบนิเวศน์ทางทะเล แพร่กระจายไปทั่ว

2.7.6 การนำขยะกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่

ขยะบางประเภทสามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้ใหม่ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะต่างๆ วิธีนี้ช่วยลดขยะและลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ขยะที่ทิ้งในแต่ละวันจากอาคารสถานที่ต่างๆ มากมายนั้น ยังนับว่ามีสิ่งของบางอย่างที่แม้ไม่มีประโยชน์สำหรับสถานที่หนึ่ง แต่อาจเป็นความต้องการของผู้อื่นได้ เช่น กระดาษทุกชนิด สามารถนำกลับไปทำเป็นกระดาษกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิตกระดาษลงได้ส่วนหนึ่งและเป็นการสงวนทรัพยากรธรรมชาติได้ด้วย หรือแม้แต่กล่องกระดาษที่ทิ้งตามบริษัท ห้างร้าน ก็อาจนำไปใช้บรรจุสินค้าต่างๆ ตามท้องตลาดได้ เป็นต้น การนำวัสดุที่ทิ้งเป็นขยะกลับไปใช้นับว่าเป็นผลดีทั้งในแง่เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม แต่วิธีการคัดเลือกสิ่งของที่จะนำกลับไปใช้ได้ใหม่ ได้ก่อให้เกิดความล่าช้าในการขนถ่ายขยะ เกิดความสกปรกในบริเวณที่มีการคัดเลือกสิ่งของจากขยะ และผู้คัดเลือกขยะก็มักได้รับเชื้อโรคจากกองขยะ

2.7.7 การนำขยะไปเป็นอาหารสัตว์

ขยะจำพวกเศษอาหาร ผัก ผลไม้ จากอาคารบ้านเรือน ร้านอาหาร ภัตตาคาร ตลาดสด นำไปเลี้ยงสัตว์ เช่น หมู วัว เป็ด ไก่ แพะ แกะ ปลา จะเป็นการลดปริมาณขยะลงได้จำนวนหนึ่ง เพราะในแต่ละวันเศษอาหารจะมีปริมาณนับร้อยตันทีเดียว การแยกขยะประเภทเศษอาหารเพื่อ

นำไปเลี้ยงสัตว์จึงนับเป็นวิธีที่สะดวกและประหยัดได้มากที่สุด แต่ข้อเสียในการนำขยะพวกเศษอาหารไปเลี้ยงสัตว์นี้ อาจทำให้เกิดอันตรายแก่สัตว์เลี้ยงและผู้ที่บริโภคสัตว์เลี้ยงขึ้นได้ ถ้าในเศษอาหารมีพวกเชื้อโรคปะปนอยู่ และถ้าจะนำเศษอาหารที่ได้ไปให้ความร้อนก่อนก็จะทำให้เกิดความปลอดภัยยิ่งขึ้น นอกจากการกำจัดขยะด้วยวิธีต่างๆ ดังกล่าวแล้ว ในประเทศที่พัฒนาแล้วยังมีการกำจัดขยะอื่นๆ อีก เช่น การย่อยหรือการทำให้เศษอาหารเป็นของเหลวแล้วทิ้งลงในท่อน้ำทิ้ง ซึ่งเป็นการกำจัดขยะขั้นต้นจากบ้านเรือน การอัดสิ่งปฏิกูลที่เป็นของเหลวลงสู่ใต้ชั้นหิน ซึ่งมักเป็นการกำจัดสิ่งปฏิกูลจากโรงงานอุตสาหกรรม และการทิ้งสิ่งปฏิกูลลงสู่ถังรองรับที่จัดสร้างขึ้นเพื่อการกำจัดสิ่งปฏิกูลขึ้นโดยเฉพาะ แต่ไม่ได้กล่าวเน้นถึงวิธีกำจัดขยะดังกล่าว เพราะเป็นวิธีที่ยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในประเทศไทยในปัจจุบัน ขยะและสิ่งปฏิกูลนับวันจะยิ่งมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งขยะและของเสียจะเพิ่มความเป็นพิษหรือเป็นอันตรายแก่สิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตของมนุษย์มากยิ่งขึ้น แม้จะได้มีความพยามยามป้องกันแก้ไขและกำจัดขยะและสิ่งปฏิกูลเหล่านั้นให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่การป้องกันแก้ไขจะต้องได้รับความร่วมมือจากทุกประเทศและประชาชนทุกคน ในขณะที่มีการเพิ่มปริมาณขยะและสิ่งปฏิกูลมากขึ้น และยังขาดความร่วมมือในการป้องกันแก้ไขอยู่นี้ จึงเป็นที่หวั่นวิตกกันว่าโลกที่เราอาศัยอยู่นี้จะเต็มไปด้วยขยะ สิ่งปฏิกูลและสารพิษ แล้วจะก่อให้เกิดโรคระบาดขึ้นอย่างกว้างขวางจนไม่อาจป้องกันรักษาได้ทันท่วงทีได้ในอนาคต

2.8 การนำขยะกลับมาใช้ใหม่

การใช้ประโยชน์จากขยะจะช่วยลดปริมาณขยะที่ก่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีวิธีการต่างๆ ดังนี้

2.8.1 การคัดแยกขยะจากแหล่งกำเนิดมาหมุนเวียนใช้ใหม่

การคัดแยกของเสียจากแหล่งกำเนิด คือของเสียจากอาคารบ้านเรือนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น ขวด กระดาษ พลาสติก ยาง โลหะ ฯลฯ ซึ่งจะนำของเสียดังกล่าวไปขายต่อกันไปจนถึงโรงงานเพื่อผลิตเป็นสินค้าได้

2.8.2 การนำขยะมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน

ของเสียมีสารประกอบจำนวนมากที่สามารถเปลี่ยนเป็นผลผลิตทางพลังงาน โดยขบวนการเผาไหม้จากขยะสามารถใช้ประโยชน์ในด้านพาณิชย์และอุตสาหกรรม ทั้งสามารถเก็บเป็นพลังงานได้อีก

2.8.3 การนำขยะไปเป็นอาหารสัตว์และใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

ขยะสดมีคุณค่าทางอาหารสัตว์และพืช จากผลการศึกษาพบว่าขยะสดประเภทอาหาร จำนวน 2.5 – 3 กิโลกรัม มีคุณค่าเทียบเท่าข้าวบาเลย์คุณภาพดี จำนวน 1 กิโลกรัม สามารถนำไปเลี้ยงสัตว์ได้โดยเทคโนโลยีใหม่ เรียกว่า ไบโอเวสเทค (Biowastech) หมายถึง การแปรรูปขยะโดยชีววิธี สามารถเปลี่ยนขยะทั้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและจากบ้านเรือนให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ นอกจากนี้สามารถใช้ขยะสดเป็นประโยชน์ทางการเกษตร คือ ใช้เป็นอาหารของพืชได้ เพราะขยะสดมีคาร์บอนและไนโตรเจนสูง ขยะสดยังมีคุณสมบัติปรับดินให้ร่วนซุยด้วย ทั้งนี้การนำขยะไปเป็นอาหารสัตว์ และพืชจะต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของเสีย บดอัด และฆ่าเชื้อโรคในขยะก่อน เพื่อมิให้เป็นอันตรายต่อสัตว์และพืช และให้ได้ประโยชน์จากอาหารในขยะอย่างมีประสิทธิภาพ

2.8.4 การนำขยะมาหมักทำปุ๋ย

การหมักทำปุ๋ยเป็นขบวนการทางชีวเคมีที่เปลี่ยนแปลงหรือย่อยสลายสารอินทรีย์ในของเสีย เพื่อได้ปุ๋ยเป็นอาหารของพืช หรือใช้ดินกลบฝังขยะในขบวนการฝังกลบขยะ ขยะที่เหมาะสมสำหรับการหมักปุ๋ย ได้แก่ ขยะสด พืช ผัก ผลไม้ กระดาษ เป็นต้น

2.8.5 การนำขยะมาแปรสภาพให้เป็นวัตถุก่อสร้าง

ในประเทศญี่ปุ่นมีโรงงานอัดขยะให้เป็นแท่ง แท่งขยะที่ได้นำไปชุบยางและแอสฟัลต์หรือเทคอนกรีต จากนั้นนำไปใช้ในการก่อสร้างแทนอิฐ หรือคอนกรีตบล็อก

2.8.6 การนำขยะมาปรับปรุงพื้นที่

ขยะสามารถนำไปใช้ปรับปรุงพื้นที่ โดยถมพื้นที่ที่เป็นหลุมเป็นบ่อพื้นที่ที่ต้องการยกระดับความสูง เมื่อถมขยะในพื้นที่ดังกล่าวแล้ว สามารถนำพื้นที่นั้นๆ ไปใช้ประโยชน์ เช่น ปลูกพืช สร้างอาคาร สร้างสวนสาธารณะ เป็นต้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 การเก็บข้อมูลเส้นทางเก็บขนขยะ

การศึกษาเส้นทางเก็บขนขยะที่ใช้ปัจจุบันของทางมหาวิทยาลัยนเรศวร ทำโดยการติดตามการปฏิบัติงานจัดเก็บขยะของทางมหาวิทยาลัยนเรศวรใน 1 รอบสัปดาห์ โดยเลือกสัปดาห์ที่มีการเรียนการสอนปกติ ตั้งแต่ วันอาทิตย์ถึงวันเสาร์ ต่อเนื่องกันตามการปฏิบัติงานจัดเก็บจริงในปัจจุบัน

3.2 การคำนวณอัตราการเกิดขยะ

อัตราการเกิดขยะ สามารถคำนวณได้จากข้อมูลประชากรในพื้นที่ศึกษาและน้ำหนักขยะในพื้นที่ศึกษา โดยประชากรในที่นี้คือจำนวนนิสิตและบุคลากรภายในมหาวิทยาลัย โดยมิได้รวมลูกจ้างชั่วคราวและประชากรแฝง ซึ่งหมายถึงไม่รวมผู้ที่เข้ามาใช้บริการทางวิชาการกับทางมหาวิทยาลัยนเรศวรและผู้ที่มาใช้บริการโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร ในส่วนข้อมูลน้ำหนักขยะรวมของแต่ละเดือนอาศัยข้อมูลค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะจากกองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{อัตราการเกิดขยะ} = \frac{\text{น้ำหนักขยะทั้งเดือน}}{\text{ประชากร} \times \text{จำนวนวัน}}$$

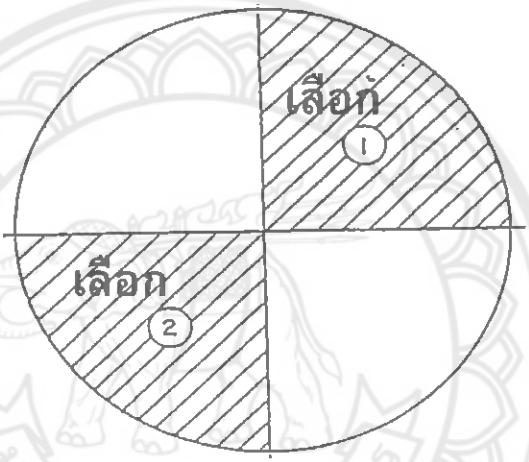
3.3 การสุ่มตัวอย่างขยะ

เนื่องจากขยะประกอบด้วยสิ่งของต่างๆหลายชนิด ซึ่งมิได้มีการปะปนผสมกันอยู่เป็นเนื้อเดียวกัน ดังนั้น การสุ่มตัวอย่างขยะจำเป็นต้องทำอย่างเป็นระบบเพื่อให้มีลักษณะองค์ประกอบเหมือนกับขยะทั้งหมด และสามารถใช้เป็นตัวแทนของขยะที่ต้องการวิเคราะห์ เนื่องจากลักษณะการทิ้งของขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรจะเป็นการรวบรวมไว้ในถุงดำหลากหลายขนาด การสุ่มตัวอย่างขยะจากรถเก็บขนขยะ หลังผ่านการเก็บแต่ละรอบ

ทำการสุ่มหยิบถุงขยะ มาจากจุดต่างๆ หลายๆจุด แล้วนำมารวมกันให้ได้ประมาณ 40-50 กิโลกรัม แล้วฉีกถุงเทรวมกัน กองขยะเป็นรูปกรวยก่อนที่จะแบ่งกองออกเป็น 4 ส่วน(Quartering) ดังรูปที่ 3.1 เลือกตัวอย่าง 2 ส่วน ที่กองอยู่ตรงข้ามกันมารวมกัน แล้วคลุกเข้ากันอีกหนเพื่อให้องค์ประกอบต่างๆกระจายกันอยู่อย่างทั่วถึง จากนั้นทำ Quartering ดังรูปที่ 3.2 เรื่อยไป จนกระทั่งเหลือตัวอย่างขยะประมาณ 100 ลิตร ส่วนแรกวิเคราะห์ความหนาแน่น ส่วนที่สองชั่งน้ำหนัก 5 กิโลกรัม จัดเก็บโดยบรรจุถุงพลาสติกแล้วนำส่งห้องปฏิบัติการ เพื่อทำการวิเคราะห์ความชื้น

ปริมาณเถ้าจากการเผาและพลังงานจากกระจุดระเบิด ส่วนขยะที่เหลือทำการวิเคราะห์เพื่อหาลักษณะทางกายภาพ

รูปที่ 3.1 ลักษณะการกองขยะเป็นรูปกรวยก่อนที่แบ่งออกเป็น 4 ส่วน



รูปที่ 3.2 การแบ่งขยะออกเป็น 4 ส่วน (Quartering)
แล้วเลือก 2 ส่วนที่อยู่ตรงข้ามกัน

3.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของขยะ

3.4.1 องค์ประกอบทางกายภาพของขยะ

องค์ประกอบทางกายภาพของขยะที่ทำการวิเคราะห์ จะแบ่งออกตามประเภทวัสดุ เพื่อให้มีผลต่อการจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) เศษอาหาร

2) กระดาษ

- เศษกระดาษ
- กล่องนม

3) พลาสติก

- ขวดพลาสติก
- เศษพลาสติกและถุงพลาสติก
- พลาสติกถุงขนม

4) ยาง

5) หนัง

6) ผ้า

7) ไม้ ใบไม้

8) แก้ว

9) โลหะ

10) หิน กระเบื้อง

11) อื่นๆ

3.4.1.1 อุปกรณ์

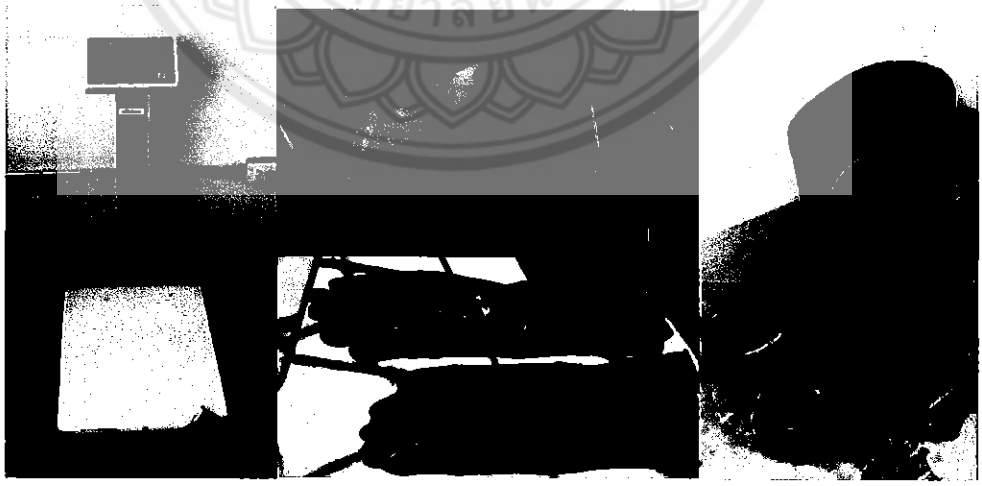
1) เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ UWE รุ่น AFM-300

2) ถุงมือยาง

3) ถุงพลาสติกบรรจุตัวอย่าง (ถุงดำ)

4) หน้ากากอนามัย

5) รองเท้าบู๊ทยาง



(ก) (ค) (ง)

รูปที่ 3.3 อุปกรณ์วิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ
(ก) เครื่องชั่งน้ำหนัก (ข) หน้ากากอนามัย (ค) ถุงมือยาง (ง) รองเท้าบู๊ทยาง

3.4.1.2 การคำนวณ

$$C_x = \frac{W_x \times 100}{W_t}$$

เมื่อ C_x = สัดส่วนร้อยละขององค์ประกอบตัวอย่าง x

W_x = น้ำหนักตัวอย่าง x

W_t = น้ำหนักของตัวอย่างรวม

3.4.2 ความหนาแน่นปกติ

ความหนาแน่นปกติ หมายถึง ค่าความหนาแน่นขยะในภาชนะเก็บรวบรวมขยะซึ่งปกติจะมีการให้อัดแน่นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

3.4.2.1 อุปกรณ์

1) ภาชนะตวงที่ทราบปริมาตรความจุ

2) เครื่องชั่งน้ำหนัก

3) อุปกรณ์สำหรับคลุกเคล้าขยะ เช่น พลั่ว จอบ ฯลฯ

รูปที่ 3.4 ภาชนะตวงที่ทราบปริมาณความจุ

3.4.2.2 วิธีวิเคราะห์

นำขยะสดที่ทำการสุ่มตัวอย่างแล้วมาตวงด้วยภาชนะตวงขยะ ยกภาชนะตวงขยะสูงจากพื้นประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วปล่อยให้กระแทกกับพื้น 5 ครั้ง หากปริมาณของขยะในถังตวงลดลงกว่าระดับที่ใช้วัดปริมาตร ให้เติมขยะลงไปจนได้ระดับ นำภาชนะตวงขยะที่บรรจุขยะดังกล่าวชั่งน้ำหนัก เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณเป็นค่าความหนาแน่นปกติ

3.4.2.3 การคำนวณ

$$D = \frac{W_1 - W_2}{V}$$

เมื่อ D = ความหนาแน่นปกติ

W_1 = น้ำหนักของขยะมูลฝอยสดและน้ำหนักภาชนะตวงขยะ

W_2 = น้ำหนักถาชนะตวงขยะ

V = ปริมาตรภาชนะตวงขยะ

3.4.3 ความชื้น

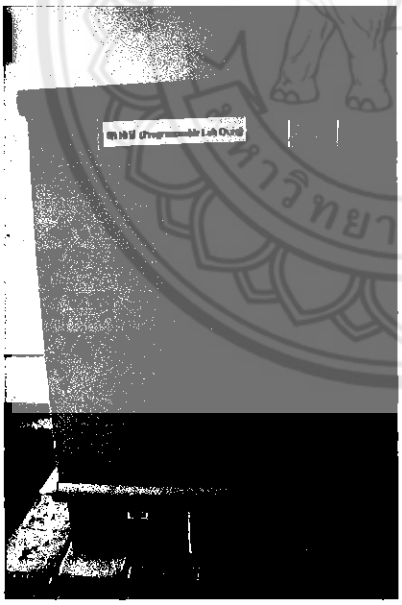
ความชื้น หมายถึง ปริมาณน้ำที่อยู่ในขยะ

3.4.3.1 อุปกรณ์

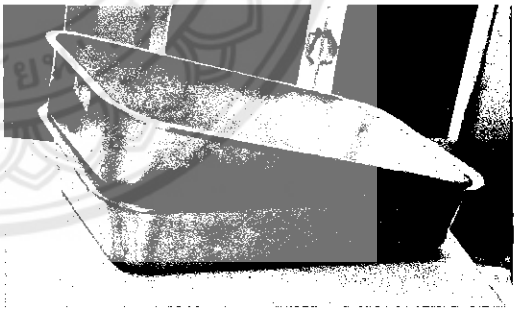
1) เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ UWE รุ่น AFM-300

2) ตู้อบ ยี่ห้อ Fisher scientific

3) ถาดอลูมิเนียม



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.5 (ก) ตู้อบ และ (ข) ถาดอลูมิเนียม

3.4.3.2 วิธีวิเคราะห์

นำขยะสดที่ทำการสุ่มตัวอย่างแล้วใส่ในถาดอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอน แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 3-4 วัน จนกระทั่งตัวอย่างขยะแห้งสนิท คือน้ำหนักตัวอย่างขยะคงที่

3.4.3.3 การคำนวณ

$$W = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W_1}$$

เมื่อ W = **ร้อยละของความชื้น**

W_1 = น้ำหนักขยะก่อนอบ

W_2 = น้ำหนักขยะหลังอบจนแห้ง

3.5 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของขยะ

3.5.1 ปริมาณเถ้า

ปริมาณเถ้า หมายถึง ปริมาณสารที่หลงเหลือจากการเผาไหม้

3.5.1.1 อุปกรณ์

1) ตู้อบ ยี่ห้อ Fisher scientific

2) โถทำให้แห้ง

3) เครื่องบดขยะ ยี่ห้อ Wacocthailand รุ่น Blender 24

4) เครื่องชั่งละเอียด ยี่ห้อ Denver Instrument รุ่น Denver TR-403

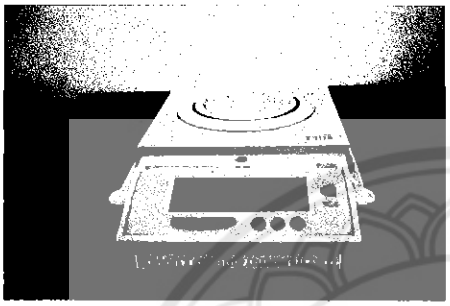
5) หน้ากากอนามัย

6) ถ้วยกระเบื้อง

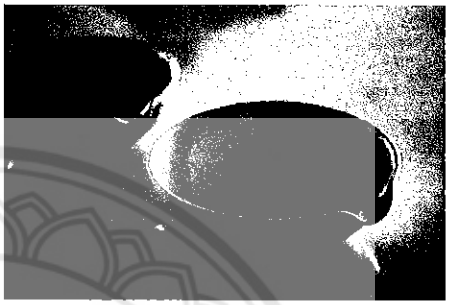
7) เตาเผา ยี่ห้อ Verstar Fernaces รุ่น xF6

(ก)

(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 3.6 (ก) โถทำให้แห้ง (ข) เครื่องบดขยะ
(ค) เครื่องชั่งละเอียด (ง) ถ้วยกระเบื้อง

รูปที่ 3.7 เตาเผา

3.5.1.2 วิธีวิเคราะห์

นำขยะที่อบแห้งสนิทแล้วมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดขยะให้มีขนาดประมาณ 1.0 มิลลิเมตร นำขยะที่บดละเอียดแล้วในเตาอบที่อุณหภูมิ 75 °C นานประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วนำเอาออกมาใส่โถทำให้แห้งเพื่อปล่อยให้เย็น ชั่งน้ำหนักถ้วยตวงทนความร้อน บันทึกไว้ ชั่งขยะที่บดละเอียดใส่ถ้วยกระเบื้องประมาณ 3 กรัม นำไปเผาที่เตาเผาอุณหภูมิ 600-650 °C นาน 2 ชั่วโมง ปล่อยไว้ให้เย็น แล้วใส่ไว้ในโถทำให้แห้งประมาณ 1-2 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนัก บันทึกค่าน้ำหนักที่คงเหลือไว้

3.5.1.3 การคำนวณ

$$V = \frac{W_2 \times 100}{W_1}$$

เมื่อ V = ร้อยละของปริมาณเถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้

W_1 = น้ำหนักขยะก่อนเผา

W_2 = น้ำหนักขยะที่เหลือหลังจากการเผา

3.5.2 ปริมาณความร้อน

ปริมาณความร้อน หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผามูลฝอย โดยให้สันดาปกับออกซิเจนบริสุทธิ์มากเกินพอ

3.5.2.1 อุปกรณ์และสารเคมี

1) เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณความร้อน (Bomb Calorimeter) รุ่น 1261 Isoperibol bomb calorimeter (Parr instrument company, USA)

2) เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ Denver Instrument รุ่น Denver TR-403

3) ลวดนำไฟฟ้า

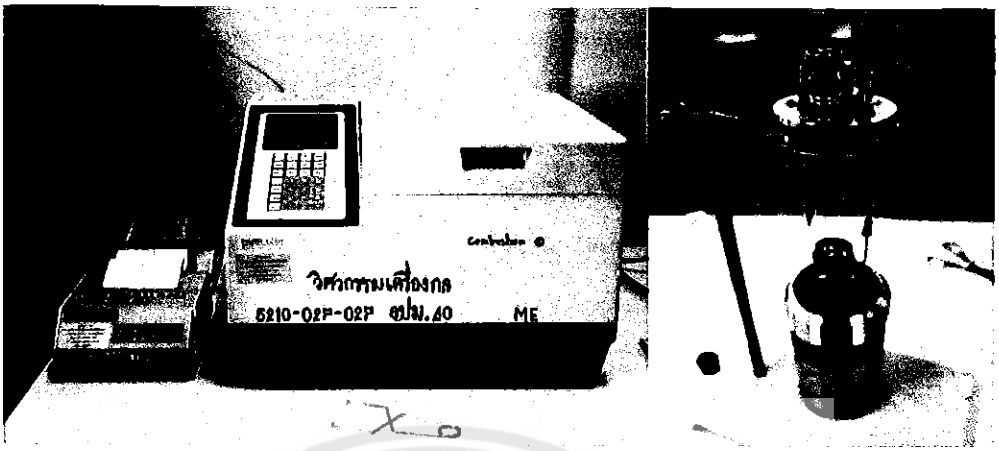
4) ถ้วยโลหะ

5) เครื่องบดขยะและกรรไกร

6) ออกซิเจนบริสุทธิ์

7) สารมาตรฐานที่ทราบค่าปริมาณความร้อน Benzoic Acid

8) ขยะตัวอย่าง



รูปที่ 3.8 เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณความร้อน (Bomb Calorimeter)
และการบรรจุตัวอย่างก่อนทำการระเบิด

3.5.2.2 วิธีวิเคราะห์

นำขยะที่ผ่านการอบแห้งสนิทแล้วมาบด ให้ขยะมีขนาด 1 มิลลิเมตร มาอบต่อที่อุณหภูมิ 75 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น นำตัวอย่างขยะน้ำหนัก 0.5 กรัม ไประเบิดในเครื่องวิเคราะห์หาปริมาณความร้อน (Bomb Calorimeter) ให้สันดาปกับออกซิเจนบริสุทธิ์ อ่านค่าความร้อนจากเครื่อง

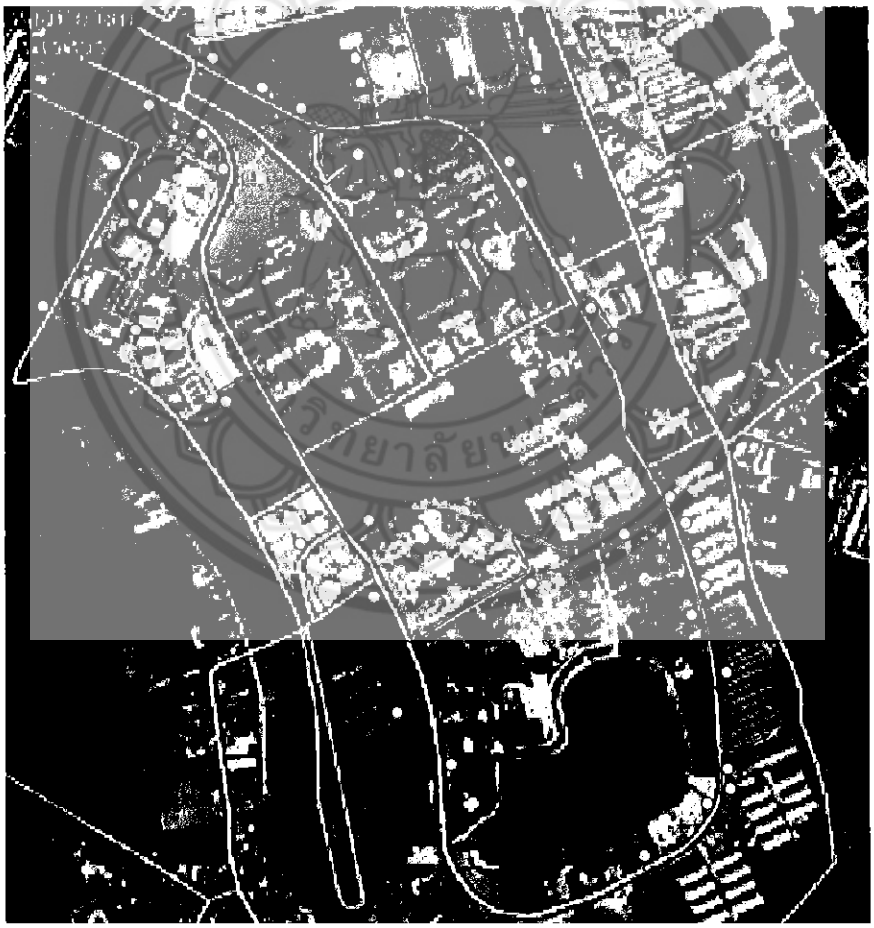
บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์

4.1 เส้นทางเก็บขนขยะของมหาวิทยาลัยนเรศวร

เส้นทางเก็บขนขยะ การดำเนินการเก็บขยะของมหาวิทยาลัยนเรศวรจะเก็บวันละ 2 รอบในวันปกติ 3 รอบในวันที่มีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดขยะมากกว่าปกติ และในวันที่มีขยะน้อยอาจเก็บขนเพียง 1 รอบเท่านั้น ซึ่งเส้นทางการวิ่งหลักมีอยู่ 2 เส้นทางดังนี้

รอบแรก เริ่มเวลา 06:30 น. และสิ้นสุดในเวลา 09:00 น. จะเริ่มตั้งแต่บริเวณหน้าหอพักนิสิต ต่อจากนั้นจะไปเก็บบริเวณทางเข้ามหาวิทยาลัย (ประตู 1) และเก็บขยะมาตลอดเส้นทางโดยผ่านทางคณะศึกษาศาสตร์ เกษตรศาสตร์ฯ วิศวกรรมศาสตร์ และเลี้ยวไปเก็บบริเวณคณะวิทยาศาสตร์เป็นจุดสุดท้าย ดังรูปที่ 4.1



○ จุดเก็บขยะ

● จุดจอดรถเก็บขยะ

——— เส้นทางเก็บขนขยะ

รูปที่ 4.1 เส้นทางเก็บขนขยะรอบที่หนึ่ง

รอบที่สอง จะเริ่มเวลา 10:30 น. และสิ้นสุดในเวลา 13:00 น. ซึ่งเริ่มเก็บที่จุดทิ้งขยะของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร และกลุ่มอาคารวิทยาศาสตร์สุขภาพ บริเวณด้านหน้าโรงพยาบาล ก่อนที่จะเก็บขยะบริเวณหอพักบุคลากร เป็นบริเวณสุดท้าย ดังรูปที่ 4.2

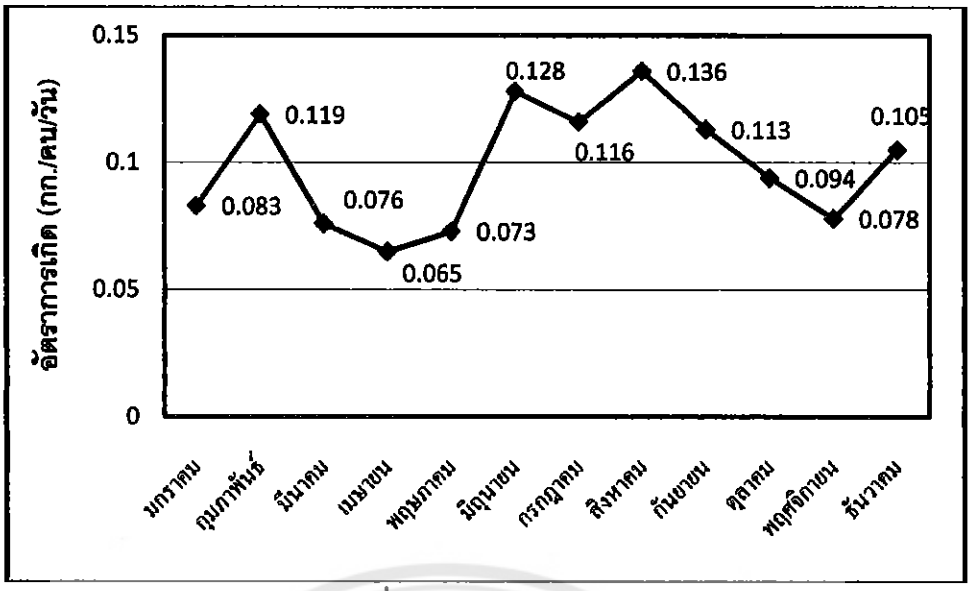
รูปที่ 4.2 เส้นทางเก็บขนขยะรอบที่สอง

4.2 อัตราการเกิดขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

จากข้อมูลปี 2554 พบว่าประชากรภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ประกอบด้วย นิสิต อาจารย์ เจ้าหน้าที่และลูกจ้างประจำ มีจำนวนทั้งสิ้น 27,707 คน จากตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.3 แสดงอัตราการเกิดขยะภายในปี 2554 ของมาวิทยาลัยนเรศวร พบว่าปริมาณขยะที่เกิดขึ้นเฉลี่ยคือ 2.72 ตันต่อวันและคิดเป็น 0.099 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ปริมาณขยะในเดือนสิงหาคมมีสูงที่สุด เป็นผลมาจากในเดือนสิงหาคมมีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดขยะจำนวนมาก เช่น งานสัปดาห์วันวิทยาศาสตร์ที่มีบุคคลภายนอกเข้ามาร่วมกิจกรรมที่จัดขึ้นภายในมหาวิทยาลัย และในช่วงเดือนตุลาคมถึง เดือนพฤศจิกายน ที่มิได้มีกิจกรรมมากนักพบว่ามีปริมาณขยะที่น้อย ดังนั้นปริมาณขยะที่เกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัยจึงมิได้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมการเรียนการสอนเท่านั้น แต่รวมไปถึงกิจกรรมของนิสิต และคณะต่างๆที่เกิดภายในมหาวิทยาลัยด้วย และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการเกิดขยะของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีซึงมีอัตราการเกิดขยะ 0.17 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน (สมภพ และคณะ ,2551) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.1 อัตราการเกิดขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ปี 2554

เดือน	ปริมาณขยะ(กก.)	จำนวนวัน	ปริมาณขยะ (ตัน/วัน)	อัตราการเกิด(กก./คน-วัน)
มกราคม	71,620	31	2.31	0.083
กุมภาพันธ์	92,710	28	3.31	0.119
มีนาคม	65,830	31	2.12	0.076
เมษายน	53,700	30	1.79	0.065
พฤษภาคม	62,360	31	2.01	0.073
มิถุนายน	106,790	30	3.56	0.128
กรกฎาคม	99,305	31	3.20	0.116
สิงหาคม	117,165	31	3.78	0.136
กันยายน	93,915	30	3.13	0.113
ตุลาคม	80,350	31	2.59	0.094
พฤศจิกายน	64,426	30	2.15	0.078
ธันวาคม	90,190	31	2.91	0.105
เฉลี่ย	**83,196.75**	**-**	**2.74**	**0.099**



รูปที่ 4.3 อัตราการเกิดขยะ

4.3 คุณสมบัติทางกายภาพของขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

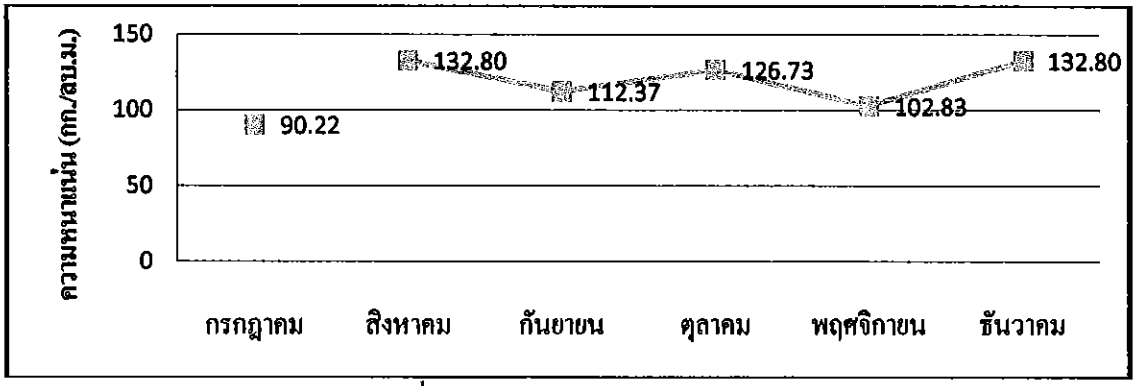
4.3.1 ความหนาแน่นของขยะ

จากการทดลองพบว่าความหนาแน่นของขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรมีความหนาแน่นมีค่าอยู่ในช่วง 102.83-132.80 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าเฉลี่ยที่ 121.51 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.4 เมื่อเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นของขยะในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีซึ่งมีค่า 82.29 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (สมภพ และคณะ ,2551) จะมีค่าความหนาแน่นมากกว่า แต่จะมีค่าความหนาแน่นน้อยกว่าความหนาแน่นของขยะในภาคเหนือ ซึ่งมีค่า 256.25 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ,2535)

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความหนาแน่นของขยะ

เดือนที่ทำการทดลอง	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)
กรกฎาคม	90.22*
สิงหาคม	132.80
กันยายน	112.37
ตุลาคม	126.73
พฤศจิกายน	102.83
ธันวาคม	132.80
เฉลี่ย	**121.51**

หมายเหตุ *เดือนกรกฎาคม เกิดข้อผิดพลาดระหว่างการทดลองจึงไม่นำค่าที่ได้มาคิดหาค่าเฉลี่ย



รูปที่ 4.4 ความหนาแน่นของขยะ

4.3.2 องค์ประกอบทางกายภาพของขยะ

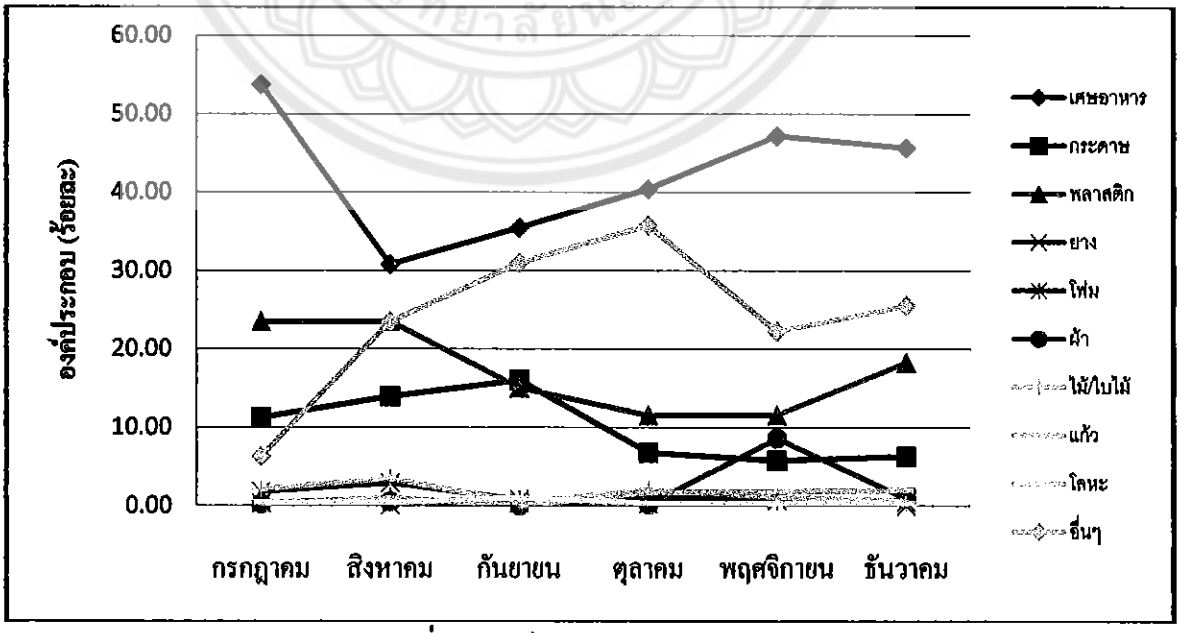
จากการทดลองพบว่าองค์ประกอบทางกายภาพหลักของขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร คือขยะเศษอาหาร กระดาษ พลาสติก และขยะอื่นๆ ซึ่งพบว่ามีเฉลี่ยร้อยละ 42.21 10.01 17.21 และ 24.04 โดยน้ำหนักตามลำดับ และมีปริมาณองค์ประกอบต่างๆตามตารางที่ 4.2 ในการทดลองเราพบว่า ขยะอื่นๆมีปริมาณมากเพราะขยะอื่นๆที่เราพบ คือ ผ้าอ้อมสำเร็จรูปที่ใช้แล้ว ซึ่งมีน้ำหนักมากร้อยละขององค์ประกอบของขยะอื่นๆ จึงมีปริมาณสูง แต่ในเดือน กรกฎาคม มีความแตกต่างออกไป เพราะจากการสุ่มตัวอย่างขยะไม่พบว่ามีขยะอื่นๆจำพวกผ้าอ้อมสำเร็จรูปดังกล่าวในเดือนนี้

หากแยกข้อมูลองค์ประกอบเหล่านี้ตามการจัดการเป็นขยะ 4 ประเภท คือ ขยะย่อยสลายได้ ขยะรีไซเคิล ขยะทั่วไป และขยะอันตราย พบว่า มีขยะย่อยสลายได้คือ เศษอาหารและขยะที่เป็นไม้/ใบไม้ มีปริมาณเฉลี่ย ร้อยละ 43.83 ขยะรีไซเคิล คือ กระดาษ พลาสติก (ไม่รวมพลาสติกถุงขนม) ยาง โฟม ผ้า แก้วและโลหะ มีปริมาณเฉลี่ยร้อยละ 30.10 และขยะทั่วไป คือขยะอื่นๆ มีปริมาณเฉลี่ยร้อยละ 24.04 ซึ่งขยะรีไซเคิลที่คาดว่าจะพบมากในสถานศึกษา พบในปริมาณน้อย เป็นผลจากการที่พนักงานทำความสะอาด หรือผู้รวบรวมขยะมูลฝอยจะคัดแยกขยะที่สามารถรีไซเคิลออกเพื่อนำไปขายเป็นรายได้เสริมแล้ว ทำให้ขยะรีไซเคิล อย่างเช่น กระดาษและพลาสติกที่มีอยู่มีลักษณะเป็นชิ้นขนาดเล็ก

ดังนั้น ด้วยปริมาณองค์ประกอบ หากพิจารณาการจัดการด้วยวิธีการแยกขยะย่อยสลายเพื่อประโยชน์ในการหมักปุ๋ย เมื่อพิจารณาร่วมกับอัตราการเกิดขยะจะพบว่ามีขยะย่อยสลาย 1.20 ตันต่อวัน ในส่วนของขยะรีไซเคิลคิดเป็นปริมาตร 0.82 ตันต่อวัน แต่ลักษณะของขยะมีลักษณะเป็นเศษชิ้นเล็กน้อย ยากต่อการแยก ซึ่งปัญหาการคัดแยกเป็นปัญหาหลักในการพิจารณาการจัดการ แต่หากมีการแยกถังขยะตามการจัดการ ให้ความรู้แกผู้ก่อให้เกิดขยะ และมีการสร้างค่านิยมที่เพียงพอจะทำให้สามารถกาจัดการมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.3 แสดงองค์ประกอบของขยะเป็นร้อยละ

เดือน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	เฉลี่ย
เศษอาหาร	53.74	30.77	35.48	40.42	47.17	45.67	42.21
กระดาษ	11.24	13.96	16.03	6.78	5.77	6.28	10.01
พลาสติก	23.45	23.49	15.03	11.51	11.54	18.24	17.21
- ขวดใส(PET)	0.54	0.64	0.46	0.47	0.39	0.35	0.48
- ขวดขุ่น	0.88	0.60	0.39	1.66	0.24	1.39	0.86
- ถุงพลาสติก	18.03	19.85	12.39	8.48	10.48	13.78	13.83
- ถุงขนม	4.01	2.40	1.78	0.91	0.43	2.73	2.04
ยาง	0.34	0.09	0.31	0.28	0.94	0.00	0.33
โฟม	1.81	2.90	0.77	1.10	0.63	0.48	1.28
ผ้า	0.24	0.51	0.00	0.16	8.59	0.91	1.74
ไม้/ใบไม้	2.10	3.45	0.39	2.01	1.10	0.65	1.62
แก้ว	0.34	0.97	0.00	1.66	1.81	1.99	1.13
โลหะ	0.44	0.41	1.01	0.32	0.24	0.26	0.45
อื่นๆ	6.30	23.45	30.98	35.76	22.21	25.52	24.04
รวม	100	100	100	100	100	100	100.00



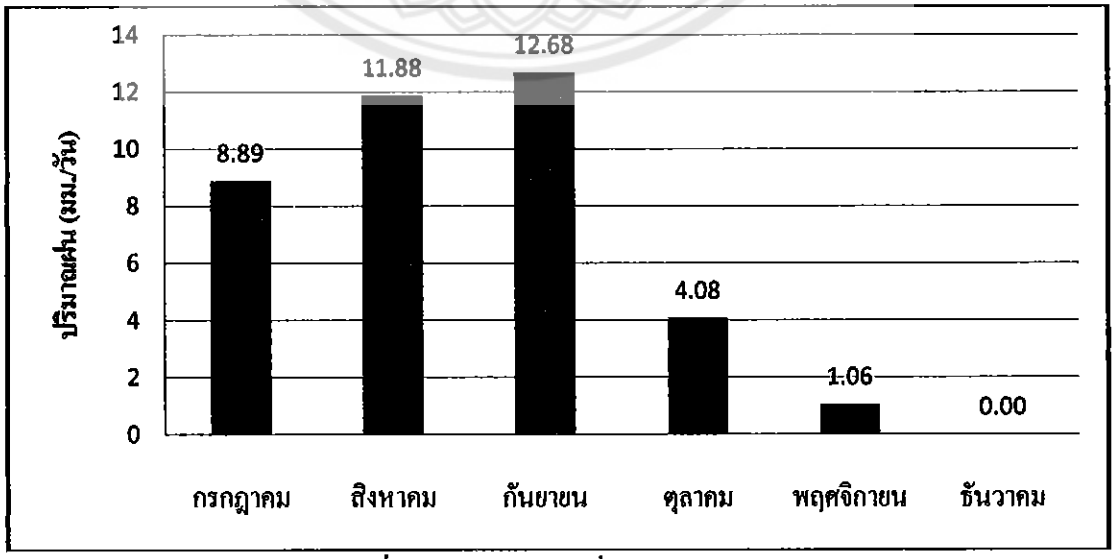
รูปที่ 4.5 องค์ประกอบของขยะ

4.3.3 ความชื้น

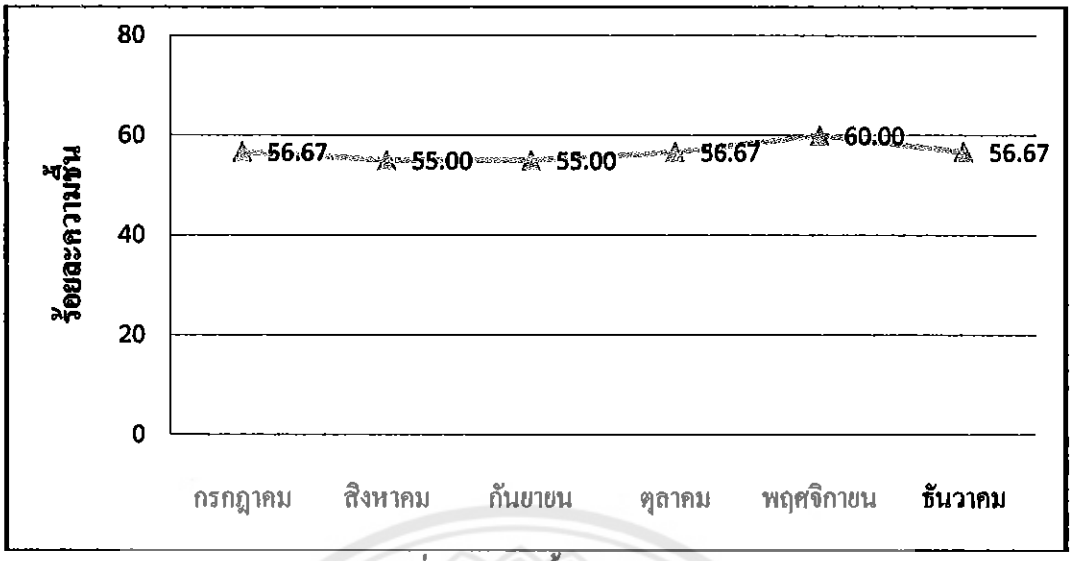
จากการทดลองพบว่าความชื้นของขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.7 มีค่าค่อนข้างคงที่โดยมีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 56.67 และไม่ได้แปรผันตามปริมาณฝน ดังรูปที่ 4.6 ตามที่คาดการไว้เพราะว่าลักษณะการทิ้งขยะภายในมหาวิทยาลัยจะเป็นการรวบรวมใส่ถุงขยะแล้วมัดปากไว้ซึ่งเมื่อทิ้งไว้กลางแจ้งในช่วงเวลาที่ฝนตกความชื้นของขยะจึงไม่ได้เปลี่ยนไป ซึ่งขยะที่ให้ความชื้นมากคือ ขยะเศษอาหาร กล่องนม และแก้วกระดาษที่ใช้ใส่เครื่องดื่ม ผลของค่าความชื้นของขยะ พบว่าน้ำหนักทั้งหมดของขยะเป็นน้ำหนักเนื่องมาจากความชื้นมากกว่าร้อยละ 50 หรือมากกว่าครึ่งหนึ่งของน้ำหนักทั้งหมด หากจะนำไปจัดการโดยการนำไปเป็นเชื้อเพลิง ทำการเผา การนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ อาจพิจารณาขั้นตอนในการลดความชื้นเพิ่มเติม เพราะความชื้นส่วนมากอยู่ในขยะเศษอาหารซึ่งจะนำปัญหาเรื่องกลิ่น แก๊สและสัตว์พาหะตามมา

ตารางที่ 4.4 ฝนเฉลี่ยและความชื้นในแต่ละเดือน

เดือน	ฝนเฉลี่ย (มม.)	ความชื้น (ร้อยละ)
กรกฎาคม	8.89	56.67
สิงหาคม	11.88	55.00
กันยายน	12.68	55.00
ตุลาคม	4.08	56.67
พฤศจิกายน	1.06	60.00
ธันวาคม	0.00	56.67
เฉลี่ย	-	**56.67**



รูปที่ 4.6 ปริมาณฝนเฉลี่ยในแต่ละเดือน



รูปที่ 4.7 ความชื้นในแต่ละเดือน

4.4 คุณสมบัติทางเคมีของขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

4.4.1 ร้อยละของเถ้าที่เหลือจากการเผา

จากการทดลองเผาขยะที่อุณหภูมิ 650°C ต่อเนื่องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ผลที่ได้จากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันที่ประมาณร้อยละ 5.23 ถึง 10.77 ดังตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.8และเถ้าที่เหลือจากการเผามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 7.52 หากมีการจัดการที่ต้องมีการเผาเกิดขึ้น อย่างเช่น การใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อสร้างพลังงาน หรือเผาทำลาย ด้วยอัตราการเกิดขยะ 2.74 ตันต่อวัน ก็จะเกิดเถ้าที่ต้องจัดการด้วยการฝังกลบ 0.22 ตันต่อวัน

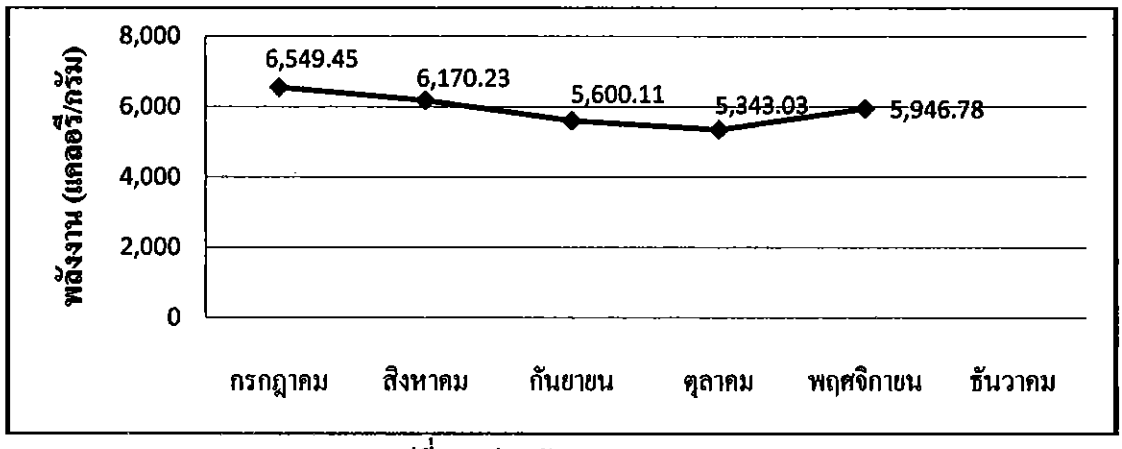
4.4.1 พลังงานความร้อน

จากการทดลองหาค่าพลังงานความร้อนด้วยเครื่องวิเคราะห์หาปริมาณความร้อน (Bomb Calorimeter) พบว่าค่าพลังงานเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 5,922 แคลอรีต่อกรัม ดังตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.9 ซึ่งมีค่าพลังงานความร้อนมากกว่าค่าพลังงานความร้อนของขยะชุมชนในภาคเหนือที่มีค่าเท่ากับ 4,488 แคลอรีต่อกรัม (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ,2535) ซึ่งค่าดังกล่าวได้จากการวัดค่าพลังงานที่ได้จากการจุดระเบิดโดยการเผาไหม้ได้มีการให้ ออกซิเจนจนเกินพอ ซึ่งหากพิจารณานำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนอาจต้องทำการทดลองตามสภาพการเผาไหม้จริงในห้องเผา แต่จากผลการทดลองพบว่าค่าพลังงานที่ได้จากขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรนั้นมีพลังงานสูง ซึ่งหากจะเป็นประโยชน์อย่างมากหากสามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าพลังงานที่ได้จากการเผาด้วยเครื่องวิเคราะห์หาปริมาณความร้อน และปริมาณเถ้าที่เหลือจากการเผา

เดือน	ร้อยละเถ้าที่เหลือจากการเผา	พลังงานความร้อน (cal./g)
กรกฎาคม	8.500	6,549.45
สิงหาคม	6.022	6,170.23
กันยายน	7.856	5,600.11
ตุลาคม	10.767	5,343.03
พฤศจิกายน	5.233	5,946.78
ธันวาคม	6.744	-
เฉลี่ย	7.520	5,922.00

รูปที่ 4.8 ปริมาเถ้าที่เหลือจากการเผา



รูปที่ 4.9 ค่าพลังงานจากการเผา

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลโครงงาน

จากผลการสำรวจ เก็บข้อมูลและทำการทดลองตามขั้นตอนต่างๆของโครงงาน สามารถสรุปผลข้อมูลทั้งหมดได้ ดังนี้

5.1.1 อัตราการเกิดขยะของมหาวิทยาลัยนเรศวร

จากผลการศึกษาจำนวนประชากรและอัตราการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่า มหาวิทยาลัยต้องจัดการขยะเฉลี่ย 2.72 ตันต่อวัน โดยประชากรของมหาวิทยาลัยซึ่งประกอบไปด้วย นิสิต อาจารย์ เจ้าหน้าที่และลูกจ้างประจำ มีจำนวน 27,707 คน สามารถคิดเป็นอัตราการเกิดขยะของมหาวิทยาลัยนเรศวรได้ 0.099 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน

5.1.2 องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยจากมหาวิทยาลัยนเรศวร

องค์ประกอบทางกายภาพของขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรที่ได้ทำการทดลองคัดแยกตามวัสดุของขยะ พบว่าเมื่อแบ่งตามการจัดการได้ดังตารางที่ 5.1 ในส่วนของขยะพลาสติกที่เป็นรีไซเคิลนั้นมิได้รวมพลาสติกถุงขนม

ขยะมีความหนาแน่นปกติ 121.51 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีความชื้นร้อยละ 56.67 โดยความชื้นนี้ไม่ขึ้นกับปริมาณฝน

ตารางที่ 5.1 องค์ประกอบทางกายภาพแบ่งตามการจัดการ

ประเภท	ย่อยสลาย	รีไซเคิล	ทั่วไป	อันตราย
เฉลี่ย	43.83	30.11	24.04	0.00

5.1.3 ค่าพลังงานที่ได้จากการเผาและเถ้าที่เหลือจากการเผาขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

เถ้าที่เหลือจากการเผา ณ อุณหภูมิ 650°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง มีค่าร้อยละ 7.52 และค่าพลังงานความร้อนจากการทดลองด้วยเครื่องวิเคราะห์หาปริมาณความร้อน (Bomb Calorimeter) พบว่าค่าพลังงานเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 5,922 แคลอรีต่อกรัม

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร คณะผู้จัดทำโครงงานได้พบข้อเสนอแนะและข้อปรับปรุงดังนี้

- คุณสมบัติของขยะภายในมหาวิทยาลัยควรสำรวจเป็นประจำเพื่อศึกษาแนวโน้มเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน และสามารถคาดการสถานการณ์ การจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยในอนาคตได้

- ข้อมูลการศึกษาในครั้งนี้เป็นเพียงข้อมูลเฉลี่ยจาก 6 เดือนเท่านั้น ควรมีการศึกษาเพื่อหาข้อมูลเฉลี่ยตลอดทั้งปี

- หากจะนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ไปใช้พิจารณาแนวทางการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ควรใช้ข้อมูลนี้ประกอบกับปัจจัยอื่นๆเช่น ค่าก่อสร้าง ค่าดำเนินการ และผลกระที่อาจจะเกิดขึ้น เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ธเรศ ศรีสถิตย์. (2553). **วิศวกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทวีชัย เจียรนัยขจร. (ตุลาคม 2552). **การกำจัดขยะมูลฝอย แบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill).** สืบค้นเมื่อ 5 กรกฎาคม 2554, จาก http://www.pcd.go.th

กรมควบคุมมลพิษ. (2535). **รายงานฉบับสมบูรณ์(FINAL REPORT) โครงการสำรวจและวิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาลทั่วประเทศ.** สืบค้นเมื่อ 5 กรกฎาคม 2554, จาก http://www.pcd.go.th

สุนันทา พลทวงษ์, วรรณลพ สนงาม, สุณี ปิยพันธุ์พงศ์. (2551). **คู่มือประชาชน เพื่อการลด คัดแยก และใช้ประโยชน์ยะมูลฝอยชุมชน.** กรุงเทพ ฯ : บริษัท ยีซ์ จำกัด.

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2535). การเก็บข้อมูลเพื่อสนับสนุนการจัดตั้งโครงการกำจัดขยะนำร่อง

สมภพ สนองราษฎร์และคณะ. (2551). การจัดการขยะมูลฝอย ภายในมหาวิยาลัยอุบลราชธานี.

http://www.pcd.go.th

http://www.tmd.go.th/

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลของขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

1. ข้อมูลของขยะเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2554

ตารางที่ ก1 ข้อมูลองค์ประกอบของขยะ

รายการ	น้ำหนัก (กก.)	ร้อยละจากขยะทั้งหมด
เศษอาหาร	55.00	53.74
กระดาษ	11.50	11.24
พลาสติก	24.00	23.45
ยาง	0.35	0.34
โฟม	1.85	1.81
ผ้า	0.25	0.24
ไม้/ใบไม้	2.15	2.10
แก้ว	0.35	0.34
โลหะ	0.45	0.44
หิน/กระเบื้อง	-	0.00
หนัง	-	0.00
อื่นๆ	6.45	6.30
รวม	102.35	100.00

ตารางที่ ก2 ข้อมูลขยะรีไซเคิล

รายการ	น้ำหนัก (กก.)	ร้อยละจากขยะทั้งหมด
ขวดพลาสติกใส (PET)	0.55	0.54
พลาสติกขุ่น	0.90	0.88
ถุงพลาสติก	18.45	18.03
แก้ว	0.35	0.34
กระดาษ	11.50	11.24
โลหะ	0.45	0.44
รวม		31.46

ตารางที่ ก3 ข้อมูลความหนาแน่นของขยะ (ถังปริมาตร 31 ลิตร น้ำหนัก 1.10 กิโลกรัม)

ครั้งที่	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)
1	3.60	116.13
2	2.27	73.23
3	2.52	81.29
เฉลี่ย		90.22

ตารางที่ ก4 ข้อมูลความชื้นของขยะ

ถาดที่	น้ำหนักก่อนอบ	น้ำหนักหลังอบ	ร้อยละความชื้น
1	1.00	0.40	60.00
2	1.00	0.45	55.00
3	1.00	0.45	55.00
เฉลี่ย			56.67

ตารางที่ ก5 ข้อมูลปริมาณเถ้า

ถ้วยที่	น้ำหนักถ้วย (กรัม)	น้ำหนักขยะก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักขยะ+ถ้วย หลังอบ (กรัม)	น้ำหนักขยะ หลังอบ (กรัม)	ร้อยละ
1	103.248	3.000	103.516	0.268	8.933
2	76.984	3.000	77.246	0.262	8.733
3	101.982	3.000	102.217	0.235	7.833
เฉลี่ย					8.500

ตารางที่ ก6 ข้อมูลค่าพลังงานที่ได้จากการเผา

ตัวอย่างที่	ค่าพลังงาน (cal/g)
1	6,824.30
2	6,403.44
3	6,420.60
เฉลี่ย	6,549.45

2. ข้อมูลของขยะเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554

ตารางที่ ก7 ข้อมูลองค์ประกอบของขยะ

รายการ	น้ำหนัก (กก.)	ร้อยละจากขยะทั้งหมด
เศษอาหาร	33.40	30.77
กระดาษ	12.15	11.19
พลาสติก	25.50	23.49
ยาง	0.10	0.09
โฟม	3.15	2.90
ผ้า	0.55	0.51
ไม้/ใบไม้	3.75	3.45
แก้ว	1.05	0.97
โลหะ	0.45	0.41
หิน/กระเบื้อง	-	0.00
กล่องนม	3.00	2.76
อื่นๆ	25.45	23.45
รวม	108.55	100.00

ตารางที่ ก8 ข้อมูลขยะรีไซเคิล

รายการ	น้ำหนัก (กก.)	ร้อยละจากขยะทั้งหมด
ขวดพลาสติกใส (PET)	0.70	0.64
พลาสติกขุ่น	0.65	0.60
ถุงพลาสติก	21.55	19.85
แก้ว	1.05	0.97
กระดาษ	12.15	11.19
โลหะ	0.45	0.41
รวม		33.67

ตารางที่ ก9 ข้อมูลความหนาแน่นของขยะ (ถังปริมาตร 31 ลิตร น้ำหนัก 1.10 กก.)

ครั้งที่	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)
1	3.45	111.29
2	4.10	132.26
3	4.45	143.55
4	3.85	124.19
5	4.45	143.55
6	4.40	141.94
เฉลี่ย		132.80

ตารางที่ ก10 ข้อมูลความชื้นของขยะ

ถาดที่	น้ำหนักก่อนอบ	น้ำหนักหลังอบ	ร้อยละความชื้น
1	1.00	0.40	60.00
2	1.00	0.50	50.00
3	1.00	0.45	55.00
เฉลี่ย			55.00

ตารางที่ ก11 ข้อมูลปริมาณเถ้า

ถ้วยที่	น้ำหนักถ้วย (กรัม)	น้ำหนักขยะก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักขยะ+ถ้วย หลังอบ (กรัม)	น้ำหนักขยะ หลังอบ (กรัม)	ร้อยละ
1	83.247	3.000	83.534	0.287	9.567
2	100.290	3.000	100.545	0.255	8.500
3	97.829	3.000	98.255	0.426	14.200
เฉลี่ย					6.022

ตารางที่ ก12 ข้อมูลค่าพลังงานที่ได้จากการเผา

ตัวอย่างที่	ค่าพลังงาน (cal/g)
1	6,124.40
2	6,363.08
3	6,023.20
เฉลี่ย	6,170.23

3. ข้อมูลของขยะเดือนกันยายน พ.ศ. 2554

ตารางที่ ก13 ข้อมูลองค์ประกอบของขยะ

รายการ	น้ำหนัก (กก.)	ร้อยละจากขยะทั้งหมด
เศษอาหาร	22.90	35.48
กระดาษ	8.20	12.70
พลาสติก	9.70	15.03
ยาง	0.20	0.31
โฟม	0.50	0.77
ผ้า	-	0.00
ไม้/ใบไม้	0.25	0.39
แก้ว	-	0.00
โลหะ	0.65	1.01
หิน/กระเบื้อง	-	0.00
กล่องนม	2.15	3.33
อื่นๆ	20.00	30.98
รวม	64.55	100.00

ตารางที่ ก14 ข้อมูลขยะรีไซเคิล

รายการ	น้ำหนัก (กก.)	ร้อยละจากขยะทั้งหมด
ขวดพลาสติกใส (PET)	0.30	0.46
พลาสติกขุ่น	0.25	0.39
ถุงพลาสติก	8.00	12.39
กระดาษ	8.20	12.70
โลหะ	0.65	1.01
รวม		26.96

ตารางที่ ก15 ข้อมูลความหนาแน่นของขยะ (ถังปริมาตร 31 ลิตร น้ำหนัก 1.10 กก.)

ครั้งที่	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)
1.00	3.70	119.35
2.00	4.40	141.94
3.00	2.35	75.81
เฉลี่ย		112.37

ตารางที่ ก16 ข้อมูลความชื้นของขยะ

ถาดที่	น้ำหนักก่อนอบ	น้ำหนักหลังอบ	ร้อยละความชื้น
1.00	1.00	0.40	60.00
2.00	1.00	0.45	55.00
3.00	1.00	0.50	50.00
เฉลี่ย			55.00

ตารางที่ ก17 ข้อมูลปริมาณเถ้า

ถ้วยที่	น้ำหนักถ้วย (กรัม)	น้ำหนักขยะก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักขยะ+ถ้วย หลังอบ (กรัม)	น้ำหนักขยะ หลังอบ (กรัม)	ร้อยละ
1	91.180	3.000	91.418	0.238	7.933
2	97.977	3.000	98.215	0.238	7.933
3	110.704	3.000	110.935	0.231	7.700
เฉลี่ย					7.856

ตารางที่ ก18 ข้อมูลค่าพลังงานที่ได้จากการเผา

ตัวอย่างที่	ค่าพลังงาน (cal/g)
1	5,903.33
2	5,587.15
3	5,309.85
เฉลี่ย	5,600.11

4. ข้อมูลของขยะเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

ตารางที่ ก19 ข้อมูลองค์ประกอบของขยะ

รายการ	น้ำหนัก (กก.)	ร้อยละจากขยะทั้งหมด
เศษอาหาร	51.25	40.42
กระดาษ	7.95	6.27
พลาสติก	14.60	11.51
ยาง	0.35	0.28
โฟม	1.40	1.10
ผ้า	0.20	0.16
ไม้/ใบไม้	2.55	2.01
แก้ว	2.10	1.66
โลหะ	0.40	0.32
หิน/กระเบื้อง	-	0.00
กล่องนม	0.65	0.51
อื่นๆ	45.35	35.76
รวม	126.80	100.00

ตารางที่ ก20 ข้อมูลขยะรีไซเคิล

รายการ	น้ำหนัก (กก.)	ร้อยละจากขยะทั้งหมด
ขวดพลาสติกใส(PET)	0.60	0.47
พลาสติกขุ่น	2.10	1.66
ถุงพลาสติก	21.55	17.00
แก้ว	2.10	1.66
กระดาษ	7.95	6.27
โลหะ	0.40	0.32
รวม		27.37

ตารางที่ ก21 ข้อมูลความหนาแน่นของขยะ (ถังปริมาตร 26.5ลิตร น้ำหนัก 1.05 กก.)

ครั้งที่	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)
1	3.15	118.87
2	3.15	118.87
3	3.05	115.09
4	4.05	152.83
5	3.40	128.30
6	3.35	126.42
เฉลี่ย		126.73

ตารางที่ ก22 ข้อมูลความชื้นของขยะ

ถาดที่	น้ำหนักก่อนอบ	น้ำหนักหลังอบ	ร้อยละความชื้น
1	1.00	0.40	60.00
2	1.00	0.45	55.00
3	1.00	0.45	55.00
เฉลี่ย			56.67

ตารางที่ ก23 ข้อมูลปริมาณเถ้า

ถ้วยที่	น้ำหนักถ้วย (กรัม)	น้ำหนักขยะก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักขยะ+ถ้วย หลังอบ (กรัม)	น้ำหนักขยะ หลังอบ (กรัม)	ร้อยละ
1	91.180	3.000	91.418	0.238	7.933
2	97.977	3.000	98.215	0.238	7.933
3	110.704	3.000	110.935	0.231	7.700
เฉลี่ย					7.856

ตารางที่ ก24 ข้อมูลค่าพลังงานที่ได้จากการเผา

ตัวอย่างที่	ค่าพลังงาน (cal/g)
1	5,432.98
2	5,149.43
3	5,446.67
เฉลี่ย	5,343.03

5. ข้อมูลของขยะเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554

ตารางที่ ก25 ข้อมูลองค์ประกอบของขยะ

รายการ	น้ำหนัก (กก.)	ร้อยละจากขยะทั้งหมด
เศษอาหาร	60.10	47.17
กระดาษ	5.85	4.59
พลาสติก	14.70	11.54
ยาง	1.20	0.94
โฟม	0.80	0.63
ผ้า	10.95	8.59
ไม้/ใบไม้	1.40	1.10
แก้ว	2.30	1.81
โลหะ	0.30	0.24
หิน/กระเบื้อง	-	0.00
กล่องนม	1.50	1.18
อื่นๆ	28.30	22.21
รวม	127.40	100.00

ตารางที่ ก26 ข้อมูลขยะรีไซเคิล

รายการ	น้ำหนัก (กก.)	ร้อยละจากขยะทั้งหมด
ขวดพลาสติกใส (PET)	0.50	0.39
พลาสติกขุ่น	0.30	0.24
ถุงพลาสติก	14.10	11.07
แก้ว	2.30	1.81
กระดาษ	5.85	4.59
โลหะ	0.30	0.24
รวม		18.33

ตารางที่ ก27 ข้อมูลความหนาแน่นของขยะ (ถังปริมาตร 26.5 ลิตร น้ำหนัก 1.05 กก.)

ครั้งที่	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)
1	1.85	69.81
2	2.45	92.45
3	1.90	71.70
4	2.95	111.32
5	3.20	120.75
6	4.00	150.94
เฉลี่ย		102.83

ตารางที่ ก28 ข้อมูลความชื้นของขยะ

ถาดที่	น้ำหนักก่อนอบ	น้ำหนักหลังอบ	ร้อยละความชื้น
1	1.00	0.40	60.00
2	1.00	0.45	55.00
3	1.00	0.35	65.00
เฉลี่ย			60.00

ตารางที่ ก29 ข้อมูลปริมาณเถ้า

ถ้วยที่	น้ำหนักถ้วย (กรัม)	น้ำหนักขยะก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักขยะ+ถ้วย หลังอบ (กรัม)	น้ำหนักขยะ หลังอบ (กรัม)	ร้อยละ
1	91.180	3.000	91.418	0.238	7.933
2	97.977	3.000	98.215	0.238	7.933
3	110.704	3.000	110.935	0.231	7.700
เฉลี่ย					7.856

ตารางที่ ก30 ข้อมูลค่าพลังงานที่ได้จากการเผา

ตัวอย่างที่	ค่าพลังงาน (cal/g)
1	5,944.99
2	5,969.88
3	5,925.46
เฉลี่ย	5,946.78

6. ข้อมูลของขยะเดือนธันวาคม พ.ศ. 2554

ตารางที่ ก31 ข้อมูลองค์ประกอบของขยะ

รายการ	น้ำหนัก (กก.)	ร้อยละจากขยะทั้งหมด
เศษอาหาร	52.70	45.67
กระดาษ	5.75	4.98
พลาสติก	21.05	18.24
ยาง		0.00
โฟม	0.55	0.48
ผ้า	1.05	0.91
ไม้/ใบไม้	0.75	0.65
แก้ว	2.30	1.99
โลหะ	0.30	0.26
หิน/กระเบื้อง		0.00
กล่องนม	1.50	1.30
อื่นๆ	29.45	25.52
รวม	115.40	100.00

ตารางที่ ก32 ข้อมูลขยะรีไซเคิล

รายการ	น้ำหนัก (กก.)	ร้อยละจากขยะทั้งหมด
ขวดพลาสติกใส(PET)	0.40	0.35
พลาสติกขุ่น	1.60	1.39
ถุงพลาสติก	15.90	13.78
แก้ว	2.30	1.99
กระดาษ	5.75	4.98
โลหะ	0.30	0.26
รวม		22.75

ตารางที่ ก33 ข้อมูลความหนาแน่นของขยะ (ถังปริมาตร 41.5ลิตร น้ำหนัก 1.25 กก.)

ครั้งที่	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)
1	5.58	134.46
2	3.95	95.18
3	4.60	110.84
4	3.25	78.31
5	3.40	81.93
6	3.35	80.72
เฉลี่ย		96.91

ตารางที่ ก34 ข้อมูลความชื้นของขยะ

ถาดที่	น้ำหนักก่อนอบ	น้ำหนักหลังอบ	ร้อยละความชื้น
1	1.00	0.45	55.00
2	1.00	0.45	55.00
3	1.00	0.40	60.00
เฉลี่ย			56.67

ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ข

คุณสมบัติของขยะมูลฝอยที่มีแหล่งกำเนิดจากชุมชนทั่วประเทศ

ตารางที่ ข1 คุณสมบัติของขยะมูลฝอยที่มีแหล่งกำเนิดจากชุมชนทั่วประเทศ

ภาค	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)	ความชื้น (ร้อยละ)	ความร้อนของขยะแห้ง (Cal/g.)	ปริมาณเถ้าแห้ง (Cal/g.)	ปริมาณสารที่ไหม้ไฟได้ (ร้อยละ)
เหนือ	256.25	58.50	4,488	27.97	89.80
ตะวันออกเฉียงเหนือ	198.00	20.50	3,850	-	80.83
กลาง	260.25	57.83	4,065	26.77	86.49
ใต้	214.50	53.25	4,039	21.61	86.71

ที่มา: กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2535

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายจตุพล ทรัพย์พร้อม

ภูมิลำเนา 216 หมู่ 9 ต. บ้านแก่ง อ. ศรีสัชนาลัย
จ. สุโขทัย

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนบ้านแก่งวิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: jatupol_nittaya@hotmail.com

ชื่อ นายโชคดนัย มีมุข

ภูมิลำเนา 18/1 หมู่ 5 ต. นครสวรรค์ตก อ. เมือง
จ. นครสวรรค์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนนครสวรรค์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: na_ni_now@hotmail.com

ชื่อ นางสาวศศิธร โพธิ์ชัย

ภูมิลำเนา 23/1 หมู่ 3 ต. ท่าขุนราม อ.เมือง
จ. กำแพงเพชร

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนวชิรปราการวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: sasitorn_koija@hotmail.com