ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

การจัดการขยะในชุมชนขนาดเล็กแบบไม่เหลือทิ้ง
ณ เทศบาลตำบลลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร

SOLID WASTE MANAGEMENT OF SMALL COMMUNITY BY ZERO WASTE METHOD
AT LANKRABUE MUNICIPALITY KAMPHAENG PHET PROVINCE

นายวิทูร กรรภิรมย์กุล
นางสาวศิริลักษณ์ เชื้อคำจันทร์
นางสาวอรพรรณ พรหมมินทร์

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 14 ก.ค. 2553
เลขทะเบียน I5070247 e.2
เลขเรียกหนังสือ มส. วิ96ก 2552
มหาวิทยาลัยนเรศวร

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2551

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

หัวข้อโครงงาน	**: การจัดการขยะในชุมชนขนาดเล็กแบบไม่เหลือทิ้ง ณ องค์การบริหารการปกครองส่วนท้องถิ่นลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร**
ผู้ดำเนินงาน	**: นายวิทูร กรรภิรมย์กุล รหัสนิสิต 48365569**
	นางสาวศิริลักษณ์ เชื้อคำจันทร์ รหัสนิสิต 48365590
	นางสาวอรพรรณ ทรหมมินทร์ รหัสนิสิต 48365675
ที่ปรึกษาโครงงาน	: ผศ.ดร.ดลเดช ตั้งตระการพงษ์
สาขาวิชา	: วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ภาควิชา	: วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา	: 2551

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติโครงงาน**วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม** ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

.....ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.ดลเดช ตั้งตระการพงษ์)

..... กรรมการ
(ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท)

..... กรรมการ
(อาจารย์ชัยวัฒน์ โพธิ์ทอง)

..... หัวหน้าภาควิชา
(ดร.กำพล ทรัพย์สมบูรณ์)

หัวข้อโครงงาน	: การจัดการขยะในชุมชนขนาดเล็กแบบไม่เหลือทิ้ง ณ เทศบาลตำบลลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร
ผู้ดำเนินงาน	: นายวิทูร กรรภิรมย์กุล รหัสนิสิต 48365569
	นางสาวศิริลักษณ์ เชื้อคำจันทร์ รหัสนิสิต 48365590
	นางสาวอรพรรณ พรหมมินทร์ รหัสนิสิต 48365675
ที่ปรึกษาโครงงาน	: ผศ.ดร.ดลเดช ตั้งตระการพงษ์
สาขาวิชา	: วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ภาควิชา	: วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา	: 2551

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษารายละเอียดการจัดการขยะในชุมชนขนาดเล็กแบบไม่เหลือทิ้ง ณ อปท. ลานกระบือ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารายละเอียดการจัดการขยะในเรื่องการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยประกอบไปด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้ การ Reuse Recycle Reduce โดยการ Reuse คือ การใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุด โดยการนำสิ่งของเครื่องใช้ มาใช้ซ้ำ ซึ่งบางอย่างอาจใช้ซ้ำได้หลาย ๆ ครั้ง Recycle คือ การนำหรือเลือกใช้ทรัพยากรที่สามารถนำกลับมารีไซเคิล หรือนำกลับมาใช้ใหม่ Reduce คือ การลดการใช้ การบริโภคทรัพยากรที่ไม่จำเป็นลง กระบวนการต่อไปคือกระบวนการเชิงกลชีวภาพ คือ ทำการฉีกเปิดถุง และนำขยะมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วจึงตั้งกองหมักเป็นระยะเวลา 3 เดือน ระหว่างตั้งกองหมักได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี เพื่อศึกษาแนวโน้มการจัดการขยะที่เหมาะสม หลังกระบวนการหมักครบ 3 เดือน ส่วนหนึ่งจะได้เป็นวัสดุปรับปรุงคุณภาพดิน แต่ควรทำการปรับปรุงคุณภาพก่อนนำไปใช้ ขยะที่ขยะส่วนใหญ่ที่เป็นพลาสติก สามารถนำไปเป็นวัสดุกรองกลิ่นตามธรรมชาติแทนกากมะพร้าว และสามารถพัฒนาไปเป็นเชื้อเพลิงขยะนำไปใช้ประโยชน์ และสุดท้ายคือ การฝังกลบ ซึ่งจากกระบวนการข้างต้นทั้งหมดสามารถลดปริมาณขยะให้เหลือปริมาณน้อยมาก จนแทบไม่ต้องฝังกลบ

Project Title	: Solid waste management of small community by zero waste mathod At Lankrabue Municipality Kamphaeng Phet Province		
Author	: Mr. Witoon	Kanpiromkul	Code 48365569
	Miss Sirilak	Chueakhumjan	Code 48365590
	Miss Orapan	Prommin	Code 48365675

Major : Environmental Engineering

Department : Civil Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University

Academic Year : 2008

Abstract

This project is a detailed study of solid waste management of small community in zero waste mathod. at Lankrabue Municipality aimed to study the details of solid waste management used in the optimization. It comprises the following process to Reuse Recycle Reduce, Reuse is the most cost-effective to use resources. The use of a thing to duplicate some of which may have to re-use many times Recycle is resources that can be recycled back. Reduce is the reduction of unnecessary resource consumption. Process is continued. Mechanical biological process is to rip open the bag. And bring the mash to solid waste. Then dump the soaking period is 3 months between the Division fermentation has studied the chemical composition. To study the potential for solid waste management. 3 months after the end of fermentation process will be a material part of improving soil quality. But it should work to improve quality prior to use. While most plastic waste. Materials can be used to filter waste instead of natural coconut scent. And development can lead to a waste fuel utilization Finally, the filling is to embed the above process can reduce total solid waste volume to be very small. And virtually no embedded bury.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณอย่างสูงในความกรุณาของ ผศ.ดร.คลเดช ตั้งตระการพงษ์ ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ได้ช่วยเหลือในโครงงานฉบับนี้ ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในโครงงานจนเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท และอาจารย์ชัยวัฒน์ โพธิ์ทอง กรรมการโครงงาน ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่พบระหว่างการศึกษาและจัดทำโครงงาน จนโครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณพงศธร วงษ์ธิ ที่ให้ความรู้ด้านการบำบัดขยะอย่างเต็มที่ และให้คำปรึกษาแนะนำข้อมูลของโครงงานนี้

ขอขอบพระคุณบุคลากรศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลต่างๆ และให้คำแนะนำจนโครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบคุณบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษา และให้กำลังใจที่ดีมาโดยตลอด รวมถึงเพื่อนๆที่ไม่ได้เอ่ยนาม ที่คอยช่วยเหลือให้คำปรึกษาในการดำเนินงานตลอดระยะเวลาในการทำโครงงานนี้

ท้ายนี้ หากโครงงานเล่มนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อส่วนรวม คณะผู้จัดทำโครงงานขอยกความดีที่เกิดขึ้นให้แก่บิดา มารดา คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ทุกๆท่าน ตลอดจนพี่ๆ และเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจ ชี้แนะและสนับสนุนการทำโครงงานนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
จุดมุ่งหมายของโครงงาน	2
ความสำคัญของโครงงาน	2
ขอบเขตของโครงงาน	2
ระยะเวลาดำเนินโครงงาน	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
มูลฝอยและการจัดการ	4
ลักษณะสมบัติของขยะที่นิยมทำการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผน	4
ลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics)	5
ลักษณะทางเคมี (Chemical Characteristics)	7
ลักษณะทางชีววิทยา (Biological Characteristics)	12
การจัดการและกำจัดขยะ (Method of Refuse Disposal)	12
การนำขยะไปเทกองกลางแจ้ง หรือการนำขยะไปทิ้งไว้ตามธรรมชาติ	12
การนำขยะไปทิ้งทะเล (Dumping at Sea)	13
การนำขยะกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ (Re-cycle and Re-use)	13
การนำขยะไปเป็นอาหารสัตว์ (Hog Feeding)	13
การเผาด้วยความร้อนสูง หรือการกำจัดโดยใช้เตาเผา หรือการสร้างโรงงานเผาขยะ (Incineration)	14
การฝังกลบอย่างถูกสุขอนามัยหรือถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)	19
การบำบัดขยะเบื้องต้น และการแปรสภาพขยะ (Pre-Treatment And Transformation)	23
การลดขนาด (Size Reduction)	23
การแยก (Separation)	24
การอัดแน่นขยะ (Densification, Compaction)	25
การบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT (Mechanical - Biological Treatment)	25
การบำบัดขยะโดยกรรมวิธี BMT (Biological-Mechanical Treatment)	27

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3 การดำเนินโครงงาน	28
การศึกษาการจัดการขยะในชุมชนขนาดเล็กแบบไม่เหลือทิ้ง ณ อปท.ลานกระบือ	28
พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์	29
4 ผลการทำโครงงาน	38
ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติทางเคมี-กายภาพ	
ขยะที่ผ่านการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ในระยะเวลา 3 เดือน	37
องค์ประกอบขยะ	37
ความหนาแน่น	40
ความชื้น	41
ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้	41
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน	42
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด	43
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนทั้งหมด	44
พีเอช	45
อุณหภูมิ	46
ความสูงกอง MBT	47
น้ำหนักกอง MBT	48
5 แนวทางการประยุกต์ใช้ขยะแบบไม่เหลือทิ้ง	49
แนวทางในการจัดการขยะแบบไม่เหลือทิ้งทางทฤษฎี	49
แนวทางในการจัดการขยะแบบไม่เหลือทิ้งทางปฏิบัติ	53
6 บทสรุป	59
สรุปผลการทำโครงงาน	59

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก	63
ภาคผนวก ก ผลวิเคราะห์จากการทดลอง	64
ภาคผนวก ข ภาพแสดงการปฏิบัติงาน	74
ภาคผนวก ค การประยุกต์ใช้ท่อพีวีซีเจาะรู สำหรับการบำบัดขยะโดยกรรมวิธีเชิงกล-ชีวภาพ	89
ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน	92

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ระยะเวลาดำเนินโครงงาน	3
2	องค์ประกอบขยะของเทศบาลตำบลลานกระบือ	6
3	ความหนาแน่นเฉลี่ยทั่วไปของส่วนประกอบของขยะที่ไม่ถูกอัดมาก่อน	7
4	ความชื้นของขยะจากแหล่งกำเนิดต่างๆ	8
5	ส่วนที่เผาไหม้ได้ และค่าความร้อนของขยะทั่วไป	11
6	เปรียบเทียบการใช้งานของเตาเผาทั้ง 3 ประเภท	16
7	พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ และความถี่ในการวิเคราะห์	28
8	องค์ประกอบขยะหลังการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT	39
9	ความเป็นไปได้ในการกำจัดขยะแบบไม่เหลือทิ้ง	54
10	การกำจัดขยะที่ได้ในความเป็นจริง	55
11	แสดงค่าความหนาแน่นระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT	65
12	แสดงค่าความชื้นระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT	66
13	แสดงปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT	67
14	แสดงค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT	68
15	แสดงค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT	69
16	แสดงค่า pH ระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT	70
17	แสดงค่าอุณหภูมิระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT	71
18	แสดงค่า C/N ระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT	72
19	แสดงค่าความสูงกองระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT	73

สารบัญรูปภาพ

ภาพ หน้า

1 แผนภูมิระบบการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT 26
2 แผนภูมิระบบการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี BMT 27
3 ตำแหน่งการเก็บตัวอย่างขยะ 29
4 แสดงขั้นตอนการหาความหนาแน่นของขยะ 30
5 แสดงขั้นตอนการหาปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ 32
6 แสดงท่อพีวีซีเก็บข้อมูลอุณหภูมิ 35
7 แสดงDigital Thermometer 36
8 กราฟแสดงความหนาแน่นขยะที่บำบัดโดยกรรมวิธี MBT ในระยะเวลา 3 เดือน 40
9 กราฟแสดงปริมาณความชื้นของกองขยะ MBT ในระยะเวลา 3 เดือน 41
10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ในช่วงระยะเวลา 3 เดือน 42
11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในช่วงระยะเวลา 3 เดือน 43
12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในช่วงระยะเวลา 3 เดือน 44
13 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนทั้งหมด
ในช่วงระยะเวลา 3 เดือน 44
14 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า pH ในช่วงระยะเวลา 3 เดือน 45
15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่วัดจากท่อยาว 2.0 m. ในช่วงระยะเวลา 3 เดือน 46
16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสูงของกอง MBT ในช่วงระยะเวลา 3 เดือน 47
17 แสดงพื้นที่ในบริเวณสถานกำจัดขยะเทศบาลตำบลลานกระบือ
ขณะยังไม่ดำเนินการกรรมวิธี MBT 75
18 แสดงพื้นที่ในบริเวณสถานกำจัดขยะเทศบาลตำบลลานกระบือ
ในช่วงการปรับพื้นที่ก่อนตั้งกอง MBT 75
19 แสดงพื้นที่ในบริเวณสถานกำจัดขยะเทศบาลตำบลลานกระบือ
ในช่วงการปรับพื้นที่เรียบร้อยแล้ว 76
20 การสุ่มเก็บขยะเพื่อนำมาหาองค์ประกอบในขั้นแรก 76
21 การชั่งน้ำหนักขยะทั้งหมดก่อนแยกองค์ประกอบ 77
22 รวบรวมขยะทั้งหมดมากองรวมกัน 77
23 แสดงทำการเปิดปากถุงขยะเพื่อให้ทำการแยกได้ง่ายขึ้น 78
24 แสดงทำการคลุกเคล้าขยะให้เข้ากันเพื่อสุ่มเก็บตัวอย่างทดลอง 78

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพ หน้า

25 แสดงการแบ่งขยะเป็นสี่ส่วนเพื่อสุ่มเก็บตัวอย่างทดลอง 79
26 แสดงเลือกส่วนตรงข้ามสองส่วนแยกออกเพื่อเก็บตัวอย่างทดลองตามน้ำหนักที่ต้องการ 79
27 แสดงการปาดขยะให้เสมอภาชนะเพื่อหาความหนาแน่นของขยะ 80
28 แสดงการยกกระแทกพื้นเพื่อหาความหนาแน่นของขยะ 80
29 แสดงการแยกองค์ประกอบขยะแต่ละประเภท 81
30 แสดงองค์ประกอบขยะแต่ละประเภทที่แยกออกมาแล้ว 81
31 แสดงการนำขยะเข้าเตาอบเพื่อหาความชื้น 82
32 แสดงไม้พาเลทที่เตรียมไว้ 82
33 แสดงการเตรียมไม้พาเลทเพื่อรอตั้งกอง MBT 83
34 แสดงการสอดท่อเพื่อรอตั้งกอง MBT 83
35 แสดงการฉีกเปิดปากถุงเพื่อให้เกิดย่อยสลายที่ทั่วถึง 84
36 แสดงขณะตั้งกอง MBT 84
37 แสดงกอง MBT เมื่อตั้งกองเรียบร้อยแล้ว 85
38 แสดงกอง MBT เมื่อคลุมกองเรียบร้อยแล้ว 85
39 แสดงการวัดอุณหภูมิภายในกอง MBT 86
40 แสดงการเตรียมเครื่องแก้ว 86
41 แสดงการเตรียมเครื่องวัด pH 87
42 แสดงการเตรียมโถทำแห้ง 87
43 แสดงการเลือกใช้สารเคมี 88
44 แสดงการใช้เครื่องชั่งสาร 88
45 แสดงการรเจาะรูของท่อ PVC83 90
46 แสดงการเจาะรูระยะห่างโดยมีระยะห่างระหว่างรู 5 เซนติเมตร 90
47 แสดงการเจาะรูที่เสร็จเรียบร้อย 91

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีปริมาณขยะจำนวนมากที่เกิดจากการทำกิจกรรมต่างๆของประชาชนและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ดังนั้นปัญหาการจัดการขยะยังไม่สามารถดำเนินการจัดการเก็บรวบรวมมากำจัดได้หมดและยังมีการจัดการที่ยังไม่ดีพอ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาด้านมลภาวะต่างๆ เช่น ปัญหาน้ำชะขยะที่เกิดขึ้นมลภาวะทางกลิ่น และการสะสมของขยะที่ตกค้างที่ไม่สามารถเก็บมาบำบัดได้หมดยังเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์ที่เป็นพาหะนำโรคตามมา นอกจากนี้ยังมีผลในระยะยาวเรื่องพื้นที่บ่อฝังกลบไม่เพียงพอต่อการรองรับปริมาณขยะที่มีปริมาณสูงขึ้น ซึ่งถ้าหากไม่มีการจัดการขยะและวางแผนการใช้บ่อฝังกลบขยะให้ถูกต้องและเหมาะสมแล้ว ก็จะเกิดปัญหาด้านอายุการใช้งานของบ่อฝังกลบสั้นลง และขาดแคลนพื้นที่ฝังกลบขยะ และนอกจากนี้อาจเกิดปัญหาต่างๆที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของประชากรได้ ซึ่งถ้ามีการจัดการขยะที่ดีแล้วก็สามารถช่วยลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้นได้ โดยวิธีที่จะช่วยลดปริมาณขยะสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การคัดแยกเพื่อแปรสภาพขยะอินทรีเป็นปุ๋ยหมัก (Organic Fertilizer) การคัดแยกเพื่อแปรสภาพขยะเป็นเชื้อเพลิง (Turn Waste into Energy) การคัดแยกเพื่อนำวัสดุไปแปรรูปในกระบวนการรีไซเคิล (Recycle) และกระบวนการเชิงกลชีวภาพ (Mechanical Biological Waste Treatment: MBT) กรรมวิธีที่กล่าวมานี้สามารถลดปริมาณขยะได้เป็นจำนวนมาก ทำให้ขยะที่นำไปทำการฝังกลบน้อยลง จึงช่วยยืดอายุของบ่อฝังกลบและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากบ่อฝังกลบได้อีกด้วย

ในปัจจุบันประเทศไทยยังมีการจัดการขยะในชุมชนขนาดเล็กที่ไม่ถูกวิธี ดังนั้นงานวิจัยจึงศึกษาและวิเคราะห์ การจัดการขยะในชุมชนขนาดเล็กที่ถูกวิธีเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลดปริมาณขยะให้ได้มากที่สุดและเกิดประโยชน์สูงสุด โดยการนำไปใช้งาน เช่น การคัดแยกเพื่อแปรสภาพขยะอินทรีเป็นปุ๋ยหมัก (Organic Fertilizer) การคัดแยกเพื่อแปรสภาพขยะเป็นเชื้อเพลิง (Turn Waste into Energy) การคัดแยกเพื่อนำวัสดุไปแปรรูปในกระบวนการรีไซเคิล (Recycle) และกระบวนการเชิงกลชีวภาพ (Mechanical Biological Waste Treatment: MBT) ซึ่งการศึกษาการนำไปใช้ประโยชน์นี้เป็นการลดปริมาณขยะก่อนที่จะนำไปฝังกลบให้เหลือปริมาณน้อยที่สุด หรือแทบไม่ต้องใช้หลุมฝังกลบขยะเลย (Zero Waste)

จุดมุ่งหมายของโครงงาน

การจัดการขยะสำหรับชุมชนขนาดเล็ก โดยทำการศึกษาต่อไปนี้

1 เพื่อศึกษาการคัดแยกขยะในสถานที่จัดการขยะสำหรับชุมชนขนาดเล็ก

2 เพื่อศึกษากระบวนการเชิงกลชีวภาพ (MBT) สำหรับขนาดชุมชนขนาดเล็ก

3 เพื่อศึกษาวัสดุที่ได้จากกระบวนการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์

ความสำคัญของโครงงาน

เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการขยะสำหรับชุมชนขนาดเล็กโดย

1 วิธีการคัดแยกขยะ

2 วิธีการทำกระบวนการเชิงกลชีวภาพ (MBT)

3 การนำวัสดุที่ได้จากกระบวนการไปใช้ให้เกิดประโยชน์

ขอบเขตของโครงงาน

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการจัดการขยะสำหรับชุมชนขนาดเล็ก โดยศึกษา

1 ขั้นตอนการการคัดแยกขยะและประเภทของขยะต่างๆ

2 ขั้นตอนการกระบวนการเชิงกลชีวภาพ (MBT)

3 การวิจัยนี้จะแบ่งเป็น3 ขั้นตอน คือ

3.1 การคัดแยกขยะก่อนที่จะเข้าหลุมฝังกลบ

3.2 ขยะนำมาทำกระบวนการเชิงกลชีวภาพ (MBT)

3.3 นำวัสดุที่ได้จากกระบวนการไปใช้ให้เกิดประโยชน์

ระยะเวลาดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการแสดงดังตาราง ดังนี้

ตาราง 1 ระยะเวลาดำเนินการ

กิจกรรม	ปี พ.ศ. 2552							
	1-30 ม.ค.	1-17 ก.พ.	18-28 ก.พ.	1-31 มี.ค.	1-30 เม.ย.	1-15 พ.ค.	16-20 พ.ค.	21-31 พ.ค.
1.รวบรวมเอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้อง								
2.วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของขยะ								
3.วิเคราะห์ข้อมูล								
4.นำเสนอข้อมูลเพื่อพิจารณา								
5.เสนอรายงานฉบับสมบูรณ์								

นิยามศัพท์เฉพาะ

1 Mechanical Biological Waste Treatment (MBT) หมายถึง การบำบัดขยะโดยกรรมวิธีเชิงกล-ชีวภาพ

2 Reuse คือ การใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุด โดยการนำสิ่งของเครื่องใช้ มาใช้ซ้ำ ซึ่งบางอย่างอาจใช้ซ้ำได้หลาย ๆ ครั้ง

3 Recycle คือ การนำหรือเลือกใช้ทรัพยากรที่สามารถนำกลับมารีไซเคิล หรือนำกลับมาใช้ใหม่

4 Reduce คือ การลดการใช้ การบริโภคทรัพยากรที่ไม่จำเป็นลง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. มูลฝอยและการจัดการ

มูลฝอย (Solid Waste, Garbage, refuse) มีความหมายที่สอดคล้องกันคือ เป็นของเหลือใช้ เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต และการใช้สอยของมนุษย์ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม , 2549 : 58) ที่เสื่อมคุณภาพ ชำรุดหรือหมดสภาพการใช้งาน (ทิพวรรณ แผ้วสกุล, 2540 : 52) ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ. 2535 และพระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535 ที่เจาะจงไปว่า คือ "เศษกระดาษ เศษผัก เศษอาหาร ถุงพลาสติก ภาชนะใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ และซากสัตว์" และยังครอบคลุมถึงมูลฝอยติดเชื้อด้วย (ทิพวรรณ แผ้วสกุล,2540 : 52)

แม้ว่าจากคำจำกัดความข้างต้น จะมีการให้ความหมายของมูลฝอยที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันคือ เป็นสิ่งที่มนุษย์ไม่ต้องการ แต่ พอล คอนเนต (2541 : 54) กล่าวถึงมูลฝอยในกระบวนทัศน์ใหม่ที่แตกต่างออกไปว่า มูลฝอย "ไม่ใช่ ขยะ" แต่คือวัสดุหรือสิ่งของต่างๆ จากกิจกรรมของมนุษย์ที่สามารถหลีกเลี่ยงมิให้กลายเป็นมูลฝอย (Avoidable) เป็นสิ่งที่นำกลับมาใช้ซ้ำได้ (Reuseables) วัสดุอินทรีย์ที่ย่อยสลายและทำปุ๋ยหมักได้ วัสดุที่รีไซเคิลได้ (Recyclable) ขยะพิษ (Toxic materials) และวัสดุซึ่งในปัจจุบันยังไม่สามารถรีไซเคิลหรือทำปุ๋ยหมักได้ (Non-Compostables or Non-Recyclables)

จะเห็นได้ว่าคำจำกัดความดังกล่าวนั้นขึ้นอยู่กับการให้คุณค่า (Value) ของมูลฝอยว่าเป็นสิ่งที่ยังมีคุณค่าในการใช้ประโยชน์ หรือเป็นสิ่งที่ไม่มีคุณค่า ซึ่ง สุทิน อยู่สุข (2531 : 1-54) เรียกว่า คุณค่าในสายตาของผู้ครอบครอง (Personally Evaluated Value)

2. ลักษณะสมบัติของขยะที่นิยมทำการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผน (Characteristic of Solid Waste)

ในการวางแผนการจัดการขยะมูลฝอย ตลอดจนการออกแบบเครื่องมือเพื่อใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบข้อมูลของคุณสมบัติของขยะมูลฝอย ณ แหล่งนั้นๆ ลักษณะสมบัติขยะสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics) ลักษณะทางเคมี (Chemical Characteristics) ลักษณะทางชีววิทยา (Biological Characteristics)

2.1 ลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics)

2.1.1 องค์ประกอบหรือส่วนประกอบของขยะ (Physical Composition)

ข้อมูลของคุณสมบัติทางกายภาพของขยะมูลฝอยมีส่วนสำคัญมาก ทั้งในการพิจารณาเลือกและการวางแผนดำเนินการใช้เครื่องมือในการกำจัด การประเมินความเป็นไปได้ของการนำวัสดุและพลังงานกลับมาใช้ใหม่จากขยะมูลฝอย และการวิเคราะห์และออกแบบระบบกำจัด (พัชรี หอวิจิตร,2543) นิยมจำแนกตามชนิดของสิ่งของต่างๆ ที่ประกอบขึ้นมาเป็นขยะทั้งหมด โดยแบ่งเป็นขยะที่เผาได้ (Combustible) เช่น กระดาษ ผ้า เศษอาหาร ผัก หญ้า ไม้ พลาสติก ยาง และขยะที่เผาไหม้ไม่ได้ (Non – Combustible) เช่น โลหะ แก้ว กระเบื้อง อิฐ หิน กรวด และอื่นๆ โดยองค์ประกอบเหล่านี้อาจถูกแบ่งออกตามสัดส่วนโดยน้ำหนักหรือโดยปริมาตรก็ได้แต่ส่วนใหญ่แล้วนิยมแบ่งตามสัดส่วนโดยน้ำหนักมากกว่า

จากตาราง 2 จะเห็นได้ว่าปริมาณเศษอาหารจะมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือพลาสติก ซึ่งทั้งปริมาณเศษอาหาร และพลาสติกมีแนวโน้มเพิ่มปริมาณสูงโดยเฉพาะเศษอาหาร วิธีการกำจัดขยะที่เหมาะสมควรเป็นการนำขยะมาหมักทำปุ๋ยหมัก แต่เนื่องจากการดำรงชีวิตของคนไทยที่มีการคัดแยกขยะก่อนนำไปทิ้งมีเพียงส่วนน้อยซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของการนำขยะมาหมักทำปุ๋ยเพราะอาจมีการปนเปื้อนจากขยะที่ทิ้งรวมกันทำให้ประสิทธิภาพปุ๋ยต่ำลง

ตาราง 2 องค์ประกอบขยะของเทศบาลตำบลลานกระบือ

องค์ประกอบขยะ	น้ำหนัก	ร้อยละ
เศษอาหาร	1,368.00	56.32
กระดาษ	126.50	5.21
ผ้า	56.00	2.31
ไม้	170.00	7.00
พลาสติก	490.50	20.19
แก้ว	46.00	1.89
โลหะ	12.00	0.49
หิน กระเบื้อง วัสดุก่อสร้าง	22.00	0.91
ยาง	12.00	0.49
โฟม	24.00	0.99
อื่นๆ(กล่องนม)	102.00	4.20
รวม	2,429.00	100

ที่มา: ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม (2551)

2.1.2 ความหนาแน่น (Density)

ได้แก่ ค่ามวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของขยะแบ่งได้เป็นความ**หนาแน่นปกติ** (Bulk Density) **คือ ความหนาแน่นปกติโดยไม่มีการอัดหรือบีบขยะให้ผิดไปจากธรรมดา และความหนาแน่นในขณะขนส่ง** (Transported Density) **คือ ความหนาแน่นของขยะในรถขนย์เก็บขนใน ขณะขนส่ง ซึ่งปกติแล้วจะถูกทำให้แน่นขึ้นเนื่องจากการสั่นสะเทือนและการอัดของพนักงานเก็บขนขยะ โดยทั่วไปขยะที่มีพวกเศษอาหารจะมีความหนาแน่นสูงกว่าขยะที่มีพวกกระดาษหรือพลาสติกมาก (อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์, 2545) ดังตาราง 3 แสดงความหนาแน่นเฉลี่ยทั่วไปของขยะที่ไม่ถูกอัดมาก่อน**

ตาราง 3 ความหนาแน่นเฉลี่ยทั่วไปของส่วนประกอบของขยะที่ไม่ถูกอัดมาก่อน

องค์ประกอบ	ความหนาแน่น, Kg/m^3	
	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ยทั่วไป
เศษอาหาร	128-480	288
กระดาษ	32-128	82
กระดาษแข็ง	32-80	50
พลาสติก	32-128	64
ยาง	96-196	128
เศษผ้า	32-96	64
หนัง	96-256	160
กิ่งไม้จากการทำสวน	64-224	104
ไม้	128-320	240
แก้ว	160-480	194
กระป๋องอาหาร	48-160	88
โลหะเหล็ก	128-1,120	320
โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	64-240	160
ฝุ่น ขี้เถ้า อิฐ และอื่นๆ	320-960	480

ที่มา: พัชรี หอวิจิตร (2543)

2.2 ลักษณะทางเคมี (Chemical Characteristics)

ข้อมูลของคุณสมบัติทางเคมีสำคัญมากในการประเมินความเป็นไปได้ของการแปลงรูปหรือการคืนรูปของมูลฝอย ลักษณะทางเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์โดยทั่วไปมีดังนี้

2.2.1 ความชื้น (Moisture Content)

หมายถึง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในขยะโดย ทั่วไปปริมาณน้ำที่มีอยู่ในขยะมีทั้งน้ำที่อยู่ภายในตัวของขยะเอง (Inherent Water) เช่น น้ำที่อยู่ในพืชผัก เศษอาหาร ซึ่งมีประมาณ 1/2 ถึง 2/3 ของปริมาณน้ำทั้งหมด และน้ำที่ติดอยู่ภายนอก (Attached Water) เช่น น้ำฝน น้ำที่ออกมาจากเศษอาหารซึ่งมีประมาณ 1/3 ถึง 1/2 ของปริมาณน้ำทั้งหมด (อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์, 2545) จากตาราง 4 แสดงความชื้นของขยะจากแหล่งกำเนิดต่างๆ

ตาราง 4 ความชื้นของขยะจากแหล่งกำเนิดต่างๆ

แหล่งกำเนิด ขยะ(ไม่ถูกอัด)	ความชื้น (%โดยน้ำหนักขยะสด)	
	ช่วง	ค่าเฉลี่ย
• บ้านพักอาศัย		
- เศษอาหาร	50 - 80	70
- เศษกระดาษ	4 - 10	6
- พลาสติก	1 - 4	2
- เศษผ้า	6 - 15	10
- กิ่งไม้ใบไม้	30 - 80	60
- เศษไม้	15 - 40	20
- แก้ว	1 - 4	2
- กระป๋อง	2 - 4	3
• การก่อสร้าง		
- ส่วนที่เผาไหม้ได้	4 - 15	8
- เศษคอนกรีต	0 - 5	-
• อุตสาหกรรม		
- ตะกอนทางเคมี	75 - 99	80
- เถ้าบิน	2 - 10	4
- เศษหนัง	6 - 15	10
- เศษโลหะ	0 - 5	-
- น้ำมัน ทาร์และasphalt	0 - 5	2
- ขี้เลื่อย	10 - 40	20
- เศษเส้นใย	6 -15	10
- เศษไม้	30 - 60	25
• เกษตรกรรม		
- ขยะผสม	40 - 80	50

ตาราง 4 (ต่อ)

แหล่งกำเนิด ขยะ(ไม่ถูกอัด)	ความชื้น (%โดยน้ำหนักขยะสด)	
	ช่วง	ค่าเฉลี่ย
• เกษตรกรรม		
- เศษผลไม้	60 - 90	75
- เศษผัก	60 - 90	75

ที่มา : มัลลิกา ปัญญาคะโป (2544)

2.2.2 ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (Volatile Solids)

หมายถึง ส่วนของขยะที่สามารถติดไฟหรือเผาไหม้ที่ความร้อนสูงให้หมดไปโดยแปลงสภาพเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ (อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์, 2545)

2.2.3 องค์ประกอบด้านเคมี (Chemical Composition)

โดยได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารไนโตรเจน (N) และปริมาณไฮโดรเจน (H) ข้อมูลองค์ประกอบด้านเคมีส่วนใหญ่จะนำมาใช้ในการเลือกวิธีและการออกแบบระบบกำจัดขยะ เช่น ใช้คำนวณปริมาณอากาศที่ต้องใช้ในเตาเผาใช้คำนวณค่าความร้อนของขยะ ตลอดจนใช้คำนวณหาสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ซึ่งแสดงถึงความเหมาะสมของขยะโดยการกำจัดโดยการย่อยสลายทางชีวภาพ และปริมาณสารอาหารของเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการหมักทำปุ๋ย (อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์, 2545) เนื่องจากมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และเป็นตัวกำหนดอัตราการย่อยสลายในกระบวนการหมัก โดยในระยะแรกของการย่อยอินทรียวัตถุ จุลินทรีย์จะใช้คาร์บอนเป็นแหล่งพลังงานและใช้ไนโตรเจนในการสร้างโครงสร้างของเซลล์ ซึ่งต้องการคาร์บอนมากกว่าไนโตรเจน ถ้า C/N ratio ต่ำ การย่อยสลายจะใช้ระยะเวลาสั้น เพราะว่าจำนวนคาร์บอนที่จะถูกออกซิไดซ์ (Oxidize) จนถึงสภาวะที่เสถียรมีน้อย คาร์บอนส่วนมากจะถูกใช้ได้ง่ายกว่า ในขณะที่ C/N ratio สูงๆจะมีปริมาณคาร์บอนส่วนหนึ่งที่อยู่ในรูปของเซลลูโลส (Cellulose) และลิคนิน (Lignin) ซึ่งจะมีความต้านทานต่อการย่อยสลายของจุลินทรีย์ แต่ถ้ามีไนโตรเจนมากเกินไปก็จะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย ซึ่งเป็นการสูญเสียไนโตรเจนจากกองหมักและยังก่อให้เกิดกลิ่นจากกระบวนการหมักนี้ได้ หรือถ้าคาร์บอนมากเกินไปการย่อยสลายก็จะลดลงเนื่องจากรจุลินทรีย์จะเติบโตได้ไม่ดีเมื่อมีไนโตรเจนน้อย ระยะเวลาในการหมักก็จะนานขึ้น (Gotaas, 1976) เป็นต้น

2.2.4 ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter)

อินทรียวัตถุได้จากการสลายตัวของสิ่งมีชีวิตที่เน่าเปื่อยผุพังสลายตัวทับถมกันอยู่ของซากพืช ซากสัตว์ และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น ไส้เดือน แมลง จุลินทรีย์ สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ช่วยให้ดินมีลักษณะร่วนซุย มีสีดำหรือสีน้ำตาล ที่เรียกว่า ฮิวมัส (Humus) การวัดปริมาณอินทรียวัตถุที่อยู่ในขยะสามรถบ่งบอกถึงอัตราการย่อยสลายของขยะได้เมื่อปริมาณที่วิเคราะห์ออกมามีปริมาณน้อยและคงที่แสดงว่าอัตราการย่อยสลายของขยะคงที่

2.2.5 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ในระยะแรกจุลินทรีย์ย่อยง่ายอย่างรวดเร็วและผลิตกรดอินทรีย์บางชนิด โดยกรดเหล่านี้จะถูกย่อยสลายต่อไปในวันหลัง หากpHของวัสดุสูงเกินกว่า 8.5 อาจเกิดปัญหาการสูญเสียไนโตรเจนในรูปการระเหยของก๊าซแอมโมเนีย ระดับpH ที่ต่างกันขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้หมักโดยทั่วไปวัสดุที่มี pH อยู่ในช่วง3-11 อาจนำมาทำปุ๋ยหมักได้แต่ pH ที่เหมาะสมของวัสดุอยู่ประมาณ 5.5-8 อย่างไรก็ตามวัสดุบางประเภทอาจมีความเป็นกรดหรือด่างสูงจึงควรปรับสภาพก่อนการหมัก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540)

2.2.6 สารปนเปื้อนอื่นๆ

เช่น โลหะหนักต่างๆ ซึ่งใช้เป็นข้อมูลในการประเมินขอบเขตและความรุนแรงของการปนเปื้อนของของเสียที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม (อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์, 2545) ข้อมูลนี้มีความ สำคัญต่อการประเมินความเหมาะสมของวิธีการจัดการขยะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำขยะไปหมักทำปุ๋ย โดยทำการวิเคราะห์หาโลหะหนัก อลูมิเนียม (Al) สารหนู (As) ปรอท (Hg) นิเกล(Ni) โครเมียม (Cr) เหล็ก (Fe) คอปเปอร์ (Cu) แมงกานีส (Mn) แคดเมียม (Cd) และตะกั่ว (Pb)

2.2.7 ค่าความร้อน (Heating Value)

หมายถึง ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาขยะในพื้นที่จำกัดและให้สันดาปกับออกซิเจนบริสุทธิ์ซึ่งจะไปใช้ประโยชน์ในการพิจารณาเลือกวิธีการกำจัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการเผาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ เนื่องจากขยะที่มีค่าความร้อนต่ำกว่า 800 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ของขยะจะต้องใช้เชื้อเพลงช่วยในการเผาทำให้สิ้นเปลือง นอกจากนี้ค่าความร้อนของขยะยังใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบเตาเผาและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอีกด้วย (อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์, 2545) ตาราง 5 ได้แสดงค่าส่วนที่เผาไหม้ได้ และค่าความร้อนของขยะทั่วไป

ตาราง 5 ส่วนที่เผาไหม้ได้และค่าความร้อนของขยะทั่วไป

ชนิดของของเสีย	ส่วนที่เผาไหม้ได้ (%โดยน้ำหนัก)	ค่าความร้อน(ขยะแห้ง) (KJ/Kg)
• อาหาร		
- ไขมัน	99.8	38399
- เศษอาหารผสม	95	13952
- เศษผลไม้	99.3	18686
- เศษเนื้อ	96.9	29045
• กระดาษ		
- กล่องกระดาษ	95	17322
- เศษกระดาษ (ผสม)	94.6	17656
• พลาสติก		
- เศษพลาสติก (ผสม)	98	33557
- polyethylene	98.8	43664
- polystyrene	99.5	38364
- polyurethane	95.6	26179
- polyvinyl chloride	97.9	22793
• ผ้าและใยไม้	93.5	20624
• ยาง	90.1	25703
• หนัง	91	18749
• ไม้		
- เศษไม้ (ผสม)	99.4	19393
- ไม้เนื้อแข็ง	99.5	19482
• แก้วและโลหะ		
- เศษแก้ว	1 - 4	201
- กระป๋อง	1 - 6	744
- เศษเหล็ก	1 - 4	

ที่มา : มัลลิกา ปัญญาคะโป (2544)

2.3 ลักษณะทางชีววิทยา (Biological Characteristics)

ได้แก่ ปริมาณและชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ (Micro Organisms) ที่ปนเปื้อนอยู่ในขยะ เช่น เชื้อแบคทีเรีย เชื้อราและไวรัส ซึ่งบางชนิดอาจทำให้เกิดโรคได้ (Pathogenic) บางชนิดไม่ทำให้เกิดโรค (Non-pathogenic) บางชนิดเป็นตัวช่วยให้ขยะเกิดการย่อยสลายได้ดี เช่น Decomposition bacteria เป็นต้น (อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์, 2545)

3. การจัดการและกำจัดขยะ (Method of Refuse Disposal)

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2535) กล่าวว่า วิธีการกำจัดขยะ มีหลายวิธีด้วยกัน เป็นวิธีที่ถูกสุขลักษณะบ้างไม่ถูกสุขลักษณะบ้าง เช่น นำไปถองไว้บนพื้นดิน, นำไปทิ้งทะเล, นำไปฝังกลบ, ใช้ปรับปรุงพื้นที่, เผา, หมักทำปุ๋ย, ใช้เลี้ยงสัตว์ ฯลฯ การจัดการและการกำจัดขยะ แต่ละวิธีต่างมีข้อดีข้อเสียต่างกัน การพิจารณาว่าจะเลือกใช้วิธีใดต้องอาศัยองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ ปริมาณของขยะที่เกิดขึ้น รูปแบบการบริหารของท้องถิ่น, งบประมาณ, ชนิด ลักษณะสมบัติของขยะ, ขนาด สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ที่จะใช้กำจัดขยะ, เครื่องมือเครื่องใช้, อาคารสถานที่, ความร่วมมือของประชาชน, ประโยชน์ที่ควรจะได้รับ, คุณสมบัติของขยะ เช่น ปริมาณของอินทรีย์ อนินทรีย์สาร การปนเปื้อนของสารเคมีที่มีพิษและเชื้อโรค ปริมาณของของแข็งชนิดต่าง ๆ ความหนาแน่น ความชื้น การจัดการและกำจัดขยะที่ใช้กันอยู่มีวิธีต่างๆ ดังนี้

3.1 การนำขยะไปเทกองกลางแจ้ง หรือการนำขยะไปทิ้งไว้ตามธรรมชาติ (Open Dump)

การกำจัดโดยวิธีนี้เห็นทั่วไปในระเทศไทย เนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการฝังกลบ วิธีนี้มีปัญหา เรื่องกลิ่นรบกวนรุนแรง เป็นการรบกวนผู้ที่อาศัยใกล้เคียงก่อปัญหาเกี่ยวกับทัศนียภาพ การแพร่กระจายของเชื้อโรค สัตว์แมลงต่าง ๆ เช่น แมลงวัน แมลงหวี่ และยังพบปัญหาน้ำชะจากกองขยะ เกิดความเน่าเสียแก่น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน การจัดการกับขยะวิธีนี้เป็นวิธีเก่าแก่ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมานานแล้ว เป็นวิธีที่นำขยะไปกองทิ้งไว้ในที่ดินกว้าง ๆ เฉย ๆ แล้วปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติเป็นการกำจัดขยะที่ง่ายและลงทุนน้อย แต่ในปัจจุบันที่ดินแพงมาก ที่สาธารณะ หรือที่รกร้างว่างเปล่าก็เกือบไม่หลงเหลืออยู่เลย วิธีนี้ต้องใช้พื้นที่มากด้วยและชุมชนเมืองยิ่งขยายตัวมากขึ้น การนำขยะไปกองทิ้งไว้ในพื้นที่กว้างขวางเช่นนี้จึงไม่เหมาะสม เศษวัสดุบางอย่างในกองขยะใช้เวลานานกว่าจะย่อยสลาย เช่น โฟม ไม่ย่อยสลาย, กระป๋องดีบุก 1,000 ปี, กระป๋องอลูมิเนียม 200 – 500 ปี, ถุงพลาสติก 450 ปี, ก้นบุหรี่ 12 ปี, กระดาษ 2 – 5 เดือน, ผ้าฝ้าย 1 – 5 เดือน

วิธีกองไว้ให้เน่าเปื่อย แต่วิธีนี้ใช้ได้ผลดีต่อเมื่อชุมชนมีผู้ผลิตขยะน้อยเท่านั้น นอกจากนี้แล้วขยะต้องเป็นวัตถุที่เน่าเปื่อยไปตามธรรมชาติได้ง่าย เช่น ใบตอง เศษอาหาร เชือกกล้วย แต่ส่วนใหญ่ในเมืองไทยยังใช้วิธีขจัดขยะด้วยวิธีนี้แทบทุกแห่ง ซึ่งทำให้เกิดปัญหาทางด้านกลิ่นรบกวน

3.2 การนำขยะไปทิ้งทะเล (Dumping at Sea)

ตามปกติ ผิวดินของพื้นน้ำแหล่งต่าง ๆ โดยเฉพาะทะเล มหาสมุทร เป็นที่ทับถมสิ่งปฏิกูลตามธรรมชาติได้อย่างกว้างขวางอยู่แล้ว แต่เมื่อในปัจจุบัน พื้นผิวโลกที่เป็นพื้นดินนับวันจะมีน้อยลงและมีค่า มากขึ้น การนำขยะไปทิ้งในทะเล มหาสมุทร จึงนิยมทำกันในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น ในสหรัฐอเมริกา ขณะที่นิยมนำไปทิ้งในทะเล มหาสมุทร ได้แก่ สิ่งปฏิกูลจากโรงงานอุตสาหกรรม สารพิษต่าง ๆ กากสารกัมมันตรังสี และ วัสดุแข็งอื่น ๆ ข้อดี ของการกำจัดขยะโดยนำไปทิ้งทะเล คือ เป็นวิธีที่ง่าย ทะเล มหาสมุทรกว้างใหญ่ รับขยะได้มาก แต่การกระทำเช่นนี้ส่งผลต่อระบบนิเวศน์ทางทะเลสารพิษเข้าสู่องค์ประกอบต่าง ๆ และแพร่กระจายไปทั่ว

วิธีนี้มีปัญหาตามมามากคล้ายกับการเทกอง และปัญหาที่ร้ายคือการทำลายระบบนิเวศน์ที่น้ำขัง จากการทับถมโดยตรง จากกองขยะ และจากน้ำชะจากกองขยะที่มีความเป็นกรดสูง จะแพร่กระจายไปตามน้ำที่ท่วมขังอยู่เดิม ทำให้ที่ลุ่มตรงนั้นสกปรกอย่างทั่วถึงและยิ่งในหน้าฝนน้ำที่ท่วมขัง ขยะก็จะเอ่อล้นไปยังที่ใกล้เคียงได้ ขยะที่ทิ้งต้องเป็นประเภทที่ไม่มีสารพิษไม่มีเชื้อโรค

3.3 การนำขยะกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ (Re-cycle and Re-use)

ขยะบางประเภทสามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้ใหม่ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะต่าง ๆ วิธีนี้ช่วยลดขยะและลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การนำกลับไปใช้ใหม่ (Re-cycle and Re-use) ขยะที่ทิ้งในแต่ละวันจากอาคารสถานที่ต่าง ๆ มากมายนั้น ยังนับว่ามีสิ่งของบางอย่างที่แม้ไม่มีประโยชน์สำหรับสถานที่หนึ่ง แต่อาจเป็นความต้องการของผู้อื่นได้ เช่น กระดาษทุกชนิด สามารถนำกลับไปทำเป็นกระดาษกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิตกระดาษลงได้ส่วนหนึ่งและเป็นการสงวนทรัพยากรธรรมชาติได้ด้วย หรือแม้แต่กล่องกระดาษที่ทิ้งตามบริษัท ห้างร้าน ก็อาจนำไปใช้บรรจุสินค้าต่าง ๆ ตามท้องตลาดได้ เป็นต้น

การนำวัสดุที่ทิ้งเป็นขยะกลับไปใช้นับว่าเป็นผลดีทั้งในแง่เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม แต่วิธีการคัดเลือกสิ่งของที่จะนำกลับไปใช้ได้ใหม่ ได้ก่อให้เกิดความล่าช้าในการขนถ่ายขยะ เกิดความสกปรกในบริเวณที่มีการคัดเลือกสิ่งของจากขยะ และผู้คัดเลือกขยะก็มักได้รับเชื้อโรคจากกองขยะ

3.4 การนำขยะไปเป็นอาหารสัตว์ (Hog Feeding)

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

เลี้ยงและผู้ที่บริโภคสัตว์เลี้ยงขึ้นได้ ถ้าในเศษอาหารมีพวกเชื้อโรคปะปนอยู่ และถ้าจะนำเศษอาหารที่ได้ไปให้ความร้อนก่อนก็จะทำให้เกิดความปลอดภัยยิ่งขึ้น

3.5 การเผาด้วยความร้อนสูง หรือการกำจัดโดยใช้เตาเผา หรือการสร้างโรงงานเผาขยะ (Incineration)

การเผา (Incineration) หมายถึงการกำจัดขยะโดยการเผาด้วยเตาเผาขยะ (Incinerator) ไม่รวมถึงการกองแล้วเผากลางแจ้ง ทั้งนี้เพราะการเผากลางแจ้งจะอยู่ในอุณหภูมิไม่พอที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ได้ จึงมักจะเกิดปัญหาภาวะมลพิษในอากาศ (Air Pollution) และก่อให้เกิดความรำคาญเนื่องจากกลิ่นควัน และละอองเขม่า การเผาด้วยเตาเผาขยะควรมีความร้อนระหว่าง 676°C – 1,100°C ความร้อนตั้งแต่ 676°C ขึ้นไปจะช่วยทำให้ก๊าซเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ ถ้าความร้อนเกินกว่า 760°C จะช่วยทำให้ไม่มีกลิ่นรบกวนการเผาไหม้จะสมบูรณ์มากที่สุดเมื่อมีอุณหภูมิ 1,100°C ดังนั้น ถ้ามีขยะสดหรือขยะเปียกปนอยู่มาก ขยะมีความชื้นสูงก็อาจจะต้องใช้เชื้อเพลิงช่วยในการเผาไหม้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของขยะกับปริมาณของขยะแห้งที่เผาไหม้ได้ปะปนอยู่ด้วยมากน้อยเพียงใด โดยปกติ
แล้วเตาเผาขยะที่ดีจะไม่ก่อให้เกิดสภาวะมลพิษในอากาศ

การเผาขยะด้วยเตาเผาขยะเหมาะสมมากที่จะใช้ในการกำจัดขยะพิเศษบางชนิด เช่น ขยะที่มีการ ปนเปื้อนของเชื้อโรค และขยะที่มีส่วนที่เผาไหม้ได้ปนอยู่ด้วยมาก ข้อดีของการเผาขยะในเตาเผา คือ ใช้พื้นที่น้อย สามารถสร้างเตาเผาไว้ในชุมชนซึ่งจะช่วยลดค่าขนส่งขยะ อีกทั้งกากที่เหลือจากการเผาไหม้จะปราศจากอินทรีย์สารที่ย่อยสลายได้อีกต่อไป อนึ่ง เตาเผาขยะสามารถใช้เผาขยะได้แทบทุกชนิด แม้บางชนิดไม่ไหม้ไฟก็อาจยุบตัวลง และสภาพของดินฟ้าอากาศไม่เป็นปัญหาในการกำจัด สามารถปรับระยะเวลาในการทำงานได้ ข้อเสียของการใช้เตาเผาขยะ คือ เตาเผาขยะมีราคาแพง หาทำเลที่ตั้งเตาเผาลำบาก เพราะราษฎรรังเกียจว่าอาจจะก่อให้เกิดความรำคาญและภาวะมลพิษในอากาศได้

การกำจัดขยะโดยใช้เตาเผาในต่างประเทศนิยมใช้มาก เนื่องจากสามารถลดปริมาณขยะได้สูงถึงร้อยละ 75 – 95 ใช้พื้นที่น้อย สามารถนำพลังงานความร้อนที่ได้ใช้ประโยชน์หลายอย่าง เช่น นำไปต้มน้ำเพื่อนำเอาไอน้ำไปให้ความร้อนแก่อาคารประเภทต่าง ๆ ตลอดจนนำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยได้มีโครงการสร้างไฟฟ้าจากขยะอยู่แล้ว 4 โครงการด้วยกัน คือ 1. โครงการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 2. โครงการของเทศบาลจังหวัดสมุทรปราการ 3. โครงการของกรุงเทพมหานคร และ 4. โครงการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดเชียงใหม่ เตาเผาขยะนี้ยังเหมาะสำหรับการกำจัดขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาลต่าง ๆ อีกด้วย ขยะที่เหมาะสมสำหรับการจำกัดโดยวิธีเผาต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้ ความชื้นไม่เกิน 50 % มีสารที่เผาไหม้ได้อย่างน้อย 25 % และมีสารที่เผาไหม้ไม่ได้ไม่เกิน 60 % ในกรณีที่ขยะไม่มีลักษณะดังกล่าวข้างต้น เตาเผาขยะจะต้องออกแบบให้นำเชื้อเพลิงอย่างอื่นเข้ามา

ช่วยในการเผาไหม้ เนื่องจากตัวขยะเองไม่สามารถให้ความร้อนได้เพียงพอ นอกจากนี้แล้วจะต้องมีการออกแบบหรือใช้เทคโนโลยีที่จะป้องกัน ควบคุมมิให้กระบวนการเผาไหม้ อุณหภูมิ ควัน ฝุ่นละออง ไอเสีย เถ้า ฯลฯ เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อม
โดยเฉพาะอย่างยิ่งมลพิษทางอากาศ

ข้อดี คือใช้พื้นที่น้อย และสามารถนำความร้อนที่เกิดจากการเผาขยะไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้อีก เช่น ผลิตไฟฟ้า แต่มีข้อเสียจำกัดที่ราคาในการก่อสร้างและดำเนินการเผาสูง และยังอาจก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ การสร้างโรงงานเผาขยะ (Incineration) เป็นการเก็บขยะไปเผาในเตาเผาในโรงงานที่จัดสร้างขึ้นโดยใช้ความร้อนสูงประมาณ 1,700 – 1,800 °F (หรือ 676 – 1,100 °C) ซึ่งจะทำให้ขยะที่เผาไหม้ได้ถูกเผาอย่างสมบูรณ์กลายเป็นขี้เถ้า ทำให้ขยะลดปริมาณลงได้ดีถึงร้อยละ 75 – 95 การกำจัดขยะโดยวิธีนี้ช่วยให้ลดปริมาณขยะลงได้มาก โดยเพียงแต่นำขี้เถ้าที่เหลือจากการเผาไปทิ้งในบริเวณที่จัดไว้ต่อไป

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

หลักการของเตาเผาขยะ

เป็นกระบวนการทางเคมีที่ออกซิไดซ์วัสดุอย่างรวดเร็ว มีลำดับขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการดังนี้

1. ขยะถูกทำให้แห้งเนื่องจากเกิดการระเหยของความชื้นที่มีอยู่ในขยะ
2. เกิดการระเหยของสารประกอบอินทรีย์
3. เมื่อมีออกซิเจนจะเกิดการติดไฟของสารระเหย
4. ผลผลิตที่ได้คือก๊าซเผาไหม้ที่มีอุณหภูมิสูงได้แก่ไนโตรเจน ออกซิเจน และไอน้ำ รวมทั้งกากที่ไม่ไหม้ไฟได้แก่เถ้าและพลังงานความร้อน

ชนิดของขยะที่นำมาเป็นเชื้อเพลิง(solid waste fuel) ได้แก่

1. ขยะผสม (Commingled Solid Waste) เรียกว่าเชื้อเพลิงมวลขยะ (Mass-Fire Fuel)
2. ขยะที่ผ่านกระบวนการแยกมาแล้ว (Processed Solid Waste) เรียกว่าเชื้อเพลิงขยะอนุพัทธ์ (Refused-Derived Fuel, RDF-Fired Fuel)

เทคโนโลยีเตาเผาขยะ

หัวใจของโรงเผาขยะคือระบบการเผาไหม้ซึ่งสามารถแบ่งได้ออกเป็นสองประเภทคือ ระบบการเผาไหม้มวล (Mass Burn System) ซึ่งหมายถึงการเผาทำลายขยะในสภาพที่รับเข้ามาโดยไม่ต้องมีกระบวนการจัดการเบื้องต้นก่อน และอีกประเภทหนึ่งคือ ระบบที่มีการจัดการเบื้องต้น(Burning of Preheated and Homogeneized Waste)

ระบบการเผาไหม้มวลเป็นการเผาไหม้ขยะที่มีองค์ประกอบที่หลากหลายโดยไม่ต้องมีการจัดการเบื้องต้นก่อน เทคโนโลยีนี้ปกติจะเป็นการเผาไหม้ในเตาเผาแบบตะกรับที่เคลื่อนที่ได้(Moving Grate) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใช้กันแพร่หลายและได้รับการทดสอบแล้ว มีสมรรถนะทางเทคนิคที่ยอมรับได้และสามารถรองรับการเผาทำลายขยะที่มีองค์ประกอบและค่าความร้อนที่หลากหลาย ระบบที่ได้รับความนิยมรองลงมาคือระบบเตาเผาแบบหมุน (Rotary Kiln)

ระบบที่มีการจัดการขยะเบื้องต้นก่อนทำการเผาต้องมีระบบเพื่อการลดขนาด การบดตัด และการคัดแยก หรือในบางครั้งอาจมีระบบการผลิตเชื้อเพลิงจากขยะ (Refuse-Derived Fuel : RDF) ซึ่งทำให้มีความยุ่งยากในการปฏิบัติงานมากขึ้น ดังนั้นระบบดังกล่าวจึงมีการใช้งานอยู่ในวงจำกัด

ระบบที่มีการจัดการขยะเบื้องต้นก่อนทำการเผาในทางทฤษฎีอาจจัดให้เตาเผาแบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized Bed) จัดอยู่ในพวกเดียวกันด้วย อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีฟลูอิดไดซ์เบดจัดว่าเทคโนโลยีที่ใหม่อยู่และมีการใช้งานเพื่อการเผาทำลายขยะในวงจำกัด โดยทั่วไปใช้ในการกำจัดขยะอุตสาหกรรม (มีตัวอย่างการใช้งานในประเทศญี่ปุ่น)

กรมควบคุมมลพิษ (2541) ได้แบ่งรูปแบบเตาเผาและการใช้งานออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1.เตาเผาชนิดมีแผงตะกรับ (Stoker-Fired Incinerator)

เป็นเตาเผาประเภทที่ใช้กันเป็นส่วนมากในปัจจุบัน แผงตะกรับทำหน้าที่ในการป้อนขยะมูลฝอยภายในเตาเผา วิธีการเผาใช้อากาศมากเกินพอ (Excess Air) และอาจใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเสริมในการเผาไหม้ด้วย อุณหภูมิในเตาเผาประมาณ 850-1,200°C เตาเผาประเภทนี้เป็นเตาเผาที่เหมาะสมกับขยะมูลฝอยที่มีปริมาณมากคือ 6 ตันต่อชั่วโมงขึ้นไป หรือ 150 ตันต่อวัน

2.เตาเผาชนิดควบคุมการเผาไหม้ (Pyrolytic Incinerator)

เป็นเตาเผาที่แบ่งการเผาไหม้เป็น 2 ขั้นตอน ในขั้นแรกจะควบคุมการเผาไหม้ขยะมูลฝอยในสภาวะไร้อากาศหรือใช้อากาศค่อนข้างน้อย (Starved air) ที่อุณหภูมิประมาณ 450 องศาเซลเซียส และในขั้นสุดท้ายจะเป็นการเผาไหม้ในสภาวะอากาศมากเกินพอ และอาจใช้น้ำมันเชื้อเพลิงด้วย อุณหภูมิในเตาประมาณ 1,000-2,000 องศาเซลเซียส เตาเผาประเภทนี้ใช้กับขยะมูลฝอยที่มีปริมาณน้อย คือ ไม่เกิน 1 ตันต่อชั่วโมง หรือ 10 ตันต่อวัน

3.เตาเผาชนิดใช้ตัวกลางนำความร้อน (Fluidized Bed Incinerator)

ตัวกลางที่ใช้ในเตาเผา เป็นแร่ควอทซ์หรือทรายแม่น้ำขนาดประมาณ 1 mm. ขยะจะต้องถูกย่อยให้มีขนาดเล็ก ตัวกลางและมูลฝอยจะถูกกวนผสมกันในเตา และเผาไหม้โดยใช้อากาศมากเกินพอ จะได้อุณหภูมิประมาณ 850-1,200°C เตาเผาประเภทนี้เหมาะกับปริมาณมูลฝอยขนาด 1-5 ตันต่อชั่วโมง หรือ 25-100 ตันต่อวัน

ในการเลือกเตาเผาควรเลือกใช้ให้มีความเหมาะสมกับงานและปริมาณขยะที่มีเพื่อที่จะสามารถใช้ประโยชน์ไม่ว่าจะเป็นการนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาได้อย่างคุ้มทุน ซึ่งเตาเผาทั้ง 3 รูปแบบ มีข้อดีข้อเสียเกี่ยวกับการใช้งานด้านต่างๆแตกต่างกันออกไปดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบการใช้งานของเตาเผาทั้ง 3 ประเภท

เตาเผาและขนาดการใช้งาน	การทำงาน	ข้อเด่นและข้อด้อยของเตาเผา
1. Pyrolysis ขนาด,<10ตัน/วัน	มี 2 ขั้นตอน คือ - ไร้อากาศ - อากาศมากเกินพอ	1. สามารถป้อนขยะได้โดยตรง 2. เดินเครื่องได้ 8 ชั่วโมง 3. ประหยัดเชื้อเพลิง เพราะขั้นแรกของการเผาใช้เชื้อเพลิงน้อย 4. เกิดอากาศเสียในปริมาณน้อยเพราะใช้อากาศเผาไหม้น้อย 5. เหมาะสำหรับขยะมูลฝอยปริมาณน้อย

ตาราง 6 (ต่อ)

เตาเผาและขนาดการใช้งาน	การทำงาน	ข้อเด่นและข้อด้อยของเตาเผา
2. Fluidized Bed ขนาด 20- 150 ตัน/วัน	ใช้ตัวกลางนำความร้อนและอากาศมากเกินพอ	1. ขยะต้องถูกย่อยให้มีขนาดเล็กลงก่อนป้อนเข้าเตาเผา 2. ขยะบางนิดที่บด ย่อยยากไม่สามารถนำเข้าเตาเผาได้ 3. ค่าดำเนินการสูง เพราะต้องย่อยขยะและเป่าลมเข้าเตาตลอดเวลา 4. สามารถเดินเครื่องได้ต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง 5. เกิดอากาศเสียปริมาณมาก เพราะใช้อากาศมากเกินพอ
3. Stoker-fired ขนาด >150 ตัน	ใช้อากาศมากเกินพอ	1. ป้อนขยะได้โดยตรง และทุกขนาด 2. สามารถเดินเครื่องได้ต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง 3. ปริมาณอากาศเสียเกิดขึ้นมากเพราะใช้อากาศมากเกินพอ 4. เหมาะสำหรับเผาขยะในปริมาณมากๆ 5. ความร้อนที่ได้จากเตาเผา นำไปผลิตไอน้ำร้อนและกระแสไฟฟ้าได้

ระบบการนำพลังงานกลับมาใช้ใหม่ (Energy Recover Systems)

1.พลังงานในรูปไอน้ำ (Steam) ที่ใช้ในกระบวนการในโรงงานอุตสาหกรรมหรือการให้ความร้อนในอาคาร ใช้กับกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) เพื่อสร้างพลังงานกลหรือพลังงานไฟฟ้า

2.พลังงานในรูปก๊าซและของเหลวเช่นเครื่องกลเชื้อเพลิง (Fuel Engine) กังหันก๊าซ (Gas Turbine) หรือการใช้ต้มหม้อต้ม (Boiler) เพื่อให้เกิดไอน้ำ

3.7 การฝังกลบอย่างถูกสุขอนามัยหรือถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)

การกำจัดขยะโดยการทิ้งขยะในลักษณะเทกองเปิด (Open Dump) ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวม จึงมีการพัฒนาวิธีการเพื่อลดผลกระทบดังกล่าว ปัจจุบันใช้การฝังกลบขยะที่ถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfilling) ซึ่งหมายถึงการวิธีการกำจัดขยะบนพื้นดิน โดยไม่ก่อให้เกิดเหตุรำคาญหรือส่งผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยของประชาชน อาศัยหลักการวิศวกรรมในการจำกัดขอบเขตขยะในพื้นที่ขนาดจำกัด เพื่อลดปริมาตรของขยะให้เหลือน้อยที่สุด และฝังกลบด้วยดินหรือวัสดุที่เหมาะสมหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานในแต่ละวันหรือตามระยะเวลาที่เหมาะสม

หลุมฝังกลบขยะ

หลุมฝังกลบขยะ หมายถึง บริเวณที่เป็นที่ทิ้งเศษขยะบนพื้นดิน แบ่งได้เป็น

1.หลุมฝังกลบขยะที่ถูกสุขลักษณะ (Sanitary Landfills) ควรมีลักษณะดังนี้

1.1ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสัตว์ โดยไม่เป็นแหล่งอาหารหรือ แหล่งเพาะพันธุ์ของสัตว์ และแมลงที่เป็นพาหะของโรค

1.2ไม่เป็นสาเหตุให้เกิดการปนเปื้อนต่อดินและแหล่งน้ำ

1.3ไม่เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ อันเนื่องมาจาก เสียง กลิ่น ควัน ผง และ ฝุ่นละออง

1.4ไม่ทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมหรือทำให้สิ่งแวดล้อมเสียหายน้อยที่สุด

2.Secure landfills เป็นหลุมฝังกลบสำหรับทิ้งขยะและของเสียอันตราย

ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายขยะในพื้นที่ฝังกลบ

1.สภาพพื้นที่

2.สมบัติของขยะ

3.ปริมาณความชื้นในขยะ

4.อุณหภูมิ

5.ความเป็นกรด-เบส

6.อายุของพื้นที่ฝังกลบ

ปฏิกิริยาในหลุมฝังกลบ

1.การเกิดก๊าซ จากการย่อยสลาย โดยการย่อยสลายทางชีววิทยาและใช้และไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้เกิดก๊าซ และการทรุดตัวของพื้นที่ฝังกลบ ระยะแรกของการย่อยสลายเป็นการย่อยสลายโดยกระบวนการใช้ออกซิเจน หลังจากนั้นประมาณ 1 เดือน เป็นการย่อยสลายโดยกระบวนการไม่ใช้ออกซิเจน กระบวนการย่อยสลายก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งช่วงแรกจะเกิดสูง และค่อย ๆ ลดปริมาณลง ในทางกลับกันก๊าซมีเธนจะเกิดขึ้นในช่วงแรกน้อย และค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้น เพราะออกซิเจนหมดไป ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นหากรวมตัวกับน้ำทำให้ได้สารละลายที่เป็นกรด การระบายก๊าซออกจากหลุมฝังกลม

2.การเกิดน้ำชะขยะ เป็นน้ำที่มีปริมาณน้อยแต่มีความเข้มข้นสูง การจัดการทำได้โดยการวางท่อไว้ด้านล่าง และทำการสูบน้ำกลับขึ้นมาเพื่อทำการบำบัด

เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากการฝังกลบขยะแบบถูกหลักสุขาภิบาล

1.หลักการทำงานของเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากหลุมฝังกลบฯ

ก๊าซชีวภาพที่ได้จากหลุมฝังกลบขยะ เกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายทางชีวเคมีของขยะในบริเวณหลุมฝังกลบ โดยช่วงแรกจะเป็นการย่อยสลายแบบใช้อากาศ จากนั้นจึงเป็นการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศทำให้ได้ก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไนโตรเจน โดยปริมาณของก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จะมีมากกว่าก๊าซชนิดอื่นๆ ซึ่งถ้ามีความเข้มข้นมีเทนมากกว่า 50% ขึ้นไป จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานได้

2.องค์ประกอบของเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากหลุมฝังกลบฯ ได้แก่

2.1 ระบบบำบัดขั้นต้น (Pre-Treatment System) ได้แก่ การคัดแยก การบดย่อยขยะให้มีขนาดเล็กลง เพื่อปรับปรุงลักษณะสมบัติขยะ ลดระยะเวลาการบำบัดน้ำชะขยะ/การปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อม เพิ่มอัตราการผลิตก๊าซมีเทน และช่วยให้มีการทรุดตัวของขยะดีขึ้น

2.2 การดำเนินการฝังกลบในพื้นที่ ได้แก่ ระบบฝังกลบแบบพื้นที่ (Area Method) การฝังกลบแบบร่อง (Trench Method) และการฝังกลบแบบบ่อ (Ram Method)

2.3 ระบบควบคุมทางด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ระบบรวบรวมน้ำชะขยะ (Leachate Collection System) ระบบบำบัดน้ำเสีย และระบบติดตามตรวจสอบน้ำใต้ดิน (Groundwater Monitoring System) และน้ำผิวดิน

2.4 ระบบรวบรวมก๊าซชีวภาพ ได้แก่ Passive System เป็นระบบควบคุมก๊าซชีวภาพที่ง่ายที่สุด มักจะใช้งานกับสถานที่ฝังกลบขนาดเล็ก, Active System มักถูกประยุกต์ใช้งานกับสถานที่ฝังกลบขนาดกลางหรือใหญ่ และ Physical Barrier เพื่อป้องกันก๊าซชีวภาพแพร่กระจายออกทางผิวหน้าของหลุมฝังกลบ ซึ่งรวมถึงระบบติดตามตรวจสอบการรั่วไหลของก๊าซชีวภาพ (Perimeter Monitoring System) จากพื้นที่ฝังกลบ

2.5 ระบบผลิตพลังงานจากก๊าซชีวภาพ ทางเลือกในการใช้ประโยชน์ก๊าซชีวภาพที่ได้จากหลุมฝังกลบขยะมีอยู่ 3 แนวทาง คือ การใช้ประโยชน์ในพื้นที่โครงการหรือพื้นที่ใกล้เคียงในรัศมีไม่เกิน 3 กิโลเมตร การผลิตกระแสไฟฟ้า (Electricity Generation) โดยใช้ IC Engine หรือ Gas Engine และการส่งเข้าสู่ระบบท่อก๊าซ (Pipeline Injection) ในรูปของก๊าซคุณภาพปานกลาง (30-50%มีเทน) หรือก๊าซคุณภาพสูง (95%มีเทน)

2.6 การปิดพื้นที่ฝังกลบขยะ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ การปิดชั้นฝังกลบรายวัน (Daily Cover) การปิดชั้นฝังกลบบริเวณด้านบนและด้านข้าง (Intermediate Cover) และการปิดชั้นฝังกลบขั้นสุดท้าย (Final Cover)

ทั้งนี้ในการออกแบบระบบฝังกลบขยะแบบถูกหลักสุขาภิบาลนั้น จะเป็นไปตามมาตรฐานเกณฑ์การออกแบบที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษและมาตรฐานสากล สำหรับการผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ

3. จุดเด่นของเทคโนโลยีการผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ

3.1ด้านเทคนิค

3.1.1 สามารถใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพที่ได้หลุมฝังกลบขยะได้หลายทาง เช่น การนำไปผลิตเป็นพลังงานกระแสไฟฟ้า ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงทดแทนก๊าซธรรมชาติ ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำในงานอุตสาหกรรม ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะโดยผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพก๊าซและทำให้เป็นของเหลว ผลิตเป็นเอธานอล และใช้เป็นแหล่งไฮโดรเจนสำหรับเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell)

3.1.2 ลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล โดยใช้ก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานทดแทน

3.1.3 ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของเจ้าของโครงการ เนื่องจากมีรายได้จากการขายไฟฟ้ามาทดแทนลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล โดยใช้ก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานทดแทน

3.2ด้านสิ่งแวดล้อม

3.2.1 ช่วยลดปัญหาเหตุเดือดร้อนรำคาญเนื่องจากกลิ่น แมลง และสัตว์พาหะนำโรค

3.2.2 ลดปัญหาความเสี่ยงของความเป็นพิษและสารก่อมะเร็ง (Carcinogenic Substance) ในก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ

3.2.3 ลดความเสี่ยงจากการเกิดระเบิดและไฟไหม้จากก๊าซชีวภาพที่เกิดจากหลุมฝังกลบ

3.2.4 ลดสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds)

3.2.5 ช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนที่เกิดจากการระเหยก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบขยะ

4. พลังงานที่ผลิตได้จากเทคโนโลยีการผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ

พลังงานที่ผลิตได้จากระบบขึ้นอยู่กับปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดจากหลุมฝังกลบขยะ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ปริมาณและลักษณะคุณสมบัติขยะ การดำเนินงานฝังกลบในพื้นที่และความหนาแน่นของชั้นฝังกลบขยะ ความชื้น และระบบการจัดการก๊าซชีวภาพที่เกิดจากหลุมฝังกลบ (ประสิทธิภาพระบบรวบรวมก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบเฉลี่ยประมาณ 70-85%) และระบบผลิตพลังงานที่เลือกใช้ โดยปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบขยะ จากการประเมินด้วยวิธีการคาดการณ์ต่างๆ กันมีดังนี้

4.1วิธีการประเมินคร่าวๆ (Rough Estimation) จะเกิดก๊าซชีวภาพประมาณ 6-18 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี สำหรับปริมาณขยะในพื้นที่ 1-3 ล้านตัน

4.2แบบจำลองการย่อยสลายลำดับที่ 1 (First Order Decay Model) จะเกิดก๊าซชีวภาพประมาณ 7-32 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี สำหรับปริมาณขยะในพื้นที่ 1-3 ล้านตัน

4.3ประเมินจากปริมาณขยะที่นำมาฝังกลบในพื้นที่ (Waste In Place Model) จะเกิดก๊าซชีวภาพประมาณ 9-20 ล้านลูกบาศก์

ข้อดีของการฝังกลบ คือ ถ้ามีพื้นที่อยู่แล้วจะเป็นวิธีที่ประหยัดที่สุด ค่าใช้จ่ายในการลงทุนครั้งแรกถูกกว่าวิธีอื่น สามารถใช้ได้ทั้งระยะสั้นและระยะยาว กำจัดขยะได้เกือบทุกชนิด ได้พื้นที่ดินไปทำประโยชน์อื่น เมื่อฝังกลบเสร็จแล้วและง่ายต่อการดำเนินงาน ส่วนข้อเสียของกรรมวิธีนี้ คือ หาสถานที่ยาก เพราะไม่มีชุมชนใดต้องการให้อยู่ใกล้ ต้องควบคุมการดำเนินงานฝังกลบให้ถูกต้อง ก๊าซมีเทนที่เกิดจากการย่อยสลายของขยะ และน้ำชะขยะอาจทำให้เกิดอันตรายได้ พื้นที่ฝังกลบบางแห่งต้องหาดินมาจากที่อื่น ทำให้

สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายหลังจากที่มีการฝังกลบแล้วพบว่าขยะที่อยู่ในหลุมฝังกลบยังคงมีปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ เคมี ความร้อน และทางชีวภาพยังคงดำเนินอยู่จึงเป็นเหตุให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ปริมาณน้ำชะขยะ มลภาวะทางกลิ่น และก๊าซมีเทนเกิดขึ้น ดังนั้นวิธีการที่จะทำให้ปฏิกิริยาในหลุมฝังกลบลดลงจึงควรมีการบำบัดขยะเบื้องต้นก่อนที่จะนำขยะไปฝังกลบซึ่งมีวิธีการดังนี้

4. การบำบัดขยะเบื้องต้น และการแปรสภาพขยะ (Pre-Treatment And Transformation)

ก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนรูป (Transformation) ของขยะ ซึ่งได้แก่ การหมักทำปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดิน (Composting) การเผาแล้วได้พลังงานกลับคืน (Incineration With Energy Recovery) การเผาโดยไม่ได้พลังงานกลับคืน (Incineration With No Energy Recovery) ส่วนการฝังกลบขยะ (Land Filling) มักจะจัดไว้ในการกำจัดขยะ (Waste Disposal) กระบวนการเตรียมขยะเพื่อความเหมาะสมของกิจกรรมนั้นๆ ระบบกระบวนการมีจุดประสงค์เพื่อเตรียมขยะ กากของเสีย เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง หรือใช้ในกระบวนการชีวภาพ เช่น การหมักทำปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดิน ขั้นตอนของกระบวนการได้แก่ การทำให้ขยะกากของเสียที่มีขนาดใกล้เคียงกัน แยกเอาโลหะที่มีเหล็กนำไปใช้ใหม่ การแยกเอาส่วนที่มีส่วนประกอบอินทรีย์ที่เหมาะสมในกระบวนการที่ใช้ความร้อน หรือกระบวนการทางชีวภาพ

การเปลี่ยนแปลงสภาพลักษณะทางกายภาพเพื่อลดปริมาณเปลี่ยนรูปร่าง โดยวิธีคัดแยกเอาวัสดุที่สามารถหมุนเวียนใช้ประโยชน์ได้ออกมา วิธีการบดให้มีขนาดเล็กลง และวิธีอัดเป็นก้อนเพื่อลดปริมาตรของขยะได้ร้อยละ 20-75 ของปริมาตรเดิมทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องมือและลักษณะของขยะ ตลอดจนใช้วิธีการห่อหุ้มหรือการผูกรัดก้อนขยะให้เป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น ผลที่ได้รับจากการแปรสภาพขยะนี้ จะช่วยให้การเก็บรวบรวม ขนถ่าย และขนส่งได้สะดวกขึ้น สามารถลดจำนวนเที่ยวของการขนส่ง ช่วยให้ไม่ปลิวหล่นจากรถบรรทุก และช่วยรีดเอาน้ำออกจากขยะ ทำให้ไม่มีน้ำชะขยะรั่วไหลในขณะขนส่ง ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบ โดยสามารถจัดวางซ้อนได้อย่างเป็นระเบียบจึงทำให้ประหยัดเวลาและค่าวัสดุในการกลบทับ และช่วยยืดอายุการใช้งานของบ่อฝังกลบได้อีกทางหนึ่งด้วย

การพิจารณาเครื่องมือแปรสภาพขยะสามารถเลือกใช้ได้ตามองค์ประกอบและลักษณะสมบัติขยะ ประเภทของแหล่งกำเนิด สถานที่ตั้งระบบดังต่อไปนี้

4.1 การลดขนาด (Size Reduction)

เป็นหน่วยที่ใช้ลดขนาดของวัสดุในขยะชุมชนเพื่อนำวัสดุนั้นไปใช้โดยตรงเช่น ทำเป็นวัสดุคลุมดินหรือเป็นวัสดุในการหมักทำปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดิน หรือเป็นกระบวนการบางส่วนของการนำเอาวัสดุกลับมาใช้ใหม่

4.2 การแยก (Separation)

แบ่งแยกออกเป็น

4.2.1 การแยกตามขนาด (Size Separation)

บางครั้งเรียกการแยกตามขนาดว่า Screening ใช้แยกวัสดุออกจากขยะผสมเป็น 2 ส่วนหรือมากกว่า โดยใช้ ชั้นตะแกรง 1 ชั้นหรือมากว่า การแยกนี้ทำได้ทั้งในสภาพเปียกและแห้ง แต่นิยมใช้สภาพแห้งมากกว่ามักใช้ก่อนหรือหลัง shredding ใช้หลังจากกระบวนการ Air Classification ของการทำเชื้อเพลิงขยะอนุพัทธ์ (Refuse-Derived Fuel; RDF) เพื่อใช้เป็นวัสดุในการทำปุ๋ยหมักและวัสดุคลุมดินที่มีขนาดและรูปร่างคงที่

4.2.2 การแยกตามความหนาแน่นและความเฉื่อย (Density and Inertia Separation)

เป็นเทคนิคใช้แยกวัสดุออกจากกันโดยใช้หลักการของความแตกต่างของความหนาแน่น (Density) และคุณลักษณะของการเคลื่อนที่ในอากาศ (Aerodynamic Characteristics) การแยกนี้จะแยกวัสดุออกเป็น 2 ส่วน คือ

1)ส่วนที่เบา (Light Fraction) ได้แก่ กระดาษ พลาสติก และอินทรียวัตถุ

2)ส่วนที่หนัก (Heavy Fraction) ได้แก่ โลหะ ไม้ และวัสดุอนินทรีย์ ที่มีน้ำหนักค่อนข้างมาก

4.2.3 แยกโดยอาศัยคุณสมบัติการเป็นแม่เหล็ก (Magnetic and Electric Field Separation, Electrostatic Charge and Magnetic Permeability)

อาศัยคุณสมบัติของแรงดึงดูดแม่เหล็กของวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของขยะดังนี้

1)Magnetic Separation เป็นเทคนิคที่นิยมมากในการนำมาแยก ferrous ออกจาก nonferrous metals.

2)Electrostatic Separation ใช้แยกพลาสติก กระดาษ โดยอาศัยลักษณะความแตกต่างประจุที่ผิว ของวัสดุ

3)Eddy Current Separation เป็นเทคนิคที่ใช้การปรับเปลี่ยนสนามแม่เหล็กเพื่อเหนี่ยวนำให้เกิด Eddy Currents ใน Nonferrous Metals Such as Aluminum ผลที่ได้เรียกว่า an "Aluminum Magnet"

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
I 5070247 ค.2
ม5.
วิ5ก
2552

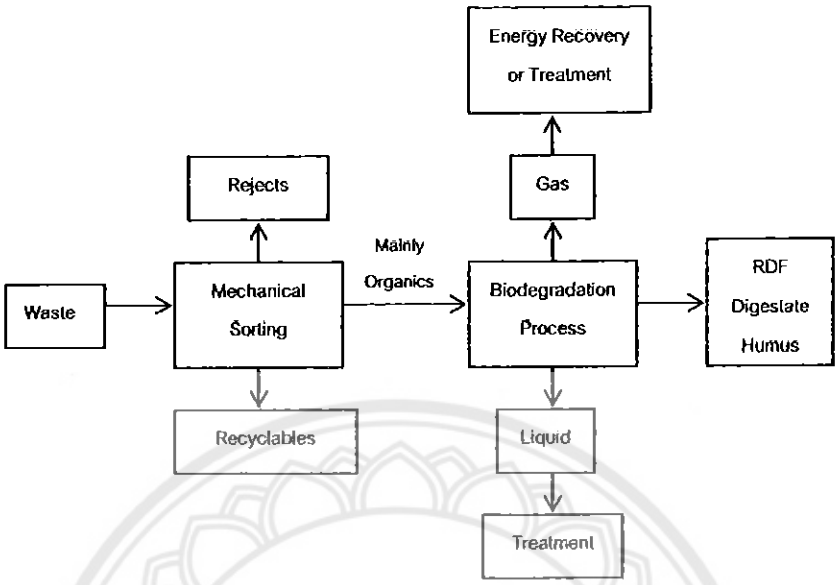
4.3 การอัดแน่นขยะ (Densification, Compaction)

เป็นหน่วยปฏิบัติการในการเพิ่มความหนาแน่นของขยะ กากของเสียเพื่อให้การเก็บกักและการขนย้ายมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงการลดการเก็บกักเครื่องมือที่ใช้ในนำกลับมาใช้ใหม่ ลดปริมาตรของการขนย้ายและเป็นการเตรียมการของการทำ Densified Refused-Derived Fuels (dRDF)

นอกจากนี้ในหลายประเทศทางแถบยุโรปเช่น ออสเตรีย เยอรมนี หรือแม้แต่อิตาลี ฝรั่งเศส เบลเยียม และเนเธอร์แลนด์ ได้มีการบำบัดขยะขั้นต้นเพื่อลดปฏิกิริยา และปัญหาด้านมลภาวะก่อนนำขยะไปฝังกลบซึ่งมี 2 กรรมวิธีคือ กรรมวิธี MBT (Mechanical - Biological Treatment) และ BMT (Biological - Mechanical Treatment) มาเป็นกระบวนการบำบัดขยะเบื้องต้นก่อนนำไปฝังกลบ (Juniper ,2004) จุดมุ่งหมายของกระบวนการดังกล่าวสามารถช่วยลดปัญหาจากบ่อฝังกลบสู่สิ่งแวดล้อมลงได้ และนอกจากนี้ยังสามารถแยกโลหะนำกลับมาใช้ได้ใหม่ และในบางกรณียังสามารถเกิดพลังงานขึ้นอีก ในส่วนการบำบัดขยะขั้นชีวภาพสามารถประยุกต์ใช้กับขยะอินทรีย์ที่มีขนาดเล็ก หรือขยะขนาดเล็กที่สามารถย่อยสลาย และมักจะใช้ทำในกระบวนการทำปุ๋ยหมัก (Compost) หรือการย่อยโดยไม่ใช้อากาศในระบบปิด

4.4 การบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT (Mechanical - Biological Treatment)

การบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT ขั้นแรกเป็นการย่อยขยะให้มีขนาดเล็กลงเป็นขั้นการบำบัดเชิงกลขั้นที่ 1 ทำการคัดแยกขยะอันตราย เช่น กระป๋องสเปรย์ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ ยางรถยนต์ขนาดใหญ่ และขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ (Recycle) ออกในขั้นตอนนี้ Gabriele Janikowski, Gernod Dilewski and Joachm Stretz, 2003 กล่าวว่า ในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปิดปากถุงพลาสติกที่บรรจุขยะออก เป็นการทำให้ขยะที่นำมาบำบัดคลุกเคล้าเข้ากันเพื่อเป็นการกระจายความชื้นและจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติของขยะให้ทั่วเท่ากัน ขั้นต่อไปเป็นการบำบัดขั้นชีวภาพองค์ประกอบส่วนใหญ่ที่เข้ามาสู่ขั้นตอนนี้ส่วนใหญ่เป็นขยะอินทรีย์ ส่วนหนึ่งของอินทรียวัตถุจะถูกย่อยสลายและแห้ง สามารถแยกออกเป็นวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และเป็นพลังงานเชื้อเพลิงขยะได้ ซึ่งได้แสดงกระบวนการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ดังภาพ 1 ซึ่งอินทรียวัตถุที่เหลือจากการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT นั้นมีความเสถียร และเกิดปฏิกิริยาได้อีกน้อยมาก ดังนั้นเมื่อนำขยะที่ผ่านการบำบัดนำไปฝังกลบสามารถลดปริมาณสารพิษในน้ำชะขยะ และ ลดปริมาณก๊าซมีเทนในหลุมฝังกลบได้มากกว่าการฝังกลบแบบเดิม นอกจากนี้เป็นการเพิ่มความหนาแน่นขณะบดอัดขยะในการฝังกลบขยะซึ่งเป็นการยืดอายุการใช้งานของบ่อฝังกลบขยะอีกด้วย



ภาพ 1 แผนภูมิระบบการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT

ที่มา: Juniper, 2004; Smith et al., 2001

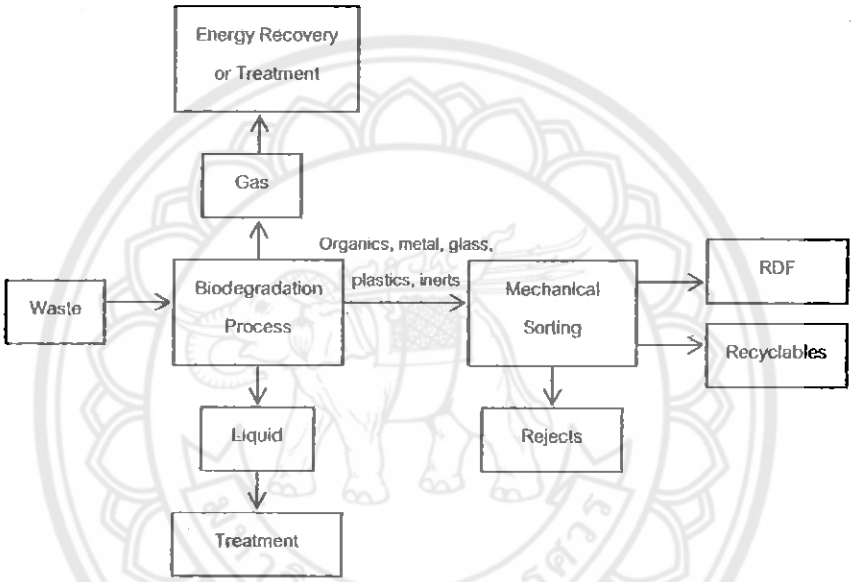
ข้อดีของการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT

Gabriele Janikowski, Gernod Dilewski and Joachm Stretz (2003) ได้กล่าวถึงข้อดีของการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBTมีหลายข้อได้แก่

1. ลดปริมาณขยะที่จะนำไปฝังกลบ
2. เพิ่มความหนาแน่นขณะบดอัดขยะในการฝังกลบขยะ
3. เป็นวัสดุปกคลุมดิน
4. ยืดอายุการใช้งานของบ่อฝังกลบขยะ
5. สามารถลดปริมาณสารพิษในน้ำชะขยะ
6. ลดปริมาณก๊าซมีเทนในหลุมฝังกลบได้มากกว่าการฝังกลบแบบเดิม

4.5 การบำบัดขยะโดยกรรมวิธี BMT (Biological-Mechanical Treatment)

การบำบัดขยะโดยกรรมวิธี BMT นี้มีการบำบัดขยะคล้ายกับ MBT แต่เป็นการบำบัดขั้นชีวภาพเพื่อย่อยขยะอินทรีย์ก่อน แล้วจึงเข้าสู่การบำบัดขั้นเชิงกลแยกขยะส่วนที่เป็นวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และสามารถเป็นพลังงานเชื้อเพลิงขยะได้ ดังแสดงในภาพ 2



ภาพ 2 แผนภูมิระบบการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี BMT

ที่มา: Juniper, 2004; Smith et al., 2001

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

ดำเนินการศึกษาและวิจัยที่ ณ สถานกำจัดขยะเทศบาลตำบลลานกระบือ ตั้งอยู่บนพื้นที่หมู่ 2 ตำบลโนนพลวง จังหวัดกำแพงเพชร ห่างจากถนนทางหลวงเข้าไปเป็นระยะทางประมาณ 1.5 กิโลเมตร จำนวน 44ไร่

ดำเนินการทดลอง และวิเคราะห์ตัวอย่างขยะ ณ ห้องปฏิบัติการสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

โดยการวิจัยจะทำ การศึกษาการจัดการขยะในชุมชนขนาดเล็กแบบไม่เหลือทิ้ง ณ องค์การบริหารการปกครองส่วนท้องถิ่นลานกระบือ ซึ่งจะประกอบไปด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้ การ Reuse, Recycle, Reduce การบำบัดขยะโดยกรรมวิธีเชิงกล-ชีวภาพ (MBT)

การศึกษาการจัดการขยะในชุมชนขนาดเล็กแบบไม่เหลือทิ้ง ณ อปท.ลานกระบือ

<u>รายละเอียดของการศึกษาการจัดการขยะ และพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์</u>

เพื่อศึกษาการจัดการขยะในชุมชนขนาดเล็กแบบไม่เหลือทิ้ง ณ องค์การบริหารการปกครองส่วนท้องถิ่นลานกระบือ โดยมีรายระเอียดพารามิเตอร์ และความถี่ในการวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง

ตาราง 7 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ และความถี่ในการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	ความถี่ในการวิเคราะห์
1. องค์ประกอบขยะ	1 ครั้ง/สัปดาห์
2. ความหนาแน่น	"
3. ความชื้น	"
4. ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้	"
5. ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน	"
6. ไนโตรเจนทั้งหมด	"
7. พีเอช	"
8. อุณหภูมิ	"
9.ความสูงกอง	"

ศึกษาการจัดการขยะในชุมชนขนาดเล็กแบบไม่เหลือทิ้ง ณ องค์การบริหารการปกครองส่วนท้องถิ่นลานกระบือ โดยแสดงรายละเอียดการเก็บตัวอย่าง และวิธีวิเคราะห์ดังหัวข้อต่อไปนี้

1.1 องค์ประกอบขยะ

การเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างโดยเก็บตัวอย่างที่ความลึกบริเวณกลางกอง MBT โดยสุ่มเก็บตัวอย่างบริเวณ 3 ตำแหน่ง คือ มุมกอง กลางกอง และข้างกอง โดยเก็บตัวอย่างตำแหน่งละ 1 ปุ้งกี๋ มารวมกันแล้วทำการวิเคราะห์ดังนี้

การวิเคราะห์ (อุษา วิเศษสุมน , 2537)

นำตัวอย่างขยะที่สุ่มมาวิเคราะห์แบบวิธีแบ่ง 4 ส่วน(Quartering) จนเหลือประมาณ 25 50- ลิตร แล้วคัดเลือกขยะมูลฝอยแต่ละประเภท ชั่งน้ำหนัก และบันทึกไว้และทำการคำนวณดังนี้

การคำนวณค่าองค์ประกอบของขยะมูลฝอยจะคิดออกมาเป็นสัดส่วนร้อยละของขยะมูลฝอยรวม

$$\text{ค่าองค์ประกอบของขยะมูลฝอยแต่ละประเภท} = \frac{\text{น้ำหนักขยะมูลฝอย}}{\text{น้ำหนักขยะมูลฝอยรวม}} \times 100$$

หน่วยของค่า องค์ประกอบขยะมูลฝอยแต่ละประเภท เป็นร้อยละของขยะมูลฝอยรวม

1.2 ความหนาแน่น

การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ทำเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างหาองค์ประกอบขยะ และทำการวิเคราะห์ดังนี้

การวิเคราะห์ (อุษา วิเศษสุมน , 2537)

ชั่งน้ำหนักถังตวงเปล่าแล้วจดบันทึกไว้ ขุ่มขยะมูลฝอยมาประมาณ 1 ลบ.ม .คลุกเคล้าขยะมูลฝอยให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วตักขยะมูลฝอยใส่ในภาชนะ ตวงขยะมูลฝอยให้เต็ม ยกภาชนะตวงขยะมูลฝอยให้สูงจากพื้นดินประมาณ 30 ซม .แล้วให้ปล่อยถังตวงลงกระแทกพื้น หากขยะมูลฝอยยุบลงก็ให้ตักขยะมูลฝอยเติมให้เต็มถังตวง เมื่อปล่อยกระแทกพื้นครบ 3 ครั้งแล้ว ทำไปชั่งน้ำหนักก็จะทราบน้ำหนักของขยะมูลฝอยรวมกับน้ำหนักถังตวง ทำการตวงตามขั้นตอนข้างต้นหลายๆ ครั้ง ดังภาพ 3 แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าความหนาแน่นต่อไปดังสมการ

1) เทขยะลงในภาชนะที่ทราบปริมาตร

2) ยกกระแทกพื้นสูงจากพื้น 30 cm. (3ครั้ง)

3) ปาดให้ขยะเสมอภาชนะ

4) ชั่งน้ำหนัก

ภาพ 3 การหาความหนาแน่นของขยะ

$$\text{Density} = \frac{A}{B}$$

กำหนดให้

A = น้ำหนักขยะมูลฝอยสุทธิ

= น้ำหนักรวมของขยะมูลฝอยและถังตวง – น้ำหนักถังตวงเปล่า

B = ปริมาตรของถังตวง

หน่วยของค่าความหนาแน่น = กิโลกรัมต่อลิตร หรือ ตันต่อลูกบาศก์เมตร

1.3 ความชื้น

การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ทำเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างหาองค์ประกอบขยะ แต่ไม่นำตัวอย่างที่เก็บมารวมกันเพื่อเป็นการหาค่าเฉลี่ยความชื้นของง 3 ตำแหน่งเนื่องจากตำแหน่งทั้ง 3 เป็นบริเวณการสัมผัสอากาศที่แตกต่างกัน คือ ด้านมุมกองจะสัมผัสอากาศมากกว่าด้านข้างกอง และกลางกองตามลำดับ โดยทำการวิเคราะห์ดังนี้

การวิเคราะห์ (อุษา วิเศษสุมน , 2537)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างโดยใส่ถาดอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักอบในตู้อบ 105 °C เป็นเวลา 3-4 วันชั่งน้ำหนัก (น้ำหนักต้องคงที่)

ปริมาณความชื้นของขยะมูลฝอย = น้ำหนักของความชื้น ต่อ 1 หน่วยน้ำหนักแห้งหรือน้ำหนักเปียกของขยะ ในการหาปริมาณความชื้น โดยเปรียบเทียบกับน้ำหนักเปียกของขยะนั้นความชื้นที่ได้จะอยู่ในรูป % ของน้ำหนักเปียกของขยะ และถ้าเทียบกับน้ำหนักแห้งความชื้นที่ได้จะอยู่ในรูป % ของน้ำหนักแห้ง เขียนเป็นสมการแสดงได้ดังนี้

$$\text{Moisture Content}(\%) = \frac{(a-b)}{a} \times 100$$

กำหนดให้

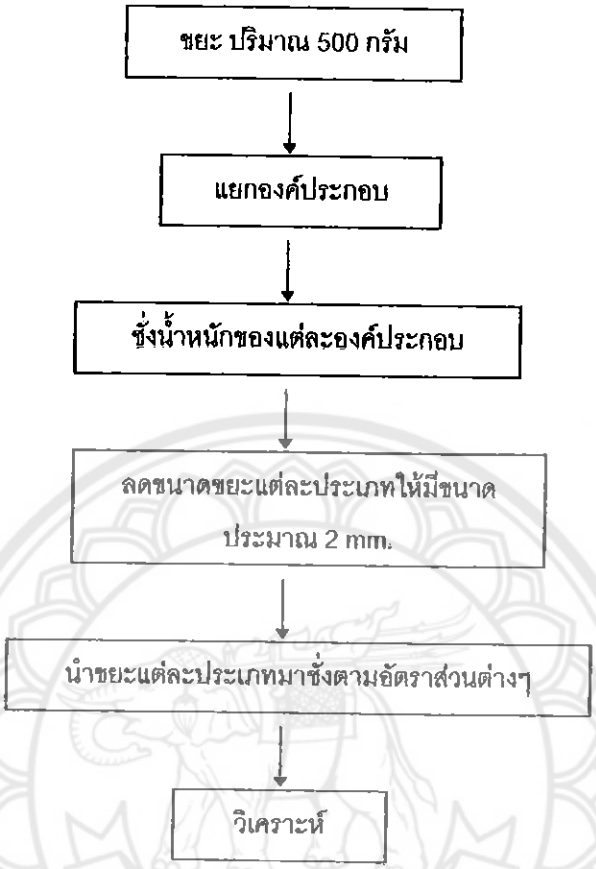
a = น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่างก่อนอบ

b = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

1.4 ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้

การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ทำเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างหาองค์ประกอบขยะ แต่ไม่นำตัวอย่างที่เก็บมารวมกันเพื่อ เป็นการหาค่าเฉลี่ยปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ของทั้ง 3 ตำแหน่ง โดยแบ่งตัวอย่างขยะในแต่ละตำแหน่งเป็น 3 ซ้ำการทดลอง ดังนั้นทำการตัวอย่างวิเคราะห์ตัวอย่างทั้งหมด 9 ตัวอย่างแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยหลังจากเก็บตัวอย่างขยะมาแล้ว นำตัวอย่างขยะมาอบที่อุณหภูมิ 103-105 °C จนน้ำหนักคงที่ โดยย่อยขยะที่มีขนาดใหญ่นำมาคัดให้เหลือชิ้นขนาดเล็กและร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 2 mm. เพื่อนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ และทำการเตรียมตัวอย่างขยะดัง ภาพ 4 และทำการวิเคราะห์ดังนี้



ภาพ 4 การหาปริมาณสารที่เผาไหม้ได้

การวิเคราะห์ (อุษา วิเศษสุมน, 2537)

ชั่งตัวอย่าง 3-5 กรัม ในถ้วยกระเบื้องที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้วนำเข้าเตาเผา (Muffle furnance) **ที่อุณหภูมิ** 600-650 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นแล้วนำเข้าเดซิเคเตอร์ 1-2ชั่วโมง **นำไปชั่งน้ำหนัก และ**คำนวณหาปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ดังสมการ

$$\text{ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

เมื่อ A = น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา

B = น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา

1.5 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ทำเช่นเดียวกับการเก็บวิเคราะห์ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ โดยทำการวิเคราะห์ดังนี้

การวิเคราะห์ (Nelson D.W. and L. E Sommers., 1982)

1. ชั่งขยะ 0.5-2 กรัม ใส่ใน erlenmye flask ขนาด 250 ml. เติม Std. 1 N. $K_2Cr_2O_7$ 10 ml. แกว่งเบาๆ ประมาณ 1 นาที

2. เติม H_2SO_4 20 ml. ล้างขยะให้ทั่วหมดอย่าให้ติดข้างขวด เขย่าประมาณ 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ 20-30 นาที หรือสารละลายเย็นเท่าอุณหภูมิห้อง

3. เติมน้ำกลั่น 100 ml. และเติม H_2SO_4 10 ml. แกว่ง แล้วเติม indicator 2 ml. แกว่งให้เข้ากัน สีของสารละลายจะเป็นสีม่วงปนน้ำเงิน

4. ไตเตรทด้วย 1 N.$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ จนกระทั่งเปลี่ยนเป็นสีเขียว

5. เพื่อให้ถึงจุด end point ที่ถูกต้องควรเติมStd. $K_2Cr_2O_7$ 0.5 ml. แล้วนำมาไตรเตรทกับ1 N.$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ จนถึงจุด end point

6. ควรทำ Blank ทุกครั้ง

การคำนวณ

$$\%O.C. = K_2Cr_2O_7\,(ml.) \times 1 \times \frac{(B - S)}{B} \times \frac{0.6717}{G}$$

เมื่อ S = ml. ของ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ ของขยะ

B = ml. ของ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ ของBlank

G = น้ำหนักขยะ

ค่าปริมาณ Organic Matter (%O.M.) สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\%O.M = \%O.C \times 1.724$$

1.6 ไนโตรเจนทั้งหมด

การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ทำเช่นเดียวกับการเก็บวิเคราะห์ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ โดยทำการวิเคราะห์ดังนี้

การวิเคราะห์ (เกษมศรี ซับซ้อน , 2529)

1. ชั่งตัวอย่าง 1-0.05 กรัม ใส่ kjeldahl flast
2. เติม catalyst mixture ประมาณ 1 กรัม
3. เติม conc. H_2SO_4 10 มิลลิลิตร นำไปย่อยบนเตา digest ใช้ไฟที่อุณหภูมิต่ำๆ แล้วค่อยเพิ่มความร้อนจนได้ของเหลวใส ปล่อยไว้ให้เย็น แล้วเทใส่ขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร ทำ blank เช่นเดียวกันแต่ไม่ต้องใส่ตัวอย่าง
4. ดูดสารละลายจำนวน 20 มิลลิลิตร เติม NaOH 40% จำนวน 10 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 5 0มิลลิลิตร ต่อเข้าเครื่องกลั่นซึ่งมี boric acid indicator จำนวน 5 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ 50 มิลลิลิตร รองรับอยู่ กลั่นให้ได้ของเหลวสีเขียวประมาณ35 -40 มิลลิลิตร
5. ไตเตรทของเหลวที่กลั่นได้ด้วย Standard H_2SO_4 สีของของเหลวจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดงถือเป็นจุดยุติ

<u>คำนวณ</u>

$$\%TN = \frac{[((T-B)\times N\times 1.4)/M]}{\%dilute}$$

เมื่อ T = มิลลิลิตร ของกรดที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

B = มิลลิลิตร ของกรดที่ใช้ไตเตรท blank

N = ความเข้มข้นของ Standard H_2SO_4

M = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

1.7 พีเอช

การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ทำเช่นเดียวกับการเก็บวิเคราะห์ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ โดยทำการวิเคราะห์ดังนี้

การวิเคราะห์ (เกษมศรี ซับซ้อน , 2529)

ใช้อัตราส่วนตัวอย่าง : น้ำกลั่น (1:5) ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร เขย่าด้วย shaker นาน 30นาที นำตัวอย่างไปวัดด้วยเครื่อง pH meter

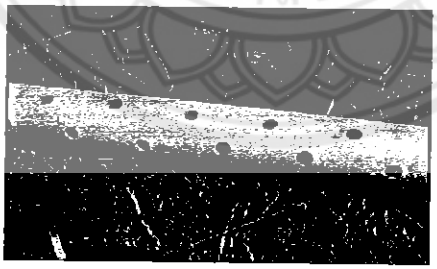
1.8 อุณหภูมิ

การเก็บตัวอย่าง

ตำแหน่งตรวจวัดอุณหภูมิอยู่ห่างจากมุมด้านยาวประมาณ 7 m. ด้านกว้าง 14 m. ดังภาพ 5 (ตำแหน่ง B) ซึ่งเป็นตำแหน่งสุ่มเก็บข้อมูล 2 จุดที่อยู่บริเวณกลางกอง MBT ไม่มีผลของอากาศภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง

อุปกรณ์

1. ท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 2.0 m. และ 1.5 m. เจาะรูโดยรอบ 4 ด้านของท่อ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 cm. แต่ละรูห่างกัน 5 cm. ยกเว้นปลายท่อด้านบนลงมา 50 cm. ดังภาพ 5



ภาพ 5 ท่อพีวีซีเก็บข้อมูลอุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจน

2. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (Digital Thermometer) ยี่ห้อ Greisinger Electronic (GTH1150) ประเทศเยอรมนี (ภาพ 6)

ภาพ 6 Digital Thermometer

1.9 ความสูง

การเก็บตัวอย่าง

ทำการวัดความสูงที่ตำแหน่งตามด้านยาวของกอง MBT 3 จุด คือ ห่างจากด้านข้างกองทั้ง 2 ด้าน 5.0 m. และจุดตรงกลางห่างจากจุดข้างกอง 5.5 m. โดยทำการวิเคราะห์ดังนี้

อุปกรณ์

1. กล้องวัดระดับ
2. ไม้เมตรวัดความสูง
3. เชือก

การวิเคราะห์

นำแท่งเหล็กปักตามตำแหน่งที่กำหนด แล้วทำการวัดความสูงกองโดยใช้เสาอ้างอิง และใช้กล้องระดับปรับแก้ค่าที่วัด

บทที่ 4

ผลการทำโครงงาน

ในการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT ณ สถานกำจัดขยะเทศบาลตำบลลานกระบือนั้น เป็นกระบวนการที่ใช้แรงงานคนทั้งสิ้นเนื่องจากมีปริมาณขยะค่อนข้างน้อยคือประมาณ 5 ตันต่อวัน ซึ่งกระบวนการนี้เป็นกระบวนการบำบัดขยะที่ประหยัดค่าใช้จ่าย และนอกจากนี้ยังเป็นกรรมวิธีที่ได้ผลสำหรับการย่อยสลายขยะอินทรีย์ และลดปฏิกิริยาขยะก่อนนำไปฝังกลบให้น้อยลง

นอกจากนี้การศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติทางเคมี-กายภาพของขยะก่อนการบำบัดและหลังการบำบัดขยะในช่วงระยะเวลา 3 เดือนนั้นนี้ยังมีความสำคัญในการศึกษาถึงแนวโน้มของความเหมาะสมของการใช้กรรมวิธี MBT ในการบำบัดขยะเทศบาลตำบลลานกระบือ และยังเป็นแนวทางในการศึกษาการนำขยะที่ผ่านการบำบัดไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ โดยมีผลการทดลองและวิเคราะห์การศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติทางเคมี-กายภาพ ขยะที่ผ่านการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT แบ่งเป็นผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติทางเคมี-กายภาพ ดังนี้

1. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติทางเคมี-กายภาพขยะที่ผ่านการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ในระยะเวลา 3 เดือน

หลังจากนำขยะมาบำบัดโดยกรรมวิธี MBT และทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี-กายภาพในช่วงเวลาการบำบัดขยะสามารถวิเคราะห์สมบัติทางเคมี-กายภาพได้ดังต่อไปนี้

1.1 องค์ประกอบขยะ

องค์ประกอบของขยะเทศบาลนครพิษณุโลกส่วนใหญ่เป็นเศษอาหาร 53.60% กระดาษ 6.64% ผ้า 2.40% ไม้ ใบไม้ 6.90% พลาสติก 21.70% แก้ว 1.80% โลหะ 0.50% กระเบื้อง วัสดุก่อสร้าง 0.80% ยาง 0.40% โฟม 1.10% และอื่นๆ 4% ดังแสดงในตาราง 4.1 เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของขยะพบว่าปริมาณขยะอินทรีย์ มีปริมาณมากถึง เกือบ 70% ของขยะทั้งหมด ส่วนขยะที่เหลือสามารถคัดแยกนำไปขายได้

จากการศึกษาพบว่าหลังการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT ในช่วงระยะ 1-3 เดือน พบว่าปริมาณขยะอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร ไม้ กระดาษ และผ้า มีปริมาณมากและมีแนว โน้มลดลงเมื่อระยะเวลาผ่านไป ดังแสดงในตาราง 8 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณ Compost ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังนั้นสรุปได้ว่ากรรมวิธี MBT สามารถย่อยสลายขยะอินทรีย์ได้เนื่องจากปริมาณ Compost เพิ่มขึ้น

แค่ปริมาณขยะอินทรีย์ลดลง นอกจากนี้ยังสามารถสังเกตจากปริมาณพลาสติกที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการหมักมากขึ้น เนื่องจากเมื่อปริมาณขยะอินทรีย์ลดลงถูกย่อยสลายและปริมาตรของกอง MBTลดลงตามระยะเวลาทำให้เมื่อเก็บตัวอย่างนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบนั้น พลาสติกที่มีอยู่ไม่สามารถย่อยสลายได้สามารถเห็นได้ชัดเจน เมื่อทำการสุ่มตัวอย่างขยะพลาสติกจึงมีโอกาสถูกสุ่มขึ้นมาได้ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการหมัก

ตาราง 8 องค์ประกอบขยะหลังการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT

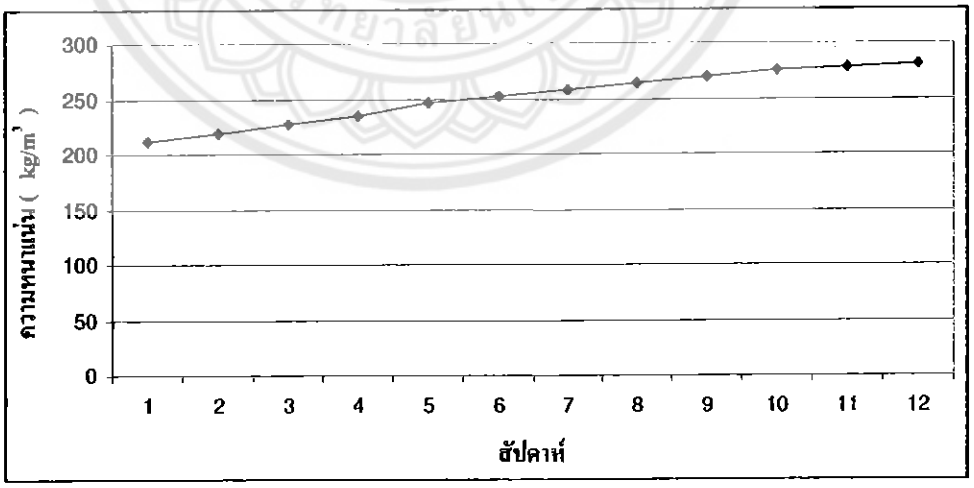
องค์ประกอบ (%)	สัปดาห์												
	ขยะสด	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
เศษอาหาร	53.60	52.75	48.56	46.55	42.29	39.59	36.71	34.11	32.55	29.75	27.20	25.27	23.56
กระดาษ	6.80	6.49	7.12	7.84	7.79	8.26	7.82	7.43	6.27	5.98	5.43	4.27	5.12
ผ้า	2.40	3.01	2.27	2.55	2.38	3.71	2.62	2.58	3.34	1.91	1.99	1.53	1.36
ไม้ ใบไม้	6.90	6.78	7.45	6.91	8.06	6.98	7.63	6.34	5.82	5.08	4.07	2.92	1.66
พลาสติก	21.70	23.96	25.15	26.62	29.45	30.41	33.26	36.48	39.46	43.38	46.39	48.80	50.18
แก้ว	1.80	1.14	2.37	1.28	1.72	1.98	1.53	1.81	1.01	1.00	1.43	1.21	1.04
โลหะ	0.50	0.01	0.06	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.00	0.02	0.01	0.02
กระเบื้อง วัสดุก่อสร้าง	0.80	0.2	0.48	0.74	0.51	0.77	0.68	0.46	0.62	0.51	0.49	0.65	0.40
ยาง	0.40	0.04	0.09	0.22	0.17	0.15	0.19	0.24	0.33	0.11	0.29	0.32	0.38
โฟม	1.10	1.74	1.98	1.73	2.01	1.95	2.17	2.56	2.71	2.86	2.53	2.42	2.78
อื่นๆ	4.00	3.85	3.19	3.01	3.26	2.93	2.78	2.69	4.56	2.84	2.35	2.83	1.81
Compost	0.00	0.03	1.28	2.55	2.36	3.26	4.59	4.91	3.29	6.58	7.81	9.77	11.69

ผลการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติขยะระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ในการเก็บตัวอย่างนำมาวิเคราะห์ลักษณะสมบัติขยะหลังการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ในตำแหน่งการวิเคราะห์ 3 จุด คือ ตำแหน่งมุม กลาง และข้างกอง MBT ซึ่งเป็นตำแหน่งของการสัมผัสอากาศของกอง MBT ในการรับอากาศเพื่อใช้ในการย่อยสลายที่แตกต่างกัน นั้นคือ จุดเก็บตัวอย่างขยะมุมกองได้รับอากาศมากที่สุด รองลงมาคือ ข้างกอง และกลางกอง ตามลำดับ

1.2 ความหนาแน่น

จากภาพ 8 ขยะมีความหนาแน่นเริ่มต้น 212.50 kg/m^3 และเมื่อขยะผ่านการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ในช่วงการบำบัด 3 เดือน เห็นได้ว่าค่าความหนาแน่นของขยะเพิ่มขึ้นเป็น 281.61 kg/m^3

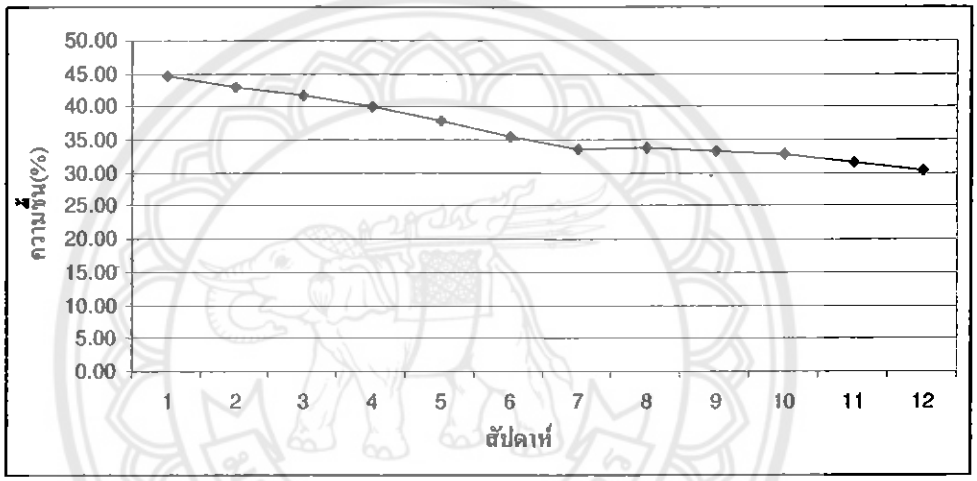
ทฤษฎีของ FABER AMBRA® กล่าวว่า เมื่อขยะผ่านการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT จะมีค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเนื่องจากระหว่างการบำบัดการย่อยสลายขยะอินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ก็จะมีขนาดเล็กลง เนื่องจากทำให้ขยะขนาดเล็กก็จะผสมเข้าไปแทรกอยู่บริเวณช่องว่างทำให้ขยะมีความหนาแน่นสูงขึ้น ซึ่งผลการทดลองที่ออกมาตรงกับทฤษฎี ซึ่งผลที่ออกมาตรงกับปริมาณความสูงของกอง MBT ที่ยุบตัวลดลง



ภาพ 8 กราฟแสดงความหนาแน่นขยะที่บำบัดโดยกรรมวิธี MBT ในระยะเวลา 3 เดือน

1.3 ความชื้น

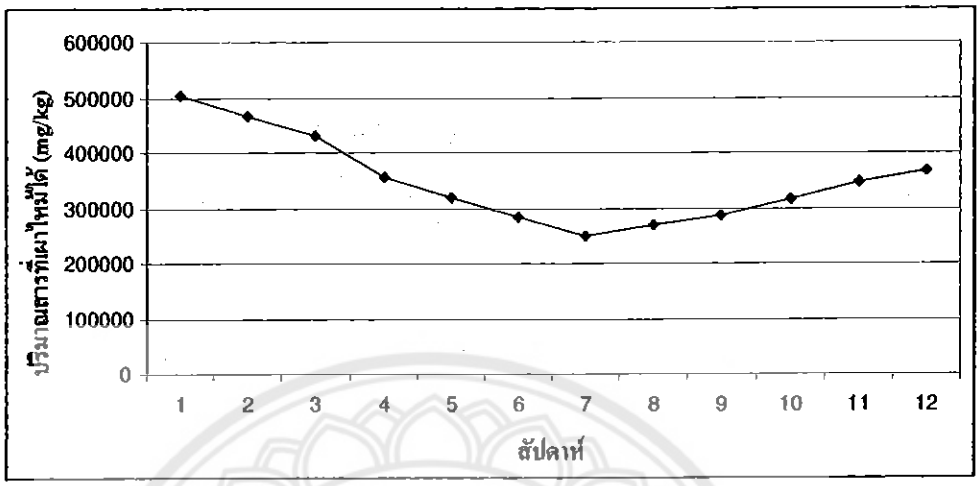
จากภาพ 9 ขยะมีปริมาณความชื้นเริ่มต้น 44.70% และเมื่อขยะผ่านการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ในช่วงการบำบัด 2 เดือนแรกค่าความชื้นจะลดลงรวดเร็วและเริ่มเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 8 และจึงเริ่มลดลงอีกครั้งอย่างช้าๆ



ภาพ 9 กราฟแสดงปริมาณความชื้นของกองขยะ MBT ในระยะเวลา 3 เดือน

1.4 ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้

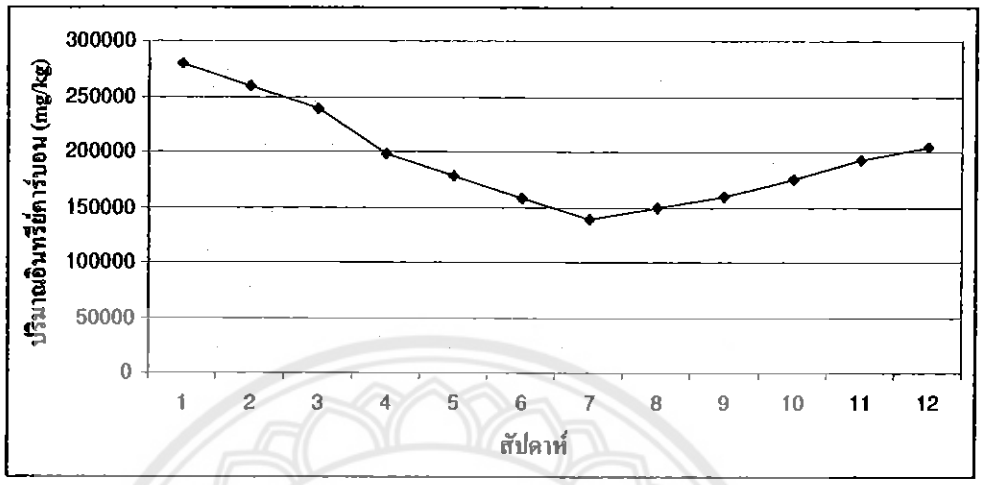
จากภาพ 10 ขยะมีปริมาณสารที่เผาไหม้ได้เริ่มต้น 504,386.43 mg/kg เนื่องจากช่วงระยะแรกเป็นขยะที่มีความชื้นสูงซึ่งสัมพันธ์กับค่าความชื้นเริ่มแรกก่อนการบำบัดและเมื่อขยะผ่านการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ในช่วงการบำบัด 7 สัปดาห์ค่าปริมาณสารที่เผาไหม้ได้จะลดลง อย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ โดยมีค่าปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ในเดือนที่ 3 มีค่า 368,654.52 mg/kg



ภาพ 10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ในช่วงระยะเวลา 3 เดือน

1.5 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

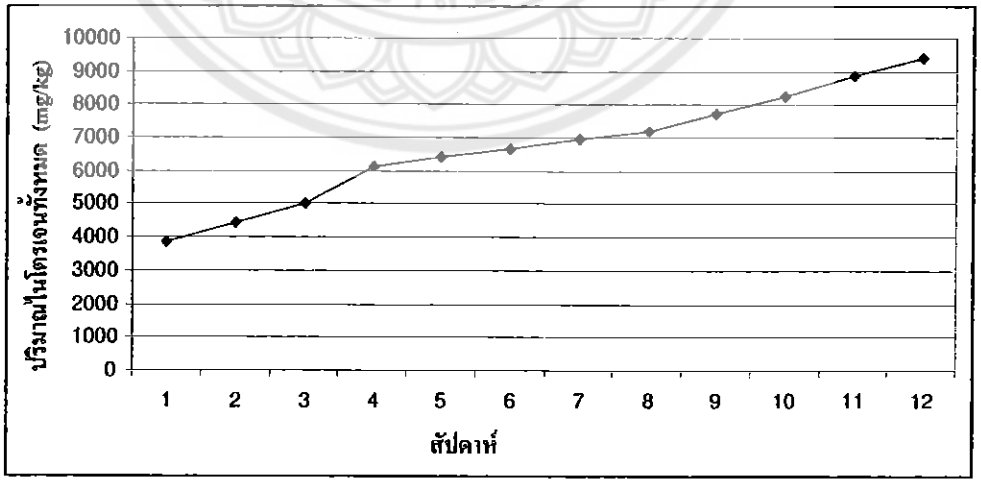
จากภาพ 11 ขยะมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเริ่มต้น 280,214.68 mg/kg และเมื่อขยะผ่านการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ในช่วงการบำบัด 7 สัปดาห์แรกค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนจะลดลงอย่างรวดเร็วและค่อยๆเพิ่มอย่างช้า โดยสัปดาห์ที่ 8-12 ค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอน 204,808.07 mg/kg ซึ่งปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่ลดลงมาจากการสูญเสียในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างการหมักโดยอากาศ (Tripathi & Bhardwaj, 2003)



ภาพ 11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในช่วงระยะเวลา 3 เดือน

1.6 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

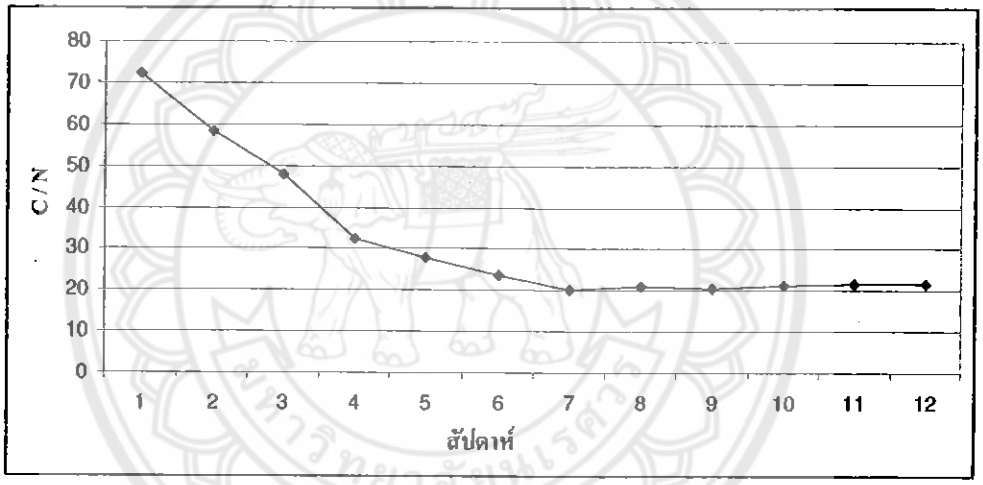
จากภาพ 12 ขยะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเริ่มต้น 3,875.21 mg/kg และเมื่อขยะผ่านการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ในช่วงการบำบัด 3 เดือนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเดือนที่ 3 ค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 9,438.63 mg/kg



ภาพ 12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในช่วงระยะเวลา 3 เดือน

1.7 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนทั้งหมด

ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเป็นผลพลอยได้ที่ได้จากผลการทดลองของอินทรีย์คาร์บอน และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด จากภาพ 13 ขยะมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนทั้งหมดเริ่มต้น 72.31 และเมื่อขยะผ่านการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ในช่วงการบำบัด 3 เดือน อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนทั้งหมดจะลดลงอย่างรวดเร็ว โดยเดือนที่ 3 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนทั้งหมด 21.70



ภาพ 13 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนทั้งหมด ในช่วงระยะเวลา 3เดือน

ค่า C/N ratio มีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และสารอินทรีย์ซึ่งปริมาณสารอินทรีย์บ่งบอกถึงปริมาณอินทรีย์คาร์บอน โดยในระยะแรกของการย่อยอินทรียวัตถุ จุลินทรีย์จะใช้คาร์บอนเป็นแหล่งพลังงานและใช้ไนโตรเจนทั้งหมดในการสร้างโครงสร้างของเซลล์ซึ่งต้องการคาร์บอนมากกว่าไนโตรเจนทั้งหมด นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเป็นผลมาจากการสูญเสียคาร์บอนในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในขณะที่มีการสูญเสียไนโตรเจนในรูปของก๊าซแอมโมเนีย โดยสารอินทรีย์ที่มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงจะมีอัตราการย่อยสลายต่ำ เนื่องจากขาดแคลนไนโตรเจนซึ่งเป็นสารอาหารหลักของจุลินทรีย์ ส่วนอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำจะมีอัตราการย่อยสลายสูงเนื่องจากมีไนโตรเจนเป็นตัวเร่ง

ปฏิกิริยาC/N ratio ต่ำ ยังเป็นการบอกถึงการย่อยสลายจะใช้ระยะเวลาสั้น เพราะว่าจำนวนคาร์บอนที่จะถูกออกซิไดซ์ (Oxidize) จนถึงสภาวะที่เสถียรมีน้อย (ธิตินันท์ ขวัญสด, 2546)

1.8 พีเอช

จากภาพ 14 ขยะมีค่า pH ในสภาพเป็นกลางคือ อยู่ในช่วง 6-8

ภาพ 14 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า pH ในช่วงระยะเวลา 3 เดือน

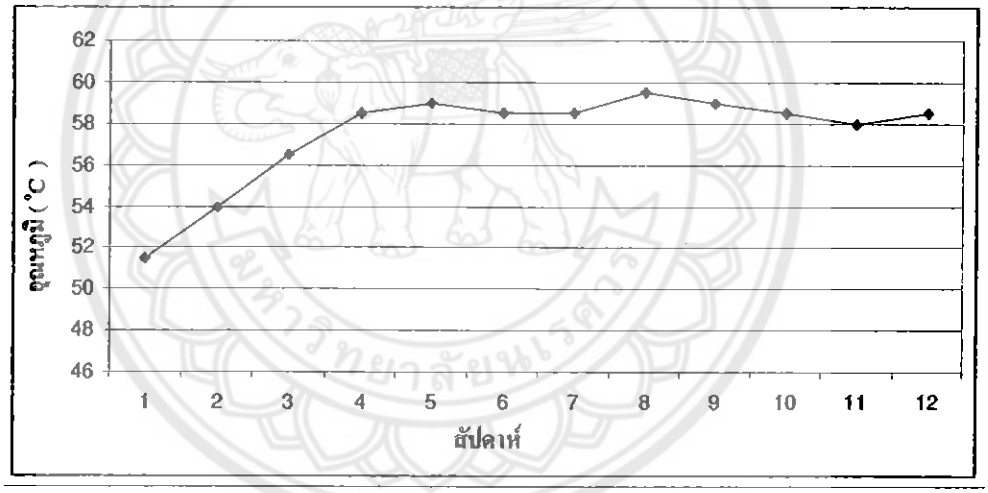
ซึ่งค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับการนำขยะอินทรีย์มาทำปุ๋ยหมักจะอยู่ในช่วง 6.0-7.5 (กรมพัฒนาที่ดิน,2540) การลดลงของค่าพีเอช Priya Kaushik & Garg (2004) อธิบายว่ามีผลจากการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และกรดอินทรีย์โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ระหว่างกระบวนการเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์ในขยะอินทรีย์ Ndegwa & Thomson (2000); Kaviraj & Satyawati Sharma (2003) และ Loh et al. (2004) อธิบายคล้ายกันว่าการเกิดสภาพกรดอาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ต่างๆ ระหว่างประเภทของกรดอินทรีย์หรือการเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุ

1.9 อุณหภูมิ

วิธีการศึกษาอุณหภูมิทำการวัดอุณหภูมิที่ความลึก 2 จุดคือ ใช้ท่อพีวีซียาว 2.0 m. เจาะลึกลงไปในกอง 1.5 m. โดยแบ่งออกเป็นจุดละ 2 ตัวอย่างเป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิดังผลต่อไปนี้

ท่อพีวีซียาว 2.0 m.

จากภาพ 15 กองขยะมีอุณหภูมิเฉลี่ยเริ่มต้น 51.5°C และเมื่อขยะผ่านการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ในช่วงการบำบัด 5 สัปดาห์แรกอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งอุณหภูมิสูงสุดของกอง MBT อยู่ในช่วงสัปดาห์ที่ 8 สูง 59.5°C โดยสัปดาห์ที่ 12 ซึ่งเป็นสัปดาห์สุดท้ายของการทดลองมีอุณหภูมิเฉลี่ยสุดท้ายที่ทำการวัดคือ 58.5°C



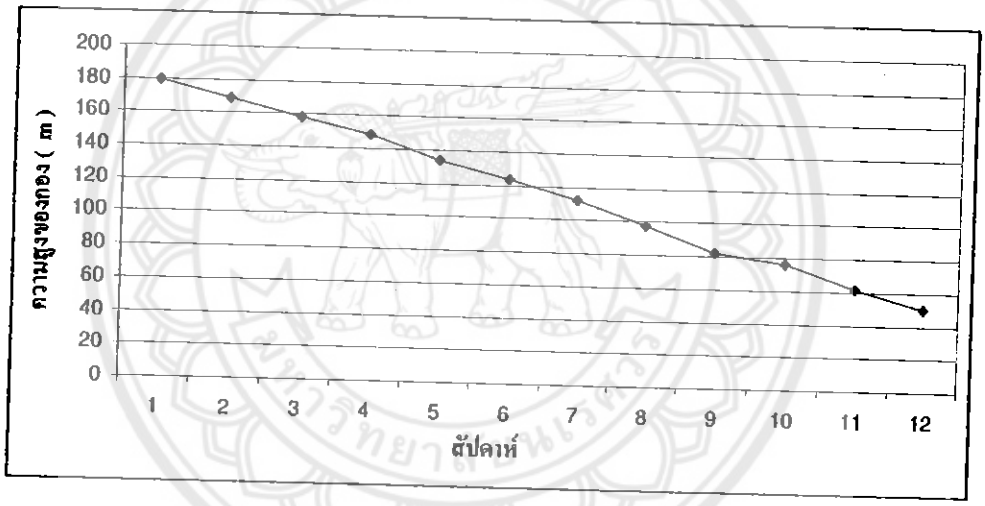
ภาพ 15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิที่วัดจากท่อยาว 2.0 m.ในช่วงระยะเวลา 3 เดือน

อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการนำขยะอินทรีย์มาทำปุ๋ยหมักจะอยู่ในช่วง 45-65°C (กรมควบคุมมลพิษ, 2544) ซึ่งอุณหภูมิของกอง MBT อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 59°C ดังนั้นการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT จึงเป็นกระบวนการที่มีอุณหภูมิเหมาะสมสามารถย่อยสลายอินทรียวัตถุเพื่อแปรสภาพขยะให้เป็น Compost ได้แต่ทั้งนี้ต้องใช้ข้อมูลอื่นๆเช่น ความชื้น อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนทั้งหมด และอื่นๆประกอบด้วย

1.10 ความสูงกอง MBT

จากภาพ 16 ขยะมีความสูงกอง MBT เฉลี่ยเริ่มต้น 1.8 m.(ร่วม Cover Layer)และเมื่อขยะผ่านการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ความสูงจะลดลงอย่างคงที่ โดยสัปดาห์ที่ 12 ความสูงกอง MBT สูงเฉลี่ย 2.816 m.

ค่าความสูงของกอง MBT ที่ลดลง เกิดจากการย่อยสลายอินทรียวัตถุเกิดขึ้นทำให้ขยะมีขนาดเล็กลง และระหว่างการย่อยสลายขยะจะเสียการยึดหยุ่นจากความร้อนที่เกิดขึ้นจึงทำให้สูญเสียความชื้น และน้ำเกิดการระเหยไปทำให้ความสูงกอง MBT ลดลง

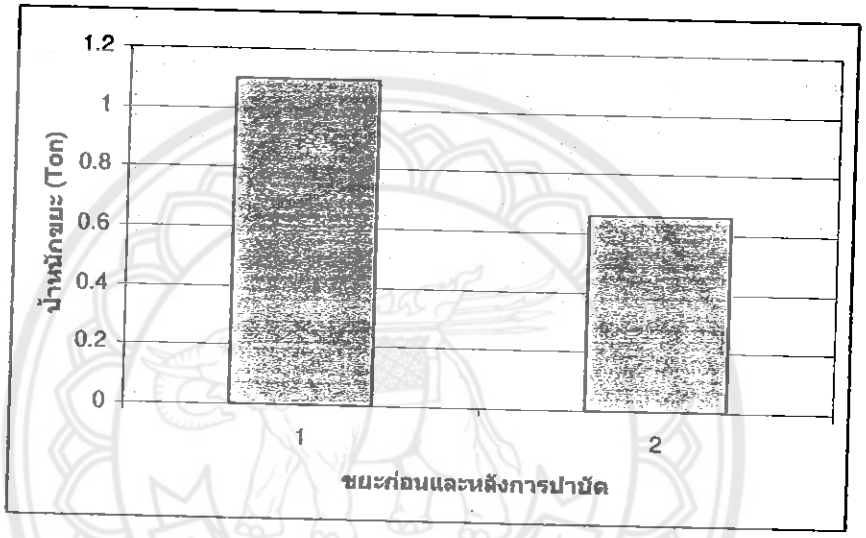


ภาพ 16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสูงของกอง MBT ในช่วงระยะเวลา 3 เดือน

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าในช่วงการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT แต่ละเดือนได้ทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีพบว่า หลังจากการบำบัดด้วยกรรมวิธี MBT เป็นเวลา 3 เดือน จะสังเกตได้ว่าการย่อยสลายของขยะเกิดขึ้นอย่างคงที่ พบว่าปริมาณของขยะลดลงอย่างรวดเร็ว โดยชนิดของขยะที่ลดลงมากที่สุดคือ เศษอาหารและเศษไม้หรือใบไม้ ซึ่งลดลงประมาณ 80% และ 7% ของน้ำหนักขยะก่อนการบำบัดตามลำดับ

1.11 น้ำหนักกอง MBT

จากภาพ 17 ขยะก่อนการบำบัด MBT มีน้ำหนักเริ่มต้น 1.1 ton และเมื่อขยะผ่านการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ไปสัปดาห์ที่ 12 จะมีน้ำหนัก 0.66 ton เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายอินทรีย์



ภาพ 17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักของขยะก่อนและหลังการบำบัด

บทที่ 5

แนวทางการประยุกต์ใช้ขยะแบบไม่เหลือทิ้ง

การจัดการขยะแบบไม่เหลือทิ้ง ณ บ่อฝังกลบขยะ อปท.ลานกระบือ มีแนวทางในการจัดการขยะดังนี้

1.แนวทางในการจัดการขยะแบบไม่เหลือทิ้งทางทฤษฎี อธิบายได้ดังนี้

เศษอาหาร

เศษอาหารหมายถึง เศษผัก เศษผลไม้ เศษอาหารที่เหลือจากการเตรียมการปรุงและการบริโภค (ยกเว้น เปลือกหอย กระดูก ก้างปลา ซังข้าวโพด ก้านกระถิน) เช่น ข้าวสุก เปลือกผลไม้ เนื้อสัตว์ ฯลฯ การเก็บและกำจัด โดยเฉพาะเศษอาหาร ผัก ผลไม้ ที่ถูกทิ้งรวมกับขยะชนิดอื่น ๆ ซึ่งจะก่อให้เกิดการหมักหมมส่งกลิ่นเหม็นเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรค เกิดสารปนเปื้อน ก่อให้เกิดมลพิษต่อชุมชนในทุก ๆ ด้าน เมื่อมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นและพบว่าขยะเปียกอย่างเศษอาหาร ผัก ผลไม้ สามารถนำมาสกัดเป็นน้ำหมักชีวภาพ และสามารถนำเศษอาหารไปทำเป็นปุ๋ยหมัก ปุ๋ยน้ำ ไบโอก๊าซ และ นำไปเป็นอาหารสัตว์

กระดาษ

กระดาษหมายถึง วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเยื่อกระดาษ ตัวอย่างเช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ แมกกาซีน หนังสือต่างๆ ใบปลิว การ์ด ถุงกระดาษ กล่องกระดาษ กระดาษอัด ฯลฯ กระดาษจัดได้ว่าเป็นขยะมูลฝอยมีค่า หรือขยะมูลฝอยรีไซเคิลเป็นขยะมูลฝอยที่สามารถนำมาขายเพื่อส่งไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งสามารถนำมาผ่านกระบวนการ 3R คือ 1)Reuse เป็นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุด โดยการนำสิ่งของเครื่องใช้ มาใช้ซ้ำ ซึ่งบางอย่างอาจใช้ซ้ำได้หลาย ๆ ครั้ง 2) Reduce เป็นการลดการใช้ การบริโภคทรัพยากรที่ไม่จำเป็นลง 3) Recycle เป็นการนำหรือเลือกใช้ทรัพยากรที่สามารถนำกลับมารีไซเคิล หรือนำกลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น นอกจากกระบวนการ3R แล้วยังสามารถนำกระดาษไปขายได้ ซึ่งราคาขยะแยกตามประเภทของกระดาษ แสดงดังนี้ เศษกระดาษปอนด์ขาวจากโรงพิมพ์ไม่มีอาร์ตอยู่ที่ราคา 16.50-17.25 บาทต่อกิโลกรัม ,ปอนด์ขาว-ดำ 9.50 บาทต่อกิโลกรัม , หนังสือพิมพ์เก่า 7.25 บาทต่อกิโลกรัม, ปอนด์สมุดไม่มีหัวกาว 13 บาทต่อกิโลกรัม, ปรู๊ฟขาว 15บาทต่อกิโลกรัม, กระดาษคละ(จับขั้ว) 5 บาทและกระดาษทำลาย 2-3 บาทต่อกิโลกรัม

ผ้า

ผ้าหมายถึง สิ่งทอต่างๆ ที่ทำมาจากเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ เช่น ฝ้าย ลินิน ผ้าไนลอน ตัวอย่างเช่น ค้าย เสื้อผ้า ผ้าเช็ดมือ ถุงเท้า ฯลฯ ซึ่งผ้าจัดได้ว่าเป็นขยะมูลฝอยมีค่า หรือขยะมูลฝอยรีไซเคิล เป็นขยะมูลฝอยที่สามารถนำมาขายเพื่อส่งไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งสามารถนำมาผ่านกระบวนการ 3R คือ 1) Reuse เป็นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุด โดยการนำสิ่งของเครื่องใช้ มาใช้ซ้ำ ซึ่งบางอย่างอาจใช้ซ้ำได้หลาย ๆ ครั้ง 2) Reduce เป็นการลดการใช้ การบริโภคทรัพยากรที่ไม่จำเป็นลง 3) Recycle เป็นการนำหรือเลือกใช้ทรัพยากรที่สามารถนำกลับมารีไซเคิล หรือนำกลับมาใช้ใหม่

ไม้ และใบไม้

ไม้ และใบไม้ หมายถึง วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไม้ ไม้ไผ่ ฟาง หญ้า เศษไม้ รวมทั้งดอกไม้ ซึ่งจัดเป็นขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ ซึ่งขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายได้สามารถนำไปทำเป็นปุ๋ยหมัก ปุ๋ยน้ำ

พลาสติก

พลาสติกหมายถึง วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากพลาสติก ตัวอย่างเช่น ถุงพลาสติก ภาชนะพลาสติก ของเล่นเด็กที่ทำด้วยพลาสติก ผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ฯลฯ สามารถนำไปผลิตเชื้อเพลิง (RDF) ได้หรือนำไปใช้ในโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ได้

แก้ว

แก้วหมายถึง วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากแก้ว ตัวอย่างเช่น กระจก ขวดแก้ว หลอดไฟ เครื่องแก้ว ฯลฯ โดยขวดแก้วที่อยู่ในสภาพดี จะนำกลับมาทำความสะอาด แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งสามารถใช้หมุนเวียนได้ถึง 30 ครั้ง ส่วนขวดแก้วที่แตกแล้ว จะถูกนำไปหลอมกับวัตถุดิบเพื่อผลิตเป็นแก้วใหม่ ซึ่งเป็นการลดต้นทุน และประหยัดพลังงานจากการผลิตแก้วจากวัสดุธรรมชาติ โดยแก้ว ที่รีไซเคิลใหม่ จะสามารถใช้งานได้เหมือนแก้วที่ผลิตใหม่โดยทั่วไป และสามารถแยก ขวดแก้วเพื่อขายได้ ซึ่งราคาขวดแก้วแยกตามประเภทดังนี้ ขวดใสราคา 8 บาทต่อกิโลกรัมและ ขวดขุ่นราคา 9 บาทต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ยัง สามารถทำอิฐมวลเบาจากเศษแก้ว เพื่อใช้เป็นฉนวนกันความร้อนสำหรับอาคารบ้านเรือน โดยนำเศษแก้วสีชาบดให้ละเอียด ผสมสารก่อฟอง (foaming agent) ชนิดหินปูนหรือโดโลไมต์ในปริมาณ 0.5-2.0 ส่วนต่อเศษแก้ว 100 ส่วน และใช้โซเดียมซิลิเกตเป็นสารเชื่อมประสานเพื่อช่วยในการขึ้นรูปให้เป็นก้อนอิฐขึ้นรูปเป็นก้อน

อิฐ เผาที่อุณหภูมิ 800 และ 850 องศาเซลเซียส จะได้อิฐมวลเบาที่มีค่าความหนาแน่น 0.30-0.32 กรัม/ลบ.ซม. ค่าความต้านแรงอัด 5.4-5.6 เมกะปาสคาล และค่าการนำความร้อน 0.60-0.65 วัตต์/เมตร.เคลวิน สามารถนำมาตัดให้มีขนาดต่างๆ ตามที่ต้องการได้

โลหะ

โลหะหมายถึง วัสดุและผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ทำจากโลหะ ตัวอย่างเช่น กระป๋องโลหะ สายไฟ foil ภาชนะต่างๆ ตะปู ฯลฯ จะมีการแยกวัสดุและผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ทำจากโลหะเพื่อนำไปขาย ซึ่งราคาจะแยกได้ตามประเภท

กระเบื้อง วัสดุก่อสร้าง

กระเบื้อง วัสดุก่อสร้าง หมายถึง เศษหิน เศษกระเบื้อง ตัวอย่างเช่น ceramics ฯลฯ กระเบื้องวัสดุก่อสร้างสามารถนำไปใช้ปรับปรุงพื้นที่ พื้นที่ โดยถมพื้นที่ที่เป็นหลุมเป็นบ่อพื้นที่ที่ต้องการยกระดับความสูง เมื่อถมเศษวัสดุก่อสร้างในพื้นที่ดังกล่าวแล้ว สามารถนำพื้นที่นั้น ๆ ไปใช้ประโยชน์ เช่น ปลูกพืช สร้างอาคาร สร้างสวนสาธารณะ เป็นต้น

ยาง

ยาง หมายถึง วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากยางหรือหนัง ตัวอย่างเช่น เครื่องหนัง รองเท้า ลูกบอลหนัง กระเป๋าหนัง ฯลฯ นำมา Recycle ได้

โฟม

โฟมหมายถึงพลาสติกที่ฟูหรือขยายตัว พลาสติกมากมายหลายประเภท และในบรรดาพลาสติกหลายประเภท ที่มีในโลกนั้น หากผ่านกระบวนการที่ใช้สารขยายตัว (Blowing Agent) ก็จะทำให้พลาสติกนั้นกลายเป็นโฟมได้ ซึ่งเรียกกันทั่วไปว่า Foam Plastic ตัวอย่างของโฟมพลาสติกที่รู้จักกันทั่วไป เช่น ฟองน้ำ กล่องโฟมใส่อาหาร โฟมแผ่น โฟมฉีดพ่นเพื่อเป็นฉนวน เป็นต้น ซึ่งโฟมพลาสติกเหล่านี้ล้วนแต่ผลิตจากพลาสติกแตกต่างประเภทกันไป ไม่สามารถที่จะกำจัดโดยการเผาได้ เพราะเป็นการทำลายสิ่งแวดล้อม ก็จะนำมาสู่กระบวนการกำจัดขยะโดยกระบวนการ MBT ซึ่งหลังที่ผ่านกระบวนการบำบัดโดยวิธีเชิงกลชีวภาพ ก็จะสามารถมา ผลิตอิฐมวลเบาผสมโฟม ซึ่งส่วนประกอบของอิฐมวลเบาผสมโฟม

ประกอบไปด้วย ซีเมนต์ ทราย โฟม วิธีทำเริ่มต้นง่ายๆ ด้วยการย่อยเศษโฟมให้ละเอียด เคล็ดลับการย่อยโฟมให้ละเอียดเป็นจำนวนมากทำได้โดยใช้เครื่องบดน้ำแข็งที่มี ในชุมชนมาประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นการทุ่นแรง นำโฟมที่ย่อยละเอียดแล้วมาผสมกับวัตถุดิบอื่น คือ ซีเมนต์ โฟม ทราย ในอัตราส่วน 1: 0.5: 4 จากนั้นนำไปอัดขึ้นรูปและทิ้งไว้ให้แห้ง ก็จะได้อิฐมวลเบาผสมโฟม ปัจจุบัน ทดลองสร้างบ้านจากอิฐมวลเบาผสมโฟมมาได้ประมาณ 5-6 ปีแล้วซึ่งยังไม่พบปัญหาที่เกิดขึ้นกับตัวบ้านแต่อย่างใด ทำให้เรามั่นใจได้ว่าอิฐมวลเบาผสมโฟมนำไปใช้งานได้จริง เมื่อเรายังหาวิธีทำลายโฟมอย่างเป็นมิตรกับธรรมชาติไม่ได้ และเราก็ยังมีความจำเป็นต้องใช้วัสดุชิ้นนี้อยู่ ทางออกก็คือ เราต้องหาวิธีการกำจัดที่เกิดประโยชน์กับมนุษย์มากที่สุด นั่นก็คือ การนำกลับมาใช้ใหม่

กล่องนม

โครงสร้างโดยทั่วไปของกล่องนม ประกอบด้วย กระดาษ 75% พลาสติก 20% อะลูมิเนียมฟอยล์อีก 5% เรียงซ้อนกันอยู่ 6 ชิ้น การ รีไซเคิลจึงต้องผ่านกรรมวิธีอยู่ 6 ขั้นตอน คือ ตั้งแต่แยกกระดาษกล่องนม การกระจายเยื่อ คัดแยกกระดาษ ทำความสะอาด แยกหมึกพิมพ์ และทำการฟอกขาว จึงเสร็จขั้นตอนการรีไซเคิล เยื่อกระดาษที่ได้นั้นมีความสว่างถึงร้อยละ 81.1 ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษเพื่อตีพิมพ์และเขียนได้ดี เพราะเป็นเยื่อใยยาวคุณภาพเทียบเท่ามาตรฐานกระดาษการพิมพ์และเขียน มอก. 287-2535 ส่วนต้นทุนการผลิตนั้นตกประมาณตันละ 5,000 บาท จากเดิมที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศในราคาตันละ 25,000 บาท ประหยัดงบประมาณในการนำเข้าได้หลายเท่าตัว นอกจากนี้ยังสามารถนำกลับมารีไซเคิลได้อีกถึง 5 ครั้ง เพียงแต่คุณภาพจะลดลงไปเรื่อย ๆส่วนที่เป็นพลาสติกและอะลูมิเนียมนั้นสามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปต่าง ๆ เช่น นาฬิกาตั้งโต๊ะ ไม้บรรทัด ภาชนะบรรจุที่ใช้ทดแทนพลาสติกเนื่องจากมีคุณสมบัติพิเศษคือ น้ำหนักเบา มีความ ยืดหยุ่นตัวมากกว่าพลาสติกธรรมดา นอกจากนี้กล่องนมยังสามารถนำมาทำ "กรีนบอร์ด"ซึ่ง กรีนบอร์ด(Green Board) คือ แผ่นกระดานอัดที่ได้จาก การรีไซเคิลกล่องเครื่องดื่ม จึงประกอบด้วย กระดาษ 75% โพลิเอทิลีน 20% และ อลูมิเนียมฟอยล์ 5% ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ทั้งนั้น ส่วน กระบวนการผลิต ก็ไม่ยุ่งยาก ใช้เพียงกล่องนมเป็นวัตถุดิบหลัก โดยจะกล่องนมที่ล้างทำความสะอาดเรียบร้อยแล้ว นำมาตัดย่อยให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นก็ขึ้นรูปเป็นแผ่นตามขนาดความหนาที่ต้องการ แล้วจึงนำเข้าเครื่องอัดร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 170 องศาเซลเซียส เพื่อหลอมส่วนที่เป็นพลาสติก ต่อด้วยการเข้าเครื่องอัดเย็นที่แรงดัน 10 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรเพื่อให้แผ่นคงรูป พลาสติกจากกล่องจะทำหน้าที่ยึดกระดาษและอลูมิเนียมให้ติดกัน กรรมวิธีในการผลิตจึงไม่ต้องใช้กาวหรือสารเคมีใด ๆ เลย ขั้นตอนสุดท้ายก็นำไปตัดขอบให้เรียบร้อย และยังมีคุณสมบัติกันน้ำและกันความร้อนได้ดีจึงสามารถใช้สร้างแคมป์คนงานกึ่งถาวรหรือใช้เป็นแบบหล่อปูนได้มากกว่าไม้อัด3เท่า และสามารถทำเฟอร์นิเจอร์กันน้ำได้ สร้างบ้านพักในรีสอร์ท ทำชั้นวางของที่ต้องทนความชื้น และทำกระเบื้อ

บานเกล็ดกันความร้อนสำหรับโรงงานหรือโกดังได้ นอกจากที่กล่าวมาข้างต้นยังสามารถนำมาประดิษฐ์เป็นของตกแต่งสวยงาม เช่น หมวก เป็นต้น

2.แนวทางในการจัดการขยะแบบไม่เหลือทิ้งทางปฏิบัติ อธิบายได้ดังนี้

แนวทางในการจัดการขยะโดยวิธีนี้จะประกอบด้วย

1. การคัดแยกขยะ เพื่อลดขยะที่ต้องนำไปกำจัดจริงๆ ให้เหลือน้อยที่สุด เช่น
   - ขยะแห้งบางชนิดที่สามารถแปรสภาพนำมากลับมาใช้ได้อีก ได้แก่ ขวดแก้วโลหะพลาสติก เป็นต้น
   - ขยะอันตราย เช่น หลอดไฟ ถ่านไฟฉาย กระป๋องฉีดสเปรย์ ต้องมีวิธีกำจัดที่ปลอดภัย

   ซึ่งการคัดแยกขยะเพื่อที่จะสามารถลดปริมาณขยะที่จะนำไปกำจัดจริง จะอาศัยหลัก 3 R คือ
   - Reuse คือ การใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุด โดยการนำสิ่งของเครื่องใช้มาใช้ซ้ำ ซึ่งบางอย่างอาจใช้ซ้ำได้หลาย ๆ ครั้ง
   - Recycle คือ การนำหรือเลือกใช้ทรัพยากรที่สามารถนำกลับมารีไซเคิล หรือนำกลับมาใช้ใหม่
   - Reduce คือ การลดการใช้การบริโภคทรัพยากรที่ไม่จำเป็นลง โดยลดการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีบรรจุภัณฑ์สิ้นเปลือง

2. การกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักวิชาการ ซึ่งจะนำขยะที่ได้แยกจากขั้นตอนการคัดแยกขยะ จะนำมาบำบัดโดยกระบวนการบำบัดขยะโดยกรรมวิธีเชิงกล-ชีวภาพ (Mechanical Biological Waste Treatment, MBT)

3. นำขยะที่ได้จากกระบวนการบำบำบัดขยะโดยกรรมวิธีเชิงกล-ชีวภาพ (Mechanical Biological Waste Treatment, MBT) เมื่อนำไปฝังกลบสามารถลดปริมาณสารพิษในน้ำชะขยะ และ ลดปริมาณก๊าซมีเทนในหลุมฝังกลบได้มากกว่าการฝังกลบแบบเดิม นอกจากนี้เป็นการเพิ่มความหนาแน่นขณะบดอัดขยะในการฝังกลบขยะซึ่งเป็นการยืดอายุการใช้งานของบ่อฝังกลบขยะอีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถนำขยะที่ผ่านกระบวนการไปใช้เป็นเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel : RDF) ได้อีกด้วย

4. ให้ความรู้แก่ประชาชนในเรื่องการจัดการขยะอย่างถูกหลักวิชาการ

5. รณรงค์และประชาสัมพันธ์ เพื่อสร้างจิตสำนึกให้ประชาชนเข้าใจและยอมรับว่าเป็นภาระหน้าที่ของตนเอง ในการร่วมมือกันจัดการขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในชุมชน

จากแนวทางในการจัดการขยะแบบไม่เหลือทิ้งข้างต้นสามารถแสดงได้ดังตาราง 9, 10

องค์ประกอบ	ขยะสด ตั้งกอง%	ขยะสด ตั้งกอง Ton	การคัดแยกขยะ 1	ทำปุ๋ย 1	หลังผ่าน MBT	การคัดแยกขยะ 2	วัสดุปรับปรุงดิน	ทำเชื้อเพลิงพลังงานขยะ (RDF)	ทำอิฐมวลเบา	นำไปเป็นส่วนผสมทำไม้อัด	นำไปเป็นส่วนผสมปรับปรุงพื้นถนน	ความเป็นไปได้ที่จะกำจัดขยะแบบไม่เหลือทิ้ง
เศษอาหาร	53.6	0.75	0.75	0.27	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100%
กระดาษ	6.8	0.10	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	100%
ผ้า	2.4	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	100%
ไม้ใบไม้	6.9	0.10	0.10	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100%
พลาสติก	21.7	0.30	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	100%
แก้ว	1.8	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100%
โลหะ	0.5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100%
กระเบื้อง วัสดุก่อสร้าง	0.8	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	100%
ยาง	0.4	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	100%
โฟม	1.1	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	100%
กล่องนม	4	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.00	0.00	100%
Compost	0	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100%
รวม	100	1.40	1.14	0.60	0.51	0.48	0.27	0.09	0.07	0.01	0.00	

ตาราง 9 ความเป็นไปได้ในการกำจัดขยะแบบไม่เหลือทิ้ง

องค์ประกอบ	ขยะสด ตั้งกอง%	ขยะสด ตั้งกอง Ton	การคัดแยกขยะ 1	หลังผ่าน MBT	วัสดุปรับปรุงดิน	นำไปเป็นส่วนผสมทำไม้อัด	การกำจัดขยะที่ได้ในความเป็นจริง
เศษอาหาร	53.60	0.75	0.75	0.10	0.00	0.00	84%
กระดาษ	6.80	0.10	0.05	0.04	0.04	0.04	60%
ผ้า	2.40	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	30%
ไม้ใบไม้	6.90	0.10	0.10	0.03	0.00	0.00	100%
พลาสติก	21.70	0.30	0.12	0.12	0.12	0.12	60%
แก้ว	1.80	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	66%
โลหะ	0.50	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	100%
กระเบื้อง วัสดุก่อสร้าง	0.80	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0%
ยาง	0.40	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0%
โฟม	1.10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0%
กล่องนม	4.00	0.06	0.06	0.06	0.06	0.00	100%
Compost	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	100%
รวม	100.00	1.40	1.14	0.61	0.29	0.24	

ตาราง 10 การกำจัดขยะที่ได้ในความเป็นจริง

จากตารางที่ 9 สามารถสรุปได้ดังนี้

เศษอาหาร เศษอาหารมีปริมาณ 0.75 ตัน ใช้ทำปุ๋ยไป 0.48 ตัน และหลังผ่านกระบวนการ MBT มีปริมาณเหลือ 0.02 ตัน จากนั้นนำไปทำเป็นวัสดุปรับปรุงดินจนหมด

กระดาษ กระดาษมีปริมาณ 0.1 ตัน นำมาคัดแยกขยะครั้งที่ 1 มีปริมาณเหลือ 0.04 ตัน เมื่อผ่านกระบวนการ MBT มาแล้วนำมาคัดแยกขยะครั้งที่ 2 แยกออกมาได้ 0.01 ตัน จากนั้นจึงนำกระดาษที่เหลือทั้งหมดมาทำ RDF

ผ้า ผ้ามีปริมาณ 0.03 ตัน คัดแยกออกไปได้ 0.01 ตัน หลังผ่านกระบวนการ MBT จึงนำมาทำ RDF ทั้งหมด

ไม้ใบไม้ ไม้ ใบไม้ มีปริมาณ 0.1 ตัน ใช้ทำปุ๋ยไป 0.07 ตัน และหลังผ่านกระบวนการ MBT มีปริมาณเหลือ 0.01 ตัน จากนั้นนำไปทำเป็นวัสดุปรับปรุงดินจนหมด

พลาสติก พลาสติกมีปริมาณ 0.3 ตัน นำมาคัดแยกขยะครั้งที่ 1 มีปริมาณเหลือ 0.12 ตัน เมื่อผ่านกระบวนการ MBT จึงนำพลาสติกที่เหลือทั้งหมดมาทำ RDF

แก้ว แก้วมีปริมาณ 0.03 ตัน นำมาคัดแยกขยะครั้งที่ 1 มีปริมาณเหลือ 0.01 ตันเมื่อผ่านกระบวนการ MBT มาแล้วนำมาคัดแยกขยะครั้งที่ 2 แยกออกมาได้ทั้งหมด ซึ่งมีปริมาณ 0.01 ตัน

โลหะ โลหะมีปริมาณ 0.01 ตัน เมื่อผ่านกระบวนการ MBT ไปแล้วนำมาคัดแยกขยะครั้งที่ 2 แยกออกมาได้ทั้งหมดซึ่งมีปริมาณ 0.01 ตัน

กระเบื้อง วัสดุก่อสร้าง กระเบื้อง วัสดุก่อสร้างมีปริมาณ 0.01 ตัน เมื่อผ่านกระบวนการ MBT จึงนำไปเป็นส่วนผสมปรับปรุงพื้นถนนทั้งหมดซึ่งมีปริมาณ 0.01 ตัน

ยาง ยางมีปริมาณ 0.01 ตัน เมื่อผ่านกระบวนการ MBT จึงนำยางที่เหลือทั้งหมดมาทำ RDF ซึ่งมีปริมาณ 0.01 ตัน

โฟม โฟมมีปริมาณ 0.02 ตัน เมื่อผ่านกระบวนการ MBT จึงนำโฟมที่เหลือทั้งหมดมาทำอิฐมวลเบาซึ่งมีปริมาณ 0.02 ตัน

กล่องนม กล่องนมมีปริมาณ 0.06 ตัน เมื่อผ่านกระบวนการ MBT จึงนำกล่องนมที่เหลือทั้งหมดมาทำเป็นส่วนผสมทำไม้อัดทั้งหมดซึ่งมีปริมาณ 0.06 ตัน

Compost Compost จะเกิดขึ้นเมื่อผ่านกระบวนการ RDF ไปแล้วจะมีปริมาณ 0.18 ตัน สามารถนำไปทำเป็นวัสดุปรับปรุงดินจนหมดซึ่งมีปริมาณ 0.18 ตัน

จากตารางที่ 10 สามารถสรุปได้ดังนี้

เศษอาหาร เศษอาหารมีปริมาณ 0.75 ตัน หลังผ่านกระบวนการ MBT มีปริมาณเหลือ 0.10 ตัน จากนั้นนำไปทำเป็นวัสดุปรับปรุงดินจนหมด

กระดาษ กระดาษมีปริมาณ 0.1 ตัน นำมาคัดแยกขยะครั้งที่ 1 มีปริมาณเหลือ 0.04 ตัน เมื่อผ่านกระบวนการ MBT ก็จะเหลือกระดาษเท่าเดิมเพราะไม่สามารถย่อยสลายได้ เพราะฉะนั้นจึงมีกระดาษเหลืออยู่ 0.04 ตัน ที่ไม่สามารถกำจัดได้

ผ้า ผ้ามีปริมาณ 0.03 ตัน คัดแยกออกไปได้ 0.01 ตัน หลังผ่านกระบวนการ MBT แล้วจะมีปริมาณเท่าเดิมและไม่สามารถกำจัดได้ซึ่งมีปริมาณ 0.02 ตัน

ไม้ ใบไม้ ไม้ ใบไม้ มีปริมาณ 0.1 ตัน เมื่อผ่านกระบวนการ MBT มีปริมาณเหลือ 0.03 ตัน จากนั้นนำไปทำเป็นวัสดุปรับปรุงดินจนหมด

พลาสติก พลาสติกมีปริมาณ 0.3 ตัน นำมาคัดแยกขยะครั้งที่ มีปริมาณเหลือ 0.12 ตัน เมื่อผ่านกระบวนการ MBT ไปแล้วจะเหลือกระดาษเท่าเดิมเพราะไม่สามารถกำจัดได้อีก

แก้ว แก้วมีปริมาณ 0.03 ตัน นำมาคัดแยกขยะ มีปริมาณเหลือ 0.01 ตันเมื่อผ่านกระบวนการ MBT ไปแล้วจะเหลือแก้วเท่าเดิมเพราะไม่สามารถกำจัดได้อีก

โลหะ โลหะมีปริมาณ 0.01 ตัน ไม่สามารถกำจัดได้

กระเบื้อง วัสดุก่อสร้าง มีปริมาณ 0.01 ตัน ไม่สามารถกำจัดได้

ยาง ยางมีปริมาณ 0.01 ตัน ไม่สามารถกำจัดได้

โฟม โฟมมีปริมาณ 0.02 ตัน ไม่สามารถกำจัดได้

กล่องนม มีปริมาณ 0.06 ตัน เมื่อผ่านกระบวนการ MBT จึงนำกล่องนมที่เหลือทั้งหมดมาทำเป็นส่วนผสมทำไม้อัดทั้งหมด ซึ่งมีปริมาณ 0.06 ตัน

Compost จะเกิดขึ้นเมื่อผ่านกระบวนการ RDF ไปแล้วจะมีปริมาณ 0.18 ตัน สามารถนำไปทำเป็นวัสดุปรับปรุงดินจนหมด ซึ่งมีปริมาณ 0.18 ตัน

บทที่ 6

บทสรุป

1.สรุปผลการทำโครงงาน

การบำบัดขยะโดยกรรมวิธีเชิงกล-ชีวภาพ (MBT) ของเทศบาลตำบลลานกระบือถือเป็นการบำบัดขยะเบื้องต้น และเป็นการลดปริมาณขยะโดยการย่อยสลายขยะประเภทอินทรีย์วัตถุก่อนนำไปฝังกลบเพื่อลดการใช้พื้นที่บ่อฝังกลบขยะ ซึ่งขยะก่อนการบำบัดที่ใช้สำหรับการวิจัยบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT มีปริมาณ 1.4 ตัน องค์ประกอบขยะส่วนใหญ่เป็นขยะอินทรีย์ที่มีปริมาณมากถึง 60.5% ของขยะทั้งหมดซึ่งเป็นเศษอาหาร 53.60% รองมาคือพลาสติก 21.70% นอกจากนี้สมบัติต่างๆของขยะก่อนการบำบัดมีสมบัติดังนี้ ความหนาแน่น 212.50 Kg/m^3 ปริมาณความชื้น 44.70% ขยะมีสภาพเป็นกลางคือ 7.81 มีปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ 504,386.43% mg/kg ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน 280,214.68% ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 3,875.21 mg/kg และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเป็น 72.31

จากตาราง 9 คือความเป็นไปได้ในการกำจัดขยะแบบไม่หลือทิ้ง โดยแบ่งเป็นช่วงก่อนตั้งกองก่อนตั้งกองมีปริมาณขยะ 1.40 ตัน หลังจากทำการคัดแยกขยะครั้งที่ 1 เหลือปริมาณขยะ 1.14 ตัน แยกขยะประเภทอินทรีย์วัตถุเพื่อทำปุ๋ยเหลือปริมาณขยะ 0.48 ตัน หลังจากบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT ครบระยะเวลา3 เดือนหลือปริมาณขยะ 0.50 ตัน จากนั้นทำการคัดแยกขยะครั้งที่ 2 เหลือปริมาณขยะ 0.48 หลังจากนั้นจะได้วัสดุปรับปรุงดิน พลาสติกนำไปทำเชื้อเพลิงพลังงานขยะ (RDF) โฟมนำไปเป็นส่วนผสมทำอิฐมวลเบา กล่องนมนำไปเป็นส่วนผสมของไม้อัด กระเบื้องและวัสดุก่อสร้างนำไปเป็นส่วนผสมปรับปรุงพื้นถนน จำไม่เหลือปริมาณขยะขั้นสุดท้าย

จากตาราง 10 คือการกำจัดขยะที่ได้ในความเป็นจริง โดยที่ก่อนการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT ได้มีการคัดแยกขยะครั้งที่ 1 ทำให้เหลือปริมาณขยะ 1.12 ตัน ก่อนนำไปบำบัดหลังจากบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT ครบระยะเวลา 3 เดือน ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเป็น 281.61 Kg/m^3 เหลือปริมาณขยะ 0.40 ตัน หลังจากนั้นจะได้วัสดุปรับปรุงดิน และนำกล่องนมไปเป็นส่วนผสมไม้อัด จะเหลือปริมาณขยะขั้นสุดท้าย 0.22 ตัน โดยจะเห็นได้ว่ากรรมวิธี MBT สามารถช่วยลดปริมาณและปริมาตรขยะลงได้อย่างมาก จากความหนาแน่นที่คำนวณออกมาตรงกับทฤษฎีของ FABER AMBRA ซึ่งค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น

จะเห็นได้ว่าปริมาณขยะจากความเป็นไปได้ในการกำจัดขยะแบบไม่เหลือทิ้งจะไม่เหลือขยะในขั้นตอนสุดท้ายเลย แต่ในความเป็นจริงจะเหลือปริมาณขยะขั้นสุดท้าย 0.22 ตัน ซึ่งส่วนนี้เกิดจาก

1. การนำพลาสติกไปทำเชื้อเพลิงพลังงานขยะ (RDF) ไม่สามารถทำได้จริงในกองทดลอง เนื่องจากพลาสติกมีปริมาณไม่คุ้มกับต้นทุนการผลิตที่จะเสีย
2. การนำโฟมมาเป็นส่วนผสมในการทำอิฐมวลเบา ไม่สามารถทำได้จริง เนื่องจากโฟมที่ใช้จะต้องนำไปทำความสะอาดก่อน ซึ่งจะเป็นการสิ้นเปลืองอย่างมาก
3. การนำกระเบื้องและวัสดุก่อสร้างไปเป็นส่วนผสมปรับปรุงพื้นถนนเนื่องจากกระเบื้องและวัสดุก่อสร้างมีน้ำหนักมาก สิ้นเปลืองค่าขนส่งและหากต้องการใช้ต้องมีการย่อยให้มีขนาดเล็กก่อน ซึ่งมีความยุ่งยากทำให้ไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้

สมบัติทางเคมี-กายภาพของขยะแต่ละเดือนในช่วงระยะเวลาสิ้นสุดการบำบัดครบ 3 เดือน พบว่า ค่าพีเอชของขยะมีค่าอยู่ในช่วง 6-8 ซึ่งมีค่าเป็นกลาง ค่าปริมาณความชื้นลดลงเหลือ 34.5% ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนลดลง 204,808.0 mg/kg ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้มีปริมาณลดลง มีค่า 368,654.22 mg/kg ส่วนปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นเป็น 9,438.63 mg/kg เนื่องจากปริมาณขยะที่ถูกย่อยสลายในแต่ละเดือนลดลงทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่คำนวณออกมาจึงมีค่าเพิ่มขึ้น แต่เมื่อคำนวณโคนสัดส่วนของปริมาณไนโตรจนทั้งหมดต่อปริมาณของกองที่ลดลงพบว่าในช่วงแต่ละเดือนไนโตรเจนทั้งหมดมีความเข้มข้นเท่าเดิมตั้งแต่เริ่มตั้งกองจนสิ้นสุดการตั้งกอง เป็นผลทำให้อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนลดลงเหลือ 21.70

ทางผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่า การบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT เป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมกับการบำบัดขยะของเทศบาลตำบลลานกระบือ เพราะมีขยะจำพวกอินทรียวัตถุมากและมีปริมาณความชื้นสูง และนอกจากนี้ผลพลอยได้ที่ได้จากการบำบัดยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จึงทำให้การลดปริมาณขยะก่อนที่จะนำไปฝังกลบให้เหลือน้อยที่สุดหรือแทบไปต้องใช้หลุมฝังกลบขยะอีก

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. (2541). รายงานการกำจัดขยะ. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. (2544). รายงานหลักโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีด้านการหมักขยะอินทรีย์ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม.

กรมพัฒนาที่ดิน. (2540). การจัดการดินและพืชเพื่อบำรุงดินอินทรียวัตถุต่ำ. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2549) . องค์ประกอบขยะ. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยาการธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

เกษมศรี ซับซ้อน. (2529). คู่มือการวิเคราะห์ดิน พืช ปุ๋ย และน้ำ. กรุงเทพฯ: กองวิทยาลัยเกษตรกรรม กระทรวงศึกษาธิการ.

จักรวาล วัฒนากุล. (2550). การประยุกต์ใช้ท่อพีวีซีเจาะรูสำหรับการบำบัดขยะโดยกรรมวิธีเชิงกล-ชีวภาพ.พิษณุโลก:ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

พัชรี หอวิจิตร. (2543). การจัดการขยะมูลฝอย. ขอนแก่น: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทิพวรรณ เผ้าสกุล, (2540).การจัดการขยะมูลฝอยอันตรายที่เกิดจากบ้านเรือน. กรุงเทพฯ : สำนักรักษาความสะอาด.

มัลลิกา ปัญญาคะโป. (2544). การจัดการของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม. นครปฐม: ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ธิตินันท์ ขวัญสด. (2546). การบำบัดและการทำปุ๋ยหมักมูลไก่โดยใช้ไส้เดือน Lumbricus rubellus และ Eudrilus eugeniae. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์ หาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อดิศักดิ์ ทองไข่มุขต์. (2545). การจัดการขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

อุษา วิเศษมน. (2537). เทคโนโลยีการจัดการด้านขยะและกากพิษ. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาตร์.

ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร. (2551). รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิเคราะห์คุณสมบัติของขยะหลังการบำบัดโดยวิธี MBT ของเทศบาลนครพิษณุโลก. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร

สุทิน อยู่สุข. (2531).การคาดประมาณปริมาณมูลฝอยและลักษณะของมูลฝอย, หน้า 1- 54 . กรุงเทพฯ :สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

ประกาศรับซื้อขวดแก้ว กระดาษ. (ไม่ปรากฏวันที่ เดือน ปีที่เผยแพร่). ราคาขวดแก้วประเภทต่างๆ. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ.2552 จาก : http://www.thaionlinemarket.com/question.asp?QID=204160

กรีนบอร์ด. (ไม่ปรากฏวันที่ เดือน ปีที่เผยแพร่). วัสดุทดแทนไม้จากกล่องเครื่องดื่มรีไซเคิล. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 มีนาคม พ.ศ.2552 จาก : http://green.in.th/node/1530

โฟม..จากขยะ สู่อิฐสร้างบ้าน. (ไม่ปรากฏวันที่ เดือน ปีที่เผยแพร่).การทำอิฐมวลเบาจากโฟม . สืบค้นเมื่อวันที่ 6 เมษายน พ.ศ.2552 จาก : http://icare.kapook.com/content_detail.php?t_id=0&id=1068

วรรณา ศ.แสงจันทร์. (2550). เทคโนโลยีการทำกระเบื้องประดับตกแต่งจากเศษแก้ว. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 เมษายน พ.ศ.2552 จาก: http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2552_57_179_P46_52.pdf

Kaviraj & Satyawati Shama. (2003). Municipal solid waste management through vermicomposting employing exotic and local species of earthworms. Bioresource Techology, 90(2), 169-173.

Loh,T.C. et al . (2005). Vermicomposting of cattle and goat manures by *Eisenia fetida* and their growth and reproduction performance. Bioresource Techology, 96(1), 169-173.

Ndegwa,P.M.& S.A.,Thomson. (2000). Effects of C-to-N ratio on vermicomposting of biosolids. Bioresource Techology, 75(1), 7-12.

Nelson, D.W. & L. E Sommers. (1982). Totalcarbon, organiccarbonandorganicmatter.. In: A.L. Page et al. (eds.) Methods of soil analysis, part 2. Agron. Mongr. 9(2nd ed.) Madison: ASA and SSSA, WI.

Priya Kaushin. (2004). Dynamics of biological and chemical parameters during vermicomposting of solid textile mill sludge mixed with cow dung and agricultural residues. Bioresource Techology, 94(2), 203-209.

Tripathi,G.& P.,Bhardwaj. (2003). Comparative studies on biomass production, life cycles and composting efficiency of Eisenia fetida (Savigny) and Lampito mauritii (Kinberg). Bioresource Techology, 92(3), 275-283.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลวิเคราะห์จากการทดลอง

ภาคผนวก ก

ผลวิเคราะห์จากการทดลอง

ความหนาแน่น

ตาราง 11 แสดงค่าความหนาแน่นระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT

สัปดาห์	ความหนาแน่น (kg/m^3)
1	212.04
2	218.78
3	227.98
4	235.01
5	245.88
6	252.47
7	258.32
8	263.86
9	269.35
10	275.36
11	278.97
12	281.61

ความชื้น

ตาราง12 แสดงค่าความชื้นระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT

สัปดาห์	ความชื้น (%)
1	44.70
2	42.98
3	41.74
4	40.01
5	37.98
6	35.62
7	33.47
8	33.73
9	33.41
10	32.87
11	31.53
12	30.32

ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้

ตาราง 13 แสดงปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT

สัปดาห์	ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (mg/kg)
1	504386.43
2	467518.65
3	430602.64
4	356831.29
5	320044.43
6	284076.10
7	249279.86
8	269782.43
9	286739.63
10	315302 .98
11	346768.21
12	368654.52

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

ตาราง14 แสดงค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT

สัปดาห์	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (mg/kg)
1	280214.68
2	259732.58
3	239223.69
4	198239.61
5	177802.46
6	177802.06
7	138488.81
8	149879.13
9	159299.76
10	175168.32
11	192646.01
12	204808.07

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

ตาราง 15 แสดงค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT

สัปดาห์	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (mg/kg)
1	3875.21
2	4450.83
3	5005.34
4	6137.67
5	6406.18
6	6678.73
7	6949.24
8	7219.73
9	7734.45
10	8261.08
11	8875.83
12	9438.63

pH

ตาราง 16 แสดงค่า pH ระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT

สัปดาห์	pH
1	7.97
2	7.65
3	7.42
4	7.16
5	6.78
6	6.65
7	6.61
8	6.54
9	6.49
10	6.46
11	6.41
12	6.22

อุณหภูมิ

ตาราง17 แสดงค่าอุณหภูมิระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT

สัปดาห์	อุณหภูมิ (°C)
1	51.50
2	54.00
3	56.50
4	58.50
5	59.00
6	58.50
7	58.50
8	59.50
9	59.00
10	58.50
11	58.00
12	58.50

C/N

ตาราง 18 แสดงค่า C/N ระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT

สัปดาห์	C/N
1	72.30
2	58.35
3	47.79
4	32.29
5	27.75
6	23.63
7	19.93
8	20.75
9	20.59
10	21.20
11	21.70
12	21.69

ความสูง

ตาราง 19 แสดงค่าความสูงกองระหว่างการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT

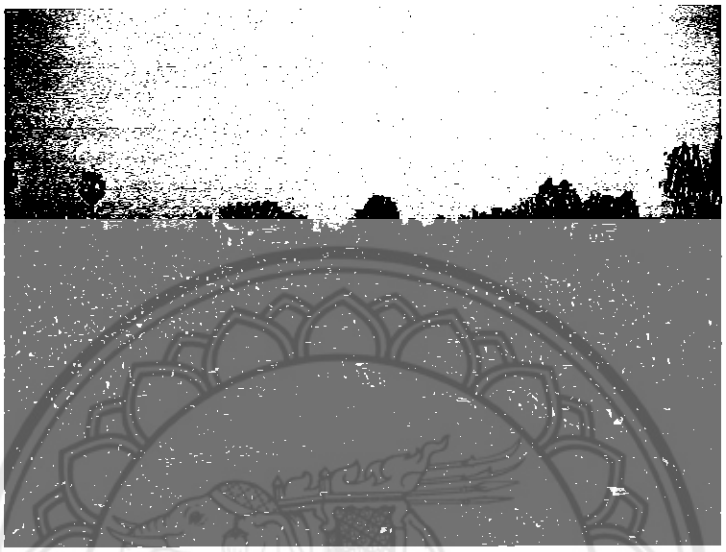
สัปดาห์	ความสูง (m)
1	180
2	169
3	158
4	149
5	134
6	124
7	112
8	98
9	82
10	76
11	62
12	50

ภาคผนวก ข

ภาพแสดงการปฏิบัติงาน

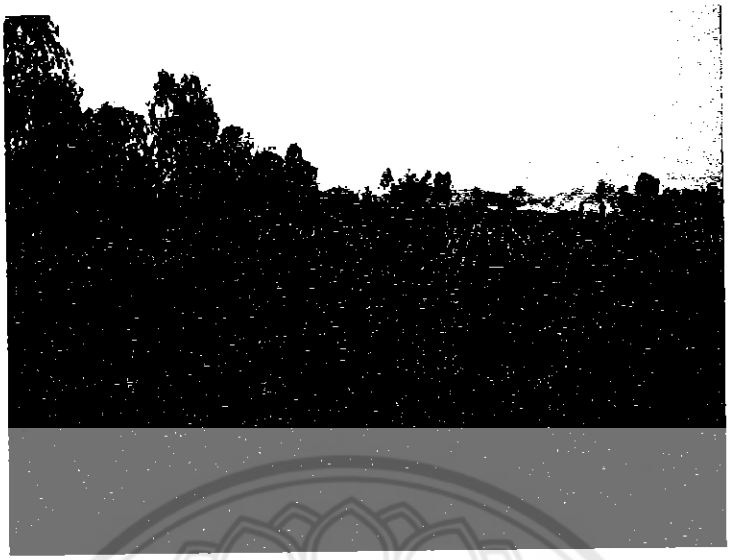
ภาคผนวก ข

ภาพแสดงการปฏิบัติงาน

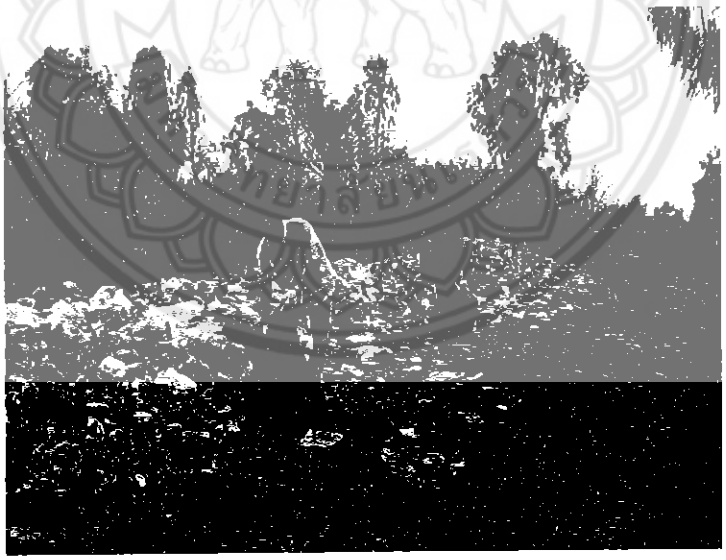


ภาพ 17 แสดงพื้นที่ในบริเวณสถานกำจัดขยะเทศบาลตำบลลานกระบือ ขณะยังไม่ดำเนินการกรรมวิธี MBT

ภาพ 18 แสดงพื้นที่ในบริเวณสถานกำจัดขยะเทศบาลตำบลลานกระบือ ในช่วงการปรับพื้นที่ก่อนตั้งกอง MBT



ภาพ 19 แสดงพื้นที่ในบริเวณสถานกำจัดขยะเทศบาลตำบลลานกระบือ
ในช่วงการปรับพื้นที่เรียบร้อยแล้ว

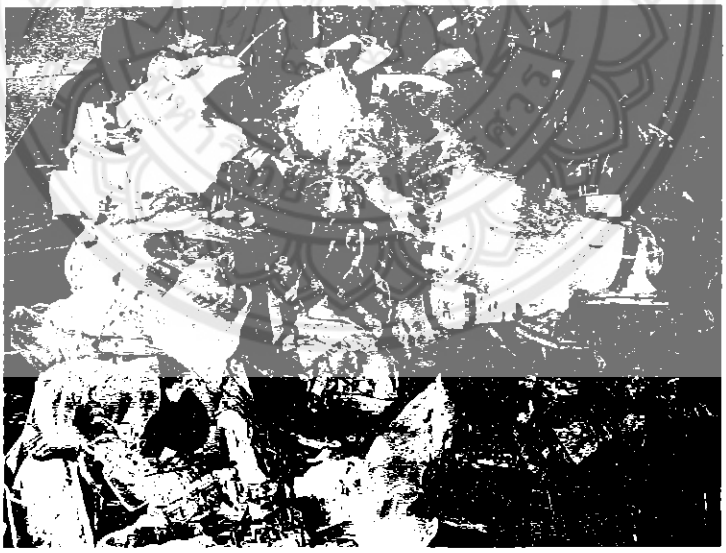


ภาพ 20 แสดงการสุ่มเก็บขยะเพื่อนำมาหาองค์ประกอบในขั้นแรก

ภาพ 21 แสดงการชั่งน้ำหนักขยะทั้งหมดก่อนแยกองค์ประกอบ

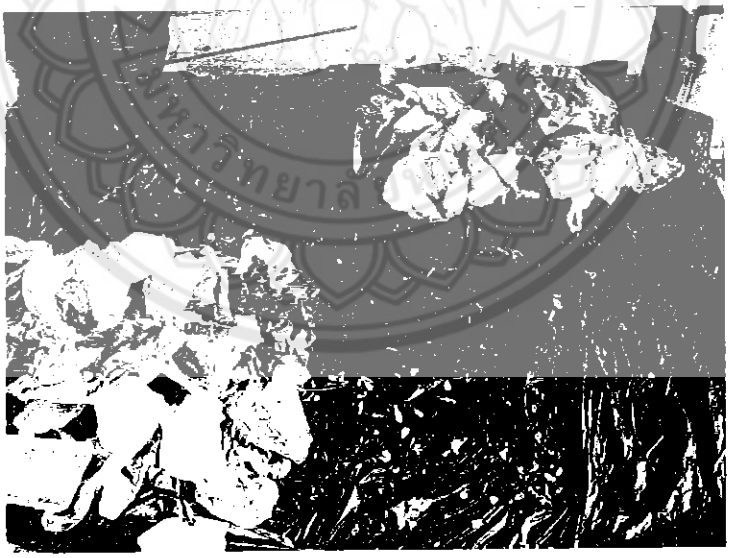
ภาพ 22 แสดงรวบรวมขยะทั้งหมดมากองรวมกัน

ภาพ 23 แสดงทำการเปิดปากถุงขยะเพื่อให้ทำการแยกได้ง่ายขึ้น



ภาพ 24 แสดงทำการคลุกเคล้าขยะให้เข้ากันเพื่อสุ่มเก็บตัวอย่างทดลอง

ภาพ 25 แสดงแบ่งขยะเป็นสี่ส่วนเพื่อสุ่มเก็บตัวอย่างทดลอง



ภาพ 26 แสดงเลือกส่วนตรงข้ามสองส่วนแยกออกเพื่อเก็บตัวอย่างทดลองตามน้ำหนักที่ต้องการ

ภาพ 27 แสดงการปาดขยะให้เสมอภาชนะเพื่อหาความหนาแน่นของขยะ

ภาพ 28 แสดงการยกกระแทกพื้นเพื่อหาความหนาแน่นของขยะ

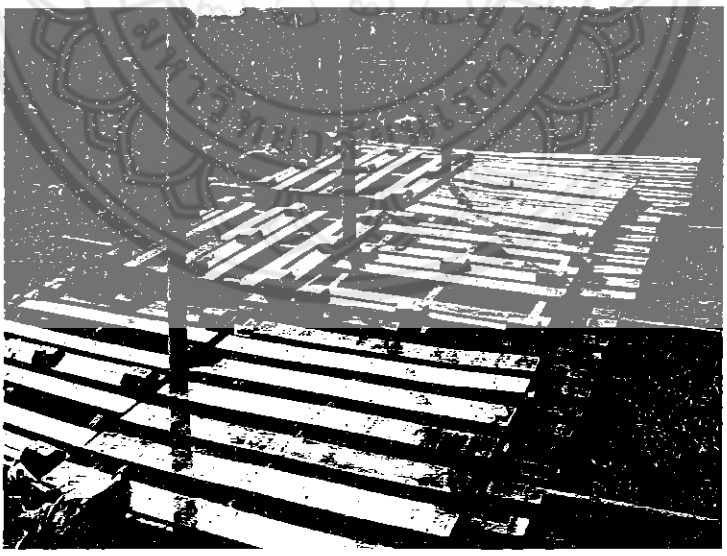
ภาพ 29 แสดงการแยกองค์ประกอบขยะแต่ละประเภท

ภาพ 30 แสดงองค์ประกอบขยะแต่ละประเภทที่แยกออกมาแล้ว

ภาพ 31 แสดงการนำขยะเข้าเตาอบเพื่อหาความชื้น

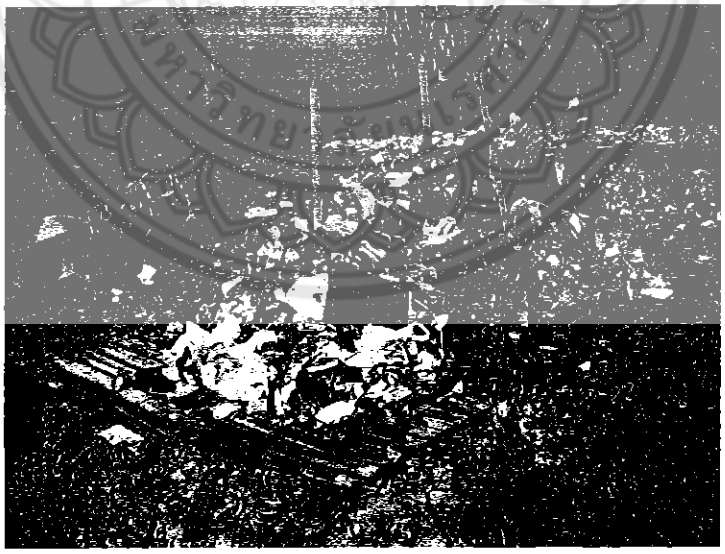
ภาพ 32 แสดงไม้พาเลทที่เตรียมไว้

ภาพ 33 แสดงการเตรียมไม้หาแลทเพื่อรอตั้งกอง MBT



ภาพ 34 แสดงการสอดท่อเพื่อรอตั้งกอง MBT

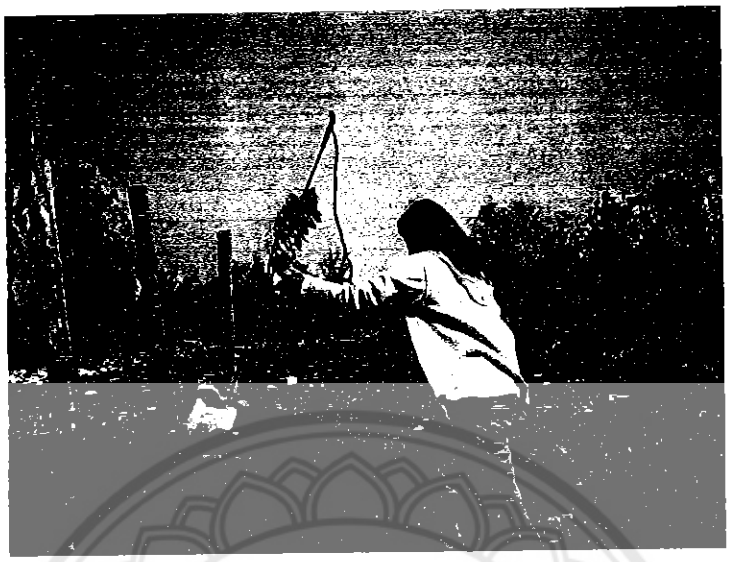
ภาพ 35 แสดงการฉีกเปิดปากถุงเพื่อให้เกิดย่อยสลายที่ทั่วถึง



ภาพ 36 แสดงขณะตั้งกอง MBT

ภาพ 37 แสดงกอง MBT เมื่อตั้งกองเรียบร้อยแล้ว

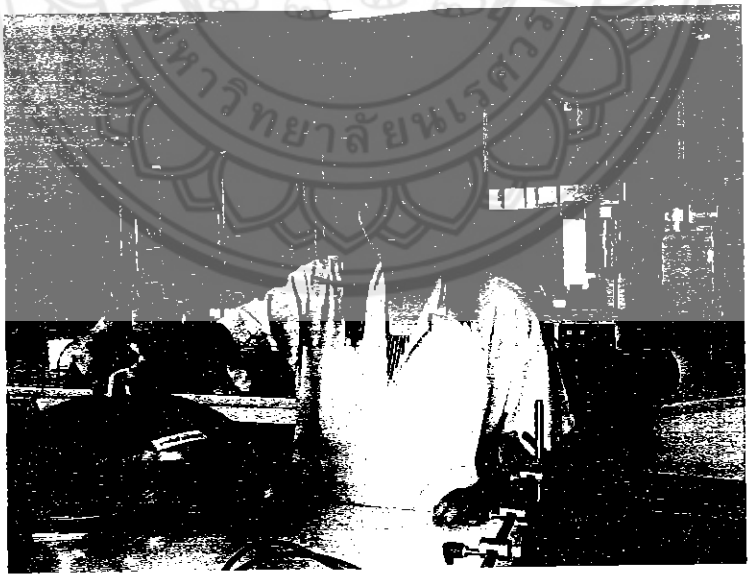
ภาพ 38 แสดงกอง MBT เมื่อคลุมกองเรียบร้อยแล้ว



ภาพ 39 แสดงการวัดอุณหภูมิภายในกอง MBT

ภาพ 40 แสดงการเตรียมเครื่องแก้ว

ภาพ 41 แสดงการเตรียมเครื่องวัด pH



ภาพ 42 แสดงการเตรียมโถทำแห้ง

ภาพ 43 แสดงการเลือกใช้สารเคมี

ภาพ 44 แสดงการใช้เครื่องชั่งสาร

ภาคผนวก ค

การประยุกต์ใช้ท่อพีวีซีเจาะรูสำหรับการบำบัดขยะโดยกรรมวิธีเชิงกล-ชีวภาพ

ภาคผนวก ค

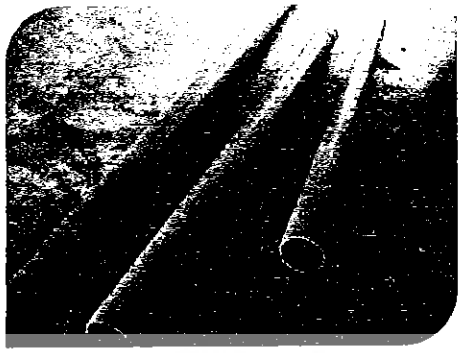
การประยุกต์ใช้ท่อพีวีซีเจาะรูสำหรับการบำบัดขยะโดยกรรมวิธีเชิงกล-ชีวภาพ

การประยุกต์ใช้ท่อพีวีซี (จักรวาล วัฒนากุล, 2550)

ใช้ท่อเติมอากาศโดยดัดแปลงใช้ท่อ PVC ขนาด 2 นิ้ว เจาะรูโดยมีระยะห่างระหว่างรู 5 เซนติเมตร โดยรอบ แสดงดังภาพ

ภาพ 45 แสดงการรเจาะรูของท่อ PVC

ภาพ 46 แสดงการเจาะรูระยะห่างโดยมีระยะห่างระหว่างรู 5 เซนติเมตร



ภาพ 47 แสดงการเจาะรูที่เสร็จเรียบร้อย

การนำท่อ PVC เจาะรูมาประยุกต์ใช้กับโครงงานเนื่องจาก

1. มีข้อจำกัดด้านค่าใช้จ่าย เพราะเนื่องจากทฤษฎีของ FABER AMBRA® จะใช้ท่อเหลือง ซึ่งเป็นท่อเฉพาะที่ใช้ในการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT มีราคาแพง และต้องสั่งนำเข้าจากประเทศเยอรมัน

2. ท่อ PVC เจาะรู สามารถประยุกต์ใช้แทน ท่อนำอากาศแบบเดิมมาใช้งานได้เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นภายในกองหมักไม่สูงมาก (ไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส) เพราะขยะที่นำมาบำบัดมีปริมาณน้อย ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านท่ออากาศและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก (จักรวาล วัฒนากุล, 2550)

3. ท่อ PVC สามารถประยุกต์โดยการเจาะรูมากกว่าเดิมได้ เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้กับกองหมัก เพื่อให้การบำบัดมีประสิทธิภาพมากขึ้น (จักรวาล วัฒนากุล, 2550)

4. สามารถใช้วัสดุอื่นที่สามารถทนความร้อนของอุณหภูมิภายในกองหมักแทนการใช้ท่อ PVC ได้ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการบำบัด (จักรวาล วัฒนากุล, 2550)