บทที่ 2

ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันเทศบาลนครพิษณุโลก และ GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH) ได้ดำเนินการจัดการขยะในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกอย่างเป็นระบบมีนโยบายที่จะบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT โดยได้มอบหมายให้ บริษัทฟาเบอร์ ประเทศไทย จำกัด เป็นผู้ดำเนินการตามกรรมวิธี Faber-Ambra® ที่สถานฝังกลบขยะแบบถูกหลักสุขาภิบาล เทศบาลนครพิษณุโลก ตั้งอยู่บริเวณบ้านบึงกอก ต.บึงกอก อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก

การจัดการขยะมูลฝอยโดยระบบเชิงกล - ชีวภาพ (MBT: Mechanical-Biological waste Treatment) เป็นวิธีการบำบัดขยะเพื่อการกำจัด ที่ค่อนข้างเรียบง่ายและมีราคาไม่แพง สามารถลดมลภาวะที่เกิดขึ้น ลดความต้องการเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการกำจัดเชิงควบคุม และลดต้นทุนโดยรวมของการฝังกลบขยะลงได้มาก (The Faber-Ambra® Concept, 1998)

ข้อมูลเกี่ยวกับขยะเป็นพื้นฐานในกิจกรรมต่างๆ ที่จะมีประโยชน์ต่อการจัดการขยะในระดับการวางแผนงาน (อุษา วิเศษสุมน, 2537) ดังนั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับขยะที่เราควรทราบขั้นพื้นฐานมีดังนี้

ทฤษฎีเบื้องต้น

1. ประเภทขยะ

การแบ่งประเภทของขยะสามารถแบ่งได้หลายรูปแบบ ตามลักษณะการเกิดหรือแหล่งกำเนิดหรืออาจแบ่งตามลักษณะทางกายภาพของขยะ มัลลิกา ปัญญาคะโป (2544) ได้จำแนกขยะตามลักษณะทางกายภาพออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1.1 ขยะเปียก เป็นขยะส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ต่างๆ เป็นส่วนที่มีความชื้นสูงสามารถย่อยสลายด้วยกระบวนการทางชีวภาพได้ง่ายก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น เป็นแหล่งเพาะ พันธุ์เชื้อโรคชนิดต่างๆ รวมทั้งยังเป็นที่อยู่อาศัยของพาหะนำโรคต่างๆ เช่น หนู แมลงวัน ตัวอย่างของขยะเปียก ได้แก่ เศษอาหาร เศษผลไม้ เศษหนังดิบ ปลายข้าว เศษซานอ้อย เป็นต้น

1.2 ขยะแห้ง เป็นขยะที่มีความชื้นต่ำอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ และอนินทรีย์ ย่อยสลายด้วยกระบวนการทางชีวภาพได้ยาก บางชนิดเผาไหม้ได้ เช่น เศษกระดาษ เศษใบไม้กิ่งไม้

เศษยาง เศษผ้า เศษเส้นใย บางชนิดไม่สามารถเผาไหม้ได้ เช่น เศษแก้ว เศษเหล็ก กระป๋อง โลหะ เศษกระจก เป็นต้น

1.3 เถ้า หมายถึง ของแข็งที่เหลืออยู่หลังจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงหรือของแข็งในรูปอื่นๆ

1.4 เศษสิ่งก่อสร้าง ได้แก่ ขยะที่เกิดจากการก่อสร้างและรื้อถอนสิ่งก่อสร้างต่างๆ เช่น ถนน อาคาร ขยะที่เกิดขึ้นได้แก่ เศษปูนซีเมนต์ เศษเหล็ก เศษหิน กรวด ทราย ขยะกลุ่มนี้มีความคงตัวสูง

1.5 ซากพืชและซากสัตว์ ได้แก่ ขยะจากเกษตรกรรม และเศษซากพืชซากสัตว์ที่ทิ้งรวมกันในขยะชุมชนและอุตสาหกรรมด้วย

1.6 ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำและน้ำเสีย เป็นส่วนที่แยกออกจากน้ำและน้ำเสียด้วยหน่วยบำบัดทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ตะกอนมีลักษณะเป็นของแข็งหรือกึ่งของแข็งมีทั้งส่วนที่ย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ด้วยกระบวนทางชีวภาพ

2. **ลักษณะที่นิยมทำการวิเคราะห์ขยะเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผน** (Characteristic of Solid Waste) **ได้แก่**

มัลลิกา ปัญญาคะโป (2544) ได้กล่าวถึงลักษณะของขยะเป็นข้อมูลสำคัญในการวางระบบการจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสม ลักษณะขยะสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ (Physical characteristic) ลักษณะทางเคมี (Chemical characteristics) ลักษณะทางชีววิทยา (Biological characteristics)

2.1 **ลักษณะทางกายภาพ** (Physical Characteristic)

2.1.1 **องค์ประกอบหรือส่วนประกอบของขยะ** (Physical Composition)

องค์ประกอบหรือส่วนประกอบของขยะจะเปลี่ยนตามสภาพของภูมิประเทศ ฤดูกาล และพฤติกรรมทางเศรษฐกิจ สังคม วิถีชีวิตตลอดจนอุปนิสัย และแบบแผนในการบริโภคแต่ละชุมชน (กรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงาน, 2535) ทำให้องค์ประกอบแตกต่างกันไป ซึ่งองค์กระกอบหลักมี 4 ประเภท คือ

1) ขยะอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ เช่น เศษอาหาร เศษใบไม้ หญ้า

2) ขยะรีไซเคิล เช่น แก้ว กระดาษ โลหะ พลาสติก อะลูมิเนียม และยาง

3) ขยะอันตราย หรือของเสียอันตรายจากชุมชน เช่น ถ่านไฟฉาย หลอดไฟฟ้า

4) ขยะทั่วไป เช่น เศษผ้า เศษไม้ เศษวัสดุก่อสร้าง เถ้าจากการเผาไหม้ และอื่นๆ

นอกจากนี้ยังมีขยะติดเชื้อที่เกิดจากโรงพยาบาลและสถานบริการสาธารณสุขต่างๆ อีกจำนวนหนึ่ง (กรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงาน, 2535)

องค์ประกอบขยะเป็นข้อมูลแสดงชนิดและการกระจายขององค์ประกอบย่อยของขยะแต่ละชนิด การกระจายของแต่ละองค์ประกอบแสดงเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก ข้อมูลองค์ประกอบของขยะมีความสำคัญในการวางแผนการจัดการขยะ

การแยกขยะอันตราย และขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) เป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT ในระบบเชิงกลขั้นที่ 1 (อธิบายในหัวข้อ 2.2.2)

อุษา วิเศษสุมน (2537) ได้แบ่งองค์ประกอบของขยะ ประเภทของขยะแต่ละอย่างรวมอยู่ในกองขยะ ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของขยะออกเป็น

1. เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ (Garbage) หมายถึง เศษผัก เศษผลไม้ เศษอาหารที่เหลือจากการเตรียม การปรุง และการบริโภค (ยกเว้น เปลือกหอย กระดูก ก้างปลา ซังข้าวโพด ก้านกระถิน) เช่น ข้าวสุก เปลือกผลไม้ เนื้อสัตว์ ฯลฯ

2. กระดาษ (Paper) หมายถึง วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเยื่อกระดาษตัวอย่าง เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ แมกกาซีน หนังสือต่างๆ ใบปลิว การ์ด ถุงกระดาษ กล่องกระดาษ กระดาษอัด ฯลฯ

3. พลาสติกและโฟม (Plastic& Fome) หมายถึง วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากพลาสติก ตัวอย่างเช่น ถุงพลาสติก ภาชนะพลาสติก ของเล่นเด็กที่ทำด้วยพลาสติก ผลิต- ภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ฯลฯ

4. ยาง (Rubber) และหนัง (Leather) หมายถึง วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากยางหรือหนัง ตัวอย่างเช่น เครื่องหนัง รองเท้า ลูกบอลหนัง กระเป๋าหนัง ฯลฯ

5. สิ่งทอ (Textile) หมายถึง สิ่งทอต่างๆ ที่ทำมาจากเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ เช่น ฝ้าย ลินิน ผ้าไนลอน ตัวอย่างเช่น ด้าย เสื้อผ้า ผ้าเช็ดมือ ถุงเท้า ฯลฯ

6. ไม้ (Wood) หมายถึง วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไม้ ไม้ไผ่ ฟาง หญ้า เ ศษ-ไม้ รวมทั้งดอกไม้

7. แก้ว (Glass) หมายถึง วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากแก้ว ตัวอย่างเช่น กระจก ขวดแก้ว หลอดไฟ เครื่องแก้ว ฯลฯ

8. โลหะ (Metal) หมายถึง วัสดุและผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ทำจากโลหะ ตัวอย่างเช่น กระป๋องโลหะ สายไฟ ภาชนะต่างๆ ตะปู ฯลฯ

9. หิน กระเบื้อง กระดูกสัตว์และเปลือกหอย (Stone & Ceramic) หมายถึง เศษหิน เศษกระดูกสัตว์ เปลือกหอย ตัวอย่างเช่น ceramics เปลือกหอย กุ้ง ปู กระดูกสัตว์ ฯลฯ

10. อื่นๆ และขยะที่เป็นอันตราย หมายถึง วัสดุอื่นใดที่ไม่สามารถจัดกลุ่มเข้ากลุ่มต่างๆ ข้างต้น รวมถึง ฝุ่น ทราย เถ้า ได้แก่ หลอดฟลูออเรสเซนต์ ถ่านไฟฉาย กระป๋องบรรจุ

องค์ประกอบส่วนที่เผาไหม้ได้ได้แก่ เศษผัก เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก ยาง หนัง ผ้า ไม้ และใบไม้ ส่วนองค์ประกอบส่วนที่เผาไหม้ไม่ได้ ได้แก่ แก้ว โลหะ หิน และกระเบื้อง

ส่วนขยะชุมชนของมหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา มีองค์ประกอบดังแสดงไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 องค์ประกอบขยะชุมชน มหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา พ.ศ. 2549

ประเภท	(ครั้งที่ 1) ร้อยละ	(ครั้งที่ 2) ร้อยละ	ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้ง 2 ครั้ง	ค่าเฉลี่ยของขยะประเทศไทย
1. เศษอาหาร	44.29	55.14	49.72	59.8
2. กระดาษ	5.71	6.58	6.15	7.7
3. พลาสติก	15.71	22.22	18.97	17.4
4. เหล็ก	2.86	0	1.43	3.1
5. โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	0.71	0.82	0.77	-
6. เศษผ้า	4.29	3.29	3.79	2.7
7. แก้ว ขวด	4.29	9.05	6.67	4.3
8. กิ่งไม้ เศษไม้จากการจัดแต่งสวน	20.00	0	10.00	-
9. กล่องอาหาร กล่องนม	0.71	1.23	0.97	-
10. อื่นๆ	1.43	1.65	1.54	5.0
รวม	100	100	100	100

ที่มา : จากการเก็บข้อมูลภาคสนาม และ Trankler et al. (2003)

2.1.2 ความหนาแน่น (Density)

ได้แก่ ค่ามวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของขยะแบ่งได้เป็นความหนาแน่นปกติ (Bulk Density) คือ ความหนาแน่นปกติโดยไม่มีการอัดหรือบีบขยะให้ผิดไปจากธรรมดา และความหนาแน่นในขณะขนส่ง (Transported Density) คือ ความหนาแน่นของขยะในรถยนต์เก็บขนใน ขณะขนส่ง ซึ่งปกติแล้วจะถูกทำให้แน่นขึ้นเนื่องจากการสั่นสะเทือนและการอัดของพนักงานเก็บขนขยะ โดยทั่วไปขยะที่มีพวกเศษอาหารจะมีความหนาแน่นสูงกว่าขยะที่มีพวกกระดาษหรือพลาสติกมาก (อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์, 2545) ซึ่งในตาราง 2 จะแสดงให้เห็นถึงความหนาแน่นเฉลี่ยทั่วไปของขยะที่ไม่ถูกอัดมาก่อน

ตาราง 2 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)

2.2.1 ความชื้น (Moisture Content)

หมายถึง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในขยะโดย ทั่วไปปริมาณน้ำที่มีอยู่ในขยะ มีทั้งน้ำที่อยู่ภายในตัวของขยะเอง (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) โดยในตาราง 3 จะแสดงให้เห็นถึงความชื้นของขยะจากแหล่งกำเนิดต่างๆ

Gabriele Janikowski et al. (2003) กล่าวว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในช่วงระหว่างการตั้งกอง เป็นสาเหตุทำให้ปริมาณความชื้นในกอง MBTมากขึ้นซึ่งมีผลต่อการใช้อากาศของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายขยะในกองMBT วิธีการพลิกกลับกองขยะ หรือการปิดคลุมกองขยะเป็นวิธีการลดปริมาณความชื้นของกอง MBT ได้

ตาราง 3 ความชื้นของขยะจากแหล่งกำเนิดต่างๆ

แหล่งกำเนิดขยะ(ไม่ถูกอัด)	ความชื้น (%โดยน้ำหนัก)	
	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

ตาราง 3 ความชื้นของขยะจากแหล่งกำเนิดต่างๆ (ต่อ)

แหล่งกำเนิด ขยะ(ไม่ถูกอัด)	ความชื้น (%โดยน้ำหนัก)	
	ช่วง	ค่าเฉลี่ย
- 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		
- มูลฝอยผสม	40 - 80	50
- ซากสัตว์	-	-
- 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)

โดยได้ทำการวิเคราะห์ ปริมาณสารไนโตรเจน (N) และปริมาณไฮโดรเจน (H) ข้อมูลองค์ประกอบด้านเคมีส่วนใหญ่จะนำมาใช้ในการเลือกวิธีและการออกแบบ

ระบบกำจัดขยะ เช่น ใช้คำนวณปริมาณอากาศที่ต้องใช้ในเตาเผาใช้คำนวณค่าความร้อนของขยะ ตลอดจนใช้คำนวณหาสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ซึ่งแสดงถึงความเหมาะสมของขยะโดยการกำจัดโดยการย่อยสลายทางชีวภาพ และปริมาณสารอาหารของเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการหมักทำปุ๋ย (อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์, 2545)

C/N ratio มีความสำคัญต่อการหมัก เนื่องจากจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และเป็นตัวกำหนดอัตราการย่อยสลายในกระบวนการหมัก โดยในระยะแรกของการย่อยสารอินทรีย์ จุลินทรีย์จะใช้คาร์บอนเป็นแหล่งพลังงานและใช้ไนโตรเจนในการสร้างโครงสร้างของเซลล์ ซึ่งต้องการคาร์บอนมากกว่าไนโตรเจน ถ้า C/N ratio ต่ำ การย่อยสลายจะใช้ระยะเวลาสั้น เพราะว่าจำนวนคาร์บอนที่จะถูกออกซิไดซ์ (Oxidize) จนถึงสภาวะที่เสถียรมีน้อย คาร์บอนส่วนมากจะถูกใช้ได้ง่ายกว่า ในขณะที่ C/N ratio สูงๆจะมีปริมาณคาร์บอนส่วนหนึ่งที่อยู่ในรูปของเซลลูโลส (Cellulose) และลิคนิน (Lignin) ซึ่งจะมีความต้านทานต่อการย่อยสลายของจุลินทรีย์ แต่ถ้ามีไนโตรเจนมากเกินไปก็จะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย ซึ่งเป็นการสูญเสียไนโตรเจนจากกองหมักและยังก่อให้เกิดกลิ่นจากกระบวนการหมักนี้ได้ หรือถ้าคาร์บอนมากเกินไปการย่อยสลายก็จะลดลงเนื่องจากรุลินทรีย์จะเติบโตได้ไม่ดีเมื่อมีไนโตรเจนน้อย ระยะเวลาในการหมักก็จะนานขึ้น (Gotaas, 1976) เป็นต้น

2.2.4 ปริมาณสารอินทรีย์ (Organic Matter)

สารอินทรีย์ได้จากการสลายตัวของสิ่งมีชีวิตที่เน่าเปื่อยผุพังสลายตัวทับถมกันอยู่ของซากพืช ซากสัตว์ และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น ไส้เดือน แมลง จุลินทรีย์ สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ช่วยให้ดินมีลักษณะร่วนซุย มีสีดำหรือสีน้ำตาล ที่เรียกว่า ฮิวมัส (Humus) การวัดปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในขยะสามรถบ่งบอกถึงอัตราการย่อยสลายของขยะได้เมื่อปริมาณที่วิเคราะห์ออกมามีปริมาณน้อยและคงที่แสดงว่าอัตราการย่อยสลายของขยะคงที่

2.2.5 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

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

2.2.6 สารปนเปื้อนอื่น ๆ

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 4 ได้แสดงค่าส่วนที่เผาไหม้ได้ และค่าความร้อนของขยะทั่วไป

ตาราง 4 ส่วนที่เผาไหม้ได้ และค่าความร้อนของขยะทั่วไป

ชนิดของของเสีย	ส่วนที่เผาไหม้ได้ (%โดยน้ำหนัก)	ค่าความร้อน(มูลฝอยแห้ง) (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

ตาราง 4 (ต่อ)

ชนิดของของเสีย	ส่วนที่เผาไหม้ได้ (%โดยน้ำหนัก)	ค่าความร้อน (มูลฝอยแห้ง) (kJ/kg)
- 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)

พื้นฐานการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT

การบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT เป็นกรรมวิธีที่ถูกพัฒนาและคิดค้นขึ้นในประเทศเยอรมนีและใช้กันอย่างกว้างขวางโดยเรียกกรรมวิธีนี้ว่า"Kaminzugverfahren" โดยมี Wilhelm Faber Gmbh เป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ (Gabriele Janikowski et al., 2003)

หัวใจของกระบวนการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT นี้อยู่ที่การบำบัดขยะแบบชีวภาพขั้นต้น ซึ่งไม่ได้จำกัดกระบวนการไว้เพียงแค่วิธีการอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้หลากหลายขึ้นอยู่กับอุปกรณ์และรูปแบบของการบำบัด แต่ละขั้นตอนของการบำบัดขยะสามารถรวมและผสมผสานกันได้ตามที่ต้องการเพื่อให้เข้ากับขอบเขตเงื่อนไขและวัตถุประสงค์ของแต่ละสถานการณ์

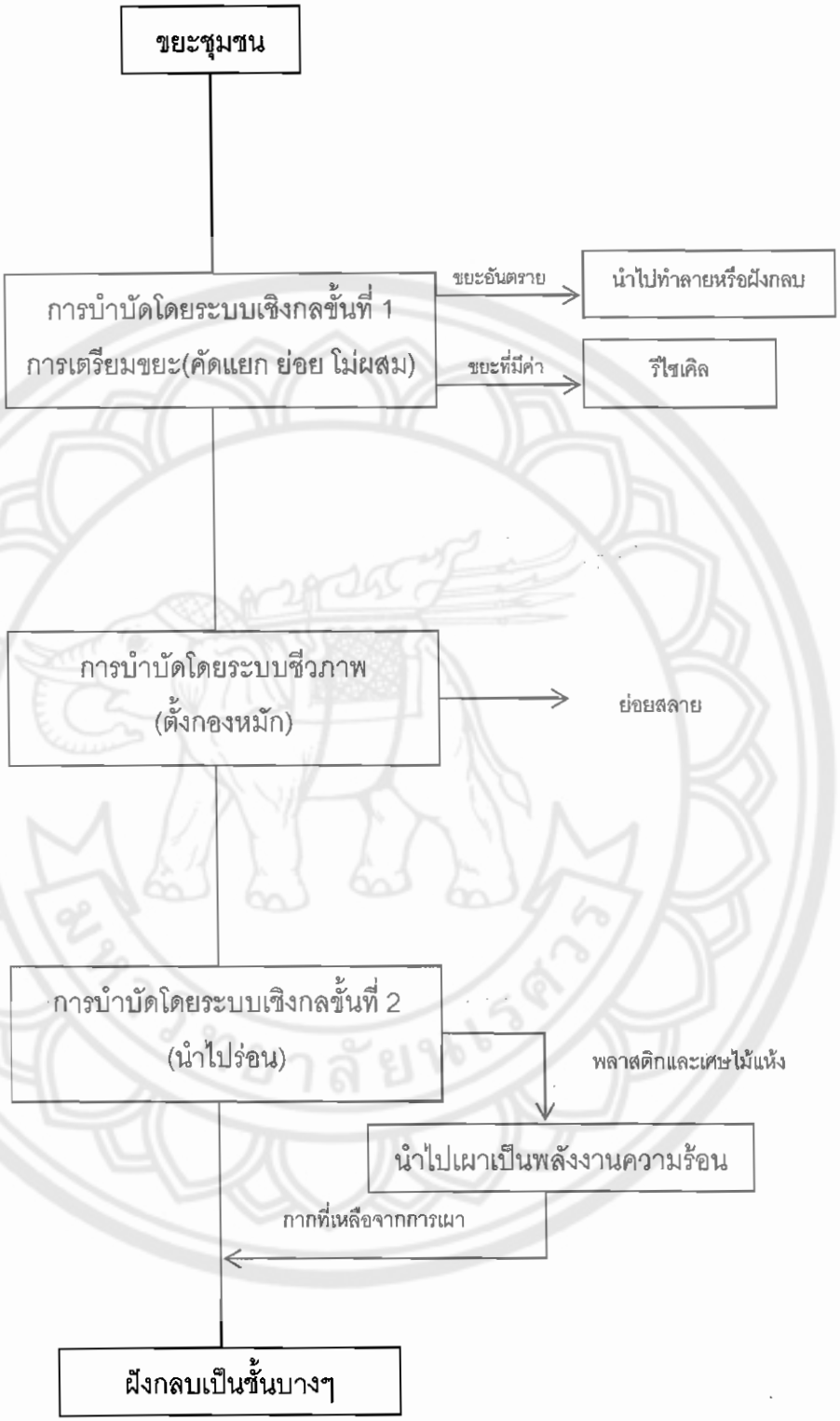
1. วัตถุประสงค์ของการทำ MBT

วัตถุประสงค์ของการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT ก็คือ การย่อยสลายอินทรียวัตถุที่อยู่ในขยะให้ได้มากที่สุด นั้นก็หมายความว่าเชื้อจุลลินทรีย์ที่ยังเหลืออยู่ ไม่สามารถทำงานหรือมีชีวิตอยู่ได้ ดังนั้นจึงไม่เกิดก๊าซ และน้ำชะขยะที่เกิดจากบ่อฝังกลบ

เนื่องจากอินทรียวัตถุที่อยู่ในขยะจะถูกย่อยสลาย และเหลือขยะจำนวนน้อยที่จะนำไปฝังกลบ และขยะที่นำไปฝังกลบนี้สามารถบดอัดได้ดี และมีความหนาแน่นสูง เนื่องด้วยระหว่างการบำบัดขยะขนาดเล็กจะถูกผสมเข้าไปในช่องว่าง และระหว่างที่บำบัดขยะโดยระบบชีวภาพขยะจะเสียการยึดหยุ่นจากความร้อนที่เกิดขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงสามารถฝังกลบขยะที่ผ่านการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT ได้โดยง่ายสามารถช่วยลดปริมาณของขยะที่จะนำไปฝังกลบ ซึ่งจะช่วยยืดอายุการใช้งานของบ่อฝังกลบ และไม่มีมลพิษในบ่อฝังกลบ (The Faber-Ambra® Concept, 1998)

2. ขั้นตอนการบำบัดขยะโดยกระบวนการ MBT

การบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT เป็นกระบวนการบำบัดที่พัฒนามาจากการบำบัดขยะเบื้องต้น คือ การบำบัดโดยระบบเชิงกล (mechanical) การบำบัดโดยระบบชีวภาพ (biological) และการบำบัดโดยระบบใช้ความร้อน (thermal) ซึ่งสามารถนำระบบข้างต้นมาผสมผสานกันได้ ดังแสดงในภาพ 1



ภาพ 1 ขั้นตอนการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MBT

ที่มา: The Faber-Ambra® Concept (1998)

1. กระบวนการจัดการขยะมูลฝอยโดยระบบเชิงกลขั้นที่ 1

1.1 คัดแยกขยะอันตรายออก เช่น แบตเตอรี่ กระป๋องสเปรย์ ถ่านไฟฉาย ยางรถยนต์ขนาดใหญ่ เป็นต้น เนื่องจากเป็นขยะที่ย่อยสลายได้ยากและเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ในกองหมัก MBT ระหว่างการย่อยสลาย จากนั้นแยกขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ (Recycle) ออก เพื่อเลดปริมาณของขยะก่อนนำไปบำบัดโดยวิธี MBT

1.2 การย่อย โม่ผสมขยะ เป็นการนำขยะมาคลุกเคล้าให้เข้ากันและเปิดปากถุงพลาสติกที่บรรจุขยะและยังเป็นการลดขนาดของถุงพลาสติกด้วย เพื่อเป็นการกระจายความชื้นในขยะให้ทั่วกัน รวมทั้งยังเป็นการกระจายจุลินทรีย์ที่เป็นตัวย่อยสลายให้ทั่วพื้นที่ของกอง MBT ซึ่งในขั้นตอนนี้เป็นส่วนที่สำคัญมากในกระบวนการบำบัดขยะโดยระบบ MBT (Gabriele Janikowski et al., 2003)

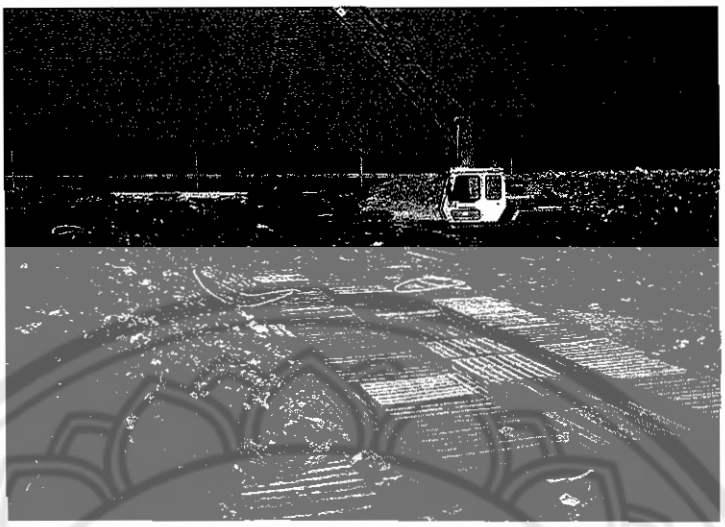
2. กระบวนการจัดการขยะโดยระบบชีวภาพ

การบำบัดขยะโดยระบบ MBT เป็นการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในขยะแบบใช้อากาศ โดยอากาศและน้ำจะทำปฏิกิริยากันอินทรียวัตถุ หลังจากนั้นจะเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงานความร้อน ดังสมการที่ 1

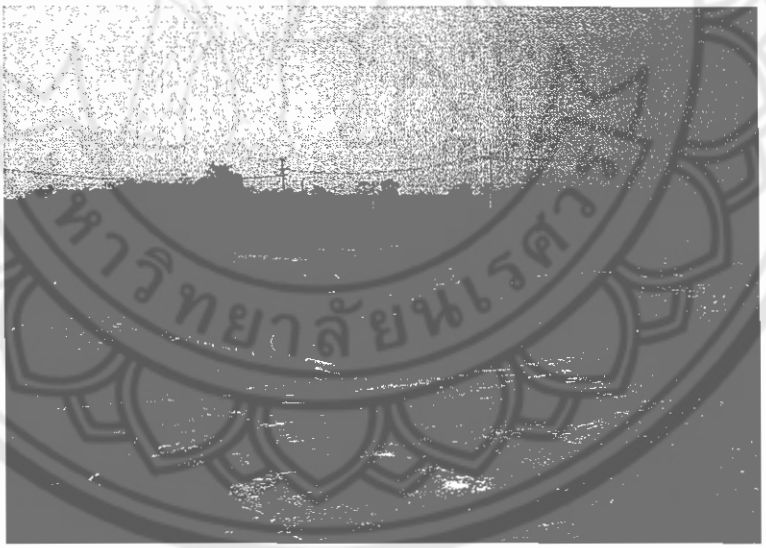
$$(CHONS) + O_2 + H_2O \longrightarrow CO_2 + H_2O + \text{พลังงานความร้อน} \quad (1)$$

จากภาพ 2 เป็นการตั้งกองขยะ MBT ตามวิธีของ Faber- Ambra® โดยขนาดของกอง MBT ตามทฤษฎีของ Faber- Ambra® มีขนาด 25 เมตร – 30 เมตร สูง 1.8 เมตร โดยจะตั้งกองขยะบนไม้ Pallets และมีท่อระบายอากาศ (Ventilation Pipes) วางไม้ Pallets โดยเว้นระยะท่อระบายอากาศประมาณ 4 เมตร (คำนวณจาก 1 m^2/ตัน ของกองขยะที่ผ่านการโม่) และโค้งขึ้นตรงกลางกอง MBT เพื่อเป็นการเติมอากาศให้แก่กอง MBT (Gabriele Janikowski et al., 2003)

เมื่อตั้งกองขยะเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำวัสดุจากธรรมชาติ (Biofilter-Material) เช่น กากมะพร้าว หรือเศษไม้ มาใช้ปิดคลุมกองหมัก (ภาพ 3) จากทฤษฎีของ Faber- Ambra® กำหนดให้ Biofilter มีความหนาปิดคลุมกอง 20-40 เซนติเมตร (Gabriele Janikowski et al., 2003)



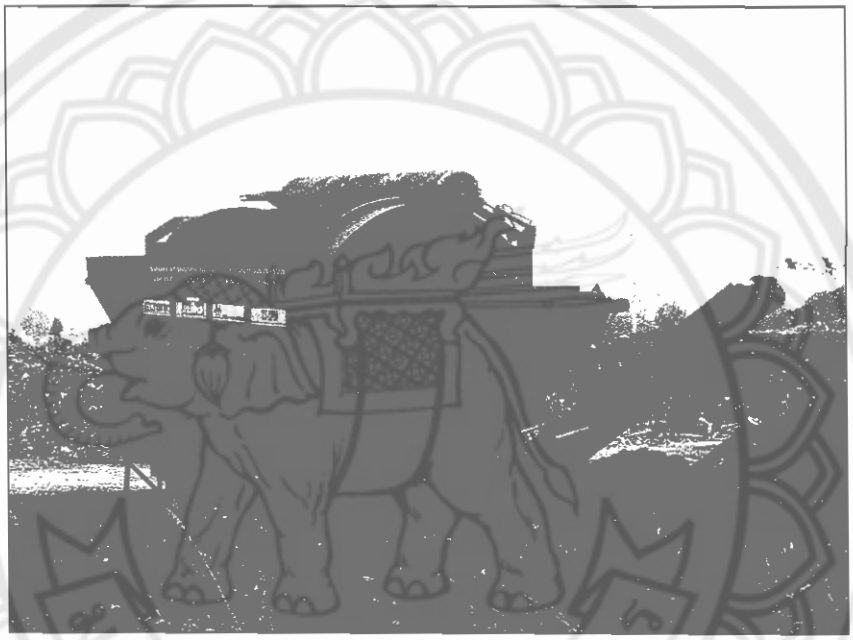
ภาพ 2 ลักษณะการตั้งกองขยะของบริษัท FARBER AMBRA โดยใช้ ไม้ Pallets รองพื้น



ภาพ 3 ปิดคลุมกองหมักด้วย Biofilter

3. กระบวนการจัดการขยะมูลฝอยโดยระบบเชิงกลขั้นที่ 2

หลังจากผ่านขั้นตอนการย่อยสลายแล้ว จะนำขยะที่ผ่านการบำบัดแล้วไปร่อน ดังภาพ 4 ให้ได้ 3 ขนาดคือ ขนาดเล็ก (<10mm.) ขนาดกลาง (10mm.-40mm.) และขนาดใหญ่ (>40mm.) ซึ่งขยะขนาดใหญ่ที่ผ่านการร่อนแล้วนี้ สามารถเผาไหม้ได้ไปใช้เป็นพลังงานความร้อน (RDF:Refuse Deerived Fuel)



ภาพ 4 เครื่องร่อนขยะหลังการบำบัดโดยกระบวนการ MBT

การร่อนขยะหลังจากการบำบัดโดยขั้นชีวภาพแล้วมีผลดีมากกว่าก่อนบำบัดโดยวิธีชีวภาพ เพราะว่าได้ย่อยสลายอินทรียวัตถุจากกองขยะ และพลาสติกและวัสดุที่เผาไหม้ได้ที่แยกออกมาจะมีค่าพลังงานความร้อนที่สูงกว่า รวมถึงการขนส่งสามารถขนส่งได้ปริมาณมากกว่าขยะที่ไม่ได้รับการบำบัดโดยชีวภาพ นอกจากนั้นขยะที่ผ่านกรรมวิธี MBT ที่เหลือ สามารถลดปริมาณขยะที่จะนำไปฝังกลบ ซึ่งจะเป็นการยืดอายุการใช้งานของบ่อฝังกลบขยะที่นำไปฝังกลบ สามารถบดอัดได้ดี และมีความหนาแน่นสูง และไม่มีมลพิษในบ่อฝังกลบ (The Faber-Ambra® Concept, 1998)

3. **ข้อดีของการบำบัดขยะโดยระบบเชิงกล – ชีวภาพ (MBT)**
   - 3.1 ลดปัญหาเรื่องกลิ่นที่ออกจากบ่อฝังกลบ
   - 3.2 ลดปัญหาน้ำชะขยะมูลฝอย
   - 3.3 ลดปริมาณก๊าซมีเทน
   - 3.4 ยืดอายุการใช้งานของบ่อฝังกลบ
   - 3.5 สามารถบดอัดขยะได้ถึง 1,1 – 1,2 tons/cbm
   - 3.6 เป็นเทคโนโลยีที่ไม่ยุ่งยาก
   - 3.7 สามารถลดการทรุดตัวของบ่อฝังกลบ
   - 3.8 ลดผลกระทบด้านมลภาวะที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Bockreis, A. & Steinberg, I. (2005) ได้ทำการศึกษาการลดการกระจายตัวของก๊าซและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในการบำบัดขยะขั้นต้นก่อนการนำขยะไปกำจัดของขยะเมื่อ 6 ปีที่ผ่านมา เป็นการทดลองต่อเนื่องโดยดำเนินการโดยองค์กร WAR (Industrial Material Flows and Enviromental Planning) กับ TU Darmstadt สรุปในเรื่องการแผ่กระจายตัวของก๊าซจากการบำบัดขยะเบื้องต้น ได้รวบรวมความแตกต่างของกระบวนการบำบัดขยะที่มีการเพาะเชื้อในหลายถังปฏิกิริยาและข้อมูลต่างๆ ประกอบขึ้นเป็นส่วนประกอบของก๊าซ และน้ำชะขยะ ในงานวิจัยได้สรุปผลเบื้องต้นของผลผลิตที่เกิดจากก๊าซ และส่วนประกอบของก๊าซจากองค์ประกอบขยะที่แตกต่างกันใช้ช่วงเวลา 6 ปี

Trankler, J. et al. (2003) ได้ศึกษาการบำบัดขยะเบื้องต้นกระบวนการเชิงกล -ชีวภาพในเขียตะวันออกเฉียงใต้ ในแง่ทางทฤษฎีและการนำไปใช้ได้จริง ตั้งแต่กุมภาพันธ์ (2002) ทำการทดลองบำบัดเบื้องต้นที่บ่อฝังกลบ โดยกระบวนการประกอบได้ด้วย การทำให้เข้ากันและการทำให้เป็นชิ้นย่อย แล้วจึงตั้งกองหมัก ส่วนความหนาแน่นได้ทำการศึกษาติดตามโดยควบคุมเนื้อหา **โปรแกรมวิจัยอย่างกว้างขวาง สภาวะต่างๆด้านสภาพภูมิอากาศประกอบกับส่วนลักษณะเฉพาะของขยะมีผลต่อการลดการใช้ออกซิเจน การที่ฝนตกหนักทำให้เกิดการเปลี่ยนการคืนสภาพไม่ได้เป็นการขัดขวางการลดลงทุกส่วนจากการใช้ออกซิเจน และการไม่ใช้ออกซิเจน การที่ไม่ได้มีการตั้งกองหมักหมุนวนเป็นระยะๆ ก่อให้เกิดความเสี่ยงในการเกิดก๊าซมีเทน เยอรมนีได้มีการเสนอแนะวางแผน "Environmentally compatible landfilling of domestic methane waste" ให้เป็นกระ บวนการที่มีประสิทธิภาพโดยให้มีการปรับกระบวนการให้อยู่ภายใน 300วัน หลักประกัน**

ด้านการตั้งค่าให้มีความเสถียรคงที่ในเรื่องลักษณะเฉพาะด้านค่าTOC Oxygen และในรูปก๊าซธรรมชาติที่ตกค้างอยู่

Robinson, H.D. et al. (2005) ได้ทำการรวบรวมข้อมูลและตัวอย่างน้ำชะขยะจากบ่อฝังกลบขยะEU ที่ทำการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MSOR (Mechanically Sorted Organic Residues) ในรูปกากของเสีย และ MBT ได้สรุปเรื่อง หลักสุขาภิบาล โลหะหนัก และปริมาณสารอินทรีย์ พบว่าน้ำชะขยะของขั้นตอนการบำบัดขยะโดยกรรมวิธี MSOR มีระดับมลพิษที่สูงมาก แต่จากกราฟของส่วนอัตราการย่อยสลาย และน้ำชะขยะมีค่าเท่าหรืออ่อนกว่าการบำบัดขยะขั้นต้นขั้นชีวภาพจากการทำงานร่วมกันในบ่อกำจัดขยะแบบ Con-Ventional Methanogenic ผลของการบำบัดโดยกรรมวิธี MBT บ่งบอกได้ว่าสามารถลดปริมาณความเข้มข้นของปริมาณสารอินทรีย์ และค่าแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำชะขยะ

Munnich, K. et al. (2005) กล่าวว่าบ่อขยะชุมชนสามารถแก้ไขได้โดยใช้วิธีเชิงกล-ชีวภาพพบว่าหลังการบำบัดค่าสารอินทรีย์ (COD และ BOD_5) ค่าอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด และค่าไนโตร- เจนทั้งหมดในน้ำชะขยะ และก๊าซที่เกิดขึ้นมีอัตราลดลงกว่า 90% ของขยะสดที่ยังไม่ได้บำบัด ปริมาตรของขยะในบ่อขยะมีแนวโน้มลดลงถึง 70% การพยายามก่อสร้างบ่อขยะปรับให้เข้ากับสภาวะแดดล้อม และลดปริมาณขยะให้น้อยและคงที่ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้หลายทาง นำไปฟื้นฟูป่า นำไปคลุมขยะในการทำให้เกิดความร้อน เกิดพลังงานขึ้น สภาวะสิ่งแวดล้อมมีความ สำคัญต่อการทำ MBT โดยได้สรุปโครงการ MBT ขนาดทดลองของ Rio de Janeiro ประเทศบราซิล และแสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีนี้สามารถนำไปใช้พัฒนากับพื้นที่ชนบทได้สำเร็จรวมถึงเศรษฐกิจ สังคมและ ความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม

Outi K.Tolvanen et al. (2005) กล่าวว่าจุดเด่นพิเศษในการจัดการขยะของประเทศฟินแลนด์มีจุดเด่นเรื่องการแยกจากแหล่งกำเนิดโดยแยกขยะจำพวกเศษอาหารในห้องครัว (จากการเตรียมอาหาร) โดยมากกว่า 2 ใน 3 ของประชากรชาวฟินแลนด์ โดยการนำมาตั้งกองหมัก 5% ของขยะสดประชากรได้ทำ MBTโดยมีโครงบำบัดจำพวกขยะสดจากครัวอยู่ที่ Mustasaari เพียงแหล่งเดียวในประเทศฟินแลนด์ สำหรับการป้องกันของคนงานเจ้าหน้าที่ เจ้าของโครงการบำบัดได้รับมอบหมายให้ศึกษาปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม และที่เกี่ยวกับด้านสุขภาพในส่วนพื้นที่ของโรงบำบัด ระหว่างปี1998-2000 ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่น จุลินทรีย์เชื้อโรค ปริมาณสารพิษที่เกิดขึ้นมา และระดับเสียง ได้มีการตรวจสอบสิ่งที่เป็นปัญหาในโรงงานโดยทำการตรวจสอบพื้นที่ใช้งาน 3 ส่วนของกระบวนการบำบัดขั้นเบื้องต้นคือ ห้องโม่ ,ห้อง Bioreactor และห้อง Drying ความสัมพันธ์ระหว่างคนงานเจ้าหน้าที่กับปัญหางานกับสุขภาพ ตัวชี้ที่เป็นปัญหาด้านสุขภาพคือ

ปริมาณของจุลินทรีย์เชื้อโรค และปริมาณสารพิษที่เกิดขึ้น บางที่มีระดับที่เพิ่มขึ้นเป็นอันตรายต่อสุขภาพระหว่างที่มีการกำจัด จัดเก็บขยะและในห้อง Bioreactor เพราะว่าคนงานเจ้าหน้าที่ได้มีการแสดงอาการ ไอแห้งๆ หรือเหมือนมีอาการคันระคายเคือง 1 หรือ 2 เดือน โดยข้อแนะนำควรใช้หน้ากาก (เบอร์P3)ในส่วนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับฝุ่น ส่วนระดับเสียงในห้อง Drying เกินกว่า มาตรฐานประเทศฟินแลนด์กำหนดที่ 85 dBA. ดังนั้นสามารถสรุปส่วนที่เกี่ยวกับการบำบัดขั้นเชิงกลได้ดังนี้ ขยะส่วนหลังการบำบัดที่แห้งสำหรับการเผาไหม้ และส่วนที่เป็นขยะสดสำหรับการบำบัดโดยไม่ใช้อากาศ ส่วนทางด้านสุขภาพให้ความสำคัญแก่พนักงานมากกว่าหรือควบคู่กับการบำบัดโดยใช้อากาศ และการบำบัดแบบแห้ง

สภาพปัญหาของการจัดการขยะที่มหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา

พื้นที่กำจัดขยะในอดีต อยู่ภายในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 1 ไร่ สภาพพื้นที่เป็นที่ดินเชิงเขา บริเวณรอบๆพื้นที่ เป็นป่า ไม่มีที่พักอาศัย ห่างจากเขตชุมชนประมาณ 3 กิโลเมตร มีบ่อสำหรับเทกอง 2 บ่อ ไม่มีวัสดุปูรองพื้นบ่อ ขนาดบ่อ 5.00x10.00x2.50 เมตร การกำจัดขยะของมหาวิทยาลัยนเรศวรระยะแรก กำจัดขยะด้วยวิธีการเทกอง (Dumping) ลงในหลุมที่ขุดเตรียมไว้ และการเผากลางแจ้ง (Open Burning) เมื่อขยะเต็มบ่อก็จะใช้รถ Back-Hoe ขุดดินขึ้นมาถม หลุมใหม่ที่ได้จะทำการเทกองต่อไป ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาที่เกิดขึ้นสำคัญๆ มีดังนี้

1. ปัญหาด้านกลิ่น ขยะจำนวนมากที่กองทิ้งไว้ในพื้นที่ในปัจจุบันมีบางส่วนที่ถูกเผาไหม้และบางส่วนที่เผาไหม้ไม่หมด อยู่ในสภาพเน่าเปื่อยเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดปัญหากลิ่นรบกวน แต่ในผลกระทบนี้ไม่มีผลต่อชุมชนเนื่องจากพื้นที่กำจัดขยะอยู่ห่างไกลจากชุมชน

2. ปัญหาเป็นแหล่งเพาะพันธุ์แมลงวันและสัตว์นำโรค ขยะที่เผาไหม้ไม่หมดเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวันและสัตว์นำโรคได้ นอกจากนี้ยังมีหนูและสัตว์นำโรคอื่นๆ ซึ่งสัตว์เหล่านี้เป็นพาหะที่สำคัญในการนำโรคติดต่อต่างๆ มาสู่คนได้

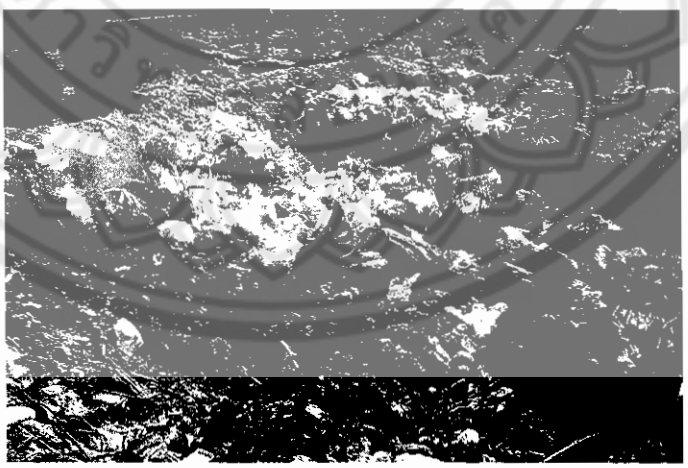
3. **ปัญหาน้ำเสียที่เกิดจากขยะ** (Leachate) **ทำให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำเสียจากขยะกับแหล่งน้ำผิวดิน เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ** (Water Pollution)

4. **ปัญหามลพิษทางดิน** (Soil Pollution) **เนื่องจากการเผาไหม้สารเคมีสะสมในดิน**

เนื่องจากปัญหาดังกล่าวข้างต้นผู้ศึกษาจึงเสนอให้มหาวิทยาลัยฯ ปิดบ่อ โดยทำการฝังกลบบ่อดังกล่าวและหาแนวทางในการจัดการกับขยะที่เกิดขึ้นอย่างถูกต้องและเหมาะสม

การจัดการขยะของมหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา เริ่มแรกได้ดำเนินการกำจัดขยะโดยการเทกอง (Dumping) ลงในหลุมที่เตรียมไว้ และการเผากลางแจ้ง (Opening – Burning) เมื่อเต็มหลุมแล้วก็ใช้รถแบ็คโฮขุดดินขึ้นมาถม หลุมใหม่ที่ได้จึงทำการเทกองต่อไป ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล ก่อให้เกิดปัญหาด้านกลิ่น ปัญหาน้ำเสียที่เกิดจากขยะ (Leachate) และปัญหาแมลงวันชุกชุมจากขยะที่ทิ้งกองไว้ ดังภาพ 5 และ 6

ภาพ 5 สภาพบ่อฝังกลบก่อนที่จะมีการจัดการขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา



ภาพ 6 การกำจัดขยะแบบไม่ถูกหลักสุขาภิบาลภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา

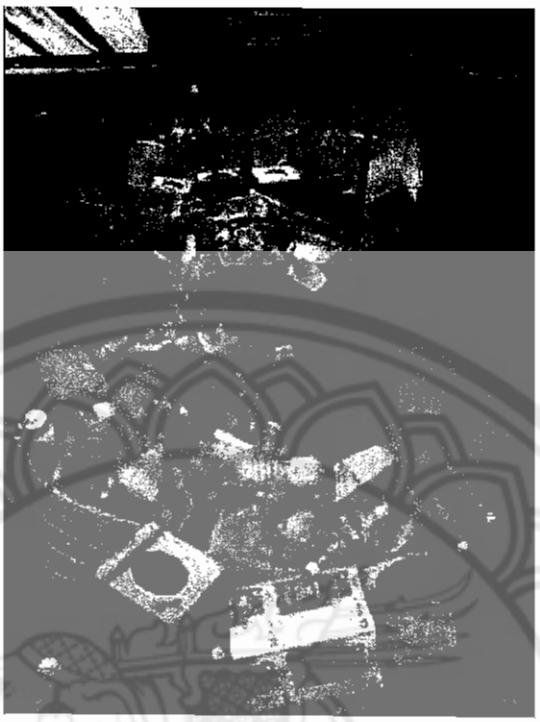
การทำปุ๋ยหมักจากขยะโดยระบบกองแบบมีการระบายอากาศตามธรรมชาติ
(Passively Aerated Windrow)

มหาวิทยาลัยนเรศวรโดย ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Research Centre) ได้เริ่มโครงการศึกษาการจัดการขยะโดยศึกษาการจัดการขยะเพื่อการทำปุ๋ยหมักจากขยะโดยระบบกองแบบมีการระบายอากาศตามธรรมชาติ (Passively Aerated Windrow) ซึ่งมีปริมาณถึง 51.52% ของปริมาณขยะทั้งหมด และมีส่วนที่สามารถคัดแยกออกไปจำหน่ายได้ 36.33% ซึ่งจะทำให้เหลือขยะที่จะนำไปกำจัดอีก 21.15% หรือประมาณ 300 กิโลกรัมต่อวัน ดังภาพ 7

ภาพ 7 การเก็บขนขยะภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา

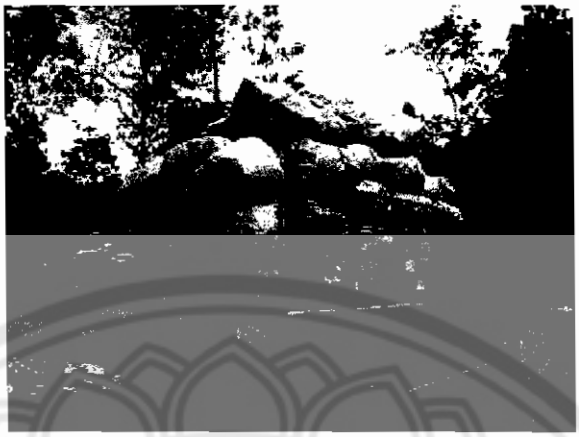
เมื่อขยะถูกขนส่งมายังสถานที่กำจัดขยะ จัดให้มีพนักงานคัดแยกขยะที่ขายได้ และเก็บรวบรวมไว้ เพื่อรอการจำหน่าย ดังภาพ 8 มีรถเข้ามารับซื้อ เดือนละ 1–2 ครั้งต่อเดือน (แล้วแต่กิจกรรมภายในมหาวิทยาลัย ในแต่ละภาคการศึกษา) ดังภาพ 9 จากข้อมูลที่ทำการรวบรวมสามารถคัดแยกขยะ รายได้จากการขายขยะประมาณ 2,045 บาทต่อเดือน



(ก)

(ข)

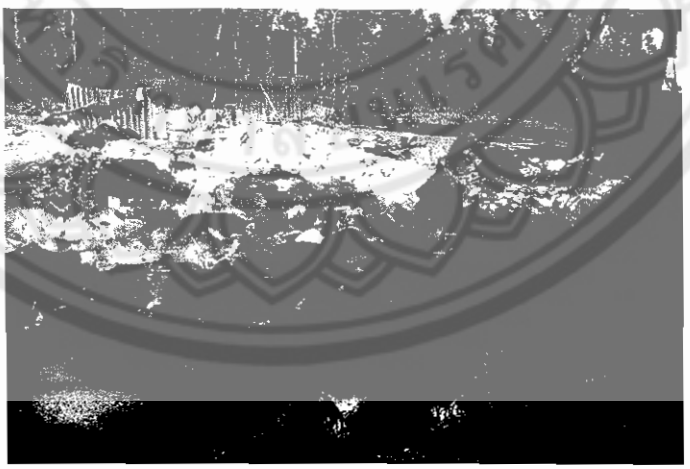
ภาพ 8 การคัดแยกขยะเพื่อนำไปจำหน่าย



ภาพ 9 รถรับซื้อขยะ

การบำบัดและการกำจัดขยะโดยวิธีการหมักทำปุ๋ย

จากการศึกษาองค์ประกอบของขยะพบว่ามหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา มีขยะเศษอาหารมากถึง 51.52% ของจำนวนขยะทั้งหมด ทางเลือกที่เหมาะสมในการจัดการกับขยะเศษอาหารซึ่งเป็นสารอินทรีย์ ก็คือการนำมาทำปุ๋ยหมัก ดังภาพ 10 และ 11

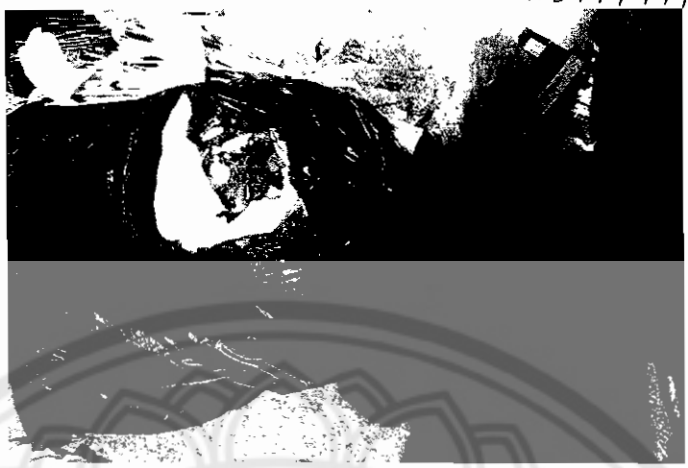


ภาพ 10 สภาพของขยะในบ่อฝังกลบก่อนนำมาคัดแยกเพื่อหมักทำปุ๋ย

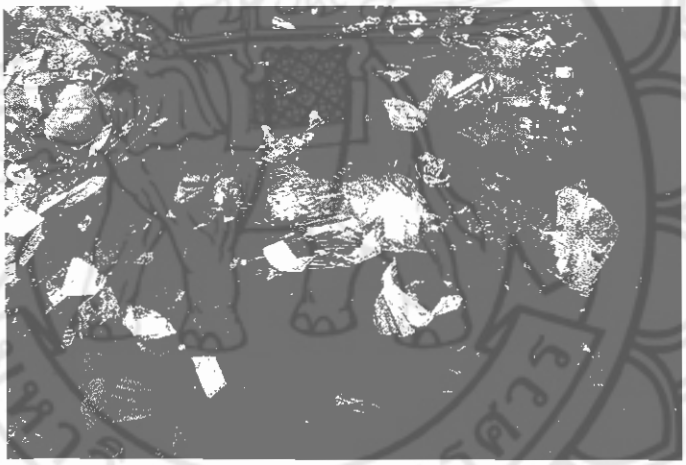
ป TD
1061
ว๒๘ก
2550

21 พ.ย. 2550

สำนักหอสมุด



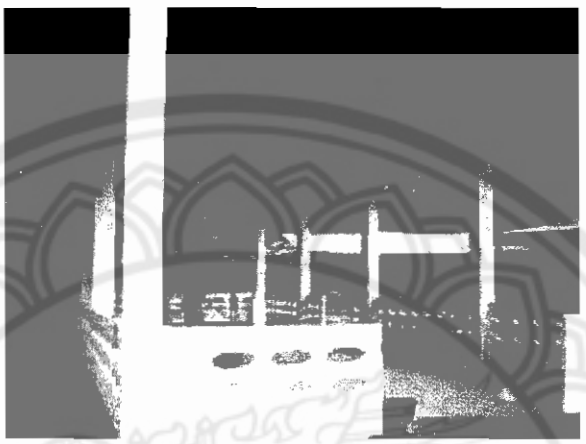
(ก)



(ข)

ภาพ 11 การคัดแยกขยะอินทรีย์เพื่อนำมาหมักทำปุ๋ย

สถานที่สำหรับตั้งกองปุ๋ยหมัก ออกแบบให้เป็นโรงเรือนอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ลักษณะเปิดโล่ง พื้นคอนกรีต โรงเรือนมีขนาด กว้าง x ยาว 4.00 x 12.00 เมตร ดังภาพ 12 ถึง 13

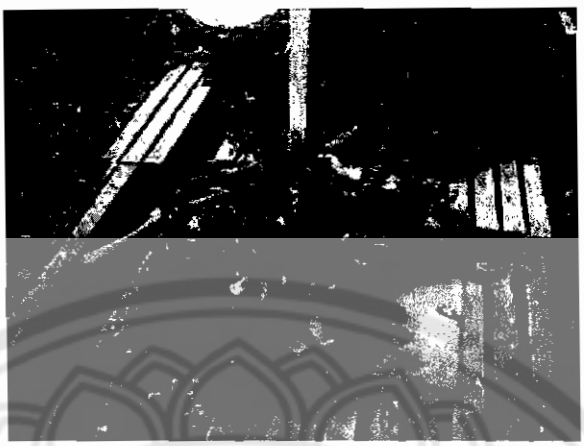


ภาพ 12 โรงเรือนปุ๋ยหมัก

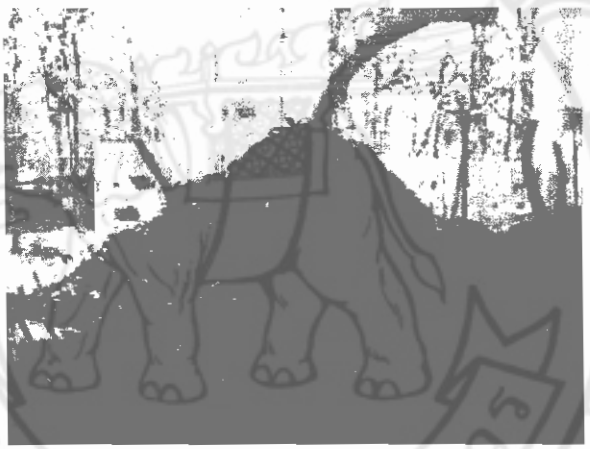
ภาพ 13 ถังเก็บน้ำเสียที่เกิดในกระบวนการหมัก (Leachate)

การตั้งกองปุ๋ยหมัก

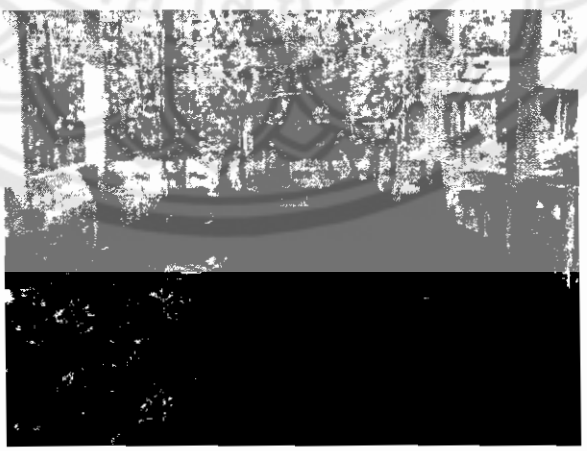
1. กองปุ๋ยหมักบนไม้ Pallet เพื่อระบายอากาศด้านล่างของกองปุ๋ย
2. ขนาดกองปุ๋ยหมัก กว้างxยาวxสูง 1.00x1.00x0.80 เมตร
3. สอดท่อ PVC เพื่อระบายอากาศ ตรงกลางกอง
4. คลุมกองปุ๋ยหมักด้วยเศษไม้ เพื่อป้องกันกลิ่น แมลง และสัตว์คุ้ยเขี่ย
5. รดกองปุ๋ยหมักด้วยน้ำประมาณ 5 ลิตร เพื่อรักษาความชื้นในกองปุ๋ยหมัก สัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง โดยรดให้ทั่วกองปุ๋ย ดังภาพ 14-16



ภาพ 14 กองปุ๋ยหมักบนไม้ Pallet



ภาพ 15 คลุมกองปุ๋ยหมักด้วยเศษกิ่งไม้



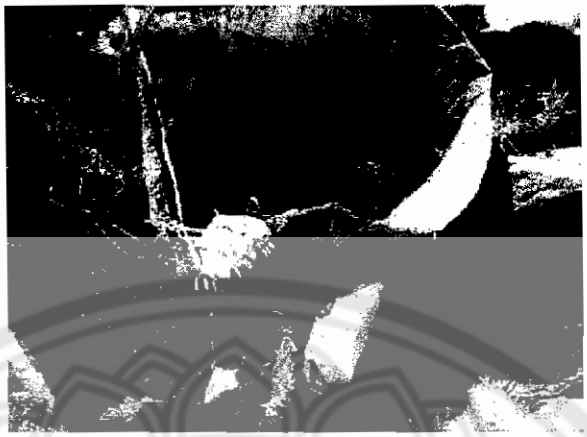
ภาพ 16 ลักษณะการกองปุ๋ยหมักในโรงเรือน

ปุ๋ยที่ได้จากกระบวนการหมัก

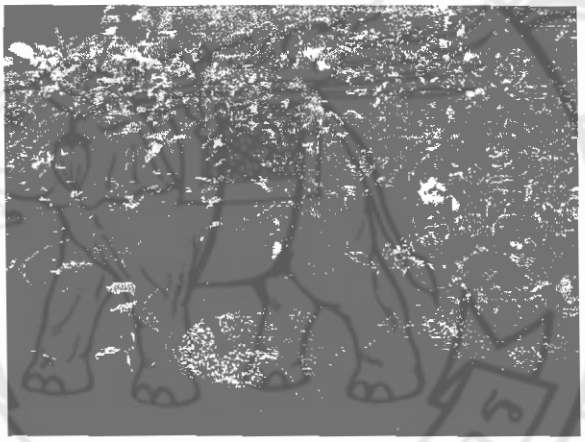
เมื่อกระบวนการหมักผ่านไปประมาณ 12 สัปดาห์ พบว่าขยะเศษอาหารที่คัดแยกมาหมักทำปุ๋ย มีสภาพเป็นผง คล้ายดิน เมื่อนำมาร่อนผ่านตะแกรงก็จะได้ปุ๋ย เพื่อนำไปใช้บำรุงต้นไม้ที่ปลูกในมหาวิทยาลัยฯ ปุ๋ยที่ได้จากกระบวนการหมัก ได้ให้คนงานนำไปผสมกับขี้เถ้าและแกลบเพื่อนำไปใส่บำรุงกล้าไม้ในเรือนเพาะชำ ซึ่งช่วยบำรุงให้ต้นไม้เจริญงอกงาม ช่วยลดค่าใช้จ่ายในส่วนปุ๋ยบำรุงดิน ดังภาพ 17-21

ภาพ 17 การยุบกองปุ๋ยหมัก

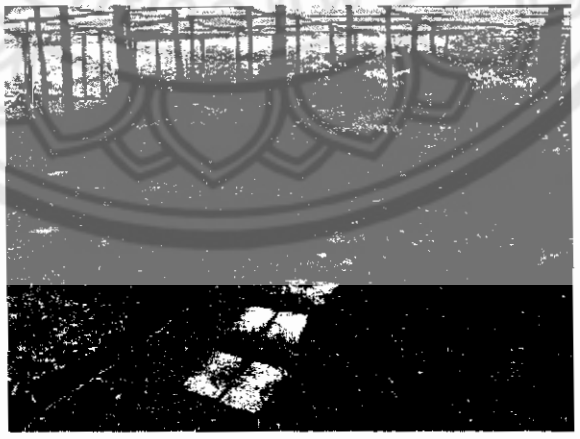
ภาพ 18 การร่อนปุ๋ยหมักด้วยตะแกรง เพื่อแยกเอาเศษกิ่งไม้ออกจากปุ๋ย



ภาพ 19 ปุ๋ยหมักบรรจุในถุงปุ๋ย



ภาพ 20 ปุ๋ยผสมขี้เถ้าแกลบ บำรุงต้นไม้



ภาพ 21 กล้าไม้ที่อยู่ในเรือนเพาะชำ

ข้อดีของการทำปุ๋ยหมัก

1. **ใช้พื้นที่บ่อฝังกลบฯ น้อยลง ยืดอายุการใช้งานของบ่อฯ เนื่องจากปริมาณขยะที่นำไปฝังกลบน้อยลง**

2. **สิ่งแวดล้อมสะอาด สามารถลดก๊าซและลดการปนเปื้อนของน้ำชะขยะได้**

3. ความยืดหยุ่นและคุ้มค่าในการลงทุน สามารถปรับเปลี่ยนการทำงานได้ จึงไม่ต้องผูกพันในแง่ของการลงทุนระยะยาว

4. ปุ๋ยที่ได้สามารถนำไปใช้บำรุงดินในการตกแต่งสวน ภายในมหาวิทยาลัยฯได้