บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการศึกษาค้นคว้า รวบรวมแนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยมีเนื้อหาหลักๆ ดังนี้

2.1 ขยะมูลฝอย

2.2 ทฤษฎีการบริหารจัดการขยะมูลฝอย

2.3 การใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอย

2.4 การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

2.5 การบำบัดและกำจัดขยะที่เป็นอันตราย

2.6 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงกำจัดขยะ

2.1 ขยะมูลฝอย

2.1.1 ความหมายของขยะมูลฝอย

สิ่งต่างๆ ที่ใช้ในกิจกรรมการดำเนินชีวิตของมนุษย์แล้วถูกทิ้งขว้าง เนื่องจากไม่สามารถใช้งานได้อีก หรือไม่เป็นที่พึงประสงค์ของผู้ใช้ หรืออาจด้วยเหตุผลอื่นๆ ที่ทำให้สิ่งเหล่านั้นกลายสภาพเป็นสิ่งที่หมดคุณค่าหรือไม่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตอีกต่อไป (อาณัติ, 2553,หน้า 2)

2.1.2 การจำแนกประเภทขยะมูลฝอย

1. การจำแนกตามลักษณะทางกายภาพ เป็นการจำแนกขยะมูลฝอยตามลักษณะที่ปรากฏและมองเห็นจากภายนอกซึ่งสามารถจำแนกออกได้ดังนี้

(1) ขยะเปียก (garbage) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่เป็นสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ และมีความชื้นสูง สามารถย่อยสลายได้ง่ายโดยกระบวนการทางชีวภาพ เช่น เศษอาหาร เศษพืชผักและผลไม้ เศษหญ้า เป็นต้น

(2) ขยะแห้ง (rubbish and trash) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์และอนินทรีย์ ซึ่งมีความชื้นต่ำ ย่อยสลายด้วยขบวนการทางชีวภาพได้ยาก เช่น เศษกระดาษ เศษพลาสติก เศษแก้วหรือขวดแก้ว เศษกระป๋องโลหะ เป็นต้น

(3) เถ้า (ash) หมายถึง ซากของแข็งที่เหลือหลังจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงประเภทฟืนหรือถ่านหินให้พลังงานความร้อนทั้งในบ้านพัก ในอาคาร หรือในโรงงานต่างๆ ฯลฯ

(4) เศษสิ่งก่อสร้าง (demolition and construction waste) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่เกิดจากการก่อสร้างหรือการรื้นถอนอาคาร เช่น เศษเหล็ก เศษอิฐ เศษปูนซีเมนต์ เศษกระเบื้อง เศษท่อพีวีซี เป็นต้น

(5) ซากสัตว์ต่างๆ (dead animals) หมายถึง ซากสัตว์ต่างๆ ทั้งที่เกิดในชุมชน เช่น สัตว์เลี้ยงตามบ้านเรือนที่ตายลง เช่น ซากสัตว์ในฟาร์มปศุสัตว์ต่างๆ เศษชิ้นส่วนของสัตว์ที่เหลือจากโรงงานผลิตอาหารสัตว์ เป็นต้น

(6) ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย (sludge) หมายถึง กากตะกอนที่เกิดจากการบำบัดน้ำเสียของชุมชนหรือภายในโรงงาน โดยอาจมีลักษณะเป็นของแข็งหรือกึ่งของแข็ง มีทั้งที่สามารถย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ด้วยขบวนการทางชีวภาพ เป็นต้น

(7) ซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Waste from Electrical and Electronic Equipment, WEEE) หมายถึง ขยะที่เกิดขึ้นจากการผลิตสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และเมื่อสินค้านั้นเสื่อมสภาพหรือหมดอายุการใช้งานก็จะเป็นขยะที่ต้องกำจัดทำลาย ได้แก่ ซากตู้เย็น เครื่องซักผ้า เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

2. การจำแนกตามองค์ประกอบ เป็นการจำแนกตามลักษณะของขยะมูลฝอยว่าประกอบด้วยวัสดุประเภทใดบ้าง และวัสดุนั้นมีประโยชน์ที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกหรือไม่ โดยอาจจำแนกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

(1) ขยะอินทรีย์ (organic waste) ได้แก่ ขยะมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้ด้วยกระบวนการทางชีวภาพโดยมีจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลาย เช่น เศษอาหาร เศษพืชผักและผลไม้ เศษหญ้า รวมทั้งซากสัตว์และมูลสัตว์ต่างๆ เป็นต้น

(2) ขยะที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ (recycle waste) ได้แก่ ขยะมูลฝอยที่สามารถนำมาแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์ได้อีก เช่น แก้ว กระดาษ โลหะ เหล็ก อะลูมิเนียม เป็นต้น

(3) ขยะที่นำกลับมาใช้ใหม่ไม่ได้ (non- recycle waste) ได้แก่ เศษผ้า เศษอิฐและเศษปูนจากการก่อสร้าง เศษวัสดุต่างๆ จากการรื้นถอนอาคาร เถ้าจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงตลอดจนชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บางชนิด เป็นต้น

(4) ขยะติดเชื้อ (infectious waste) ได้แก่ ขยะมูลฝอยที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัย เช่น เนื้อเยื่อหรือชิ้นส่วนอวัยวะต่างๆ รวมทั้งเครื่องใช้ที่สัมผัสกับผู้ป่วย เช่น สำลี ผ้าพันแผล เข็มฉีดยา และเสื้อผ้าผู้ป่วย เป็นต้น

3. การจำแนกตามแหล่งกำเนิด เป็นการจำแนกตามแหล่งที่มีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ซึ่งแหล่งกำเนิดที่สำคัญของขยะมูลฝอยมีอยู่ 4 ประเภทด้วยกัน ดังต่อไปนี้

(1) ขยะจากชุมชน (municipal waste) ได้แก่ ขยะที่เกิดจากกิจวัตรประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ภายในชุมชนเมืองและชนบท ประกอบด้วยขยะจากบ้านเรือน อาคารสำนักงาน โรงเรียน โรงแรม คอนโดมิเนียม ตลาดสด เป็นต้น

(2) ขยะจากโรงงานอุตสาหกรรม (industrial waste) ได้แก่ ขยะที่เกิดขึ้นจากภาคการผลิตสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรมและสถานประกอบการต่างๆ โดยปกติแล้วจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ขยะทั่วไปที่เกิดจากกิจกรรมที่ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตสินค้าโดยตรง เช่น ขยะที่เกิดขึ้นจากสำนักงานและโรงอาหารภายในโรงงาน เป็นต้น สำหรับอีกส่วนหนึ่งก็คือขยะที่เกิดขึ้นในขั้นตอนของกระบวนการผลิตสินค้า (process waste) ซึ่งขยะในส่วนนี้จะมีทั้งที่ไม่เป็นอันตราย (industrial non-hazardous waste) และขยะที่เป็นอันตราย (industrial hazardous waste

(3) ขยะจากภาคเกษตรกรรม (agricultural waste) ได้แก่ ขยะที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในภาคการเกษตรทั้งจาการเพาะปลูกในเรือกสวนไร่นาและจากการเลี้ยงสัตว์ เช่น ซากพืช ซากสัตว์ มูลสัตว์ เศษหญ้าและเศษใบไม้ รวมไปถึงภาชนะที่บรรจุสารเคมีและเคมีภัณฑ์ที่เสื่อมสภาพไปแล้ว เป็น

(4) ขยะจากสถานพยาบาล (hospital waste) ได้แก่ ขยะจากโรงพยาบาล สถานีอนามัย คลินิกรักษาโรคคนและสัตว์ ซึ่งเป็นขยะที่มีเชื้อโรคปะปนอยู่ในปริมาณที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ที่สัมผัสได้ เช่น ผ้าพันแผล เข็มฉีดยา เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมถึงขยะที่เกิดจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

2.1.3 คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของขยะมูลฝอย

1. คุณสมบัติทางกายภาพ

คุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญของขยะมูลฝอยประกอบด้วย ปริมาณความชื้น (moisture content) น้ำหนักจำเพาะ (specific weight) ขนาด (particle size) รวมทั้งการให้น้ำซึมผ่าน (permeability) ของขยะมูลฝอย

2. คุณสมบัติทางเคมี

คุณสมบัติทางเคมีของขยะนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการประเมินว่ามีวิธีดำเนินการกับขยะอย่างไรจึงเหมาะสมมากที่สุด เช่น การที่จะเอาขยะอินทรีย์ไปทำปุ๋ยหมักหรือไม่ ต้องทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีเสียก่อนว่ามีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากน้อยเพียงใด หรือในกรณีนำขยะมาใช้เป็นเชื้อเพลิง เป็นต้น

โดยปกติขยะจะจำแนกออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ ขยะที่มีส่วนประกอบที่เผาไหม้ได้ (combustible waste) เช่น กระดาษ เศษหญ้า เศษไม้ เศษอาหาร เศษพลาสติก ฯลฯ และขยะที่มีส่วนประกอบที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ (non-combustible waste) เช่น แก้ว เหล็ก โลหะ ฯลฯ

3. คุณสมบัติทางชีวภาพ

คุณสมบัติทางชีวภาพของขยะมีความเกี่ยวข้องกับการย่อยสลายทางธรรมชาติของสารประกอบอินทรีย์ในขยะ โดยขบวนการย่อยสลายนั้นจะมีรูปแบบของการย่อยสลายที่ใช้ออกซิเจน (aerobic digestion) และการย่อยสลายที่ไม่ใช้ออกซิเจนออกซิเจน (anaerobic digestion) ของจุลินทรีย์ ทำให้เกิดผลผลิตในรูปแบบของก๊าซบางชนิดซึ่งสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ หรืออาจเป็นผลผลิตในรูปของปุ๋ยหมักที่นำไปใช้เป็นวัสดุบำรุงดิน ที่เรียกว่า “humus like material” ได้ ขยะมูลฝอยที่มีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบเมื่อถูกเก็บทิ้งไว้เป็นระยะเวลานานโดยเฉพาะสภาพที่มีอากาศร้อนก็จะทำให้เกิดกลิ่นตามมาได้ เนื่องจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจน

2.2 ทฤษฎีการบริหารจัดการขยะมูลฝอย

2.2.1 การคาดการณ์ปริมาณกากของเสีย

เหตุผลสำคัญก็คือ การที่จะทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับขยะหรือของเสียที่จะเกิดขึ้นในแต่ละห่วงเวลาต่อไปจะมีปริมาณเพิ่มสูงเท่าใด ก็จะเป็นประโยชน์ในการนำมาใช้ในการวางแผนจัดการขยะมูลฝอยให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (อาณัติ, 2553, หน้า 20-21)

วิธีการคาดการณ์ปริมาณกากของเสียซึ่งในที่นี้ หมายถึง ขยะมูลฝอยจากชุมชนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต สามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$W_n = W_o(1+r)_n$$

โดยกำหนดให้ W_n = ปริมาณขยะมูลฝอยในปีที่คาดการณ์

W_o = ปริมาณขยะมูลฝอยในปีปัจจุบัน

r = อัตราการเพิ่มต่อปีของขยะมูลฝอย

n = จำนวนปีที่คาดการณ์

2.2.2 การจัดการขยะมูลฝอย

1. การลดและการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด

การลดปริมาณการเกิดขยะมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดต่างๆ นับวิธีการที่ดีที่สุดในการจัดการปัญหาดังกล่าว ทั้งนี้ เพราะเมื่อมีขยะน้อยลงก็จะช่วยให้ภาระการเก็บรวบรวม การขนส่ง รวมทั้งการนำไปกำจัดทำลายลดลงไปด้วย นอกจากนี้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนก็จะลดลงด้วยเช่นกัน (อาณัติ, ต๊ะปินตา 2553, หน้า 71)

การลดปริมาณขยะสามารถทำได้หลายทาง เริ่มตั้งแต่การปรับเปลี่ยนทัศนคติและพฤติกรรมการบริโภคให้ถูกต้อง ในส่วนผู้บริโภคหรือประชาชนทั่วไปถือว่ามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการลดขยะ ณ แหล่งกำเนิด ซึ่งกรมควบคุมมลพิษได้สรุปแนวทางไว้ 3 แนวทาง คือ

1. การปฏิเสธหรือหลีกเลี่ยงสินค้าหรือบรรจุภัณฑ์ที่จะสร้างปัญหาขยะ (refuse) เช่น หลีกเลี่ยงการซื้อสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้บรรจุภัณฑ์ห่อหลายชั้น หลีกเลี่ยงการซื้อสินค้าใช้ครั้งเดียวหรืออายุการใช้งานต่ำ หลีกเลี่ยงการซื้อสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ซึ่งมีส่วนประกอบที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

2. การเลือกใช้สินค้าที่สามารถส่งคืนบรรจุภัณฑ์แก่ผู้ผลิตได้ (reture) เช่น เลือกซื้อสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่มีระบบมัดจำและคืนเงิน เลือกซื้อสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตมีการเรียกคืนซากหลังจากการบริโภค เป็นต้น

3. การใช้ซ้ำ (reuse) เช่น เลือกใช้สินค้าชนิดเติมใหม่ นำบรรจุภัณฑ์หรือวัสดุเหลือใช้อื่นๆ กลับมาใช้ประโยชน์อีก เป็นต้น

การคัดแยกขยะ ณ แหล่งกำเนิด

เป็นขั้นตอนการดำเนินงานภายหลังจากที่มีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นแล้ว ซึ่งถือได้ว่าเป็นกิจกรรมเริ่มต้นที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

โดยทั่วไปแล้วมักจะแบ่งภาชนะรองรับออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. ถังสีเขียว ใช้สำหรับรองรอบขยะที่ย่อยสลายได้หรือขยะที่เน่าเสียง่าย ได้แก่ เศษอาหาร เศษพืชผัก เปลือกผลไม้ และใบไม้ เป็นต้น

2. ถังสีเหลือง ใช้สำหรับรองรอบขยะที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้หรือขยะรีไซเคิล ได้แก่ แก้ว กระดาษ โลหะ อะลูมิเนียม พลาสติก เป็นต้น

3. ถังสีส้ม ใช้สำหรับรองรอบขยะที่อันตรายหรือเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ ถ่านไฟฉาย กระป๋องยาฆ่าแมลง เป็นต้น

4. ถังสีน้ำเงิน ใช้สำหรับรองรอบขยะทั่วไปที่ย่อยสลายยากแต่ไม่เป็นพิษและไม่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ หรือไม่คุ้มค่าต่อการนำไปรีไซเคิล เช่น ซองบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ถุงพลาสติกเปื้อนอาหาร โฟมเปื้อนอาหาร ฟอยล์เปื้อนอาหาร เป็นต้น

ภาพที่ 2.1 ภาชนะรองรับขยะมูลฝอยประเภทต่างๆ ภายในชุมชน

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คู่มือแนวทางการลด คัดแยก และใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย, 2551 หน้า 13-15 และ 17

ประเภทขยะ	ตัวอย่างของขยะรีไซเคิล
1. แก้ว	- ขวดสุรายี่ห้อต่างๆ เช่น แม่โขง แสงโสม แสงทิพย์ ขวดประเภทอื่นๆ ได้แก่ ขวดน้ำเปล่า ฯลฯ
2. กระดาษ	- กระดาษกล่องใส่ของสีน้ำตาล กระดาษกล่องใส่รองเท้า กระดาษหนังสือพิมพ์ วารสารต่างๆ
3. พลาสติก	- ขวดพลาสติก เช่น ขวดน้ำดื่ม ขวดเกลือ ขวดน้ำมันพืช พลาสติกพีวีซี พลาสติกรวม แผ่นซีดีต่างๆ
4. เหล็ก	- เหล็กเส้น เหล็กหล่อ ลวดสลิง ฯลฯ
5. อะลูมิเนียม	- กระป๋องอะลูมิเนียมใส่อาหาร เครื่องดื่มต่างๆ ฯลฯ อะลูมิเนียมใบผ้าเบรก หม้อน้ำ ลูกสูบ
6. โลหะ	- ทองแดงเส้นเล็ก/ใหญ่ ทองเหลือง ตะกั่ว สังกะสี สแตนเลส

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของขยะรีไซเคิลประเภทต่างๆ ที่มีการซื้อขายกันในประเทศไทย

ที่มา : อาณัติ ต๊ะปินตา, 2553, หน้า 78

2. การเก็บรวบรวม

คือ การเก็บขนขยะมูลฝอยที่ถูกทิ้งไว้ในภาชนะรองรับขยะซึ่งวางไว้ตามสถานที่ต่างๆ ได้แก่ บริเวณที่พักอาศัย สถาบันการศึกษา ตลาดสด ป้ายรถโดยสารประจำทาง ฯลฯ เพื่อนำมารวบรวมไว้ยังจุดพักขยะก่อน แล้วจึงทำการขนถ่ายใส่รถเก็บขยะ เพื่อจะขนส่งไปยังสถานที่ฝังกลบ สำหรับขยะที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ แต่หากเป็นขยะรีไซเคิลที่ได้มีการคัดแยกไว้ในภาชนะรองรับขยะแล้ว จะถูกรวบรวมส่งไปแปรรูปเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

3. การเก็บกัก

ขยะมูลฝอยเมื่อถูกเก็บรวบรวมจากภาชนะรองรับที่อยู่ตามแหล่งกำเนิดต่างๆ แล้ว ก็จะถูกขนถ่าย โดยรถเก็บขนขยะเพื่อนำไปกำจัดทำลายยังสถานที่ฝังกลบให้เร็วที่สุด เพื่อป้องกันการเน่า

4. การขนส่ง

คือ การนำขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ภายในชุมชนขนถ่ายไปยังสถานที่ฝังกลบหรือขนถ่ายไปสู่ขบวนการแปรสภาพเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

5. การแปรสภาพ

(อาณัติ ต๊ะปินตา, 2553, หน้า 99) หมายถึง วิธีการที่จะทำให้ขยะมูลฝอยที่เก็บรวบรวมจากแหล่งชุมชนอยู่ในสภาพที่เกิดความสะดวกต่อการเก็บขนไปกำจัดทำลายหรือนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ วัตถุประสงค์ของการแปรสภาพขยะจะมีอยู่ด้วยกัน 3 ประการ คือ

(1) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการจัดการขยะโดยการอัดขยะให้เป็นฟ่อนหรือเป็นก้อนๆ ซึ่งจะลดพื้นที่ในการเก็บขนไปยังสถานที่ฝังกลบให้น้อยลง และทำให้สถานที่ฝังกลบสามารถรองรับปริมาณขยะได้มากขึ้นและนานขึ้นนั่นเอง

(2) เพื่อนำวัสดุใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้อีก กล่าวคือ ในขบวนการการแปรสภาพจะมีการแยกส่วนประกอบหรือคัดแยกออกเป็นประเภทต่างๆ ได้แก่ แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ ฯลฯ ซึ่งขยะเหล่านี้สามารถนำส่งไปยังโรงงานแปรรูปเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบผลิตสินค้าใหม่ได้

(3) เพื่อนำผลผลิตที่ได้จากขบวนการแปรสภาพมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น การทำปุ๋ย การทำเชื้อเพลิง เป็นต้น

การแปรสภาพขยะมูลฝอยสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน คือ

1. การบด (grinding) หมายถึง การเปลี่ยนสภาพทางกายภาพของขยะมูลฝอยให้กลายเป็นชิ้นเล็กๆ ที่มีขนาดตามต้องการและสม่ำเสมอกัน หรือทำให้เป็นชิ้นละเอียดไปเลย

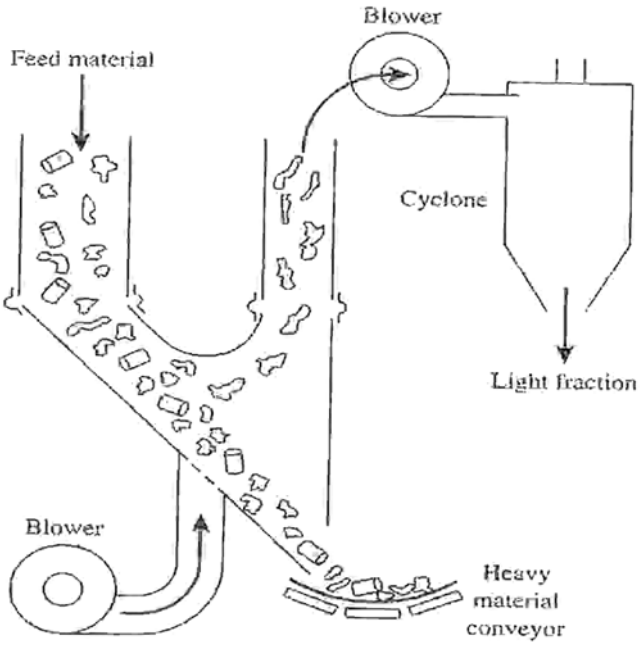
2. การอัด (compaction) หมายถึง จากทำให้ขยะมีปริมาตรลดลงไปจากเดิมเพื่อให้เกิดความสะดวกในการเก็บรวบรวม การขนส่ง และการกำจัดทำลาย

3. การแยกส่วนประกอบ (separation) หมายถึง การคัดแยกขยะออกเป็นประเภทต่างๆ ได้แก่ กระดาษ แก้ว กระป๋องอะลูมิเนียม พลาสติก ฯลฯ เพื่อนำขยะเหล่านี้กลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้อีก การแยกส่วนประกอบของขยะจะอาศัยหลักการที่แตกต่างกันไป ดังนี้

(3.1) การแยกด้วยอากาศ

เป็นวิธีการแยกส่วนประกอบขยะที่มีน้ำหนักแตกต่างกันออกจากกัน เป็นการแยกขยะที่มีน้ำหนักเบา เรียกว่า “light fraction” เช่น กระดาษ พลาสติก ออกจากขยะที่มีน้ำหนักมาก เรียกว่า “heavy fraction” เช่น แก้ว โลหะ เป็นต้น

ขยะจะถูกป้อนเข้าสู่ท่อที่ตั้งในแนวดิ่งทางด้านบน ในขณะเดียวกันจะพ่นอากาศเข้ามาทางด้านล่างเพื่อผลักดันขยะที่มีน้ำหนักเบาออกทางด้านบนของท่อไปรวมกันไว้ในอุปกรณ์ดักจับขยะ สำหรับขยะที่มีน้ำหนักมากก็จะตกลงสู่ด้านล่างไปรวมกันในภาชนะรองรับ

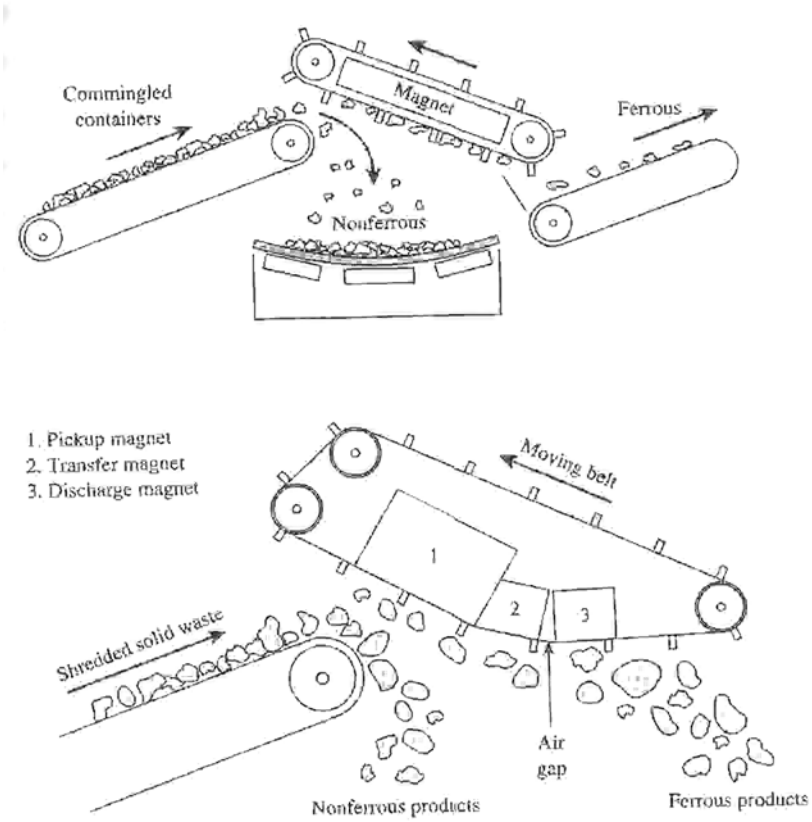


ภาพที่ 2.2 อุปกรณ์แยกส่วนประกอบของขยะด้วยอากาศ

ที่มา : อาณัติ ต๊ะปินตา, 2553, หน้า 104

(3.2) การแยกด้วยแม่เหล็ก

ใช้สำหรับการแยกเศษเหล็กออกจากขยะมูลฝอยประเภทอื่นๆ โดยใช้แม่เหล็กที่ติดตั้งอยู่กับสายพานแยกขยะเป็นอุปกรณ์ในการคัดแยก ประกอบด้วยแม่เหล็ก 3 ส่วน คือ ส่วนแรก (pickup magnet) ทำหน้าที่ดูดเศษเหล็กที่ปนมากับขยะมูลฝอยอื่นขึ้นมาบนสายพาน จากนั้นส่วนที่สอง (transfer magnet) ทำหน้าที่ขนเศษเหล็กที่ดูดไว้ไปจนถึงบริเวณที่ไม่มีแม่เหล็ก เศษเหล็กและขยะอื่นที่ยังติดมาหลุดออกจากสายพาน แต่เศษเหล็กจะถูกดูดกลับขึ้นมาบนสายพานใหม่ด้วยแม่เหล็กตัวสุดท้าย (discharge magnet) ก่อนจะถูกส่งต่อไปยังสายพานอีกตัวหนึ่งเพื่อรวบรวมไว้ในถังเก็บเศษเหล็กต่อไป



ภาพที่ 2.3 อุปกรณ์แยกส่วนประกอบของขยะด้วยแม่เหล็ก

ที่มา : อาณัติ ต๊ะปินตา, 2553, หน้า 105

(3.3) การร่อนด้วยตะแกรง

เป็นวิธีการแยกส่วนประกอบขยะด้วยการใช้ตะแกรงร่อน ซึ่งจะทำให้ขยะที่มีขนาดต่างกันถูกแยกออกจากกันเป็นสองส่วนหรือมากกว่าขึ้นอยู่กับขนาดและตำแหน่งของตะแกรงร่อนที่ใช้ โดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 ขนาด คือ ตะแกรงร่อนที่มีรูขนาดใหญ่ (primary screen) ตะแกรงร่อนที่มีรูขนาดกลาง (secondary screen) และตะแกรงร่อนที่มีรูขนาดเล็ก (tertiary screen)

(3.4) การแยกด้วยเทคนิคการลอย

เป็นวิธีการแยกส่วนประกอบขยะโดยใช้น้ำหรือของเหลวชนิดอื่นเป็นตัวการในการคัดแยก เรียกวิธีนี้ว่า “liquid flotation” เป็นการแยกประเภทของขยะที่มีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำหรือของเหกับขยะที่มีความหนาแน่นมากกว่าออกจากกัน โดยขยะที่มีความหนาแน่นต่ำกว่าจะลอยขึ้นมาด้านบ ส่วนขยะที่มีความหนาแน่นสูงกว่าจะจมสู่ด้านล่าง

6. การกำจัดหรือทำลาย (disposal)

ถือเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการจัดการเกี่ยวกับขยะมูลฝอย การกำจัดขยะมูลฝอยที่เป็นอยู่ในปัจจุบันไม่ได้มีการฝังกลบแค่วิธีเดียวแต่ยังมีวิธีอื่นๆ โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง รวมไปถึงข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่และงบประมาณที่จะใช้ในการบริหารจัดการด้วย

2.3 การใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอย

2.3.1 การใช้ซ้ำ (reuse)

หมายถึงการนำขยะกลับมาใช้ใหม่ในรูปลักษณะเดิมหรือนำกลับมาใช้โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงหรือแปรรูปใดๆ (กรมควบคุมมลพิษ, 2550ข, หน้า 7)

โดยขบวนการใช้ซ้ำจะเกิดขึ้นจากการนำเอาขยะหรือวัสดุเหลือใช้ในกระบวนการผลิกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ดังวิธีการต่างๆ ต่อไปนี้ คือ

(1) การนำวัตถุดิบที่ไม่ได้มาตรฐานกลับมาใช้ซ้ำ เป็นการนำวัตถุดิบที่ถูกคัดทิ้งเนื่องจากมคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานที่จะผลิตเป็นสินค้ามาใช้ประโยชน์ด้านอื่นแทน เช่น แป้สำหรับทำขนมปังที่ไม่ได้มาตรฐานมาใช้ทำเป็นอาหารสัตว์ การนำเศษไม้จาก

(2) การนำผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานกลับมาใช้ซ้ำ เมื่อวัตถุดิบไปผลิตเป็นสินค้าหรือผลิตภัณฑ์เรียบร้อยแล้ว แต่สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมานั้นไม่ได้มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานเหล่านั้นอาจนำมาใช้ซ้ำด้วยการจำหน่ายให้กับผู้บริโภคในรูปแบบสินค้าที่มีตำหนิโดยตั้งราคาให้ถูกลง หรือนำไปใช้ในลักษณะอื่นได้อีก เช่น

(3) การนำบรรจุภัณฑ์ที่ผ่านการใช้แล้วกลับมาใช้ซ้ำ เป็นการนำเอาบรรจุภัณฑ์ของสินค้าชนิดต่างๆ ซึ่งมีศักยภาพหรือสภาพทั่วไปที่ยังดีอยู่กลับมาใช้งานซ้ำอีก โดยสามารถแบ่งบรรจุภัณฑ์ดังกล่าวออกเป็น 4 กลุ่มหลัก คือ บรรจุภัณฑ์แก้ว บรรจุภัณฑ์กระดาษ บรรจุภัณฑ์พลาสติก บรรจุภัณฑ์โลหะ

(4) การนำผลพลอยได้จากการผลิตสินค้ามาใช้ซ้ำ เป็นการนำผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตต่างๆ มาทำให้เป็นประโยชน์แทนการนำไปกำจัดทำลาย เช่น การนำกากมันจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังมาผสมกับมันเส้นเพื่อผลิตเป็นอาหารสัตว์ การนำกากน้ำตาลจากโรงงานผลิตน้ำตาลไปใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานผลิตสุรา เป็นต้น

2.3.2 การแปรรูปเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่(recycling)

หมายถึง การนำเอาขยะรีไซเคิลหรือวัสดุเหลือใช้มาผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นวัตถุดิบหรือเป็นวัตถุดิบร่วมเพื่อผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ใหม่(กรมควบคุมมลพิษ, 2550ข, หน้า8)

สำหรับรายละเอียดของการนำขยะรีไซเคิลแต่ละประเภทมาแปรรูปเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ใหม่นั้นมีดังต่อไปนี้

1. ขยะประเภทแก้ว โดยทั่วไปแก้วที่นำมาแปรรูปใหม่จะประกอบด้วยที่แก้วมีสีใส(flint) สีชาหรือสีน้ำตาล(amber)และสีเขียว(green)เป็นส่วนใหญ่ซึ่งจะมีการคัดแยกออกตามสีของแก้วก่อนแล้วนำมาบดละเอียดและหลอมเพื่อผลิตเป็นขวดแก้วใหม่

ตัวอย่างแก้วที่นำมารีไซเคิล		
ขวดแม่โขงกลม/แบน	ขวดแบล็ค-เลเบิ้ล	ขวดแบล็คแคท
ขวดแสงทิพย์กลม/แบน	ขวดเบียร์ช้าง/สิงห์	ขวดเครื่องดื่มชูกำลัง
ขวดเบียร์สิงห์	ขวดน้ำปลา	ขวดน้ำส้มสายชู
ขวดมิดไวต์ด้า	ขวดน้ำอัดลมเล็ก/ใหญ่	ขวดโซดาสิงห์
ขวดโซดาวันเวย์	เศษแก้วแดง (สีชา)	เศษแก้วเขียว
เศษแก้วขาวใส/ขาวขุ่น	ขวดแบนเล็ก/ใหญ่	ขวดยาฆ่าแมลงเล็ก/ใหญ่
ขวดไวน์	ขวดยาปอนด์	ขวดเล็กชั่ง

ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างแก้วที่นำมารีไซเคิล

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คู่มือแนวทางการลด คัดแยก และใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย, 2551 หน้า 21

2. ขยะประเภทกระดาษ สำหรับขยะประเภทกระดาษ ซึ่งนำมาแปรรูปเป็นกระดาษรีไซเคิลเรียบร้อยแล้วนั้นจะมีจะมีสัญลักษณ์ที่เป็นตราสากลกำกับไว้ด้วย โดยสัญลักษณ์ดังกล่าวนี้เป็นการแสดงให้ทราบว่ากระดาษที่นำมาทำผลิตภัณฑ์ชิ้นนั้นเป็นกระดาษรีไซเคิล

ตัวอย่างกระดาษที่นำมารีไซเคิล		
กระดาษแข็ง กล่องน้ำตาล	กระดาษย่อยสวย	กระดาษหนังสือพิมพ์
กระดาษสี กระดาษกล่องรองเท้า	กระดาษย่อยขยะ	กระดาษหนังสือเล่ม
กระดาษขาวดำ	กระดาษสมุด	กระดาษถุงปูน

ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างกระดาษที่นำมารีไซเคิล

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คู่มือแนวทางการลด คัดแยก และใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย, 2551 หน้า 22

3. ขยะประเภทพลาสติก ประเทศไทยมีปริมาณขยะประเภทพลาสติกที่นำกลับมาแปรรูปใหม่เนื่องจากพลาสติกมีคุณสมบัติเบา ช่วยลดค่าขนส่ง รวมทั้งสามารถขึ้นรูปเป็นสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายและสะดวกในการใช้งาน จึงทำให้มีปริมาณการใช้พลาสติกเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์พลาสติก พลาสติกแต่ละประเภทสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบเพื่อการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้ดังนี้

สัญลักษณ์	ชนิดพลาสติก	การใช้งาน	ตัวอย่าง
1 PETE	**PETE** (Polyethylene-terephthalate)	ขวดเครื่องดื่มที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์ ขวดน้ำดื่ม ขวดน้ำมันพืช	
2 HDPE	**HDPE** (High-density Polyethylene)	ขวดบรรจุนม น้ำดื่ม เครื่องสำอาง แชมพู สบู่เหลว ถุง shopping หรือ retail bags	
3 PVC	**PVC** (Polyvinyl Chloride)	พลาสติกห่อเนื้อสัตว์ อุปกรณ์การแพทย์ (medical tubing)	
4 LDPE	**LDPE** (Low-density Polyethylene)	ถุงบรรจุอาหารแช่แข็ง ขวดน้ำยาซักแห้ง	
5 PP	**PP** (Polypropylene)	ขวดซอสมะเขือเทศ ภาชนะบรรจุเนยเทียม ขวดยา อุปกรณ์การแพทย์ (medical tubing)	
6 PS	**PS** (Polystyrene)	กล่องใส่ CD กล่องอาหารสะดวกซื้อ รวมทั้งกล่องโฟม ถ้วยน้ำ จานอาหาร ภาชนะบรรจุไข่	
7 OTHER	พลาสติกอื่นๆ	เป็นพลาสติกอื่นๆ นอกเหนือจากพลาสติก ทั้ง 6 ประเภท พบมากมายหลายรูปแบบ เช่น สันรองเท้า ปากกา	

ตัวอย่างพลาสติกที่นำมารีไซเคิล		
พลาสติกรวม	พลาสติกขวด PET	พลาสติก PVC
สายยาง	ขวดน้ำมันพืชเก่า	พลาสติกแผ่นป้ายอะคริลิค
ขวดน้ำเกลือ	ท่อเอสลอนสีเทา/ฟ้า/เหลือง	ขวดน้ำดื่มเล็ก
เปลือกสายไฟสี/ดำ	พลาสติกกรอบจม	จุกน้ำปลา
CPU/UPS	รองเท้ายาง/รองเท้าบู๊ธ PVC	แผ่น CD
โฟมสะอาด		

ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างพลาสติกที่นำมารีไซเคิล

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คู่มือแนวทางการลด คัดแยก และใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย, 2551 หน้า 24-25

4. ขยะประเภทเหล็ก ได้ถูกแปรรูปเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่มากที่สุด เพราะประเทศไทยไม่มีอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก

ตัวอย่างวัสดุรีไซเคิล		
เหล็กหนาพิเศษ	เหล็กตะปู	เหล็กเครื่อง
เหล็กหนา/บาง	เหล็กเส้น 1 นิ้ว	เหล็กขี้กลึง
เหล็กย่อย	เหล็กหล่อชิ้นเล็ก/ใหญ่	ลวดสลิง
เหล็กขอยสั้น	เหล็กเส้น 5-6 หุน	กระป๋อง
ทองแดงเส้นเล็ก/ใหญ่	ทองเหลืองบาง/หนา	ตะกั่วอ่อน/แข็ง
ตะกั่วสังกะสี	ทองแดงเผา	ขี้กลึงทองเหลือง
สแตนเลส	แบตเตอรี่ขาว/ดำ/มอเตอร์ไซค์	

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างเหล็กที่นำมารีไซเคิล

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คู่มือแนวทางการลด คัดแยก และใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย, 2551 หน้า 26

5. ขยะประเภทอะลูมิเนียม ปัจจุบันมีสินค้าหลายชนิดหันมาใช้บรรจุภัณฑ์อะลูมิเนียมแทนแก้วมากขึ้นซึ่งพบเห็นทั่วไปได้แก่ กระป๋องน้ำอัดลม กระป๋องเบียร์ และกระป๋องน้ำผลไม้ เป็นต้น กระป๋องอะลูมิเนียมเหล่านี้จะถูกเก็บรวบรวมเพื่อนำกลับมารีไซเคิลเป็นจำนวนมาก ซึ่งไม่น้อยไปกว่าขยะประเภทขวดน้ำพลาสติกที่มีจำนวนมากเช่นเดียวกัน

ตัวอย่างอลูมิเนียมที่นำมารีไซเคิล		
อลูมิเนียมบาง/หนา	อลูมิเนียมเส้น	อลูมิเนียมฉาก
อลูมิเนียมผ้าเบรก	อลูมิเนียมกระป๋องยา	อลูมิเนียมมู่ลี่
อลูมิเนียมหม้อน้ำ	อลูมิเนียมฝาจุกแกะ	อลูมิเนียมไฟ
อลูมิเนียมจั๊บ	อลูมิเนียมมุ้งลวด	อลูมิเนียมแผ่นเพจ
อลูมิเนียมไส้ทองแดง	อลูมิเนียมอัลลอยด์	อลูมิเนียมล้อแม็ก
อลูมิเนียมลูกสูบ	อลูมิเนียมกระป๋องเครื่องดื่ม เช่น โค้ก เบียร์	อลูมิเนียมกระทะไฟฟ้า

ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างอลูมิเนียมที่นำมารีไซเคิล

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คู่มือแนวทางการลด คัดแยก และใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย, 2551 หน้า 27

6. ขยะประเภทยาง ขยะประเภทนี้ถูกนำมารีไซเคิลเป็นจำนวนไม่มาก ไม่รวมถึงยางรถยนต์เก่าที่นำมาเผาเป็นเชื้อเพลิงในเตาปูนซีเมนต์ อย่างไรก็ตามขยะประเภทนี้บางส่วนจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่โดยเป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตยางมะตอยสำหรับใช้ลาดถนนนั่นเอง

2.3.3 การหมักปุ๋ย

การหมักทำปุ๋ย(composting) เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ ซึ่งหมายถึง การย่อยสลายขยะอินทรีย์ด้วยขบวนการทางธรรมชาติของจุลินทรีย์ โดยจะเป็นการเปลี่ยนสภาพสารอินทรีย์ในขยะไปเป็นสารที่มีประโยชน์ในการบำรุงดินที่เรียกว่า “วัสดุ ปรับปรุงดิน (humus-like material)” ซึ่งเป็นวัสดุที่มีลักษณะคงรูปสีค่อนข้างดำมีความชื้นเล็กน้อย และไม่มีกลิ่นเหม็น(กรมควบคุมมลพิษ,2547ก,หน้า1)

1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการทำปุ๋ย

(1.1) ชนิดของขยะมูลฝอย (type of waste) ขยะที่นำมาหมักทำปุ๋ยควรที่สารประกอบที่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติอยู่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ50 ของน้ำหนักแห้งขึ้นไป ดังนั้นเศษพืชผักและผลไม้ เศษใบไม้ และเศษอาหาร

(1.2) ปริมาณความชื้น (moisture content) ความชื้นที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่างร้อยละ50-60 จึงจะทำให้จุลินทรีย์สามารถทำงานได้ดี

(1.3) ขนาดของขยะมูลฝอย (particle size) ขนาดที่เหมาะสมของขยะที่นำมาหมักทำปุ๋ยควรอยู่ระหว่าง2.5-7.5เซนติเมตร ทั้งนี้เพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวให้กองขยะได้สัมผัสกับอากาศมากขึ้นซึ่งจะเป็นผลดีต่อการเกิดปฏิกิริยาย่อยสลายของจุลินทรีย์

(1.4) อุณหภูมิ(temperature) อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะมีผลให้อัตราการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในกองขยะสูงขึ้นตามไปด้วยแต่ถ้าหากสูงมากเกินไปก็จะยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ได้เช่นกันในอุณหภูมิที่เหมาะสมจึงควรอยู่ในช่วงระหว่าง 15-40 C^{o} หรือไม่ควรสูงเกินกว่า 60 C^{o}

(1.5) อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน(C/N ratio) เป็นปัจจัยที่มีส่วนสำคัญต่อการหมักทำปุ๋ย เนื่องจากไนโตรเจนมีผลต่อการสร้างเซลล์ใหม่ของจุลินทรีย์ หากอัตราส่วนดังกล่าวนี้สูงเกินไปซึ่งหมายถึงมีปริมาณไนโตรเจนน้อย จุลินทรีย์ก็จะเพิ่มจำนวนน้องลงตามไปด้วยเพราะต้องอาศัยไนโตรเจนในการเจริญเติบโต แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าอัตราส่วนต่ำเกินไป ซึ่งหมายถึงมีปริมาณไนโตรเจนมากขึ้น ก็จะเกิดก๊าซแอมโมเนีย (NH3) แพร่กระจายออกสู่บรรยากาศมาก โดยปกติอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ที่เหมาะสมควรจะอยู่ในช่วงระหว่าง 20:1 ถึง 40:1 ซึ่งถ้าหากมีอัตราส่วนที่สูงหรือต่ำกว่านี้ ก็จำเป็นต้องทำการปรับสภาพของขยะให้มีอัตราส่วนดังกล่าวก่อนนำไปทำการหมักเป็นปุ๋ยต่อไป

(1.6) ปริมาณของออกซิเจน(oxygen) เนื่องจากออกซิเจนเป็นก๊าซที่มีส่วนสำคัญต่อการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในสภาพที่ใช้อากาศ(aerobic condition) ดังนั้นถ้ามีก๊าซออกซิเจนน้อยเกินไปจะทำให้การย่อยสลายเปลี่ยนไปเป็นแบบไร้อากาศซึ่งส่งผลให้กระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้นช้าลง รวมทั้งยังมีกลิ่นเหม็นจากก๊าซอื่นๆเช่น ก๊าซไข่เน่า

(1.7) ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) ปัจจัยนี้มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ภายในกองขยะ ซึ่งค่า pH ที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วงระหว่าง 6-8 อย่างไรก็ตามในช่วงเริ่มต้นของกระบวนการย่อยสลายจะพบว่าค่า pH อาจลดลงเหลือประมาณ 5 เนื่องจากมีกรดอินทรีย์(organic acid) บางชนิดเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาย่อยสลายโดยจุลินทรีย์จากนั้นค่า pHจึงจะค่อยๆเพิ่มขึ้นตามลำดับ

2. การย่อยสลายของสารอินทรีย์ในปุ๋ยหมัก

จุลินทรีย์ที่อยู่ในกองขยะในระหว่างการหมักทำปุ๋ยจะมีทั้งสภาวะที่ใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ ซึ่งในกระบวนการทั้งสองดังกล่าวมีความแตกต่างกันหลายด้าน ทั้งในเรื่องชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายระยะเวลาในการย่อยสลายปัจจัยต่างๆที่เหมาะสมกับการย่อยสลายรวมทั้งผลผลิตหรือสิ่งที่เกิดขึ้นตามมา

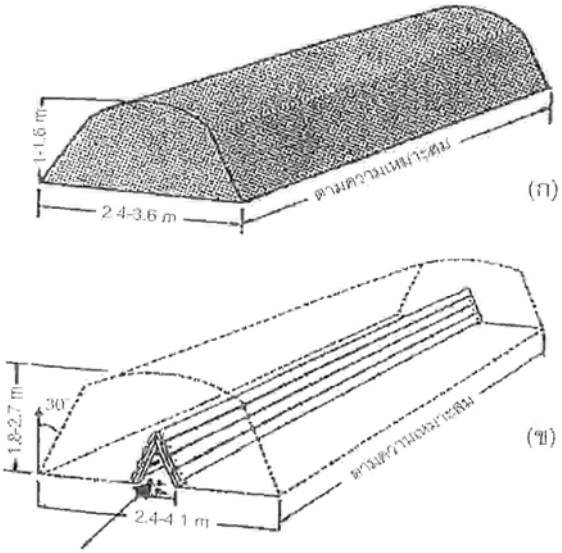
(2.1) การย่อยสลายแบบใช้อากาศ (aerodic decomposition)เป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์ชนิดที่ใช้อากาศหรือออกซิเจนในการดำรงชีวิตทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นแร่ธาตุโดยไม่ก่อให้เกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็น และได้ผลผลิตเป็นวัสดุปรับปรุงดินซึ่งมีองค์ประกอบของไนเทรต(NO_3) และซัลเฟต(SO_4)ที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช กระบวนการทั้งหมดนี้ใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น ประมาณ 1 เดือน

(2.2) การย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ (anaerodic decomposition) เป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ใช้อากาศหรือออกซิเจนไนการดำรงชีวิต ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ไม่ใช้อากาศหรือออกซิเจนในการดำรงชีวิต ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นแร่ธาตุแต่กระบวนการนี้จะก่อให้เกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็น อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้จะมีก๊าซมีเทน(CH_4)เกิดขึ้นตามมาด้วยซึ่งก๊าซชนิดนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นแหล่งพลังงานในกิจการต่างๆ

3. รูปแบบของการหมักทำปุ๋ย

การหมักทำปุ๋ยแบบใช้อากาศหรือออกซิเจนสามารถกระทำได้ใน 3 รูปแบบด้วยกันได้แก่ การหมักโดยให้กองขยะสัมผัสกับออกซิเจนตามธรรมชาติ(windrow composting)การหมักโดยการ

(3.1) Windrow composting เป็นวิธีการหมักโดยให้กองขยะสัมผัสกับออกซิเจนตามธรรมชาติมากที่สุดด้วยการนำขยะมาทำเป็นกองๆดังแสดงในภาพที่ 2.9



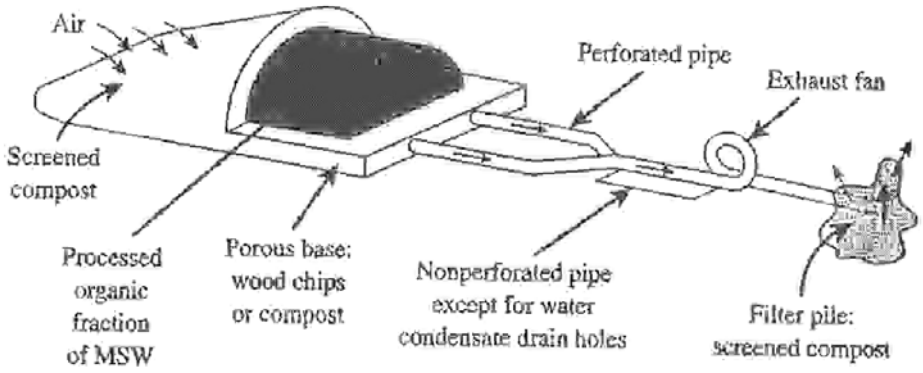
ภาพที่ 2.9 การหมักทำปุ๋ยแบบ Windrow composting

ที่มา: อาณัติ ต๊ะปินตา, 2553, หน้า 137

ในการหมักทำปุ๋ยโดยวิธีนี้ ขยะจะถูกนำมากองให้เป็นแถวยาวและมีลักษณะครึ่งวงกลมคล้ายโดม ขนาดที่เหมาะสมของกองขยะดังกล่าวคือ ควรมีความสูงประมาณ 1-1.6 เมตร และกว้างประมาณ 2.4-3.6 เมตร (ภาพที่ 2.9ก) ต้องพลิกกลับกองขยะไปมาประมาณ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ ตลอดการหมักประมาณ 1 เดือน ทั้งนี้เพื่อทำให้ขยะได้มีโอกาสสัมผัสกับอากาศอย่างทั่วถึงกัน ซึ่งจะช่วยให้กระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในกรณีที่มีขยะเป็นจำนวนมากอาจอาศัยเทคนิคบางอย่างเข้าช่วยด้วยนั่นก็คือควรมีเครื่องช่วยระบายอากาศในกองขยะ โดยการวางช่องระบายอากาศบริเวณด้านล่าง(ภาพที่ 2.9ข) แล้วใช้พัดลมหรือเครื่องเป่าอากาศเพื่อให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศภายในกองขยะอย่างทั่งถึง ซึ่งจะช่วยให้สามารถทำการหมักขยะที่มีปริมาณมากๆได้รวดเร็วขึ้น

(3.2) Aerated static pile composting เป็นวิธีการหมักโดยการเติมอากาศเข้าสู้กองขยะ ทั้งนี้ เพื่อทำให้กระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในภาพที่ 2.10

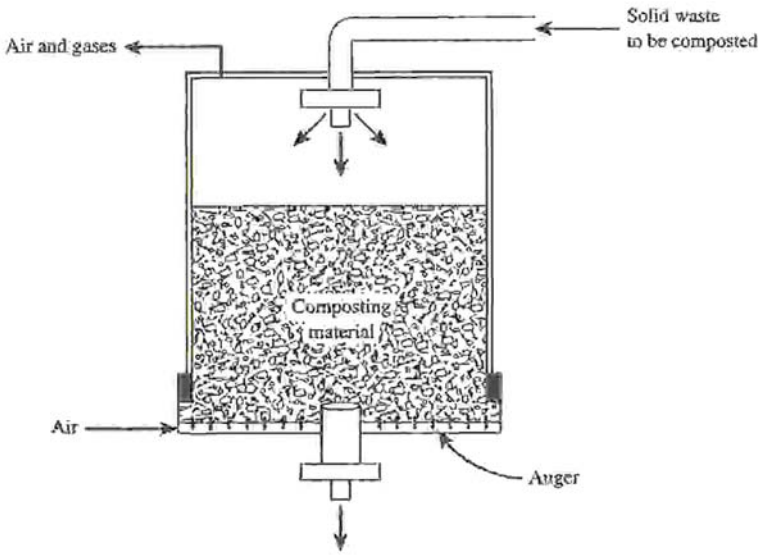


ภาพที่ 2.10 การหมักทำปุ๋ยแบบ Aerated static pile composting

ที่มา : (อาณัติ ต๊ะปินตา, 2553, หน้า 139)

หลักการของการหมักทำปุ๋ยโดยวิธีนี้ก็คือ อากาศจะถูกส่งเข้าไปในกองขยะโดยผ่านรูหรือช่องของ ตัวภาชนะ(ภาพที่ 2.10) จากนั้นมีการใช้พัดลมเพื่อดูดอากาศที่อยู่ภายในกองขยะให้ระบายออกสู่ภายยอกโดยผ่านระบบท่อ(perforated pipe) ที่วางไว้ทั้งนี้ เพื่อให้ออกซิเจนมีการหมุนเวียนตลอดเวลาภายในกองขยะ ทำให้เกิดการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศอย่างต่อเนื่องนอกจากนี้ ยังช่วยควบคุมอุณหภูมิภายในกองขยะให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะต่อปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ตลอดเวลา

(3.3) ln-Vessel composting หมายถึง การหมักทำปุ๋ยในระบบปิด โดยขยะที่นำมาหมักทำปุ๋ยจะถูกบรรจุลงในถังขนาดใหญ่ที่มีฝาปิดมิดชิด และมีช่องเติมอากาศเข้าสู่ทางด้านล่างของถัง (ภาพที่ 2.11) สำหรับหลักการทำงานของระบบนี้ก็จะเป็นเช่นเดียวกับระบบเปิดทั้ง 2 ระบบ ที่กล่าวมาแล้ว แต่มีข้อดีอยู่ตรงที่ว่าสามารถทำการควบคุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายของจุลินทรีย์ เช่น อุณหภูมิ ,ปริมาณความชื้น,ปริมาณออกซิเจน ฯลฯได้ดีกว่า และมีผลต่อการลดระยะเวลาในการหมักทำปุ๋ยให้น้อยลงเหลือเพียงประมาณ 14วัน นอกจากนี้ยังใช้พื้นที่ในการดำเนินงานน้อยลงอีกด้วย



ภาพที่ 2.11 การหมักทำปุ๋ยแบบ ln-Vessel composting

ที่มา : อาณัติ ต๊ะปินตา, 2553, หน้า 140

2.3.4 การนำมาใช้เป็นพลังงาน

เป็นการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ในรูปแบบการให้พลังงาน การแปรรูปเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ และการหมักทำปุ๋ยก็คือการนำมาใช้เป็นพลังงาน การแปรรูปให้เป็นพลังงานมีวิธีดังต่อไปนี้ (อาณัติ ต๊ะปินตา, 2553, หน้า 141)

1. การผลิตพลังงานความร้อน

ได้แก่ การนำขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้(combustible waste) จำพวก เศษกิ่งไม้ใบไม้ และแกลบ ชานอ้อย กากน้ำตาล กากส่าเหล้า ฯลฯ มาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับต้มน้ำทำให้ได้ไอน้ำร้อนเพื่อนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ เช่น ส่งไปยังเครื่องทำความอบอุ่นภายในบ้านเรือนหรือตามอาคารต่างๆรวมทั้งนำไปใช้ในกระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้เป็นน้ำร้อนโดยตรงก็ได้แล้วแต่ความต้องการ

2. การผลิตพลังงานไฟฟ้า

ได้แก่ การนำขยะมูลฝอยมาใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับต้มน้ำในหม้อน้ำ(boiler)แล้วนำไอร้อนที่รวบรวมได้ไปใช้หมุนเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า(steam turbine)เพื่อผลิตไฟฟ้าอีกต่อหนึ่ง

3. การผลิตก๊าซชีวภาพโดยกระบวนการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน

เป็นกระบวนการหมักขยะมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์ในภาวะที่ไร้ออกซิเจนเพื่อให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เกลายเป็นก๊าซชีวภาพ สำหรับใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าหรือความร้อน ส่วนกากที่เหลือจากการหมักสามารถนำไปใช้ในการปลูกพืชได้อีก ส่วนประกอบของก๊าซส่วนใหญ่ ได้แก่ ก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยอาจจะมีก๊าซแอมโมเนีย รวมทั้งไอน้ำเกิดขึ้นด้วย แต่การคัดแยกเฉพาะสารอินทรีย์และนำไปหมักในถังหรือบ่อหมักเฉพาะจะให้สัดส่วนก๊าซมีเทนมากกว่าการผลิตก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ

การจัดการกับก๊าซที่รวบรวมได้มี 2 วิธี คือ การเผาทำลายทิ้งกับการนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า ในการนำก๊าซไปผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นการนำก๊าซที่รวบรวมทั้งหมดไปสันดาปในห้องเผา แล้วผลิตกระแสไฟฟ้า โดยคำนวณหาปริมาตรก๊าซที่รวบรวมได้ก่อน จากนั้นต้องออกแบบระบบทำความสะอาดก๊าซให้บริสุทธิ์ โดยให้เหลือเฉพาะก๊าซมีเทนที่มีความบริสุทธิ์สูงประมาณ 70-80%

โดยทั่วไปส่วนประกอบของระบบผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพ ประกอบด้วย

- ระบบรวบรวมก๊าซ ได้แก่ การติดตั้งบ่อ และเดินพื้นรอง
- ระบบท่อลำเลียงก๊าซ ได้แก่ ระบบท่อแขนง ท่อเมน หรือ ท่อย่อย เป็นต้น
- ระบบทำให้ก๊าซบริสุทธิ์ ก่อนนำก๊าซไปที่ห้องสันดาป เพื่อให้มีก๊าซมีเทนมากที่สุด ซึ่งขั้นตอนการทำความสะอาดมีดังต่อไปนี้ การกำจัดน้ำออกจากก๊าซหรือกำจัดความชื้นโดการใช้ท่อดักไอน้ำที่ผสมมากับก๊าซที่ใช้หลักของความชื้นหนักกว่ากลุ่มก๊าซที่อยู่ในท่อ แล้ปล่อยน้ำให้ออกไป การกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยอาศัยตัวดูดซับเฉพาะที่สามารถกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ได้หมด หรืออาจใช้น้ำในการการกำจัดก๊าคาร์บอนไดออกไซด์ ให้กลายเป็นกรดคาร์บอนิก ที่อยู่ในสภาพละลายน้ำและแยกออกจก๊าซ มีเทนได้หมด
- ระบบอัดอากาศ ได้แก่ Blower และอุปปกรณ์อื่น เพื่อให้เกิดการรวมก๊าซได้ดี
- ระบบเผาก๊าซทิ้งในกรณีมีก๊าซมากเกินไป

- ระบบผลิตกระแสไฟฟ้า

หลักการเดินระบบผลิตพลังงานโดยก๊าซชีวภาพ เริ่มจากการดูดอากาศเพื่อดึงก๊าซชีวภาพออกจากหลุม ถัง หรือบ่อ โดยการสร้างแรงดันภายในระบบท่อที่เดินไว้ เพื่อผลักหรือดันให้ก๊าซชีวภาพมารวมอยู่ที่จุดใดจุดหนึ่งเพื่อป้อนก๊าซเข้าสู่ระบบทำความสะอาดก่อนนำไปใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าหรือความร้อน

โดยทั่วไปการใช้เทคโนโลยีย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนในการบำบัดขยะมูลฝอยอินทรีย์ 1 ตัน จะได้ก๊าซชีวภาพประมาณ 100-200 ลบ.ม.

2.4 การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

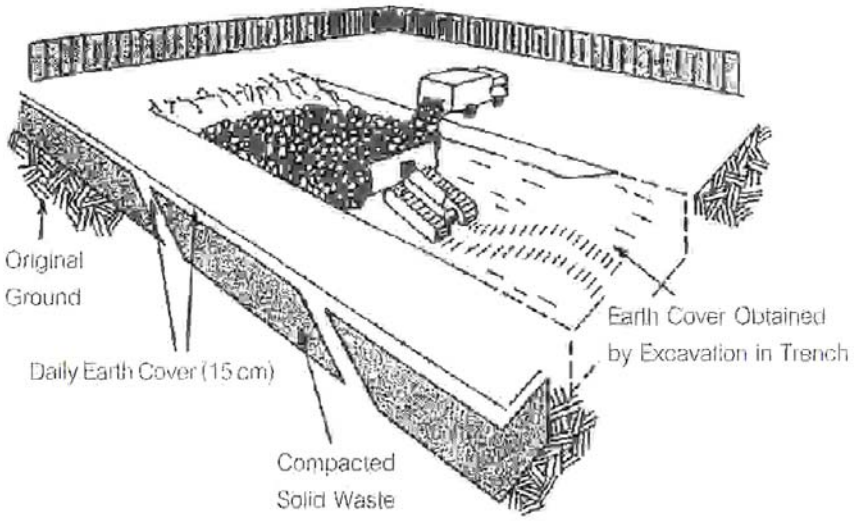
2.4.1 รูปแบบของการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล มีวัตถุประสงค์สำหรับใช้เพื่อการกำจัดขยะที่ไม่เป็นอันตราย(non-hazardous waste)ไม่ว่าจะมีแหล่งกำเนิดจากชุมชนจากภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรม โดยการฝังกลบสามารถกระทำได้2รูปแบบด้วยกันดังนี้ คือ

1. แบบขุดเป็นร่อง

การฝังกลบแบบขุดเป็นร่อง(trench method)เป็นการกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบบนพื้นที่ราบซึ่งปกติเป็นที่สูงอยู่แล้วและไม่ต้องการที่จะให้พื้นที่แหล่งนั้นสูงเพิ่มขึ้นไปอีกหรือสูงขึ้นได้บ้างแต่ไม่มาก ขณะเดียวกันก็ต้องการใช้พื้นที่ฝังกลบขยะให้ได้จำนวนมากที่สุด ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีขุดดินให้เป็นร่องลึกลงไปโดยมีความกว้างประมาณ 2 เท่าของขนาดเครื่องจักรและอาจมีความยาวตลอดพื้นที่ที่จะทำการฝังกลบ ความลึกส่วนใหญ่จะขุดลึกที่ระดับประมาณ 2-3 เมตร และต้องทำให้ลาดเอียงไปทางด้านใดด้านหนึ่งเพื่อไม่ให้น้ำขังในร่องเวลาฝนตก สำหรับดินที่ขุดขึ้นมาจากร่องจะถูกกองไว้ทางด้านใดด้านหนึ่งแล้วนำกลับมาใช้เป็นดินสำหรับกลบขยะต่อไป

ส่วนวิธีการฝังกลบขยะในหลุมฝังกลบแบบขุดเป็นร่องคือ เมื่อรถขนถ่ายขยะนำขยะมาเทลงในร่องแล้วก็จะใช้รถแทรกเตอร์บดทับและเกลี่ยให้กระจาย จากนั้นจึงใช้ดินกลบและบดทับอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งข้อได้เปรียบของวิธีนี้ก็คือ สามารถใช้ดินจากการขุดร่องมาใช้ในการบดทับขยะได้เลยโดยไม่ต้องจัดหามาจากแหล่งอื่นและเมื่อทำการฝังกลบขยะมูลฝอยจนเต็มพื้นที่แล้วอาจนำพื้นที่

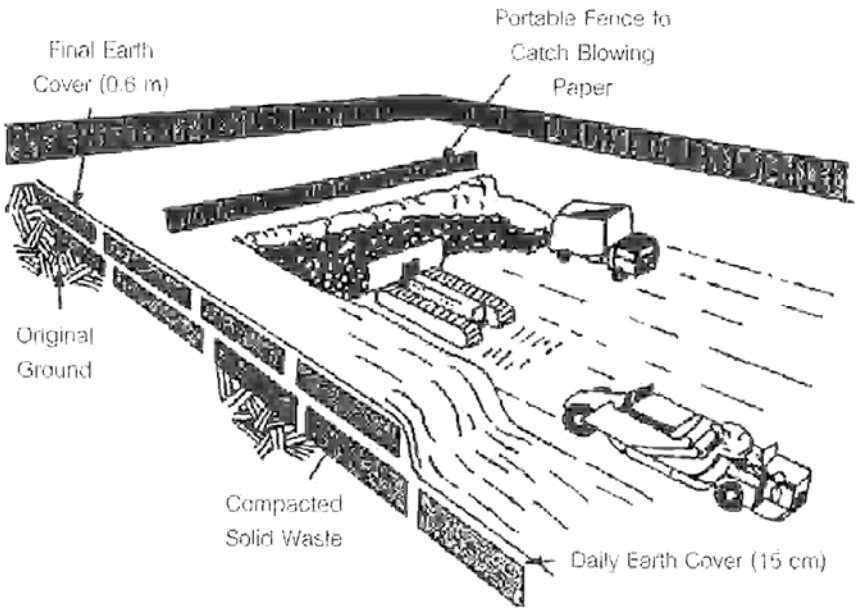


ภาพที่ 2.12 การฝังกลบขยะแบบขุดเป็นร่อง (trench method)

ที่มา : อาณัติ ต๊ะปินตา, 2553, หน้า 157

2. แบบถมที่

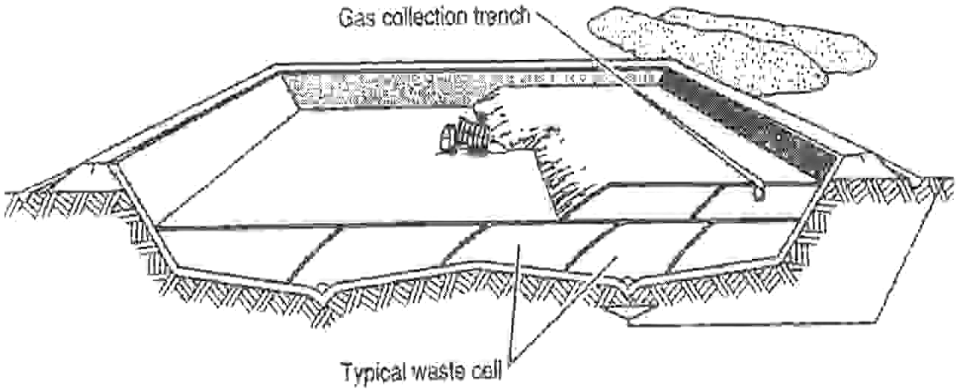
การฝังกลบแบบถมที่(area method) เป็นการฝังกลบขยะในสภาพพื้นที่ที่เป็นหลุมเป็นบ่อหรือเป็นพื้นที่ที่ต่ำอยู่ก่อนแล้วและต้องการปรับหรือถมให้พื้นที่แห่งนั้นสูงกว่าเดิม ในการฝังกลบจใช้วิธีการที่ไม่แตกต่างไปจากวิธีแรกเท่าใดนัก กล่าวคือ ขยะที่นำมาเททิ้งจะถูกเกลี่ยให้กระจายทั่วพื้นที่พร้อมกับบดทับให้แน่นด้วยรถแทรกเตอร์ จากนั้นจึงใช้ดินกลบแล้วบดทับให้แน่นอีกครั้งหนึ่ง และเมื่อสถานที่ฝังกลบถูกใช้งานจนเต็มพื้นที่แห่งนั้นก็จะมีการปรับสภาพเป็นพื้นที่ราบและไม่เป็นหลุมเป็นบ่อหรือเป็นพื้นที่ต่ำเหมือนกับสภาพเดิมอีกต่อไป



ภาพที่ 2.13 การฝังกลบขยะแบบถมที่ (area method)

ที่มา : อาณัติ ต๊ะปินตา, 2553, หน้า 158

จะเห็นได้ว่าการฝังกลบขยะอย่างถูกหลักสุขาภิบาลทั้งแบบขุดเป็นร่องและแบบถมที่มีวิธีการทำงานที่คล้ายคลึงกัน และในบางพื้นที่ก็ได้นำเอาวิธีการทั้งสองแบบมาผสมผสานเข้าด้วยกัน โดยขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศของพื้นที่นั้นๆด้วยสำหรับการฝังกลบขยะทั้ง 2 วิธีนี้จะมีลักษณะการฝังกลบแบบเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆตามแนวดิ่ง



ภาพที่ 2.14 ลักษณะภายในของหลุมฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

ที่มา: อาณัติ ต๊ะปินตา, 2553, หน้า 159

2.4.2 ขั้นตอนการฝังกลบขยะมูลฝอย

เมื่อขยะมูลฝอยถูกลำเลียงและขนถ่ายจากชุมชนมาทิ้งในหลุมฝังกลบแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การใช้เครื่องจักรกลหรือรถแทรกเตอร์ทำการเกลี่ยและบดขยะให้แน่น จากนั้นจังปิดทับขยะด้วยดินให้มีลักษณะเป็นห้องๆซึ่งเรียกว่าเซลล์ “เซลล์ (cell)”และเป็นแถวๆซึ่งเรียกว่า “ชั้น (Lift)” ดังโดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. การเกลี่ยและบดอัดขยะ

เป็นการใช้รถแทรกเตอร์หรือเครื่องจักรกลประเภทอื่นๆเกลี่ยขยะที่เทกองไว้ให้กระจายไปทั่วบริเวณพร้อมทั้งบดอัดขยะไปมาให้ทับกันจนแน่น ทั้งนี้ เพื่อให้หลุมฝังกลบสามารถรองรับขยะได้มากขึ้นและมีอายุการใช้งานนานขึ้นด้วย ในการเกลี่ยและบดอัดขยะนี้ควรกำหนดให้มีความหนาประมาณ 40-60 เซนติเมตร ก่อนที่จะทำการปิดทับด้วยดินหรือวัสดุอย่างอื่นในขั้นตอนต่อไป

2. การปิดทับรายวัน

การปิดทับรายวัน(daily cover)เป็นการปิดทับขยะที่ถูกบดอัดจนแน่นแล้วด้วยดินหรือวัสดุปิดทับอย่างอื่นโดยจะทำการปิดทับภายหลังจากที่ทำงานแล้วเสร็จในแต่ละวันด้วยชั้นดินหรือวัสดุอย่างอื่นที่มีความหนาประมาณ 15 เซนติเมตรหรือ6นิ้วทำให้มีลักษณะเป็นห้องหรือเซลล์(Cell)เรียงต่อกันไปตามความยาวของหลุมฝังกลบในแนวราบซึ่งวัตถุประสงค์ในการปิดทับเพื่อป้องกันแมลงวัน หนู และความชื้นรวมทั้งป้องกันไม่ให้เศษขยะกระจัดกระจายปลิวไปตามกระแสลมด้วย

3. การปิดทับขั้นกลาง

เมื่อทำการปิดทับขยะเป็นห้องหรือเซลล์ในแต่ละวันและเรียงต่อกันในแนวราบจนสุดความยาวของหลุมฝังกลบแล้ว ด้านบนของเซลล์เหล่านี้ก็จะถูกปิดทับด้วยดินหรือวัสดุอย่างอื่นอีกชั้นอีกชั้นหนึ่งเรียกว่า “การปิดทับขั้นกลาง (intermediate cover)” ซึ่งในการปิดทับชั้นนี้จะมีความยาวตั้งแต่เซลล์แรกไปจนถึงเซลล์สุดท้ายที่มีการฝังกลบตามแนวราบลักษณะเช่นนี้ทำให้เกิดการฝังกลบเป็นชั้นๆ (Lift) โดยดินที่ใช้ปิดทับแต่ละชั้นมีความหนา ประมาณ30เซนติเมตร หรือ12 นิ้ว ชั้นดินดังกล่าวนี้จะทำหน้าที่เป็นถนนสำหรับให้รถขนถ่ายขยะวิ่งเข้าไปทิ้งขยะลงในหลุมฝังกลบได้ ซึ่งจะเป็นการเริ่มต้นกระบวนการฝังกลบขยะในชั้นต่อๆไปจนกระทั่งเต็มพื้นที่ของหลุมฝังกลบแห่งนั้น

4. การปิดทับขั้นสุดท้าย

เป็นการปิดทับครั้งสุดท้าย(final cover)ภายหลังจากที่มีการฝังกลบขยะจนเต็มพื้นที่ของหลุมฝังกลบแล้ว ซึ่งสถานที่ฝังกลบแต่ละแห่งจะมีอายุการใช้งานต่างกันตามขนาดของพื้นที่ ในการปิดทับขั้นสุดท้ายนี้จำเป็นต้องใช้ดินที่มีความหนาไม่น้อยกว่า60เซนติเมตรหรือ 24นิ้วขึ้นไป ทั้งนี้เพื่อป้องกันการกัดเซาะและการไหลบ่าของน้ำฝน รวมทั้งเพื่อทำการปลูกพืชปกคลุมภายหลังจาสถานที่ฝังกลบถูกปิดลงเนื่องจากมหดอายุการใช้งาน จากนั้นพื้นที่ดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านอื่นต่อไป

2.4.3 การคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างสถานที่ฝังกลบ

การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลนี้จำเป็นต้องอาศัยพื้นที่ที่มีขนาดกว้างใหญ่ซึ่งสามารถรองรับปริมาณขยะได้เป็นจำนวนมาก หลักเกณฑ์เพื่อใช้ในการพิจารณาคัดเลือกพื้นที่เป็นสถานที่ฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล โดยมีประเด็นที่สำคัญๆได้แก่ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดขยะขนาดของพื้นที่สภาพภูมิประเทศ คุณสมบัติของดิน และระดับน้ำใต้ดินฯลดังต่อไปนี้คือ

1. ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดขยะ

ไม่ควรจะอยู่ห่างไกลจากชุมชนที่เป็นแหล่งกำเนิดขยะมากนัก ถ้าเป็นไปได้ควรอยู่ในรัศมีไม่เกิน15กิโลเมตร เพื่อช่วยให้รถเก็บขนขยะของเทศบาลหรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทำงานได้มากขึ้น ไม่ต้องเสียเวลาเดินทางไปมา แต่ในกรณีที่ไกลจากแหล่งกำเนิดขยะเกินกว่า 15 กิโลเมตรขึ้นไป ก็ควรให้มีสถานีขนถ่ายขยะอยู่บนเส้นทางการขนถ่ายขยะให้ได้ปริมาณมากขึ้นในแต่ละเที่ยวเป็นการช่วยลดต้นทุนในการดำเนินงานลงไปได้มา

2. ขนาดของพื้นที่

ควรเป็นสถานที่ที่มีขนาดเพียงพอในการใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 15-20 ปีขึ้นไปเพื่อแก้ปัญหาในระยะยาว การพิจารณาว่าพื้นที่ฝังกลบควรมีขนาดเท่าใดจึงจะเหมาะสมนั้น ต้องทำการประเมินโดยอาศัยข้อมูลหลายๆด้านเช่นปริมาณขยะที่เกิดในปัจจุบันและการคาดการณ์ในอนาคต จำนวนประชากรในชุมชน อัตราการย้ายเข้าและย้ายออกของประชากรในชุมชนอัตราการผลิตขยะต่อหัว

3. สภาพภูมิประเทศ

ปัจจัยนี้จะมีผลต่อการตัดสินใจว่าควรเลือกใช้รูปแบบใดในการฝังกลบขยะ กล่าวคือ ถ้าสภาพภูมิประเทศมีลักษณะเป็นหลุมเป็นบ่อ หรือเป็นเหมืองร้าง หรือบ่อดินที่หน้าดินถูกขุดไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น ก็ต้องเลือกใช้การฝังกลบขยะแบบถมที่หรือarea method แต่ถ้าสภาพภูมิประเทศมีลักษณะเป็นพื้นราบและไม่ต้องการให้พื้นที่นั้นสูงขึ้นก็จะต้องเลือกใช้วิธีการฝังกลบแบบขุดเป็นร่องหรือ trench method แทนซึ่งจะมีผลไปถึงการเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ต้องนำเข้าไปใช้งานในสถานที่ฝังกลบนั้นด้วย

4. คุณสมบัติของดิน

เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ต้องพิจารณาเนื่องจากการเลือกพื้นที่ก่อสร้างสถานที่ฝังกลบจะต้องคำนึงถึงความสามารถในการซึมซับน้ำของดิน กล่าวคือถ้าเป็นดินเหนียว(clay) ก็จะช่วยป้องกันการซึมซับของน้ำฝนลงสู่หลุมกลบฝัง รวมทั้งยังช่วยสกัดกั้นมิให้น้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในหลุมฝังกไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินอีกด้วย แต่ ถ้าเป็นดินทราย(sand)หรือกรวด(gravel)ซึ่งมีคุณสมบัติซึมซับน้ำได้ดีหรือน้ำสามารถซึมผ่านได้โดยง่าย ก็จะทำให้น้ำฝนไหลซึมเข้าไปในหลุมฝังกลบได้มากขึ้น แยังทำให้น้ำชะมูลไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินได้เร็วและง่ายขึ้นด้วยเช่นกัน

5. ระดับน้ำใต้ดิน

พื้นที่ที่จะเลือกเป็นสถานที่ฝังกลบขยะควรจะต้องมีระดับน้ำใต้ดินที่อยู่ลึกลงไปจากพื้นดินหรือที่เรียกว่า “deep aquifer” ทั้งนี้เพราะเมื่อพื้นที่ดังกล่าวใช้เป็นหลุมฝังกลบแล้วจะทำให้ระยะทางระหว่างก้นหลุมฝังกลบไปยังบริเวณน้ำใต้ดินอยู่ห่างไกลกันทำให้มั่นใจได้ว่าน้ำใต้ดินในบริเดังกล่าวจะปลอดภัยจากการปนเปื้อนของน้ำชะมูลฝอย โดยทั่วไปแล้วพื้นที่ที่เหมาะสมในการใช้เป็สถานที่ฝังกลบขยะควรมีระดับน้ำใต้ดินลึกไม่ต่ำกว่า25ฟุตหรืออย่างน้อยก็ไม่ควรต่ำกว่า10ฟุตขึ้นไป

6. สภาพแวดล้อมโดยรอบ

เป็นปัจจัยประการสุดท้ายแต่ก็มีความสำคัญไม่น้อยกว่าปัจจัยอื่นๆก็คือสภาพแวดล้อมโดยรอบสถานที่ฝังกลบ ซึ่งโดยปกติควรจะสร้าง พื้นที่กันชน(buffer zone) เพื่อป้องกันการไปทำความเดือดร้อนรำคาญให้กับผู้ที่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง

สำหรับประเทศไทยก็มีการกำหนดหลักเกณฑ์ เพื่อใช้พิจารณาคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยเอาไว้ โดยหลักเกณฑ์ ดังกล่าวประกอบไปด้วยหัวข้อต่างๆดังต่อไปนี้ คือ (กรมควบคุมมลพิษ, 2547ข, หน้า30-31)

(1). ไม่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 1 และชั้น 2 ตามมติคณะรัฐมนตรีที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม พ.ศ.2548

(2). ตั้งอยู่ห่างจากแนวโบราณสถานตามพระราชบัญญัติ โบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ และพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติไม่น้อยกว่า 1 กิโลเมตร

(3). ควรตั้งอยู่ห่างจากบ่อน้ำดื่มหรือโรงผลิตน้ำประปาในปัจจุบันเป็นระยะทางไม่น้อยกว่า 700 เมตร

(4). ตั้งอยู่ห่างจากแนวเขตสนามบินเป็นระยะทางไม่น้อยกว่า 5 กิโลเมตร

(5). ควรตั้งอยู่ห่างจากแหล่งน้ำธรรมชาติหรือมนุษย์สร้างขึ้นมา รวมทั้งพื้นที่ชุ่มน้ำ (wetland)ไม่น้อยกว่า 300 เมตร

(6). เป็นพื้นที่ซึ่งสภาพธรณีวิทยาหรือลักษณะใต้ดินมีความมั่นคงแข็งแรงพอที่จะรองรับขยะมูลฝอย

(7). ควรเป็นพื้นที่ดอน ไม่มีน้ำท่วม

(8). เป็นพื้นที่ซึ่งระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของน้ำชะมูลฝอย

2.4.4 การคำนวณขนาดของพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย

การคำนวณขนาดของพื้นที่ที่จะใช้เป็นสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยนับว่ามีความสำคัญต่อการจัดการปัญหาขยะในแต่ละชุมชน ซึ่งการที่จะทราบว่าชุมชนใดชุมชนหนึ่งจัดเตรียมพื้นที่สำหรับฝังกลบขยะขนาดเท่าใดจึงจะเพียงพอต่อปริมาณขยะที่เกิดขึ้นนั้น การประเมินหาขนาดพื้นที่ประกอบไปด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้ คือ จำนวนประชากร อัตราการผลิตขยะ ต่อคนต่อวันของประชากร และความหนาแน่นของขยะที่เกิดขึ้นในชุมชนแห่งนั้น สำหรับวิธีคำนวณโดยใช้ข้อมูลตามที่กล่าวข้างต้นได้แสดงตามตัวอย่างดังนี้

ตัวอย่าง เทศบาลแห่งหนึ่งได้จัดเตรียมพื้นที่ขนาด 1 ตร.กม ไว้สำหรับก่อสร้างเป็นสถานที่ฝังกลบขยะ โดยตั้งเป้าพื้นที่แห่งนี้ จะสามารถรองรับขยะได้เป็นเวลานาน20ปี ถ้าสมมุติให้ประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลดังกล่าว มีจำนวนเท่ากับ 50,000 คน และมีอัตราการทิ้งขยะคงที่เท่ากับ 1.5 กก./คน/วัน

ก). จงคำนวณหาปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในเทศบาลแห่งนี้ตลอดระยะเวลา 20 ปี

ข). ถ้ากำหนดให้ขยะมีความหนาแน่นเท่ากับ 450กก./ลบ.ม. จงคำนวณหาปริมาตรของขยะที่ต้องฝังกลบต่อปี

ค). จงคำนวณว่าถ้าออกแบบก่อสร้างหลุมฝังกลบเป็นแบบขุดเป็นร่องบนพื้นที่ 1 ตร.กม. จะต้องขุดร่องลึกเท่าใด จึงจะสามารถฝังกลบขยะที่เกิดขึ้นตลอดอายุการใช้งาน20ปี

วิธีคำนวณ

1. การคำนวณหาปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมดในเวลา 20ปี

ปริมาณขยะ = 50,000 คน×1.5 กก./คน/วัน

= 75,000 กก./วัน×365วัน×20ปี

= 547,500,000 กก.×1ตัน/1000 กก.

= 547,500 ตัน

ดังนั้น ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นทั้งหมดในเทศบาลแห่งนี้ตลอดระยะเวลา 20 ปี เท่ากับ 547,500 ตัน

2. การคำนวณหาปริมาตรที่ฝังกลบต่อปี

ปริมาตรขยะ = ปริมาณขยะที่เกิดขึ้น/ความหนาแน่นของขยะ

= 75,000 กก.ต่อวัน/450 กก./ลบ.ม.

= 166.67 ลบ.ม.ต่อวัน × 365 วัน

= 60834.55 ลบ.ม./ปี

ดังนั้นเทศบาลแห่งนี้มีขยะที่ต้องฝังกลบคิดเป็นปริมาตร 60834.55 ลูกบาศก์เมตรต่อปี

3. การคำนวณหาระดับความลึกของหลุมฝังกลบขยะ

ปริมาตรขยะ = พื้นที่หลุมฝังกลบ×ความลึกของหลุม

60834.55 ลบ.ม/ปี×20ปี = 1 ตร.กม×ความลึกของหลุม

ความลึกของหลุม = 1,216,871 ลบ.ม/1,000,000 ตร.ม.

= 1.22 เมตร

ดังนั้นการก่อสร้างหลุมฝังกลบแบบขุดเป็นร่องหรือtrench method สำหรับการฝังกลบขยะตลอดระยะเวลา 20ปี ของเทศบาลแห่งนี้จะต้องมีความลึกเท่ากับ 1.22 เมตร โดยประมาณ

2.4.4 น้ำชะมูลในสถานที่ฝังกลบ

น้ำชะมูลฝอย(leachate)หมายถึง น้ำเสียที่เกิดขึ้นภายในหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย อันเนื่องมาจากการเน่าเสียของสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ เมื่อสารอินทรีย์เหล่านี้มีการเน่าเสียอย่างต่อเนื่องก็จะทำให้เกิดน้ำเน่าเสียมากขึ้นตามไปด้วย ประกอบถ้ามีน้ำจากภายนอกไหลซึมเขสู่หลุมฝังกลบด้วยสาเหตุต่างๆก็จะเป็นการช่วยเพิ่มปริมาณน้ำเสียที่มีอยู่เดิมให้มาขึ้นอีกทางหนึ่ง ซึ่หากขาดการควบคุมปริมาณน้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้นตามที่กล่าวข้างต้นนี้แล้ว โอกาสที่น้ำชะมูลฝอยจหลุมฝังกลบขยะจะซึมผ่านลงสู้ชั้นน้ำใต้ดินด้านล่างก็ย่อมเป็นไปได้สูงเช่นเดียวกัน

1. แหล่งที่มาของน้ำชะมูลฝอย

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า น้ำชะมูลฝอยเกิดขึ้นจากการเน่าเสียของสารอินทรีย์ในหลุมฝังกลบซึ่ภายในของสารอินทรีย์ก็มีความชื้นเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย น้ำชะมูลฝอยจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อมการเน่าเสียของสารอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้การเพิ่มปริมาณของน้ำชะมูลฝอยยังอาจเกิดขึ้จากปัจจัยภายนอกอีกด้วย นั่นก็คือ การที่น้ำจากภายนอกหลุมฝังกลบได้แก่ น้ำฝน(percipitation)และน้ำไหลบ่ามาจากพื้นที่ข้างเคียง(surface runoff) สามารถซึมเข้าสู่หลุมฝังกลบได้ทำให้ไปปะปนกับน้ำชะมูลฝอยที่มีอยู่เดิม จึงเป็นการทำให้ปริมาณน้ำชะมูลฝอยมีเพิ่มขึ้นอีกทางหนึ่ด้วย

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดน้ำชะมูลฝอย

น้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในหลุมฝังกลบแต่ละแห่งจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาประการดังต่อไปนี้ คือ

(1). สภาพภูมิอากาศในช่วงฤดูฝนที่มีฝนตกลงชุกย่อมจะทำให้มีน้ำฝนไหลผ่านซึมเข้าสู่หลุมฝังกลบมากกว่าฤดูอื่นๆนอกจากนี้ฤดูฝนยังมีผลต่อองค์ประกอบของความชื้นภายในขยะด้วย ซึ่งจะทำให้โอกาสเกิดน้ำชะมูลฝอยได้มากขึ้น

(2). ลักษณะของพื้นที่ฝังกลบ การก่อสร้างหลุมฝังกลบขยะต้องไม่อยู่ในทิศทางการไหลบ่าของน้ำฝน ซึ่งหากมีการก่อสร้างในลักษณะดังกล่าว จะทำให้น้ำมีโอกาสซึมผ่านเข้าสู่หลุมฝังกขยะได้มากขึ้น

(3). ลักษณะของดินถ้าเป็นดินทรายหรือดินร่วนปนทรายจะทำให้น้ำฝนซึมลงสู้หลุมฝังกลบขยได้ง่ายขึ้น เนื่องจากดินทรายหรือดินร่วนปนทรายมีคุณสมบัติยอมให้น้ำซึมผ่านได้ดีเมื่เทียบกับดินเหนียว

(4). วัสดุหรือพืชคลุมดิน การปลูกพืชคลุมดินมีส่วนช่วยป้องกันการซึมผ่านของน้ำฝนลงสู่หลุฝังกลบขยะได้เป็นจำนวนมาก ทำให้การเกิดน้ำชะมูลฝอยมีปริมาณลดน้อยลงตามไปด้วย

3. คุณลักษณะของน้ำชะมูลฝอย

คุณลักษณะของน้ำชะมูลฝอย จะแตกต่างกันไปตามอายุการใช้งานของสถานที่ฝังกลบนั้น โดยมีแนวโน้มว่าหลุมฝังกลบใหม่จะมีน้ำชะมูลฝอยที่มีคุณลักษณะต่างๆสูงกว่าหลุมฝังกลบเก่าที่ใช ฝังกลบขยะมาเป็นเวลานาน ดังมีตัวอย่างต่อไปนี้

(1). ค่า BOD ของน้ำชะมูลฝอยที่ตรวจวัดจากหลุมฝังกลบที่เริ่มต้นใช้งานไม่เกิน2ปี จะอยู่ในช่วงระหว่าง2000-30000mg/Lซึ่งสูงกว่าค่า BOD ที่ตรวจพบในน้ำชะมูลฝอจากหลุมฝังกลบที่ใช้งานมานานกว่า10ปีหลายเท่าตัว ซึ่งพบว่ามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง100-200mg/Lเท่านั้น

(2). ค่าความเป็นกรดและด่าง(pH) ของน้ำชะมูลฝอยจะค่อยๆเปลี่ยนสภาพจากความเป็กรดอ่อน(slightly acid)คือ ประมาณ4.5-5.5ไปสู่ความเป็นกลาง(neutral)คือ ประมาณ6.6-7.5เมื่อหลุมฝังกลบขยะมีอายุการใช้งานนานขึ้น

(3). ค่าสารแขวนลอยในน้ำ(Total suspended solids)ที่พบในน้ำชะมูลฝอยจากหลุมฝังกลบใหม่จะอยู่ระหว่าง200-2000 mg/L ในขณะที่น้ำชะมูลฝอยจากหลุมฝังกลบเก่าจะมีปริมาณสารแขวนลอยลดลงเหลือเพียงประมาณ100-400mg/L

(4). ค่าความกระด้างของน้ำชะมูลฝอยในรูปของCaCO3จะค่อยๆลดระดับลงจาก1000-10000mg/Lในหลุมฝังกลบที่พึ่งใช้งานไม่เกิน2ปีมาเป็น200-1000mg/Lในหลุมฝังกลบที่มีอายุการใช้งานมากกว่า10ปีขึ้นไป

4. การเคลื่อนที่ของน้ำชะมูลฝอย

โดยทั่วไปน้ำชะมูลฝอยจะมีการเคลื่อนที่อยู่ 2 ทิศทาง คือการซึมลงสู่ด้านล่างของหลุมฝังกลบตามแนวดิ่งและการไหลออกทางด้านข้างของหลุมฝังกลบ แต่กรณีที่พบว่าจะสร้างปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมตามมาก็คือการซึมลงสู่ก้นหลุมในแนวดิ่งและไปปนเปื้อนกับชั้นน้ำใต้ดินที่อยู่ด้านล่างนั่นเอง

5. การควบคุมน้ำชะมูลฝอยในสถานที่ฝังกลบ

การควบคุมน้ำชะมูลฝอยสามารถกระทำได้ใน2รูปแบบ ตามทิศทางการเคลื่อนที่ของน้ำชะมูลฝอย ซึ่งได้กล่าวมาแล้วข้างต้น รูปแบบดังกล่าวประกอบไปด้วย

(1). การควบคุมการไหลของน้ำชะมูลฝอยออกทางด้านข้างของหลุมฝังกลบ โดยใช้ดินที่บดแลอัดแน่นทำเป็นขอบด้านข้างของหลุมฝังกลบเอาไว้ ซึ่งจะช่วยสกัดกั้นมิให้น้ำชะมูลฝอยทีเกิดขึ้นไหลซึมออกสู่ภายนอกตามพื้นที่ด้านข้างได้และในทางกลับกันก็จะเป็นการช่วยป้องกันมิให้น้ำจากภายนอกอันได้แก่ น้ำฝนและน้ำที่ไหลบ่ามาจากพื้นที่ข้างเคียงสามารถเข้าสู่หลุมฝังกลบได้เช่นเดียวกัน

(2). การควบคุมหารซึมของน้ำชะมูลฝอยลงสู่ด้านล่างตามแนวดิ่งเพื่อป้องกันมิให้ไปปนเปื้อนกัชั้นน้ำใต้ดิน สามารถดำเนินการโดยการสร้างหลุมฝังกลบให้มีลักษณะซึ่งประกอบไปด้วส่วนต่างๆดังต่อไปนี้คือ

- ชั้นดินทราย(granular sand drainage layer)ที่มีระบบท่อรวบรวมน้ำชะมูลฝอยวางเรียรายอยู่ด้านล่างของหลุมฝังกลบขยะ
- วัสดุปูรองก้นหลุม(geomembrane liner) ซึ่งผลิตจากพลาสติกจำพวก Polyvinylchloride หรือPolyethylene บุรองพื้นโดยรอบเพื่อป้องกันการซึมของน้ำชะมูฝอยลงสู่ด้านล่าง
- ชั้นดินเหนียวอัดแน่น(compacted soil)ซึ่งมีคุณสมบัติที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ยาก รออยู่ด้านล่างของวัสดุปูรองก้นหลุมอีกชั้นหนึ่ง

6. การบำบัดน้ำชะมูลฝอย

วิธีการบำบัดน้ำชะมูลฝอยจากหลุมฝังกลบขยะอาจแบ่งออกเป็น 2วิธีตามความเหมาะสมของสภาพพื้นที่หรือตามข้อจำกัดในการลงทุนซึ่งประกอบไปด้วยการบำบัดน้ำช

6.1 On-site treatment หมายถึง การบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยใช้ขบวนการต่าง ได้แก่ การบำบัดทางกายภาพ ชีวภาพ และทางเคมี ด้วยการติดตั้งระบบดังกล่าวภายในสถานที่ฝังกลบอย่างถาวรซึ่งน้ำชะมูลฝอยที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้วสามารถปล่อยออสู่แหล่งน้ำภายนอกได้เลย แต่ในสถานที่ฝังกลบบางแห่ง น้ำชะมูลฝอยจะผ่านแค่ขบวนกบำบัดเบื้องต้น (pretreatment) เท่านั้น ก็จะปล่อยออกสู่แหล่งน้ำภายนอก

6.2 Off- site treatment หมายถึง การบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยขนส่งน้ำชะมูลฝอยโขนส่งน้ำชะมูลฝอยเพื่อไปทำการบำบัดยังระบบบำบัดน้ำเสียภายนอกสถานที่ฝังกลบ ทั้งนีเนื่องจากไม่มีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียถาวรภายในสถานที่ฝังกลบดังกล่าว

2.4.6 การควบคุมก๊าซในสถานที่ฝังกลบ

ในขบวนการฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลพบว่าจะมีการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศ(anaerobic decomposition)เกิดขึ้นทั้งนี้เนื่องจากภายในหลุมฝังกลบที่ขยะถูกบดและอัดให้แน่นพร้อมทั้งปิดทับด้วยชั้นดินจะทำให้เกิดสภาวะที่ไร้อากาศขึ้น จึงส่งผลให้จุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตเข้ามาทำหน้าที่เป็น ผู้ย่อยสลายขยะหรือสารอินทรีย์ดังกล่าว ซึ่งในที่สุดจะมีก๊าซหลายชนิดโดยเฉพาะมีเทน(CH_4)เกิดขึ้นมาจากขบวนการย่อยสลายส่วนก๊าซชนิดอื่นๆเช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน และแอมโมเนีย ฯลฯ ก็จะมีอัตราการเกิดในสัดส่วนของก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากนั้น หากมีการติดตั้งอุปกรณ์เก็บรวบรวมอย่างเป็นระบบแล้วก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นแหล่งพลังงานได้

1. ขั้นตอนการเกิดก๊าซในสถานที่ฝังกลบ

การเกิดก๊าซสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย อันเนื่องมาจากขบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์อาจแบ่งออกเป็น5ระยะด้วยกันซึ่งในแต่ละระยะพบว่ามีก๊าซชนิดต่างๆเกิดขึ้นมากน้อยแตกต่างกันไป โดยขบวนการเกิดก๊าซในสถานที่ฝังกลบนี้จะดำเนินไปเรื่อยๆ แต่จะลดน้อยลงเมื่อสถานที่ฝังกลบมีอายุการใช้งานนานขึ้น

ชนิดของก๊าซ	สัดส่วนการเกิดก๊าซร้อยละ (โดยน้ำหนักแห้ง)
1. มีเทน	45-60
2. คาร์บอนไดออกไซด์	40-60
3. ไนโตรเจน	2-5
4. ออกซิเจน	0.1-1.0
5. ซัดไฟด์และไดซัดไฟด์	0-1.0
6. แอมโมเนีย	0.1-1.0
7. ไฮโดรเจน	0-0.2
8. คาร์บอนมอนนอกไซด์	0-0.2
9. อื่นๆ	0.01-0.06

ตารางที่ 2.2 สัดส่วนของการเกิดก๊าซชนิดต่างๆในสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย

ที่มา : อาณัติ ต๊ะปินตา, 2553, หน้า 183

(1.1) ระยะที่ 1 เป็นระยะที่เกิดขึ้นในช่วงสัปดาห์แรกของการฝังกลบขยะ ซึ่งในระยะนี้จะเกิดการย่อยสลายขยะหรือสารอินทรีย์ โดยการทำงานของจุลินทรีย์ในสภาพที่ใช้ออกซิเจน(aerobic decomposition) ทั้งนี้ เพราะในช่วงเริ่มต้นของการฝังกลบยังปรากฏว่ามีอากาศบางส่วนแทรกอยู่ภายในกองขยะแม้ว่าจะถูกบดและอัดจนแน่นก็ตาม อย่างไรก็ดี ออกซิเจนเหล่านี้จะถูกใช้หมดไปอย่างรวดเร็วในระยะเวลาไม่นานนักและทำให้การย่อยสลายเปลี่ยนไปเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจนแทนในระยะต่อไป

(1.2) ระยะที่ 2 ในระยะนี้ออกซิเจนจะมีปริมาณลดต่ำลงมากเนื่องจากถูกนำไปใช้อย่างรวดเร็วในระยะแรก ในทางกลับกันก็จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้ามาแทนที่และมีปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆการย่อยสลายขยะโดยจุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนซึ่งเรียกว่า “ anaerobic

(1.3) ระยะที่ 3 ระยะนี้สารอินทรีย์ในขยะจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดอินทรีย์ในอัตราที่รวดเร็วขึ้นกว่าเดิมโดยจุลินทรีย์กลุ่มที่เรียกกันว่า “acid-formers หรือ acidogens”จึงทำให้น้ำชะมูฝอยมีสภาพเป็นกรดมากขึ้นคือ pH มีค่าเท่ากับหรือต่ำกว่า5สำหรับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและปริมาณสูงสุดในระยะนี้ ส่วนก๊าซมีเทนก็เริ่มที่จะเกิดขึ้นบ้างเล็กน้อยจากขบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนนอกจากนี้ยังมีก๊าซไฮโดรเจน เกิดขึ้นมาด้วยเช่นกัน ระยะเวลาในขั้นตอนนี้เกิดขึ้นในช่วงระหว่าง 3 เดือนถึง 3 ปี ภายหลังจากการฝังกลบขยะลงในหลุม

(1.4) ระยะที่ 4 ในระยะนี้จุลินทรีย์ที่ทำการย่อยสลายกรดอินทรีย์ในระยะก่อนหน้านี้จะเริ่มลดจำนวนลงและมีจุลินทรีย์กลุ่มใหม่เข้ามาแทนที่คือกลุ่มที่เรียกว่า “methane-formers หรือ methanogens”จุลินทรีย์กลุ่มนี้จะทำหน้าที่ผลิตก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นและมีจำนวนมากที่สุเมื่อเทียบกับระยะอื่นๆส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก็จะเริ่มลดปริมาณลงตามลำดับ และเนื่องจากการที่กรดอินทรีย์ถูกผลิตน้อยลงก็จะทำให้น้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในระยะนี้มีค่าความเป็นกรดน้อยลงตามไปด้วย โดยพบว่าpHจะมีค่าเป็นกลางขึ้น ระยะเวลาในช่วงนี้จะเกิดนานกว่าระยะอื่นๆ คืออยู่ช่วงไม่น้อยกว่า 8 ปีขึ้นไป

(1.5) ระยะที่5 นับเป็นระยะสุดท้ายของการเกิดก๊าซในสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย โดยในระยะนี้อัตราการเกิดก๊าซชนิดต่างๆจากการย่อยสลายขยะด้วยจุลินทรีย์จะเริ่มลดน้อยลงและอาจหมดไปในที่สุด

สำหรับช่วงเวลาของการย่อยสลายสารอินทรีย์ในหลุมฝังกลบแต่ละระยะที่กล่าวมานี้อาจจะแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆด้านเช่นปริมาณสารอินทรีย์และปริมาณความชื้นที่มีอยู่รวมทั้งการบกและอัดขยะในช่วงเริ่มต้นของการฝังกลบเป็นต้น

2. การคำนวณปริมาณการเกิดก๊าซ

ดังได้กล่าวแล้วว่าในหลุมฝังกลบขยะจะมีก๊าซชนิดต่างๆ โดยเฉพาะก๊าซมีเทนเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ดังนั้น หากมีการนำก๊าซชนิดนี้มาใช้ประโยชน์ก็นับว่าคุ้มค่าเป็นอย่างยิ่งด้วยเหตุนี้ จึง

ตัวอย่างที่1 กำหนดให้สถานที่ฝังกลบขยะแห่งหนึ่งมีอัตราการผลิตก๊าซมีเทนเท่ากับ 0.10 ลบ.ฟุต/ปอนด์และมีปริมาณขยะที่นำมาฝังกลบเท่ากับ 100 ตันต่อวัน เป็นเวลา 250 วันภายใน 1 ปี จงคำนวณหาปริมาณการเกิดก๊าซมีเทนต่อวันของสถานที่ฝังกลบขยะแห่งนี้ว่ามีค่าเท่าใด

วิธีคำนวณ

(1). คำนวณหาปริมาณขยะที่เกิดขึ้นทั้งหมด

= 100 ตัน/วัน×250 วัน

= 25,000 ตัน

(2). แปลงหน่วยของอัตราการผลิตก๊าซ

= 0.10 ลบ.ฟุต/ปอนด์ × 2.2ปอนด์/กก. × 1,000กก./ตัน

= 220 ลบ.ฟุต/ตัน

(3). คำนวณปริมาณการเกิดก๊าซมีเทนทั้งหมดในหลุมฝังกลบ

= 220 ลบ.ฟุต/ตัน × 25,000ตัน

= 5,500,000 ลบ.ฟุต

(4). คำนวณหาปริมาณการเกิดก๊าซมีเทนต่อวัน

= 5,500,000 ลบ.ฟุต/250วัน

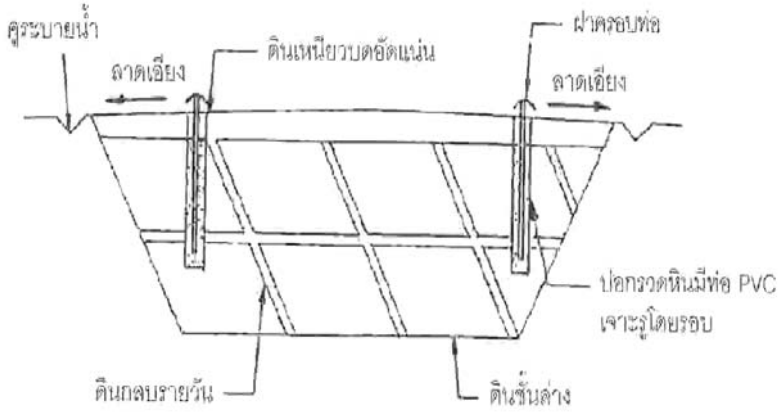
= 22,000 ลบ.ฟุต/วัน

ดังนั้น สถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยแห่งนี้จะมีก๊าซมีเทนเกิดขึ้นเฉลี่ยในอัตราวันละประมาณ 22,000 ลบ.ฟุต

3. การควบคุมการเคลื่อนที่ของก๊าซในหลุมฝังกลบ

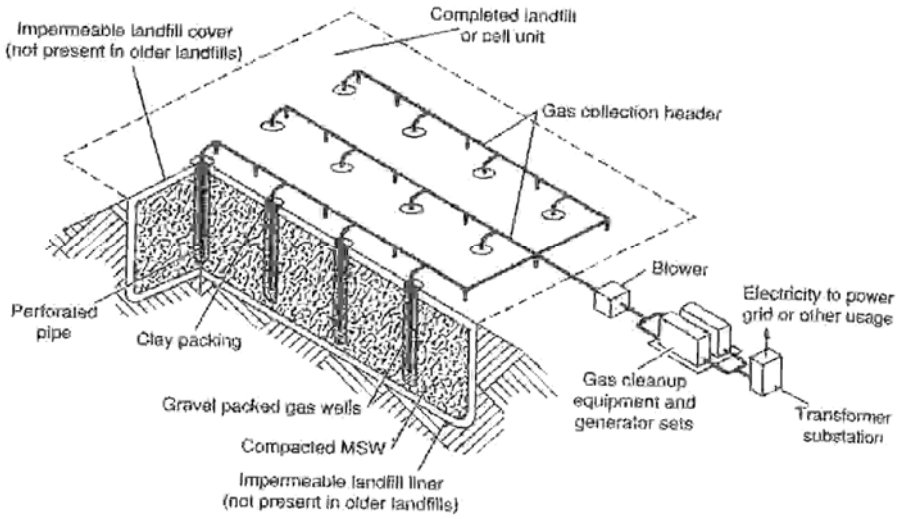
เนื่องจากก๊าซที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย ประกอบด้วยก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งก๊าซมีเทนมีคุณสมบัติติดไฟง่าย และอาจทำให้เกิดการระเบิดขึ้นพร้อมทั้งทำให้เกิดอันตรายตามมา

ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของก๊าซที่เกิดขึ้นในหลุมฝังกลบโดยเฉพาะก๊าซมีเทนนั้น มีวัตถุประสงค์อยู่ 2 ประการ ด้วยกันคือ 1.เป็นการป้องกันมิให้ก๊าซชนิดนี้แพร่กระจายออกไปในทิศทางต่าง ๆ ซึ่ง ถ้ามีปริมาณความเข้มข้นถึงร้อยละ 5-15 อาจเกิดการระเบิดขึ้นมาได้ 2. เพื่อทำการรวบรวมก๊าซมีเทนสำหรับนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงาน วิธีการควบคุมการเคลื่อนที่ของก๊าซมีเทนทำได้โดยจัดให้มีท่อระบายก๊าซ (gas vent)เพื่อนำก๊าซที่เกิดขึ้นระบายออกสู่บรรยากาศด้านบนของหลุมฝังกลบ โดยก่อนที่จะทำการฝังท่อดังกล่าวลงไปในหลุม ต้องทำการเจาะรูรอบๆ ท่อครึ่งซีก และในการฝังท่อให้ทำการฝังในแนวลาดเอียงไม่เกิน 60 องศา กับแนวราบ ทั้งนี้ให้วางท่อด้านที่เจาะรูครึ่งซีกคว่ำลงด้านล่างเพื่อให้ก๊าซมีเทนสามารถระเหยจากหลุมเข้าสู่ท่อได้ นอกจากการวางท่อระบายก๊าซในแนวลาดเอียงดังกล่าวแล้ว จะต้องมีการติดตั้งท่อระบายก๊าซในแนวดิ่งที่เชื่อมต่อกับท่อระบายแนวราบเป็นจุดๆกระจายให้ทั่วบริเวณพื้นที่หลุมฝังกลบด้วยโดยให้ปลายท่อโผล่พ้นหลุมฝังกลบด้านบนขึ้นประมาณ 0.50 เมตร เพื่อให้ก๊าซที่อยู่ในท่อลอยขึ้นมาและระบายออกสู่อากาศภายนอกได้(ดังภาพที่ 2.15)ส่วนในกรณีที่ต้องการรวบรวมก๊าซมีเทนไปใช้ประโยชน์เป็นแหล่งพลังงาน เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้า ก็จะต้องมีการวางท่อก๊าซให้เป็นระบบที่ดีขึ้นและใช้เงินลงทุนมากขึ้นตามไปด้วย (ดังภาพที่ 2.16)



ภาพที่ 2.15 การวางท่อระบายก๊าซภายในหลุมฝังกลบขยะ

ที่มา : อาณัติ ต๊ะปินตา, 2553, หน้า 190



ภาพที่ 2.16 ระบบการวางท่อก๊าซมีเทนไปใช้เป็นแหล่งพลังงาน

ที่มา : อาณัติ ต๊ะปินตา, 2553, หน้า 190

2.4.7 ข้อดีและข้อเสียของการฝังกลบอย่างถูกหลักถูกสุขาภิบาล

กรมควบคุมมลพิษ (2544,หน้า7)ได้สรุปให้เห็นข้อดีของการฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลเอาไว้เป็นข้อๆดังนี้ คือ

(1). เป็นระบบที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน

(2). มีความยืดหยุ่น ไม่ก่อให้เกิดขยะมูลฝอยตกค้าง

(3). ไม่มีเศษเหลือให้ทำการกำจัดต่ออีก

(4). สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้ทุกประเภทและทุกขนาดยกเว้นเฉพาะขยะอันตรายและขยะติดเชื้อ

(5). เมื่อฝังกลบขยะเต็มพื้นที่แล้วสามารถปรับปรุงพื้นที่เดิมโดยทำเป็นสวนสาธารณะ สนามกีฬา หรือทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ฯลฯ

(6). ก๊าซที่เกิดจากการฝังกลบสามารถพัฒนานำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าและอื่นๆได้

สำหรับข้อเสียหรือข้อจำกัดของการฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกสุขาภิบาลก็พบว่ามีอยู่หลายด้านเช่นเดียวกัน ได้แก่

(1). ต้องการพื้นที่ฝังกลบขนาดใหญ่ทำให้ประสบปัญหาในการจัดหาพื้นที่ และอาจได้รับการต่อต้านจากประชาชนในพื้นที่ด้วย

(2). อยู่ห่างไกลจากชุมชนทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูง

(3). จำเป็นต้องใช้ดินกลบทับขยะมูลฝอยรายวันเป็นจำนวนมาก

(4). ในช่วงฤดูฝนอาจมีปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงานและไม่สามารถฝังกลบได้อย่างต่อเนื่อง

2.5 การบำบัดและกำจัดขยะที่เป็นอันตราย

ขยะที่เป็นอันตรายหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ของเสียอันตราย (hazardous waaste)” เป็นขยะมูลฝอยอีกประเภทหนึ่งที่เกิดขึ้นภายในชุมชนรวมไปจนถึงในภาคเกษตรกรรมและภาคอุสาหกรรม ขยะประเภทนี้จำเป็นต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษ เนื่องจากอาจมีอันตรายและเป็นพิษภัยต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้ หากไม่ดำเนินการบำบัดและกำจัดอย่างถูกวิธี

2.5.1 การเผาในเตาเผา

การเผาในเตาเผา (incineration) หมายถึง ขบวนการที่ขยะมูลฝอยหรือของเสียอันตรายทั้งที่มีสภาพเป็นของแข็งหรือของเหลวถูกเผาไหม้ด้วยอุณหภูมิสูง ซึ่งต้องใช้ความร้อนระหว่าง 1,300-1,800 องศาฟาเรนไฮต์ จึงจะทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ และทำให้ขยะหรือของเสียนั้นเปลี่ยนสภาพเป็นก๊าซและเศษเหลือ เช่น ขี้เถ้า ฯลฯ โดยทั่วไปเศษเหลือที่เป็นขี้เถ้าจากการเผาไหม้ในเตาเผาจะมีสัดส่วนประมาณร้อยละ15-20 ซึ่งจำเป็นจะต้องนำไปกำจัดขั้นสุดท้ายอีกต่อหนึ่ง(กรมควบคุมมลพิษ,2547ข,หน้า27)

1. หลักการทำงานของเตาเผา

ในการนำขยะหรือของเสียอันตรายมาทำการเผาด้วยเตาเผา เป็นวิธีการที่จะช่วยลดปริมาตรของขยะหรือของเสียนั้นให้เหลือน้อยลง ช่วยกำจัดความเป็นพิษของสารอันตรายที่ปนเปื้อนอยู่ในขยะ ตลอดจนช่วยทำให้กากหรือเศษเหลือมีความคงตัวมากขึ้น ซึ่งการที่เตาเผาจะมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสาเหตุหลายประการ เช่น ปริมาณ ความชื้นของขยะหรือของเสียอันตรายซึ่งควรมีไม่เกินร้อยละ 50 และ องค์ประกอบของขยะหรือ

1.1 การบวนการเผา เป็นขั้นตอนที่ขยะหรือของเสียถูกเผาไหม้ในห้องเผาโดยใช้อากาศและเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยที่ทำการเผาไหม้เกินขึ้นอย่างสมบูรณ์ โดยจะทำการแปรสภาพขยะหรือของเสียไปเป็นถ้าหรือเศษเหลืออื่นๆ

1.2 กระบวนการกำจัดกากหรือเศษเหลือ กากหรือเศษเหลือที่เกิดขึ้นจากการเผาจะมีอยู่ 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ เถ้าหนัก หรือเถ้าก้นเตา (bottom ash) ซึ่งติดอยู่กับเตาเผา และเถ้าลอย (fly ash) ซึ่งประปนอยู่กับไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ เถ้าทั้งสองประเภทนี้จะถูกเก็บ รวบรวมไว้ในบ่อพักเพื่อนำไปบำบัดทางเคมีให้คงสภาพเป็นกลางแล้วจึงนำไปกำจัดยังสถานที่ฝังกลบต่อไป

1.3 กระบวนการกำจัดไอเสีย ไอเสียจากการเผาไหม้จะประกอบไปด้วยสารมลพิษหลายประเภท เช่น ฝุ่น เถ้า ก๊าซซัลเฟอร์ได บำบัดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ฯลฯซึ่งมลสารเหล่านี้จะต้องผ่านการบำบัดหรือกำจัดให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศภายนอก

1.4 กระบวนการกำจัดน้ำเสีย ในกระบวนการเผาข้างต้นอาจมีน้ำเสียเกิดขึ้นมด้วย เช่น น้ำเสียจากน้ำมูลฝอย น้ำจากระบบกาจัดเถ้าและไอเสีย เป็นต้น น้ำเสียเหล่านี้อาจมีความเป็นกรดหรือเป็นด่างแตกต่างกันไปตามชนิดของของเสีย รวมทั้งขึ้นอยู่ในสภาพที่ดี น้ำเสียที่เกิดขึ้นจะมีค่า pH ค่อนไปทางเป็นด่างแก่ เนื่องจากสารอินทรีย์ส่วนใหญ่เมื่อถูกเผาไหม้จะกลายเป็นเถ้าซึ่งให้ความเป็นด่างเมื่อละลายน้ำ และในทางกลับกัน ถ้าสภาพกาเผาไหม้ไม่สมบูรณ์เพียงพอจะทำให้เถ้าที่เกิดขึ้นมีค่าพอ ความเป็นกรดเมื่อละลายกับน้ำ ดังนั้น จึงต้องมีการนำน้ำเสียไปบำบัดเสียก่อนด้วยวิธีทางเคมี แล้วจึงนำน้ำเสียที่ผ่านกบำบัดแล้วกลับไปใช้อีก เช่น ใช้ในกระบวนการกำจัดเถ้า เป็นต้น

2. ลักษณะสำคัญของเตาเผา

การนำขยะหรือของเสียอันตรายมาเผาในเตาเผานั้นจำเป็นจะต้อง คำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของเตาเผา ซึ่งเตาเผาขยะหรือของเสียอันตรายที่ดีควรจะมีลักษณะสำคัญดังต่อไปนี้ คือ

2.1 ขนาดความจุ (capacity) ควรมีขนาดความจุเหมาะสมกับปริมาณขยะเกิดขึ้นในชุมชน โดยจะต้องคิดเผื่อไว้สำหรับการเพิ่มขึ้นของขยะในอนาคตด้วย และควรออกแบบให้มีอายุการใช้งานได้นานเพื่อความคุมค่าในการลงทุน

2.2 เชื้อเพลิง (fuel) เชื้อเพลิงในการเผาขยะ ได้แก่ น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา หรก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ซึ่งจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ด้วยว่าเชื้อเพลิงประเภทใดที่สามารถหาได้ง่ายและ มีราคาถูกที่สุด

2.3 อุณหภูมิ (temperature) ควรมีอุณหภูมิอยู่ ระหว่าง 1,300-1,800 องศาฟาเรนไฮต์ เพื่อการเผาไหม้ขยะหรือของเสียอันตรายอย่างสมบูรณ์

2.4 ปล่องควัน (stack or chimney) ต้องมีระดับความสูงมากพอที่จะไม่ทำให้ก๊าซ ควันเสีย รวมทั้งผงฝุ่นละอองที่เกิดจาก การเผาไหม้เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อมและชุมชนที่ตั้งอยู่โดยรอบ

2.5 ระบบควบคุมมลพิษ (pollution control system) ควรติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมมลพิษที่ปล่อยจากปล่องควัน ซึ่งได้แก่ ขี้เถ้า ฝุ่น ก๊าซ และควัน ตัวอย่างของอุปกรณ์ที่ใช้ เช่น wet scrubber และ spray cooling chamber เป็นต้น

3. ประเภทของเตาเผาขยะหรือของเสียอันตราย

เตาเผาที่ใช้ในการเผาขยะหรือของเสียอันตรายแบ่งออกเป็นหลายประเภทด้วยกัน และแต่ละประเภทก็มีรายละเอียดในการนำมาใช้งานแตกต่างกันไป ซึ่งในที่นี้จะขอกล่าวถึงเตาเผาบางประเภทเป็นตัวอย่างดังต่อไปนี้

3.1 เตาเผาแบบหมุน (rotary kiln) เตาเผาแบบนี้ใช้สำหรับเผาไหม้ของเสียอันตรายประเภทของแข็ง โดยแบ่งเตาเผาออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกมีรูปร่างเป็นทรงกระบอกยาววางในแนวนอนลาดเอียงประมาณ 1-2 องศา เป็นเตาที่หมุนได้รอบในแนวแกนยาวและจะหมุนด้วยความเร็ว 0.5-2 รอบต่อนาทีเตาเผาส่วนนี้มีช่องใส่ของเสีย

3.2 เตาเผาแบบ Two chamber fixed hearth เตาเผาชนิดนี้แบ่งออกเป็น2 ส่วนส่วนแรกอยู่ทางด้านล่างของเตาเผาและมีช่องสำหรับใส่ของเสียและเชื้อเพลิง เป็นบริเวณที่เกิดการเผาไหม้ขึ้นในเตาเผาและจะมีการถ่ายเทกากหรือเถ้าออกทางด้านล่าง สำหรับส่วนที่สองจะอยู่ด้านบนของเตา เป็นบริเวณที่ไอจากการเผาในส่วนแรกจะระเหยขึ้นมาและจะถูกเผาในสภาวะที่มีอากาศพอเพียงอีกครั้งหนึ่ง จนกกระทั่งเกิดก๊าซที่สะอาดปลดปล่อยออกไปจากเตาเผาทางด้านบน

3.3 เตาเผาแบบ Multiple hearth เตาเผาชนิดนี้เป็นการเผาแบบให้ของเสียไหลจากส่วนบนของเตาแล้วค่อยๆไหลลงมาทางด้านล่าง จากนั้นจึงไหลวนกลับขึ้นไปด้านบนอีกครั้งหนึ่ง โดยมีแขนหมุนอยู่ตรงกลางเพื่อใช้เขี่ยไฟให้ลุกไหม้อย่างทั่วถึง ภายในเตาเผาจะมีพัดลมเพื่อเป่าให้มีอากาศเพียงพอต่อการเผาอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนใหญ่จะนิยมใช้สำหรับการเผา sludge จากโรงบำบัดน้ำเสีย

ข้อดีและข้องเสียของการเผาในเตาเผา

การเผาขยะหรือของเสียอันตรายด้วยเตาเผาที่มีประสิทธิภาพตามที่กล่าวมานั้น จะมีข้อดีหรือข้อได้เปรียบซึ่งสามารถสรุปได้เป็นข้อๆดังต่อไปนี้

(1). ใช้พื้นที่น้อยเมื่อเทียบกับการกำจัดขยะแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ทำให้ลดปัญหาในเรื่องการคัดเลือกพื้นที่ขนาดใหญ่ที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้างเตาเผรวมทั้งลดปัญหาการต่อต้านจากประชาชนด้วย

(2). เตาเผาที่เผาด้วยอุณหภูมิที่สูงๆสามารถนำมาใช้กำจัดขยะได้ทุกชนิดทั้งขยะเป็นอันตรายและขยะที่ไม่เป็นอันตราย ซึ่งแตกต่างจากการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลที่ใช้กำจัดได้เฉพาะขยะที่ไม่อันตรายเท่านั้น

(3). เนื่องจากการสร้างเตาเผาจะใช้พื้นที่ไม่มากนักดังนั้นจึงสามารถสร้างในพื้นที่ที่ไม่ห่างไกลจากชุมชนได้ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งขยะหรือของเสียอันตรายจากแหล่งกำเนิดไปยังเตาเผา

(4). หากมีระบบควบคุมมลพิษทางอากาศจากเตาเผาที่ดีพอจะทำให้การนำขยะหรือของเสียอันตรายมาเผาในเตาเผาไม่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศ หรือมลพิษทางด้านอื่นๆเหมือนเช่นการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล
สำหรับข้อเสียสำหรับในการเผาขยะหรือของเสียอันตรายด้วยเตาเผาก็มีอยู่บ้างเช่นกัน ซึ่งเท่าที่ประมวลได้มีอยู่ 2-3 ประการดังต่อไปนี้

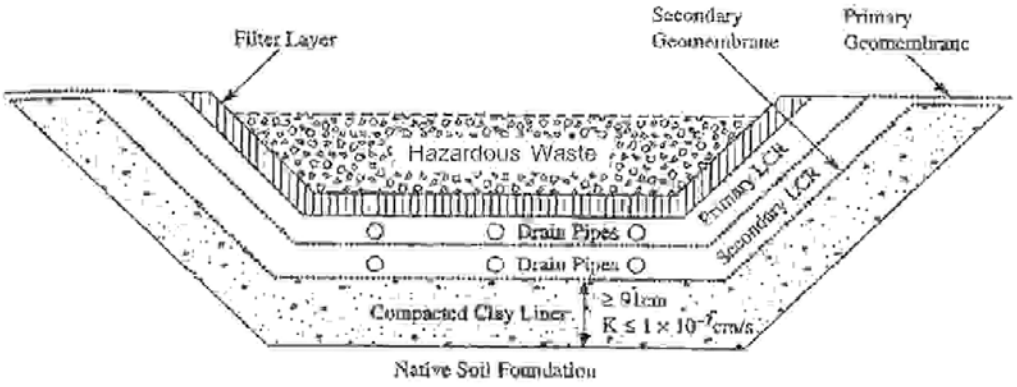
(1). ค่าลงทุนในการก่อสร้างสูงเมื่อเทียบกับการกำจัดแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล เนื่องจากจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีที่มีราคาแพงเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
(2). ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมและบำรุงรักษาค่อนข้างสูงเนื่องจากใช้ความร้อนสูงจึงทำให้เกิดการสึกหรอได้ง่าย
(3). อาจก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้หากไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมมลพิษ

2.5.2 การฝังกลบโดยวิธีเศษ

การฝังกลบโดยวิธีพิเศษหรือการฝังกลบอย่างปลอดภัย (secure landfill) หมายถึง การนำขยะที่มีสภาพเป็นของเสียอันตรายซึ่งมีการบรรจุอยู่ในภาชนะมาฝังกลบในหลุมที่จัดเตรียมไว้ โดยจะต้องมีการปูพื้นหลุมด้วยพลาสติกอย่างดี เพื่อป้องกันการรั่วซึมของสารอันตรายสู่แหล่งน้ำใต้ดิน

1. โครงสร้างของหลุมฝังกลบ

ในการก่อสร้างหลุมฝังกลบเพื่อทำการฝังกลบของเสียอันตรายโดยวิธีพิเศษนั้น โครงสร้างของหลุมดังกล่าวต้องสามารถป้องกันการรั่วซึมของน้ำและสารอันตรายซึ่งปนเปื้อนอยู่ในของเสียได้เป็นอย่างดี โดยหลักทฤษฎีแล้วบริเวณก้นหลุมและด้านข้างของหลุมจะมีการบดอัดด้วยดินเหนียว(compacted clay liner)ซึ่งมีอัตราการไหลซึมของน้ำต่ำ ต่อจากนั้นจึงปูด้วยแผ่นยางหรือแผ่นพลาสติก เช่น แผ่น High-density polyethylene(HDPE)จำนวน2ชั้น โดยชั้นบนเรียกว่า “Primary geomembrane”และชั้นล่างเรียกว่า “Secondary geomembrane”เหนือชั้นแผ่นยางหรือแผ่นพลาสติกแต่ละชั้นมีท่อระบายน้ำหรือท่อรวบรวมน้ำเสีย(drain pipes)วางเรียงอยู่เป็นระยะๆ เพื่อใช้รวบรวมน้ำที่อาจเกิดการรั่วไหลลงมาน้ำเหล่านี้จะไหลลงท่อเพื่อรวบรวมนำมาบำบัดภายนอกหลุมต่อไป(ดังแสดงในภาพที่ 2.17)



ภาพที่ 2.17 ภาพตัดขวางแสดงโครงสร้างของหลุมฝังกลบแบบปลอดภัย

ที่มา : อาณัติ ต๊ะปินตา, 2553, หน้า 220

2. การป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการฝังกลบ

หลุมฝังกลบของเสียอันตรายอาจจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้หลายทางหากไม่มีการควบคุมดูแลที่ดีเพียงพอ ซึ่งผลกระทบที่สำคัญสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ด้านด้วยกัน คือ น้ำเสียที่อาจรั่วไหลออกมาและซึมลงสู่ชั้นนำใต้ดิน กับก๊าซชนิดต่างๆ ที่อาจระเหยออกมาจากหลุมฝังกลบสู่บรรยากาศได้ ดังนั้น จึงต้องมีระบบควบคุมมลพิษที่เกิดขึ้น ทั้งสองด้านอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งพอสรุปได้ดังต่อไปนี้ คือ

2.1 ระบบควบคุมน้ำเสีย การควบคุมน้ำเสียภายใน หลุมฝังกลบแบบปลอดภัยจะกระทำโดยการใช้แผ่นยางหรือแผ่นพลาสติกปูรองก้นหลุมจำนวน 2 ชั้น ซึ่งเรียกว่า “double-liner system”เพื่อเป็นการป้องกันอย่างรัดกุมมิให้สารอันตรายจากหลุมฝังกลบไหลซึมผ่านลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินได้ ตามที่กล่าวแล้วข้างต้น

2.2 ระบบควบคุมก๊าซ การควบคุมก๊าซที่เกิดจากหลุมฝังกลบดำเนินการโดยการวางท่อในแนวนอน เพื่อรวบรวมก๊าซที่เกิดภายในหลุมโดยเฉพาะบริเวณก้นหลุมเข้าไปในท่อ จากนั้นก็จะมีการวางท่อในแนวดิ่งเป็นจุดๆ เพื่อนำก๊าซที่อยู่ภายในท่อขึ้นสู่ด้านบนของหลุมและปล่อยออกสู่บรรยากาศภายนอกต่อไป

3. การปิดทับหลุมฝังกลบ

เมื่อฝังกลบกากของเสียอันตรายจนเต็มหลุมแล้ว ขั้นตอนต่อมาก็คือ ต้องทำการปิดหลุมฝังกลบนั้นด้วยดินบดอัดแน่น แล้วจึงนำแผ่นยาง หรือแผ่นพลาสติกสังเคราะห์ซึ่งเรียกว่า “impermeable

4. การดูแลพื้นที่ภายหลังงงการปิดทับหลุมฝังกลบ

การดูแลพื้นที่ภายหลังการปิดทับหลุมฝังกลบนับเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเช่นกัน ทั้งนี้เพราะถ้าขาดการดูแลที่ดีพอและต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลาแล้วอาจทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมาดั้งนี้

(1). ทำให้น้ำฝนที่ตกลงมาไหลซึมเข้าสู่หลุมฝังกลบได้จนทำให้เกิดปัญหาน้ำเสียกระจายทั่วบริเวณ

(2). ทำให้น้ำใต้ดินบริเวณรอบๆหลุมฝังกลบถูกปนเปื้อนด้วยสารอันตรายที่ไหลซึมผ่านลมาจากหลุมฝังกลบ

(3). อาจมีสารพิษปนเปื้อนอยู่บนพื้นดินบริเวณที่ฝังกลบ ซึ่งอาจเป็นสารก่อมะเร็งอันเป็นอันตรายต่อผู้ที่สัมผัสหรือสูดดมเข้าสู้ร่างกาย

2.6 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงกำจัดขยะ

เป็นโรงงานกำจัดขยะมูลฝอย ที่ตั้งอยู่ในจังหวัดสมุทรสาคร มีพื้นที่ประมาณ 97 ไร่ เป็นแหล่งรับทิ้งขยะจากเทศบาล อบต. และโรงงานบางแห่งในจังหวัดสมุทรสาคร โดยโรงงานจะมีรถขนขยะที่รับเก็บขยะมาทิ้งที่โรงงาน และรถขนขยะที่ไม่ใช่ของโรงงาน ซึ่งภายในโรงงานจะมีการคัดแยกขยะมูลฝอยเพื่อนำกับมาใช้ประโยชน์ใหม่ การคัดแยกหลักจะเป็นการคัดแยกขยะประเภทพลาสติก และขยะประเภทกระดาษ แก้ว โลหะ และยางจะเป็นเพียงส่วนน้อยที่ทำการคัดแยก โรงงานจะมีการแบ่งการคัดแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการให้คนเข้ามาเก็บขยะที่อยู่ภายในโรงงานเพื่อคัดแยกและขายให้กับโรงงานจะเป็นขยะประเภทกระดาษ แก้ว โลหะ และยาง ส่วนที่สอง คือ การคัดแยกจากคนงานที่อยู่บนสายพานลำเลียงภายในโรงร่อนและเดินสายพาน ขยะที่คัดแยกที่นี่จะคัดแยกเอาเฉพาะที่เป็นเศษพลาสติกบาง คือ ถุงพลาสติกต่างๆ เพื่อส่งขายไปทำเชื้อเพลิงต่อไป