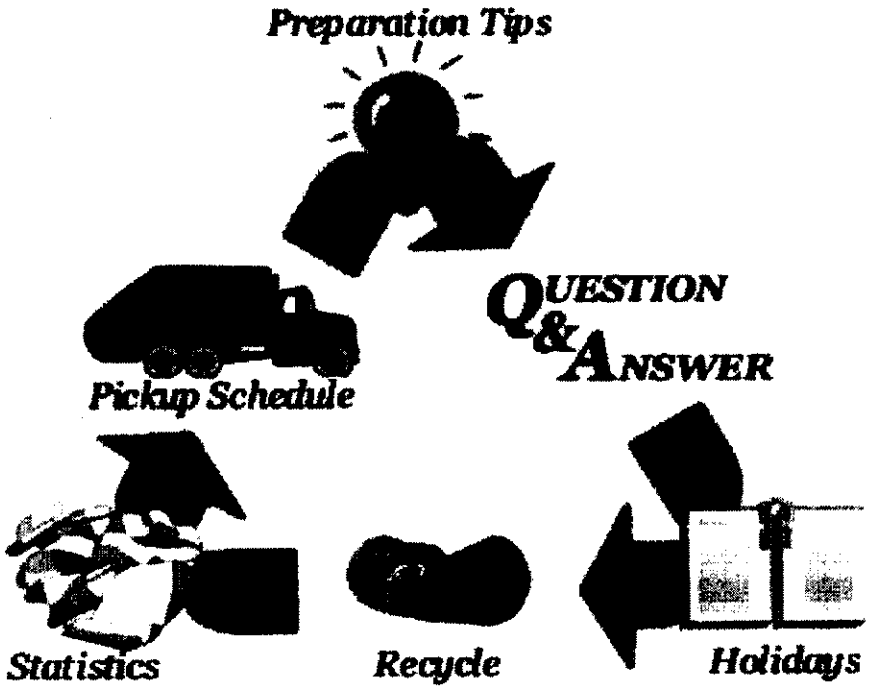
เอกสารประกอบการเรียนการสอน

รายวิชา 617330 การจัดการมูลฝอย

(Solid Waste Management)

ปรับปรุง 2547



เรียบเรียงโดย

อาจารย์ ชื่นจิต ชาญชิตปรีชา

สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำนำ

เอกสารประกอบการเรียนการสอนฉบับนี้เรียบเรียงขึ้นเพื่อให้นักศึกษาสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อมหรือผู้สนใจลงทะเบียนเรียนในรายวิชา 617330 การจัดการมูลฝอย ภาคการศึกษาที่ 3/2547 ใช้อ่านประกอบเนื้อหาที่ได้เรียนในชั้นเรียน ซึ่งประกอบด้วยความรู้พื้นฐานที่สำคัญเกี่ยวกับการจัดการมูลฝอยในชุมชนเป็นหลัก นอกจากนี้ยังกล่าวถึงเทคนิคในการกำจัดมูลฝอยพื้นฐาน โดยอาจารย์ผู้เรียบเรียงเชื่อว่าผู้ที่ได้ศึกษาในรายวิชานี้จะมีความเข้าใจหลักการดังกล่าวและสามารถศึกษาในเชิงลึกต่อไปรวมถึงการประยุกต์ใช้สำหรับการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริงได้ จึงขอให้นักศึกษาใช้ประโยชน์จากเอกสารฉบับนี้อย่างเต็มที่ และขอให้มีความสุขในการเรียนวิชานี้ต่อไป

อ.ชื่นจิต ชาญชิตปรีชา

สารบัญ

		หน้า
คำนำ		ก
สารบัญ		ข
บทที่ 1	บทนำเกี่ยวกับการจัดการมูลฝอย	1
บทที่ 2	แหล่งกำเนิด องค์ประกอบ และลักษณะสมบัติของมูลฝอย	16
บทที่ 3	กลไกการเกิด และ การคาดการณ์ปริมาณมูลฝอย	35
บทที่ 4	การเก็บรวบรวม การเก็บขน และ สถานีขนถ่ายมูลฝอย	52
บทที่ 5	การคัดแยกมูลฝอย และ การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่	76
บทที่ 6	การหมักทำปุ๋ย	97
บทที่ 7	เทคโนโลยีเตาเผามูลฝอย	103
บทที่ 8	การฝังกลบมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล	117
บทที่ 9	การจัดการของเสียอันตรายจากชุมชน	123
บทที่ 10	เทคโนโลยีการกำจัดและการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ	142
เอกสารอ้างอิง		157

บทที่ 1
บทนำเกี่ยวกับการจัดการมูลฝอย

ขยะมูลฝอย **(Solid Waste)** มีที่มาจากการกำจัดหรือทิ้งสิ่งของที่มนุษย์ไม่ใช้แล้ว หรือเป็นสิ่งของที่ไม่พึงปรารถนาจะใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆต่อไป แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยได้แก่ ชุมชนที่มนุษย์อาศัยอยู่ การเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และ กิจกรรมอื่น ๆที่ก่อให้เกิดของเสีย ปริมาณขยะมูลฝอยที่เพิ่มมากขึ้นเป็นสาเหตุหนึ่งของปัญหาด้านมลพิษสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการสะสมของขยะทำให้มลพิษทางน้ำ ดิน และมลพิษทางอากาศ รวมถึงเป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคและแมลง(Breeding Places) ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพ (Health Risk) เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ (Economic Loss) ทำให้ชุมชนขาดความสวยงาม (Esthetics) และ เป็นเหตุรำคาญ (Public Nuisances) แก่คนในชุมชน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการจัดการมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการและสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างยั่งยืน

ในบทนี้จะกล่าวถึงศัพท์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับขยะมูลฝอย วิวัฒนาการของการจัดการมูลฝอย สถานการณ์ด้านการจัดการมูลฝอยในประเทศไทย สาเหตุและมาตรการในการแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอย รวมถึงนโยบายและกฎหมายที่เกี่ยวข้องซึ่งจะทำให้นักศึกษาสามารถเข้าใจในภาพรวมและหลักการขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดในการจัดการมูลฝอย

นิยามคำศัพท์

มูลฝอย (Solid Waste) หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ หรือ ซากสัตว์ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ หรือที่อื่น

มูลฝอยที่ย่อยสลายได้ (Degradable Waste) หมายถึง มูลฝอยประเภทเศษอาหาร เศษพืชผักผลไม้ รวมตลอดสิ่งอื่นใดที่เป็นอินทรียวัตถุที่สามารถย่อยสลายเน่าเปื่อยที่ไม่ใช่มูลฝอยติดเชื้อ และ ไม่ใช่มูลฝอยอันตราย

มูลฝอยที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ (Recyclable Waste) หมายถึง มูลฝอยซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ หรือนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตใหม่ เช่น กระดาษ แก้ว โลหะ พลาสติก อลูมิเนียม เป็นต้น

มูลฝอยอันตราย (Hazardous Waste) หมายถึง มูลฝอยที่มีส่วนประกอบ หรือปนเปื้อนสารเคมีอันตราย เช่น สารไวไฟ สารเกิดปฏิกิริยาได้ง่าย สารที่มีความเป็นพิษ สารที่มีฤทธิ์กัดกร่อน หรือ สารอันตรายใดที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพ และ สิ่งแวดล้อม

มูลฝอยติดเชื้อ (Infectious Waste) หมายถึง มูลฝอยที่มีเชื้อโรคปะปนอยู่ในปริมาณที่สามารถทำให้เกิดโรคได้ ถ้ามีการสัมผัสหรือใกล้ชิดกับมูลฝอยนั้น และ หมายความรวมถึงมูลฝอยดังต่อไปนี้ที่เกิดขึ้นหรือใช้ในกระบวนการตรวจวินิจฉัยทางการแพทย์ การ

รักษาพยาบาล การให้ภูมิคุ้มกันโรค การทดลองเกี่ยวกับโรค และ การตรวจชันสูตรศพ หรือ ซาก สัตว์ รวมทั้งในการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าว อันได้แก่

(1) ซาก หรือ ชิ้นส่วนของคน หรือสัตว์ที่เป็นผลมาจากการผ่าตัด การตรวจชันสูตรศพ การใช้สัตว์ทดลองที่ทดลองเกี่ยวกับโรคติดต่อ

(2) วัสดุของมีคม หรือวัสดุที่ใช้ในการให้บริการทางการแพทย์ การวินิจฉัยใน ห้องปฏิบัติการ เช่น เข็ม ใบมีด กระบอกฉีดยา สำลี ผ้าก๊อส ผ้าต่างๆ ท่อยาง และอื่นๆ ซึ่งสัมผัสหรือสงสัยว่าจะสัมผัสกับเลือด ส่วนประกอบของเลือด หรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเลือด หรือสารน้ำจากร่างกาย หรือวัคซีนที่ทำจากเชื้อโรคที่มีชีวิต

(3) ขยะมูลฝอยอื่นๆทุกประเภทที่มาจากห้องติดเชื้อร้ายแรง ห้องปฏิบัติการเชื้ออันตรายสูง

การจัดการมูลฝอย (Solid Waste Management) หมายถึง หลักการในการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการทิ้งขยะมูลฝอย การเก็บกัก การรวบรวมมูลฝอย การขนถ่าย และการขนส่ง การแปลงรูปเพื่อการใช้ประโยชน์จากมูลฝอย และ การกำจัดมูลฝอย โดยจะคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดในทางสุขอนามัย ทัศนียภาพ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และ การยอมรับของสังคม

วิวัฒนาการของการจัดการมูลฝอย

การจัดการมูลฝอยในอดีต

ในอดีต สุขาภิบาล และ เทศบาลได้ใช้รถเก็บขนมูลฝอยแบบเปิดข้างเทท้าย ไม่มีอุปกรณ์อัดขยะมูลฝอย ขนาดความจุ 7.5 ลูกบาศก์เมตร โดยทั่วไปจะมีอายุการใช้งาน 10 ปี (ภายใต้การบำรุงรักษาที่เหมาะสม) ส่วนถังรองรับมูลฝอยจะใช้ถังเหล็กกลมไม่มีฝาปิด (ถังน้ำมัน) ขนาด 200 ลิตร ถังน้ำมันผ่าครึ่งขนาด 100 ลิตร เข่งขนาด 50-100 ลิตร และ ถังทำด้วยยางรถยนต์ขนาด 50 ลิตร ตั้งอยู่ข้างถนนเป็นระยะๆในบริเวณที่ชุมชนหนาแน่น และ ที่หน้าบ้านหรืออาคารที่ต้องการให้เก็บขนมูลฝอยโดยรถเก็บขน ซึ่งต้องจ่ายค่ากำจัดมูลฝอยด้วย บ้านใดไม่ได้จ่ายค่ากำจัดก็ไม่มีถังรองรับมูลฝอยตั้งไว้ที่หน้าบ้าน ในอดีตการเก็บขนมูลฝอยมีไม่มาก จะทำการเก็บขนในช่วงเช้ามือเท่านั้น ลักษณะมูลฝอยในอดีตเป็นพวกสารอินทรีย์ค่อนข้างมาก เช่น เศษผัก ถุงกระดาษ เป็นต้น ซึ่งสามารถย่อยสลายได้โดยธรรมชาติ

ส่วนการกำจัดมูลฝอยนั้น หลังจากที่ทำการเก็บขนแต่ละเที่ยวเรียบร้อยแล้ว ก็จะนำไปสถานที่ที่ทิ้ง หรือ สถานที่กำจัดมูลฝอย ในอดีตการเดินทางจากแหล่งกำเนิดมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัดมีระยะทางสั้น และ ไม่มีปัญหาเรื่องรถติด ทำให้เวลาที่ใช้ขนส่งแต่ละเที่ยวใช้เวลาสั้น การกำจัดมูลฝอยในอดีตมักเป็นวิธีเผากอง คือ นำมูลฝอยมากองไว้บนพื้นที่โล่งแจ้ง มีคนคุ้ยหาของที่จะนำไปขายต่อได้จากกองขยะมูลฝอย เช่น พวกเศษเหล็ก แก้ว สมัยนั้นยังมีขวดพลาสติกน้อยมาก วิธีกำจัดมูลฝอยเป็นวิธีเผากองมูลฝอยเป็นกองเล็กกองน้อยทั่วบริเวณพื้นที่ ซึ่งมีควันฟุ้งกระจายทั่วบริเวณ มีน้ำชะมูลฝอยขังอยู่บนพื้นที่ซึ่งมีกลิ่นเหม็นมาก แต่สมัยก่อนยังไม่มีของเสียอันตราย (Hazardous Waste) มากมายนัก จะมีถ่านไฟฉายบ้าง แต่ไม่มากนัก เมื่อได้เผากองขยะ

มูลฝอยแล้วจะปล่อยผึ่งแดดทิ้งไว้ รอจนมูลฝอยใหม่มาทิ้งทับถมเพื่อรอการคัดแยกไปขาย ก่อนทำการเผากองต่อไปอีก ทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆจนเต็มพื้นที่ จากนั้นสุขาภิบาล และ เทศบาลจะเริ่มมองหาพื้นที่กำจัดมูลฝอยใหม่ซึ่งอยู่ไกลขึ้น พื้นที่กำจัดมูลฝอยเดิมก็จะถูกแปรสภาพไปเป็นสวนหย่อม สถานที่พักผ่อน ฯลฯ

<u>การจัดการมูลฝอยในปัจจุบัน</u>

การเก็บขนมูลฝอยของสุขาภิบาล และ เทศบาล (รวมถึงองค์การบริหารส่วนตำบลบางแห่งก็ได้ดำเนินการเก็บขนมูลฝอยในพื้นที่เอง-ผู้เรียบเรียง) ได้ใช้รถเก็บขนแบบใช้อุปกรณ์อัดขยะมูลฝอยที่ท้ายรถขนาดความจุ 7.5 ลูกบาศก์เมตร ส่วนท้ายรถมีระบบยกถังขยะขึ้นเพื่อถ่ายมูลฝอยเข้าไว้ภายในรถ ช่วยลดจำนวนพนักงานประจำรถให้เหลือ 3 คนรวมพนักงานขับรถด้วย หลายพื้นที่ที่ได้มีการใช้รถเก็บขนมูลฝอยแบบมีอุปกรณ์บีบอัดท้ายรถ ในปัจจุบันได้มีการใช้รถเก็บขนมูลฝอยขนาดเล็ก (รถปิคอัพ) ขนาดความจุ 4 ลูกบาศก์เมตรเพื่อใช้เก็บขนมูลฝอยตามซอยเล็กทั่วไป และ มีการใช้รถสามล้อเก็บขนมูลฝอยเพื่อใช้เก็บขนมูลฝอยตามตรอกซอยเล็กซอยน้อย และ ถ้าเป็นตรอกซอยเล็ก ๆมากขนาดคนเดินได้เท่านั้น รถเล็ก ๆก็เข้าไม่ถึงจึงใช้รถเข็นเก็บมูลฝอย สำหรับถังรองรับมูลฝอยได้ใช้ถังเหล็กกลมไม่มีฝาปิด (ถังน้ำมัน) ขนาด 200 ลิตร ถังน้ำมันผ่าครึ่งขนาด 100 ลิตร ถังทำด้วยยางรถยนต์ขนาด 50 ลิตร และ ถังที่นิยมใช้กันมากที่สุดโดยเฉพาะในเขตเทศบาลเมืองคือ ถังพีอี (PE) ขนาด 250 ลิตร มีราคาประมาณ 2,800 บาทต่อถัง มีอายุการใช้งานประมาณ 3 ปี ซึ่งบางพื้นที่ได้มีการแยกประเภทถังสำหรับการทิ้งขยะมูลฝอยแต่ละประเภทแต่ยังขาดความชัดเจนอยู่ในเรื่องความเข้าใจระหว่างผู้กำหนดประเภท กับผู้ทิ้งขยะมูลฝอยลงถังมูลฝอยแต่ละประเภท นอกจากนี้พบว่าหลายแห่งได้มีการใช้ถังรองรับมูลฝอยขนาด 8 ลูกบาศก์เมตร ทำด้วยเหล็กกันสนิมเพื่อรวบรวมขยะมูลฝอยสำหรับโรงงานบางแห่ง และสำหรับชุมชนต่าง ๆ เช่น โรงแรม หมู่บ้าน ตลาดสด เป็นต้น การเก็บค่าเก็บขนมูลฝอยยังไม่เป็นระบบ บ้านเรือนส่วนใหญ่ไม่ได้จ่ายค่าเก็บขน และ ไม่มีการเก็บขนในบริเวณหน้าบ้านเป็นส่วนมาก ทำให้เทศบาลเมืองและสุขาภิบาลขาดรายได้ดังกล่าว และ ค่าเก็บขนยังสามารถเรียกเก็บได้ในระดับต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายจริง

หลังจากการเก็บขนมูลฝอยในแต่ละเที่ยวเสร็จสิ้น รถเก็บขนจะเดินทางไปสู่พื้นที่กำจัดโดยก่อนเข้าไปกำจัดมูลฝอย จะทำการชั่งน้ำหนักรถเก็บขนที่มีขยะมูลฝอยบรรทุกอยู่เพื่อเก็บข้อมูลปริมาณมูลฝอยในรูปตันต่อเที่ยว เมื่อนำน้ำหนักรถเปล่าลบออกจะได้ปริมาณมูลฝอยต่อเที่ยวต่อคัน ทำให้เทศบาล สุขาภิบาล องค์การบริหารส่วนตำบล สามารถทราบปริมาณมูลฝอยต่อวันได้ เพื่อช่วยการวางแผนกำจัดมูลฝอยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในปัจจุบันเทศบาลหลายแห่งได้พยายามใช้วิธีฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลพร้อม ๆกับมีแนวคิดที่จะเริ่มใช้เตาเผาปลอดมลพิษทางอากาศทั้งนี้ได้พิจารณาถึงเรื่องปัญหามลพิษต่าง ๆที่เกิดขึ้นจากการเผากองและผึ่งแดดทิ้งไว้ เกิดปัญหาน้ำฝนชะมูลฝอย เกิดปัญหาน้ำเน่าเหม็น และ เกิดปัญหาควันพิษจากการเผาขยะมูลฝอย ในปัจจุบันการกำจัดมูลฝอยของเทศบาล หรือ สุขาภิบาลได้มีการทำการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลโดยมีแผ่น PE ปูรองพื้น เพื่อป้องกันน้ำใต้ดิน และ น้ำชะมูลฝอยละลายปนกับมูลฝอยซึ่งก่อปัญหาทั้งน้ำใต้ดิน และ แหล่งน้ำธรรมชาติข้างเคียงเป็นอย่างมาก และ บางแห่งได้มีการ

พัฒนาใช้เตาเผามูลฝอยขนาดเล็กแบบใช้หัวเผาที่มีการเผา ณ อุณหภูมิ 680°C ขึ้นไป โดยปราศจากควันสีเข้มเพราะได้มีการเผาควัน หรือ ก๊าซพิษอีกชั้นก่อนปล่อยควันออก สำหรับการนำขยะมูลฝอยมาหมักทำปุ๋ยก็มีทำกันบ้าง แต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายนักเพราะยังไม่มีระบบแยกมูลฝอยอย่างชัดเจน

การจัดการมูลฝอยในอนาคต

การเก็บขนมูลฝอยในอนาคตจะใช้รถเก็บขนแบบบีบอัดให้ได้ความหนาแน่นมาก ซึ่งสามารถเก็บขนมูลฝอยต่อเที่ยวได้มากขึ้น และ จะมีการใช้รถเก็บขนมูลฝอยแบบคอนเทนเนอร์ขนาด 8 ลูกบาศก์เมตร และขนาดใหญ่กว่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บขนได้มากและรวดเร็ว ในชุมชนเมืองควรมีคอนเทนเนอร์ตามจุดต่าง ๆเพื่อให้ประชาชนทั่วไปเดินมาทิ้งมูลฝอยลงในคอนเทนเนอร์ และ สำหรับชุมชนอุตสาหกรรมควรมีคอนเทนเนอร์ของแต่ละโรงงานเพื่อให้รถเก็บขนยกคอนเทนเนอร์ไปทั้งถัง และ เพื่อความปลอดภัยสำหรับพนักงานเก็บขน สำหรับจุดต่าง ๆในชุมชนควรมีสถานที่วางถังรองรับมูลฝอยสีต่าง ๆโดยมีป้ายระบุชนิดของมูลฝอยต่าง ๆ ดังนี้ กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ เศษอาหาร และ อื่น ๆ เพื่อให้การเก็บขนมูลฝอยชนิดต่าง ๆมีประสิทธิภาพสูง และ สะดวกต่อการนำไปกำจัดต่อไปซึ่งน่าจะเหมาะสมกับการคัดแยกมูลฝอยในเขตเทศบาล/ สุขาภิบาล

เมื่อนำขยะมูลฝอยมาแปรรูปและเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ จะช่วยลดภาระโรงงานหรือพื้นที่กำจัดมูลฝอยได้ค่อนข้างมาก สำหรับตามตรอกซอยควรมีรถเก็บขนมูลฝอยขนาดเล็กเพื่อสามารถเก็บมูลฝอยได้อย่างทั่วถึง

ส่วนการกำจัดมูลฝอยโดยหลักแล้วมีอยู่ 3 ระบบหลัก ได้แก่ ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ระบบเตาเผา และ ระบบหมักทำปุ๋ย บางแห่งอาจใช้วิธีกำจัดวิธีเดียว บางแห่งอาจใช้สองวิธี และบางแห่งอาจใช้ถึงสามวิธี หรือที่เรียกว่าการกำจัดมูลฝอยแบบผสมผสาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของมูลฝอยเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยพิจารณาให้มูลฝอยที่จะทำการกำจัดเหมาะสมกับวิธีกำจัด และต้องพิจารณาถึงขนาดพื้นที่กำจัดที่มีให้ใช้ต่อไปไม่น้อยกว่า 15 ปีด้วย

สถานการณ์ด้านการจัดการมูลฝอยในประเทศไทย

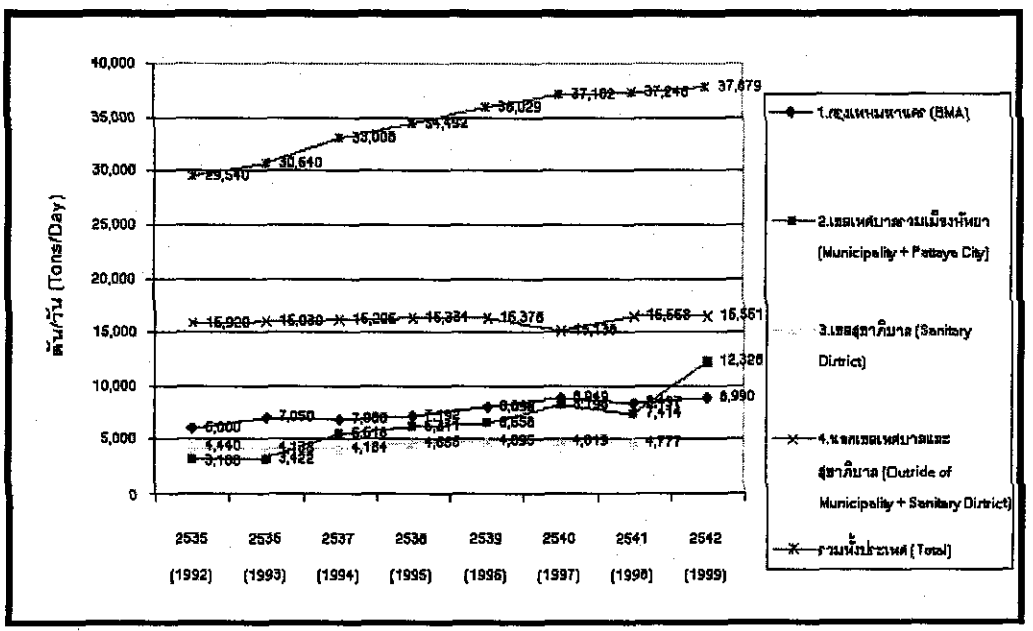
ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากชุมชนทั่วประเทศในปี พ.ศ. 2542 มีปริมาณใกล้เคียงกับปีที่ผ่านมาคือประมาณ 13.8 ล้านตัน หรือ 37,880 ตันต่อวัน โดยอัตราการเพิ่มปริมาณขยะมูลฝอยเมื่อเปรียบเทียบจากปี พ.ศ. 2541 เฉลี่ยร้อยละ 1.7 ตัน/ ปี ทั้งนี้เนื่องจากสภาพการวิกฤติทางเศรษฐกิจมีผลต่อสภาพการกิน การอยู่ การใช้ ที่ทำให้เกิดขยะมูลฝอยไม่เพิ่มขึ้นและปริมาณขยะมูลฝอยลดลงจากเดิมเกือบ 500 ตันต่อวัน ทั้งนี้อันเนื่องมาจากการจ้างงานในเขตเมืองลดลง รวมทั้งมีผู้สนใจนำของเสียมาใช้ประโยชน์โดยการใช้ซ้ำ และรวบรวมเพื่อแปรรูปมาใช้ใหม่ ซึ่งเดิมเกิดขึ้นเฉพาะกระบวนการสามล้อรับซื้อตามบ้าน มีอัตราการรีไซเคิลร้อยละ 7 - 8 ในปี พ.ศ. 2537 เพิ่มขึ้นมาเป็นร้อยละ 13 ใน ปี พ.ศ. 2542 และวัสดุที่แยก 3 ลำดับแรก คือ เหล็ก กระดาษ และแก้ว

การบริการเก็บขนรวบรวมขยะมูลฝอยทั้งจากบ้านเรือน แหล่งชุมชน และแหล่งสาธารณะ ยังมีปัญหาด้านประสิทธิภาพการเก็บรวบรวมอันเนื่องมาจากข้อจำกัดในการเก็บค่าบริการทำให้ไม่สามารถพัฒนารูปแบบการให้บริการได้ อย่างไรก็ตามการให้บริการในเขตเมือง มีอัตราการเก็บรวบรวมได้มากขึ้น โดยมีปริมาณขยะมูลฝอยตกค้างลดลง การกำจัดขยะมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเขตปริมณฑลทั้งในเขตเมืองใหญ่ เช่น เทศบาลและเขตเมืองใหญ่ที่เป็นศูนย์กลางความเจริญ ในระดับเทศบาลนคร เทศบาลเมือง จะมีการจัดสร้างสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยแบบถูกสุขาภิบาล แต่ยังมีปัญหาในด้านการดำเนินการเนื่องจากขาดการบริหารจัดการทั้งในเรื่องงบการดำเนินการและบุคลากร รวมทั้งการเก็บค่าธรรมเนียมขาดประสิทธิภาพ บางแห่งยังมีปัญหามวลชนต่อต้านการแก้ปัญหาไปได้ระดับหนึ่ง แต่ยังมีปัญหาเรื่องการจัดการขยะมูลฝอยอย่างครบวงจร ซึ่งต้องการ การประสานเพื่อการจัดระบบที่สมบูรณ์ และการสนับสนุนจากส่วนกลางด้านวิชาการและบริหารจัดการ

การจัดการขยะมูลฝอยยังคงเป็นปัญหาสำคัญของประเทศไทยในเขตชุมชนและท้องถิ่นทุกระดับรวมทั้งกรุงเทพมหานคร ปริมาณขยะมูลฝอยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี ทั้งนี้จากการขยายตัวของชุมชน การส่งเสริมและพัฒนาการท่องเที่ยว และการขยายตัวของภาคธุรกิจด้านต่าง ๆ จากการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั่วประเทศในรอบสิบปีที่ผ่านมา (2535-2544) พบว่าในปี 2544 ปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นกว่าร้อยละ 30 หรือประมาณวันละ 38,600 ตัน ขยะมูลฝอยเหล่านี้เกิดขึ้นในกรุงเทพมหานครประมาณวันละ 9,320 ตัน คิดเป็นร้อยละ 24 ของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั่วประเทศเกิดขึ้นในเขตเทศบาลและเมืองพัทยาประมาณวันละ 11,900 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 31 และเกิดขึ้นนอกเขตเทศบาลในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลประมาณวันละ 17,420 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 45 และจากการคาดการณ์ปริมาณขยะมูลฝอยในรอบสิบปีข้างหน้า (2545-2554) พบว่าปริมาณขยะมูลฝอยจะเพิ่มขึ้นจากวันละ 39,400 ตัน ในปี 2545 เป็นวันละ 47,000 ตันในปี 2554 หรือมีอัตราเพิ่มขึ้นเฉลี่ย ร้อยละ 2.0 ต่อปี คิดเป็นปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นประมาณวันละ 700-900 ตัน ซึ่งการจัดการขยะมูลฝอยในอนาคตมีแนวโน้มของปัญหามากยิ่งขึ้น เนื่องจากสาเหตุหลายประการได้แก่ รูปแบบและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยจะมีความยากต่อการกำจัดมากยิ่งขึ้น การต่อต้านคัดค้านของประชาชนในการก่อสร้างสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น การขาดแคลนที่ดินในการก่อสร้างศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย การขาดแคลนเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บรวบรวม การเก็บขน การขนส่งและกำจัดขยะมูลฝอย นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดในด้านทรัพยากรธรรมชาติและพลังงานตลอดจนงบประมาณในการดำเนินงาน รวมทั้งการมีส่วนร่วมของประชาชนในท้องถิ่น ยังเป็นประเด็นสำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้การจัดการขยะมูลฝอยขาดประสิทธิภาพ ซึ่งจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของประชาชนได้

ในปี 2545 มีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นจากชุมชนทั่วประเทศประมาณ 14.2 ล้านตัน (อัตราการเพิ่มปริมาณขยะมูลฝอยเฉลี่ยร้อยละ 1) และขยะมูลฝอยมีองค์ประกอบทางกายภาพที่มี

ศักยภาพในการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (Recyclable waste) มีประมาณ 6.2 ล้านตัน และประเภทขยะย่อยสลายที่เหมาะแก่การทำปุ๋ยอีกประมาณ 6.4 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 44 และร้อยละ 45 ตามลำดับ และมีปริมาณการนำขยะมูลฝอยที่คัดแยกได้จากชุมชนกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ประมาณ 2.7 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 19 ของปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนทั้งหมด แบ่งเป็นประเภทขยะรีไซเคิลประมาณ 2.4 ล้านตัน และขยะย่อยสลายได้ประมาณ 0.3 ล้านตัน ทั้งนี้ลักษณะการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ดำเนินการโดยผ่านกิจกรรม เช่น ร้านรับซื้อของเก่า การจัดตั้งธนาคารขยะ การนำขยะมาแลกสิ่งของ การนำขยะมูลฝอยไปประดิษฐ์เป็นสิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ การนำขยะที่ย่อยสลายได้มาหมักทำปุ๋ยอินทรีย์/ปุ๋ยน้ำชีวภาพ การใช้ประโยชน์ด้านปศุสัตว์ เป็นต้น สำหรับขยะมูลฝอยอุตสาหกรรม ที่มิใช่ของเสียอันตรายจากภาคอุตสาหกรรม มีการนำของเสีย ของเหลือใช้ไปใช้ประโยชน์ใหม่ในอัตราร้อยละ 40 ของปริมาณการบริโภคผลิตภัณฑ์และของเสียหรือของเหลือใช้ที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต ยังมีอัตราการนำเข้ามาใช้สูงอยู่ ซึ่งหากมีการรวบรวมของเสีย ของเหลือใช้ในประเทศมาแปรรูปใช้ใหม่จะทำให้ปัญหาการนำเข้าวัตถุดิบลดลงได้ ส่วนขยะมูลฝอยทั่วไปที่มิใช่ของเสียอันตรายจากอุตสาหกรรมขนาดเล็กและอุตสาหกรรมขนาดย่อม ยังคงทิ้งรวมกับขยะมูลฝอยชุมชน แต่จากอุตสาหกรรมขนาดใหญ่มีบางแห่งจ้างเอกชนไปทิ้งรวมกับขยะมูลฝอยชุมชน ซึ่งนับเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อม ทั้งดิน น้ำ และอากาศ กรณีมีการเผาเป็นบางครั้งคราว



รูปที่ 1-1 กราฟแสดงปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นระหว่าง พ.ศ. 2535 -2542

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ

สรุปสาเหตุของปัญหาด้านการจัดการมูลฝอย

1. การขาดแคลนที่ดินสำหรับใช้เป็นสถานที่กำจัด
2. การดำเนินการและดูแลรักษาระบบกำจัดไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร
3. ขาดบุคลากรระดับปฏิบัติที่มีความรู้ความชำนาญ
4. ข้อจำกัดด้านงบประมาณ
5. แผนการจัดการขยะมูลฝอยในระดับท้องถิ่นยังไม่มีการพิจารณาดำเนินการในลักษณะศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยรวม
6. ระเบียบและแนวทางปฏิบัติในเรื่องศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยรวมยังไม่เคยมีการกำหนดขึ้นอย่างชัดเจน
7. ยังมีการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์น้อย
8. กฎหมายที่เกี่ยวข้องไม่เอื้ออำนวยต่อการจัดการ เช่น ระเบียบให้ท้องถิ่นลงทุนและดำเนินการจัดการขยะมูลฝอยร่วมกัน
9. ประชาชนในท้องถิ่นขาดจิตสำนึก ความเข้าใจ และทัศนคติที่มีต่อการจัดการขยะมูลฝอย รวมถึงขาดความร่วมมือในด้านการจัดการมูลฝอย เช่น การคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด การจ่ายค่าธรรมเนียมในการเก็บขน เป็นต้น
10. ประชาชนที่อยู่ในเขตพื้นที่ใกล้เคียงต่อต้านการก่อสร้างระบบกำจัดขยะมูลฝอย และ ขาดการสนับสนุนโครงการกำจัดมูลฝอย

มาตรการในการแก้ไขปัญหา

(ก) ด้านการจัดการ

1) ใช้หลักการ ผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย (Polluter Pays Principle) ทั้งกับประชาชนและหน่วยงานของรัฐที่เป็นผู้ผลิตขยะมูลฝอย หรือดำเนินการจัดการมูลฝอยไม่เหมาะสม ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน และสิ่งแวดล้อม
2) ให้มีการจัดทำแผนหลักในระดับจังหวัด และ แผนปฏิบัติการจัดการขยะมูลฝอยระดับจังหวัดให้สอดคล้องกับแผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในระดับชาติ
3) กำหนดมาตรฐานและเกณฑ์การปฏิบัติในการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสมตั้งแต่การเก็บขน การขนส่ง และ การกำจัดเพื่อใช้เป็นแนวปฏิบัติ
4) กำหนดประเภทผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ที่ผู้ผลิตต้องนำกลับคืนเพื่อการลดปริมาณมูลฝอย
5) ติดตามตรวจสอบและประเมินสภาพปัญหาจากการจัดการมูลฝอยชุมชน และแหล่งกำเนิดต่าง ๆอย่างต่อเนื่อง

6) ให้แต่ละจังหวัดมีการจัดเตรียมที่ดินที่เหมาะสมสำหรับใช้กำจัดมูลฝอยในระยะยาว รวมทั้งให้มีการกำหนดสงวนไว้เพื่อการกำจัดมูลฝอยในผังเมืองด้วย
7) จัดทำและพัฒนาระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยให้เป็นพื้นฐานเดียวกัน และ สามารถเปรียบเทียบหรือปรับให้ทันสมัยได้ตลอดเวลา
8) กำหนดองค์กรและหน้าที่ในการควบคุม กำกับ ดูแลการจัดการมูลฝอยของหน่วยงานต่าง ๆทั้งภาครัฐ และ เอกชนมิให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

(ข) ด้านการลงทุน

1) จัดหาภาชนะรองรับมูลฝอยให้แก่ชุมชนในอัตรา 150 ลิตรต่อประชากร 350 คน และ รถเก็บขนมูลฝอยขนาด 10 ลูกบาศก์เมตรต่อประชากร 5,000 คน
2) ให้มีการลงทุนก่อสร้างสถานที่กำจัดมูลฝอยที่ถูกสุขลักษณะ และมีการใช้เครื่องจักรกลที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานในพื้นที่โดยรัฐร่วมลงทุนกับภาคเอกชน หรือรัฐสนับสนุนงบประมาณทั้งหมด หรือสมทบบางส่วนให้แก่ราชการส่วนท้องถิ่นเป็นผู้ดำเนินการ
3) ให้มีการปรับปรุงและฟื้นฟูสถานที่กำจัดมูลฝอยเดิมที่มีการดำเนินการไม่ถูกสุขลักษณะ
4) ให้มีการจัดตั้งศูนย์กำจัดมูลฝอยส่วนกลางที่สามารถใช้ร่วมกันได้ระหว่างชุมชนหลายแห่งที่อยู่ใกล้เคียงกัน รวมทั้งมีการนำระบบการจัดการมูลฝอยชุมชนแบบผสมผสาน (Integrated Municipal Solid Waste Management) มาประยุกต์ใช้
5) สนับสนุนให้มีการคัดแยกมูลฝอยที่แหล่งกำเนิดในชุมชนซึ่งได้แก่ ที่พักอาศัย สถานประกอบการ สถาบันต่าง ๆ และ โรงงานอุตสาหกรรม เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ โดยอาศัยกลยุทธ์ของการคัดแยกมูลฝอยออกเป็นประเภทต่าง ๆซึ่งจะต้องสอดคล้องกับวิธีการเก็บรวบรวมและขนส่งรวมทั้งวิธีการกำจัดที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
6) ส่งเสริมการลงทุนแก่เอกชนที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการจัดการมูลฝอย รวมทั้งธุรกิจที่เกี่ยวกับการนำมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ โดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งจัดให้มีศูนย์ประสานข้อมูลการนำขยะมูลฝอยมาใช้ประโยชน์ (Waste Information Center)
7) สนับสนุนงบประมาณ สิ่งจูงใจ ความช่วยเหลือด้านวิชาการ รวมทั้งอำนวยความสะดวกต่าง ๆแก่เอกชนที่เข้ามาดำเนินธุรกิจด้านมูลฝอย หรือองค์กรสาธารณประโยชน์ที่ทำงานช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอย เช่น
    - การสร้างสิ่งจูงใจทางเศรษฐกิจ (Economic Incentives)
    - การปรับปรุงราคาสินค้าให้สอดคล้องกับราคาต้นทุนจริงทางสิ่งแวดล้อม
    - การปรับโครงสร้างของการเก็บภาษีสินค้าวัสดุที่ก่อให้เกิดมลพิษ

(ค) ด้านกฎหมาย

1) ปรับปรุงกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับอัตราค่าธรรมเนียมจัดการมูลฝอยให้สอดคล้องกับภาวะปัจจุบัน
2) กำหนดมาตรฐานควบคุมมลพิษจากสถานที่กำจัดมูลฝอย เช่น มาตรฐานน้ำทิ้ง มาตรฐานการระบายอากาศเสียจากปล่องเตาเผามูลฝอย
3) กำหนดให้สถานที่กำจัดมูลฝอยเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการระบายของเสียให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด
4) กำหนดระเบียบข้อบังคับ มาตรฐานและกฎหมายที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างกลไกการเรียกคืนซากผลิตภัณฑ์ และ บรรจุภัณฑ์ รวมถึงที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จากมูลฝอย และ การลดปริมาณมูลฝอย
5) ปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับอัตราค่าธรรมเนียมการลดและใช้ประโยชน์จากมูลฝอย โดยกำหนดค่าธรรมเนียมในอัตราสูงสำหรับผู้ผลิตสินค้าที่ก่อให้เกิดมูลฝอยปริมาณมาก หรือก่อให้เกิดของเสียที่ยากแก่การเก็บรวบรวม การขนส่ง การบำบัด และ การนำกลับมาใช้ประโยชน์
6) กำหนดระเบียบข้อบังคับให้สถานีขนส่ง รถไฟ รถโดยสาร และ เรือแพ มีการจัดการมูลฝอยที่เหมาะสม
7) กำหนดระเบียบข้อบังคับเกี่ยวกับการจัดการมูลฝอยที่เกิดจากการก่อสร้าง
8) กำหนดให้มีระบบติดตามตรวจสอบบันทึกผลมลพิษ (Environmental Audit) จากแหล่งกำเนิดมลพิษพร้อมทั้งส่งเสริมให้ภาคเอกชนมีบทบาทในการตรวจสอบมากขึ้น

(ง) ด้านการสนับสนุน

1) สนับสนุนให้เอกชนดำเนินธุรกิจการบริการด้านเก็บขน ขนส่ง และกำจัดมูลฝอยในรูปของการว่าจ้าง การร่วมทุน หรือการให้สัมปทาน หรือรับจ้างควบคุมระบบกำจัดมูลฝอย
2) สนับสนุนให้มีกิจกรรม เพื่อปลูกฝังทัศนคติและสร้างค่านิยมให้แก่เยาวชนและประชาชนทั่วไปในการรักษาความสะอาดของบ้านเมือง และ การจัดการมูลฝอยที่ถูกต้อง
3) ให้มีการฝึกอบรมเพิ่มพูนความรู้ ประสบการณ์ด้านวิชาการและการบริหารจัดการแก่เจ้าหน้าที่ของรัฐและภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอย
4) สนับสนุนให้มีการศึกษา วิจัย พัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการมูลฝอย

นโยบายการบริหารจัดการขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย

เพื่อให้การจัดการขยะมูลฝอย สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องโดยสนองตอบต่อเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 และเป็นแนวทางสำหรับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 9 จึงสมควรกำหนดนโยบายการบริหารจัดการขยะมูลฝอยดังนี้

นโยบาย

การบริหารจัดการขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย โดยกำหนดรูปแบบการกำจัดขยะมูลฝอยแบบศูนย์กำจัดขยะที่ได้รับการศึกษาออกแบบและก่อสร้างด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม มีระบบและมาตรการการป้องกันปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อมและประชาชน และยังสามารถรองรับปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนหลาย ๆ แห่งรวมกัน ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการบริหารจัดการขยะมูลฝอยแต่ละชุมชนและไม่ให้เกิดขึ้นอีกต่อไปในอนาคตโดย

1. ควบคุมการผลิตขยะมูลฝอยของประชาชน
2. สนับสนุนงบประมาณ บุคลากร และวิชาการแก่ท้องถิ่นเพื่อให้มีการจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจร ตั้งแต่การเก็บ การคัดแยก การขนส่ง การนำกลับมาใช้ประโยชน์ และการกำจัดที่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล
3. ส่งเสริมและสนับสนุนให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีความร่วมมือกันในการจัดการขยะมูลฝอยโดยมุ่งเน้นรูปแบบศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนรวม
4. สนับสนุนให้มีกฎระเบียบ และเกณฑ์การจัดการขยะมูลฝอยที่เหมาะสมเพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องถือปฏิบัติ
5. ส่งเสริมและสนับสนุนให้องค์กรเอกชนและประชาชน มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอยมากขึ้น

เป้าหมาย

1. ควบคุมอัตราการผลิตขยะมูลฝอยให้มีไม่เกิน 1 กิโลกรัมต่อคน ต่อวันภายในปี พ.ศ. 2544
2. ให้มีการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยในอัตราไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ภายในปี พ.ศ. 2549
3. ควบคุมปริมาณขยะมูลฝอยตกค้างในเขตเทศบาลไม่เกินร้อยละ 5 ภายในปี พ.ศ. 2549
4. ให้ทุกจังหวัดมีแผนงานการจัดการขยะมูลฝอยในรูปแบบศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยส่วนกลางสำหรับท้องถิ่นต่าง ๆ สามารถใช้ร่วมกันได้ โดยสนับสนุนให้มีศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนจังหวัดทั้งหมดในปี พ.ศ. 2549 (หรือ 38 จังหวัด)

มาตรการที่จะเสริมให้สามารถนำแนวนโยบายไปสู่การปฏิบัติ

1. สนับสนุนให้มีการจัดตั้งศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยใช้ร่วมกันหลายชุมชน

2. ส่งเสริมการลงทุนร่วมจากภาคเอกชนในการกำจัดขยะมูลฝอย และนำขยะมูลฝอยมาใช้ประโยชน์

3. สนับสนุนภาคเอกชนดำเนินธุรกิจการจัดการขยะมูลฝอย การติดตามตรวจสอบ

4. ใช้หลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่ายอย่างยุติธรรมและเสมอภาค

5. ปรับปรุงกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ ที่เกี่ยวข้องกับอัตราค่าธรรมเนียมค่าบริการเก็บขนส่งและกำจัดให้สอดคล้องกับค่าดำเนินการ

6. ปลูกฝังทัศนคติที่ถูกต้องแก่เยาวชน โดยให้การศึกษาและรณรงค์ให้เกิดความร่วมมือปฏิบัติ รวมทั้งให้ประชาชนและชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมมากขึ้น

7. ฝึกอบรมเพิ่มพูนความรู้แก่เจ้าหน้าที่ของรัฐและเอกชน

8. สนับสนุนการศึกษา วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอยอย่างมีระบบ

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอย

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยได้ถูกกำหนดไว้ในพระราชบัญญัติ กฎกระทรวง ประกาศกระทรวง รวมถึงข้อบังคับส่วนท้องถิ่นต่างๆ ในที่นี้จะขอกล่าวถึงกฎหมายหลักๆที่มีความสำคัญในการนำไปเป็นแนวทางดำเนินการ ส่วนรายละเอียดของเนื้อความของกฎหมายนั้น นักศึกษาได้เรียนไปแล้วในรายวิชากฎหมายที่เกี่ยวกับอนามัยสิ่งแวดล้อม และ สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากหนังสือรวมกฎหมายด้านสิ่งแวดล้อม

1. พระราชบัญญัติส่งเสริม และ รักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัติฉบับนี้จัดเป็นกฎหมายพื้นฐานที่ครอบคลุมด้านการดูแล ควบคุมมลพิษต่างๆ และ รักษาสิ่งแวดล้อมซึ่งส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยนั้น มีสาระสำคัญดังนี้

หมวด 3 : การคุ้มครองสิ่งแวดล้อม

- ส่วนที่ 2 การวางแผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม

- ส่วนที่ 6 มลพิษอื่น และ ของเสียอันตราย

มาตรา ๗๘ การเก็บรวบรวมการขนส่งและการจัดการด้วยประการใดๆเพื่อบำบัดและขจัดขยะมูลฝอยและของเสียอื่นที่อยู่ในสภาพเป็นของแข็ง การป้องกันและควบคุมมลพิษที่เกิดจากหรือมีที่มาจากการทำเหมืองแร่ทั้งบนบกและในทะเล การป้องกันและ ควบคุมมลพิษที่เกิดจากหรือมีที่มาจากการสำรวจและขุดเจาะน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และ สารไฮโดรคาร์บอนทุกชนิดทั้งบนบกและในทะเลหรือการป้องกันและควบคุมมลพิษที่เกิดจากหรือมีที่มาจากการปล่อยทิ้งน้ำมัน

และการทิ้งเทของเสียและวัตถุอื่น ๆจากเรือเดินทะเลเรือบรรทุกน้ำมันและเรือประเภทอื่นให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการนั้น

มาตรา ๗๙ ในกรณีที่ไม่มีกฎหมายใดบัญญัติไว้โดยเฉพาะให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษมีอำนาจออกกฎกระทรวงกำหนดชนิดและประเภทของของเสียอันตรายที่เกิดจากการผลิตการใช้สารเคมีหรือวัตถุอันตรายในกระบวนการผลิตทาง อุตสาหกรรม เกษตรกรรม การสาธารณสุขและกิจการอย่างอื่นให้อยู่ความควบคุมในการนี้ให้กำหนดหลักเกณฑ์มาตรการและวิธีการเพื่อควบคุมการเก็บรวบรวมการรักษาความปลอดภัยการขนส่งเคลื่อนย้ายการนำเข้ามาในราชอาณาจักรการส่งออกไปนอกราชอาณาจักรและการจัดการบำบัดและกำจัดของเสียอันตรายดังกล่าวด้วยวิธีการที่เหมาะสมและถูกต้องตามหลักวิชาที่เกี่ยวข้องด้วย

จากมาตราที่ 78 และ 79 จะเห็นได้ว่า พ.ร.บ.นี้คุ้มครองให้สิ่งแวดล้อมได้รับความระมัดระวังจากการรองรับของเสียจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆอันอาจก่อให้เกิดมลพิษ รวมถึง กฎหมายที่ว่าด้วยการนั้น ๆ สามารถถูกกำหนดขึ้นได้โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

2. พระราชบัญญัติ รักษาความสะอาด และ ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535 (ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 109 ตอนที่ 15 หน้า 28 -42 วันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2535) โดยผู้ที่มีอำนาจในการสั่งการเกี่ยวกับกฎหมายฉบับนี้ได้แก่ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข ประกาศร่วมกับรัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทย

หมวด 1 - การรักษาความสะอาดในที่สาธารณะ และ สถานสาธารณะ(6-25)

หมวด 2 - การดูแลรักษาสนามหญ้า และ ต้นไม้ในถนน และ สถานสาธารณะ(26-27)

หมวด 3 - การห้ามทิ้งสิ่งปฏิกูลมูลฝอยในที่สาธารณะ และ สถานสาธารณะ(29-34)

หมวด 4 - การรักษาความเป็นระเบียบเรียบร้อย (35-41)

หมวด 5 - อำนาจหน้าที่ของเจ้าพนักงานท้องถิ่น หรือ พนักงานเจ้าหน้าที่ (42-51)

หมวด 6 -บทกำหนดโทษ (42-59)

บทเฉพาะกาล - (60-62)

3.พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

(ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 109 ตอนที่ 44วันที่ 9 เมษายน พ.ศ. 2535)โดยผู้ที่มีอำนาจในการสั่งการเกี่ยวกับกฎหมายฉบับนี้ได้แก่ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

4. นอกจากนี้ในระดับภูมิภาค และ ท้องถิ่น ก็มีข้อบังคับต่าง ๆที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการจัดการมูลฝอยสำหรับพื้นที่นั้น ๆกำหนดไว้ใน ข้อบังคับ/ ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร ข้อบังคับจังหวัด ประกาศเทศบัญญัติ ประกาศเทศบาลประกาศสุขาภิบาล หรือ ข้อบังคับสุขาภิบาล

สรุปหน่วยงานที่มีอำนาจบังคับใช้ กฎหมายเกี่ยวกับ มูลฝอย สิ่งปฏิกูล กากของเสีย เหตุรำคาญ และ การควบคุมได้แก่หน่วยงานต่อไปนี้

- กระทรวงสาธารณสุข
- กระทรวงมหาดไทย
- กระทรวงอุตสาหกรรม
- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม
- องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น/ ตำบล

จากข้อมูลสถานการณ์ด้านการจัดการมูลฝอยที่กล่าวมาในเบื้องต้น จะเห็นได้ว่าการพัฒนาประสิทธิภาพในการดำเนินการจัดการมูลฝอยเป็นกลไกสำคัญในการที่จะช่วยส่งเสริมให้เกิดความเป็นระเบียบเรียบร้อย ความสวยงาม และ ความถูกสุขลักษณะของบ้านเมืองอันจะส่งผลให้ประชาชนมีสุขภาพกายและจิตที่สมบูรณ์แข็งแรง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ที่มีบทบาทด้านนี้ในปัจจุบันและ อนาคต จะต้องศึกษาถึงเทคนิค หรือ กลยุทธ์ต่าง ๆที่จะช่วยส่งเสริมให้เกิดความสำเร็จของงานนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวความคิดเกี่ยวกับการจัดการมูลฝอย

จากที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่าขยะมูลฝอยล้วนเกิดจากกิจกรรมต่าง ๆที่เกิดขึ้นในการดำรงชีวิตของมนุษย์และนับวันขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นนั้นได้เพิ่มขึ้นทั้งในแง่ปริมาณและองค์ประกอบที่ผันแปรไป การจัดการมูลฝอยที่ไม่ถูกต้องทำให้เกิดความเสื่อมโทรมต่อสภาพแวดล้อมอันมีผลกระทบต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ของผู้คนที่อาศัยอยู่ หรือ ดำรงชีวิตในสิ่งแวดล้อมนั้น จึงจำเป็นเป็นอย่างยิ่งที่ชุมชนจะต้องดำเนินการจัดการมูลฝอยให้ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล ไม่ทำให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อม อันได้แก่ พื้นดิน แหล่งน้ำ และ อากาศ

โดยสภาพของขยะมูลฝอยแล้ว เป็นสิ่งที่คนไม่ต้องการแล้วทิ้งไป แต่ในความเป็นจริงแล้วภายในตัวของมูลฝอยนั้นยังคงมีสิ่งที่เป็นประโยชน์อยู่มากบ้างน้อยบ้างตามแต่ชนิดและส่วนประกอบ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ในด้านวัสดุ ด้านพลังงาน หรือในด้านการปรับปรุงคุณภาพของพื้นที่ดิน เพราะฉะนั้นแนวความคิดเกี่ยวกับการจัดการมูลฝอยในปัจจุบันจึงมิใช่เพียงแต่กำจัดหรือทำลายให้มันหมดไปแต่เพียงอย่างเดียว แต่จะต้องพยายามทำให้เกิดผลประโยชน์ตอบแทนให้มากที่สุดด้วย เช่น การนำมูลฝอยอินทรีย์ไปหมักทำเป็นปุ๋ยสำหรับบำรุงดินที่ใช้ในการเกษตร การนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในระบบการทำความร้อน หรือ ผลิตกระแสไฟฟ้า หรือการคัดแยกเอาส่วนที่ยังคงใช้ได้กลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้อีก เช่น นำมูลฝอยที่เป็นกระดาษกลับไปผลิตเป็น

กระดาษออกมาใหม่ การนำพลาสติกกลับไปหลอมแล้วผลิตเป็นเครื่องใช้ชนิดใหม่ การนำพวกเศษเหล็ก โลหะ ไปใช้ หรือ เปลี่ยนสภาพเป็นของอย่างใหม่ เป็นต้น

นอกจากนั้นในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินงานไม่ว่าจะเป็นการเก็บรวบรวม ขนส่ง หรือกำจัด ก็ควรใช้วิธีการที่ไม่ยุ่งยากจนเกินไป ประหยัด เหมาะสมกับสภาพของท้องถิ่น และในขณะเดียวกันก็ต้องยึดหลักของการจัดการอย่างถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลให้มากที่สุดด้วย

ดังนั้นรูปแบบการจัดการมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพจึงมีความจำเป็นในการใช้เป็นเครื่องมือแก้ไขปัญหาดังกล่าวให้หมดไป การจัดการมูลฝอยอย่างครบวงจรเป็นแนวทางที่จะสามารถช่วยให้เกิดความคล่องตัวในการจัดการมูลฝอยอย่างเป็นขั้นตอนและเกิดความชัดเจนในทางปฏิบัติ

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาประกอบการตัดสินใจ

การดำเนินงานจัดการมูลฝอยที่จะให้ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพ คือการทำให้มูลฝอยถูกเก็บขนออกไปจากชุมชนอย่างรวดเร็ว เรียบร้อย ด้วยวิธีการที่ถูกต้องอย่างประหยัด ทำให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด และมีผลประโยชน์ตอบแทนพอสมควร ดังนั้นก่อนที่จะตัดสินใจดำเนินการด้วยวิธีการใด ๆ จะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบที่สำคัญ ๆ ดังต่อไปนี้

(1) ชนิด ปริมาณ และ ลักษณะของมูลฝอย เช่น
- ชนิด และ ปริมาณตามประเภทของกิจกรรม และ แหล่งกำเนิด
- ปริมาณที่ผลิตออกมา และที่เก็บขนได้
- ลักษณะ และ ส่วนประกอบของมูลฝอยในชุมชนนั้น ๆ

(2) ค่าใช้จ่าย ได้แก่
- ค่าใช้จ่ายในการลงทุน
- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และซ่อมแซมบำรุงรักษา

(3) ปัญหาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม ได้แก่
- การทำให้เกิดมลพิษแก่พื้นดิน และ แหล่งน้ำ
- การทำให้เกิดมลพิษแก่อากาศ
- ปัจจัยอื่น ๆที่อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพ และ ความเป็นอยู่ของมนุษย์
- ทัศนียภาพของพื้นที่และบริเวณใกล้เคียง

(4) การนำเอาทรัพยากรบางส่วนจากมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์
- ทางด้านพลังงาน
- ทางด้านวัสดุ
- ทางด้านพื้นที่ดิน

(5) กฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ และ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

หลักเกณฑ์ในการจัดการมูลฝอย

ขั้นตอนหลักในการดำเนินการจัดการมูลฝอย

วิธีการดำเนินงานในการจัดการมูลฝอยนั้นมีขั้นตอนหลักโดยสรุป ดังนี้

1) การคัดแยกมูลฝอยที่แหล่งกำเนิด (Solid Waste Separation)

เป็นการจำแนกประเภทมูลฝอยที่ทิ้งโดยผู้ผลิตมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด หากขั้นตอนนี้ได้รับการส่งเสริมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในเรื่องของการจำแนกประเภทของมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักการและสามารถเข้าใจง่ายโดยผู้คัดแยกผนวกกับความร่วมมือจากผู้ผลิตมูลฝอยเองจะเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สามารถลดปริมาณมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด รวมถึงช่วยส่งเสริมให้มีการนำวัสดุไปหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) การเก็บรวบรวมมูลฝอย (Solid Waste Storage and Collection)

นับจากการเก็บกักมูลฝอยใส่ไว้ในภาชนะ ไปจนถึงการรวบรวมมูลฝอยจากแหล่งต่าง ๆ แล้วนำไปใส่ในยานพาหนะเพื่อขนส่งต่อไปยังแหล่งกำจัด หรือ ทำประโยชน์อื่น ๆต่อไป

3) การเก็บขน และ ขนส่งมูลฝอย (Solid Waste Transportation)

เป็นการนำมูลฝอยที่เก็บรวบรวมจากชุมชนใส่ในยานพาหนะไว้แล้วนั้นไปยังสถานที่กำจัดหรือทำประโยชน์อย่างอื่น ซึ่งอาจเป็นการขนส่งโดยตรงจากแหล่งกำเนิดมูลฝอยไปยังแหล่งกำจัดเลยทีเดียว หรือ อาจขนไปพักรวมไว้ที่ใดที่หนึ่งซึ่งเรียกว่าสถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย(*)ก่อนก็ได้

(*) สถานีขนถ่ายมูลฝอย คือ สถานที่สำหรับถ่ายเทขยะมูลฝอยจากรถเก็บขนมูลฝอยลงสู่พาหนะขนาดใหญ่เพื่อขนส่งไปยังสถานที่แปรสภาพ หรือกำจัดขยะมูลฝอย

4) การแปรสภาพมูลฝอย (Solid Waste Processing)

การแปรสภาพมูลฝอย เป็นการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะ หรือองค์ประกอบทางกายภาพ เคมี และ ชีวภาพของขยะมูลฝอยเพื่อให้มีความสะดวกและความปลอดภัยในการขนส่ง การนำกลับไปใช้ประโยชน์ การเก็บรวบรวม การกำจัด หรือ การลดปริมาตร

ซึ่งการแปรสภาพมูลฝอยนั้นอาจทำได้โดยการบดอัดมูลฝอยเป็นก้อน การคัดแยกเอาส่วนที่ยังใช้ประโยชน์ได้ออกไปใช้ทั้งโดยตรง และโดยอ้อม เป็นต้น

5) การกำจัด หรือทำลาย (Solid Waste Disposal)

เป็นวิธีการกำจัดมูลฝอยขั้นสุดท้าย เพื่อให้มูลฝอยนั้น ๆไม่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อสภาพแวดล้อม อันอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ต่อไป ซึ่งวิธีที่ใช้ในการกำจัดมูลฝอยนั้นอาจ ได้แก่ การหมักทำปุ๋ย การเผาด้วยเตาเผา และ การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

ส่วนรายละเอียดในแต่ละหัวข้อของหลักเกณฑ์ และ ขั้นตอนในการจัดการมูลฝอยนั้น จะได้กล่าวถึงในบทต่อ ๆไป

.....จะทำอย่างไรให้ปริมาณขยะลดลง.....

บทที่ 2
แหล่งกำเนิด องค์ประกอบ และลักษณะสมบัติของมูลฝอย

ขยะมูลฝอย หรือ ของเสียที่เกิดจากการกิจกรรมของมนุษย์หรือสัตว์ โดยปกติจะเป็นของแข็ง (Solid) หรือกึ่งของแข็ง (Semisolid) ซึ่งถูกทิ้งหลังจากมีการใช้ประโยชน์ไปแล้วหรือเมื่อไม่มีความต้องการ การจัดการมูลฝอยเป็นปัจจัยพื้นฐานของกิจกรรมทั้งหมดที่จะช่วยกำจัดปัญหาหรือผลกระทบที่เกิดจากปัญหาขยะมูลฝอยล้นเมือง การศึกษาแหล่งกำเนิด วงจรการเกิดมูลฝอย องค์ประกอบ และ ลักษณะสมบัติของมูลฝอย จึงเป็นพื้นฐานสำคัญในการวางแผนดำเนินการต่าง ๆที่จะตามมา ในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษาใน 2 ประเด็นแรก ส่วนประเด็นอื่น ๆจะกล่าวถึงในบทต่อ ๆไป

แหล่งกำเนิดมูลฝอย (Source of Solid Waste)

โดยทั่วไปแล้วแหล่งกำเนิดมูลฝอยแต่ละประเภท หรือ ชนิด จะมีปริมาณมากน้อยแค่ไหน หรือ มีลักษณะอย่างไร จะมีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดิน หรือลักษณะพื้นที่ในแต่ละเขตพื้นที่ (Zoning) แม้ว่าการแบ่ง หรือ จำแนกประเภทของแหล่งกำเนิดมักจะมีการพัฒนาข้อมูลอยู่เสมอ แต่การแบ่งตามที่แสดงในตารางที่ 1 เป็นข้อมูลที่ค่อนข้างจะเป็นประโยชน์ และ ง่ายต่อการเข้าใจ ซึ่งแบ่งตามกิจกรรมของแต่ละแหล่ง ซึ่งมูลฝอยชุมชนมักจะครอบคลุมถึงขยะมูลฝอยต่าง ๆ ที่เกิดจากกิจกรรมในชุมชน ยกเว้น ของเสียจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม และ ของเสียจากการทำเกษตรกรรม หรือ หากจำแนกแหล่งกำเนิดมูลฝอยออกเป็นกลุ่มหลัก ๆ สามารถจำแนกได้ดังนี้

1. ***ของเสียจากอุตสาหกรรม***

ของเสียอันตรายทั่วประเทศไทย 73 % มาจากระบบอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่ยังไม่มีการจัดการที่เหมาะสมโดยทิ้งกระจายอยู่ตามสิ่งแวดล้อมและทิ้งร่วมกับมูลฝอย รัฐบาลได้ ก่อตั้งศูนย์กำจัดกากอุตสาหกรรมขึ้นแห่งแรกที่แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน เริ่มเปิดบริการตั้งแต่ 2531 ซึ่งก็เพียงสามารถกำจัดของเสียได้บางส่วน

2. ***ของเสียจากโรงพยาบาลและสถานที่ศึกษาวิจัย***

ของเสียจากโรงพยาบาลเป็นของเสียอันตรายอย่างยิ่ง เช่น ขยะติดเชื้อ เศษอวัยวะจากผู้ป่วย และการรักษาพยาบาล รวมทั้งของเสียที่ปนเปื้อนสารกัมมันตรังสี สารเคมี ได้ทิ้งสู่สิ่งแวดล้อมโดยปะปนกับมูลฝอย สิ่งปฏิกูลเป็นการเพิ่มความเสี่ยงในการแพร่กระจายของเชื้อโรคและสารอันตราย

3. ***ของเสียจากภาคเกษตรกรรม*** เช่น ยาฆ่าแมลง ปุ๋ย มูลสัตว์ น้ำทิ้งจากการทำปศุสัตว์ ฯลฯ
4. ***ของเสียจากบ้านเรือนแหล่งชุมชน*** เช่น หลอดไฟ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ แก้ว เศษอาหาร พลาสติก โลหะ หินไม้ กระเบื้อง หนัง ยาง ฯลฯ
5. ***ของเสียจากสถานประกอบการในเมือง*** เช่น ภัตตาคาร ตลาดสด วัด สถานเริงรมย์

ตารางที่ 3-1 แสดงแหล่งกำเนิดมูลฝอย ลักษณะกิจกรรม หรือ สถานที่ และ ลักษณะมูลฝอยจากแหล่ง หรือ กิจกรรมนั้น ๆ

แหล่งกำเนิด	ลักษณะกิจกรรม/สถานที่	ลักษณะมูลฝอย
ที่พักอาศัย	บ้านเดี่ยว ตึกแถว อพาร์ตเม้นท์ อาคารชุด ฯลฯ	เศษอาหาร กระดาษ กล่อง พลาสติก เศษผ้า หนังยาง กระเบื้อง ขวดแก้ว เศษใบไม้กิ่งไม้ ของเสียอันตรายจากบ้านเรือน) เช่น ถ่านไฟฉาย หลอดไฟฟ้า แบตเตอรี่รถยนต์ ฯลฯ (และเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ
ธุรกิจการค้า	ร้านค้า ภัตตาคาร ตลาด สำนักงาน โรงแรม สถานเริงรมย์ ฯลฯ	กระดาษ กล่อง พลาสติก เศษอาหาร แก้ว ไม้ กระป๋อง ของเสียอันตราย ฯลฯ
สถานที่ราชการ	โรงเรียน โรงพยาบาล เรือนจำ ที่ทำการของหน่วยงานราชการต่าง ๆ	เช่นเดียวกับธุรกิจการค้า
สถานที่ก่อสร้าง	สถานที่ที่กำลังมีการก่อสร้างหรือรื้อถอน การซ่อมถนนหรือทางเดินเท้าที่ชำรุด	เศษไม้ เศษเหล็ก เศษหิน คอนกรีต ฝุ่นดิน
สถานที่ตั้งระบบสาธารณูปโภค	โรงผลิตน้ำประปา โรงบำบัดน้ำเสีย เตาเผามูลฝอย ฯลฯ	กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย ขี้เถ้าจากการเผา ฯลฯ
สถานที่สาธารณะ	ถนน ที่จอดรถ สนามเด็กเล่น สวนสาธารณะ ชายหาด สถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ ฯลฯ	เศษกระดาษ พลาสติก กระป๋อง เศษใบไม้ กิ่งไม้ ฝุ่นดิน ฯลฯ
อุตสาหกรรม	อุตสาหกรรมก่อสร้าง ทอผ้า ฟอกย้อม อุตสาหกรรมเคมี โรงกลั่นน้ำมัน	ของเสียจากขบวนการผลิต) ขึ้นกับประเภทโรงงาน (เศษโลหะ ของเสียอันตราย มูลฝอยจากคนงาน) เช่น เศษอาหาร กระดาษ (
การเกษตรกรรม	ไร่ นา สวน ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ฯลฯ	เศษผลผลิต เช่น ฟางข้าว เปลือกข้าวโพด มูลฝอยจากการบริโภค อุปโภค ของเกษตรกร) เช่นเศษอาหาร กระดาษ พลาสติก (ของเสียอันตราย) เช่น บรรจุภัณฑ์ที่ใช้สารเคมีที่ใช้ในการเกษตร(

ที่มา: Integrated Solid Waste Management; Tchobanoglous, Theisen, Vigil

ประเภท หรือ ชนิดของมูลฝอย (Type of Solid Waste)

เมื่อจำแนกประเภทหลัก ๆ ตามความสามารถในการเผาไหม้ และ ความเป็นพิษแล้ว สามารถจำแนกมูลฝอยได้ดังนี้

1. ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้ เช่น เศษไม้, ใบหญ้า, พลาสติก, เศษกระดาษ, ผ้า, สิ่งทอ, ยาง ฯลฯ

2. ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ไม่ได้ ได้แก่ เศษโลหะ เหล็ก แก้ว กระเบื้อง เปลือกหอย หิน ฯลฯ

3. ขยะมูลฝอยที่ไม่เป็นพิษหรือขยะมูลฝอยทั่วไป ได้แก่ ขยะมูลฝอยที่เกิดจากบ้านเรือน ร้านค้า เช่น พวกเศษอาหาร กระดาษ พลาสติก เปลือกและใบไม้ เป็นต้น

4. ขยะมูลฝอยที่เป็นพิษ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตมนุษย์ตลอดจนสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ได้แก่ ของเสียที่มีส่วนประกอบของสารอันตรายหรือของเสียที่มีฤทธิ์กัดกร่อนหรือติดไฟง่าย หรือมีเชื้อโรค ติดต่อปะปนอยู่ เช่น ซากถ่านไฟฉาย ซากแบตเตอรี่ ซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ กาก สารเคมี สำลี และ ผ้าพันแผลจากโรงพยาบาล

ถ้าแบ่งประเภทขยะตาม**ลักษณะของส่วนประกอบของขยะมูลฝอย** มีประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. กระดาษ ถุงกระดาษ กล่อง ลัง เศษกระดาษจากสำนักงาน
2. พลาสติก มีความทนทานต่อการทำลายได้สูง วัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติก เช่น ถุงภาชนะ ของเด็กเล่น ของใช้
3. แก้ว วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแก้ว เช่น ขวด หลอดไฟ เศษกระจก ฯลฯ
4. เศษอาหาร ผัก ผลไม้ ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ ย่อยสลายได้ง่าย เป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้ขยะเกิดกลิ่นเหม็น ส่งกลิ่นรบกวนหากไม่มีการเก็บขนออกจากแหล่งทิ้งทุกวัน
5. ผ้าสิ่งทอต่าง ๆ ที่ทำมาจากเส้นใยธรรมชาติ และใยสังเคราะห์ เช่น ผ้าไนล่อน ขนสัตว์ ลินิน ฝ้าย
6. ยางและหนัง เช่น รองเท้า กระเป๋า บอล
7. ไม้ เศษเฟอร์นิเจอร์ โต๊ะ เก้าอี้ ฯลฯ
8. หิน กระเบื้อง กระดูก และเปลือกหอย พวกนี้ไม่เน่าเปื่อย พบมากในแหล่งก่อสร้างตึกที่ทุบทิ้ง
9. โลหะต่าง ๆ เช่น กระป๋อง ลวด สายไฟ ตะปู
10. อื่น ๆ ที่ไม่อาจจัดกลุ่มได้

ถ้าแบ่งประเภทขยะตามแหล่งที่มา

1. ขยะมูลฝอยจากถนน (Street Refuse) ได้แก่ เศษสิ่งของต่าง ๆ ที่ปรากฏและกวาดจากถนน ตรอก ซอย เช่น เศษกระดาษ ผง ฝุ่น ใบไม้ พลาสติก อิฐ หิน ทราย กรวด
2. ขยะมูลฝอยที่เกิดจากสิ่งที่เหลือจากการเผาไหม้ที่เรียกว่า ขี้เถ้า (Ashes) เช่น เถ้าที่เกิดจากเตาไฟ, การเผาถ่าน ฯลฯ

3. ขยะมูลฝอยจากการก่อสร้าง (Construction Refuse) ได้แก่ เศษวัสดุก่อสร้าง เช่น เศษไม้ เศษกระเบื้อง เศษปูน อิฐหัก ฯลฯ

4. ขยะมูลฝอยจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง (Demolition Refuse) ได้แก่ เศษสิ่งที่ไม่ต้องการที่เกิดจากการรื้อถอนอาคาร บ้านเรือนเก่า ฯลฯ

5. ซากสัตว์ (Dead Animal) จากสัตว์ตาย เน่าเปื่อย เหม็น

6. ซากยานพาหนะ (Abandoned Vehicles) ทุกชนิดที่หมดสภาพ ใช้งานไม่ได้ รวมทั้งชิ้นส่วนประกอบ เช่น แบตเตอรี่ ยาง ฯลฯ

7. ขยะมูลฝอยจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Refuse) ได้แก่ เศษวัตถุที่เกิดจากการผลิต หรือขั้นตอนการผลิต

8. ขยะมูลฝอยประเภททำลายยาก (Hazardous Refuse) ได้แก่ ขยะมูลฝอยที่ต้องการใช้กรรมวิธีทำลายเป็นพิเศษ เช่น พลาสติก ฟิลม์ถ่ายรูป กากแร่ธาตุต่าง ๆ

9. ขยะสด (Garbage)

10. ขยะแห้ง (Rubbish)

11. ขยะพิเศษ (Special Wastes)

12. ของใช้ชำรุด (Bulky Wastes)

13. ขยะจากการกสิกรรม (Agricultural Wastes)

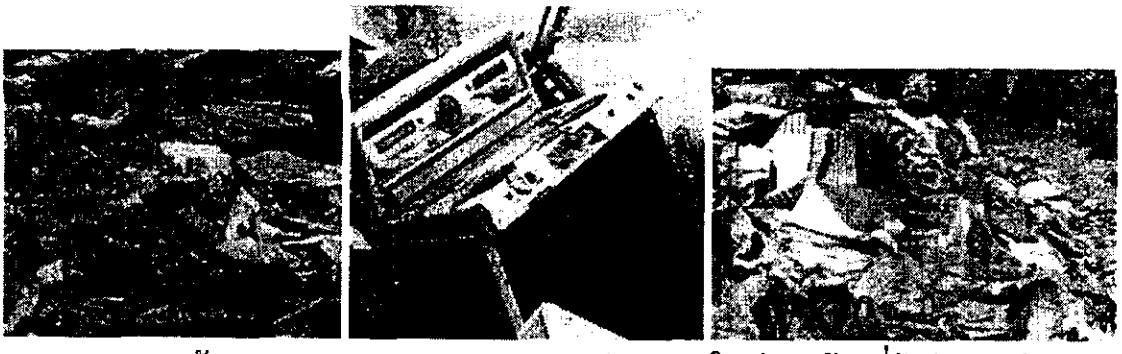
14. กากตะกอนของน้ำโสโครก (Sewage treatment residues)

ประเภทของขยะมูลฝอย ที่สำนักรักษาความสะอาดของกรุงเทพมหานคร กล่าวไว้มี 3 ประเภทใหญ่คือ

1. มูลฝอยเปียก ได้แก่ พวกเศษอาหาร เศษพืชผัก เปลือกผลไม้ อินทรียวัตถุที่สามารถย่อยสลายเน่าเปื่อยง่าย มีความชื้นสูง และส่งกลิ่นเหม็นได้รวดเร็ว

2. มูลฝอยแห้ง ได้แก่ พวกเศษกระดาษ เศษผ้า แก้ว โลหะ ไม้ พลาสติก ยาง ฯลฯ ขยะมูลฝอย ชนิดนี้จะมีทั้งที่เผาไหม้ได้และเผาไหม้ไม่ได้ ขยะแห้ง เป็นขยะมูลฝอยที่สามารถเลือกวัสดุที่ยังมีประโยชน์ กลับมาใช้ได้อีก โดยการทำคัดแยกมูลฝอยก่อนนำทิ้งซึ่งจะช่วยให้สามารถลดปริมาณมูลฝอยที่จะต้องนำไปทำลายลงได้ และถ้านำส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้นี้ไปขายก็จะทำรายได้กลับคืนมา

3. ขยะมูลฝอยอันตราย มูลฝอยนี้ ได้แก่ ของเสียที่เป็นพิษ มีฤทธิ์กัดกร่อนและระเบิดได้ง่าย ต้องใช้กรรมวิธีในการทำลายเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีอันตราย เช่น สารฆ่าแมลง ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ รถยนต์ หลอดไฟ สเปรย์ฉีดผม ฯลฯ



2.1) เศษอาหาร ผักสด 2.2) มูลฝอยขนาดใหญ่ 2.3)วัสดุที่ยังมีสภาพดี

รูปที่ 3-1 มูลฝอยประเภทต่าง ๆ

องค์ประกอบของมูลฝอย (Composition of Solid Waste)

คำว่า องค์ประกอบของมูลฝอย ใช้อธิบายถึงส่วนประกอบของขยะมูลฝอยต่าง ๆที่รวมกันเป็นมูลฝอยปริมาณหนึ่งในพื้นที่หนึ่งซึ่งสามารถบอกได้ถึงการกระจายตัวของส่วนประกอบแต่ละประเภทว่ามีความสัมพันธ์กับพื้นที่หรือ แหล่งกำเนิดมูลฝอยนั้น ๆอย่างไร ซึ่งมูลฝอยจากแต่ละพื้นที่จะมีลักษณะ และ องค์ประกอบแตกต่างกัน โดยปกติจะรายงานค่าองค์ประกอบของมูลฝอยแต่ละประเภทเป็น เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ข้อมูลองค์ประกอบของมูลฝอยมีความสำคัญต่อการประเมินความต้องการของอุปกรณ์เครื่องมือที่จำเป็นต่อการจัดการมูลฝอยในพื้นที่นั้น รวมถึงใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการดำเนินการ และ ระบบการจัดการมูลฝอยอีกด้วย

โดยทั่วไป องค์ประกอบของมูลฝอยสามารถแบ่งได้เป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

- ผัก เศษอาหาร (Garbage)
- กระดาษ (Paper)
- พลาสติก (Plastics)
- ยาง (Rubber)
- หนัง (Leather)
- ผ้า (Clothes)
- ไม้ (Wood)
- แก้ว (Glass)
- โลหะ (Metal)
- หิน กระเบื้อง (Stone & Ceramics)
- อื่น ๆ (Miscellaneous)

การวิเคราะห์องค์ประกอบของมูลฝอยนั้น เป็นการวิเคราะห์ลักษณะของมูลฝอยด้านกายภาพอย่างหนึ่ง

ขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างเพื่อหาองค์ประกอบของมูลฝอย

1. เทขยะมูลฝอยจากรถเก็บขนต่าง ๆแยกจากกัน
2. เก็บตัวอย่างขยะมูลฝอยที่เหมาะสมออกจากแต่ละกอง ~100 kg/กอง
3. นำตัวอย่างขยะมูลฝอยจากแต่ละกองมาผสมกันรวมเป็นกองเดียว
4. แบ่งขยะมูลฝอยกองที่ผสมแล้วออกเป็น 4 กอง

5. เลือกมาเพียงกองเดียว

6. แบ่งกองนี้ออกเป็น 4 ส่วน จนได้มูลฝอย ~100 kg

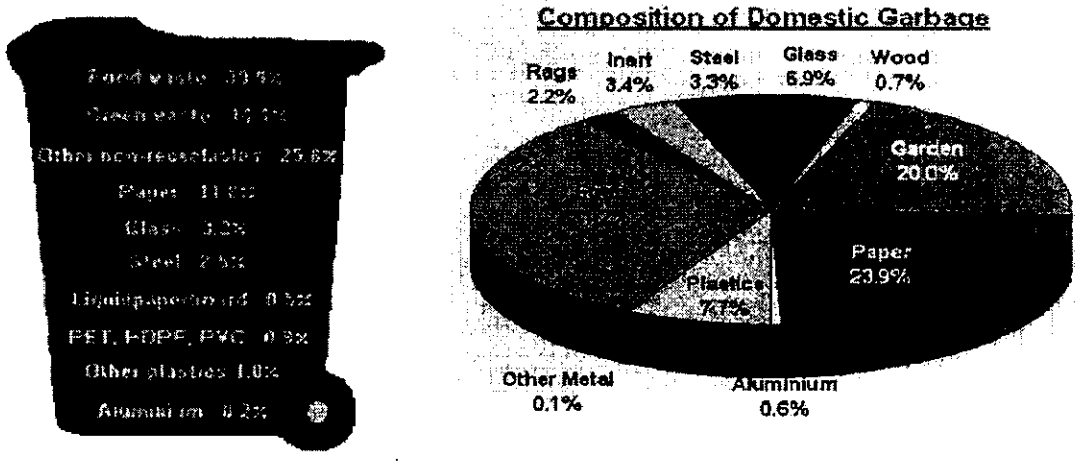
7. นำกองที่มี ~100kg มาแยกองค์ประกอบ → ชั่งน้ำหนัก→ได้องค์ประกอบโดยน้ำหนักเปียก

8. หรือ แบ่งมูลฝอยในข้อ 7 ออกเป็น 4 ส่วน แล้วสุ่มตัวอย่างมูลฝอยประมาณ 15 กิโลกรัม นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 75-100°C จนแห้งสนิท

9. นำมูลฝอยจากข้อ 8 มาแยกองค์ประกอบประเภทต่าง ๆที่ได้กำหนดไว้แล้วชั่งน้ำหนักมูลฝอยแต่ละประเภทนั้น ๆ

10. คำนวณองค์ประกอบโดยใช้สูตรต่อไปนี้

ร้อยละขององค์ประกอบแต่ละชนิด = น้ำหนักมูลฝอยแต่ละชนิด * 100 / น้ำหนักมูลฝอยรวม



รูปที่3-2 แสดงตัวอย่างการนำเสนอภาพรวมขององค์ประกอบมูลฝอยในแต่ละแห่ง

ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างขององค์ประกอบมูลฝอยจากชุมชน (Municipal Solid Waste)

	Material	Percentage
Paper	Newspaper, Cardboard Office Paper, Mixed Paper Magazines, Box Board Misc. Paper Total	19.9%
Glass	Clear, Brown, Green Total	4.8%
Metal	Aluminum Cans, Tin Cans, Misc. Metal Total	5.8%
Plastic	PET #1, HDPE #2, Styrofoam, Misc. Plastic Total	3.2%
Organic Waste	Yard Debris, Food Waste Total	32.1%
Construction, demolition and landclearing Waste (CDL Waste)	Demolition & Construction Wood Waste Total	8.8%
Automotive Waste	Waste Tires Vehicle Batteries Used Antifreeze Used Oil Total	6.9%
Hazardous Waste	Household Waste Total	7.0%
Universal Waste	Dangerous Waste Batteries Mercury-Containing Thermostats Universal Lamps Total	0.5%
Other Waste	Ferrous Metal Non-Ferrous Metal White goods Abandoned Automobiles Plastic Pesticide Container Total	7.3%
Misc Waste	Total	3.7%
	Total:	100%

ที่มา: Bill Tinney II

ตารางที่ 3-3 ตัวอย่างขององค์ประกอบมูลฝอยจากกิจกรรมเชิงพาณิชย์ (Commercial Waste)

	Material	Percentage
Paper	Newspaper, Cardboard Office Paper, Mixed Paper Magazines, Box Board Total	21.3%
Glass	Clear Brown Green Total	1.1%
Metal	Aluminum Cans Tin Cans Total	0.7%
Plastic	PET #1 HDPE #2 Styrofoam Misc. Plastic Total	0.1%
Organic Waste	Yard Debris Food Waste Septage Total	68.1%
CDL Waste	Demolition & Construction Wood Waste Total	4.1%
Automotive Waste	Waste Tires Vehicle Batteries Used Antifreeze Used Oil Total	0.7%
Hazardous Waste	SQG Waste Pesticide Total	0.2%
Universal Waste	Dangerous Waste Batteries Mercury-Containing Thermostats Universal Lamps Total	0.1%
Other Waste	Ferrous Metal Non-Ferrous Metal Whitegoods Abandoned Automobiles Plastic Pesticide Container Total	1.8%
Misc Waste	Total	1.8%
	Total:	100%

ที่มา: Bill Tinney II

ตารางที่ 3-4 ตัวอย่างขององค์ประกอบมูลฝอยจากอุตสาหกรรม (Industrial Waste)

	Material	Percentage
Paper	Newspaper, Cardboard Office Paper, Mixed Paper Magazines, Box Board Total	2.7%
Glass	Total	0.3%
Metal	Aluminum Cans Tin Cans Total	0.1%
Plastic	Total	0.1%
Organic Waste	Yard Debris, Food Waste Septage Total	93.3%
CDL Waste	Demolition & Construction Wood Waste Total	1.4%
Hazardous Waste	Hazardous Waste Waste Pesticide Total	1.6%
Universal Waste	Dangerous Waste Batteries Mercury-Containing Thermostats Universal Lamps Total	0.1%
Other Waste	Ferrous Metal Non-Ferrous Metal Total	0.2%
Misc Waste	Total	0.2%
	Total:	100%

ที่มา: Bill Tinney II

ตารางที่ 3-5 ตัวอย่างขององค์ประกอบมูลฝอยชนิดพิเศษ (Special Waste)

	Material	Weight in lbs	Percentage
Biomedical Waste	Sharps	255	
	Other Waste	729	
	Total	984	1.2%
Asbestos Containing Waste	Total	984	1.2%
Contaminated Soils	Agricultural	16,683	
	Petroleum	16,683	
	Total	25,666	31.3%
Street Waste	Total	13,858	16.9%
Inert Waste	Total	40,508	49.4%
	Total	82,000	100%

ที่มา: Bill Tinney II

ตารางที่ 3-6 ลักษณะการกระจายตัวขององค์ประกอบมูลฝอยในประเทศด้อยพัฒนา กำลังพัฒนา และ พัฒนาแล้ว

องค์ประกอบ	Low-Income Countries (1)	Middle-Income Countries (2)	Upper-Income Countries (3)
Organic			
Food wastes	40-85	20-65	6-30
Paper	1-10	8-30	20-45
Cardboard			5-15
Plastics	1-5	2-6	2-8
Textiles	1-5	2-10	2-6
Rubber	1-5	1-4	0-2
Leather			0-2
Yard wastes	1-5	1-10	10-20
Wood			1-4
Misc. organics	-	-	-
Inorganic			
Glass	1-10	1-10	4-12
Tin cans	1-5	1-5	2-8
Aluminum			0-1
Other metals	1-40	1-30	1-4
Dirt, ash, etc.			0-10

ที่มา: Integrated Solid Waste Management; Tchobanoglous, Theisen, Vigil

(1) Low-Income Countries **รายได้ต่อคนต่อปี** < U.S. $750

(2) Middle-Income Countries U.S. $750 < **รายได้ต่อคนต่อปี** < U.S. $5000

(3) Upper-Income Countries **รายได้ต่อคนต่อปี** > U.S. $5000

ลักษณะสมบัติของมูลฝอย (Properties of Solid Waste)

การที่จะพัฒนา และ ออกแบบระบบการจัดการมูลฝอยแบบผสมผสาน (Integrated Solid Waste Management System) ได้อย่างเหมาะสมนั้น มีความจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลด้านคุณสมบัติของมูลฝอยว่ามีลักษณะอย่างไรเป็นส่วนใหญ่ เพื่อที่จะใช้ข้อมูลพิจารณาความคุ้มทุนและประโยชน์ของการตัดสินใจทางเลือกอื่น ๆที่จะตามมา

ในส่วนนี้จะกล่าวเน้นถึงลักษณะสมบัติของมูลฝอยในภาพรวมว่าสามารถจำแนกคุณสมบัติของมูลฝอยออกได้เป็น 3 ลักษณะด้วยกัน

(1) ลักษณะสมบัติทางกายภาพ (Physical Characteristic)

ได้แก่ องค์ประกอบทางด้านกายภาพ (Physical Composition), น้ำหนักมูลฝอยจำเพาะ (Specific Weight), ค่าความร้อน (Calorific Value, ค่าความร้อนในที่นี้คือค่าที่สามารถคำนวณได้จากองค์ประกอบทางด้านกายภาพของมูลฝอย), ความชื้น (Moisture Content), ขนาดและ ลักษณะการกระจายตัวของมูลฝอยแต่ละขนาด (Particle Size and Size Distribution), ค่าความจุความชื้นในมูลฝอย (Field Capacity), ความสามารถในการซึมผ่านของมูลฝอยที่ถูกบดอัด (Permeability of Compacted Waste)

◇ **องค์ประกอบทางกายภาพ** นั้นนิยมจำแนกออกไปตามชนิดของสิ่งของต่าง ๆที่ประกอบกันขึ้นมาเป็นมูลฝอยทั้งหมดดังที่ได้กล่าวรายละเอียดไปในเบื้องต้นแล้ว ยกตัวอย่างว่า อาจแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ๆได้อีก เช่น

1) มูลฝอยที่เผาไหม้ได้

- เศษอาหาร ผัก ผลไม้
- กระดาษ
- ผ้า
- ไม้
- พลาสติก

2) มูลฝอยที่เผาไหม้ไม่ได้

- แก้ว
- โลหะ
- หิน กระเบื้อง และอื่น ๆ

ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้อาจถูกแบ่งออกตามสัดส่วนโดยน้ำหนัก หรือโดยปริมาตรก็ได้ ซึ่งจะให้ภาพรวมที่แตกต่างกัน แต่ส่วนใหญ่มักนิยมแบ่งตามสัดส่วนโดยน้ำหนักมากกว่า

ข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบทางด้านกายภาพของมูลฝอยนั้นจะทำให้ผู้วิเคราะห์ได้เข้าใจลึกลงไปถึงภาวการณ์เกิดมูลฝอยนั้น และสามารถเลือกวิธีการจัดการได้ในที่สุด (เมื่อวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลทางด้านอื่น ๆ เช่น ทางด้านเศรษฐกิจสังคม สิ่งแวดล้อม ฯลฯ) นอกจากนี้ข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบทางด้านกายภาพยังสามารถนำไปใช้ประเมินค่าความร้อนของมูลฝอยได้ด้วย

เพื่อที่จะประเมินค่าความร้อนโดยการประเมินจากองค์ประกอบด้านกายภาพของมูลฝอย จะต้องจำแนกองค์ประกอบของมูลฝอยออกเป็น 6 กลุ่ม ดังนี้

- กระดาษและผ้า
- พลาสติก ยาง หนัง
- ไม้ ไม้ไผ่ ฟาง
- เศษอาหาร
- พวกที่เผาไหม้ไม่ได้
- พวกเบ็ดเตล็ด

การคำนวณค่าความร้อนในรูปของ 'Lower Calorific Value' หาได้จากสูตร ดังนี้

HI (kg .Cal/ kg) = 88.2R + 40.5(G + P) -6W (1)

หรือ **HI (kg .Cal/ kg) = 45B + 80R -6W** (2)

หรือ **HI (kg .Cal/ kg) = 40P + 100R + 38.5G + 45D + 43.5E - 6W** (3)

เมื่อ R = พลาสติก (%)
G = เศษอาหาร (%)
P = กระดาษ (%)
W = ปริมาณน้ำ (%)
B = สารที่เผาไหม้ได้ทั้งหมด ยกเว้น พลาสติก(%)
D = ผ้า (%)
E = ไม้ ไม้ไผ่ และ อื่นๆ (%)

* (%) ที่ใช้ในที่นี้ หมายถึง อัตราส่วนโดยน้ำหนัก และ คำนวณจากน้ำหนักเปียกของมูลฝอย

** สูตรที่ (2) ใช้เมื่อองค์ประกอบของพลาสติกในมูลฝอยมีมากกว่า 5%

◇ **น้ำหนักมูลฝอยจำเพาะ** คือ น้ำหนักของมูลฝอยต่อหน่วยปริมาตร เมื่อ มูลฝอยนั้นไม่มีการอัด บีบ มูลฝอยให้ผิดไปจากธรรมดา (loose, หรือ as found in the containers, หรือ uncompacted) , หรือ เมื่อมีการบดอัด (compacted) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องบันทึกว่าเป็นน้ำหนักที่ชั่งเมื่อมีการบดอัดแล้วหรือไม่

ค่าน้ำหนักจำเพาะนี้สามารถนำไปประเมินมวล และ ปริมาตรโดยรวมของมูลฝอยเพื่อใช้ข้อมูลดังกล่าวในการวางแผนการจัดการต่อไป

ปริมาณในรูปของปริมาตรของมูลฝอยเป็นข้อมูลที่สำคัญในทุกขั้นตอนของกระบวนการจัดการมูลฝอย เช่น การเก็บสะสมเพื่อรอการเก็บขน การเก็บขน การขนส่ง และ การกำจัดด้วยวิธีต่าง ๆยกตัวอย่าง เช่น

- การพิจารณาความจำเป็นในการใช้รถเก็บขนมูลฝอยที่มีเครื่องอัดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บขนมูลฝอย และ การขนส่งมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัด
- การคำนวณหาอายุการใช้งานของหลุมฝังกลบ ตลอดจนปริมาณของดินที่ใช้กลบทับมูลฝอย
- การคำนวณขนาด และ ความจุของอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ในการกำจัดมูลฝอยด้วยวิธีอื่น ๆ

◇ **ความชื้น** โดยทั่วไปค่าความชื้นของมูลฝอยจะแสดงได้ 2 แบบ คือในรูปของร้อยละโดยน้ำหนักเปียก (Wet Weight) และ ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง (Dry Weight) แต่โดยปกติจะแสดงในรูปแบบแรกมากกว่า และ สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$M = \frac{[w - d]}{w} * 100$$

เมื่อ M = ปริมาณความชื้น, %

w = น้ำหนักมูลฝอยเริ่มต้น, ปอนด์ หรือ กิโลกรัม

d = น้ำหนักของตัวอย่างมูลฝอยเมื่ออบที่ 105°C 1 hr, ปอนด์ หรือ กิโลกรัม

◇ **ขนาด และ ลักษณะการกระจายตัวของมูลฝอยแต่ละขนาด** มีความสำคัญต่อการเก็บคืนวัสดุ วัตถุดิบต่าง ๆ เช่น เศษชิ้นส่วนต่าง ๆที่อาจแยกได้โดยแม่เหล็กตัวคัดแยก (Magnetic Separators) ซึ่งขนาดของส่วนประกอบในมูลฝอยอาจจำแนกได้โดยการคำนวณจากสูตรต่อไปนี้

$$S_c = l$$

$$S_c = (l + w)/2$$

$$S_c = (l + w + h)/3$$

$$Sc = (l * w)^{1/2}$$

$$S_c = (l * w * h)^{1/3}$$

เมื่อ S_c = ขนาดของส่วนประกอบมูลฝอย (Size of component, mm)

l = ความยาวของชิ้นส่วน (mm)

w = ความกว้างของชิ้นส่วน (mm)

h = ความสูงของชิ้นส่วน (mm)

◇ **ค่าความจุความชื้นในมูลฝอย** คือ ปริมาณความชื้นทั้งหมดในมูลฝอยที่สามารถเปลี่ยนเป็นน้ำ ซึ่งค่านี้มีความสำคัญต่อการเกิดน้ำชะมูลฝอย (Leachate) ในพื้นที่ฝังกลบ น้ำที่อยู่ในมูลฝอยจะกลายเป็นน้ำเสีย ค่าความจุของมูลฝอยจะแปรเปลี่ยนตามการกดทับ และอัตราการย่อยสลาย ซึ่งค่าความจุของมูลฝอยชุมชนที่ไม่ได้รับการบดอัดจะอยู่ในช่วง 50-60 เปอร์เซ็นต์

◇ **ความสามารถในการซึมผ่านของมูลฝอยที่ถูกบดอัด** เป็นลักษณะทางกายภาพที่สำคัญซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนตัวของของเหลว และ แก๊สที่เกิดขึ้นในพื้นที่ฝังกลบ ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมผ่านเป็นตัวที่บ่งบอกถึงความสามารถในการซึมผ่านของของเหลว และแก๊สในมูลฝอย ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$K = C d^2 \gamma / \mu = k \gamma / \mu$$

เมื่อ K = ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมผ่าน (Coefficient of permeability)

C = ค่าคงที่ไร้ทิศทาง หรือ shape factor (Dimensionless constant or shape factor)

d = ขนาดเฉลี่ยของช่องว่างในมูลฝอย (average size of pore size)

γ = น้ำหนักจำเพาะของน้ำ (Specific weight of water)

k = ค่าความสามารถในการซึมผ่านจำเพาะของมูลฝอย (Intrinsic permeability)

ค่า k ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของมูลฝอย ได้แก่ ขนาดของความพรุนในเนื้อของมูลฝอย ลักษณะเฉพาะของพื้นผิวของมูลฝอยแต่ละชนิด ค่าความสามารถในการซึมผ่านจำเพาะของมูลฝอยในพื้นที่ฝังกลบในแนวดิ่งมีค่าระหว่าง 10^{-11} – 10^{-12} m^2 และ ในแนวนอนค่าดังกล่าวมีค่าประมาณ

10^{-12} m^2

(2) ลักษณะสมบัติทางเคมี (Chemica Characteristic)

ข้อมูลทางด้านลักษณะทางเคมีของมูลฝอยมีความสำคัญต่อการประเมินกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับทางเลือกในการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ เช่น ความสามารถ หรือ ความเป็นไปได้ในการเผาไหม้ของมูลฝอยที่เกิดขึ้นนั้น จะขึ้นอยู่กับส่วนประกอบทางเคมีของมูลฝอย ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมีทั้งมูลฝอยที่พอจะเผาไหม้ได้ และ เผาไหม้ไม่ได้ หากจะนำมูลฝอยมาใช้เป็นเชื้อเพลิงจะต้องพิจารณาคุณสมบัติทางเคมีดังต่อไปนี้

2.1 การวิเคราะห์ค่าโดยประมาณ (Proximate Analysis)

เป็นการวิเคราะห์หาองค์ประกอบที่สามารถเผาไหม้ได้ของมูลฝอยชุมชนซึ่งจะต้องตรวจสอบข้อมูลต่อไปนี้

- ความชื้น – ได้แก่ปริมาณน้ำที่มีในมูลฝอยซึ่งแยกออกได้เป็น น้ำที่อยู่ภายในตัวมูลฝอยเอง เป็นน้ำที่มีอยู่ในพืช ผัก เศษอาหาร หรือ สารอินทรีย์ต่างๆ น้ำในลักษณะนี้มี

ปริมาณประมาณ ½ ถึง 2/3 ของปริมาณน้ำทั้งหมดของมูลฝอย และ น้ำที่ติดอยู่ภายนอกมูลฝอย ได้แก่ น้ำฝน น้ำที่ออกมาจากเศษอาหาร ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะมีปริมาณประมาณ 1/3-1/2 ของปริมาณน้ำทั้งหมดของมูลฝอย

- ส่วนที่ถูกเผาไหม้และระเหยกลายเป็นไอ (Volatile Combustible Matter) ได้แก่ น้ำหนักที่หายไปเมื่อเผาที่อุณหภูมิ 950°C)
- ค่าคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon) ได้แก่ส่วนที่เหลืออยู่ หลังจกผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 950°C
- ขี้เถ้า (Ash) ได้แก่ ส่วนที่เหลือหลังจากเผาไหม้ในเบ้าหลอมในภาชนะเปิด

โดยสรุปแล้ว ในส่วนของการวิเคราะห์ค่าโดยประมาณนั้นจะพิจารณา ปริมาณน้ำ (ความชื้น) ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ และ ปริมาณเถ้า ซึ่งมักถูกเรียกว่า 'The Three Components'

2.2 อุณหภูมิที่เถ้าหลอมกลายเป็นก้อน(Fusing Point of Ash)

ได้แก่ อุณหภูมิที่เถ้าซึ่งเกิดจากมูลฝอยที่ถูกเผาไหม้เปลี่ยนรูปกลายเป็นของแข็ง จากการหลอมละลายและรวมตัวเป็นก้อน กระบวนการดังกล่าวเกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 1100-1200°C

2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบของมูลฝอย (Ultimate Analysis of Solid Waste Components)

เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบของมูลฝอยอันได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และ ขี้เถ้า และจำเป็นต้องวิเคราะห์กลุ่ม Halogen ที่ปล่อยออกมาพร้อมกับสารดังกล่าว เพื่อประเมินค่าของสารประกอบคลอรีน (Chlorinated Compounds) ที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการเผาไหม้ การวิเคราะห์นี้เป็นการหาองค์ประกอบของสารอินทรีย์ในมูลฝอย และ จากค่าที่ได้ทำให้ทราบอัตราส่วน คาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) เพื่อใช้ในกระบวนการเปลี่ยนรูปมูลฝอยในทางชีวภาพต่อไป นอกจากนี้ ข้อมูลดังกล่าวยังสามารถใช้ประกอบการคำนวณปริมาณอากาศที่ต้องในการเผาไหม้มูลฝอย และใช้เป็นค่าข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบอุปกรณ์กำจัดมูลฝอยด้วยวิธีการเผา, หรือ ใช้คำนวณปริมาณ และ องค์ประกอบของอากาศเสีย หรือ ที่เกิดจากการเผาไหม้, รวมถึง ใช้คำนวณหาค่าความร้อน เป็นต้น

2.4 ค่าพลังงานในมูลฝอย (Energy Content of Solid Waste Components)

เราสามารถหาค่าพลังงานของสารอินทรีย์ในมูลฝอยได้จากการตรวจวัดด้วย

(1) Calorimeter

(2) Bomb Calorimeter และ

(3) โดยการคำนวณ ในกรณีที่ทราบองค์ประกอบของธาตุแต่ละตัว

$$Btu/lb = 145C+610(H_2-1/8O_2)+40S+10N$$

เมื่อ C = คาร์บอน, % โดยน้ำหนัก

H_2 = ไฮโดรเจน, % โดยน้ำหนัก

O_2 = ออกซิเจน, % โดยน้ำหนัก

S = ซัลเฟอร์, % โดยน้ำหนัก

N = ไนโตรเจน, % โดยน้ำหนัก

เนื่องจากการใช้งานเครื่อง Calorimeter มีความยุ่งยากในการใช้ ดังนั้นข้อมูลค่าพลังงานในขยะมูลฝอยที่ได้ส่วนใหญ่มาจากการใช้เครื่อง Bomb Calorimeter ทดสอบ

(3) ลักษณะสมบัติทางชีวภาพ (Biological Characteristic)

เป็นส่วนประกอบของมูลฝอยที่นอกเหนือจากพลาสติก ยาง และหนัง ซึ่งส่วนที่เป็นสารอินทรีย์สามารถจำแนกได้ดังนี้

3.1 ส่วนที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ ได้แก่ น้ำตาล แป้ง กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ

3.2 Hemicellulose หรือ น้ำตาลที่ประกอบด้วยคาร์บอน 5 และ 6 อะตอม

3.3 Cellulose หรือ กลูโคส ที่มีคาร์บอน 6 อะตอม

3.4 ไขมัน น้ำมัน และ ขี้ผึ้ง เอสเทอร์ และ กรดไขมัน

3.5 ลิกนิน

3.6 Lignocellulose

3.7 โปรตีน

ลักษณะสำคัญทางชีววิทยาของสารประกอบอินทรีย์ในมูลฝอยชุมชน คือ การที่ส่วนประกอบอินทรีย์ส่วนใหญ่สามารถเปลี่ยนรูปไปเป็นแก๊ส หรือ สารอินทรีย์ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ หรือ สารอนินทรีย์ที่เป็นของแข็ง ได้ด้วยกระบวนการทางชีววิทยา ซึ่งการเกิดกลิ่น และ การเกิดการแพร่พันธุ์ของแมลงวันก็มีความสัมพันธ์กับการเน่าเปื่อยของเศษมูลฝอยอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร เป็นต้น

ความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในมูลฝอยชุมชนด้วยสิ่งมีชีวิต(จุลินทรีย์)

การหาค่าความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ ในมูลฝอย อาจประเมินคร่าว ๆได้จากการนำมูลฝอยไปเผาที่อุณหภูมิ 550°C ซึ่งค่าที่ได้เรียกว่า Volatile Solid (VS) หรือ ค่าของแข็งระเหยได้ แต่อย่างไรก็ตาม ค่า VS ที่วัดได้อาจไม่ใช่ค่าที่บ่งชี้ว่าเป็นค่าความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ซะทีเดียว เนื่องจากสารประกอบอินทรีย์ในมูลฝอยชุมชนบางประเภทสามารถระเหยได้ดีที่อุณหภูมิ 550°C เช่น (กระดาษหนังสือพิมพ์) ในขณะที่การย่อยสลายของสารอินทรีย์โดยสิ่งมีชีวิตอาจมีค่าน้อยกว่า จากค่าความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นสามารถหาค่าการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยสิ่งมีชีวิต ได้จากการใช้ปริมาณ Lignin ที่มีอยู่ในมูลฝอยมาใช้ในการคำนวณความสัมพันธ์ ดังต่อไปนี้

$$BF = 0.83 - 0.028LC$$

เมื่อ BF = สัดส่วนการย่อยสลายโดยสิ่งมีชีวิตที่หาได้จากค่าของแข็งระเหย VS

0.83 = ค่าคงที่ที่ได้จากการทดลอง

0.028 = ค่าคงที่ที่ได้จากการทดลอง

LC = % น้ำหนักแห้งของลิกนินในของแข็งระเหย

การย่อยสลายของสารอินทรีย์โดยสิ่งมีชีวิตในมูลฝอยชุมชนประเภทต่าง ๆ เมื่อนำลิกนินมาใช้ร่วมกับการคำนวณหาความสัมพันธ์ดังกล่าว สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 7 จากค่าที่แสดงในตารางพบว่ามูลฝอยที่มีส่วนประกอบของลิกนินจำนวนมากเช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ จะมีการย่อยสลายของสารอินทรีย์น้อยกว่ามูลฝอยประเภทอื่น ๆ

ตารางที่ 3-7 Data on the biodegradable fraction f selected organic waste components based on lignin content

Component	Volatile solids (VS), Percent of total solids (TS)	Lignin content (LC), Percent of VS	*Biodegradable Fraction (BF)*[a]
Food wastes	7-15	0.4	*0.82*
Paper			
Newsprint	94.0	21.9	*0.22*
Office paper	96.4	0.4	*0.82*
Cardboard	94.0	12.9	*0.47*
Yard wastes	*50-90*	*4.1*	*0.72*

[a] คำนวณโดยใช้สมการ $BF = 0.83 - 0.028LC$

ที่มา: Integrated Solid Waste Management; Tchobanoglous, Theisen, Vigil

ความสามารถในการย่อยสลาย ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของมูลฝอย โดยทั่วไปแล้วสารประกอบอินทรีย์มูลฝอยชุมชนจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ย่อยสลายได้เร็ว และ กลุ่มที่ย่อยสลายได้ช้า

การเกิดกลิ่น(Production of Odors)

ขยะมูลฝอยที่ใช้เวลานานในการขนถ่ายจากชุมชน การเคลื่อนย้ายระหว่างสถานีขนถ่ายหรือในพื้นที่ฝังกลบจะส่งกลิ่นเหม็น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลิ่นจากการย่อยสลายจะเกิดได้ดีในสภาวะที่ลักษณะภูมิอากาศมีอุณหภูมิสูง โดยปกติแล้วกลิ่นเกิดจากการย่อยสลายในสภาวะที่ไร้ออกซิเจนของสารอินทรีย์ในมูลฝอยชุมชน ในสภาวะไร้ออกซิเจนนี้ ซัลเฟต (SO_4^{2-}) จะเปลี่ยนเป็นซัลไฟด์(S^{2-}) แล้วจะรวมตัวกับไฮโดรเจนเกิดเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ปฏิกิริยาการเกิด H_2S สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

$$2CH_3CHOHCOOH + SO_4^{2-} \rightarrow 2\,CH_3COOH + S^{2-} + H_2O + CO_2$$

Lactate Sulfate Acetate Sulfide ion

$$4H_2 - SO_4^{2-} + SO_4^{2-} \rightarrow S^{2-} + H_2O$$

$$S^{2-} + 2H^{+} \rightarrow H_2S$$

นอกจากนี้ ซัลไฟด์สามารถรวมตัวกับเกลือของโลหะ เช่น เหล็ก เกิดเป็น metal sulfides

$$S^{2-} + Fe^{2+} \rightarrow FeS$$

สีดำที่เกิดขึ้นในมูลฝอยนั้นแสดงถึงขั้นตอนที่มูลฝอยถูกย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน แล้วจากนั้นจะเปลี่ยนรูปเป็นโลหะซัลไฟด์ หากในขั้นตอนต่อมามูลฝอยสีดำไม่ถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปโลหะซัลไฟด์ ก็จะเกิดปัญหากลิ่นในพื้นที่ฝังกลบซึ่งเป็นปัญหาสำคัญเลยทีเดียว

การเกิดปฏิกิริยาการลดลงทางชีวเคมี (Biochemical Reduction) ของสารประกอบอินทรีย์ที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ จะทำให้เกิด สารประกอบที่มีกลิ่น (Malodorous Compound) เช่น methyl mercaptan และ กรดอะมิโนบิวทีริค (amino butyric acid) เช่น

$$CH_3SCH_2CH_2CH(NH_2)COOH + 2H \rightarrow CH_3SH + CH_3CH_2CH_2(NH_2)COOH$$

Methionine — methyl mercaptan — aminobutyric acid

methyl mercaptan เมื่อรวมกับน้ำจะเกิด methyl alcohol และ hydrogen sulfide

$$CH_3SH + H_2O \rightarrow CH_4OH + H_2S$$

การขยายพันธุ์ของแมลงวัน

ในช่วงฤดูร้อน แมลงวันสามารถเพาะพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว มูลฝอยที่เกิดขึ้นจะต้องได้รับการเอาใจใส่ดูแลเป็นพิเศษในช่วงฤดูที่มีอุณหภูมิสูง ไข่สามารถเพาะกลายเป็นแมลงวันโดยใช้เวลาน้อยกว่า 2 สัปดาห์ วงจรชีวิตของแมลงวันสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

ระยะเวลาฟักไข่	8-12	ชั่วโมง
ตัวอ่อนช่วงที่ 1	20	ชั่วโมง
ตัวอ่อนช่วงที่ 2	24	ชั่วโมง
ตัวอ่อนช่วงที่ 3	3	วัน
ตัวเต็มวัย	4-5	วัน
ระยะทั้งหมดของวงจรชีวิต	9 – 11	วัน

ขณะที่มีการถ่ายมูลฝอยออกจากถัง หรือ ภาชนะบรรจุไม่สามารถกำจัดตัวหนอนแมลงวันให้หมดไปทั้งหมดได้ ดังนั้น ตัวที่เหลืออยู่ก็สามารถเจริญเติบโตต่อเป็นแมลงวันได้ หรือหนอนแมลงวันบางตัวอาจคลานไปสู่บริเวณรอบ ๆและกลายเป็นแมลงวันได้ในที่สุด

การคาดการณ์ลักษณะสมบัติของมูลฝอยในอนาคต

โดยทั่วไปแล้วในระยะยาวการที่ประชากรมีระดับฐานะทางเศรษฐกิจดีขึ้น จะทำให้ลักษณะและองค์ประกอบของมูลฝอยเปลี่ยนไปโดยมีแนวโน้มที่ว่า ความหนาแน่นจะค่อย ๆลดลงในขณะที่ค่าความร้อนจากการเผาไหม้ (Calorific Value) ของมูลฝอยเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เพราะมีปริมาณของกระดาษและพลาสติกในมูลฝอยเพิ่มมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงในลักษณะดังกล่าวนี้พบได้ทั่วไปในประเทศที่มีมาตรฐานการดำรงชีพสูงขึ้น และเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในวิถี

ชีวิตของประชาชนในสังคมนั้น ๆ อย่างไรก็ตามมีองค์ประกอบภายนอก (Extraneous Factors) อีกไม่น้อยที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของมูลฝอย เช่น การที่มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงการใช้เชื้อเพลิงเพื่อกิจกรรมต่าง ๆภายในบ้านพักอาศัยจากเชื้อเพลิงแข็ง (เช่น ถ่านฟืน) มาเป็นก๊าซนั้น ทำให้ปริมาณของฝุ่น เศษที่เหลือจากการเผาไหม้ และขี้เถ้าในมูลฝอยลดลง หรือ การส่งเสริมอาชีพทางด้านการเลี้ยงสัตว์ เช่น สุกรในพื้นที่ให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นอาจทำให้ปริมาณของเศษอาหารในมูลฝอยซึ่งถูกส่งมาที่สถานที่กำจัดมูลฝอยน้อยลง เพราะถูกแยกไปใช้ประโยชน์เสียก่อน เป็นต้น

ส่วนมูลฝอยจากภาคอุตสาหกรรมนั้น การพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะของมูลฝอยในอนาคตระยะยาวนั้นเป็นสิ่งที่เรียกได้ว่าสุดวิสัย เพราะมีความไม่แน่นอนอยู่สูงมาก การพยายามที่จะประมาณการในลักษณะดังกล่าวจึงกล่าวได้ว่าเป็นเพียงการเดาเอาเท่านั้นเอง อย่างไรก็ตาม สำหรับการคาดการณ์ในระยะสั้นนั้นอาจทำได้โดยอาศัยการพิจารณาข้อมูลจากแผนการพัฒนาอุตสาหกรรมที่มีอยู่ (ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแผนระยะไม่เกิน 5 ปี)

โดยสรุปแล้วผลจากการคาดการณ์ลักษณะของมูลฝอยในอนาคตนั้น สามารถใช้ได้เป็นเพียงแนวทางอย่างกว้าง ๆสำหรับการวางแผนการจัดการมูลฝอยระยะยาว จำเป็นจะต้องมีการประเมินและปรับความถูกต้องของการคาดการณ์ดังกล่าวอยู่เป็นระยะ ๆโดยสม่ำเสมอด้วย

บทที่ 3
กลไกการเกิด และ การคาดการณ์ปริมาณมูลฝอย

การคาดประมาณปริมาณมูลฝอย และ ลักษณะของมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่รับผิดชอบในภาวะปัจจุบัน และ ในอนาคตเป็นงานที่สำคัญประการแรกของการวางแผนจัดการมูลฝอย ทั้งนี้ด้วยเหตุผลที่ว่าข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณและลักษณะของมูลฝอยจะต้องถูกนำมาใช้เพื่อ

- พิจารณาการาจัดเตรียมภาชนะรองรับมูลฝอย (จำนวน ความจุ และ รูปร่างลักษณะ) เพื่อรอการเก็บขนไปกำจัด
- พิจารณา ชนิด ความจุ และ จำนวนของพาหนะเก็บขนมูลฝอย
- ประเมินความเป็นไปได้ในการนำมูลฝอยบางส่วนกลับมาใช้ประโยชน์อีกด้วยวิธีการต่าง ๆ
- ประเมินความเป็นไปได้ในการปรับหรือเปลี่ยนแปลงสภาพมูลฝอยขั้นแรก (Pretreating Wastes) ด้วยวิธีการต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อให้การกำจัดมูลฝอยในกระบวนการต่อไปเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- ระบุปริมาณของมูลฝอยที่ต้องการการจัดการเป็นพิเศษ เช่น มูลฝอยที่มีความเป็นพิษ (Toxic wastes) และ มูลฝอยที่กำจัดได้ยากกว่าปกติ
- เป็นข้อมูลสำหรับการประเมินความเปลี่ยนแปลงในเรื่องของปริมาณ และ ลักษณะของมูลฝอยในอนาคต
- เพื่อพิจารณา ออกแบบ และวางแผนจัดเตรียมสถานที่กำจัดมูลฝอยขั้นสุดท้ายให้มีขนาดความจุได้พอเพียงตามความต้องการ

หรืออาจกล่าวโดยสรุปว่า ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณและ ลักษณะของมูลฝอยในปัจจุบันและอนาคตมีความสำคัญต่อการกำหนดแผนการในการควบคุมแก้ไขปัญหาเนื่องจากมูลฝอย พิจารณาเลือกวิธีการจัดการมูลฝอยในขั้นตอนต่าง ๆ พิจารณาออกแบบอุปกรณ์ สถานที่ กำลังคน งบประมาณที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดการมูลฝอยด้วยวิธีการที่เลือกไว้ และ ปฏิบัติการจัดการมูลฝอยตามแผนการที่วางไว้ รวมถึงการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้เหมาะสมกับสภาวการณ์ซึ่งผันแปรไปตามเวลา

กลไกการเกิดมูลฝอย (Solid Waste Generation)

ในการดำรงชีวิตประจำวันของคนเราที่อยู่ร่วมกันในสังคมย่อมมีกิจกรรมต่าง ๆ เช่น กิจกรรมในรูปธุรกิจ (Business activities)ในรูปแบบต่าง ๆซึ่งผลจากธุรกิจเหล่านี้คือ ผลิตผล (Products) และ ผลิตผลพลอยได้ (By products) ซึ่งอาจนำมาใช้ประโยชน์ได้หรืออาจเป็นสิ่งซึ่งไร้

ประโยชน์ได้ หรือ อาจเป็นสิ่งซึ่งไร้ประโยชน์โดยสิ้นเชิงก็ได้ สำหรับผลิตผลนั้นจะถูกซื้อ-ขาย แลกเปลี่ยน หมุนเวียน และ ถูกใช้งานจนคุณค่าของมันในสายตาผู้ครอบครองลดต่ำลงเรื่อย ๆ และ ผลสุดท้ายหากไม่ถูกขายต่อ หรือให้ผู้อื่นไป หรือปรับสภาพเสียใหม่ให้ดีขึ้น เพื่อนำกลับไปใช้งานต่อไป ผลิตผลเหล่านั้นก็จะถูกทิ้งไปในรูปของมูลฝอย

ปริมาณและลักษณะของมูลฝอยที่เกิดขึ้นจะมีแนวโน้มเป็นอย่างไรสามารถพิจารณาได้จากปัจจัยต่อไปนี้

(1) ประสิทธิภาพของการลดปริมาณมูลฝอยที่แหล่งกำเนิด และ ความสามารถในการนำมูลฝอยกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่

(2) ทัศนคติของคนในชุมชน และ กฎหมาย หรือ ข้อบังคับเกี่ยวกับการก่อให้เกิดมูลฝอย

(3) ลักษณะทางภูมิศาสตร์ และ ปัจจัยทางด้านกายภาพต่อการเกิดมูลฝอย - ซึ่งเกี่ยวข้องกับที่ตั้งของภูมิประเทศ สภาพอากาศ หรือ ฤดูกาลที่อาจมีผลต่อประเภท และ ปริมาณของมูลฝอย และ ความเหมาะสมในการจัดการกับมูลฝอยก่อนทิ้ง เช่น มีการบดย่อยมูลฝอยพวกเศษอาหารก่อนทิ้งสู่ระบบรองรับรวม หรือไม่ เป็นต้น

ปัจจัย หรือ องค์ประกอบที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณมูลฝอย

ปริมาณและลักษณะของขยะมูลฝอยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้

1. **ลักษณะชุมชนหรือที่ตั้งของท้องถิ่น ชุมชนการค้า (ตลาด ศูนย์การค้า)**

จะมีปริมาณขยะมูลฝอยมากกว่าชุมชนที่อยู่อาศัย ส่วนบริเวณเกษตรกรรม จะมีปริมาณขยะมูลฝอยอีกรูปแบบหนึ่ง

2. **ความหนาแน่นของประชากรในชุมชน**

บริเวณที่อยู่อาศัยหนาแน่นปริมาณขยะเก็บมากกว่าบริเวณที่มีประชากรอาศัยอยู่น้อย เช่น บริเวณ แฟลต คอนโดมิเนียม ทาวน์เฮาส์ ซึ่งมีผู้อยู่อาศัยหลาย ครอบครัว ปริมาณขยะมีมาก

3. **ฤดูกาล**

มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณขยะเป็นอย่างมาก เช่น ฤดูที่ผลไม้มาก ปริมาณขยะมูลฝอย จำพวกเปลือก เม็ดของผลไม้จะมีมาก เพราะเหลือจากการบริโภคของประชาชน ถ้าผลไม้ยิ่งออกสู่ตลาดเป็นจำนวนมาก ยิ่งทำให้มีเปลือกและเศษผลไม้ทิ้งมากในปีนั้น

4. **สภาวะเศรษฐกิจ**

ชุมชนที่มีฐานะดี ย่อมมีกำลังซื้อสินค้าสูงกว่าชุมชนที่มีฐานะเศรษฐกิจต่ำ จึงมีขยะมูลฝอยมากตามไปด้วย ชุมชนที่มีฐานะเศรษฐกิจดี จะมีขยะมูลฝอยจากบรรจุภัณฑ์ เช่น กล่อง กระป๋อง โฟม ถุงพลาสติก ส่วนพวกฐานะที่ไม่ดีมักเป็นเศษอาหาร เศษผัก

5. **อุปนิสัยของประชาชนในชุมชน**

ประชาชนที่มีอุปนิสัยรักษาความสะอาด เป็นระเบียบเรียบร้อยจะมีปริมาณขยะมูลฝอยในการเก็บขนมากกว่าประชาชนที่มีอุปนิสัยมักง่ายและไม่เป็นระเบียบ ซึ่งจะทิ้งขยะมูลฝอยกระจัด

กระจาย ไม่รวบรวมเป็นที่เป็นทาง ปริมาณขยะมูลฝอยที่จะเก็บขนจึงน้อยลง แต่ไปมากอยู่ตามลำคลอง ถนนสาธารณะ ถนน ที่สาธารณะ เป็นต้น ตัวแปรอีกตัวหนึ่งคือ พฤติกรรมการบริโภคและค่านิยมของคนแต่ละกลุ่ม มีผลต่อลักษณะของขยะมูลฝอย เช่น กลุ่มวัยรุ่นนิยมอาหารกระป๋อง น้ำอัดลม อาหารใส่โฟม พลาสติก กล่องกระดาษ

6. **การจัดการบริการเก็บขยะมูลฝอย**

องค์ประกอบนี้ก็เป็นผลอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณขยะมูลฝอย ถ้าบริการเก็บขยะมูลฝอยไม่สม่ำเสมอประชาชนก็ไม่กล้านำขยะมูลฝอยออกมา ความไม่สะดวกในการจัดเก็บขยะมูลฝอย เพราะรถขนขยะมูลฝอยไม่สามารถเข้าชุมชนได้ เนื่องจากถนนหรือตรอก ซอยแคบมาก ต้องใช้ภาชนะขนถ่ายอีกทอดหนึ่ง ก็ทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยเหลือจากการเก็บอีกมาก

7. **ความเจริญของอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี**

เนื่องจากคนบริโภคอาหารสำเร็จรูปกันมากขึ้น ทั้งภาชนะฟุ่มเฟือย ขวด กระป๋อง กล่อง ถุงพลาสติก ฯลฯ ก้นมาก

การหาอัตราการเกิดมูลฝอย สามารถประเมินได้จาก

1.การชั่งน้ำหนักหรือวัดปริมาตรมูลฝอยที่เก็บขนได้ และเปรียบเทียบกับจำนวนประชากรที่ให้บริการ เพื่อคำนวณหาปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด และปริมาณมูลฝอยที่ตกค้าง จะได้ "อัตราการเกิดมูลฝอย" ซึ่งหาอัตราการเกิดมูลฝอยโดยคิดเป็นอัตราการเกิดเฉลี่ยต่อหัวประชากรต่อวัน โดยนำปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นต่อวันของพื้นที่ หารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมด ซึ่งอาจทำได้โดย

- การหาอัตราการเกิดมูลฝอย ณ แหล่งที่กำเนิด โดยการชั่งมูลฝอยเทียบกับหน่วยของแหล่งที่เกิด
- การหาอัตราการเกิดมูลฝอย ณ สถานที่กำจัดมูลฝอยของเมือง

$$\text{อัตราการเกิด/ผลิตมูลฝอย (กก./คน/วัน)} = \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยของมูลฝอยที่ตรวจวัดได้ (กก./วัน)}}{\text{จำนวนประชากรที่ได้รับบริการเก็บขนมูลฝอย (คน)}}$$

$$\text{ปริมาตรมูลฝอย (ลบ.ม./วัน)} = \frac{\text{พื้นที่ของกองมูลฝอย (ตร.ม.)} \times \text{ความสูงของกองมูลฝอย(เมตร)}}{\text{ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา (วัน)}}$$

$$\text{น้ำหนักมูลฝอย (ตัน/วัน)} = \text{ปริมาตรมูลฝอย (ลบ.ม./วัน)} \times \text{ความหนาแน่น (ตัน/ลบ.ม.)}$$

2.อัตราการเกิดมูลฝอยจากข้อมูลที่ได้มีผู้ศึกษาไว้ หากเป็นชุมชนขนาดเล็กที่ยังไม่มีระบบเก็บรวบรวมมูลฝอย ให้ใช้ข้อมูลที่มีผู้ศึกษาไว้ในการประเมินอัตราการเกิดและปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในชุมชน ดังแสดงในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 สรุปผลการศึกษาปริมาณมูลฝอยที่เกิดจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ

แหล่งกำเนิดมูลฝอย	หน่วย	อัตราการเกิดมูลฝอย (เฉลี่ย)
บ้านพักอาศัยระดับเทศบาล[1]	กก./คน/วัน	
- Pop>50,000 คน		0.66-0.91 (0.762)
- Pop 25,000-50,000		0.55-1.04 (0.711)
- Pop<25,000		0.46-0.98 (0.700)
บ้านพักอาศัยระดับสุขาภิบาล[1]	กก./คน/วัน	
- Pop>20,000 คน		0.42-0.74 (0.592)
- Pop 10,001-20,000		0.42-0.80 (0.598)
- Pop<10,000		0.46-0.64 (0.576)
ธุรกิจและอาคารพาณิชย์[2]	กก./ตรม./วัน กก./หน่วย/วัน กก./คูหา/วัน	0.017 2.45 2.5
ร้านอาหาร[2]	กก./ที่นั่ง/วัน กก./คนที่มานั่งทานอาหาร/วัน	0.607 0.2
ตลาด[2]	กก./ตรม./วัน	0.846
โรงแรม บังกะโล[2]	กก./ห้อง/วัน	0.559
โรงพยาบาล[2]	กก./เตียง/วัน	1.86
สถานศึกษา[2]	กก./คน/วัน	0.116
ศาสนสถาน[2]	กก./ตรม./วัน	0.007
สถานที่ราชการ[2]	กก./ตรม./วัน	0.007
สวนสาธารณะ[2]	กก./ตรม./วัน	0.013
สถานเริงรมย์[2]	กก./ตรม./วัน	0.124
สถาบันการเงิน[2]	กก./ตรม./วัน	0.013
ห้างสรรพสินค้า[2]	กก./ตรม./วัน	0.052

ที่มา(1) : กรมควบคุมมลพิษ .การศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมวิธีกำจัดมูลฝอยชุมชน

(2): รายงานการวางแนวทางแก้ไขปัญหามลพิษในเมืองหลัก.เมืองชลบุรี,ภูเก็ต,สุราษฎร์ธานี

การประเมินเพื่อคาดการณ์ปริมาณมูลฝอย (Assessment of Solid Waste Quantity)

ในการประเมินว่ามูลฝอยที่เกิดขึ้นมีปริมาณมากน้อยแค่ไหน อาจทำได้ ดังนี้

1. การสำรวจและเก็บข้อมูลจากแหล่งเกิดมูลฝอยโดยตรง

ด้วยวิธีนี้ ผู้ศึกษาจะต้องทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการเกิด และ ลักษณะของมูลฝอยจากแหล่งเกิดมูลฝอยทุกชนิดในพื้นที่ ซึ่งอาจทำได้โดยการเก็บตัวอย่างมูลฝอยด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อให้ได้ตัวอย่างมูลฝอยที่สามารถเป็นตัวแทนมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆได้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ได้แก่ อาคารสถานที่อยู่อาศัย อาคารร้านค้าพาณิชย์ สถาบัน หรือสภาพที่ทำงาน โรงแรม ตลาด และ โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น จะเห็นได้ว่าการศึกษาด้วยวิธีนี้เพื่อบรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์นั้นจะต้องใช้เวลา ค่าใช้จ่าย กำลังคน ความร่วมมือจากชุมชน และ ความรู้ ความเข้าใจในวิธีการและขั้นตอนของการศึกษาเป็นอย่างมาก โดยเริ่มจาก

(ก) การคัดเลือกพื้นที่ตัวอย่าง และ กลุ่มตัวอย่างเพื่อการศึกษา ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ทางด้านสถิติและ เศรษฐศาสตร์สังคมในการดำเนินการ

(ข) การจัดเตรียมกำหนดการของการศึกษาที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงความแปรผันของปริมาณ และ ลักษณะของมูลฝอยในช่วงเวลาต่าง ๆของปีด้วย

(ค) การเก็บตัวอย่างมูลฝอยที่เกิดจากกลุ่มตัวอย่างที่คัดเลือกไว้ ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมและ การประชาสัมพันธ์ที่ดี เพื่อให้ได้รับความร่วมมือ และ การปฏิบัติที่ถูกต้องตามหลักวิชาการจากกลุ่มตัวอย่าง

(ง) การวิเคราะห์ตัวอย่าง ซึ่งเก็บมาได้ทั้งในด้านปริมาณ และ ลักษณะของมูลฝอยโดยเจ้าหน้าที่ซึ่งต้องได้รับการศึกษา หรือฝึกอบรมมาในด้านนี้อย่างดีพอ

มวลของมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่ประเมินได้จาก

$$W = \sum_{i=1}^{n} W_i \quad \text{.....(4.1)}$$

เมื่อ W = ปริมาณการเกิด (มวล) ของมูลฝอยรวมจากแหล่งเกิดมูลฝอยทุกชนิดในช่วงเวลาที่กำหนด (หน่วยน้ำหนัก/ หน่วยเวลา)

W_i = ปริมาณการเกิด (มวล) ของมูลฝอยจากแหล่งเกิดมูลฝอยแต่ละชนิด (หน่วยน้ำหนัก/ หน่วยเวลา)

$$W_i = m_i \times P_i \quad \text{.....(4.2)}$$

เมื่อ m_i = อัตราการเกิดมูลฝอยจากแหล่งเกิดแต่ละชนิด (หน่วยน้ำหนัก/ หน่วยแหล่งเกิดมูลฝอย/ หน่วยเวลา)

P_i = จำนวนของแหล่งเกิดมูลฝอยแต่ละชนิดในพื้นที่ (หน่วยแหล่งเกิดมูลฝอย)

$$V = W/D \quad \text{.....(4.3)}$$

เมื่อ V = ปริมาตรของมูลฝอยที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่กำหนด (หน่วยปริมาตร/ หน่วยเวลา)

D = ความหนาแน่นของมูลฝอย (หน่วยน้ำหนัก/ หน่วยปริมาตร)

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาด้วยวิธีนี้จะมีความแม่นยำ และ มีรายละเอียดที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการมูลฝอยได้มาก ที่สำคัญที่สุดคือ เป็นการให้ข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับปริมาณมูลฝอยบางชนิดซึ่งต้องการการจัดการเป็นพิเศษ เช่น พวกมูลฝอยที่มีอันตราย เป็นต้น ซึ่งการศึกษาด้วยวิธีอื่นอาจจะไม่ได้ข้อมูลดังกล่าวนี้

ตัวอย่างของอัตราการเกิดมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดแต่ละชนิดแสดงไว้ในตารางที่ 3-2 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาปริมาณ และ ลักษณะของมูลฝอยในกรุงเทพมหานครโดย JICA

ตารางที่ 3-2 อัตราการเกิดมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆในเขตกรุงเทพมหานคร

ชนิดของแหล่งกำเนิด	อัตราการผลิต
1. อาคารบ้านเรือน	315 กรัม/ คน/ วัน
(1) ที่พักอาศัย	296 กรัม/ คน/ วัน
(2) ธุรกิจ ร้านค้า	343 กรัม/ คน/ วัน
2. สำนักงาน	32 กรัม/ ตารางเมตร/ วัน
3. โรงพยาบาล	660 กิโลกรัม/ วัน
4. โรงแรม	2.9 กิโลกรัม/ ห้อง/ วัน
5. ห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่	26 กรัม/ ตารางเมตร/ วัน
6. โรงเลี่ยย	315 กรัม/ คน/ วัน
7. ตลาด	320 กรัม/ ตารางเมตร/ วัน

ที่มา JICA (1981)

2. การสำรวจและเก็บข้อมูลจากมูลฝอยที่ถูกนำมาทิ้งยังสถานที่กำจัด

วิธีการนี้ทำโดยบันทึกมวล และ ปริมาตร รวมทั้งการชักตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ลักษณะของมูลฝอยที่ถูกนำมายังสถานที่กำจัดโดยรถยนต์เก็บขนมูลฝอยของเทศบาล (และ อาจมีของเอกชนด้วย) ในแต่ละเที่ยวตลอดช่วงเวลาของการศึกษา(เก็บข้อมูล) ที่กำหนดไว้

จะเห็นได้ว่าปริมาณของมูลฝอยที่ตรวจวัดได้จากการศึกษาในลักษณะนี้จะเป็นปริมาณของมูลฝอยที่เกิดและถูกเก็บขนมาจากพื้นที่ซึ่งได้รับบริการเก็บขนมูลฝอยจากเทศบาลเท่านั้น ซึ่งพื้นที่ซึ่งได้รับบริการเก็บขนนี้อาจจะเท่ากับหรือน้อยกว่าพื้นที่ทั้งหมดของเทศบาลก็ได้ ถ้ากำหนด n = % ของพื้นที่ทั้งหมดของเทศบาล ปริมาณทั้งหมดของมูลฝอยที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลจะคำนวณได้จาก

$$W_t = 100\,(W_c)/\,n \qquad \text{.....(4.4)}$$

เมื่อ W_t = มวลของมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลในช่วงเวลาที่กำหนด (หน่วยน้ำหนัก/ หน่วยเวลา)

W_c = มวลของมูลฝอยที่เกิดขึ้นในพื้นที่ซึ่งได้รับบริการฯในช่วงเวลาที่กำหนด (หน่วยน้ำหนัก/ หน่วยเวลา)

n = อัตราส่วนของพื้นที่ซึ่งได้รับบริการต่อพื้นที่ทั้งหมดของเขตเทศบาล (%)

สำหรับการคำนวณปริมาตรของมูลฝอยใช้หลักการเดียวกับที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่แล้ว

การประเมินปริมาณมูลฝอยด้วยวิธีนี้เปรียบเทียบแล้วทำได้ง่ายกว่าแต่มีความแม่นยำ และมีความละเอียดของข้อมูลน้อยกว่าวิธีการสำรวจและเก็บข้อมูลจากแหล่งเกิดมูลฝอยโดยตรง สิ่งที่จำเป็นสำหรับการศึกษาด้วยวิธีนี้คือ เครื่องชั่ง ซึ่งอาจเป็นแบบชั่งทั้งคันรถ หรือ เครื่องชั่งแบบทีละเพลา (ซึ่งให้ความแม่นยำน้อยลงไปแต่ก็อยู่ในเกณฑ์ที่เชื่อถือได้) และจะต้องได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากพนักงานประจำรถยนต์เก็บขนมูลฝอย วิธีที่ดีแล้วควรทำการศึกษาโดยที่พนักงานเหล่านี้ไม่รู้ตัวเพราะมิฉะนั้นจะมีแนวโน้มที่ว่าพนักงานเก็บขนฯจะพยายามเก็บและอัดมูลฝอยเข้าไว้ในรถยนต์เก็บขนมากเกินกว่าสภาวะตามปกติเสมอ และ เนื่องจากว่าโดยทั่วไปแล้วปริมาณการเกิดของมูลฝอยในพื้นที่ศึกษานั้น นิยมรายงานผลเป็นปริมาณต่อช่วงเวลา 1 ปี ดังนั้นเพื่อให้ข้อมูลซึ่งได้จากการศึกษาสามารถเป็นตัวแทนของสภาวะที่เป็นจริงได้ ข้อเสนอแนะต่อไปนี้เป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติตามก็คือ

- จัดให้มีการสำรวจโดยชักตัวอย่างไม่น้อยกว่า 3 ครั้ง/ ปี ทั้งนี้เพื่อให้ครอบคลุมถึงความแปรผันของปริมาณการเกิดมูลฝอยที่เกิดจากฤดูกาลทั้ง 3 ฤดูของปี
- ในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งควรทำไม่น้อยกว่า 14 วันอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อให้ครอบคลุมถึงความแปรผันของปริมาณการเกิดมูลฝอยในแต่ละวันของสัปดาห์ด้วย

การคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยในอนาคต (Prediction of Solid Waste Quantity)

องค์ประกอบที่มีความจำเป็นในการนำมาประกอบการคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยในอนาคตได้แก่

(1) การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากร

(2) การเปลี่ยนแปลงของมาตรฐานการครองชีพ ความกดดันเกี่ยวกับเรื่องการสงวนทรัพยากรที่หายาก เช่น การรณรงค์ให้ประหยัด ลดการบริโภคสิ่งซึ่งไม่จำเป็นลง จำกัดการใช้วัสดุที่เป็นหีบห่อต่าง ๆ เป็นต้น

(3) การขยายตัวของอุตสาหกรรม

(4) การขยายตัวของที่พักอาศัย เป็นต้น

ในขณะที่ตามทฤษฎีแล้วผู้ที่ทำการประเมินปริมาณการเกิดมูลฝอยในอนาคตจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบทั้งหมดที่เกี่ยวข้องดังที่ได้กล่าวไว้ส่วนหนึ่งข้างบนแล้วนี้ว่า เป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการเกิดของมูลฝอยอย่างแท้จริงนั้น ในทางปฏิบัติแล้วเนื่องจากเป็นเรื่องยากและต้องใช้ทรัพยากรทุกด้านอย่างมากที่จะทำตามทฤษฎีได้ทั้งหมด ดังนั้นการประเมินดังกล่าวมักทำโดยการพิจารณาจาก

(1) การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากร

(2) มาตรฐานการครองชีพ เท่านั้น

โดยที่ใช้อัตราการเกิดมูลฝอยต่อคนต่อวันในภาวะปัจจุบันคูณเข้ากับจำนวนประชากรในอนาคตจากการคาดการณ์ และใช้ค่า Gross Domestic Product (GDP) หรือที่เรียกว่า 'รายได้ของผลผลิตรวมของเมือง'เป็นดัชนีระบุระดับมาตรฐานการครองชีพซึ่งมีผลต่อปริมาณการเกิดของมูลฝอย ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้จะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ เพื่อให้ผลของการประเมินใกล้เคียงกับความเป็นจริง โดยทั่วไปแล้วการเพิ่มขึ้นของ GDP ต่อปี มีค่าประมาณ 3-4 % ซึ่งอาจทำให้ปริมาณของมูลฝอยเพิ่มขึ้น 1% ต่อปี ซึ่งการศึกษาโดย JICA (1982) ที่ทำในเขตกรุงเทพมหานคร ก็ได้ผลการศึกษาที่ใกล้เคียงคือพบว่า**ปริมาณมูลฝอยจะเพิ่มมากขึ้น** (จากปริมาณมูลฝอยซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากร) **ประมาณ 3.3 % เมื่อการเพิ่มขึ้นของ GDP ในช่วงระยะ 1 ปีมีค่าประมาณ** 10% ใน การคาดการณ์อัตราการเพิ่มขึ้นของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดนั้นสามารถใช้ผลการศึกษาของ TDRI ที่ได้คาดการณ์อัตราการเจริญเติบโตของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมหรือหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องได้

สมมุติ

- ปี 2544-2549 อัตราการเติบโตของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมร้อยละ 4.8
- ปี 2550-2554 อัตราการเติบโตของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมร้อยละ 5.1

- ปี 2555-2559 อัตราการเติบโตของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมร้อยละ 4.8
- ปี 2560-2563 อัตราการเติบโตของมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมร้อยละ 4.6

ดังนั้น ถ้าในปีปัจจุบันอัตราการผลิตมูลฝอยมีค่าเท่ากับ 0.81 กก./คน/วัน อัตราการเพิ่มขึ้นในปี 2547 ร้อยละ 4.8 ดังนั้น อัตราการผลิตมูลฝอยในปี 2547 จะมีค่าเท่ากับ

= [อัตราการผลิตมูลฝอยปีปัจจุบัน×ร้อยละของ GDP ปีที่ต้องการคาดการณ์ปริมาณมูลฝอย × สัดส่วนการเพิ่มขึ้นของปริมาณมูลฝอย (ร้อยละ)/สัดส่วนการเพิ่มขึ้นของ GDP(ร้อยละ)] + อัตราการผลิตมูลฝอยปีปัจจุบัน

ดังนั้น อัตราการผลิตมูลฝอย ปี 2547 = [0.81(4.8/100)(3.3/10)]+0.81

= 0.82 กิโลกรัม/คน/วัน

การคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในอนาคตสำหรับภาคอุตสาหกรรมนั้นถึงแม้ว่าจะอาศัยการพิจารณาแผนการพัฒนาอุตสาหกรรม (ถ้ามี) ของพื้นที่ศึกษาเป็นแนวทางได้บ้างก็ตาม แผนการพัฒนาอุตสาหกรรมก็มักจะกำหนดไว้สำหรับช่วงเวลาในอนาคตไม่เกิน 5 ปี (ในขณะที่การวางแผนการจัดการมูลฝอยสำหรับอนาคตนั้นนิยมทำกันในช่วง 10-25 ปี)

สำหรับการคาดการณ์จำนวนประชากรนั้นทำได้หลายวิธีตั้งแต่วิธีง่าย ๆจนกระทั่งวิธีที่ยาก และ ต้องการข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก สำหรับการใช้งานในเรื่องการจัดการมูลฝอยนั้น นิยมใช้วิธีนำข้อมูลประชากรที่มีอยู่ในอดีตมาหารูปแบบของการเปลี่ยนแปลงที่สามารถอธิบายได้ด้วยสมการและกราฟ เมื่อได้รูปแบบที่ใกล้เคียงที่สุดแล้วจึงใช้สมการหรือกราฟนั้นประมาณการจำนวนประชากรที่จะเกิดในอนาคต หลักในการศึกษาด้านประชากรและการคาดประมาณประชากรในอนาคตต้องกระทำตามขั้นตอนดังนี้

(1) ศึกษาประชากรย้อนหลัง จากทะเบียนราษฎร์

เพื่อทราบอัตราการเพิ่มของประชากร โดยทั่วไปจะต้องศึกษาย้อนหลังไปประมาณ 10 ปี หรือมากกว่าเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ในการคำนวณหาอัตราการเพิ่มของประชากรนิยมใช้หุ่นจำลองทางคณิตศาสตร์ คือ Exponential Growth Rate, Geometric Growth Rate และ Arithmetic Growth Rate ดังนี้

Exponential Rate of Growth Model

เป็นหุ่นจำลองที่ใช้คาดประมาณจำนวนประชากรโดยอาศัยสมมติฐานคือ ประชากรมีการเพิ่มต่อเนื่องตลอดเวลา มิใช่เพิ่มเฉพาะเวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น ซึ่งมีสูตรในการคำนวณคือ

$$P_n = P_0 e^m$$

โดย

Pn = จำนวนประชากรทั้งสิ้นเมื่อปลายช่วงเวลาที่ศึกษา (คน)

P_0 = จำนวนประชากรทั้งสิ้นเมื่อต้นช่วงเวลาที่ศึกษา (คน)

n = จำนวนปีระหว่างต้นช่วงและปลายช่วงเวลาที่ศึกษา (ปี)

r = อัตราการเพิ่มประชากร

e = ค่าคงที่ มีค่า = 2.718281829

log e = 0.4342945

Geometric Growth Model

การคาดประมาณประชากรด้วยวิธีนี้ จะมีวิธีคิดเช่นเดียวกับการคิดดอกเบี้ยทบต้น กล่าวคือ จะใช้อัตราการเปลี่ยนแปลงในการคิดคำนวณที่คงที่เท่า ๆกันตลอดระยะเวลาการศึกษา และถ้าเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น (ตัวเลขเป็นบวก) ฐานที่ใช้ในการคำนวณจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยใช้สูตร

สมการที่นิยมใช้ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงจำนวนของประชากรมากเป็นพิเศษได้แก่ Geometric Curve ซึ่งมีสมการ ดังนี้คือ

$$P_n = P_0(1+r)^n$$

เมื่อ P_n = จำนวนประชากรเมื่อปีที่ n ในอนาคตจากปัจจุบัน (คน)

P_0 = จำนวนประชากรในปัจจุบัน หรือปีที่เริ่มการคำนวณ (คน)

n = ช่วงเวลาที่ต้องการคำนวณการเปลี่ยนแปลงจากปัจจุบัน หรือ เวลาเริ่มต้นของการคำนวณ (ปี)

r = อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากร (คน/ ปี)

$$r_i = (P_n - P_{n-1})/(P_{n-1})$$

เมื่อ r_i = อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากร (คน/ ปี) i มีค่า = 1 ถึง n

P_n = จำนวนประชากรในปีหลัง (คน)

P_{n-1} = จำนวนประชากรในปีก่อน (คน)

ทำการคำนวณย้อนไปในแต่ละปี ๆ ซึ่งจะทำให้ได้ค่า r_i หรืออัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรต่อปีจำนวน 10 ปี จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย

$$r_{average} = (r_i/n)$$

เมื่อ $r_{average}$ = อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรเฉลี่ยในรอบปี 10 ปี

n = จำนวนปีที่นำมาหาค่าเฉลี่ยซึ่งเท่ากับ 10 ปี

r_i = อัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากรในแต่ละปี (ทั้งหมด 10 ปี)

ตารางที่ 3-3 ตัวอย่าง การหาค่า r_i

ปี	จำนวนประชากร (คน)	เพิ่มขึ้น (คน)	อัตราการเพิ่ม-ร้อยละ (r_i)
2524	22,024	-	-
2525	22,544	520	2.36
2526	22,903	459	1.59
2527	23,050	147	0.64
2528	23,345	295	1.28
2529	23,505	160	0.68
2530	23,781	276	1.17
2531	25,487	1,706	7.17
2532	25,581	94	0.37
2533	25,435	-146	-0.57
2534	25,705	270	1.06

$r_{average}$ = 15.75/10

= 1.575

จำนวนประชากรปี 2549 = $25,705x(1+0.01575)^{15}$

= 32,491 คน

ปริมาณมูลฝอยในอนาคต= 32,491x0.8 (กก./คน/วัน)

= 25,993 กก./วัน

Arithmetic Growth Model

เป็นหุ่นจำลองที่ใช้ในการคาดประมาณจำนวนประชากรโดยอาศัยสมมติฐานคือ จำนวนการเพิ่มหรือลดของประชากรมีค่าคงที่เท่า ๆ กันทุกปี โดยมีสูตรในการคำนวณคือ

$$P_n = P_0 + an$$

โดย

P_n = จำนวนประชากรทั้งสิ้นเมื่อปลายช่วงเวลาที่ศึกษา (คน)

P_0 = จำนวนประชากรทั้งสิ้นเมื่อต้นช่วงเวลาที่ศึกษา (คน)

r = อัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรต่อปี

n = ระยะเวลาระหว่าง P0 ถึง Pn (ปี)

ซึ่งค่าคงที่การเปลี่ยนแปลง a หาได้จากสูตร $a = (P_r - P_0)/ n$

(2) <u>คาดประมาณประชากรในอนาคต 20 ปี</u>

โดยใช้หุ่นจำลองทั้ง 3 แบบ โดยอาศัยอัตราการเพิ่มประชากรจากข้อมูลที่ได้ศึกษาย้อนหลังไว้แล้ว ดังตัวอย่างการคาดประมาณประชากร 20 ปี ของเทศบาลตำบลสะอาดตา ดังแสดงในตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 การคาดประมาณประชากรในอนาคต 20 ปี ของเทศบาลตำบลสะอาดตา

พ.ศ.	จำนวนประชากรคาดประมาณ(คน)		
	Exponential Growth Model	Geometric Growth Model	Arithmetic Growth Model
2542	35,880	35,874	35,815
2543	36,569	36,555	36,425
2544	37,270	37,258	37,035
2545	37,985	37,958	37,645
2546	38,713	38,679	38,255
2547	39,456	39,414	38,865
2548	40,213	40,163	39,475
2549	40,984	40,926	40,085
2550	41,770	41,703	40,695
2551	42,572	42,496	41,305
2552	43,388	43,303	41,915
2553	44,220	44,126	42,525
2554	45,069	44,964	43,135
2555	45,933	47,576	43,745
2556	46,814	45,819	44,355
2557	47,712	48,420	44,965
2558	48,627	46,639	45,575
2559	49,560	49,481	46,185
2560	50,511	50,340	46,795
2561	51,480	51,297	47,405
2562	52,467	52,271	48,015

(3) <u>เปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนแปลงประชากร 10 ปีย้อนหลังเป็นรายปี</u>

เพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงจนครบ เพื่อเลือกหุ่นจำลองที่ใช้คำนวณที่เหมาะสมมากที่สุด เป็นหุ่นจำลองที่ใช้ในการคาดประมาณประชากรที่มีชื่อในทะเบียนบ้าน 20 ปีข้างหน้า ซึ่งจากตัวอย่างการคาดประมาณประชากรเทศบาลตำบลสะอาดตา จะให้ค่าการคาดประมาณที่แตกต่างกัน โดยในหุ่นจำลองอัตราการเพิ่มแบบ Exponential Growth Model จะมีค่าของการคาดประมาณ

สูงที่สุด รองลงมาคือหุ่นจำลองแบบ Geometric Growth Model และหุ่นจำลองแบบ Arithmetic Growth Model ตามลำดับ ดังนั้น จะนำค่าผลการคาดประมาณจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร์ของเทศบาลตำบลสะอาดตา ภายใต้หุ่นจำลองแบบ Geometric Growth Model มาใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับประชากร และศึกษาเกี่ยวกับการวางแผนจัดการมูลฝอยต่อไป เนื่องจากเป็นค่าที่อยู่ในระดับกลาง เมื่อเทียบกับค่าผลการคาดประมาณในสมมติฐานอื่น ๆ

(4) หาประชากรที่อยู่อาศัย ซึ่งหาได้จาก

ประชากรที่อยู่อาศัย

= (ประชากรในทะเบียน – ประชากรอพยพออกโดยไม่แจ้งย้าย) + ประชากรแฝง

ประชากรที่อพยพโดยไม่แจ้งย้ายออก ได้แก่ประชากรที่อพยพออกไปประกอบอาชีพนอกพื้นที่แต่ไม่ได้แจ้งย้ายออก และประชากรแฝง หมายถึง ประชากรที่อพยพเข้ามาในพื้นที่เพื่อประกอบอาชีพ แต่ไม่ได้แจ้งย้ายเข้า ประชากรทั้ง 2 ส่วนจะหาได้โดยการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามสำรวจให้ครอบคลุมทั่วพื้นที่ จากนั้นนำมาเปรียบเทียบเป็นร้อยละของประชากรที่มีชื่อในทะเบียนบ้าน ดังตัวอย่างประชากรที่อยู่อาศัยของเทศบาลตำบลสะอาดตาในตารางที่ 3-5

(5) หาจำนวนประชากรทั้งหมด จากสูตร

ประชากรทั้งหมด = ประชากรที่อยู่อาศัย + ประชากรจร

ประชากรเป็นประชากรที่อาศัยอยู่นอกพื้นที่ แต่เข้ามาทำกิจกรรมในพื้นที่โดยไม่ค้างคืน เช่น อาจเข้ามาตอนเช้าและกลับออกไปตอนเย็น ทั้งนี้อาจจะเข้ามาเพื่อประกอบอาชีพ หรือเพื่อท่องเที่ยว ประชากรส่วนนี้สามารถหาได้จากจำนวนผู้โดยสารรถยนต์ การตรวจสอบข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยว จำนวนคนงานก่อสร้าง โดยต้องระมัดระวังไม่ให้นับซ้ำกับจำนวนประชากรส่วนอื่น ๆ ดังตัวอย่างประชากรทั้งหมดของเทศบาลตำบลสะอาดตา ในตารางที่ 3-**5**

ตารางที่ 3-5 การคาดการณ์ประชากรแฝงและประชากรที่อยู่อาศัย เทศบาลตำบลละงอ

พ.ศ.	ประชากรที่มีชื่อในทะเบียนราษฎร์ (คน)			ประชากรแฝง (คน)	ประชากรอยู่อาศัย (คน)
	ภาคเกษตร	อาชีพไม่เกษตร	อยู่ในพื้นที่จริง		
2542	35,874	1,794	34,080	2,872	36,952
2543	36,555	1,828	34,727	2,926	37,653
2544	37,250	1,863	35,388	2,982	38,369
2545	37,958	1,898	36,060	3,039	39,099
2546	38,679	1,934	36,745	3,096	39,841
2547	39,414	1,971	37,443	3,153	40,598
2548	40,163	2,008	38,155	3,215	41,370
2549	40,926	2,046	38,880	3,276	42,156
2550	41,703	2,085	39,618	3,338	42,956
2551	42,496	2,125	40,371	3,402	43,773
2552	43,303	2,165	41,138	3,466	44,604
2553	44,126	2,206	41,920	3,533	45,452
2554	44,964	2,248	42,716	3,599	46,315
2555	45,819	2,291	43,528	3,668	47,196
2556	46,689	2,334	44,355	3,737	48,092
2557	47,576	2,379	45,197	3,808	49,006
2558	48,480	2,424	46,056	3,881	49,937
2559	49,401	2,470	46,931	3,955	50,886
2560	50,340	2,517	47,823	4,030	51,853
2561	51,927	2,596	49,331	4,157	53,487
2562	52,271	2,614	49,657	4,184	53,842

ตารางที่ 3-6 ประชากรจรและประชากรทั้งหมดของเทศบาลตำบลสะอาดตา

พ.ศ.	ประชากรอยู่อาศัย (คน)	ประชากรจร (คน)	ประชากรทั้งหมด (คน)
2542	36,952	1,848	38,800
2543	37,653	1,885	39,538
2544	38,369	1,918	40,287
2545	39,099	1,955	41,054
2546	39,841	1,993	41,834
2547	40,598	2,031	42,629
2548	41,371	2,068	43,439
2549	42,156	2,108	44,264
2550	42,956	2,149	45,105
2551	43,773	2,189	45,962
2552	44,604	2,232	46,836
2553	45,452	2,275	47,726
2554	46,315	2,316	48,631
2555	47,196	2,360	49,556
2556	48,092	2,405	50,497
2557	49,006	2,450	51,456
2558	49,937	2,497	52,434
2559	50,886	2,545	53,431
2560	51,853	2,594	54,447
2561	53,487	2,674	56,162
2562	53,842	2,692	56,534

3.4.2 การคาดประมาณปริมาณมูลฝอยในอนาคต

จากอัตราการเกิดมูลฝอย อัตราการเพิ่มของอัตราการเกิดมูลฝอย และประชากรทั้งหมด จะนำไปหาปริมาณมูลฝอยสะสมระยะเวลา 20 ปี ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ดังตัวอย่างเพื่อวางแผนในการจัดการทั้งระบบเก็บรวบรวม ระบบขนส่ง และระบบกำจัดมูลฝอย พร้อมขอรับการสนับสนุนด้านการจัดจากหน่วยงานที่รับผิดชอบต่อไป

ตัวอย่างในการพยากรณ์อัตราการเกิดมูลฝอยของเทศบาลตำบลสะอาดตา (ตารางที่ 3-7) จะใช้ค่าของอัตราการเกิดมูลฝอยเพิ่มขึ้นต่อปีเท่ากับ 0.5% ในช่วง 10 ปีแรกของการศึกษา (พ.ศ. 2542-2551) และหลังจากนั้นคาดว่าภาวะเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศและของเทศบาลฯ จะเติบโตขึ้น ฐานะความเป็นอยู่ของประชาชนในเทศบาลฯ ก็มีสภาพดีขึ้น อัตราการผลิตมูลฝอยก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้น จึงตั้งสมมติฐานให้ในช่วง 11 ปี หลัง (พ.ศ. 2551-2562) มีอัตราการเพิ่มของอัตราการเกิดมูลฝอยเป็น 1.0% จากเกณฑ์ในการคำนวณดังกล่าว สามารถนำไปหาปริมาณมูลฝอย

ในแต่ละตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-พ.ศ. 2562 และปริมาณมูลฝอยสะสม ซึ่งแสดงในตารางที่ 10 ซึ่งสามารถสรุปได้คือประชากรทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 38,800 คนในปี พ.ศ. 2542 เป็น 56,535 คน ในปี พ.ศ. 2562 อัตราการเกิดมูลฝอยจาก 13.58 ตัน/วันเป็นวันละ 23.09 ตัน/วัน และมีปริมาณมูลฝอยสะสมที่ต้องกำจัดทั้งหมดในช่วงระยะเวลา 20 ปี 135,918 ตัน

ตารางที่ 3-7 อัตราการเกิด อัตราการเพิ่มของอัตราการเกิดมูลฝอย ปริมาณมูลฝอยและปริมาณมูลฝอยสะสมของเทศบาลตำบลสะอาดตา 20 ปี

ปี พ.ศ.	ประชากรทั้งหมด (คน)	อัตราการเพิ่มของอัตราการเกิดมูลฝอย (%)	อัตราการเกิดมูลฝอย (ก.ก./คน/วัน)	ปริมาณมูลฝอยต่อวัน (ตัน/วัน)	ปริมาณมูลฝอยต่อปี (ตัน/ปี)	ปริมาณมูลฝอยสะสม (ตัน)
2542	38,800	-	0.350	13.58	4,956.74	4,956
2543	39,538	0.5	0.352	13.91	5,076.17	10,032
2544	40,289	0.5	0.354	14.24	5,197.41	15,231
2545	41,054	0.5	0.355	14.59	5,323.74	20,555
2546	41,834	0.5	0.357	14.94	5,452.82	26,007
2547	42,629	0.5	0.359	15.30	5,583.38	31,590
2548	43,439	0.5	0.361	15.67	5,717.91	37,308
2549	44,264	0.5	0.362	16.04	5,855.69	43,164
2550	45,105	0.5	0.364	16.43	5,996.78	49,161
2551	45,962	0.5	0.366	16.83	6,141.27	55,302
2552	46,836	1.0	0.370	17.32	6,320.54	61,623
2553	47,726	1.0	0.373	17.82	6,505.03	68,128
2554	48,632	1.0	0.377	18.34	6,694.91	74,823
2555	49,556	1.0	0.381	18.88	6,890.34	81,713
2556	50,498	1.0	0.385	19.43	7,091.47	88,804
2557	51,457	1.0	0.389	20.00	7,298.47	96,103
2558	52,435	1.0	0.392	20.58	7,511.51	103,614
2559	53,431	1.0	0.396	21.18	7,730.77	111,345
2560	54,447	1.0	0.400	21.80	7,956.43	119,302
2561	55,481	1.0	0.404	22.43	8,188.68	127,490
2562	56,535	1.0	0.408	23.09	8,427.71	135,918

แบบฝึกหัด กำหนดให้ - เทศบาลแห่งหนึ่งมีประชากรในปี 2545 จำนวน 137,000 คน
- ชั่งน้ำหนักปริมาณมูลฝอยได้ 91 ตัน/วัน
- ปริมาณมูลฝอยตกค้าง 20% ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมด

จงหา
- ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด (ตัน/วัน)
- อัตราการผลิตมูลฝอยในปี 2546-2555 (กก./คน/วัน)
- จำนวนประชากรในปี 2546-2555
- ปริมาณมูลฝอยในปี 2546-2555

กำหนด

- อัตราการเพิ่มประชากรเฉลี่ยร้อยละ 1.65
- ปี 2545-2550 ภาวะการเติบโตทางเศรษฐกิจ 3.5%
- ปี 2551-2555 ภาวะการเติบโตทางเศรษฐกิจ 4.0%

ปี	ประชากร (คน)	อัตราการเพิ่มขึ้นของอัตราการผลิตมูลฝอย (%)	อัตราการเกิดมูลฝอย (กก./คน/วัน)	ปริมาณมูลฝอย (ตัน/วัน)
2545	137,000	.....	.....	.....
2546	.....	.....	.....	.....
2547	.....	.....	.....	.....
2548	.....	.....	.....	.....
2549	.....	.....	.....	.....
2550	.....	.....	.....	.....
2551	.....	.....	.....	.....
2552	.....	.....	.....	.....
2553	.....	.....	.....	.....
2554	.....	.....	.....	.....
2555	.....	.....	.....	.....

.....บริโภคเท่าที่จำเป็นช่วยให้ประหยัดเงิน....ทรัพยากร...และลดปริมาณขยะได้...

บทที่ 4
การเก็บรวบรวม การเก็บขน และ สถานีขนถ่ายมูลฝอย

การเก็บรวบรวม มูลฝอย

การดำเนินงานในขั้นตอนนี้ นับตั้งแต่การเก็บมูลฝอยใส่ไว้ในภาชนะเพื่อคอยรถที่จะมาเก็บขน จนกระทั่งถึงการนำภาชนะที่ใส่มูลฝอยนั้นมาเทใส่ลงไปในรถเก็บขนมูลฝอย แล้วนำภาชนะนั้นกลับไปไว้ที่เดิม ซึ่งจะเห็นได้ว่ากว่าจะเสร็จสิ้นกระบวนการของการเก็บรวบรวมมูลฝอยนี้มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ภาชนะรองรับมูลฝอย หรือที่เรียกง่าย ๆว่า ถังขยะ หรือ ถุงขยะ หรือแม้กระทั่งจุดรวบรวมขยะมูลฝอย นั่นเอง

ในการจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจร จำเป็นต้องจัดให้มีระบบการคัดแยกขยะมูลฝอยประเภทต่าง ๆ ตามแต่ลักษณะองค์ประกอบโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ สามารถดำเนินการได้ตั้งแต่แหล่งกำเนิด โดยจัดวางภาชนะให้เหมาะสม ตลอดจนวางระบบการเก็บรวบรวมมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับระบบการคัดแยกขยะมูลฝอย พร้อมทั้งพิจารณาความจำเป็นของสถานีขนถ่ายขยะมูลฝอยและระบบขนส่งขยะมูลฝอยไปกำจัดต่อไป

หลักเกณฑ์ มาตรฐาน ภาชนะรองรับขยะมูลฝอย

<u>ภาชนะรองรับขยะมูลฝอย</u>

1) ถังขยะ

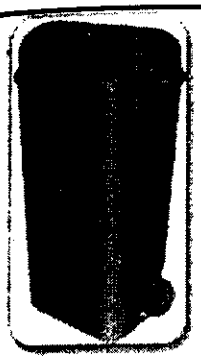
เพื่อให้การจัดเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและลดการปนเปื้อนของขยะมูลฝอยที่มีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จะต้องมีการตั้งจุดรวบรวมขยะมูลฝอย (Station) และให้มีการแบ่งแยกประเภทของถังรองรับขยะมูลฝอยตามสีต่าง ๆ โดยมีถุงบรรจุภายในถังเพื่อสะดวกและไม่ตกหล่น หรือแพร่กระจาย โดยรูปแบบของถังและสัญลักษณ์การรองรับขยะมูลฝอยประเภทต่าง ๆ แสดงไว้ดังรูปที่ 5-1

นอกจากนี้ยังมีถุงพลาสติกสำหรับรองรับขยะมูลฝอยในแต่ละถัง โดยมัดปากถุงสีเดียวกับถังที่รองรับมูลฝอยตามประเภทดังกล่าวข้างต้น

ในกรณีที่สถานที่มีพื้นที่จำกัดในการจัดวางภาชนะรองรับขยะมูลฝอยและมีจำนวนคนที่ค่อนข้างมากในบริเวณพื้นที่นั้น เช่น ศูนย์การประชุมสนามบิน ควรมีถังที่สามารถรองรับขยะมูลฝอยได้ทั้ง 4 ประเภทในถังเดียวกัน โดยแบ่งพื้นที่ของถังขยะมูลฝอยออกเป็น 4 ช่อง และตัวถังรองรับขยะมูลฝอยทำด้วยสแตนเลส มีฝาปิดแยกเป็น 4 สี ในแต่ละช่องตามประเภทของขยะมูลฝอยที่รองรับ ดังนี้

- ฝาสีเขียว รองรับขยะมูลฝอยที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว
- ฝาสีเหลือง รองรับขยะมูลฝอยที่สามารถนำรีไซเคิล หรือขายได้

- ฝาสีแดงรองรับขยะมูลฝอยที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- ฝาสีฟ้ารองรับขยะมูลฝอย ที่ย่อยสลายไม่ได้ ไม่เป็นพิษและไม่คุ้มค่าการรีไซเคิล และมีสัญลักษณ์ข้างถัง



ถังขยะย่อยสลายได้

สีเขียว รองรับขยะที่เน่าเสีย และย่อยสลายได้เร็ว สามารถนำมาหมักทำปุ๋ยได้ เช่น ผัก ผลไม้ เศษอาหาร ใบไม้

ถังเก็บขยะรีไซเคิล

สีเหลือง รองรับขยะที่สามารถนำมารีไซเคิลหรือขายได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ

ถังเก็บขยะมีพิษ

สีเทาฝาสีส้ม รองรับขยะที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขวดยา ถ่านไฟฉาย กระป๋องสีสเปรย์ กระป๋องยาฆ่าแมลง ภาชนะบรรจุสารอันตรายต่าง ๆ

ถังเก็บขยะทั่วไป

สีฟ้า รองรับขยะย่อยสลายไม่ได้ ไม่เป็นพิษและไม่คุ้มค่าการรีไซเคิล เช่น พลาสติกห่อลูกอม ซองบะหมี่สำเร็จรูป ถุงพลาสติก โฟมและฟอล์ยที่เปื้อนอาหาร

รูปที่ 4-1 แสดงตัวอย่างถังขยะแยกตามประเภทขยะมูลฝอย

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ

สำหรับสถานที่บางแห่งควรมีคอนเทนเนอร์ขนาดใหญ่ตั้งไว้ สำหรับให้ประชาชนทิ้งขยะมูลฝอยแยกประเภทด้วย รายละเอียดดังตาราง ที่ 4-1

2) ถุงขยะ

สำหรับคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือนและจะต้องมีการคัดแยกรวบรวมใส่ถุงขยะมูลฝอยตามสีต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ถุงสีเขียว รวบรวมขยะมูลฝอยที่เน่าเสีย และย่อยสลายได้เร็วสามารถนำมาหมักทำปุ๋ยได้ เช่น ผัก ผลไม้ เศษอาหาร ใบไม้
- ถุงสีเหลือง รวบรวมขยะมูลฝอยที่สามารถนำมารีไซเคิลหรือขายได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ อลูมิเนียม

- ถุงสีแดง รวบรวมขยะมูลฝอยที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขวดยา ถ่านไฟฉาย กระป๋องสีสเปรย์ กระป๋องสารฆ่าแมลง ภาชนะบรรจุสารอันตรายต่าง ๆ
- ถุงสีฟ้า รวบรวมขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายไม่ได้ ไม่เป็นพิษและไม่คุ้มค่าการรีไซเคิล เช่น พลาสติกห่อลูกอม ซองบะหมี่สำเร็จรูป ถุงพลาสติก โฟมและฟอล์ยที่เปื้อนอาหาร

ตารางที่ 4-1 แสดงประเภทของภาชนะรองรับมูลฝอย ณ สถานที่ต่าง ๆ

ประเภท/ขนาด	สถานที่รวบรวม	หมายเหตุ
1. ถังคอนเทนเนอร์ ความจุ 4,000 - 5,000 ลิตร	ห้างสรรพสินค้า สวนสาธารณะ ตลาด ภัตตาคาร สนามกีฬา	มี 4 ตอน สำหรับใส่ขยะมูลฝ ประเภท
2. ถังขนาดความจุ 120 - 150 ลิตร	ห้างสรรพสินค้า สถานศึกษา สนามกีฬา โรงแรม โรงพยาบาล สถานีบริการน้ำมัน ทางเข้าหมู่บ้าน	ถังสีเขียว เหลือง เทาฝาส้ม ฟ หรือถัง เทาหรือครีมคาดสีเขี เหลือง ส้ม ฟ้า
3. ถังพลาสติกความจุ 50 - 60 ลิตร	จุดที่กลุ่มชนส่วนใหญ่มีกิจกรรมร่วมกันเป็นโครงการ โรงภาพยนตร์ ฯลฯ	ถังสีเขียว เหลือง เทาฝาสีส้ม
4. ถุงพลาสติก	ครัวเรือน	ถุงสีเขียว เหลือง แดง ฟ้า ห ดำ คาดปากถุงด้วยเชือกสีเขี เหลือง แดง ฟ้า

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ

<u>เกณฑ์มาตรฐานภาชนะรองรับขยะมูลฝอย</u>

1. ควรมีสัดส่วนของถังขยะมูลฝอยจากพลาสติกที่ใช้แล้วไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก
2. ไม่มีส่วนประกอบสารพิษ (toxic substances) หากจำเป็นควรใช้สารเติมแต่งในปริมาณที่น้อยและไม่อยู่ในเกณฑ์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค
3. มีความทนทาน แข็งแรงตามมาตรฐานสากล
4. มีขนาดพอเหมาะมีความจุเพียงพอต่อปริมาณขยะมูลฝอย สะดวกต่อการถ่ายเทขยะมูลฝอยและการทำความสะอาด
5. สามารถป้องกัน แมลงวัน หนู แมว สุนัข และสัตว์อื่น ๆ มิให้สัมผัสหรือคุ้ยเขี่ยขยะมูลฝอยได้

จุดรวบรวมขยะมูลฝอยขนาดย่อม

เพื่อสะดวกในการเก็บรวบรวมและประหยัด จึงต้องมีการตั้งจุดรวมรวบขยะมูลฝอยขึ้น โดยจุดรวบรวมขยะมูลฝอยจะกำหนดไว้ตามสถานที่ต่าง ๆ ได้แก่ หมู่บ้าน โรงอาหาร โรงภาพยนตร์ โดยมีภาชนะรองรับตั้งไว้เป็นจุด ๆ เช่น หมู่บ้านจัดสรร กำหนดให้จุดรวบรวม 1 จุด ต่อจำนวนครัวเรือน 50 - 80 หลังคาเรือน จุดแรกจะตั้งที่ปากประตูทางเข้าหมู่บ้าน สำหรับอพาร์ตเมนต์จะตั้งที่ลานจอดรถ บ้านที่อยู่ในซอยจุดแรกจะตั้งหน้าปากซอย แต่ละครัวเรือนจะรวบรวมขยะมูลฝอยที่คัดแยกได้ โดยถุงพลาสติกตามประเภทของสีต่าง ๆ มาทิ้งที่จุดรวบรวมขยะมูลฝอย

การเก็บขนมูลฝอย

การเก็บขนมูลฝอย (Solid Waste Collection) เป็นการรวบรวมมูลฝอยจากภาชนะเก็บกักเพื่อนำไปแปรสภาพและกำจัดให้อยู่ในสภาพปลอดภัย

การเก็บขนมูลฝอยในเมืองเป็นส่วนที่สำคัญของการจัดการมูลฝอย โดยเฉพาะในเมืองหลักการเก็บขนมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพจะทำได้ยาก เนื่องจากลักษณะของการเก็บมูลฝอยจากแหล่งต่าง ๆ เช่น ย่านการค้าที่อยู่อาศัยแบบต่าง ๆ และ อุตสาหกรรม เป็นต้น ประกอบกับปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นก็มีปริมาณมาก และ การเก็บขนก็อาจทำได้ยาก เนื่องจากสภาพแวดล้อมการจราจร ดังนั้นการเก็บขนมูลฝอยจึงเป็นปัจจัยหลักของการจัดการมูลฝอย และ ใช้งบประมาณมากที่สุดส่วนหนึ่งของการจัดการมูลฝอยก็ว่าได้ การเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บขนมูลฝอยจะมีองค์ประกอบที่จำเป็นต้องพิจารณาในการกำหนดระบบการเก็บขนมูลฝอย ได้แก่

1) ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพื้นที่ เส้นทางเก็บขน และ ปริมาณขยะมูลฝอย
2) การบริการการเก็บขนมูลฝอย
3) ระบบการเก็บขนมูลฝอย
4) การกำหนดเส้นทางในการเก็บขนมูลฝอย
5) เทคนิคที่ช่วยส่งเสริมให้การเก็บขนมูลฝอยมีประสิทธิภาพ

ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้จะช่วยในการพิจารณาวิธีการ การเก็บขนมูลฝอยที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่จะทำการเก็บขนมูลฝอย

ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพื้นที่ เส้นทางเก็บขน และ ปริมาณขยะมูลฝอย

ข้อมูลส่วนนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบก่อนการดำเนินงาน ซึ่งได้แก่

(1) **พื้นที่ที่รับผิดชอบ** ได้แก่

- อาณาเขต และ พื้นที่ของชุมชนนั้น ๆทั้งหมด และ แต่ละส่วนมีความกว้าง ยาว และ เนื้อที่เท่าใด
- ความหนาแน่นของประชากรในแต่ละส่วนของพื้นที่นั้น ๆ
- ลักษณะของกิจกรรมของประชากรในแต่ละส่วนของพื้นที่ เช่น เป็นย่านที่อยู่อาศัย ย่านการค้า หรือย่านอุตสาหกรรม เป็นต้น

(2) **ลักษณะและปริมาณของมูลฝอย** ได้แก่

- ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดที่จะต้องเก็บขน กิโลกรัม/ คน/ วัน
- จำนวนที่จะต้องเก็บขนในแต่ละพื้นที่และ แต่ละเส้นทาง

(3) **เส้นทางในการเก็บขน**

- ความกว้าง ยาว ของถนนแต่ละเส้นทางที่ต้องไปเก็บขน
- ลักษณะการเดินรถในแต่ละเส้นทาง เช่น ช่วงใดของถนนที่รถเดินทางเดียว ห้ามเข้า ห้ามเลี้ยว
- ความหนาแน่นของการจราจรในเวลาปกติและในชั่วโมงเร่งด่วน

การบริการการเก็บขนมูลฝอย

รูปแบบการบริการเก็บขนสำหรับประเทศในแถบเอเชียส่วนใหญ่ใช้รูปแบบ ดังนี้

(1) **การเก็บจากถังรวม (Collection at Curb Side)** ทั้งนี้โดยที่ท้องถิ่นจัดถังมูลฝอยรวมไว้ตามที่ หรือจุดต่าง ๆตามความเหมาะสม เช่น ในกรณีที่อาคารร้านค้าอยู่ใกล้ทางแยก ไม่สามารถจอดรถเพื่อเก็บขนมูลฝอยได้ ก็ต้องจัดวางถังมูลฝอยรวมไว้ที่ใดที่หนึ่ง แล้วให้ประชาชนในส่วนนั้นนำขยะมูลฝอยมาใส่ไว้ในถัง ซึ่งปัญหาที่เกิด คือมักปรากฏว่ามีเศษขยะมูลฝอยตกหล่นกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป นอกจากนั้นยังมีปัญหาในเรื่องของการส่งกลิ่นเหม็น และ แมลงวันชุกชุมอีกด้วย

(2) **การเก็บจากกลุ่มของบ้านที่อยู่อาศัย** โดยรถเก็บขนมูลฝอยไปจอดคอย ณ จุดใดจุดหนึ่งแล้วทำสัญญาณ เช่น ตีระฆัง เปิดเพลง ให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในย่านนั้นนำมูลฝอยมาส่งที่รถ แล้วพนักงานประจำรถช่วยรับเทให้ วิธีการเก็บขนแบบนี้ทำให้ไม่มีถังขยะวางไว้ตามริมถนน และ สะดวกสำหรับพนักงานประจำรถด้วย

(3) **การเก็บจากภาชนะที่ตั้งไว้ริมถนน** โดยประชาชนนำเอาถังขยะมาวางรอไว้ที่ริมถนนก่อนเวลารถเก็บขนไปถึง การเก็บขนโดยวิธีนี้ทำให้มีประชาชนบางส่วนนำเอาถังขยะมาตั้งทิ้งไว้ที่ริมถนนตลอดเวลา ทำให้เกิดความไม่เป็นระเบียบเรียบร้อยของชุมชน บางครั้งถูกสัตว์คุ้ยเขี่ยทำให้ขยะหกหล่นกระจัดกระจายในบริเวณนั้นได้

(4) **พนักงานประจำรถไปเก็บจากหลังบ้านของแต่ละบ้าน** นำมาเทใส่รถแล้วนำถังขยะนั้นกลับไปวางไว้ที่เดิม จากนั้นจึงเดินต่อไปเก็บบ้านอื่น ๆโดยวิธีเดียวกัน โดยที่เจ้าของบ้านไม่ต้องมายุ่งเกี่ยวด้วย วิธีนี้ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายมาก แต่ไม่มีปัญหาเรื่องถังขยะหาย และ การเกะกะริมถนน

สำหรับความถี่ห่างของการเก็บขน นั้นจะมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับปัจจัย 5 ประการ คือ

①ลักษณะของมูลฝอย

②สภาพของอากาศ

③ขนาดของภาชนะรองรับมูลฝอย

④กิจกรรมของประชาชน

⑤น้ำหนักของภาชนะรองรับมูลฝอย เช่นในกรณีที่มีลักษณะเป็นคอนเทนเนอร์ ซึ่งต้องใช้ เครื่องจักรกลยก ก็อาจเว้นระยะเวลาเก็บขนห่างออกไปบ้าง อาจเป็น 3-4 วันต่อครั้ง หรือ สัปดาห์ละครั้ง แต่ทั้งนี้ก็ต้องพิจารณาถึงลักษณะของขยะมูลฝอยประกอบด้วย

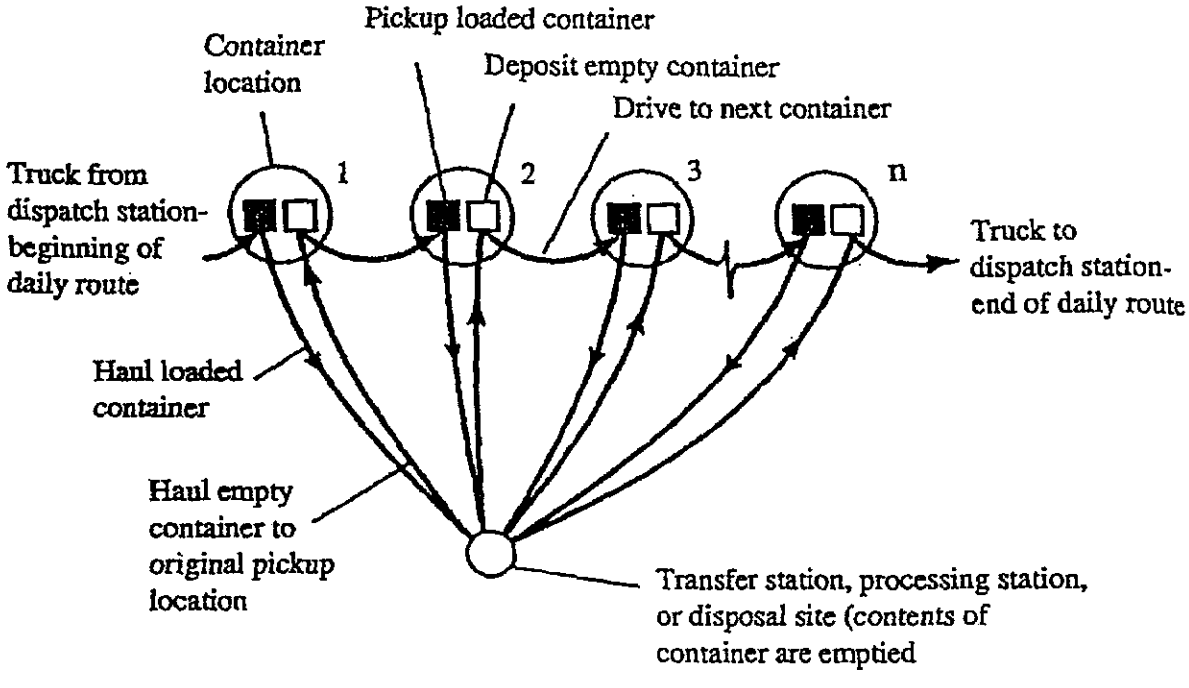
ระบบการเก็บขนมูลฝอย

(1) ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ (Hauled Container System, HCS)

ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ เป็นระบบเก็บขนมูลฝอยแบบที่ถังมูลฝอยจะถูกนำมาจากสถานที่ตั้งไปยังสถานที่กำจัดมูลฝอย และเมื่อได้ถ่ายมูลฝอยออกจากถังแล้ว ก็จะนำเอาถังนั้นกลับไปตั้งไว้ยังสถานที่เดิม หรือ สถานที่ใหม่ ระบบถังมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่นี้จะมีวิธีการเก็บขนอยู่ 2 แบบคือ

- การเก็บขนแบบธรรมดา (รูปที่ 4-2)

ในการเก็บขนแบบธรรมดา รถยกถังมูลฝอยจะวิ่งรถเปล่าจากสถานีเก็บรถไปยังสถานที่ที่ตั้งถังมูลฝอยเต็ม และจะยกเอาถังมูลฝอยที่เต็มไปทำการถ่ายมูลฝอยที่สถานที่กำจัดมูลฝอย และนำเอาถังมูลฝอยนั้นกลับมาไว้ที่สถานที่ตั้งเดิม

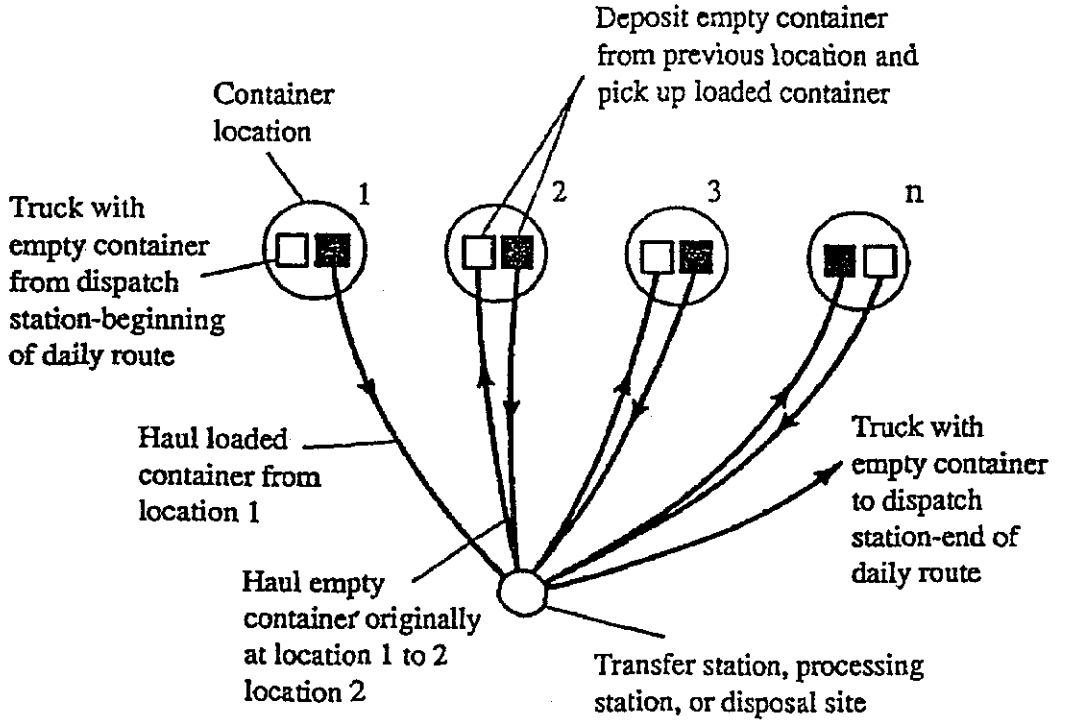


รูปที่ 4-2 แผนผังการเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่

ที่มา: Tchobanoglous (1993)

- การเก็บขนแบบแลกเปลี่ยนถัง (รูปที่ 4-3)

ส่วนการเก็บขนแบบแลกเปลี่ยนถัง รถยกถังมูลฝอยจะออกจากสถานที่เก็บพร้อมถังเปล่า และนำเอาถังเปล่าไปวางที่สถานที่ที่ตั้งถังมูลฝอยที่เต็ม และแลกเปลี่ยนถังเปล่ากับถังเต็ม จากนั้นก็นำเอาถังมูลฝอยเต็มไปถ่ายมูลฝอยที่สถานที่กำจัดมูลฝอย เพื่อเตรียมการไปวางไว้ที่สถานที่ตั้งถังมูลฝอยจุดอื่น



รูปที่ 4-3 แผนผังการเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ (แลกเปลี่ยนถัง)

ที่มา: Tchobanoglous (1993)

(2) **ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่** (Stationary Container System, SCS)

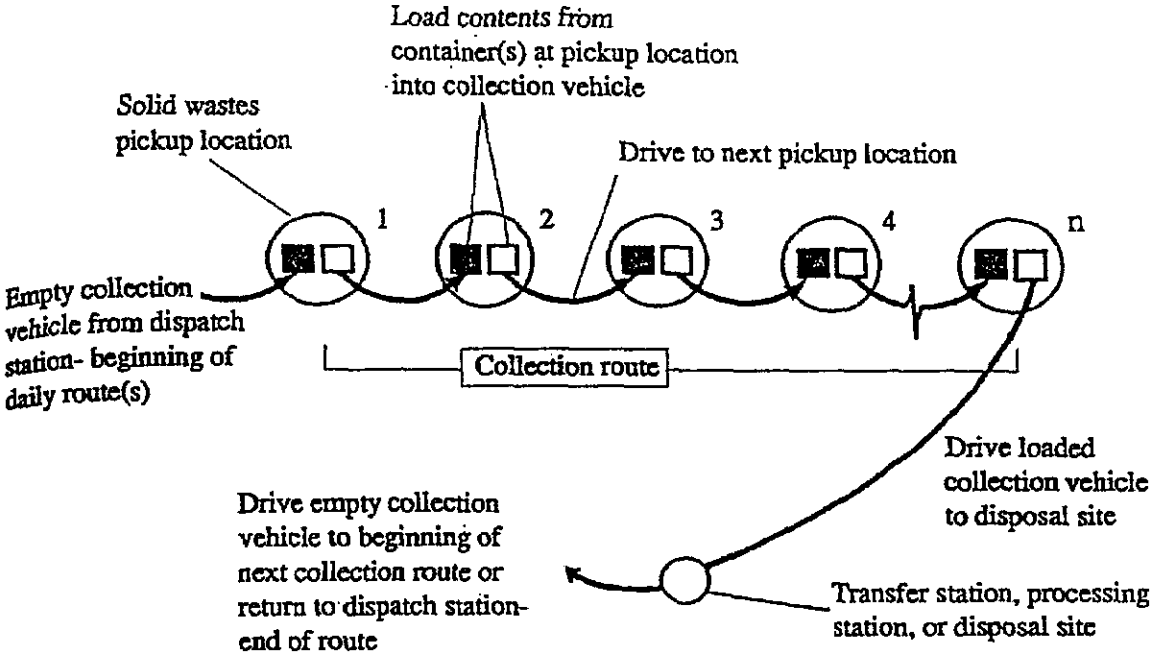
ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่ (รูปที่ 4-4) เป็นระบบที่ใช้รถเก็บขนมูลฝอย จะมีถังเก็บมูลฝอยขนาดใหญ่ และ อาจจะมีเครื่องอัดมูลฝอยติดตั้งไว้ด้วย ระบบการเก็บขนมูลฝอยแบบถังมูลฝอยคงที่จะมีอยู่ 2 ประเภท คือ

- ระบบการเก็บขนแบบถ่ายมูลฝอยอัตโนมัติ

ซึ่งจะใช้รถเก็บมูลฝอยที่มีอุปกรณ์ที่สามารถยกถังมูลฝอยขนาดใหญ่ถ่ายมูลฝอยลงสู่รถได้โดยอัตโนมัติ

- ระบบการเก็บขนแบบธรรมดา

ส่วนระบบการเก็บขนมูลฝอยแบบธรรมดา การถ่ายมูลฝอยลงสู่รถจะใช้พนักงานประจำรถเป็นผู้ขนถ่ายมูลฝอยลงสู่รถ



รูปที่ 4-4 แผนผังการเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่

ที่มา: Tchobanoglous (1993)

ในการเลือกวิธีการเก็บขนมูลฝอยอาจจะใช้วิธีเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการเก็บขนซึ่งจะสัมพันธ์กับระยะทางของการเก็บขนมูลฝอย จากสถานที่เก็บมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัดมูลฝอย โดยทั่วไประบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังมูลฝอยคงที่จะเหมาะสม ถ้าระยะทางระหว่างสถานที่เก็บมูลฝอยและสถานที่กำจัดมูลฝอยอยู่ไกลมาก ส่วนระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังมูลฝอยเคลื่อนที่จะเหมาะสมในกรณีที่สถานที่เก็บมูลฝอยกับสถานที่กำจัดมูลฝอยอยู่ไม่ไกลนัก นอกจากนี้ ปัจจัยอื่น เช่น สถานที่เก็บขน จำนวนคนงานเก็บขน ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญในการเลือกระบบเก็บขนที่เหมาะสมเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 4-2 ข้อดี และ ข้อเสียของระบบการเก็บขนมูลฝอยแบบถังมูลฝอยคงที่และเคลื่อนที่

ระบบเก็บขนมูลฝอย	ข้อดี	ข้อเสีย
ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ (Hauled Container System, HCS)	1) เหมาะสำหรับบริเวณที่มีมูลฝอยปริมาณมากและอยู่ใกล้กับสถานกำจัดมูลฝอย 2) ประหยัดเวลาในการขนถ่ายมูลฝอยที่บริเวณเก็บมูลฝอย 3) รถขนถังมูลฝอยมีราคาถูกกว่ารถเก็บขนมูลฝอยแบบมีถังเก็บ 4)ใช้พนักงานประจำรถน้อย (1-2 คน)	1) ต้องมีถังมูลฝอยที่เหมาะสมกับรถยกถังมูลฝอย 2) ค่าใช้จ่ายสูง ถ้าบริเวณที่เก็บมูลฝอยหลายจุดอยู่ห่างบริเวณที่เก็บมูลฝอยหลายจุดอยู่ห่างบริเวณที่กำจัดมูลฝอย 3) ถังมูลฝอยมีราคาสูง 4) ไม่เหมาะกับบริเวณที่คับแคบ เช่น ตรอก ซอยแคบ ๆ
ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่ (Stationary Container System, SCS)	1) เหมาะสำหรับบริเวณที่มีจุดเก็บมูลฝอยกระจัดกระจาย 2) ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเก็บขน ถ้าระยะทางระหว่างจุดเก็บมูลฝอยห่างจากสถานที่กำจัดมูลฝอยมาก	1) ค่ารถเก็บขนมูลฝอยมีราคาสูงกว่าระบบถังมูลฝอยแบบเคลื่อนที่ 2)ค่าใช้จ่ายสูงกว่าระบบ HCS ถ้าบริเวณที่เก็บมูลฝอยอยู่ใกล้สถานที่กำจัดมูลฝอย 3) ใช้พนักงานประจำรถ 4) เส้นทางในการขนถ่ายมูลฝอยนานกว่า HCS

ที่มา: สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์

การกำหนดเส้นทางในการเก็บขนมูลฝอย

(1) การพิจารณาการวางเส้นทางรถเก็บขนมูลฝอย

การวางเส้นทางรถเก็บขนมูลฝอยเป็นปัจจัยสำคัญในการจัดเก็บกำจัดมูลฝอย โดยทั่วไปแล้วการวางเส้นทางรถเก็บขนมูลฝอยจะทำได้โดยการทดลองวางเส้นทางที่เหมาะสมหลาย ๆ ครั้ง (Trial and Errors) ดังนั้น การวางเส้นทางรถเก็บขนมูลฝอยจึงไม่มีกฎเกณฑ์ที่ตายตัว การวางเส้นทางรถเก็บขนมูลฝอยจะขึ้นอยู่กับองค์ประอบหลายประการ ซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่จะทำการเก็บมูลฝอย

อย่างไรก็ตาม ในการเก็บมูลฝอย องค์ประกอบที่ควรนำมาพิจารณาการวางเส้นทางรถเก็บขนมูลฝอย ได้แก่

1) กฎระเบียบของบริเวณที่จะทำการเก็บมูลฝอย เช่น จุดที่จะทำการเก็บมูลฝอย กฎจราจร ความถี่ของการเก็บมูลฝอย

2) สภาพปัจจุบันของรถเก็บขนมูลฝอย ประเภทของรถเก็บขนมูลฝอย จำนวนพนักงานเก็บขนมูลฝอย
3) ในการวางเส้นทางรถเก็บขนมูลฝอย ควรกำหนดให้จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการเก็บขนมูลฝอยอยู่ใกล้กับถนนใหญ่
4) ถ้าพื้นที่เก็บมูลฝอยเป็นเนินเขา การเก็บมูลฝอยควรเริ่มต้นบนที่สูงลงมายังบริเวณต่ำกว่า
5) ควรวางเส้นทางให้จุดสุดท้ายของการเก็บมูลฝอยอยู่ใกล้พื้นที่กำจัดมูลฝอยมากที่สุด
6) ควรเก็บมูลฝอยในบริเวณที่มีจราจรติดขัดในเวลาเช้าตรู่เพื่อหลีกเลี่ยงการจราจรหนาแน่น
7) ในบริเวณที่มีปริมาณมูลฝอยมาก ควรทำการเก็บมูลฝอยในช่วงแรกของวันที่ทำการเก็บมูลฝอย
8) สำหรับบริเวณที่ปริมาณมูลฝอยน้อย และมีจุดเก็บมูลฝอยกระจัดกระจายและมีความถี่ของการเก็บมูลฝอยเหมือนกัน ควรทำการเก็บมูลฝอยที่จุดเก็บมูลฝอยเหล่านี้ภายใน 1 เที่ยวเก็บ และในวันเดียวกัน

(2) การกำหนดเส้นทางเก็บขนมูลฝอย

ขั้นตอนในการกำหนดเส้นทางรถเก็บมูลฝอย มีดังนี้

1) จัดเตรียมแผนที่และข้อมูลของบริเวณที่จะจัดเก็บมูลฝอย
2) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำตารางสรุปข้อมูล
3) กำหนดเส้นทางขั้นต้นลงบนแผนที่
4) ทำการปรับปรุงเส้นทางเก็บมูลฝอย ให้ได้เส้นทางเก็บมูลฝอยที่สมดุลที่สุด (Balance Route)

รายละเอียดแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จัดเตรียมแผนที่ซึ่งมีสเกลที่พอเหมาะของบริเวณที่จะทำการเก็บมูลฝอย และใส่ข้อมูลที่จำเป็นในการวางเส้นทาง ได้แก่ จุดที่จะทำการเก็บมูลฝอย จำนวนถังมูลฝอย ความถี่ของการเก็บ และ ในกรณีที่เป็นระบบเก็บมูลฝอยแบบถังมูลฝอยคงที่ (Stationary Container System) ก็จะต้องประมาณปริมาณมูลฝอยที่จะเก็บ ณ แต่ละจุดเก็บ ในการเขียนข้อมูลลงบนแผนที่จะใช้สัญลักษณ์ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการกำหนดเส้นทางเก็บขนมูลฝอย

ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่	ระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่
$\frac{F}{N}$	$\frac{SW}{N/F}$

F = ความถี่ของการเก็บมูลฝอย

N = จำนวนถังมูลฝอย

SW = ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น ที่แต่ละจุดเก็บมูลฝอย

สำหรับระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังมูลฝอยเคลื่อนที่ ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นแต่ละจุดจะไม่มีผลโดยตรงกับการวางเส้นทาง แต่สำหรับถังมูลฝอยคงที่ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นจะมีผลต่อจำนวนถังมูลฝอยที่รถเก็บขนมูลฝอยสามารถจะถ่ายมูลฝอยได้ต่อเที่ยว

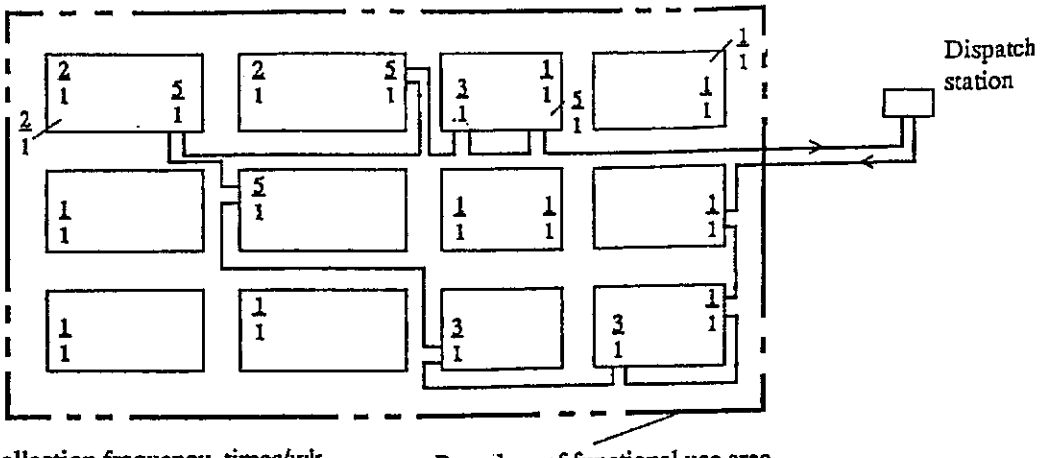
ขั้นตอนที่ 2, 3 และ 4 สำหรับระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังเคลื่อนที่ (ดูรูปที่ 5-4)

ขั้นตอนที่ 2 ทำการสรุปจำนวนของจุดที่จะทำการเก็บมูลฝอยที่จะรับความถี่ของการให้บริการเท่ากัน และ สรุปจำนวนของจุดเก็บมูลฝอยที่ได้รับความถี่ของการบริการเก็บขนที่เท่ากับในแต่ละวัน

ขั้นตอนที่ 3 ทำการวางเส้นทางเก็บขนมูลฝอยขั้นต้น จากที่เก็บรถเก็บขนมูลฝอยโดยให้จุดเริ่มต้น และสิ้นสุดของเส้นทางอยู่ใกล้สถานีเก็บรถเก็บขนมูลฝอยมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 4 เมื่อทำการวางเส้นทางขั้นต้นแล้ว ทำการคำนวณระยะทางเฉลี่ยในการเก็บขน เพื่อที่จะให้ระยะทางของแต่ละทางใกล้เคียงกันที่สุด ถ้าระยะทางของแต่ละเส้นทางเก็บขนต่างกันมากเกินไปก็จะต้องทำการปรับเส้นทางใหม่

ในการวางเส้นทางเก็บขนมูลฝอย ลักษณะของบริเวณเก็บมูลฝอยอาจจะแตกต่าง และมีความยากในการวางเส้นทางมาก แต่หลักการในการวางเส้นทางเก็บขนก็จะเป็นลักษณะเดียวกัน



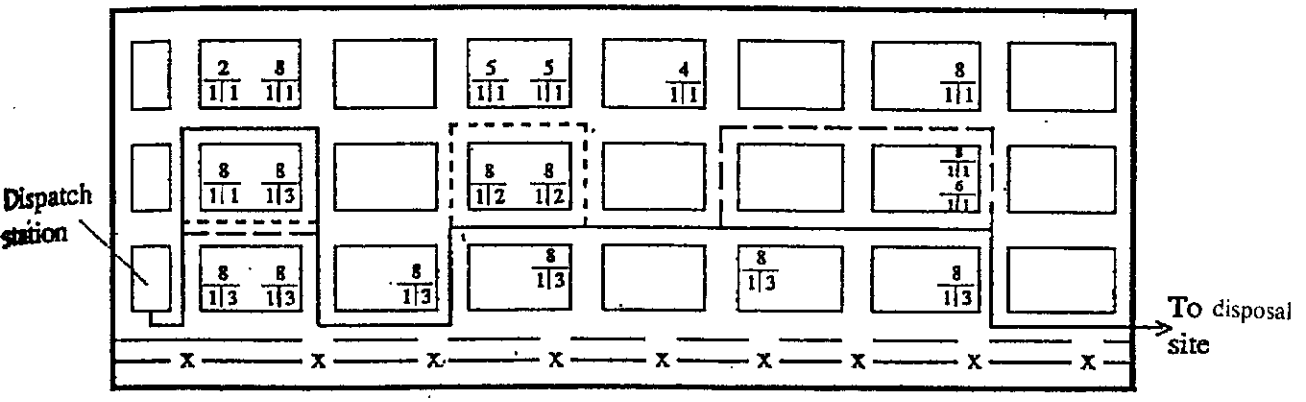
รูปที่ 4-4 แผนผัง กำหนดเส้นทางสำหรับระบบเก็บขนแบบถังเคลื่อนที่

ขั้นตอนที่ 2, 3 และ 4 สำหรับระบบเก็บขนมูลฝอยแบบถังคงที่ (ดูรูปที่ 5-5)

ขั้นตอนที่ 2 ประเมินปริมาณของมูลฝอยที่จะเก็บขนในแต่ละวัน ประกอบกับขนาดของรถเก็บขนมูลฝอย และ ความถี่ของการให้บริการเก็บขนแต่ละจุดเก็บขน

ขั้นตอนที่ 3 วางเส้นทางเก็บขนมูลฝอยเริ่มจากสถานีเก็บรถเก็บขนมูลฝอย และให้จุดสุดท้ายของการเก็บขนแต่ละเที่ยวอยู่ใกล้สถานที่กำจัดมูลฝอยมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 4 เมื่อทำการวางเส้นทางขั้นต้นแล้ว และทำการตรวจเช็คระยะทางการเก็บขนในแต่ละวันให้ใกล้เคียงกัน ตลอดจนปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนในแต่ละวันจะต้องใกล้เคียงกัน ถ้าระยะทางและปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนแตกต่างกันมากก็จะต้องทำการเปลี่ยนเส้นทางในการเก็บขน



SW / N/F	SW	Amount of solid wastes, yd3/ trip
	N	Number of containers
	F	Collection frequency, times/ wk
———		Collection route for Monday
- - - - - - -		Route change for Wednesday
----------		Route change for Friday

รูปที่ 4-5 แผนผัง กำหนดเส้นทางสำหรับระบบเก็บขนแบบถังคงที่

ในการเก็บขนมูลฝอยของชุมชน สิ่งที่ควรนำมาพิจารณาในการเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บขนให้เข้ารูปแบบของการให้บริการ การเก็บขนมูลฝอย วิธีการเก็บขนมูลฝอย และ การกำหนดเส้นทางในการเก็บขนมูลฝอยการเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บขนมูลฝอย จะทำให้ระยะเวลาในการเก็บขนมูลฝอยลดน้อยลง ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเก็บขน ตลอดจนอุปกรณ์ในการเก็บขนมูลฝอย

เทคนิคที่ช่วยส่งเสริมให้การเก็บขนมูลฝอยมีประสิทธิภาพ

การจัดเส้นทางการเดินรถเก็บขนมูลฝอยให้ถูกต้องเหมาะสม เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะช่วยให้การเก็บขนมูลฝอยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ประเทศที่พัฒนาแล้วหลายแห่งได้นำเทคนิคในการจัดเส้นทางการเก็บขนมูลฝอยมาใช้ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย และ สามารถขยายขอบเขตของการปฏิบัติงานครอบคลุมพื้นที่เพิ่มมากขึ้นด้วย

ในการจัดและปรับปรุงเส้นทางการเก็บขนมูลฝอยนั้นควรกระทำเมื่อชุมชนมีการขยายตัวออกไป ทำให้พื้นที่ที่จะต้องรับผิดชอบในการเก็บขนขยะเพิ่มมากขึ้น ซึ่งถ้าไม่ปรับปรุงเส้นทางของการเก็บขนใหม่ก็จะทำให้รถเก็บขนขยะบางคันต้องรับภาระในพื้นที่และระยะทางเพิ่มมากขึ้น ซึ่งต้องใช้เวลาในการทำงานเพิ่มมากขึ้นด้วย ทำให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันในการทำงานหรือในกรณีที่มีรถเก็บขนมูลฝอยบางคันต้องวิ่งทับเส้นทางการเก็บขนมูลฝอยของรถคันอื่น ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายโดยเปล่าประโยชน์ ในการจัดเส้นทางเก็บขนมูลฝอยให้มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องให้รถทุกคัน/ พนักงานทุกคนมีเวลาในการทำงาน และพื้นที่ที่รับผิดชอบในการเก็บขนมูลฝอยทัดเทียมกัน ไม่มีการได้เปรียบหรือเสียเปรียบกันมากเกินไป ถ้ามีเหตุการณ์เกิดขึ้นดังที่กล่าวมานั้นก็ควรจะได้จัดและปรับปรุงเส้นทางเก็บขนมูลฝอยเสียใหม่ให้เหมาะสม

การจัดเส้นทางเดินรถสำหรับเก็บขนมูลฝอยที่จะให้มีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้ความรู้ทางวิชาการมาประยุกต์ให้เหมาะสม หรืออาจเรียกง่าย ๆว่าเทคนิค ซึ่งมีเทคนิคหลายอย่างที่ถูกนำมาใช้ในการจัดเส้นทางการเก็บขนมูลฝอย

Heuristic Technique เป็นวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้ความสามารถของบุคคลประกอบกับประสบการณ์หลักธรรมดา และ กฎเกณฑ์อื่น ๆที่มีอยู่ มาพัฒนาการดำเนินงานจนให้เป็นที่ยอมรับ โดยทั่วไปแล้วจะใช้วิธีการของ Heuristic ในกรณีที่สภาวะไม่เอื้ออำนวยต่อการใช้วิธีการอย่างอื่นที่ยุ่งยากสลับซับซ้อน การนำเทคนิค Heuristic มาใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนมูลฝอยนั้นเรียกว่า Heuristic Routing ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1) พิจารณาเส้นทางของการเก็บขนมูลฝอยทั้งหมดตั้งแต่ออกจากสำนักงานไปจนถึงแหล่งกำจัดอย่างคร่าว ๆ (Macro-routing) เพื่อจะได้นำมาประกอบในการจัดเส้นทางใหม่ให้เหมาะสม ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับส่วนนี้ได้แก่ ระยะเวลาและระยะทางในการเก็บขนแต่ละจุด และ ทั้งหมด รวมทั้งระยะทางและเวลาในการเดินทางกลับจากสถานที่กำจัด รวมทั้งจำนวนพนักงาน/ คนงาน และ ขนาดความจุของรถแต่ละคัน

2) แบ่งพื้นที่ของการเก็บขนออกเป็นเขต ๆ สำหรับรถแต่ละคันโดยให้มีขนาดของพื้นที่และปริมาณงานในการเก็บขนมูลฝอยทัดเทียมกัน (Districting and route balancing) อย่าให้มีการได้เปรียบหรือเสียเปรียบกันมากเกินไป

3) ยกเอาพื้นที่แต่ละเขตตามที่แบ่งไว้แล้วในข้อ 2 นั้นมาปรับและจัดเส้นทางการเดินรถใหม่ให้เหมาะสม (Micro-routing) ตามหลัก Heuristic ซึ่งในส่วนนี้จะต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการเก็บขนมูลฝอยของรถแต่ละคันในแต่ละวันเส้นทางใดบ้างที่รถต้องวิ่งผ่านไปโดยไม่มีการเก็บขนมูลฝอย ช่วงใดของถนนที่รถต้องเลี้ยวขวา เลี้ยวกลับ หรือมีจราจรคับคั่งและต้องเก็บขนมูลฝอยในชั่วโมงเร่งด่วน รวมทั้งการเสียเวลาอื่น ๆ

พื้นที่ที่แบ่งซอยออกมาเป็นเขต ๆนั้น หากมีเส้นทางของการเดินรถมากเกินไป หรือไม่สะดวกแก่การเดินรถ เช่น เป็นตรอก ซอย ทางแคบ ทางตัน หรือมีประชาชนอาศัยอยู่จำนวนเล็กน้อย ไม่คุ้มกับการที่จะนำรถบรรทุกขนาดใหญ่เข้าไปเก็บขนก็ให้พิจารณาปรับเส้นทางเสียใหม่ให้การเดินรถเก็บขนเป็นไปอย่างสะดวกยิ่งขึ้น ส่วนที่เป็นตรอก เป็นซอย ทางตัน ฯลฯ ก็อาจใช้

วิธีการจัดถังรองรับมูลฝอยรวมไว้ใกล้จุดที่รถผ่าน หรือให้มีรถเข็นขนาดเล็กไปเก็บขนมาใส่รถใหญ่อีกทีหนึ่งก็ได้

หลัก Heuristicในการจัดแบ่งเส้นทางเก็บขนมูลฝอย

- เส้นทางเดินรถเก็บขนมูลฝอยไม่ควรแบ่งซอยให้มากเกินไป ถ้ามีเส้นทางย่อย ๆมากก็ให้ปรับเสียใหม่ รถแต่ละคันควรจะให้รับผิดชอบในการเก็บขนมูลฝอยในพื้นที่หนึ่งพื้นที่ใดโดยเฉพาะ ถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องเก็บขนในพื้นที่ส่วนอื่นก็ต้องจัดให้ในส่วนที่มีพื้นที่อยู่ใกล้ชิดติดกัน อย่ากระโดดข้ามไปพื้นที่ส่วนอื่นที่อยู่ไกลออกไป นอกจากนั้นเส้นทางในการเดินรถก็ต้องไม่ให้ไปทับกับเส้นทางของรถคันอื่นด้วย
- เวลาที่ใช้ในการเก็บขนมูลฝอยของรถแต่ละคัน ควรให้มีกำหนดที่แน่นอนและให้ทัดเทียมกันทุกคัน หรือหากจะแตกต่างกันไปบ้างก็อย่าให้มากนัก
- จุดเริ่มต้นในการเก็บขนมูลฝอย ควรให้อยู่ใกล้สำนักงานหรือโรงเก็บรถให้มากที่สุด
- หลีกเลี่ยงการเก็บขนมูลฝอยสำหรับเส้นทางที่มีการจราจรคับคั่งในชั่วโมงเร่งด่วน
- ในกรณีที่เป็นเส้นทางเดินรถทางเดียว (One way) ควรเริ่มต้นเก็บขนมูลฝอยจากหัวถนนซึ่งเป็นที่สูง
- การเก็บขนมูลฝอยในเส้นทางที่เป็นทางตัน จะต้องพิจารณาเสียก่อนว่าจะเก็บขนโดยวิธีการใดจึงจะเหมาะสม เช่น อาจให้มีรถเข็นไปเก็บขนมูลฝอยออกมารอไว้ที่ทางรถผ่านจุดใดจุดหนึ่ง หรือนำมาใส่ภาชนะรวมไว้ หรือจะให้รถบรรทุกใหญ่เข้าไปเก็บขนถึงสุดถนนแล้วจึงเลี้ยวกลับออกมา วิธีใดจะสะดวกและประหยัดมากกว่าก็ให้ใช้วิธีนั้น
- ถ้าพื้นที่ในส่วนที่เก็บขนมูลฝอยนั้นเป็นเนินสูง ควรเก็บขนมูลฝอยในขณะที่รถลงเนินและ เก็บทั้งสองข้างถนนไปในเวลาเดียวกัน
- ในกรณีที่เก็บขนมูลฝอยจากด้านเดียวของถนน การเดินรถควรเป็นแบบทวนเข็มนาฬิกา ซึ่งจะได้เก็บขนมูลฝอยจากด้านซ้ายของถนนตลอดไป และ หลีกเลี่ยงการที่จะต้องเลี้ยวขวา ซึ่งทำให้ล่าช้า และกีดขวางการจราจร นอกจากนั้นเมื่อขับรถทางด้านซ้ายของถนน การเลี้ยวซ้ายจะมีความปลอดภัยมากกว่าอีกด้วย
- การเก็บมูลฝอยจากทั้งสองข้างของถนนในเวลาเดียวกัน ควรใช้เฉพาะในช่วงของถนนที่เห็นว่าพนักงานเก็บขนมูลฝอยจะมีความปลอดภัยเพียงพอ และไม่ควรให้มีจุดเก็บขนมูลฝอยอยู่ใกล้ทางแยกที่ถนนตัดกัน

พื้นที่ที่มีลักษณะเฉพาะเป็นพิเศษไม่เหมือนพื้นที่อื่น ๆก็อาจจัดวิธีการเก็บขนมูลฝอยให้เป็นพิเศษ ซึ่งต้องพิจารณาเป็นราย ๆไป

ผู้ที่ทำการจัดเส้นทางเดินรถเก็บขนมูลฝอยตามหลักเกณฑ์ข้างต้นแล้ว เมื่อได้ใช้งานไปสักระยะหนึ่งก็จะทำให้เห็นได้ว่า การเดินรถของแต่ละส่วนของพื้นที่จะมีลักษณะเฉพาะของมันเอง ทั้งจะทราบได้ว่าเส้นทางไหนเก็บขนได้ดีมีประสิทธิภาพ รวมทั้งได้เห็นลักษณะและวิธีการเก็บขนของรถแต่ละคันในแต่ละพื้นที่อย่างชัดเจน

การเปลี่ยนแปลงเส้นทางการเก็บขนมูลฝอยจากที่เคยกระทำอยู่แต่เดิมนั้นอาจมีเสียงคัดค้านหรือไม่เห็นด้วย จากกลุ่มบุคคลบางกลุ่มหรือบางส่วน ดังนั้นจึงเป็นการจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำความเข้าใจกับบุคคลต่าง ๆเหล่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งบุคคล 3 กลุ่ม ได้แก่ ทีมเจ้าหน้าที่ในหน่วยงานซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยนั้น พนักงานเก็บขนมูลฝอย รวมทั้งพนักงานขับรถบรรทุกมูลฝอย และ ประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่นั้น ๆ โดยชี้ให้เห็นถึงรูปแบบของการเปลี่ยนแปลง ข้อดี และผลประโยชน์ที่จะได้รับจากการเปลี่ยนแปลงนั้น

การกำหนดประเภทและจำนวนอุปกรณ์เก็บขนมูลฝอย

การกำหนดประเภทและจำนวนอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บขนมูลฝอย เป็นอีกขั้นตอนสำคัญในการวางแผนการจัดการมูลฝอย ทั้งนี้เนื่องจากจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบการเก็บขนมูลฝอย กล่าวคือ จะมีผลต่อปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนได้รวมทั้งจำนวนประชากรและบ้านเรือนที่ได้รับบริการ ตลอดจนเวลาและค่าใช้จ่ายต่าง ๆที่ใช้ในการดำเนินงาน ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บขนมูลฝอยจึงควรจะต้องมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพท้องถิ่น อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บขนมูลฝอยจะมีทั้ง อุปกรณ์ที่ใช้เก็บรวบรวมมูลฝอย (ได้กล่าวถึงแล้วในส่วนของการเก็บรวบรวมมูลฝอย) และ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บขนมูลฝอย เช่น รถยนต์เก็บขนมูลฝอย ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงการพิจารณาเลือก และ กำหนดจำนวนรถยนต์เก็บขนมูลฝอย ซึ่งมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการเก็บขนมูลฝอยมาก

การเลือกประเภทรถยนต์เก็บขนมูลฝอย

ประเภทของรถยนต์เก็บขนมูลฝอย รถยนต์เก็บขนมูลฝอยที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีหลายประเภทและหลายขนาดความจุ ได้แก่

1) รถยนต์เก็บขนมูลฝอยประเภทธรรมดาเปิดข้าง (Non- Compaction Side Loading Truck) เป็นรถยนต์เก็บขนมูลฝอยซึ่งมีตัวถังสำหรับบรรทุกมูลฝอยที่ไม่มีเครื่องจักรกลใด ๆช่วยในการอัดมูลฝอยให้แน่น และด้านข้างของตัวถังมีช่องสำหรับเปิด-ปิด เมื่อต้องการนำมูลฝอยมาเทลงในตัวถังรถและเมื่อนำมูลฝอยไปกำจัดก็สามารถเทมูลฝอยจากด้านท้ายของตัวถังรถ ความจุตัวถังที่นิยมใช้มีตั้งแต่ 7.5- 12 ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 4-6)

รูปที่ 4-6 รถยนต์เก็บขนมูลฝอยประเภทธรรมดาเปิดข้าง ที่มา: กรุงเทพมหานคร

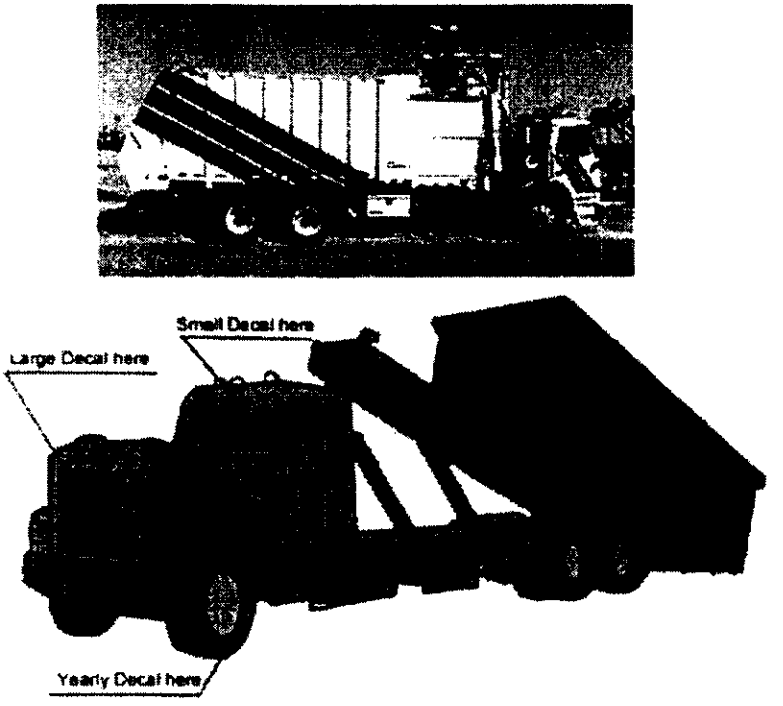
2) รถยนต์เก็บขนมูลฝอยประเภทมีเครื่องอัดมูลฝอย (Compaction Truck)

เป็นรถยนต์เก็บขนมูลฝอยซึ่งมีตัวถังสำหรับบรรทุกมูลฝอยที่มีเครื่องอัดมูลฝอยช่วยในการอัดให้มูลฝอยมีความหนาแน่นมากขึ้นกว่าปกติ ทำให้สามารถบรรจุมูลฝอยได้มากขึ้น(รูปที่ 4-7) ความจุตัวถังรถที่นิยมใช้มีขนาดตั้งแต่ 5-8 ลูกบาศก์เมตร

รูปที่ 4-7 รถยนต์เก็บขนมูลฝอยประเภทมีเครื่องอัดมูลฝอย

3) รถยนต์เก็บขนมูลฝอยประเภทบรรทุกคอนเทนเนอร์ (Container Hauling Truck)

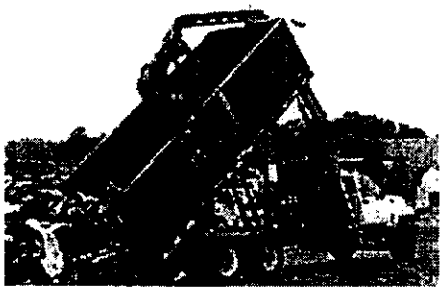
เป็นรถยนต์เก็บขนมูลฝอยที่ใช้สำหรับการยกเคลื่อนย้ายถังคอนเทนเนอร์บรรจุมูลฝอยซึ่งนำไปตั้งรองรับมูลฝอยตามจุดต่างๆ (รูปที่ 4-8)



รูปที่ 4-8 รถยนต์เก็บขนมูลฝอยประเภทบรรทุกคอนเทนเนอร์

4) รถยนต์เก็บขนมูลฝอยประเภทบรรทุกเทท้าย (Dumping Truck)

เป็นรถยนต์เก็บขนมูลฝอยที่มีกระบะบรรทุกเปิดโล่งซึ่งส่วนใหญ่จะใช้สำหรับเก็บขนมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่ เช่น กิ่งไม้ เศษวัสดุก่อสร้าง เป็นต้น (รูปที่ 4-9)

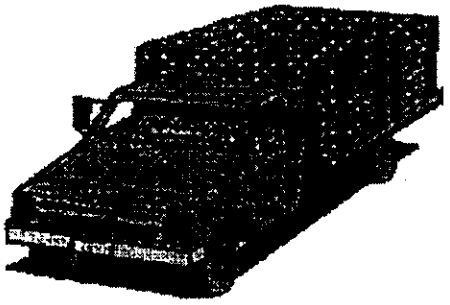


รูปที่ 4-9 รถยนต์เก็บขนมูลฝอยประเภทบรรทุกเทท้าย

ที่มา: KEVIN FOSTER LANGSTON

5) รถยนต์เก็บขนมูลฝอยประเภทกระบะเล็ก (Pick up and Agricultural Truck)

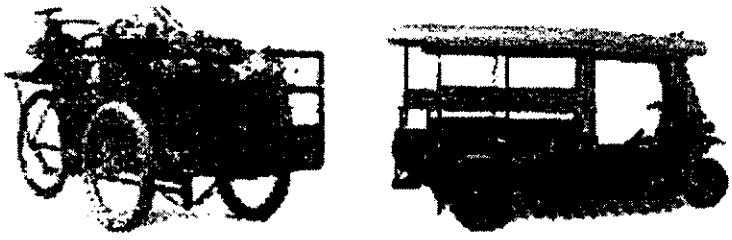
เป็นรถยนต์เก็บขนมูลฝอยที่นำรถกระบะบรรทุกขนาดเล็กหรือรถบรรทุกที่ใช้ในการเกษตรมาปรับปรุงต่อเติมกระบะให้เป็นตัวถังประเภทธรรมดาเปิดข้าง เพื่อใช้สำหรับบรรจุมูลฝอย



รูปที่ 4-10 รถยนต์เก็บขนมูลฝอยประเภทกระบะเล็ก

6) รถยนต์เก็บขนมูลฝอยที่ดัดแปลงจากรถสามล้อเครื่อง (Motor Tricycle Truck)

เป็นรถสามล้อเครื่องที่ช่วงหลังทำเป็นตัวถังสำหรับบรรจุมูลฝอย มีขนาดความจุไม่มากนัก รถยนต์เก็บขนมูลฝอยประเภทนี้มีใช้แพร่หลายในแถบเอเชีย เช่น เมืองไซง่อน สำหรับในประเทศไทยก็ได้มีการนำรถสามล้อเครื่องมาดัดแปลงใช้ในการเก็บขนมูลฝอยตามชอยต่าง ๆแล้วเช่นกัน



รูปที่ 4-10 รถซาเล้ง และ รถสามล้อเครื่องดัดแปลงเพื่อการใช้งานต่าง ๆ

ตารางที่ 4-4 เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย ของรถยนต์เก็บขนมูลฝอยประเภทต่าง ๆ

ประเภทรถ	ข้อดี	ข้อเสีย
รถยนต์เก็บขนฯประเภทธรรมดาเปิดข้าง	- ปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนได้ขึ้นอยู่กับขนาดความจุของรถ - ใช้เก็บขนมูลฝอยได้ทุกประเภท - ราคาไม่แพง - การซ่อมบำรุงทำได้ง่าย - พนักงานเก็บขนฯลดการเสี่ยงต่อการถูกรถชนขณะปฏิบัติงาน	- ใช้พนักงานเก็บขนฯมาก - ระดับยกเทมูลฝอยใส่ตัวถังค่อนข้างสูงทำให้เสียเวลาและแรงงาน - หากระยะทางขนส่งไกลจะไม่คุ้มค่าใช้จ่าย
รถยนต์เก็บขนฯประเภทมีเครื่องอัดมูลฝอย	- สามารถบรรจุมูลฝอยได้ปริมาณมาก - พนักงานสามารถทำงานได้เร็วเนื่องจากระดับยกเทต่ำ - ใช้พนักงานเก็บขนฯน้อย - เหมาะสำหรับเก็บขนฯในย่านธุรกิจการค้า หรือบริเวณที่มีประชาชนอาศัยหนาแน่น	- ราคาของรถยนต์แพง - การซ่อมบำรุงค่อนข้างยุ่งยากและมีค่าใช้จ่ายสูง - มูลฝอยจากชุมชนส่วนใหญ่เป็นพวกเศษอาหาร ซึ่งสามารถอัดให้มีปริมาณลดลงได้น้อยและมีความชื้นสูง ทำให้ตัวถังผุกร่อนเร็ว
รถยนต์เก็บขนฯประเภทบรรทุกคอนเทนเนอร์	- สามารถบรรจุมูลฝอยได้ปริมาณมาก - ใช้พนักงานเก็บขนฯน้อย - พนักงานเก็บขนฯไม่ต้องสัมผัสกับมูลฝอยมาก - ลดปัญหาการคัดแยกมูลฝอยขณะปฏิบัติงาน	- ราคารถยนต์และถังคอนเทนเนอร์แพง - เหมาะสำหรับเก็บขนมูลฝอยปริมาณมากและมีจำนวนหลายแห่งอยู่ในบริเวณไม่ห่างกันมากนัก
รถยนต์เก็บขนฯประเภทบรรทุกเทท้าย	- เก็บขนได้ปริมาณน้อย - เหมาะสำหรับเก็บขนมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่ เช่น กิ่งไม้	- ตัวถังเปิดโล่ง ทำให้มูลฝอยปลิวกระจัดกระจายและส่งกลิ่นเหม็นรบกวนขณะขนส่ง - ระดับยกเทมูลฝอยใส่ตัวถังสูง - ค่าใช้จ่ายเมื่อเทียบกับปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนได้จะสูงมาก

ที่มา: สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกประเภทรถยนต์เก็บขนมูลฝอย

การจะเลือกใช้รถยนต์เก็บขนมูลฝอยประเภทใดจึงจะมีความเหมาะสมนั้น จะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) ปริมาณ และ ลักษณะของมูลฝอยที่ต้องเก็บขน

2) วิธีการเก็บขนมูลฝอยที่ใช้ เช่น การเก็บรวบรวมโดยถังคอนเทนเนอร์ จะต้องใช้รถยนต์เก็บขนมูลฝอย ที่ออกแบบสำหรับบรรทุกคอนเทนเนอร์ด้วย

3) ค่าใช้จ่ายของรถยนต์เก็บขนมูลฝอย

4) สภาพพื้นที่ที่ให้บริการ เช่น การเก็บขนมูลฝอยในบริเวณถนน หรือ ซอยแคบ การใช้รถยนต์เก็บขนมูลฝอยขนาดเล็กจะมีความคล่องตัวมากกว่ารถยนต์เก็บขนฯขนาดใหญ่

5) จำนวนพนักงานเก็บขนมูลฝอยประจำรถ

6) ระยะทางและวิธีการขนส่งมูลฝอย

รถยนต์เก็บขนมูลฝอยมีหลายประเภท แต่ไม่ว่าจะเลือกใช้ประเภทใดก็ควรจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

- ตัวถังสำหรับบรรจุมูลฝอย ควรมีลักษณะปกปิดมิดชิด เพื่อป้องกันการปลิวและตกหล่นของมูลฝอยขณะรถวิ่ง
- ระดับที่ยกเทมูลฝอยใส่ในตัวถังไม่ควรสูงมากเกินไป เพื่อให้พนักงานสามารถยกเทมูลฝอยได้
- มีลักษณะที่ทำความสะอาดได้ง่ายและมีมาตรการป้องกันการเกิดสนิมได้ง่ายด้วย
- ระบบการทำงานของรถยนต์ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และซ่อมบำรุงรักษาได้ง่าย

การคำนวณอุปกรณ์เก็บขนมูลฝอยที่ต้องการ

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการคำนวณจำนวนอุปกรณ์เก็บขนมูลฝอย ได้แก่

- ปริมาณมูลฝอย ได้แก่ ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น และ ปริมาณมูลฝอยที่จะทำการเก็บขน
- ประเภทและความจุของอุปกรณ์เก็บขนมูลฝอย
- ความถี่และจำนวนเที่ยวเก็บขน
- อายุการใช้งานของอุปกรณ์เก็บขนมูลฝอย

วิธีการคำนวณจำนวนอุปกรณ์เก็บขนมูลฝอย

การคำนวณจำนวนรถยนต์เก็บขนมูลฝอยที่ต้องการในแต่ละปี

จำนวนรถยนต์เก็บขนมูลฝอยที่ต้องการในแต่ละปีนั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณมูลฝอยที่จะต้องเก็บขน และปริมาณมูลฝอยที่รถยนต์เก็บขนฯสามารถเก็บขนได้ต่อคัน ดังนี้

$$N = Q / Q_i$$

เมื่อ N = จำนวนรถยนต์ที่เก็บขนฯที่ต้องการ (คัน/ ปี)

Q = ปริมาณมูลฝอยที่ต้องทำการเก็บขนทั้งหมดในแต่ละปี (ตัน/ ปี)

Q_i = ปริมาณมูลฝอยที่รถยนต์สามารถเก็บขนได้ต่อคัน (ตัน/ ปี)

จะเห็นได้ว่า ถ้าปริมาณมูลฝอยที่รถยนต์สามารถเก็บขนได้ต่อคันมีปริมาณมาก จำนวนรถยนต์เก็บขนฯที่ต้องการก็จะน้อยแต่ถ้าปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนได้ต่อคันน้อย ก็จำเป็นต้องใช้รถยนต์เก็บขนฯมากขึ้น ซึ่งปริมาณมูลฝอยที่รถยนต์เก็บขนฯสามารถเก็บขนได้ต่อคัน จะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ อาทิ ความจุของรถยนต์ จำนวนเที่ยวเก็บขน ประสิทธิภาพการเก็บขนของพนักงานที่เก็บขนมูลฝอย เป็นต้น

การคำนวณปริมาณขนมูลฝอยที่รถยนต์เก็บขนฯสามารถเก็บขนได้ต่อคัน

สามารถคำนวณได้โดยการกำหนดจำนวนเที่ยวเก็บขน วิธีนี้รถยนต์เก็บขนมูลฝอยจะต้องทำการเก็บขนมูลฝอยให้ได้จำนวนเที่ยวที่กำหนดไว้โดยไม่จำกัดว่าจะใช้เวลาในการปฏิบัติงานในแต่ละวันเป็นเท่าใดโดยมีวิธีการคำนวณ ดังนี้

$$Q = V \times f \times D \times t \times Wd$$

เมื่อ Q = ปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนได้ต่อปี (ตัน/ ปี)

V = ความจุของตัวถังรถ (ลูกบาศก์เมตร)

f = ร้อยละความจุของมูลฝอยสูงสุดที่สามารถใส่ในตัวถังรถ

D = ความหนาแน่นของมูลฝอยขณะขนส่ง (ตัน/ ลูกบาศก์เมตร)

T = จำนวนเที่ยวเก็บขนต่อวัน

W_d = จำนวนวันปฏิบัติงานต่อปี

การหาปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนได้ต่อเที่ยวนั้น สามารถหาได้อีกวิธีหนึ่ง ได้แก่การชั่งน้ำหนักรถยนต์เก็บขนมูลฝอย เพื่อหาน้ำหนักมูลฝอยที่เก็บขนได้จริงในแต่ละเที่ยวของรถยนต์เก็บขนฯแต่ละประเภทโดยขณะชั่งให้บันทึกปริมาณมูลฝอยในตัวถังว่ามีเป็นร้อยละเท่าใดของความจุตัวถังทั้งหมดด้วย เพื่อจะได้ทราบน้ำหนักมูลฝอยที่สามารถเก็บขนได้สูงสุดของรถยนต์เก็บขนแต่ละประเภท ซึ่งวิธีนี้จะได้ข้อมูลตัวเลขที่มีความเชื่อถือได้และถูกต้องมากกว่า

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในการดำเนินการจัดการมูลฝอย

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย และผลตอบแทนที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการเก็บขนมูลฝอย โดยมีจำนวนเงินเป็นตัวเปรียบเทียบ จะมีประโยชน์สำหรับผู้บริหารโดยสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ พิจารณาเลือกแนวทางในการดำเนินงานที่เหมาะสมได้ การลงทุนในกิจการต่าง ๆ ทั้งทางด้านการผลิตและการบริการส่วนใหญ่มักจะคำนึงถึงผลกำไรเป็นหลัก แต่เนื่องจากระบบการจัดการมูลฝอยเป็นบริการของรัฐที่ให้แก่ประชาชนจึงจะต้องมุ่งเน้นถึงการให้ความสะดวกแก่ประชาชนเป็นสำคัญ ดังนั้นผลตอบแทนที่ได้ในรูปของตัวเงินจึงต่ำ และ การประเมินผลตอบแทนก็ทำได้ค่อนข้างยาก เช่น ผลตอบแทนในด้านความสะอาดเป็นระเบียบเรียบร้อยของชุมชน ผลตอบแทนทางด้านสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ฯลฯ สำหรับค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดการ

มูลฝอย ส่วนใหญ่จะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ค่าลงทุน (Capital Cost) ได้แก่ ค่าจัดซื้ออุปกรณ์ ค่าสิ่งก่อสร้าง ฯลฯ และ ค่าดำเนินการ (Operation Cost) ได้แก่ ค่าแรงงาน ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ฯลฯ

ค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอย

ค่าใช้จ่ายในแต่ละปีที่ใช้ในการจัดการมูลฝอย จะประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- *ค่าใช้จ่ายในด้านบุคลากร*
- *ค่าเงินทดแทน*
- *ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้ออุปกรณ์ในการเก็บรวบรวมมูลฝอย*
- *ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง*
- *ค่าใช้จ่ายในการซ่อมและบำรุงรักษาอุปกรณ์*
- *ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด*

ค่าใช้จ่ายต่อตันมูลฝอย

ในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายนิยมวิเคราะห์ในรูปของค่าใช้จ่ายต่อหน่วยน้ำหนักมูลฝอยที่เก็บขนนำไปกำจัด ซึ่งหากสามารถจำแนกรายละเอียดของค่าใช้จ่ายได้มากเท่าใด ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ยิ่งขึ้น

$$A = \frac{M + C + F + R + O}{Q_y}$$

เมื่อ A = ค่าใช้จ่าย บาท/ ตัน

M = ค่าใช้จ่ายในด้านบุคลากรต่อปี

C = ค่าเงินทดแทนรถยนต์เก็บขนฯ และ เครื่องจักรกลต่าง ๆ ต่อปี

E = ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้ออุปกรณ์เก็บรวบรวมมูลฝอย ต่อปี

F = ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ต่อปี

R = ค่าใช้จ่ายในการซ่อมและบำรุงรักษาอุปกรณ์ ต่อปี

O = ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด ต่อปี

Q_y = จำนวนตันมูลฝอยที่เก็บขนนำไปกำจัดได้ ต่อปี

จากการศึกษา พบว่า เทศบาล/ สุขาภิบาลต่าง ๆจะมีค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอยตั้งแต่ 100-450 บาทต่อตันมูลฝอย หรือเฉลี่ยประมาณ 350 บาทต่อตันสำหรับเทศบาลขนาดใหญ่ (เช่น เชียงใหม่ พัทยา และ ชลบุรี) และ ประมาณ 225 บาท/ ตัน สำหรับเทศบาล/ สุขาภิบาล ขนาดกลาง โดยค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่จะเป็นค่าเก็บขนมูลฝอย

ข้อพิจารณาในการขนส่งโดยผ่านสถานีขนถ่ายมูลฝอย

สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย หมายความถึง สถานที่สำหรับถ่ายเทขยะมูลฝอยจากรถเก็บขนขยะมูลฝอย จากรถเก็บขนขยะมูลฝอยลงสู่พาหนะขนาดใหญ่ เพื่อขนส่งไปยังสถานที่แปรสภาพ หรือ กำจัดขยะมูลฝอย ลักษณะของสถานีขนถ่ายที่นิยมใช้ มี 3 แบบ ได้แก่

1) **Direct Discharge** เป็นสถานีขนถ่ายแบบที่รถยนต์เก็บขนมูลฝอยถ่ายเทมูลฝอยลงในตัวถังของพาหนะขนาดใหญ่โดยตรง โดยทำเป็นพื้นลาดเอียงยกระดับ เพื่อความสะดวกต่อการถ่ายเทมูลฝอย

2) **Storage Discharge** เป็นสถานีขนถ่ายแบบที่รถยนต์เก็บขนมูลฝอยนำมูลฝอยมาเทกองไว้ในที่พักมูลฝอยก่อนแล้วจึงใช้เครื่องจักรกลอื่น ๆช่วยในการตักมูลฝอยใส่ในพาหนะขนาดใหญ่อีกทอดหนึ่ง

3) **Combined direct and storage discharge** เป็นสถานีขนถ่ายแบบที่ผสมระหว่างการถ่ายเทโดยตรงและการกองไว้ในที่พัก คือ ในสถานีขนถ่ายมูลฝอยจะทำการถ่ายเทมูลฝอยทั้ง 2 แบบรวมอยู่ด้วยกัน

ประโยชน์ของการขนส่งผ่านสถานีขนถ่ายมูลฝอย

1) รถยนต์เก็บขนมูลฝอยไม่ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการวิ่งไป-กลับ สถานที่กำจัดซึ่งอยู่ไกลจากพื้นที่บริการมาก

2) รถยนต์เก็บขนมูลฝอยมีเวลาเก็บขนมูลฝอยได้มากขึ้น ทำให้สามารถขยายพื้นที่บริการหรือลดจำนวนรถยนต์ที่ต้องใช้ลงได้

3) ประหยัดค่าใช้จ่าย เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าซ่อมบำรุงรถยนต์ เป็นต้น

4) เอกชน หรือ หน่วยงานที่มีมูลฝอยมากและมีรถยนต์เก็บขนมูลฝอยของตนเองสามารถนำมูลฝอยมาเทยังสถานีขนถ่ายได้ ลดภาระในการเก็บขนของเทศบาล/ สุขาภิบาลได้ส่วนหนึ่ง

ค่าใช้จ่ายในการขนส่งโดยผ่านสถานีขนถ่ายมูลฝอย

จะมีค่าใช้จ่ายต่าง ๆเพิ่มขึ้น ได้แก่

1) ค่าที่ดิน และสิ่งก่อสร้างตัวสถานี รวมทั้งพาหนะสำหรับขนส่ง และ อุปกรณ์ต่าง ๆที่ใช้

2) ค่าจ้างพนักงาน รวมทั้งค่าซ่อมบำรุงอุปกรณ์ และ ค่าสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆในสถานีขนถ่าย

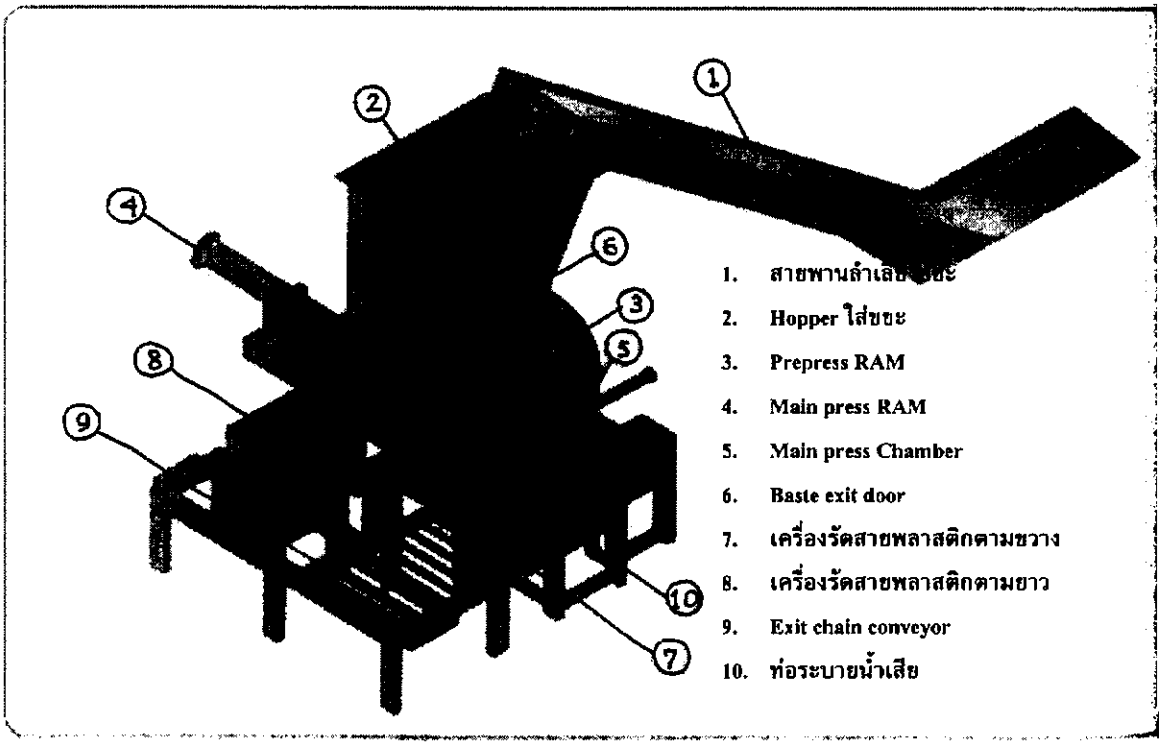
3) ค่าใช้จ่ายการขนส่งมูลฝอย

จากการศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (1986) พบว่า ถ้าสถานที่กำจัดมูลฝอยอยู่ไกลเกินกว่า 15 กิโลเมตร ควรจัดให้มีสถานีขนถ่ายมูลฝอยและขนส่งโดยใช้รถ เทย์เลอร์ ขนาดความจุ 30 ลูกบาศก์เมตร จะเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการถูกกว่าการใช้รถยนต์เก็บขนมูลฝอยขนส่งโดยตรง

การแปรสภาพขยะมูลฝอย

การแปรสภาพ (Processing) หมายความถึง การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะ หรือองค์ประกอบทางกายภาพ เคมี และ ชีวภาพ ของขยะมูลฝอยเพื่อให้มีความสะดวกและความปลอดภัยในการขนส่ง การนำกลับไปใช้ประโยชน์ การเก็บรวบรวม การกำจัด หรือการลดปริมาตร

รูปที่ 4-11 แสดงตัวอย่างของการ แยก และ แปรสภาพมูลฝอยด้วยเครื่องจักร
ที่มา: ควบคุมมลพิษ



รูปที่ 4-12 แสดงเครื่องอัดขยะมูลฝอย
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ

การพิจารณาเครื่องมือแปรสภาพขยะมูลฝอยสามารถเลือกใช้ได้ตามองค์ประกอบและลักษณะสมบัติขยะมูลฝอย ประเภทของแหล่งกำเนิด สถานที่ตั้งระบบ ซึ่งมีปัจจัยที่ควรพิจารณาดังนี้

- **ความสามารถในการทำงาน** : เครื่องมือจะช่วยทำงานอะไรบ้างให้ได้งานที่ดีขึ้นกว่าเดิม
- **ความเชื่อถือได้**: ต้องการบำรุงรักษามากน้อยเพียงไร
- **การบริการ** : การตรวจเช็คและซ่อมแซม สามารถทำได้เอง และการให้บริการหลังการขาย
- **ความปลอดภัย** : เครื่องมือมีระบบป้องกันอันตรายแก่ผู้ใช้งาน ซึ่งอาจเกิดการเลินเล่อหรือขาดความรู้ความเข้าใจ
- **ความสะดวกและง่ายในการใช้เครื่องมือประสิทธิภาพ** : เครื่องมือมีวิธีการใช้ง่ายและสะดวก มีกลไกควบคุมการทำงาน
- **ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม** : ไม่ก่อให้เกิดเสียงดัง กลิ่นรบกวน หรือมลพิษอื่น ๆ
- **ความสวยงาม** : เครื่องมือไม่ดูเทอะทะ ก่อความรำคาญให้กับสายตา
- **ค่าใช้จ่าย** : ต้องคำนึงถึงเงินลงทุนและค่าบำรุงรักษารายปีอยู่ในระดับราคาที่ยอมรับได้

ในการจัดการขยะมูลฝอย อาจจัดให้มีระบบที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการแปรสภาพขยะมูลฝอยคือ การเปลี่ยนแปลงสภาพลักษณะทางกายภาพเพื่อลดปริมาณเปลี่ยนรูปร่าง โดยวิธีคัดแยกเอาวัสดุที่สามารถหมุนเวียนใช้ประโยชน์ได้ออกมา วิธีการบดให้มีขนาดเล็กลง และวิธีอัดเป็นก้อนเพื่อลดปริมาตรของขยะมูลฝอยได้ร้อยละ 20-75 ของปริมาตรเดิมทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องมือและลักษณะของขยะมูลฝอย ตลอดจนใช้วิธีการห่อหุ้มหรือการผูกรัดก้อนขยะมูลฝอยให้เป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น ผลที่ได้รับจากการแปรสภาพมูลฝอยนี้ จะช่วยให้การเก็บรวบรวม ขนถ่าย และขนส่งได้สะดวกขึ้น สามารถลดจำนวนเที่ยวของการขนส่ง ช่วยให้ไม่ปลิวหล่นจากรถบรรทุก และช่วยรีดเอาน้ำออกจากขยะมูลฝอย ทำให้ไม่มีน้ำชะมูลฝอยรั่วไหลในขณะขนส่ง ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดขยะมูลฝอยโดยวิธีฝังกลบ โดยสามารถจัดวางซ้อนได้อย่างเป็นระเบียบจึงทำให้ประหยัดเวลา และค่าวัสดุในการกลบทับ และช่วยยืดอายุการใช้งานของบ่อฝังกลบได้อีกทางหนึ่งด้วย

ศัตรูของการเรียน..คือ..ความขี้เกียจ

บทที่ 5
การคัดแยกมูลฝอย และ การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่

การคัดแยกมูลฝอย (Solid Waste Separation)

การคัดแยกมูลฝอย หมายถึง การแยกมูลฝอยประเภทต่าง ๆ เช่น กระดาษ พลาสติก แก้วโลหะ ฯลฯ ออกจากกันโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ การคัดแยกอาจทำได้ 2 วิธี คือการแยกด้วยมือ และการแยกด้วยเครื่องมือหรือเครื่องจักรกล โดยทั่วไปแล้วการคัดแยกด้วยมือจะสามารถใช้ได้ทุกแห่งไม่ว่าจะเป็นบ้านพักอาศัยอาคารขนาดกลางหรือขนาดใหญ่ สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอย หรือสถานที่กำจัดมูลฝอย ในขณะที่การคัดแยกด้วยเครื่องจักรกลใช้กันในสถานที่ที่มีมูลฝอยปริมาณมาก วัสดุที่คัดแยกมีหลายประเภท ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของมูลฝอยและตลาดที่รับซื้อ วัสดุนิยมคัดจากแหล่งที่พักอาศัย เช่น กระดาษ หนังสือพิมพ์อะลูมิเนียมและแก้ว จากย่านพาณิชยกรรมและอุตสาหกรรม เช่น กล่องกระดาษ และกระดาษคุณภาพ โลหะ พลาสติก และจากสถานีขนถ่ายหรือสถานที่กำจัด เช่น โลหะ อะลูมิเนียม แก้ว เป็นต้น

การลดปริมาณขยะมูลฝอยให้ได้ผลดีต้องเริ่มต้นที่การคัดแยกขยะมูลฝอยก่อนทิ้ง เพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อน ทำให้ได้วัสดุเหลือใช้ที่มีคุณภาพสูง สามารถนำไป Reused-Recycle ได้ง่าย รวมทั้งปริมาณขยะมูลฝอยที่จะต้องนำไปกำจัดมีปริมาณน้อยลงด้วย ซึ่งการคัดแยกขยะมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดนั้นต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของแต่ละชุมชน เช่น ครัวเรือน ร้านค้า ห้างสรรพสินค้า สำนักงาน บริษัท สถานที่ราชการต่าง ๆ เป็นต้น รวมทั้งปริมาณ และลักษณะสมบัติขยะมูลฝอยที่แตกต่างกันด้วย ทั้งนี้**การคัดแยกขยะมูลฝอย**สามารถดำเนินการได้ 4 ทางเลือก คือ

ทางเลือกที่ 1 การคัดแยกขยะมูลฝอยทุกประเภทและทุกชนิด

ทางเลือกที่ 2 การคัดแยกขยะมูลฝอย 4 ประเภท (Four cans)

ทางเลือกที่ 3 การคัดแยกขยะสด ขยะแห้ง และขยะอันตราย (Three cans)

ทางเลือกที่ 4 การคัดแยกขยะสดและขยะแห้ง (Two cans)

จากตารางที่ 5-1 จะเห็นว่า ทางเลือกที่ 1 สามารถรวบรวมวัสดุที่จะนำมาใช้ใหม่ได้ในปริมาณมาก และมีคุณภาพดีมาก แต่เนื่องจากประชาชนอาจจะยังไม่สะดวกต่อการคัดแยกขยะมูลฝอยทุกประเภท ดังนั้น ในเบื้องต้นเพื่อเป็นการสร้างความคุ้นเคยต่อการคัดแยกขยะมูลฝอยควรเริ่มที่ทางเลือกที่ 2 คือแบ่งการคัดแยกออกเป็น 4 กลุ่ม (ขยะรีไซเคิล ขยะย่อยสลายได้ ขยะทั่วไป และขยะอันตราย) ซึ่งเป็นแนวปฏิบัติที่สามารถนำขยะมูลฝอยกลับไปใช้ประโยชน์ได้ใหม่และสะดวกต่อการกำจัด อย่างไรก็ตามการจะปรับปรุงรูปแบบการจัดวางภาชนะรองรับขยะมูลฝอยหรือไม่นั้นจะต้องประเมินผลโครงการในระยะแรกก่อน

ตารางที่ 5-1 ตารางเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแต่ละทางเลือก

ทางเลือก	รูปแบบ	ภาชนะรองรับขยะมูลฝอย	ข้อดี	ข้อเสีย	สรุปผลงาน
1	แยกขยะมูลฝอยที่ใช้ได้ใหม่ทุกประเภท และแยกขยะมูลฝอยที่ต้องนำไปกำจัดแต่ละวิธีได้	แบ่งตามประเภทขยะมูลฝอย	วัสดุที่นำกลับไปใช้ประโยชน์มีคุณภาพดีมาก	- พาหนะเก็บขนต้องมีประสิทธิภาพสูงสามารถเก็บขนมูลฝอยที่แยกได้หมด - เพิ่มจำนวนภาชนะรองรับขยะมูลฝอยมากขึ้น	ดีมาก
2	แยกขยะมูลฝอย 4 ประเภท (Four cans)	แบ่งเป็นถังขยะรีไซเคิล ขยะทั่วไป ขยะย่อยสลายได้ และขยะอันตราย	วัสดุที่นำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่มีคุณภาพดี	- เพิ่มจำนวนภาชนะรองรับขยะมูลฝอยมากขึ้น	ดี
3	แยกขยะสด ขยะแห้ง และขยะอันตราย (Three cans)	แบ่งเป็นถังขยะสด ขยะแห้ง และขยะอันตราย	ง่ายต่อการนำขยะสดไปใช้ประโยชน์และขยะอันตรายไปกำจัด	- วัสดุที่นำกลับไปใช้ประโยชน์ยังปะปนกันอยู่ไม่ได้แยกประเภท	พอใช้
4	แยกขยะสดและขยะแห้ง (Two cans)	แบ่งเป็นถังขยะแห้งและขยะเปียก	ง่ายต่อการนำขยะเปียกใช้ประโยชน์	- สับสนต่อนิยามคำว่าขยะเปียก ขยะแห้งทำให้ทิ้งไม่ถูกต้องกับถังรองรับ	ต้องปรับปรุง

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ

การลดปริมาณมูลฝอย

1. การนำผลิตภัณฑ์มาใช้ซ้ำ (Reuse)

เป็นการนำวัสดุของใช้กลับมาใช้ในรูปแบบเดิม หรือนำมาซ่อมแซมใช้ หรือนำมาใช้ประโยชน์อื่น ๆ

2. การนำกลับมาผลิตใหม่ (Recycling)

เป็นการแยกวัสดุที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำออกจากมูลฝอยและรวบรวมมา ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าชิ้นใหม่ หรือที่รู้จักกันว่า "รีไซเคิล" (Recycle) ขั้นตอนนี้เป็นการนำวัสดุของใช้มาใช้ใหม่เช่นกัน แต่ต่างจากขั้นตอนการนำมาใช้ซ้ำ (Reuse) คือขั้นตอนนี้ต้องมีการนำวัสดุผ่านกระบวนการผลิตออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ชิ้นใหม่ เช่น กระป๋อง อะลูมิเนียม หรือขวดแก้วต้องมีการหลอมและผ่านเป็นกระป๋องหรือขวดใบใหม่ วัสดุที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตใหม่ (Recycling) Recycling) ได้แก่ กระดาษ ชนิดต่าง ๆ ขวดแก้ว โถแก้ว กระป๋อง อะลูมิเนียม พลาสติก เศษเหล็ก ผ้า น้ำมันเครื่อง กล่องนม และกล่องผลไม้ เป็นต้น

สำหรับมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ เช่น กิ่งไม้ ใบไม้ เศษอาหาร ก็สามารถแยกไปทำสารย่อยสลาย (Composting) เพื่อเป็นปุ๋ยธรรมชาติหรือให้ย่อยสลาย (Composting) เพื่อทำเป็นปุ๋ยธรรมชาติหรือให้ย่อยสลายตามธรรมชาติปุ๋ยธรรมชาติที่เกิดจากการย่อยสลายนี้เป็นปุ๋ยหรือดินที่มีคุณภาพสูง เป็นดินดำและมีฮิวมัสสูงเหมาะแก่การเพาะปลูก ที่สำคัญคือปราศจากสารพิษและสามารถช่วยลดปริมาณมูลฝอยลงทำให้สามารถยืดอายุการใช้หลุมฝังกลบมูลฝอยได้นานขึ้น

3.ประเภทของการนำมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่

3.1 การรีไซเคิลปฐมภูมิ (Primary recycling) เป็นการนำมูลฝอยที่ต้องการรีไซเคิลนั้นมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงหรือเหมือนกับของเดิมยกตัวอย่างเช่นกระดาษหนังสือพิมพ์ ที่ใช้แล้วมาใช้ผลิตเป็นกระดาษหนังสือพิมพ์ใหม่ เป็นต้น การรีไซเคิลประเภทนี้จัดได้ว่ามีคุณค่าสูงสุดกว่าการรีไซเคิลประเภทอื่น

3.2 การรีไซเคิลทุติยภูมิ (Secondary recycling) เป็นการนำมูลฝอยที่ต้องการรีไซเคิลนั้นมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชิ้นใหม่ ซึ่งมีคุณสมบัติด้อยกว่าของเดิมโดยมีขั้นตอนการผลิตที่ทำให้ได้สินค้า ใหม่ที่ผลิตต่างไปจากสินค้าเริ่มต้น เช่น การทำฝ้าหรือเพดาลจากกระดาษที่เหลือใช้จากการทำไฟเบอร์กลาสจากขวดพลาสติก การทำพรมจากขวดพลาสติก เป็นต้น การรีไซเคิลประเภทนี้ระดับคุณภาพของวัสดุอาจจะลดลงจากเดิมได้บ้าง

3.3 การรีไซเคิลตติยภูมิ (Tertiary recycling) เป็นการรีไซเคิลที่เกี่ยวข้องกับการสกัดสารเคมีหรือพลังงานจากมูลฝอย เช่น การนำแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วมาสกัดตะกั่ว การนำมูลฝอยมาหมักเพื่อให้

ได้แก๊สชีวภาพ เป็นต้น ในกระบวนการรีไซเคิลประเภทนี้ จะเกิดการสูญเสียสภาพเดิมของวัตถุดิบ และจะไม่สามารถ นำกลับมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตได้อีก

สถานที่นำวัสดุกลับคืน

สถานที่นำวัสดุกลับคืน **(Materials Recovery Facilities)** หมายความถึง สถานที่จัดการขยะมูลฝอยซึ่งจัดให้มีการแยกวัสดุที่นำกลับคืนออกจากขยะมูลฝอย เพื่อนำกลับไปใช้ประโยชน์อีก

การนำผลิตภัณฑ์กลับมาใช้ใหม่:

1. กระดาษ

กระดาษ หมายถึง วัสดุสำหรับใช้เขียน ใช้พิมพ์ ใช้ทำภาชนะบรรจุและห่อของ รวมทั้งใช้ในการทำความสะอาดและดูดซับ ตลอดจนใช้งานด้านอุตสาหกรรม ด้านศิลป์ ด้านการฝีมือ ฯลฯ กระดาษเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากวัสดุเส้นใยของพืช ซึ่งเป็นเซลล์ที่สร้างความแข็งแรงให้แก่ลำต้น พืชถือเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สร้างขึ้นได้ (Renewable natural resources) จึงถือว่าพืชมีลักษณะที่สำคัญสำหรับจะใช้พิจารณาในแง่ที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมได้ดี นอกจากพืชแล้ว เศษกระดาษที่ใช้แล้วก็ยังสามารถนำกลับมาใช้ผลิตกระดาษได้อีก

ปัญหาใหญ่ของมูลฝอยอีกประเภทหนึ่งคือ ผลิตภัณฑ์ในรูปกระดาษที่ผลิตออกมาจำนวนมาก และในจำนวนที่ผลิตออกมาอย่างมหาศาลนี้ มีเพียงไม่ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ที่ได้มีการนำกระดาษที่ใช้แล้วไปทำผลิตภัณฑ์ใหม่อีกครั้ง จำนวนที่เหลือจึงกลายเป็นขยะมูลฝอยอยู่ในแหล่งทิ้งขยะมูลฝอย

ในปีหนึ่ง ๆ ปรากฏว่า ด้วยจำนวนนับล้าน ๆ ของใบปลิวโฆษณาทางไปรษณีย์ คูปอง ใบขอบริจาค แคตตาล็อกต่าง ๆและหน้าโฆษณา ในหน้าหนังสือพิมพ์จะมีเพียงประมาณนับพันล้านแผ่นเท่านั้น ที่ได้ผ่านการอ่าน และที่เหลือนอกจากนั้นได้กลายเป็นขยะมูลฝอยในถังขยะมูลฝอยโดยไม่ผ่านการอ่านเลยจึงกลายเป็นการใช้ทรัพยากรที่สิ้นเปลืองที่สุด

▪*ประเภทของกระดาษ* เมื่อพิจารณาแล้วสามารถจำแนกประเภทของกระดาษได้คร่าว ๆ ดังนี้

1) กระดาษพิมพ์ และ กระดาษเขียน ได้แก่ การะดาษปอนด์ กระดาษใช้อัดสำเนา กระดาษโปสเตอร์ กระดาษอาร์ต กระดาษวาดเขียน ฯลฯ
2) กระดาษเพื่อการอุตสาหกรรม ได้แก่ กระดาษทำถุงซอปปิ้ง กระดาษทำถุงปูนซีเมนต์ กระดาษทำกล่อง กระดาษลูกฟูก กระดาษห่อของ ฯลฯ
3) กระดาษอนามัย ได้แก่ กระดาษทิชชูชนิดต่าง ๆ กระดาษใช้ซึมซับ ฯลฯ

4) กระดาษอื่น ๆ เช่น กระดาษสา กระดาษใช้มวนบุหรี่ กระดาษทำถุงชา กระดาษฟาง กระดาษหนังสือพิมพ์ ฯลฯ

■ ***อุตสาหกรรมกระดาษในประเทศไทย***

ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตกระดาษ และ อุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ เยื่อกระดาษแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ เยื่อใยยาว และ เยื่อใยสั้น

เยื่อใยยาวจะมีความยาวของเส้นใยมากกว่า 3 มิลลิเมตร ผลิตได้จากไม้เนื้ออ่อน เช่น สนสองใบ สนสามใบ ซึ่งมีในต่างประเทศ ส่วนใหญ่เป็นเยื่อที่ผลิตขึ้นจากกระบวนการทางเคมี เช่น เยื่อซัลเฟต เยื่อซัลไฟต์ นอกจากนี้ก็ยังมีเยื่อจากกระบวนการกึ่งเคมี และ กระบวนการทางกลอีกด้วย เยื่อใยยาวจะทำให้กระดาษมีคุณสมบัติแข็งแรง และ เหนียว

เยื่อใยสั้นจะมีความยาวของเส้นใยระหว่าง 1-3 มิลลิเมตร ผลิตได้จากพืชหลายชนิด เช่น ไม้ยูคาลิปตัส ไม้ไผ่ ปอแก้ว ปอกระเจา ปอสา ปอเทือง ชานอ้อย ฟางข้าว หญ้าขจรจบ เป็นต้น ปัจจุบันไทยสามารถผลิเยื่อใยสั้นได้เป็นส่วนใหญ่ เยื่อใยสั้นจะทำให้กระดาษมีคุณสมบัติทึบแสง และ ราบเรียบ

■ ***การใช้ประโยชน์จากกระดาษเก่า***

กระดาษทุกชนิดที่เราใช้ทุกวันนี้ ส่วนใหญ่มาจากเนื้อเยื่อของต้นไม้และมีกระดาษหลายชนิดที่เมื่อใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้ใหม่อีก เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษบันทึก กระดาษสำเนา กระดาษพิมพ์ดีด กระดาษคอมพิวเตอร์ บัตรรายการ และซองจดหมายสีขาว สำหรับกระดาษที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ เช่น กระดาษที่ติดกาวหรืออาบน้ำมัน เนื่องจากความร้อนจะทำให้สารเคลือบกระดาษละลายแล้วไปอุดตันเครื่องจักรทำให้เกิดความเสียหายได้ การรีไซเคิลกระดาษ เริ่มต้นด้วยกระบวนการใช้น้ำมันและสารเคมี กำจัดหมึกที่ปนเปื้อนออกไป ทำให้กระดาษเหล่านั้นกลายเป็นเนื้อเยื่อ จากนั้นจึงทำความสะอาดเนื้อเยื่อ เพื่อนำเข้ากระบวนการผลิตเส้นใยที่สามารถนำไปผลิตเส้นใยเป็นกระดาษต่อไป

กระดาษที่ใช้แล้วเมื่อนำมาผลิตขึ้นใช้ใหม่ มีกระบวนการค่อนข้างซับซ้อนโดยเฉพาะจะต้องกำจัดสีที่ปนเปื้อนออกให้หมดเพราะการเจือปนแม้เพียงเล็กน้อยก็อาจทำให้กระดาษที่ผลิตใหม่ใช้ประโยชน์ไม่ได้ ไฟเบอร์ในกระดาษจะลดน้อยลงทุกขั้นตอนของกระบวนการรีไซเคิลกระดาษที่ผลิตขึ้นมาใหม่จึงมีคุณภาพด้อยลง

มีเพียงร้อยละ 3 ของกระดาษหนังสือพิมพ์เท่านั้นที่สามารถนำไปผลิตเป็นสิ่งพิมพ์ได้ใหม่ กระดาษรีไซเคิลส่วนใหญ่จึงเหมาะสำหรับทำเป็นกล่องบรรจุสินค้า ทำเป็นฝ้าเพดาน หรือฉนวนกันความร้อน การนำกระดาษที่ใช้แล้วมาใช้ประโยชน์ใหม่ จะช่วยให้ลดปริมาณมูลฝอยที่จะต้องนำไปกำจัดทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการจัดการมูลฝอย รวมทั้งช่วยประหยัดทรัพยากรธรรมชาติ และลดปัญหาสิ่งแวดล้อมด้วย จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์พบว่า ในการผลิตกระดาษแต่ละตัน

นั้น ต้องใช้ต้นไม้ขนาดใหญ่ 3 ต้น หรือใช้ต้นไม้ขนาดเล็ก 17 ต้น ใช้กระแสไฟฟ้า 4,100 กิโลวัตต์ชั่วโมง ใช้น้ำมันเตา 31,500 ลิตร และ ปล่อยคลอรีนเป็นของเสียเข้าสู่สิ่งแวดล้อมประมาณ 7 กิโลกรัม ดังนั้นหากเราใช้กระดาษให้คุ้มค่า มีการนำกระดาษมาใช้ใหม่เราก็สามารถลดการตัดไม้ทำลายป่า ลดการใช้กระแสไฟฟ้า ลดการใช้น้ำมันเตา รวมทั้งลดการเกิดของเสียสู่สิ่งแวดล้อม

ในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ ควรมีการใช้ประโยชน์ของเสียจากเกษตรกรรม เช่น ชานอ้อย ฟางข้าว รวมทั้งวัชพืช ได้แก่ หญ้าขจรจบ ผักตบชวา ให้มาเพื่อลดปัญหาการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อมาผลิตเยื่อกระดาษ เนื่องจากของเสียจากเกษตรกรรมและวัชพืชนั้นเราจะต้องกำจัดอยู่แล้ว หากนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตกระดาษเยื่อกระดาษจะสร้างประโยชน์ให้แก่สิ่งแวดล้อมอีกมาก ซึ่งจะลดปัญหาการกำจัดเศษกระดาษ ลดค่าใช้จ่ายในการนำเข้าเศษกระดาษจากต่างประเทศ และ ได้ประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ สังคม และ สิ่งแวดล้อมอีกมาก

2. พลาสติก

พลาสติก ผลิตขึ้นมาจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม และอาจผลิตเพื่อให้มีสีต่าง ๆ ใส แข็ง หรืออ่อนก็ได้ และยังสามารถหลอมละลายเป็นรูปต่าง ๆ ได้ โดยใช้แรงดันและความร้อนและคุณสมบัติของพลาสติกคือ ไม่ละลาย

ประโยชน์ของพลาสติก คือ น้ำหนักเบา ทำให้สะดวกต่อการถือหิ้ว และการขนส่งตลอดจนมีความทนทานอยู่ได้เป็นเวลานาน และเนื่องจากสามารถใช้ประโยชน์ได้มาก พลาสติกจึงเข้ามาแทนวัสดุธรรมชาติอย่างอื่นอย่างรวดเร็ว

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าพลาสติกจะมีประโยชน์ แต่ก็มีข้อเสียคือ พลาสติกผลิตมาจากทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่สามารถเกิดขึ้นมาใหม่ได้ เช่น น้ำมัน ถ่านหิน นอกจากนี้ก็ยากต่อการนำมารีไซเคิล และต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง และที่สำคัญ เนื่องจากพลาสติกมีหลายชนิด การนำผลิตใช้ใหม่จะต้องแยกพลาสติกแต่ละชนิดออกจากกันปัจจุบันจึงมีเพียงถุงพลาสติกเท่านั้นที่สามารถนำกลับมาใช้ให้ได้ แต่มีการนำถุงพลาสติกที่ใช้แล้วเพียงร้อยละ 3 ของจำนวนถุงพลาสติกที่ผลิตออกมาเท่านั้น ที่นำกลับเข้าสู่โรงงานเพื่อการรีไซเคิล

ดังนั้น พลาสติกที่ถูกทิ้งเป็นขยะมูลฝอยในปัจจุบัน จึงคงอยู่ในสภาพแวดล้อมไปอีกนานนับหลายร้อยปี การรีไซเคิลพลาสติกทำได้หลายทาง ขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติกที่จะนำมารีไซเคิล และจะนำวัตถุดิบจากการรีไซเคิลไปทำผลิตภัณฑ์อะไรต่อไป

- ***ประเภทของพลาสติก***

พลาสติกที่ใช้กันทั่วไป สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆตามคุณสมบัติ คือ

1) เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) เป็นพลาสติกที่ใช้กันแพร่หลายมากที่สุด มีคุณสมบัติพิเศษคือ เมื่อได้รับความร้อนถึงจุดหนึ่งก็จะหลอมเหลว ซึ่งแต่ละชนิดใช้ความร้อนในการหลอมเหลวไม่เท่ากันแล้วแต่ชนิดของพลาสติกนั้น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างพลาสติกแต่ละชนิดต่างกัน คุณสมบัติพิเศษที่สำคัญอีกประการหนึ่งของเทอร์โมพลาสติก คือ สามารถนำกลับมาหลอม และ ผลิตเป็นเครื่องใช้ได้อีก (Recycle) ซึ่งพลาสติกประเภทนี้ มีอยู่ด้วยกัน 5ชนิด คือ

1.1 Polyethylene: PE เป็นพลาสติกที่มีผู้นิยมใช้กันมาก สามารถนำไปผลิตเป็นเป็นเครื่องใช้ได้หลายชนิด มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ ชนิดมีความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene: HDPE) และ ชนิดความหนาแน่นต่ำ (Low Density Polyethylene: LDPE)

HDPE (High Density Poly Ethylene) เป็น Polyethylene ที่ถูกทำให้มีความหนาแน่นสูงขึ้นจนเกือบเท่าน้ำ โดยทั่วไปใช้ทำขวดใส่ผลิตภัณฑ์น้ำนม ใส่แชมพู ใส่สบู่เหลว เป็นต้น ที่เป็นขวดนมจะไม่มีการเติมหรือผสมสีหรือรงควัตถุ เนื้อมีลักษณะขาว ไม่ทึบ-ไม่โปร่งแสง คือแสงผ่านได้บ้างแต่ไม่ใส เนื้อ HDPE ประเภทนี้เป็นเนื้อธรรมชาติ เพราะไม่มีการเติมสีใด ๆ เป็นเนื้อที่มีมูลค่าสำหรับการรีไซเคิลสูงสุด เนื่องจากผู้นำไปรีไซเคิลสามารถจะทำเป็นสีอะไรก็ได้ในภายหลัง ส่วนภาชนะ HDPE ที่มีสีจะถูกหลอมรวมกันในโรงงานรีไซเคิลและนำไปผลิตเป็นภาชนะที่มีสีดำ

ขบวนการรีไซเคิล HDPE เป็นขบวนการแบบง่าย ๆ เศษ HDPE จะถูกตัดบดจนเป็นเกล็ดเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 1 ซม. แล้วเข้าขบวนการล้างซึ่งจะหมุนให้เศษ HDPE ลอยขึ้นผิวน้ำ แยกสิ่งสกปรกที่จมน้ำออกไป จากนั้นนำไปอบด้วยลมร้อน โรงงานบางแห่งทำเพียงขั้นตอนนี้ โดยนำเกล็ด HDPE ที่สะอาดและแห้งที่ได้มาบรรจุกล่องขายให้โรงงานอีกต่อหนึ่ง โรงงานที่มีอุปกรณ์มากกว่านี้ก็สามารถเติมสี และหลอมเป็นเม็ดเหมือนของใหม่ได้ ซึ่งเหมาะกับการนำไปเข้าเครื่องฉีดเพื่อขึ้นรูปผลิตเป็นภาชนะต่อไป ผลิตภัณฑ์ที่นิยมทำจากพลาสติกรีไซเคิลนี้ได้แก่ ท่อพลาสติก ของสัพเพเหระ แจกันดอกไม้ ถังขยะ ขวดที่ไม่ใช้ใส่อาหาร เป็นต้น

LDPE (Low Density Poly Ethylene) มีโครงสร้างทางเคมีแล้วเหมือนกับ HDPE แต่มีความหนาแน่นน้อยกว่า และอ่อนตัวกว่า แผ่นพลาสติก PE (Polyethylene) ที่เห็นทั่วไปเช่น ถุงพลาสติกเป็น LDPE มีทั้งที่ใส่สีและไม่ใส่สี ซึ่งโรงงานรีไซเคิลจะแยกออกจากกัน การรีไซเคิล LDPE ก็เหมือนกับ HDPE ยกเว้นแต่จะต้องใช้เครื่องตัดบดที่สามารถใช้กับแผ่นพลาสติกบางและนิ่มของ LDPE ได้ เศษ LDPE ที่ล้างสะอาดแล้วอาจจะถูกนำไปใช้โดยตรงหรือหลอมเป็นเม็ด (repelletized) เพื่อขายต่อ ผลิตภัณฑ์ที่นิยมทำจากพลาสติกรีไซเคิลนี้ได้แก่ ถุงใส่ขยะ ท่อ แผ่นพลาสติกใช้ในการเกษตร เป็นต้น

1.2 Polypropylene: PP เป็นพลาสติกที่มีผู้ใช้กันมากเช่นเดียวกับ PE ทั้งนี้เนื่องจากว่ามีคุณสมบัติใกล้เคียงกันมาก แต่ที่แตกต่างกัน คือ ความคงทนต่อไขมันได้ดีกว่า ทนความร้อนได้สูงกว่า ดังนั้นจึงนิยมใช้ผลิตถุงร้อน แผ่นฟิล์มถนอมอาหาร เป็นต้น

1.3 Polyvinylchloride: PVC เป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติแข็ง เมื่อจะทำให้มีความนิ่มและ ยืดหยุ่นจะต้องเติมสารปรุงแต่ง (Plasticizers) เป็นพลาสติกที่สามารถทนต่อไขมันและแอลกอฮอล์ได้ดี สามารถทนต่อความร้อนได้สูงใกล้จุดน้ำเดือด แต่ไม่สามารถทนต่อแสงแดด คือ เมื่อถูกแสงแดดนาน ๆจะทำให้เปราะและแตกได้ เหมาะสำหรับทำภาชนะบรรจุภัณฑ์ เช่น ขวดน้ำมันพืช หรือ เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

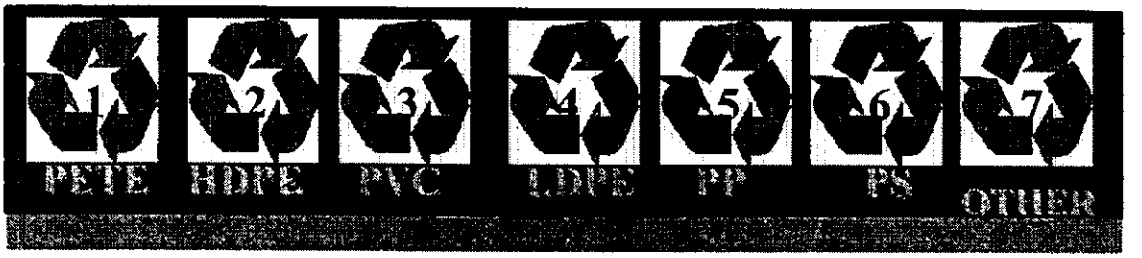
1.4 Polystyrene: PS เป็นพลาสติกที่มีลักษณะโปร่งใส แต่เปราะ มีคุณสมบัติพิเศษ คือ สามารถทนกรด และ ด่างได้ดี แต่ไม่สามารถรับแรงกระแทกได้มาก ถ้านำไปผสมสารบางชนิดจะทำให้สามารถรับแรงกระแทกได้มากขึ้น แต่จะไม่โปร่งใส ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจาก PS ส่วนใหญ่ คือ ชาม ถ้วยน้ำ ของเล่นเด็ก ฉนวนไฟฟ้า และ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชนิด

1.5 Expandable Polystyrene: EPS เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งที่มีขั้นตอนการผลิตแยกมาจาก PS สามารถนำมาผลิตเป็นโฟม (Foam) เรียกว่า PS Foam โฟมดังกล่าวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผลิตถ้วยไอศกรีม ถ้วยเครื่องดื่มถาด หรือ กระบะใส่อาหารสำเร็จรูปประเภทฟาสต์ฟู้ด ถังเก็บของสด หรือ ถังน้ำแข็ง เพราะเนื่องจากมีคุณสมบัติพิเศษในการรักษาอุณหภูมิได้ดี เป็นพลาสติกที่มีสีขาวสะอาด สามารถใช้ในการหีบห่อของแตกง่าย มีน้ำหนักเบา

2) เทอร์โมเซทติ้งพลาสติก (Thermosetting Plastic) เป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และ ปฏิกิริยาทางเคมีได้ดี ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากพลาสติกดังกล่าวส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ที่เขี่ยบุหรี่ เป็นต้น รู้จักกันมากในรูปของเมลามีน (Melamine) นอกจากนั้นยังมีพวกใยสังเคราะห์ เช่น โพลีเอสเตอร์ (Polyester) ที่ทอเป็นเสื้อผ้าบ้าง ผ้าใบบ้าง ไฟเบอร์กลาส(Fiber Glass) ที่ทำเป็นหลังคารถยนต์ (รถกระบะ) โพลียูรีเทน (polyurethane) ที่ใช้ทำเป็นพื้นรองเท้า และ พื้นของสนามกีฬาแห่งชาติ ก็ใช้พลาสติกประเภทนี้เป็นส่วนประกอบอันหนึ่ง ลักษณะที่แตกต่างจากพลาสติกชนิดแรก ๆ คือ เมื่อนำไปผลิตเป็นเครื่องใช้แล้ว ไม่สามารถนำกลับมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตได้อีก

PET (Poly Ethylene Terepthalat) เป็นรูปแบบหนึ่งของ polyester หรือ mylar ซึ่งแข็งแรงและมีประโยชน์มาก ขวดเครื่องดื่มหรือโหลใส่อาหารมากชนิดทำจาก PET การรีไซเคิล PET ก็คล้ายกับ LDPE และ HDPE คือขั้นแรกขวด PET ที่มีสีก็จะถูกแยกไว้ต่างหาก ต่อมาเป็นขบวนตัดบดแล้วทำความสะอาด (ที่แตกต่างออกไป คือ PET จมน้ำ แต่ฝาขวดและฉลากพลาสติกลอยน้ำ) จากนั้นเป็นการอบแห้ง แล้วทำเป็นเม็ด

PET ที่ได้จากการรีไซเคิลใช้ประโยชน์ได้มาก คือ นำไปใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ บริษัทผู้ผลิตพรมปกติจะใช้ PET ที่ได้จากการรีไซเคิลนี้ในการผลิตพรมชนิดโพลีเอสเตอร์ซึ่งมีสีสัน และเนื้อพรมต่าง ๆ กัน นอกจากนี้สามารถนำไปผลิตเป็นใยฝ้ายเทียมเพื่อใช้ในเครื่องนอน เช่น หมอน ฟูก ผ้านวม หรือนำไปทำเป็นฟิล์มใสเพื่อห่อสินค้า เช่น ห่อตลับเทปคาสเซทหรือตลับวีดีโอ หรืออาจนำกลับไปผลิตเป็นขวดหรือภาชนะใส่อาหารอีก



รูปที่ 6-1 แสดงเครื่องหมายบอกประเภทของพลาสติก

■ ***อุตสาหกรรมพลาสติกในประเทศไทย***

อุตสาหกรรมพลาสติกในประเทศได้เจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว เราสามารถแบ่งอุตสาหกรรมพลาสติกได้ 2 ประเภท คือ อุตสาหกรรมการผลิตเม็ดพลาสติก และ อุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก

<u>อุตสาหกรรมการผลิตเม็ดพลาสติก</u> ที่สามารถผลิตในประเทศไทยมีขั้นตอนการผลิตแต่ละชนิดของพลาสติกโดยสังเขป คือ

- ***การผลิต PE*** โดยนำสาร Ethylene มาผ่านกระบวนการ Polymerization และทำให้เป็นเม็ดจะได้เม็ด PE สำหรับสาร Ethylene นี้ส่วนหนึ่งได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีระยะที่ 1 ในประเทศ (NPC I) และ อีกส่วนหนึ่งได้จากการนำเข้าจากต่างประเทศ
- ***การผลิต PVC*** ผลิตได้โดยการนำสาร Ethylene มาทำปฏิกิริยากับคลอรีนได้เป็น Vinyl Chloride Monomer (VCM) จากนั้นนำ VCM มาผ่านกระบวนการ Polymerization และทำให้เป็นเม็ดจะได้เม็ดพีวีซี ซึ่งสาร Ethylene ได้มาจากอุตสาหกรรม NPC I และ การนำเข้าจากต่างประเทศ ส่วนคลอรีนส่วนใหญ่ผลิตได้ในประเทศ

- ***การผลิต PP*** ผลิตได้โดยนำสาร Propylene มาผ่านกระบวนการ Polymerization และทำให้เป็นเม็ดจะได้เม็ด PP โดยที่สาร Propylene ส่วนหนึ่งได้จากอุตสาหกรรม NPC I และ อีกส่วนหนึ่งได้จากการนำเข้าจากต่างประเทศ
- ***การผลิต PS*** ผลิตได้โดยนำ Styrene Monomer มาผ่านกระบวนการ Polymerization และทำให้เป็นเม็ดจะได้เม็ด PS

<u>อุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก</u>

การผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกนั้น จะนำวัตถุดิบคือ เม็ดพลาสติกมาแปรรูปโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น ทำเป็นแผ่นฟิล์ม ทำเป็นเส้นใย ทำเป็นแผ่นเทป ทำให้เป็นรูปแบบตามแบบพิมพ์โดยการฉีดขึ้นรูป หรือเป่าตามแบบ เป็นต้น ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์พลาสติกต่าง ๆ เช่น ถุงพลาสติกชนิดถุงร้อนและ ถุงเย็น ดอกไม้พลาสติก ของเล่นเด็ก เครื่องใช้ในครัว เส้นใย หนังเทียม ฯลฯ อุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกนี้เริ่มขึ้นในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493 โดยในระยะแรกต้องนำเข้าสารHydrocarbon และ สารอื่น ๆที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเม็ดพลาสติก และ ผลิตภัณฑ์พลาสติกจากต่างประเทศ ต่อมา เมื่อไทยได้ก่อตั้งโครงการอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขึ้น และ โครงการปิโตรเคมีระยะที่ 1 ได้เปิดดำเนินการในปี 2532 จึงทำให้สามารถลดการนำเข้าสาร Hydrocarbon และสารอื่น ๆจากต่างประเทศลงได้เป็นจำนวนมาก

■ ***ประโยชน์ของพลาสติก***

1. เป็นเครื่องใช้ภายในบ้าน ได้แก่ ถ้วย ชาม จาน แปรงสีฟัน หลอดยาสีฟัน ขวดบรรจุแชมพู ถุงใส่อาหารทั้งถุงร้อน และ ถุงเย็น ถุงใส่น้ำ อ่านซักผ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า ฯลฯ
2. เป็นวัสดุตกแต่งบ้านรวมทั้งสิ่งก่อสร้าง ได้แก่ ท่อน้ำประปา วัสดุหุ้มสายไฟฟ้า วัสดุปูพื้น (กระเบื้องยาง) ผนัง ฝาบ้าพลาสติก เฟอร์นิเจอร์พลาสติกตกแต่งบ้าน ฯลฯ
3. เป็นฉนวนกันความร้อน กันสะเทือน และ กันของแตก ได้แก่ โฟมบุผนังด้านในของตู้เย็น โฟมป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าแตกหักในระหว่างการขนส่ง หมวกกันน็อก ฯลฯ
4. เป็นอุปกรณ์การเรียนการสอน ได้แก่ ปากกา ไม้บรรทัด ดินสอกด white board ชิ้นส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ ฯลฯ
5. เป็นเครื่องประดับ ของชำร่วย และ ของเด็กเล่น ได้แก่ ต่างหู ตุ๊กตา ดอกไม้พลาสติก ของขวัญพวกกิ๊ฟท์ชอพ ฯลฯ
6. เป็นอุปกรณ์เครื่องนุ่งห่ม และ สวมใส่ เช่น เสื้อกันฝน เสื้อไมล่อน รองเท้าฟองน้ำ รองเท้าหนังเทียม ฯลฯ
7. เป็นอุปกรณ์การประมง เช่น เชือก แห อวน ฯลฯ
8. เป็นอุปกรณ์ในรถยนต์ เช่น กันชนรถยนต์ ท่อน้ำร้อน เครื่องยนต์ หม้อแบตเตอรี่ ชิ้นส่วนรถยนต์ ฯลฯ

9. เป็นอุปกรณ์ในห้องทดลองวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องมือต่าง ๆ
10. เป็นประโยชน์ด้านอื่น ๆ

■ ***โทษของพลาสติก***

พลาสติกมีประโยชน์มากมาย แต่ถ้านำมาใช้ประโยชน์ไม่ถูกต้องก็จะก่อให้เกิดโทษได้ เราอาจแบ่งโทษของพลาสติกได้หลายด้าน คือ

1. **ด้านสุขภาพอนามัย**

พลาสติกโดยทั่วไปจะแบ่งการใช้ประโยชน์ออกเป็นพลาสติกสำหรับเป็นภาชนะใส่อาหาร หรือ สัมผัสอาหารได้ เช่น ถุงพลาสติกร้อน กล่องพลาสติกใส่อาหาร และ พลาสติกสำหรับเป็นของใช้ เช่น ถุงพลาสติกใส่ของ ซึ่งมักนิยมผสมสีลงในเนื้อพลาสติก เป็นต้น ในการนำพลาสติกมาใช้ประโยชน์นั้น หากนำพลาสติกสำหรับเป็นของใช้มาสัมผัสกับอาหาร โดยเฉพาะกับอาหารร้อน ๆ แล้วจะทำให้สี และสารเคมีในพลาสติกละลายออกมาปะปนกับอาหารได้ ซึ่งหากคนเรารับประทานอาหารนั้นเข้าไปจะทำให้เกิดอาการเจ็บไข้ได้ป่วย ท้องร่วง และ อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคเรื้อรัง และ มะเร็งได้ พลาสติกหลายประเภท เมื่อนำมาเผาไฟจะให้ก๊าซพิษและสารพิษได้ เช่น การเผา

พลาสติก PVC จะให้ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) ซึ่งจะไปรวมกับน้ำได้เป็นกรด Hydrochloric ซึ่งสามารถทำลายเยื่อหุ้มระบบทางเดินหายใจได้ การเผาโฟมพลาสติกที่มีสารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) จะได้ก๊าซพิษ เช่น คลอรีน ฟลูออรีน ไฮโดรเจนคลอไรด์ ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ และ ฟอสจีน ซึ่งก๊าซพิษดังกล่าวมีพิษต่อร่างกายทั้งสิ้น

2. **ด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยในชุมชน**

พลาสติกที่ใช้แล้วบางส่วนจะถูกทิ้งลงในท่อระบายน้ำซึ่งจะทำให้ท่อระบายน้ำอุดตันเกิดน้ำท่วมในชุมชนได้ นอกจากนี้การที่ประชาชนทิ้งพลาสติกเรี่ยราดตามที่ว่าง และ แม่น้ำลำคลองต่าง ๆจะทำให้เกิดภาพที่ไม่น่าดู ไม่สะอาดตา

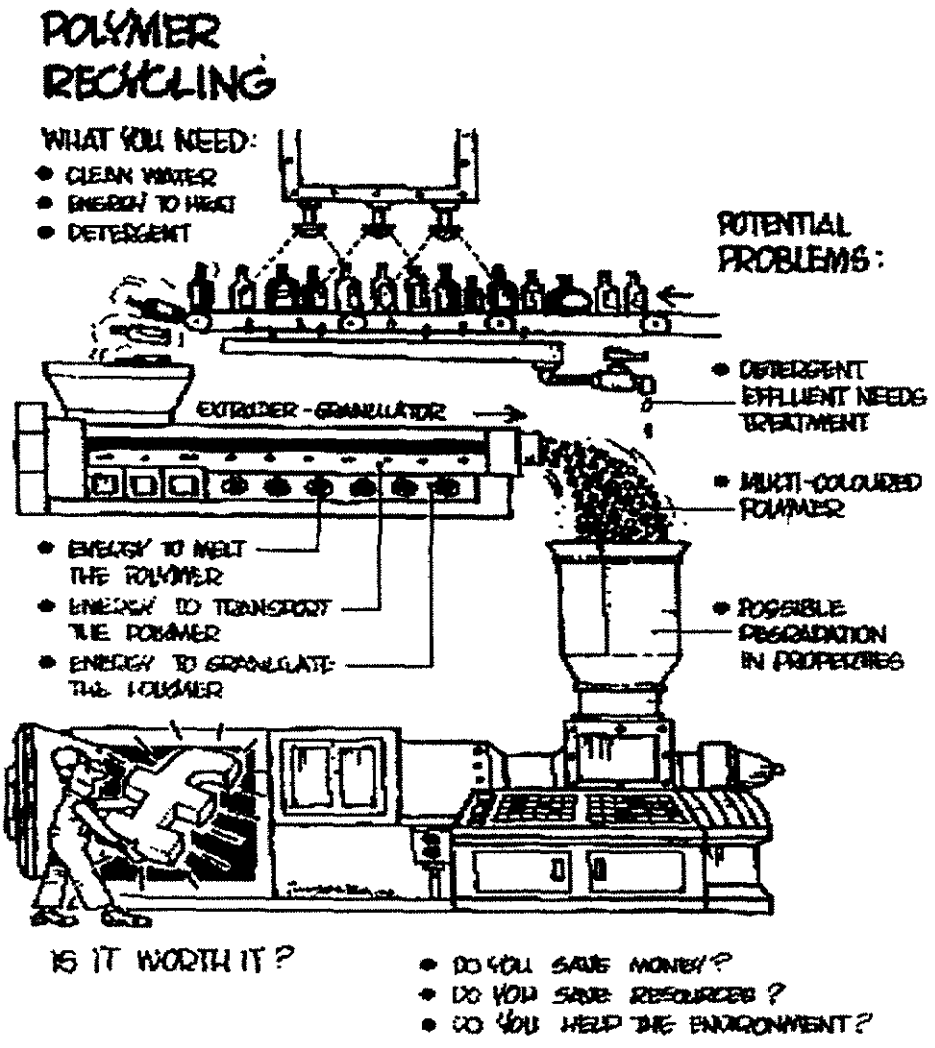
3. **ด้านเกษตรกรรม**

พลาสติกที่ฝังทับถมในดิน จะทำให้เกิดปัญหาในเรื่องการเพาะปลูก กล่าวคือรากของพืชจะไม่สามารถชอนไชเข้าไปในดินได้สะดวก ทำให้ต้นไม้ตายได้ ซึ่งจะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเสียหาย

4. ด้านปัญหาต่อระบบกำจัดมูลฝอย

ในการกำจัดมูลฝอยนั้น มีวิธีการกำจัดที่ถูกต้องตามหลักวิชาการอยู่ 3 วิธี คือ การหมักทำปุ๋ย การเผาในเตาเผา และ การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล พลาสติกเป็นสารที่ย่อยสลายได้ยาก ดังนั้น จึงไม่สามารถกำจัดโดยวิธีการหมักทำปุ๋ยได้ สำหรับการเผาในเตาเผานั้น สามารถใช้กำจัดมูลฝอยที่มีพลาสติกปนอยู่ได้ แต่ต้องออกแบบเตาเผาพิเศษมีการควบคุมก๊าซพิษที่เกิดจากการเผาพลาสติกอย่างดี มิฉะนั้นก๊าซพิษที่เกิดจากการเผาพลาสติกจะเป็นอันตรายต่อคน สัตว์ ต้นไม้ และอาจเกิดภาวะมลพิษทางอากาศและทางน้ำได้ ในส่วนของการกำจัดพลาสติกโดยวิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลนั้น สามารถจะกำจัดพลาสติกได้ แต่อาจมีปัญหาในเรื่องที่ต้องใช้ที่ดินเป็นจำนวนมากในการฝังกลบมูลฝอยที่มีพลาสติกปนอยู่ ทั้งนี้เพราะพลาสติกเป็นสารที่ย่อยสลายได้ยาก เมื่อฝังกลบลงใต้ดินแล้วจะทำให้ สถานที่กำจัดหมดอายุการใช้งานเร็วขึ้น ต้องจัดหาที่ดินกำจัดแห่งใหม่อยู่บ่อยครั้งซึ่งจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อที่ดินมาก นอกจากนี้ในระหว่างการฝังกลบมูลฝอย จะต้องใช้รถแทรกเตอร์สำหรับบดอัด และเกลี่ยมูลฝอยให้ลงไปในพื้นที่ที่เตรียมสำหรับการฝังกลบมูลฝอย ซึ่งในระหว่างการดำเนินการดังกล่าวพลาสติกบางประเภทอาจเข้าไปอุดตันตีนตะขาบของรถแทรกเตอร์ได้ซึ่งจะทำให้รถแทรกเตอร์ชำรุดเสียหายจนไม่สามารถปฏิบัติงานฝังกลบมูลฝอยได้

สำหรับ***การใช้ประโยชน์จากพลาสติกเก่า***นั้น พลาสติกประเภท Thermoplastic จะสามารถนำกลับมาหลอม แล้วใช้ประโยชน์ใหม่ได้ ดังนั้นควรมีการคัดแยกเศษพลาสติกจากบ้านเรือน และ สถานที่ต่าง ๆแล้วนำมาขายให้แก่พ่อค้าที่รับซื้อของเก่าซึ่งพ่อค้าดังกล่าวจะขายพลาสติกต่อไปยังโรงงานผลิตพลาสติก นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ นอกจากนี้พลาสติกบางชนิดที่มีสภาพดีเจ้าของบ้านอาจนำมาใช้ใหม่ได้ เช่น นำถุงพลาสติกใส่ของเก่าที่ทำความสะอาดแล้วมาใส่ของอีกครั้ง หรือ นำภาชนะพลาสติกที่สัมผัสอาหารได้บางชนิดมาใส่อาหารใหม่ หรือ ทำเป็นจานรองแก้วน้ำ เป็นต้น ส่วนเศษพลาสติกจากกระบวนการผลิตนั้น สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบใหม่ได้โดยตรง โดยการนำมาเข้าเครื่องบดแล้วนำมาผสมกับเม็ดใหม่ทันที โรงงานในต่างประเทศหลายแห่งจะมีเครื่องบดขนาดเล็กไว้ประจำ line การผลิตแต่ละเครื่อง เมื่อมีเศษออกมาก็ทำการบดแล้วป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิตได้ทันที



รูปที่ 5-2 แสดงกระบวนการรีไซเคิลพลาสติก ที่มา : www.lboro.ac.uk/ recycle/information.htm

3. อะลูมิเนียม

อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีสีขาวคล้ายเงินน้ำหนักเบาและมีคุณสมบัติที่อ่อนตัว ซึ่งสามารถทำเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ ในการผลิตอะลูมิเนียม จึงมักผสมทองแดงและสังกะสี เพื่อเพิ่มความแกร่งให้กับเนื้ออะลูมิเนียม

เนื่องจากอะลูมิเนียมเป็นภาชนะที่สามารถซึมซับความเย็นได้อย่างรวดเร็วทำให้อะลูมิเนียมเป็นที่นิยมในการนำมาผลิตเป็นกระป๋องบรรจุเครื่องดื่มและวัสดุอีกหลายชนิด เช่น น้ำอัดลม เบียร์ โซดา กระดาษตะกั่ว ถาดใส่อาหาร ถาชนะในครัว ฯลฯ

ปัจจุบัน อะลูมิเนียมนำมาใช้อย่างแพร่หลายมากที่สุด และมีข้อดีคือ สามารถนำไปรีไซเคิลได้ กระป๋องอะลูมิเนียมทุกใบสามารถส่งคืนโรงงาน เพื่อนำไปผลิตเป็นกระป๋องใหม่ได้โดยไม่มี

ขีดจำกัดจำนวนครั้งของการผลิต เมื่อกระป๋องอะลูมิเนียมถูกส่งเข้าโรงงานแล้วจะถูกบดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วหลอมเป็นแท่งแข็ง จากนั้นส่งต่อไปยังโรงงานผลิตกระป๋อง เพื่อทำกระป๋องอะลูมิเนียมใหม่

การรีไซเคิลกระป๋องอะลูมิเนียม จะทำให้ประหยัดพลังงานความร้อนได้ถึง 20 เท่า และช่วยลดมลพิษทางอากาศได้ถึงร้อยละ 95 ของการผลิตกระป๋องใหม่โดยใช้อะลูมิเนียมจากธรรมชาติ

สำหรับกระป๋องที่ผลิตขึ้นจากเหล็กกล้ามีส่วนผสมของดีบุกอยู่เล็กน้อยเพื่อป้องกันการเกิดสนิมนั้นใช้บรรจุอาหารกระป๋องสำเร็จรูป ผลไม้กระป๋อง น้ำผลไม้กระป๋อง ฯลฯ เมื่อใช้แล้วสามารถนำมารีไซเคิลกระป๋องนั้นได้ โดยเริ่มต้นจากการกำจัดดีบุกที่เคลือบกระป๋องออกก่อน และเหลือไว้เฉพาะส่วนที่เป็นเหล็กกล้าแล้วจึงนำไปหลอมเพื่อผลิตเป็นกระป๋องใหม่ การรีไซเคิลกระป๋องดีบุกจะช่วยลดพลังงานในการผลิตกระป๋องใหม่ที่ได้จากธรรมชาติได้ถึงร้อยละ 75

เราสามารถเก็บรวบรวมกระป๋องอลูมิเนียมที่ใช้แล้วกลับมาได้หลายทางด้วยกัน วิธีการหนึ่งคือ ผู้ขายสินค้าคิดค่ามัดจำกระป๋องและคืนเงินให้เมื่อลูกค้านำมาคืน ระบบนี้ในประเทศไทยยังไม่มีบริษัทใดนำมาใช้ แม้ว่าวิธีนี้จะได้ผลมากที่สุด แต่ก็มีปัญหาคือ ค่ามัดจำกระป๋องทำให้มูลค่าการรีไซเคิลกระป๋องสูงเกินไป วิธีการที่นิยมกันมากคือโรงงานรีไซเคิลรับซื้อกระป๋องเก่าจากพ่อค้าของเก่า ปัจจุบัน รัฐได้รณรงค์ให้ประชาชนแยกทิ้งของใช้ที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ลงในถังขยะสีน้ำเงิน แล้วของในถังขยะนั้นก็จะถูกส่งไปแยกประเภทและขายให้โรงงานอีกต่อหนึ่งโดยหน่วยงานของรัฐหรือผู้รับสัมปทานเป็นผู้ดำเนินการ ในอนาคตระบบนี้อาจจะกระทบกระเทือนต่อกิจการรับซื้อของเก่าทั่วไปมากขึ้น

ผู้รับซื้อจะคัดแยก ทำความสะอาด แล้วใช้เครื่องบีบอัดกระป๋องให้แบนรวมกันเป็นก้อนใหญ่เหมาะต่อการขนส่งเพื่อขายต่อให้โรงงานอลูมิเนียม ทั้งนี้ มีการกำหนดแรงบีบอัดและขนาดไว้เป็นสเป็คต่าง ๆ กัน

เมื่อกระป๋องถึงโรงงานถลุงอลูมิเนียม โรงงานจะตรวจสอบคุณภาพ ถ้าผ่าน ก้อนอลูมิเนียมจะถูกส่งไปเข้าเครื่องหั่น (shredder) เพื่อหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ เศษอลูมิเนียมที่ได้จากการหั่นถูกส่งไปตามสายพาน ไปยังเตาอบ (De-lacquering oven) เพื่อลอกแล็คเกอร์และสีออก และเป็นการขจัดความชื้นออกด้วย เตาอบจะทำให้เศษอลูมิเนียมร้อนจัด จากเตาอบก็จะถูกส่งไปยังตะแกรงร่อนเพื่อร่อนสิ่งสกปรกออก จากนั้นก็จะเข้าเตาหลอม (reverbatory furnace) ซึ่งมีอุณหภูมิสูง 650 องศาเซลเซียส เศษกระป๋องอลูมิเนียมก็จะละลาย หลอมรวมเข้ากันกับอลูมิเนียมเหลวในเตาหลอมนั้น หมดสภาพเศษกระป๋องอลูมิเนียมในอดีตไปโดยสิ้นเชิง ที่เตาหลอมนี้มีการขจัดสนิมหรือ ออกไซด์ของอลูมิเนียมโดยการเติมเกลือ เพื่อให้สนิมลอยเป็นฝ้าแยกออกมา

ระหว่างที่อลูมิเนียมหลอมเหลวอยู่นี้จะถูกตรวจสอบและปรับองค์ประกอบทางเคมีให้เหมาะสม เมื่อได้ตามต้องการแล้วจะถูกเทลงในเบ้าทำเป็นแท่งทรงสี่เหลี่ยม (rectangular ingot) มีขนาดเล็กไปถึงใหญ่ โดยมีน้ำหนักตั้งแต่ 20 ปอนด์ไปจนถึง 40,000 ปอนด์ต่อแท่ง เมื่อเย็นลงแล้ว

แท่งอลูมิเนียมจะแข็ง ด้านบนและด้านล่างของแท่งอลูมิเนียมจะถูกใสหรือขัดจนเรียบเพื่อนำไปรีดเป็นแผ่น ขั้นตอนการขัดด้านบนและด้านล่างให้เรียบนี้เรียกว่า Scalping ในการรีด แท่งอลูมิเนียมจะถูกป้อนเข้าไปในระหว่างลูกกลิ้งเหล็กยักษ์ 2 ลูกและถูกบีบออกมาเป็นแผ่น มีการทำซ้ำจนได้ความหนาที่ 1.25 ซม.หรือ 0.5 นิ้ว ยาว 300 เมตร จากนั้นนำไปอบอ่อน (Annealing) เพื่อให้เนื้ออ่อนลง แล้วเข้าเครื่องรีดอีกชุดหนึ่งเพื่อให้ได้ความหนาและความแข็งที่ต้องการ สุดท้ายก็จะถูกตัดขอบแล้วม้วนเพื่อการจัดส่งและจำหน่าย โดยอาจจะมีความยาวในแต่ละม้วนถึง 3 กิโลเมตร

เนื่องจากโรงงานจะต้องผลิตแผ่นอลูมิเนียมที่แข็งแรงแต่บางเฉียบเพื่อนำไปผลิตกระป๋องอีก ทุก ๆ สเป็คจึงต้องสะอาดจริง ๆ ไม่มีคราบไขมัน, น้ำมัน หรือสิ่งสกปรกใด ๆ ปนเปื้อน ซึ่งโรงงานจะเข้มงวดมาก ถ้าหากโรงงานพบเศษตะกั่ว ดีบุก ทองแดง ทองเหลือง หรือเศษโลหะอื่นที่ไม่ใช่เหล็ก โรงงานก็จะรีเจ็กทันที ดังนั้น ก่อนการบีบอัดจึงต้องทำความสะอาดเอาเศษกระดาษ เศษพลาสติก สิ่งสกปรกต่าง ๆ ออกให้หมด โรงงานหลายแห่งยอมให้มีความชื้นได้ถึง 4 % หากความชื้นสูงกว่านี้ ก็จะถูกหักเงินชดเชยความชื้นทุก ๆ 2 % ที่เกินขึ้นไป

มีกรณีตัวอย่างจากประเทศบราซิล ในช่วงปีที่ผ่านมาประเทศบราซิลสามารถนำกระป๋องอะลูมิเนียมแปรรูปกลับมาใช้ใหม่ได้ถึง 5,500 ล้านกระป๋อง คิดเป็น 65% ของจำนวนที่ผลิต ขณะที่อเมริกาทำได้เพียง 63% ส่วนหนึ่งของความสำเร็จมาจากกลุ่มคนที่มีอาชีพเก็บกระป๋องอะลูมิเนียมไปขาย ซึ่งสามารถทำรายได้จากการเก็บกระป๋องไปให้กับโรงงานได้ถึง 2,000 บาทต่อวัน หากนักเก็บกระป๋องขยันทำงาน จะสามารถทำรายได้ถึง 10,000 บาทต่อเดือน ทั้งนี้ เนื่องจากราคารับซื้อกระป๋องอะลูมิเนียมในบราซิลแพงกว่ากระดาษถึง 9 เท่าตัว ทำให้คนบราซิลจำนวนมากหันมาเลี้ยงชีพด้วยการเก็บกระป๋อง นอกจากนี้ยังมีโรงเรียน โบสถ์ ค่ายทหาร ที่เก็บกระป๋องเพื่อนำไปแลกกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ เครื่องถ่ายเอกสาร หรือแม้แต่เก้าอี้เข็นคนพิการ ปัจจุบันบราซิลมีแผนที่จะรีไซเคิลกระป๋องให้ได้ถึง 70% โดยจะมีผลดีต่อการประหยัดพลังงาน

สำหรับประเทศไทย มีการนำเข้าอลูมิเนียมปีละประมาณ 3 แสนตัน มูลค่ากว่า 20,000 ล้านบาท เพื่อผลิตชิ้นส่วนยานยนต์เป็นส่วนใหญ่ มีเศษอลูมิเนียมหมุนเวียนตกปีละ 100,000 ตัน ส่งออกในราคาต่ำกลับไปต่างประเทศปีละ 40,000 ตัน ที่เหลือถูกนำกลับมารีไซเคิลใหม่โดยโรงงานถลุงเหล็ก ซึ่งยังมีแนวทางจัดการที่ยังไม่ได้มาตรฐาน ถือเป็นข่าวดีที่ขณะนี้กรมทรัพยากรธรณีกำลังดำเนินการศึกษาการลงทุนตั้งโรงถลุงเศษอลูมิเนียม โดยจะส่งเสริมให้เอกชนเป็นผู้ดำเนินการ คาดว่าใช้เงินลงทุนประมาณ 200 ล้านบาท หากทำสำเร็จจะช่วยประหยัดเงินตราต่างประเทศได้มาก

ส่วนกระป๋องประเภทเหล็กกล้าที่มีส่วนผลิตของดีบุก ได้แก่ กระป๋องที่ใช้สำหรับบรรจุอาหารสำเร็จรูป ผลไม้กระป๋อง ผักกระป๋อง น้ำผลไม้ ฯลฯ การรีไซเคิลดำเนินการโดยการกำจัด

ดีบุกที่เคลือบกระป๋องออกก่อนและเหลือไว้เฉพาะส่วนที่เป็นเหล็กกล้าแล้วจึงนำไปหลอมเพื่อผลิตเป็นกระป๋องใหม่

4. แก้ว

แก้วเป็นวัสดุที่มีผิวราบเรียบแข็งและใสเปราะบางและแตกร้าวได้ง่าย มนุษย์ผลิตแก้วขึ้นจากการหลอมละลายของวัสดุธรรมชาติ คือ ทราย เถ้าโซดา หินปูน และแร่เฟลด์สปาร์โดยสามารถหลอมให้เป็นรูปร่างและเป็นสีสันแปลก ๆ แตกต่างกันได้ไม่รั่วง่าย จึงนิยมนำแก้วมาทำเป็นภาชนะใส่ของต่าง ๆ เช่น อาหาร เครื่องดื่ม และเครื่องสำอาง ฯลฯ เพราะแก้วไม่ทำปฏิกิริยากับสารใด ๆ ที่จะให้สารที่ใส่ภาชนะแก้วนั้น ๆ ต้องเปลี่ยนคุณสมบัติ แก้วจึงเป็นภาชนะที่ใช้ประโยชน์มากที่สุด

ในแต่ละปีจะมีขวดแก้วที่ผ่านการใช้แล้วไม่ต่ำกว่า 28 พันล้านใบ ที่ถูกทิ้งให้เป็นขยะออกสู่สิ่งแวดล้อมแก้วบางชนิดใช้ความสามารถนำมาล้างทำความสะอาดฆ่าเชื้อโรคและหมุนเวียนนำมาบรรจุใหม่ได้อย่างน้อยถึง 30 ครั้งโดยผู้ผลิตสินค้าประเภทเติม เช่น ขวดเครื่องดื่มแก้วบางชนิดผลิตขึ้นเป็นเนื้อแก้วบางเบาเพื่อความสะดวกในการพกพา แต่ไม่สามารถนำมาล้างเพื่อใช้ใหม่ได้ แต่สามารถรวบรวมส่งคืนโรงงาน เพื่อส่งเข้าสู่ระบบการผลิตขึ้นใหม่ที่เรียกว่ากระบวนการรีไซเคิล

แก้ว ที่เข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลจะถูกทุบ และบดให้แตกละเอียด ก่อนที่จะนำไปหลอมในเตาหลอมรวมกับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเพื่อเป็นส่วนในการผลิตแก้วใหม่

การรีไซเคิลแก้ว สามารถช่วยลดพลังงานความร้อนที่ใช้ในการผลิตได้มากกว่าผลิตแก้วจากวัตถุดิบจากธรรมชาติพลังงานที่ประหยัดได้จากแก้วรีไซเคิล 1 ใบ จะเท่ากับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้กับหลอดไฟขนาด 400 วัตต์ นานถึง 4 ชั่วโมง

ผลทางเศรษฐศาสตร์ของการรีไซเคิลในปัจจุบัน

การลดมลพิษจากการพัฒนาของเสียหรือวัสดุเหลือใช้นำกลับมาใช้ใหม่ ก่อให้เกิดประโยชน์ ดังต่อไปนี้

1) ก่อให้เกิดอาชีพ การพัฒนาของเสีย หรือวัสดุเหลือใช้เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ก่อให้เกิดอาชีพหลายลักษณะ ได้แก่

- อาชีพการขุดคุ้ยและแยกขยะ เป็นอาชีพที่ทำหน้าที่ในการขุดคุ้ยและแยกขยะจากกองขยะทั้งในจังหวัดกรุงเทพมหานครและจังหวัดอื่น ๆ โดยกลุ่มบุคคลเหล่านี้จะทำงานกองขยะเพื่อจะแยกขยะพลาสติก เหล็ก โลหะอื่น ๆ กระดาษ ไม้ แก้ว โฟม พลาสติก และเศษวัสดุอื่น ๆ แล้วรวบรวมนำไปจำหน่ายอีกทอดหนึ่ง

- อาชีพการขับขี่รถสามล้อเพื่อรวบรวมขยะจากครัวเรือน (รถเร่รับซื้อของเก่า) เป็นอาชีพที่ทำหน้าที่ในการใช้รถสามล้อเป็นพาหนะขับขี่ไปตามครัวเรือนต่าง ๆ เพื่อรับซื้อของเสียหรือวัสดุเหลือใช้แล้วนำไปจำหน่ายให้แก่ยี่ปั๊วและชาปั๊วอีกทอดหนึ่ง

-อาชีพพ่อค้าคนกลาง ซึ่งเป็นทั้งพ่อค้าคนกลางที่เป็นยี่ปั๊ว ชาปั๊ว และเอเย่นต์โดยพ่อค้า

เหล่านี้จะรวบรวมของเสียหรือวัสดุเหลือใช้เพื่อส่งไปยังโรงงานอีกทอดหนึ่ง

- อาชีพผู้ผลิตและแปรรูปสินค้าจากเศษวัสดุหรือของเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่ ได้แก่ โรงงานแปรรูปโรงงานผู้ผลิต

- อาชีพผู้จำหน่าย ได้แก่ อาชีพผู้จำหน่ายสินค้ารีไซเคิลในร้านค้าและห้างสรรพสินค้าต่าง ๆ

2) ก่อให้เกิดการจ้างงาน

จากการศึกษาผู้ขออนุญาตตั้งร้านรับซื้อของเก่าของกระทรวงมหาดไทยปี 2539 พบว่ามีจำนวนผู้ขออนุญาตประกอบการรับซื้อของเก่าจำนวนทั้งสิ้น 2231 ราย ในแต่ละรายประกอบด้วยเจ้าของกิจการ 1 คน คนขับรถยนต์ 2 คน คนงาน 4 คน รวมทั้งสิ้น 7 คนและในแต่ละรายจะมีรถเรรับซื้อของเก่าที่อยู่ในการควบคุมและรับซื้อจำนวน 20 ราย ดังนั้นการจ้างงานจะมีประมาณ 60,237 คน นอกจากนั้นยังประมาณว่ามีผู้ดำเนินการรับซื้อของเก่าที่ไม่ได้อยู่ในระบบร้านค้าของเก่าที่ไม่ได้จดทะเบียนอีกประมาณร้อยละ 30 ของการจ้างงานในร้านค้าที่จดทะเบียนหรือประมาณ 18071 คน นอกจากนั้นยังมีคนคุ้ยขยะอีกส่วนหนึ่ง ดังนั้นจึงคาดประมาณว่าโครงการลดมลพิษจากการพัฒนาของเสียหรือวัสดุเหลือใช้นำกลับมาใช้จะมีการจ้างงานไม่ต่ำกว่า 100,000 คน

3) ก่อให้เกิดรายได้และมูลค่าเพิ่ม การนำเอาวัสดุเหลือใช้และบรรจุภัณฑ์กลับมาใช้ซ้ำและรีไซเคิล นอกจากจะก่อให้เกิดการสร้างงานแล้วยังก่อให้เกิดรายได้และมูลค่าเพิ่มในสินค้าและบริการอีกจำนวนมาก สำหรับวัสดุบางชนิด ได้แก่ โลหะประเภทต่าง ๆ ไม้ โฟม เศษวัสดุก่อสร้าง เชื้อเพลิง ซึ่งมีการนำมารีไซเคิลกันบ้างแต่ไม่สามารถคำนวณออกมาเป็นตัวเงินได้ชัดเจน แสดงให้เห็นว่าการนำวัสดุเหลือใช้และบรรจุภัณฑ์มารีไซเคิลจะก่อให้เกิดรายได้แก่ประเทศเป็นจำนวนมาก ในขณะเดียวกันก็มีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ตามการขยายตัวของประชากรและรายได้ประชาชาติ นอกจากนั้นถ้ามีการออกระเบียบกฎหมาย และสร้างกลไกการเรียกคืนอย่างเป็นระบบปริมาณวัสดุเหลือใช้และบรรจุภัณฑ์ที่จะนำมารีไซเคิลก็จะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้เกิดรายได้และมูลค่าเพิ่มสูงขึ้นเป็นเงาตามตัว

4) ลดการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ การนำวัสดุเหลือใช้และบรรจุภัณฑ์นำกลับมาใช้ซ้ำ และรีไซเคิล ไม่ว่าเป็นวัสดุประเภทกระดาษ แก้ว เหล็ก อลูมิเนียม พลาสติก ไม้ เชื้อเพลิงและโลหะอื่น ๆ จะช่วยลดการทำลายทรัพยากรธรรมชาติลงได้มา ได้แก่

- ลดการตัดต้นไม้เพื่อนำมาทำกระดาษ ได้แก่ ไม้สน ยูคาลิปตัส ไผ่ และไม้เนื้ออ่อนชนิดอื่น ๆ ทั้งเป็นการลดการตัดต้นไม้ในประเทศและยังช่วยลดการตัดต้นไม้ในต่างประเทศอีกด้วย

- ลดการตัดต้นไม้เพื่อนำมาทำเชื้อเพลิง เนื่องจากมีการนำเอาวัสดุเกษตรมาปรับปรุงและดัดแปลงให้เป็นเชื้อเพลิงแข็งและเชื้อเพลิงเขียว ถ้ายิ่งมีการพัฒนาให้แร่หลายจะช่วยลดการตัดไม้ทำลายป่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้ขนาดเล็กลงไปได้มาก

- ลดการขุดทรายธรรมชาติขึ้นมาใช้ เนื่องจากทรายที่นำมาทำแก้วเป็นทรายที่มีขนาดของเมล็ดเล็กมีสีขาว ซึ่งเมื่ออยู่ในธรรมชาติจะมีความสวยงามการดูดทรายขึ้นใช้ในการผลิตแก้วมากขึ้น นอกจากจะทำให้ความงดงามตามธรรมชาติลดลงแล้วยังจะช่วยให้ทรัพยากรสำคัญของ

ประเทศถูกใช้ให้หมดไปในเวลาอันรวดเร็วอีกด้วย กรณีที่ขวดน้ำอัดลมในประเทศถูกนำมาใช้ซ้ำถึง 40 ครั้งต่อหนึ่งขวด เป็นตัวอย่างที่ดีในการลดปัญหาการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ

- ลดการขุดแร่ธาตุต่าง ๆ ได้แก่ เหล็ก อลูมิเนียม ทองแดง และโลหะอื่น ๆ ตลอดจนกระทั่งปริมาณน้ำมันตามธรรมชาติเพราะถ้านำเศษวัสดุมาหลอมใช้ใหม่ก็จะช่วยลดปริมาณแร่ธาตุใหม่ที่ขุดขึ้นมาใช้เพิ่มในแต่ละปีอีกด้วย

5) การลดต้นทุนในกระบวนการผลิตสินค้ารีไซเคิล สินค้ารีไซเคิลส่วนใหญ่ต้นทุนจะต่ำกว่าสินค้าที่ผลิตจากวัสดุใหม่ ทั้งนี้เนื่องจากการซื้อวัสดุเก่าในราคาที่ต่ำเนื่องจากเป็นเศษวัสดุและผู้ผลิตมักจะเป็นผู้กำหนดราคาเองได้ นอกจากนั้นในกระบวนการผลิตที่ต้องใช้เชื้อเพลิงในการหลอม ได้แก่ การหลอมแก้ว เหล็ก อลูมิเนียม ทองแดง โลหะอื่น ๆ และพลาสติก วัสดุเหลือใช้เหล่านี้จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าวัสดุใหม่ จากการสอบถามผู้ผลิตพบว่าการใช้วัสดุเก่าจะช่วยลดค่าเชื้อเพลิงในการหลอมได้ประมาณร้อยละ 15 ของมูลค่าเชื้อเพลิงที่ใช้หลอมวัสดุใหม่

นอกจากนั้นในการผลิตโดยใช้เศษวัสดุผู้ผลิตสินค้ารีไซเคิลยังสามารถควบคุมต้นทุนการผลิตได้ดีกว่าการผลิตโดยใช้วัสดุใหม่ เพราะวัสดุใหม่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ แต่การใช้เศษวัสดุที่เก็บรวบรวมในประเทศหรือเศษวัสดุนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งสามารถควบคุมราคาได้ทำให้ผู้ผลิตสามารถกำหนดกำไรและรายรับของโรงงานได้ค่อนข้างแน่นอน รวมทั้งมีความสามารถในการวางแผนการจำหน่ายโดยกำหนดราคาขายไว้ล่วงหน้าได้อีกด้วย

6) ลดปริมาณขยะและปัญหาการหาที่ดินฝังกลบขยะ การนำวัสดุเหลือใช้และบรรจุภัณฑ์นำกลับมาใช้ซ้ำและรีไซเคิลจะทำให้ปริมาณขยะส่วนที่เหลือซึ่งส่วนใหญ่ขยะเปียกจะมีปริมาณน้อยลงทำให้ปริมาณขยะที่เหลือนำไปฝังกลบมีปริมาณน้อยลงซึ่งจะช่วยลดปัญหาการหาที่ดินฝังกลบขยะ ซึ่งนับวันจะหาสถานที่ได้ยากมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นขยะเปียกที่มีการปนเปื้อนจากเศษวัสดุอื่น ๆ น้อยก็สามารถจะนำไปทำเป็นปุ๋ยหมักได้ดีและต้นทุนการผลิตจะลดลงจากการประมาณการลดค่าใช้จ่ายจากที่ดินฝังกลบในจังหวัดต่าง ๆ จำนวน 76 จังหวัด ซึ่งจังหวัดหนึ่งต้องใช้ที่ดินเฉลี่ยจังหวัดละประมาณ 200 ไร่ในการฝังกลบระยะเวลา 10 ปี ถ้าราคาที่ดินโดยเฉลี่ยไร่ละ 3 หมื่นบาทคิดเป็นราคาที่ดินเฉลี่ยเท่ากับจังหวัดละ 6 ล้านบาทค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงที่ดิน การขุด การป้องกันการไหลซึมของน้ำเฉลี่ยแห่งละ 4 ล้านบาท และให้จังหวัดกรุงเทพต้องทำที่ฝังกลบถึง 5 แห่งรวมทั้งสิ้น 80 แห่ง แต่ละแห่งต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อและพัฒนาที่ดินแห่ง 10 ล้านบาท ต้องมีเจ้าหน้าที่ในการควบคุมดูแลและจัดการแห่งละ 10 คน ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 2 ล้านบาทต่อปี ดังนั้นรัฐบาลจะต้องสูญเสียเงินถึง 960 ล้านบาทและยังถูกต่อต้านจากราษฎรในการนำขยะไปฝังกลบอีกด้วย

*7) ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม*ปัญหาขยะเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับชุมชนเมือง เนื่องจากเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมหลายด้านติดตามมา ได้แก่ ปัญหาการส่งกลิ่นเหม็นรบกวน ปัญหาการทำให้เกิดปัญหาน้ำเสีย ปัญหาด้านความสกปรกและความไม่น่าดู เป็นต้น เมื่อมี

แผนกการนำวัสดุเหลือใช้และบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ มาใช้ให้มากขึ้นก็จะช่วยทำให้ปริมาณขยะลดน้อยลง ขณะเดียวกันก็เป็นการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมลงไปด้วย

ศูนย์วัสดุรีไซเคิลแห่งแรกของประเทศไทย (กรณีศึกษาการมีส่วนร่วมของชุมชน)

ปัจจุบันเมื่อเอ่ยถึงคำว่า "ศูนย์วัสดุรีไซเคิลชุมชน" คนส่วนมากคงตอบว่า "ไม่รู้จัก" และคงไม่ใช่เรื่องแปลกเพราะว่าศูนย์วัสดุรีไซเคิลชุมชนเป็นมิติใหม่ที่เกิดขึ้นในสังคมบ้านเราซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าเป็นผลิตผลที่เกิดจากความเสียสละ ความสมัครสมานสามัคคี และความตระหนักในการที่จะเข้ามามีส่วนร่วมรับผิดชอบ แก้ไขปัญหาการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะมูลฝอยของประชาชนในชุมชน อันเป็นสิทธิที่พึงมีตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2540 มาตรา 46 และ 56 ที่ให้สิทธิชุมชนท้องถิ่นมีส่วนร่วมใน การจัดการการบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและ ยั่งยืน รวมทั้งในการคุ้มครอง ส่งเสริม และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติและต่อเนื่อง ในสิ่งแวดล้อมที่จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัย สวัสดิภาพหรือคุณภาพชีวิตของตน ทั้งนี้ ลักษณะของศูนย์วัสดุรีไซเคิลชุมชนนั้นเป็นการรวมตัวกันของประชาชนในชุมชนจัดหาสถานที่รับซื้อหรือรับบริจาควัสดุที่ยังใช้ประโยชน์ใหม่ได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก เศษโลหะและอโลหะ รวมทั้งอุปกรณ์เครื่องใช้ที่อยู่ในสภาพชำรุดต่าง ๆ เมื่อได้ปริมาณมากพอก็จะนำไปจำหน่ายให้โรงงานแปรรูปหรือร้านรับซื้อของเก่า และรายได้จากการจำหน่ายนำมาใช้จ่ายในกิจกรรมของศูนย์ฯ หรือ กิจกรรมสาธารณะประโยชน์ของชุมชนต่อไป

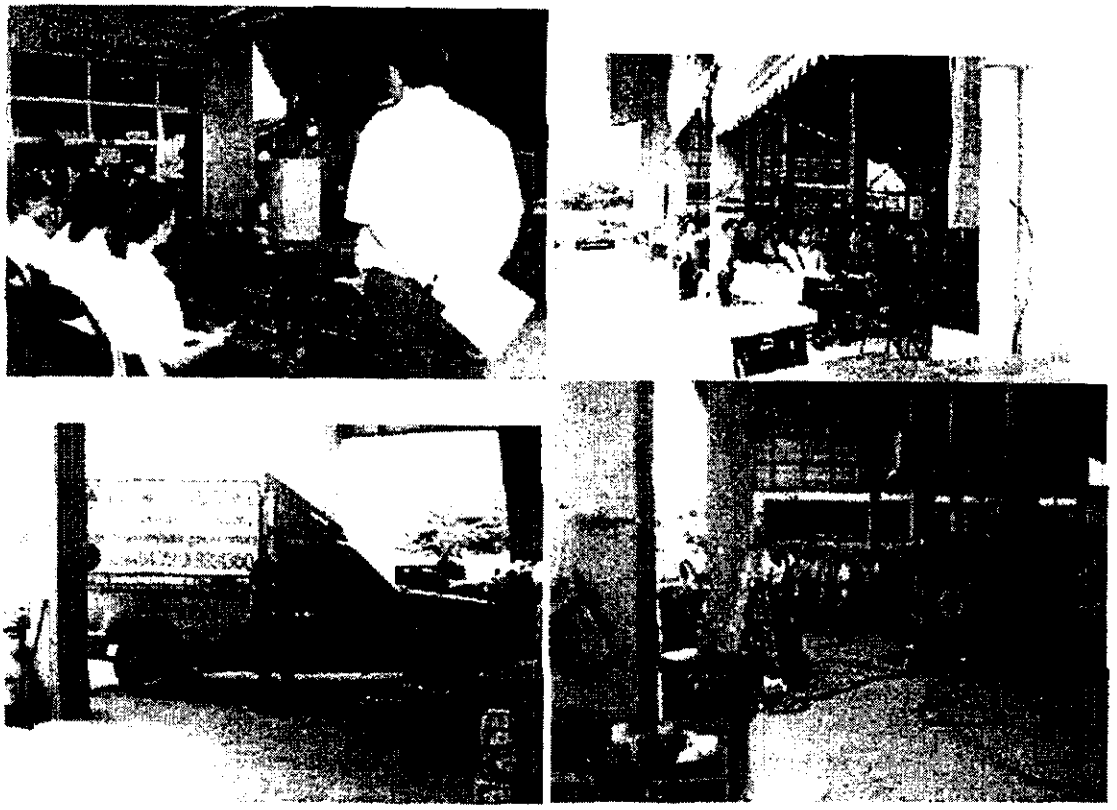
ศูนย์วัสดุรีไซเคิลชุมชนแห่งแรกของประเทศไทย เกิดขึ้นในชุมชนซอยลาดพร้าว 101 ถนนลาดพร้าว แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ เปิดดำเนินการเมื่อเดือนมิถุนายน 2543 มีจำนวนชุมชนที่เป็นสมาชิกเครือข่าย จำนวน 7 ชุมชน ได้แก่ ชุมชนสุขสันต์ 26 ชุมชนร่วมกันสร้างชุมชนเจริญ-พัฒนา ชุมชนวัดกลาง ชุมชน 101 บึงทองหลาง ชุมชนหมู่บ้านสินธร และชุมชนลำสาลี ภายใต้การสนับสนุนด้านงบประมาณจากสำนักงานกองทุนเพื่อสังคม (SIF) และการให้คำปรึกษาจาก หน่วยงานราชการต่าง ๆ เช่น กรุงเทพมหานคร การเคหะแห่งชาติ กรมควบคุมมลพิษ สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย และมูลนิธิพลเอกชาติชาย ชุณหะวัณ

ที่มาของการจัดตั้งศูนย์ฯ เริ่มจากคุณประเสริฐ คำแดง ประธานชุมชนสุขสันต์ 26 ซึ่งเป็นบุคคลที่ขยันขันแข็ง มีความเสียสละเพื่อส่วนรวมอยากเห็นชุมชนสะอาด เรียบร้อย ทุกเช้าจะตื่นนอนตั้งแต่เช้ามืดทำการปัดกวาดและเก็บขยะมูลฝอยตามถนนภายในชุมชน ต่อมาสังเกตเห็นลักษณะขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในชุมชนมีขยะ มูลฝอยจำนวนมากที่สามารถคัดแยกนำกลับมาจำหน่ายให้ร้านรับซื้อของเก่าได้ประกอบกับช่วงนั้นภายในชุมชนเริ่มมีปัญหาเยาวชนมั่วสุมสิ่งเสพย์ติด จึงมีแนวคิดที่จะเชิญชวนเยาวชนในชุมชนมาร่วมคัดแยกขยะมูลฝอยเพื่อเป็นการใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และสร้างรายได้เสริมให้เยาวชนอีกทางหนึ่ง วิธีการคือทุกวันเสาร์-อาทิตย์ เวลาประมาณ 16.00-17.00 น. จะให้เยาวชนในชุมชนออกเดินรับบริจาควัสดุที่สามารถขายได้จาก

ประชาชนในแต่ละครัวเรือน ซึ่งเยาวชนจะได้ค่าตอบแทนเป็นเงิน 10 บาท เข้าบัญชีออมทรัพย์ในทุกครั้งที่เข้าร่วมกิจกรรม การดำเนินกิจกรรมลักษณะดังกล่าวประสบความสำเร็จเป็นอย่างมาก ส่งผลให้ชุมชนสะอาดเรียบร้อย มีขยะมูลฝอยที่ต้องทิ้งลงถังขยะมูลฝอยในแต่ละวันค่อนข้างน้อย จากนั้นเริ่มมีหลาย ๆ หน่วยงานทั้งภาครัฐ และองค์กรเอกชนเข้าไปส่งเสริมสนับสนุนเพื่อให้การดำเนินกิจกรรมแพร่หลายและเป็นรูปธรรมยิ่ง ๆ ขึ้น ด้วยความมุ่งมั่นของประชาชนในชุมชนและการประสานความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่ดีเยี่ยม ส่งผลให้ประเทศไทยเรามีศูนย์วัสดุรีไซเคิลชุมชนขึ้นเป็นแห่งแรก และสามารถสรุปรูปแบบการบริหารจัดการได้ ดังนี้ พื้นที่อาคารของศูนย์ฯ ขนาด 400 ตารางเมตร จัดแบ่งพื้นที่ใช้งานออกเป็น 6 ส่วน ได้แก่ ส่วนสำนักงาน ส่วนเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ ส่วนรับซื้อ-บริจาควัสดุรีไซเคิล ส่วนคัดแยกวัสดุรีไซเคิล ส่วนเก็บกักวัสดุรีไซเคิลแต่ละประเภท และส่วนสาธิตการหมักขยะอินทรีย์ มีคณะกรรมการบริหารจากชุมชนเครือข่ายจำนวน 18 คน และที่ปรึกษาจากหน่วยงานของรัฐและองค์กรเอกชนอีก จำนวน 5 คน และวางแนวทางไว้ให้มีคณะกรรมการดำเนินงานประกอบด้วย ผู้จัดการศูนย์ เจ้าหน้าที่การเงิน/บัญชี เจ้าหน้าที่ซื้อขาย และพนักงานอีก 3 คน การดำเนินงานจะมุ่งเน้นวิธีการให้ประชาชนมีแรงจูงใจจากผลที่จะได้รับจากการคัดแยกวัสดุรีไซเคิลแล้วนำไปขายซึ่งเป็นการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนและสภาพแวดล้อมในชุมชน โดยเปิดรับบริจาคและรับซื้อขายวัสดุรีไซเคิลที่เกิดขึ้นทั้งจากประชาชนทั่วไป การซื้อขายผ่านเครือข่ายชาเล้งชุมชน จากหน่วยงานราชการ และบริษัทห้างร้านต่าง ๆ หลังจากนั้นศูนย์ฯ จะทำหน้าที่คัดแยกตามชนิดวัสดุและรวบรวมนำส่งไปขายยัง โรงงานแปรรูป แล้วนำเงินรายได้มาใช้เป็นทุนหมุนเวียนภายในศูนย์ฯ และชุมชน การดำเนินงานลักษณะนี้ได้ก่อให้เกิดการสร้างความร่วมมือระหว่างชุมชน และส่งเสริมการตระหนักที่จะเข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหา สิ่งแวดล้อมเนื่องจากขยะมูลฝอยด้วยการร่วมมือ คัดแยกขยะมูลฝอยตลอดจนเป็นการสร้างรายได้และยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนด้วยอีกทางหนึ่งบทบาทสำคัญอย่างยิ่งของศูนย์รีไซเคิลชุมชนที่เป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก คือช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในชุมชน ดังจะเห็นได้จากการซื้อขายวัสดุ รีไซเคิลเพื่อจัดส่งไปยังโรงงานแปรรูปของศูนย์ฯ มีปริมาณมากถึง 5 ตัน/วัน นั่นก็คือในปีหนึ่ง ๆ ศูนย์ฯ แห่งนี้สามารถช่วยลดปริมาณและนำขยะซึ่งเป็นทรัพยากรที่ยังมีคุณค่ากลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้มากถึง 1,800 ตัน นอกจากนี้ศูนย์ฯ ยังเป็นแหล่งศึกษาดูงานด้านการเข้ามีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการขยะมูลฝอยและผู้จัดการศูนย์ฯ คือ คุณประเสริฐ คำแดงก็ยินดีที่จะนำความรู้และประสบการณ์ไปบอกกล่าวแก่ชุมชนต่าง ๆ ที่สนใจทั่วประเทศซึ่งถือว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หลักของการจัดตั้งศูนย์วัสดุรีไซเคิล คือการเป็นศูนย์ตัวอย่างในการ ส่งเสริมการลดปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในชุมชน

จากการสอบถามประชาชนที่นำวัสดุรีไซเคิลมาขายที่ศูนย์ฯ หลายคนไม่ค่อยสนใจเรื่องผลตอบแทนด้านการเงินแต่ต้องการส่งเสริมสนับสนุนกิจกรรมของศูนย์ฯ เพราะคิดว่าเป็นกิจกรรมที่สร้างสรรค์และเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวมของประเทศ ในส่วนของคุณประเสริฐ คำแดง ผู้จัดการศูนย์ฯ ได้ให้ข้อคิดเห็นว่า จากที่ศูนย์ฯได้ดำเนินงานมาขวบปีกว่านั้นมีทั้งความสำเร็จและอุปสรรคปัญหา ความสำเร็จคือ ประชาชนตอบรับเป็นอย่างดีในการนำวัสดุรีไซเคิลขายให้

ศูนย์ฯ อุปสรรคปัญหาที่พบก็คือ ปัจจัยทางตลาดต่างๆ เช่น การแข่งขันของร้านรับซื้อของเก่าเอกชนบริเวณใกล้เคียง ราคารับซื้อไม่แน่นอนของ โรงงานแปรรูป เงินทุนหมุนเวียนของศูนย์ฯ เป็นต้น ทั้งนี้คุณประเสริฐและคณะกรรมการบริหารก็พยายามปรับแก้วิธีการดำเนินงานมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งปัจจุบันผลการดำเนินงานนับว่าอยู่ในระดับที่น่าพอใจ



รูปที่ 5-3 แสดงกิจกรรมของศูนย์รีไซเคิล

ณ วันนี้หลังจากที่ชุมชนหลายแห่งได้มาศึกษาดูงานที่ศูนย์ฯ ได้นำแนวคิดและรูปแบบไปประยุกต์ใช้กับชุมชนของตนเองส่งผลให้เกิดภาพความร่วมมือกันของ ชุมชนในการลดและคัดแยกขยะมูลฝอยกลับมา รีไซเคิลขึ้นในชุมชนหลายแห่งทั่วประเทศ เช่น ชุมชนจังหวัดนครราชสีมา ชุมชนจังหวัดระยอง ชุมชนจังหวัดฉะเชิงเทรา ชุมชนเมืองพัทยา เป็นต้น การดำเนินงานในเรื่องนี้จะสำเร็จได้มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความเข้มแข็งของผู้นำชุมชนและความสมัครสมานสามัคคีของประชาชนในชุมชน รวมทั้งการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ และองค์กรเอกชน (NGOs) ที่จะต้องเข้าไปจุดประกายแนวความคิดตั้งแต่แรกเริ่ม และต้องทำหน้าที่ เป็นพี่เลี้ยงในการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การดำเนินงานของชุมชนมีรูปแบบที่ชัดเจนและยั่งยืน อันจะเป็นแรงกระตุ้นให้ชุมชนใกล้เคียงเกิดความสนใจนำรูปแบบกิจกรรมไปดำเนินการในชุมชนของตนเองอย่างแพร่หลายยิ่งๆ ขึ้น

คิดสักนิด...ก่อนทิ้ง

บทที่ 6
การหมักทำปุ๋ย

การหมักทำปุ๋ย(Composting)

เป็นการย่อยสลายอินทรีย์สารโดยขบวนการทางชีววิทยาของจุลินทรีย์เป็นตัวการย่อยสลายให้แปรสภาพเป็นแร่ธาตุที่มีลักษณะค่อนข้างคงรูป มีสีดำค่อนข้างแห้ง และสามารถใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของดิน ขบวนการหมักทำปุ๋ยสามารถแบ่งเป็น 2 ขบวนการ คือขบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Decomposition) ซึ่งเป็นการสร้างสภาวะที่จุลินทรีย์ชนิดที่ดำรงชีพโดยใช้ออกซิเจนย่อยสารอาหารแล้วเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และกลายสภาพเป็นแร่ธาตุเป็นขบวนการที่ไม่เกิดก๊าซกลิ่นเหม็น ส่วนอีกขบวนการเป็นขบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anacrobic Decomposition) เป็นการสร้างสภาวะให้เกิดจุลินทรีย์ชนิดที่ดำรงชีพโดยไม่ใช้ออกซิเจน เป็นตัวช่วยย่อยสารอาหาร และแปรสภาพกลายเป็นแร่ธาตุขบวนการนี้มักจะเกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็น เช่น ก๊าซไข่เน่า (Hydrogen Sulfide: H_2S) แต่ขบวนการนี้จะมีผลดีที่เกิดก๊าซมีเทน (Methane gas) ซึ่งเป็นก๊าซที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงได้

วิธีการ

วิธีการหมักมูลฝอยเพื่อทำปุ๋ย อาศัยกระบวนการทางชีวภาพของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรียวัตถุที่มีอยู่ในมูลฝอย โดยเฉพาะจุลินทรีย์พวกที่ต้องใช้ออกซิเจน (Aerobic bacteria) ภายใต้ภาวะที่เหมาะสมในด้านความชื้น อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจน รวมทั้งอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตเจน ผลผลิตที่ได้เป็นสารอินทรีย์ที่สลายแล้วเป็นผงหรือก้อนเล็ก ๆ สีน้ำตาล เรียกว่า คอมโพสต์ (Compost) สามารถนำไปใช้ปรับปรุงคุณภาพดิน (Soil conditioner)

ในการนำมูลฝอยมาหมักทำปุ๋ยนั้น มีวิธีการหลัก ๆ 2 วิธีการ คือ

1) การหมักแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Decomposition)

เป็นการย่อยสลายวัสดุที่ย่อยสลายได้ โดยใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ จะให้ผลผลิตของปฏิกิริยาการหมักแบบใช้ออกซิเจน โดยให้ผลผลิตขั้นสุดท้ายที่เสถียร ดังนี้

อินทรีย์สาร (CHONS) + O_2 --- Aerobic Bacteria ----> CO_2 + H_2O + NO_3 + SO_4^{2-}

ถ้ามีธาตุฟอสฟอรัสอยู่ด้วยจะให้ฟอสเฟตออกมา จากปฏิกิริยาเมื่ออินทรีย์สารถูกย่อยสลายแล้ว จะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ น้ำออกมาพร้อมกับแร่ธาตุ ซึ่งเป็นอาหารสำหรับพืช เช่น ไนเตรต ไนไตรท์ ซัลเฟต ฟอสเฟต

ในการที่จะเกิดขบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนได้นั้น จะต้องมีสภาวะที่เหมาะสม เช่น มีปริมาณออกซิเจนเพียงพอ อุณหภูมิ ความชื้นพอเหมาะ การย่อยสลาย หรือ การหมักโดยวิธีนี้จะเป็นไปได้เร็วและใช้มากในอุตสาหกรรมปุ๋ยหมักจากมูลฝอย ซึ่งจะใช้เวลาในขั้นนี้ประมาณ 5 วัน และไม่ส่งกลิ่นเหม็นรุนแรง

การทำให้เกิดกระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน ทำได้ 2 วิธี คือ

1.1 **การหมักโดยอาศัยออกซิเจนตามธรรมชาติ** มีชื่อเรียกโดยทั่วไปว่า Windrow Composting โดยนำมูลฝอยที่มีอินทรียวัตถุที่ย่อยสลายได้ไปกองรวมกันให้แต่ละกองมีขนาดเล็ก เพื่อให้มูลฝอยสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศมากที่สุด แต่ถ้ากองรวมกันให้เป็นขนาดใหญ่ มูลฝอยที่อยู่ข้างในอาจได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้เกิดสภาพการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Decomposition) ขึ้นได้ วิธีนี้จึงต้องใช้พื้นที่มากและใช้เวลาประมาณ 30 วัน

1.2 **การหมักโดยการเร่งอัตราการย่อยสลายโดยใช้เครื่องจักรกลช่วย** วิธีนี้เรียกกันโดยทั่วไปว่า High Rate Composting มีการใช้เครื่องมือที่ช่วยให้ออกซิเจนในอากาศสัมผัสกับมูลฝอยได้มากที่สุด อาจใช้พัดลม หรือ ใบพัดให้อากาศหมุนเวียน หรืออาจทำเป็นกระทะเจาะรูมีการพลิกกลับ เป็นต้น นอกจากใช้เครื่องจักรกลเติมออกซิเจนให้มูลฝอยแล้ว ในการหมัก จำเป็นต้องทำให้มูลฝอยเป็นชิ้นเล็ก และ แยกเอาส่วนที่ไม่ย่อยสลายออกไป จะช่วยให้สัมผัสกับออกซิเจนมากขึ้น การย่อยสลายก็จะเร็วขึ้นด้วย ใช้เวลาประมาณ 5- 7 วัน

2) การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Decomposition)

เป็นการย่อยสลายอินทรียวัตถุของจุลินทรีย์ชนิดใหม่ที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจนในอากาศ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะให้ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย (Final Products) ดังนี้

อินทรีย์สาร (CHONS) --- Anaerobic Bacteria ----> $CO_2 + CH_4 + NH_3 + H_2S$

ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในส่วนที่เป็นก๊าซจะระเหยไป และ ส่งกลิ่นเหม็นฟุ้งกระจายไปไกล กระบวนการนี้เกิดขึ้นช้ากว่าการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนมาก ประมาณ 2 เดือน 6 เดือน ถึง 1 ปี

ในการหมักทั้งสองแบบนี้ให้ปุ๋ยที่มีคุณภาพต่างกัน ถ้านำมูลฝอยสดมาหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนเลยจะให้สารที่เป็นอันตราย และ การเปลี่ยนเป็นสารอาหารของพืชจะมีน้อยกว่ากระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน ดังนั้น ส่วนใหญ่ในการหมักทำปุ๋ยจะ พูดถึงการหมักแบบใช้ออกซิเจนมากกว่า

องค์ประกอบที่สำคัญของการหมักมูลฝอยโดยใช้ออกซิเจน

■ ชนิดของสารวัตถุ (Kind of Materials)

หมายถึง สารวัตถุที่เป็นส่วนประกอบของขยะมูลฝอยที่ต้องการกำจัดต้องเป็นสารวัตถุที่สามารถย่อยสลายได้ด้วยปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ ในทางปฏิบัติ ค่าของอัตราส่วนของธาตุคาร์บอน : ธาตุไนโตรเจน (C: N Ratio) เป็นดัชนีบอกถึงความเหมาะสมของมูลฝอยที่นำมาหมัก ถ้าค่า C : N Ratio น้อยกว่า 30: 1 แสดงว่าปริมาณสารอาหารของมูลฝอยอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ไม่เพียงพอต่อการย่อยสลาย ซึ่งสามารถปรับให้เหมาะสมได้โดยเติมสารวัตถุพวก กระดาษ ขี้เลื่อย ชี้กบ ฯลฯ ลงไป ถ้าค่า C : N Ratio มากกว่า 50: 1 ขึ้นไปจะทำให้ปฏิกิริยาการย่อยสลายนานกว่าปกติ สามารถปรับได้โดยเติมสารวัตถุพวกเศษเนื้อ อุจจาระที่ย่อยสลายแล้ว ฯลฯ เพิ่มลงไป ค่า C : N Ratio ที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 30-50 : 1 ธาตุคาร์บอน (C) จะมีผลต่อความจำเป็นในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ธาตุไนโตรเจน (N) จะถูกใช้ในการสังเคราะห์โปรตีน หากมีมากจะเปลี่ยนเป็น NH_3 ลอยสู่อากาศทำให้เกิดกลิ่นได้

■ ความละเอียด (Grain size)

ขยะที่นำมาหมักจะต้องมีความละเอียด ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาย่อยสลายได้ดี และรวดเร็วขึ้น ถ้าเป็นขยะผสมต้องนำมาเข้าเครื่องย่อยให้มีขนาดเล็กลงเสียก่อน

■ ความชื้น (Moisture)

ปริมาณความชื้นในขยะต้องมีอยู่อย่างเหมาะสมกับชนิดของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ซึ่งดำเนินปฏิกิริยาแบบ Aerobic process อยู่ในช่วงระหว่าง 50-60 % ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมคือ ประมาณ 55% หากมีปริมาณความชื้นมากกว่า 70% จะทำให้เกิด Anaerobic process ได้ ดังนั้นก่อนนำมาหมักควรปรับระดับความชื้นให้เหมาะสมก่อนหมัก

■ อุณหภูมิ (Temperature)

เนื่องจากการหมักต้องอาศัยปฏิกิริยาการย่อยสลายจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์ที่ใช้หมักแต่ละชนิดต้องการสภาวะของอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญที่ต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 6-1

ตารางที่ 6-1 แสดงชนิดจุลินทรีย์ที่ต้องการสภาวะของอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต

ชนิดของจุลินทรีย์	อุณหภูมิ (°C)
Thermophilic Organism	44-75
Facultative Thermophilic Organism	23-58
Mesophilic Organism	18-44
Psychrophilic Organism	8-35

อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเริ่มต้นด้วยระบบ Aerobic process อยู่ระหว่าง 30-40°C ทำให้ปฏิกิริยาการหมักรวดเร็วดีขึ้น หลังจากนั้นอุณหภูมิจะค่อย ๆสูงมากขึ้นเอง ซึ่งอุณหภูมิสามารถสูงได้ถึง 75°C

เนื่องจากความร้อนจากการหมักมีความคงตัวในระดับที่ค่อนข้างสูง และมีระยะเวลาที่เกิดความร้อนยาวนาน ช่วยทำให้กากของมูลฝอยที่ผ่านการย่อยสลายที่สมบูรณ์ดีแล้วปลอดเชื้อโรคได้

- จุลินทรีย์ (Organisms)

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาการย่อยสลาย 2 ขนาด คือ แบคทีเรีย และ เชื้อรา แบคทีเรียจะเป็นพวก Non-pathogenic saprophytic ซึ่งจำแนกตามลักษณะตามความต้องการออกซิเจน เพื่อใช้เป็นพลังงานได้ 2 กลุ่ม คือ Aerobic Organisms และ Anaerobic Organisms

ขั้นตอนการหมักทำปุ๋ย

โดยทั่วไปขั้นตอนในการทำการหมักทำปุ๋ยประกอบด้วย 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

- เตรียมมูลฝอยที่เก็บขนมาได้จากชุมชน
- ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ของมูลฝอย
- ได้ปุ๋ยจากระบบหมักนำมาบรรจุใส่ถุงเพื่อนำไปขาย

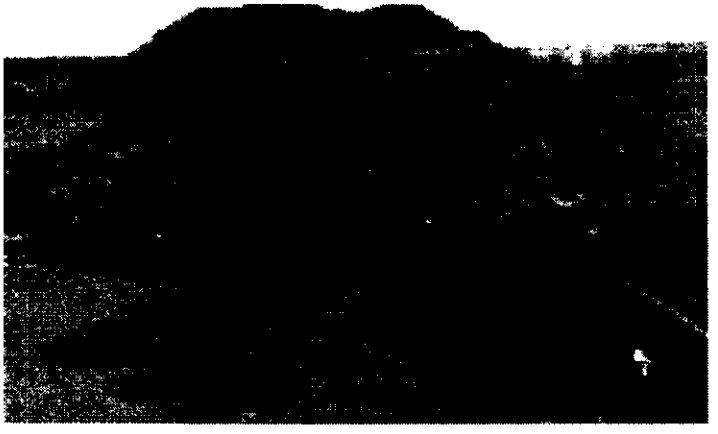
ขยะมูลฝอยจากชุมชนที่เก็บขนได้มา อาจจะนำมาแยกประเภท ลดขนาด และ ทำการเติมความชื้น และ เติมสารอาหารให้เหมาะสม ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งในขั้นตอนแรกดังกล่าวในข้อแรก

เทคโนโลยีนิยมใช้ในการหมักมูลฝอยทำปุ๋ย แบ่งออกได้หลายประเภท ดังตัวอย่างคือ

(1) Windrow system เป็นการนำมูลฝอยมาวางบนพื้นราบให้ได้ความสูงพอสมควรที่จะให้การระบายอากาศได้ดี เพื่อให้การย่อยสลายเกิดได้ดีอาจช่วยการสลายอินทรียวัตถุได้โดยพลิกกลับกองเพื่อให้อากาศเข้าได้ทั่วถึงเป็นการเร่งปฏิกิริยาและป้องกันสภาวะ การย่อยแบบไม่ใช้อากาศได้ด้วย

รูปที่ 6-1 แสดงระบบการหมักทำปุ๋ยแบบ Windrow System

(2) Static composting system วิธีการหมักปุ๋ยแบบนี้ คล้ายแบบแรกแต่ฐานของกองหมักจะทำลักษณะให้การระบายอากาศในกองได้ทั่วถึง เช่น ใช้ไม้ไผ่เจาะช่องระบายอากาศเรียงเป็นฐานเป็นต้น

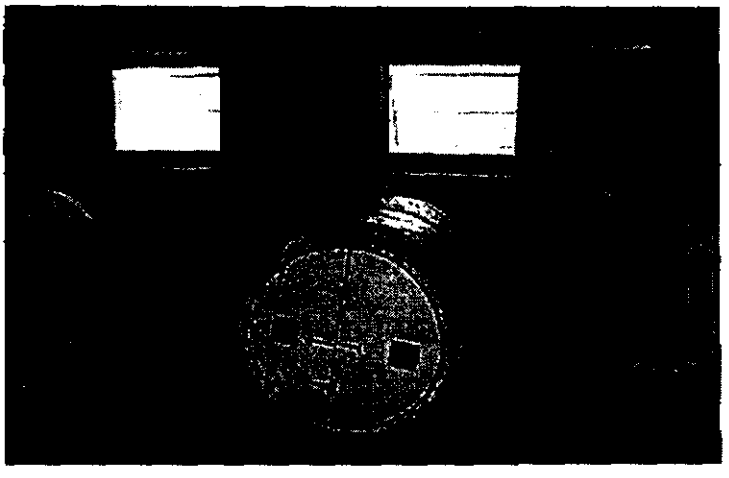


รูปที่ 6-2 แสดงระบบการหมักทำปุ๋ยแบบ Static composting system

(3) Round trip fermentator มูลฝอยจะถูกแบ่งจากเครื่อง โปรยมูลฝอยสู่ชั้นหมักแบบลักษณะเคลื่อนกลับไปมามูลฝอยเหล่านี้จะย่อยสารในชั้นหมักโดยรับอากาสตลอดเวลาประมาณ 8 วัน ก็นำออกพักที่ลานตาก เพื่อให้เกิดการย่อยสลายสมบูรณ์ต่อไป

(4) Dynamic composting system มูลฝอยที่สามารถย่อย สลายได้จะเคลื่อนตัวช้า ๆ ในถังหมัก ที่หมุนตลอดเวลาประมาณ 1 - 2 วัน พวกเชื้อโรคจะถูกฆ่าตาย มูลฝอยที่ย่อยแล้วจะถูก นำออกลานตากเพื่อให้ย่อยสลายสมบูรณ์ต่อไป

(5) In-vessel composting system การหมักวิธีนี้คล้าย Windrow และ static composting แต่เป็นการหมักในภาชนะปิดที่ถูกทำให้เคลื่อนที่ตลอดเวลาด้วยเครื่องจักร จนกระทั่งสิ้นสุดการย่อยสลายวิธีนี้ดีกว่าวิธี Windrow และ static เพราะสามารถควบคุมกลิ่น ใช้สถานที่น้อยไม่อุจาดตา ควบคุมง่าย และใช้แรงงานน้อย



รูปที่ 6-2 แสดงระบบการหมักทำปุ๋ยแบบ Static composting system

(6) Tunnel reactor composting system การหมักมูลฝอยแบบในท่อหมักโดยเครื่องจักรต่าง ๆ อยู่ภายนอกถังหมัก ทำให้ง่ายต่อการซ่อมแซม การระบายอากาศทั้งเข้าและออกควบคุมได้ ทำให้การหมักมูลฝอยได้ดี

(7) Brikollare composting process เป็นการหมักมูลฝอยผสมกากตะกอนจากการจำกัดน้ำเสียอัดเป็นก้อนภายในก้อนทำให้เกิดช่องระบายอากาศ อากาศที่ผ่านเข้าออกช่วยในการย่อยสลาย

บทที่ 7
เทคโนโลยีเตาเผามูลฝอย

การกำจัดมูลฝอยโดยการใช้เตาเผาเป็นวิธีกำจัดมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพดีมากวิธีหนึ่ง สามารถลดปริมาณมูลฝอยลงได้ประมาณร้อยละ80 - 90 อาศัยลักษณะสมบัติของมูลฝอยซึ่งสามารถติดไฟได้ โดยการควบคุมอากาศหรือเชื้อเพลิงเสริมภายใต้อุณหภูมิและความดันที่เหมาะสม ผลที่ได้จากปฏิกิริยาเผาไหม้จะเกิดก๊าซชิดต่าง ๆ ไอน้ำ และ ขี้เถ้า อุณหภูมิเผาไหม้ขั้นสุดท้ายภายในเตาเผาโดยทั่วไปจะอยู่ในช่วงระหว่าง 850 - 1,200 องศาเซลเซียส และ ความร้อนที่ได้จากการเผาขยะ ยังสามารถนำไปใช้ในการให้กำเนิดไอน้ำทำน้ำร้อน หรือ ผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีก อย่างไรก็ตามก๊าซที่มาจากการเผาไหม้อาจก่อให้เกิดมลพิษขึ้นกับชั้นบรรยากาศได้ เทคโนโลยีของ incineration มีอยู่มากมายหลายชนิดที่พบได้ในปัจจุบันนี้อาจเป็นเตาเผา ขยะที่สามารถใช้เผาขยะจากบ้าน คอนโดมิเนียม หมู่บ้านจัดสรร หรือ เป็นเตาเผาขยะที่ใช้กับงานเฉพาะ เช่น โรงพยาบาล โรงงานอุตสาหกรรม หรือ แม้กระทั่งเตาเผาขยะที่ใช้กำจัดสาร กัมมันตภาพรังสี (Radioactive Waste) ในที่นี้จะนำเสนอเตาเผาขยะที่ใช้กันอยู่ทั่วไป และ สามารถนำมาใช้กำจัดขยะเมืองที่มีปริมาณมากมายมหาศาล และ ยังไม่มีวิธีกำจัดที่แน่นอน เช่น ในประเทศ ไทย

กระบวนการกำจัดมูลฝอยโดยใช้เตาเผามีองค์ประกอบสำคัญดังนี้

1) ที่กักเก็บมูลฝอย โดยทั่วไปเป็นห้องเก็บหรือหากเตาเผาขนาดใหญ่จะออกแบบก่อสร้างเป็นคอนกรีต อยู่ต่ำกว่าระดับพื้นดิน เพื่อทำหน้าที่รวบรวมมูลฝอยที่เก็บขนมาได้รอการป้อนเข้าสู่เตาเผา ความจุของห้องหรือบ่อ จะมีขนาดความจุของบ่อตั้งแต่ 1.5 เท่า ของประสิทธิภาพในการเผามูลฝอยแต่ละวันขึ้นไป

2) ระบบป้อนมูลฝอย เป็นอุปกรณ์หรือเครื่องจักรทำหน้าที่ป้อนมูลฝอยเข้าไปในเตาเผาขนาดเล็ก อาจใช้ระบบคนยกเทหรือรถตักล้อยางขนถ่านและป้อนมูลฝอย ส่วนเผาขนาดใหญ่ซึ่งมีบ่อรับมูลฝอย จะใช้ระบบเครนและก้ามปูป้อนเข้ากรวยรับมูลฝอย

3) กระบวนการเผา เป็นขั้นตอนที่มูลฝอยถูกไหม้ในห้องเผา โดยการควบคุมอากาศหรือเชื้อเพลิงช่วยในการเผาให้สมบูรณ์ ซึ่งเตาเผามีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับขนาดและการใช้งานเตาเผาและวิธีการเผา

4) กระบวนการทำให้ไอเสียเย็นลง และ กระบวนการใช้ความร้อนที่ได้จากกรเผามูลฝอยให้เป็นประโยชน์ ระบบการทำไอเสียเย็นลงและการนำความร้อนไปใช้ประโยชน์ ไอเสียจากการเผาไหม้มูลฝอยจะมีอุณหภูมิประมาณ 700 - 950 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะผ่านไปยังระบบกำจัดไอเสียจะต้องทำให้เย็นลงอีกถึง 250 - 300 องศาเซลเซียส โดยอาจใช้วิธีการพ่นน้ำโดยตรงไปยังท่อไอเสีย

จะสามารถลดอุณหภูมิลงได้ตามต้องการและน้ำจะระเหยหายไป หรือติดตั้งหม้อต้มน้ำ โดยการนำความร้อนจากไอเสียไปทำให้น้ำร้อนและไอน้ำร้อนนี้ไปหมุนกังหันไอน้ำต่อเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

5) กระบวนการกำจัดไอเสีย ระบบกำจัดไอเสีย ไอเสียที่ลดอุณหภูมิต่ำลงและจะต้องถูกกำจัดสารมลพิษต่าง ๆ ออกก่อนที่จะระบายออกจากปล่องสู่บรรยากาศภายนอก มลสารที่เกิดจากการเผาไหม้ มูลฝอยได้แก่ ผงฝุ่น ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ เป็นต้น อุปกรณ์กำจัดฝุ่น ได้แก่ ไซโคลน ถุงกรอง อุปกรณ์ที่ใช้กำจัดก๊าซ ส่วนใหญ่จะใช้ระบบเปียกโดยมีด่างหรือปูนขาวใช้ร่วมในระบบ ได้แก่ Wet Scrubber หรือถุงกรองโดยใช้ปูนขาวพ่นเข้าไปจับสารมลพิษไอเสีย

6) กระบวนการกำจัดน้ำเสีย การกำจัดน้ำเสีย น้ำเสียที่เกิดจากโรงงานเตาเผา จะเกิดจากการล้างพื้น น้ำชะมูลฝอยระบบกำจัดเถ้า น้ำหมุนเวียนในระบบกำจัดไอเสีย เป็นต้น วิธีการกำจัด น้ำเสียส่วนใหญ่ใช้วิธีกำจัดทางเคมี

7) กระบวนการกำจัดเถ้าเถ้าที่เกิดจากการเผามูลฝอยมี 2 ประเภท คือ เถ้าบิน ซึ่งกระจายออกไปพร้อมกับไอเสีย เพราะมีขนาดเล็กและเบาจะถูกกำจัดโดยอุปกรณ์จัดฝุ่นและเก็บรวบรวมไว้รอกำจัดต่อไป เถ้าอีกประเภทหนึ่งคือเถ้าหนักจะเหลืออยู่ก้นเตาจะถูกลำเลียงและพ่นด้วยน้ำหรือผ่านไปยังบ่อน้ำเพื่อให้เย็นลงและรวบรวมไว้ในบ่อเก็บเถ้า

กระบวนการเผา

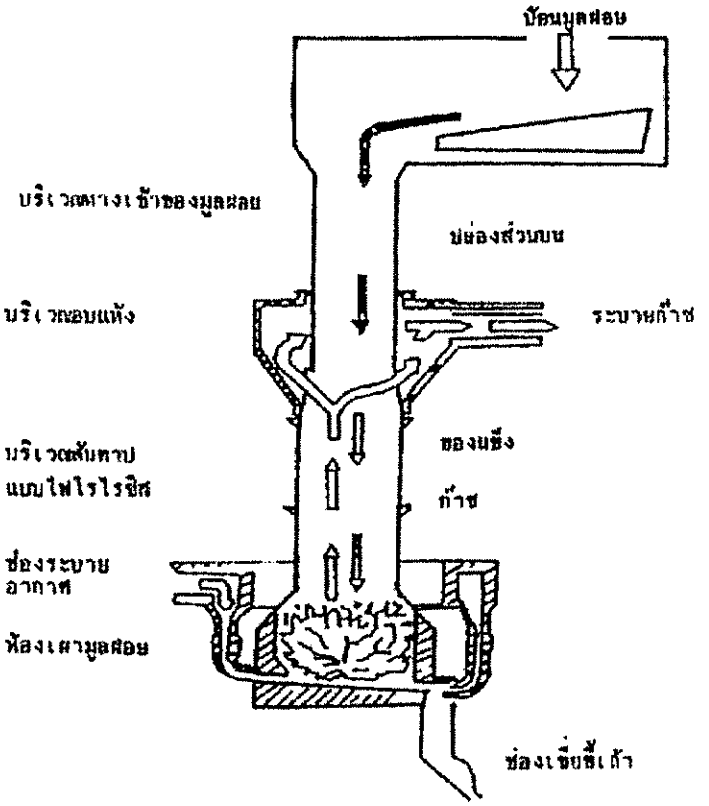
กระบวนการเผา (Incineration Process) แบ่งหลัก ๆ ได้ ดังนี้

(1) กระบวนการเผาชนิดมีแผงตะกรับ (Stoker Type Incineration) เป็นเตาเผาประเภทที่ใช้กันเป็นส่วนมากในปัจจุบัน หลังจากป้อนมูลฝอยผ่านกรวยแล้ว แผงตะกรับจะทำหน้าที่ป้อนมูลฝอยภายในเตาเผา วิธีการเผาใช้อากาศมากเกินพอทำให้มูลฝอยบนแผงตะกรับถูกอบแห้งไปด้วย นอกจากนี้อาจใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเสริมในการเผาไหม้ด้วย น้ำในตัวมูลฝอยจะระเหยออกไปโดยความร้อนจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง มูลฝอยที่แห้งแล้วก็จะค่อย ๆติดไฟ อุณหภูมิในเตาเผาประมาณ 850 - 1,200 องศาเซลเซียส หลังจากเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์แล้ว มูลฝอยก็จะกลายเป็นขี้เถ้า เตาเผาประเภทนี้เป็นเตาที่เหมาะสมกับมูลฝอยที่มีปริมาณมากคือ 6 ตัน/ชั่วโมงขึ้นไป หรือ 150 ตัน/วัน

(2) กระบวนการเผาชนิดควบคุมการเผาไหม้ (Pyrolytic/ Pyrolysis incinerator) เป็นเตาเผาที่แบ่งการเผาไหม้เป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกจะควบคุมการเผาไหม้มูลฝอยในสภาวะไร้อากาศหรือใช้อากาศค่อนข้างน้อย ที่อุณหภูมิประมาณ 450 องศาเซลเซียส และขั้นสุดท้ายจะเป็นการเผาไหม้ในสภาวะอากาศมากเกินพอ และอาจใช้น้ำมันเชื้อเพลิงด้วย อุณหภูมิในเตาเผา

ประมาณ 1,000 - 1,200 องศาเซลเซียส เตาเผาประเภทนี้ใช้กับมูลฝอยที่มีปริมาณน้อย คือไม่เกิน 1 ตัน/ชั่งโมง หรือ 10 ตัน/วัน

Pyrolysis เป็นกระบวนการเผาไหม้แบบที่ไม่ใช้ ออกซิเจนช่วยในการเผาไหม้ กระบวนการนี้จำเป็นต้องให้ความร้อนเพื่อก่อให้เกิดปฏิกิริยา (Endothermic reaction) ไม่เหมือนกับเตาเผาซึ่งใช้ อากาศในการเผาไหม้ และ เป็นกระบวนการที่ให้ความร้อนออกมา (Exothermic reaction) พิจารณา กระบวนการ Pyrolysis ของ เซลลูโลส (องค์ประกอบหลักของกระดาษ) ดังต่อไป นี้



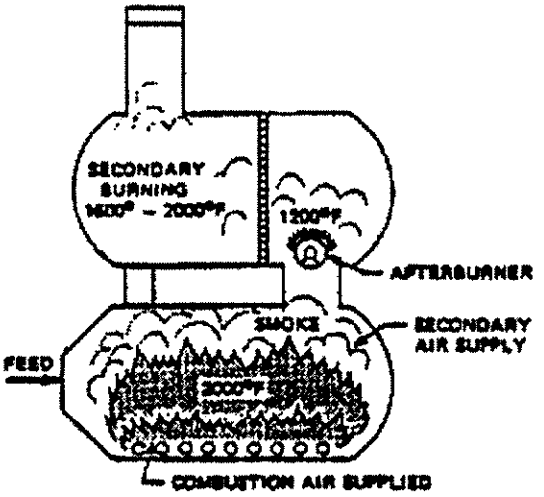
รูปที่ 7-1 เตาเผาขยะระบบ Pyrolysis

ก๊าซซึ่งได้จากกระบวนการนี้ คือ มีเทน คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และ ไอน้ำ ซึ่ง ก๊าซที่ได้นี้ เป็นก๊าซที่สามารถนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงได้ ส่วน เถ้า คาร์บอน ที่ เหลือ อยู่ (3C) ภายในเตาจะ ประกอบไปด้วย โลหะ ออกไซด์ของโลหะ และ อื่น ๆ (องค์ ประกอบ เหล่านี้มาจากขยะที่ใช้ใน กระบวนการ)

ระบบเตาเผาขยะแบบ Pyrolysis ได้แสดงไว้ในรูปที่ 7-1 ในทางปฏิบัติจะเห็นว่ามีอากาศถูกเติมเข้าไปในห้องเผาไหม้ทั้งนี้ เพื่อช่วยให้เกิดความร้อนกับกระบวนการ อากาศ ส่วนนี้จะมีปริมาณ น้อยกว่าอากาศที่ต้องการตามทฤษฎีมาก ระบบเตาเผาขยะแบบนี้ใช้ได้ดี เช่นกันกับขยะประเภทกึ่ง ของเหลวหรือ ขยะของเสีย (sludge waste)

(3)กระบวนการเผาแบบมีระบบ Controlled Air

เตาเผาขยะแบบนี้ได้ถูกปรับปรุงขึ้นมาจากระบบเตาเผาขยะแบบ Pyrolysis รูป ที่ 7-2 แสดง รายละเอียดของเตาเผาระบบนี้ซึ่งจะเห็นได้ว่าห้องเผาไหม้จะถูกแบ่งออกเป็นสองห้อง ขยะจะถูกส่ง เข้ามายังห้องเผาไหม้แรก และ อากาศซึ่งมีปริมาณต่ำกว่าปริมาณอากาศที่ต้องการทางทฤษฎีมาก ถูก เป่าเข้ามาทางด้านล่างของขยะ อากาศส่วนนี้ทำหน้าที่ให้ความร้อนเพียงพอที่จะทำให้ขยะติดไฟเท่า นั้น อุณหภูมิของห้องเผาไหม้นี้จะอยู่ในช่วง 750-850°C

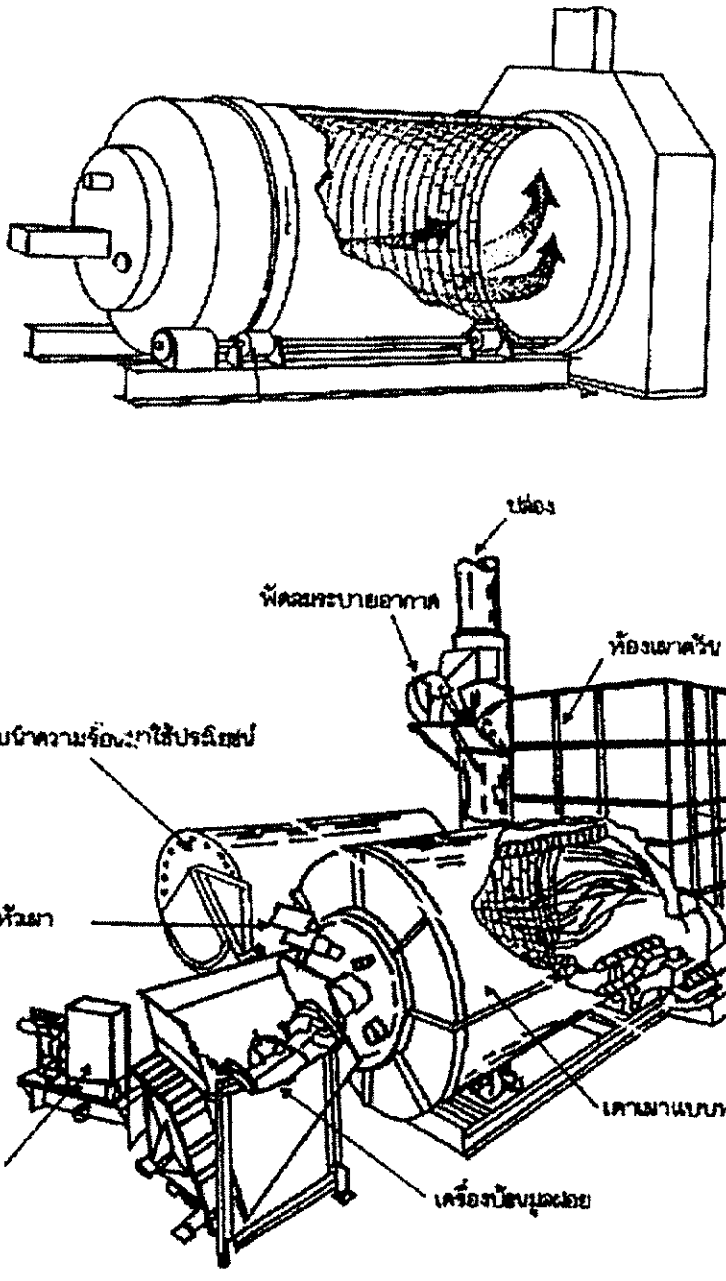


รูปที่ 7-2 เตาเผาขยะระบบ controlled air

ในห้องเผาไหม้ที่สองซึ่งอยู่ด้านบน อากาศอีกส่วนหนึ่งจะถูกป้อนเข้าไปเพื่อให้เกิดการเผาไหม้กับสารระเหิด และ สารแขวนลอยที่มาจากขยะในห้องเผาไหม้แรก อุณหภูมิของห้องเผาไหม้นี้จะอยู่ที่ประมาณ 1200°C และ เนื่องจากห้องเผาไหม้นี้มีปริมาตรใหญ่ จึงทำให้เวลาที่ก๊าซร้อนอยู่ใน ห้องเผาไหม้ (residence time of gas) เพียงพอที่จะทำปฏิกิริยาการเผาไหม้ทำให้ก๊าซที่ออกจากห้องเผาไหม้นี้ เป็นก๊าซซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

ข้อได้เปรียบของเตาเผาระบบนี้อยู่ที่อากาศปริมาณน้อยที่ป้อนเข้าห้องเผาไหม้แรก ทำให้เกิดการปั่นป่วนในห้องเผาไหม้น้อย (turbulence) และ การเกิดสารระเหิดกับสารแขวนลอยจากขยะ น้อยตามไปด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับ incineration ซึ่งทำงานด้วยอากาศส่วนเกินมาก (rich excess air) นอกจากนั้น การที่อากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ถูกควบคุมได้ จึงทำให้เตาเผาขยะระบบนี้ง่ายในการ ควบคุมอุณหภูมิ และ residence time ทั้ง ของก๊าซ และ ขยะในห้องเผาไหม้

(4) เตาเผาขยะแบบหมุน (rotary kiln)



รูปที่ 7-3 เตาเผาขยะแบบหมุน

เตาเผาขยะแบบนี้ อาจกล่าวได้ว่าเป็นระบบเตาเผาที่มีความยืดหยุ่น และ ความสะดวกในการทำงานมากระบบหนึ่ง เนื่องจากการที่มันสามารถทำงานได้กับขยะเกือบทุกประเภท และ ทุกสถานะ (ก๊าซ ของ เหลว และ ของ แข็ง) ปกติจะใช้เตาเผาระบบนี้ ในการกำจัดขยะอุตสาหกรรม และ ในปัจจุบันนี้ ได้มีการนำเอาเตาเผาแบบนี้ มาใช้ กับขยะเมือง และ ขยะของเสียแล้วเตาเผาขยะแบบหมุน (รูป ที่ 7-3) ประกอบด้วยห้องเผาไหม้แรกรูปทรงกระบอก วางทำมุมกับแนวราบเล็กน้อย

และ หมุนได้รอบแกนโดยชุดหมุน ซึ่งอาจจะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าปรับความเร็วรอบได้ ขยะจะถูกป้อนเข้าไปในเตา และ ถูกทำให้เคลื่อนที่ไปยังอีกด้านหนึ่งของเตา เนื่องจากการหมุนเตาจะถูกออกแบบ และ ทำงานโดยขยะที่เคลื่อนตัวไปถึงด้านท้ายเตาจะเป็นขยะที่เผาไหม้สมบูรณ์แล้ว โดยการปรับมุมเอียง และ ความเร็วรอบของเตา (ปกติ อยู่ในช่วง 0.25 ถึง 2.5 รอบ ต่อ นาที) อัตราส่วนความยาว ต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของเตาที่ใช้ในอุตสาหกรรม อยู่ในช่วง 2:1 ถึง 10:1

กระบวนการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นในห้องเผาไหม้แรกนี้จะเหมือนกับที่เกิดขึ้นในระบบ Controlled air ห้อง เผาไหม้ที่สอง (post combustion หรือ after-burner) ทำหน้าที่เผาไหม้ก๊าซร้อนจากห้องเผาไหม้แรกก่อนที่จะส่งออกไปยังหม้อไอน้ำ หรือ ระบบบำบัดก๊าซต่อไป

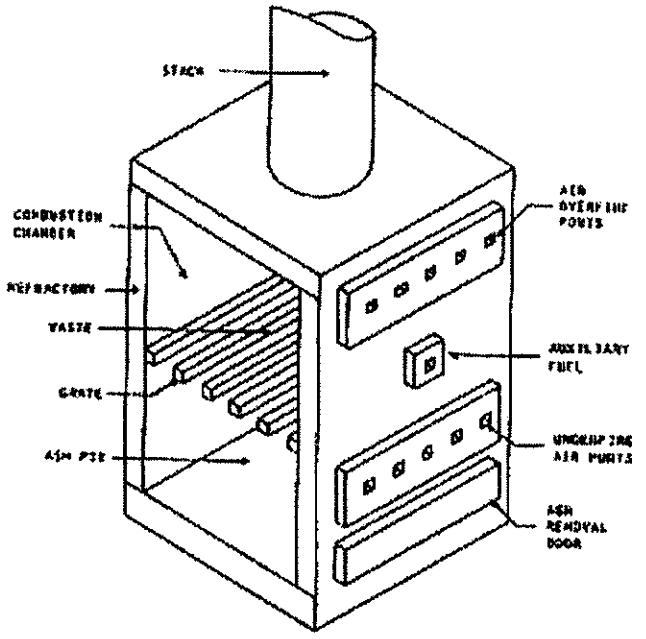
(5) กระบวนการเผาชนิดใช้ตัวกลางนำความร้อน (Fluidized bed incinerator)

ตัวกลางที่ใช้ในเตาเผา เป็นแร่ควอทซ์หรือทรายแม่น้ำขนาด 1 มิลลิลิตร มูลฝอยจะต้องถูกย่อยให้มีขนาดเล็ก ตัวกลางและมูลฝอยจะต้องถูกย่อยให้มีขนาดเล็ก ตัวกลางและมูลฝอยจะถูกกวนผสมกันในเตาและเผาไหม้โดยใช้อากาศมากเกินพอจะได้อุณหภูมิประมาณ 850 - 1,200 องศาเซลเซียส เตาเผาประเภทนี้เหมาะกับมูลฝอยขนาด 1 - 5 ตัน/ชั่วโมง หรือ 25 - 100 ตัน /วัน

ชนิดของเตาเผามูลฝอย

1) เตาเผาขยะแบบห้องเดี่ยว (Single Chamber Incinerators)

เตาเผาขยะแบบห้องเดี่ยวดังแสดงในรูปที่ 7-4 นี้จะใช้ในการกำจัดขยะแข็งโดยขยะจะถูกป้อนไปบนตะกรับ (grate) ซึ่งอาจจะเป็นการป้อนด้วยมือ หรือ ด้วยเครื่องป้อนหลังจากนั้นจึงจุดขยะด้วยไม้ชีดไฟ ก๊าซจากการเผาไหม้จะลอยขึ้นไปทางปล่องควัน และ ออกสู่บรรยากาศ อากาศที่ใช้ในการเผาไหม้จะเข้าไปสู่ห้องเผาไหม้ทางช่อง under fire และ ช่อง over fire ดัง แสดง ใน รูป อากาศที่ผ่านช่อง under fire จะเป็นแหล่งกำเนิดออกซิเจนที่ใช้ในการเผาไหม้ ในขณะที่อากาศ ที่เข้าไปในช่อง over fire ซึ่งอยู่ทางส่วนบนของห้องเผาไหม้จะเป็นตัวป้อนอากาศเสริม ให้กับก๊าซจาก การเผาไหม้ ซึ่ง ณ จุด นี้ยังเต็มไปด้วยคาร์บอนที่ยังไม่เผาไหม้ (แต่ลอยตัวขึ้นมาจากขยะที่อยู่บนตะกรับ) สารไฮโดรคาร์บอน และ อนุภาคต่างๆ ขี้เถ้า ซึ่งเหลือจากการเผาไหม้จะร่วงจากตะกรับลงสู่ พื้นด้านล่าง และ สามารถตักออกไปได้เมื่อการเผาไหม้สิ้นสุดลงแล้ว



รูปที่ 7-4 เตาเผาขยะแบบห้องเผาไหม้เดี่ยว

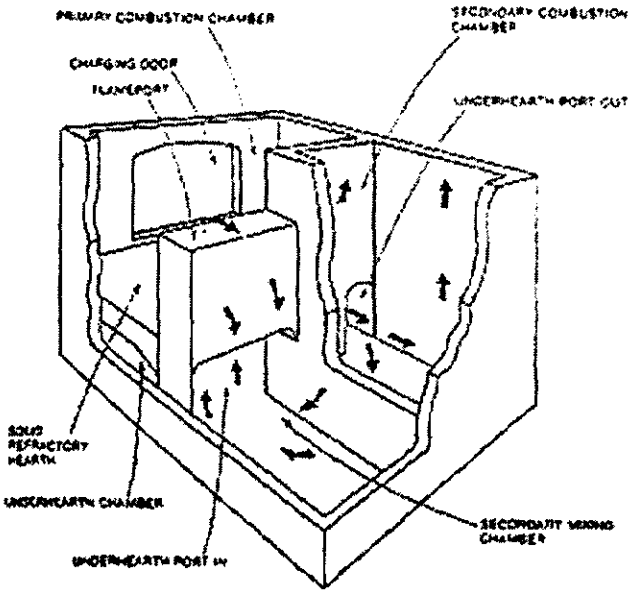
นอกจากนี้เตาเผาขยะแบบนี้ ยังมีส่วนประกอบอื่น ๆที่ช่วยให้การเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น เช่น อาจจะมีหัวเผาซึ่งจะช่วยเผาขยะที่มีค่าความร้อนต่ำในเตาเผาบางแบบจะมีห้องเผาไหม้หลัง หรือ Post-combustion chamber ติดอยู่ทางด้านที่ต่อออกมาจากห้องเผาไหม้แรก ห้องเผาไหม้หลังนี้ทำหน้าที่ในการทำลายก๊าซจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ และ อนุภาค (เขม่า) จากห้องเผาไหม้แรก และช่วยทำให้ก๊าซจากการเผาไหม้สะอาดขึ้น ก่อนที่จะปล่อยออกสู่บรรยากาศ

2) เตาเผาขยะแบบห้องเผาไหม้หลายห้อง (Multiple-chamber Incinerators)

เตาเผาแบบนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะช่วยให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ขึ้น โดยออกแบบให้มีห้องเผาไหม้หลายห้อง ห้องเผาไหม้แรกทำหน้าที่เผาไหม้ขยะแข็งในขณะที่ห้องเผาไหม้ที่สอง จะถูกออกแบบให้มีเวลาที่ต้องใช้ เพื่อการเผาไหม้นานขึ้น และ อาจจะมีหัวเผาเพิ่มขึ้นด้วย เพื่อช่วยในการเผาไหม้ ก๊าซ และ อนุภาคต่าง ๆ ซึ่งจะถูกขับออกมาจากห้องเผาไหม้แรก

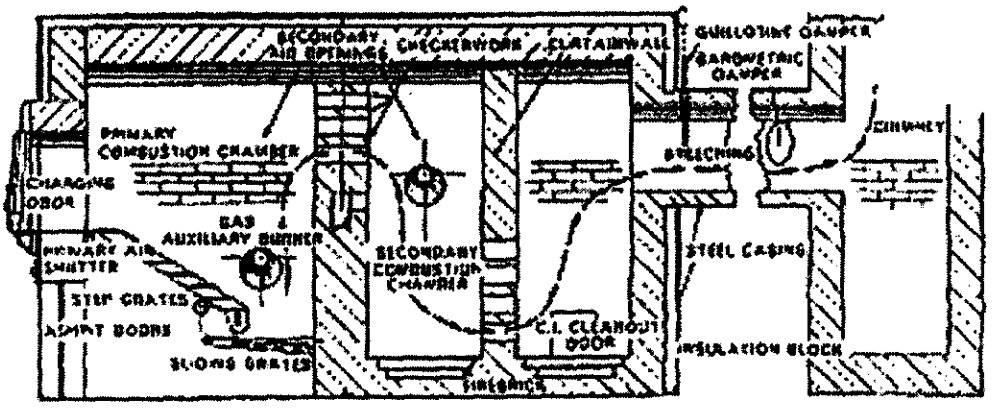
เตาเผาขยะแบบนี้ สามารถแบ่งได้ 2 ชนิด คือ แบบ Retort และ แบบ In-line

เตาเผาขยะแบบ Retort เตาเผาขยะแบบนี้ จะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม ซึ่งภายในมีช่องแบ่งหลาย ๆช่อง ช่องแบ่งทำหน้าที่บังคับการไหลของก๊าซจากการเผาไหม้ให้หักมุม 90 องศา ทั้งในแนวราบ และ ในแนวดิ่ง ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนทิศทางการไหลของ ก๊าซ เขม่า และ อนุภาคต่าง ๆที่มากับก๊าซร้อน จะร่วงตกลงมาจากก๊าซ รูปภาคตัดของเตาเผาแบบนี้ แสดง ในรูปที่ 7-5



รูปที่ 7-5 เตาเผาขยะแบบ retort

เตาเผาขยะแบบ In-line เตาเผาขยะแบบนี้จะมีขนาดใหญ่กว่าเตาเผาขยะแบบ Retort การไหลของก๊าซจากการเผาไหม้ จะเป็นเส้นตรงในแนวแกนตลอดทั้งเตาโดยจะมีช่องแบ่งเพื่อให้ก๊าซเกิดการหักเหทิศทาง ดังแสดงในรูปที่ 7-6 ขยะจะถูกวางลงไปบนตะกรับซึ่งอาจจะเป็นแบบอยู่กับที่ หรือ แบบเคลื่อนที่ก็ได้ การเคลื่อนที่ของก๊าซร้อนเมื่อผ่านช่องแบ่งภายในเตาก็จะเป็นเช่นเดียวกับเตาเผาขยะแบบ retort คือ จะมีอนุภาคต่างๆ ตกลงมา และ ยังช่วยให้เกิดการไหลแบบอลวน(turbulence flow) ซึ่งช่วยให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ดีขึ้น ในห้องเผาไหม้แรกจะมีหัวเผาติดอยู่ซึ่งทำหน้าที่ในการจุดขยะให้ติดไฟในขณะที่หัวเผาในห้องเผาไหม้ห้องที่สองทำหน้าที่ในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้นี้ ให้มีค่าคงที่เพื่อใช้ในการเผาไหม้ก๊าซร้อน และ อนุภาคต่าง ๆที่ยังเผาไหม้ไม่สมบูรณ์



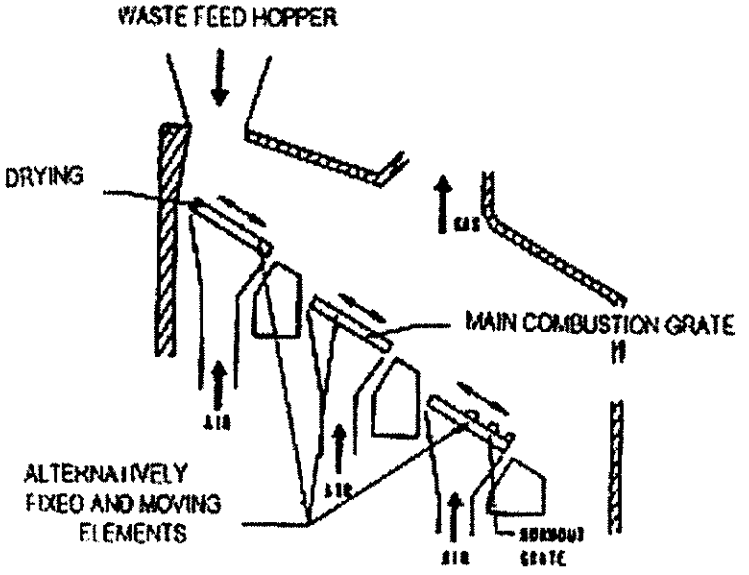
รูปที่ 7-6 เตาเผาขยะแบบ in-line

3) ระบบโรงเผาขยะแบบรวมศูนย์ (Central Disposal Incineration System)

ระบบนี้หมายถึงการกำจัดขยะซึ่งมีที่มาจากหลายแหล่งหลายชุมชน ณ โรงเผาขยะศูนย์กลาง ซึ่งโดยปกติจะใช้กับการกำจัดขยะเมืองของแต่ละเมืองหรือใช้ในการกำจัดขยะอุตสาหกรรม สำหรับแหล่งที่มีโรงงานอุตสาหกรรมอยู่รวมกัน (นิคมอุตสาหกรรม เป็นต้น) ในยุโรป จะมีโรงเผาขยะแบบรวมศูนย์นี้มากกว่าในสหรัฐอเมริกา โดยในปัจจุบันมีระบบเตาเผาขยะของยุโรปที่ใช้กันอยู่อย่างแพร่หลายในสหรัฐอเมริกาสามระบบซึ่งแตกต่างกันไปตามการออกแบบตะกรับ อย่างไรก็ตามมีเตาเผาระบบอเมริกาอยู่บ้างเหมือนกันที่พัฒนาระบบมาจากเตาที่ใช้ในการเผาถ่านหิน

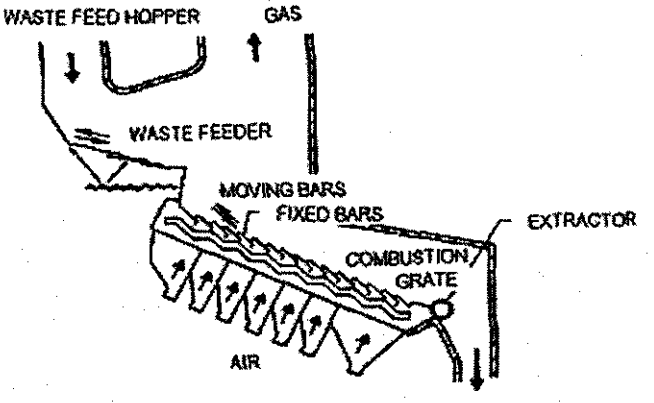
ระบบยุโรป เตาเผาขยะระบบยุโรป ที่นิยมใช้กันอยู่ มี 3 ระบบ คือ ระบบ Reciprocating grate ระบบ Roller grate และ ระบบ Reverse reciprocating grate

ระบบเตาเผาขยะแบบ Reciprocating grate ได้ แสดงไว้ในรูปที่ 7-7 ในระบบนี้ตะกรับจะถูกแบ่งออกเป็นสามส่วน ขยะที่ต้องการเผาทำลายจะถูกทิ้งลงมาบนตระกรับส่วนแรกซึ่งทำหน้าที่ทำให้ขยะแห้ง (เป็นผลมาจากการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีจากขยะส่วนที่กำลังเผาไหม้) ตะกรับส่วนกลางจะเป็นบริเวณที่เกิดการเผาไหม้ขึ้น ในขณะที่ขยะส่วนที่เผาไหม้เรียบร้อยแล้ว จะถูกดันไปสู่ตะกรับส่วนปลายเพื่อลำเลียงเป็น ขี้เถ้าออกจากโรงเผา การเคลื่อนตัวของขยะเกิดขึ้นมาจากน้ำหนักตัวของขยะเอง และตะกรับซึ่งจะแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่อยู่กับที่ และ ส่วนที่เคลื่อนไหว การควบคุมเวลาที่ขยะใช้ในการเผาไหม้ (residence time to combustion) สามารถควบคุมได้จากความเร็วของตะกรับส่วนที่เคลื่อนไหวนี้ อากาศซึ่งใช้ในการเผาไหม้ถูกส่งผ่านตะกรับขึ้นมาทางด้านล่าง



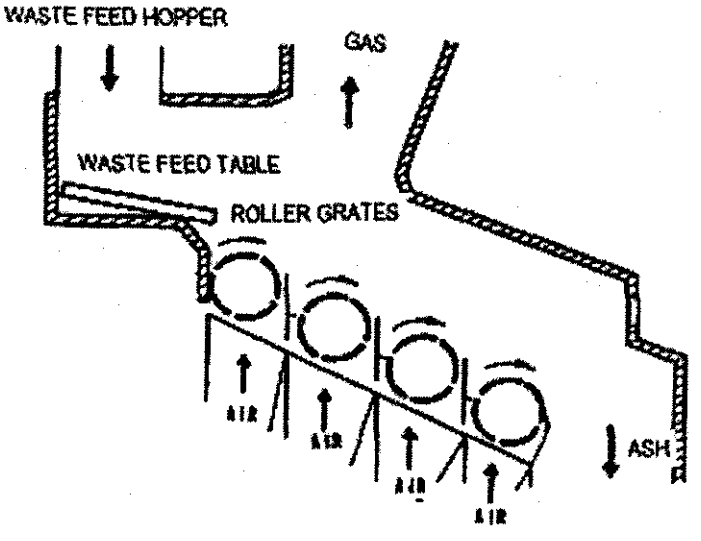
รูปที่ 7-7 แสดงระบบเตาเผาขยะแบบ reciprocating grate

ระบบเตาเผาขยะแบบ Reverse reciprocating grate (รูป ที่ 7-8) ตะกรับส่วนที่เคลื่อนไหวจะดันขยะให้เลื่อนลงสู่เบื้องล่าง และ พลิกกลับขยะ ในขณะที่เคลื่อนที่กลับซึ่งจะเป็นการช่วยให้พื้นที่ถ่ายเทความร้อนของขยะมากขึ้น ที่ส่วนปลายของตะกรับจะมี extractor ซึ่งทำหน้าที่ปรับระดับความสูงของชั้นขยะในตะกรับ และ ทำหน้าที่ควบคุมเวลาที่ขยะใช้ในการเผาไหม้



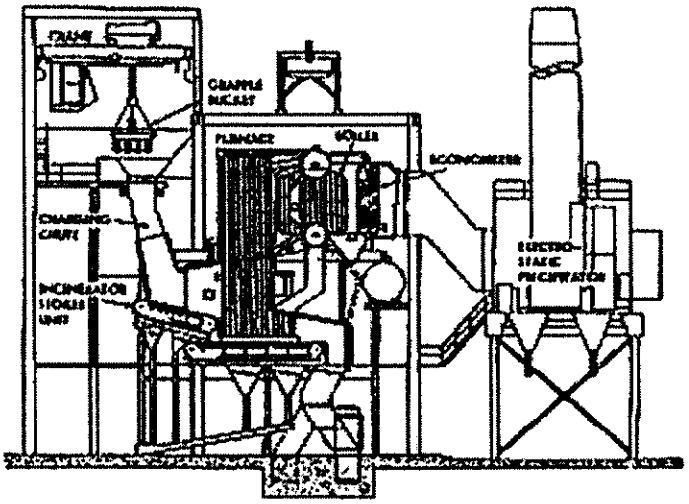
รูปที่ 7-8 ระบบเตาเผาขยะแบบ reverse reciprocating grate

ระบบเตาเผาขยะแบบ Roller grate ตัวลูกกลิ้งจะทำหน้าที่ในการพลิกกลับขยะใน ขณะที่ตัวมันหมุนด้วยความเร็วรอบช้า ๆ (รูป ที่ 7-9) อากาศถูกเป่าจากทางด้านล่างทำ หน้าที่ช่วยในการเผาไหม้ และ ระบายความร้อนของตะกรับ ก๊าซร้อนจากการเผาไหม้จะถูกระบายออกไปยังหม้อไอน้ำเพื่อแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนกับน้ำสำหรับใช้ในการ ผลิตกระแสไฟฟ้า หรือ ใช้ในกระบวนการอื่น ๆไป

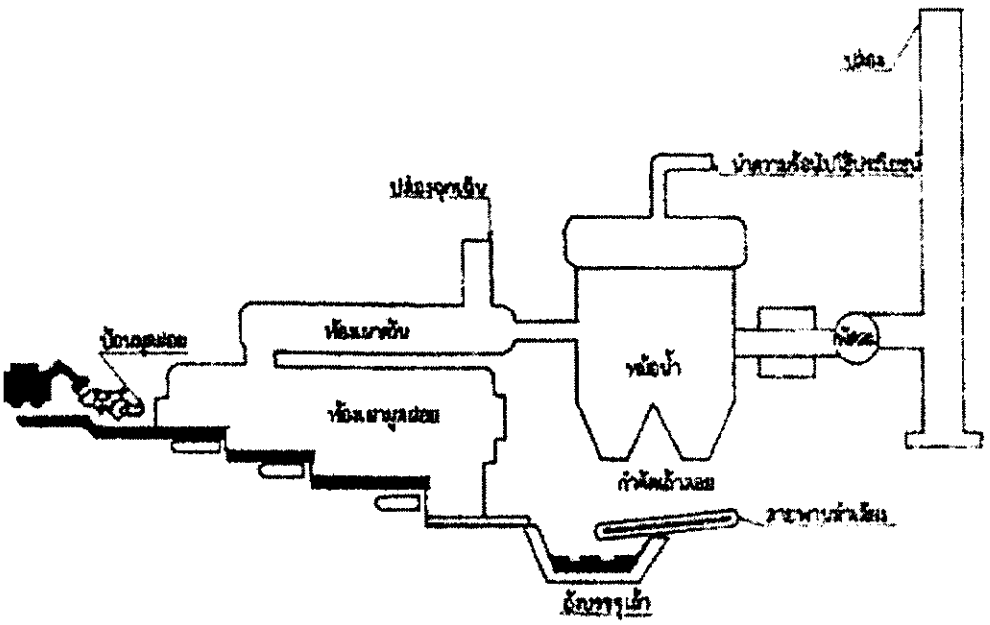


รูปที่ 7-9 ระบบเตาเผาขยะแบบ roller grate

ระบบเตาเผาขยะอีกแบบหนึ่งที่ นิยมใช้ในสหรัฐอเมริกา คือ Traveling grate system (รูปที่ 7-10) ตะกรับที่ใช้ในระบบนี้จะมีลักษณะคล้ายสายพานที่ทำจากเหล็กหล่อ หลักการทำ งานจะคล้ายคลึงกับระบบเตาเผายุโรป คือ ตะกรับ จะแบ่งออกได้สามส่วน ส่วนที่ทำให้ขยะแห้ง อยู่บริเวณส่วนต้น ถัดมา คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ในการเผา ไหม้ และ ส่วนสุดท้าย คือ ขยะที่ เผาไหม้เสร็จเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 7-10 ระบบเตาเผาขยะแบบ traveling grate



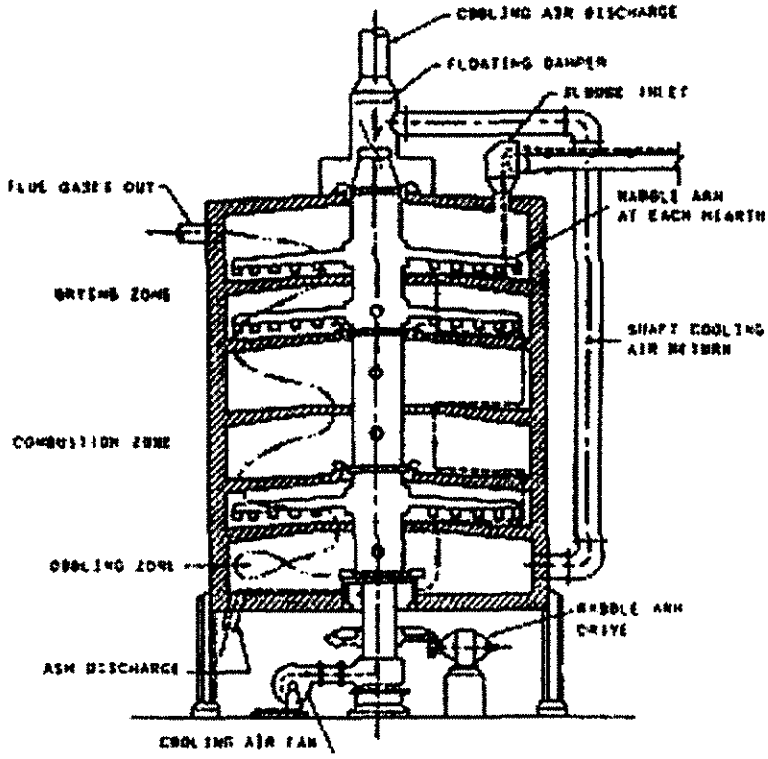
รูปที่ 7-11 : เตาเผามูลฝอยแบบศูนย์กลาง (Central Disposal Incinerator Systems)

กรรมวิธีกำจัดขยะตะกอนโดยการเผา

ขยะตะกอนใน ที่ นี้ หมายถึง ขยะที่มีอนุภาคแข็งแขวนลอยอยู่ในน้ำหรือของเหลวอื่นๆ ตัว อย่างของขยะประเภทนี้ เช่น ตะกอน ที่ มา จากโรงบำบัดน้ำเสียและรวมทั้งขยะ ของ เสียจาก มนุษย์ ด้วย จำนวนอนุภาคแข็งแขวนลอยอาจมีอย่างน้อย 15% และ อาจสูงถึง 60% สามารถกำจัดได้โดยกรรมวิธีกำจัดขยะตะกอนโดยการเผา (Sludge Incineration)

(1) Multiple hearth incinerator

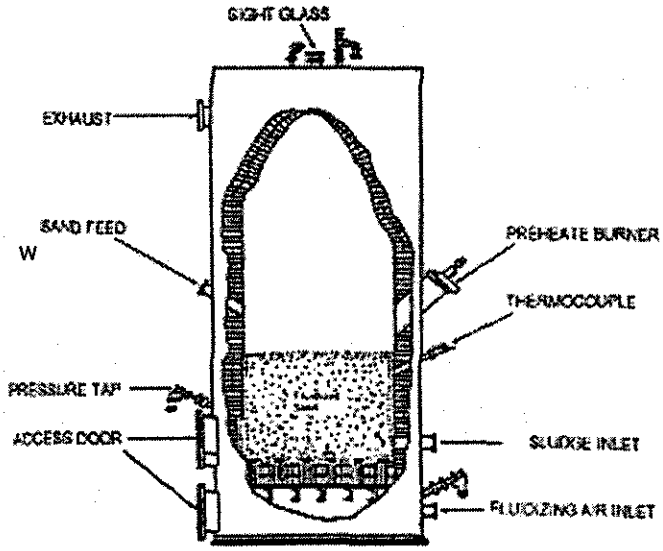
เตาเผาขยะระบบนี้เป็นรูปทรงกระบอกสูงภายในก่ออิฐทนไฟ และ มีลานตากขยะ จำนวนหลายชั้น(รูป ที่ 7-12) ที่แกนกลางของเตามีท่อกลาง (ใช้เป็นช่องสำหรับอากาศหล่อ เย็น)หมุนอยู่ภายในเตาเผาด้วยความเร็วประมาณหนึ่งรอบต่อนาทีท่อกลางนี้จะยึดติดกับแขนกวาด(rabble arm)ในแต่ละชั้นของลานตากทำหน้าที่กวาดขยะตะกอนให้ทั่วลานตากเมื่อขยะถูกป้อนเข้ามายังลานตากชั้นบนจะถูกแขนกวาดขยะจากด้านนอกเข้ามายังแกนกลางเตาแล้วจึงตกลงไปสู่ลานตากชั้นล่างซึ่งจะกวาดขยะตกลงไปยังลานตากชั้นต่อไปห้องเผาไหม้ขยะจะอยู่บริเวณส่วนกลางเตา ก๊าซร้อนจากการเผาไหม้ขยะ ลอยขึ้นไปทำให้ขยะที่อยู่ ณ ลานตากชั้นบนแห้ง ขยะส่วนที่เผาไหม้แล้วในห้อง เผาไหม้จะถูกนำออกมาทางด้านล่างของเตา



รูปที่ 7-12 Multiple-hearth incinerator

เตาเผาขยะแบบนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2 ถึง 9 ม. และมีลานตากตั้งแต่ 5 ถึง 12 ชั้น อุณหภูมิในห้องเผาไหม้จะอยู่ในช่วง 700 - 1000°C ในขณะที่อุณหภูมิก๊าซร้อนที่ออกจากเตาประมาณ 400 - 600°C

(2) Fluidized-bed incinerator



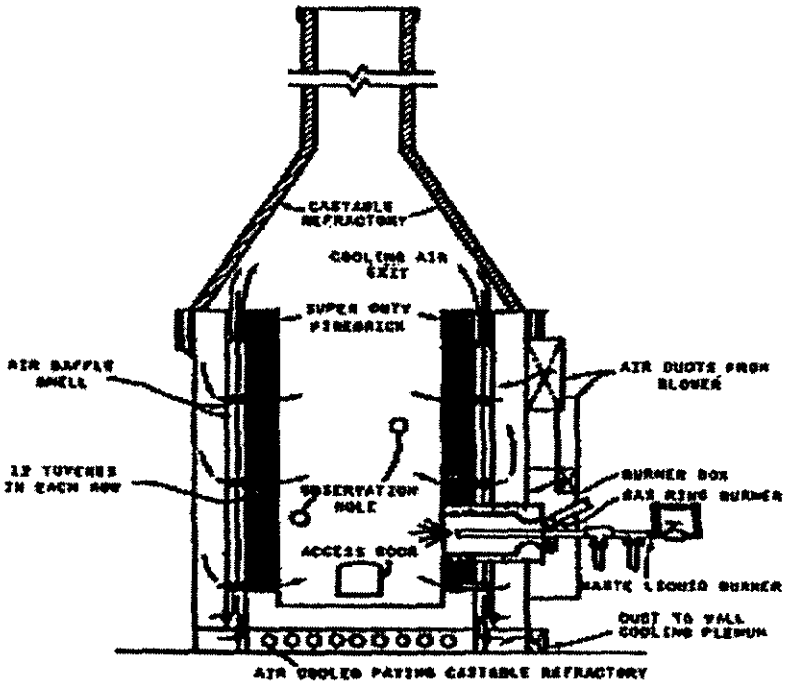
รูปที่ 7-13 *Fluidized-bed incinerator*

เตาเผาขยะแบบนี้มีลักษณะเป็นทรงกระบอกภายในก่ออิฐทนไฟ(รูปที่ 7-13) ที่ด้านล่างของเตามีตะกรับบรรจุทรายไว้ด้านบน อากาศจะถูกอุ่นให้ร้อนและฉีดผ่านตะกรับเข้าไปในเตาที่อุณหภูมิของอากาศประมาณ 300 °C จะทำให้เกิดฟลูอิดไดเซชั่นขึ้นภายในเตานั่นคือทรายจะประพฤติตัวเหมือนกับของไหล ขยะตะกอนจะถูกฉีดเข้าไปในเตาและทันทีที่มันสัมผัสกับฟลูอิดไดเซชั่นในเตาน้ำจะแยกตัวออกมาจากขยะและการเผาไหม้จะเริ่มเกิดขึ้นทันทีเตาเผาขยะประเภทนี้จะให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนสูงสุดเมื่อเทียบกับเตาเผาขยะประเภทอื่น

กรรมวิธีกำจัดขยะของเหลวโดยการเผา

เตาเผาขยะสำหรับเผาขยะของเหลวจะเป็นเตาที่ออกแบบมาเป็นพิเศษหัวเผาที่ใช้จะทำหน้าที่สูบขยะของเหลวและสเปรย์ผ่านอากาศหรือไอน้ำที่เป็นตัวช่วยให้เกิดการเผาไหม้ดีขึ้น นอกจากนั้นภายในห้องเผาไหม้ยังมีการเติมอากาศส่วนที่สองช่วยเสริมให้การเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น เตาเผาขยะของเหลวที่แสดงในรูปที่ 7-14 นั้น เป็นแบบที่ห้องเผาไหม้อยู่ในแนวดิ่งในขณะที่หัวเผาอยู่ในแนวรัศมีขยะของเหลวจะถูกฉีดผ่าน burner box เข้าไป ภายในเตาอากาศถูกดูดผ่านผนังห้องเผาไหม้โดยผ่านช่องเปิดเล็ก ๆซึ่งเรียงตัวกันในลักษณะที่จะทำให้เกิดการไหลแบบปั่นป่วนขึ้นภายในห้องเผาไหม้ในบางครั้งอาจมีการใช้เชื้อเพลิงก๊าซเป็นตัวช่วยให้ความร้อนเสริมในกรณีที่

สภาพเริ่มต้นทำงานอยู่ในสภาพเย็นหรือในกรณีที่ขยะของเหลวไหลไม่สามารถให้ความร้อนได้เพียงพอ



รูปที่ 7-14 เตาเผาขยะสำหรับขยะเหลว

ระบบเตาเผาขยะที่นำมาเสนอในที่นี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของระบบกำจัดขยะด้วยการเผาในแต่ละระบบต่างก็มีข้อดีและจุดอ่อนแตกต่างกันไปซึ่งการที่จะเลือกใช้ระบบใดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ลักษณะงาน ปริมาณขยะมูลฝอย งบประมาณ เป็นต้น อย่างไรก็ตามการกำจัดขยะโดยการเผายังมีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกหลายอย่าง ๆโดยเฉพาะอย่างยิ่งมลพิษที่เกิดขึ้นมากจากการเผาขยะไม่ว่าจะเป็นมลพิษอากาศ มลพิษกลิ่น และแม้กระทั่งมลพิษที่อยู่ในเถ้าที่เหลือจากการเผาขยะดังนั้นการวิจัยในสิ่งต่าง ๆเหล่านี้จึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ และ จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาควบคู่กันไป

บทที่ 8
การฝังกลบมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล

การกำจัดมูลฝอยโดยการฝังกลบ เป็นการนำมูลฝอยมาเทกองในพื้นที่ซึ่งจัดเตรียมไว้ แล้วใช้เครื่องจักรกลเกลี่ยและบีบอัดให้ยุบตัวลง แล้วใช้ดินกลบทับและบดอัดให้แน่นอีกครั้ง หลังจากนั้นนำมูล ฝอยมาเกลี่ยและบดอัดอีกเป็นชั้น ๆ สลับด้วยชั้นดินกลบเพื่อป้องกันปัญหาด้าน กลิ่น แมลง น้ำฝนชะล้าง และเหตุรำคาญอื่น ๆ อินทรีย์สารที่มีอยู่ในมูลฝอยจะถูกย่อยสลายตามธรรมชาติโดยจุลินทรีย์ เป็นขบวนการย่อยสลายชนิดไร้อากาศ ทำให้มูลฝอยยุบตัวเกิดก๊าซมีเธนและน้ำเสียขึ้นในชั้นมูลฝอย การดำเนินการฝังกลบมูลฝอยจะต้องมีมาตรการในการป้องกันหรือบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้น และการระบายก๊าซออกจากบริเวณฝังกลบ พื้นที่ที่ใช้ในการฝังกลบจะต้องทำการสำรวจตรวจสอบแล้วว่าเหมาะสม กล่าวคือเป็นพื้นที่ว่างไม่ได้ใช้ประโยชน์ หรือเป็นที่ด้อยคุณค่าทางการเกษตร ไม่เป็นที่ลุ่มน้ำขัง ดินสามารถอุ้มน้ำได้ดีเป็นต้น

การฝังกลบขยะมูลฝอยเป็นกระบวนการหนึ่งที่ไม่อาจจะละเว้นได้ในการกำจัดขยะมูลฝอย ทั้งนี้แม้ว่าการกำจัดขยะมูลฝอยอาจทำได้โดยการลดปริมาณขยะมูลฝอย การนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ การหมักทำปุ๋ย หรือ การเผา แต่ในกระบวนการที่กล่าวมานี้ ก็ยังคงมีขยะส่วนที่เหลืออยู่ และ ต้องการทำการฝังกลบให้ถูกวิธี ในประเทศไทยกรรมวิธีการกำจัดขยะด้วยการฝังกลบได้มีการนำ มาใช้กันเป็นเวลานานแล้ว แต่ที่ผ่านมายังคงเป็นการฝังกลบที่ไม่ได้มีการควบคุมการทำงานให้ถูกต้องตามหลักวิชาซึ่งจะทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้

นิยามศัพท์เกี่ยวกับการฝังกลบขยะมูลฝอย

ความหมายของคำต่าง ๆที่ใช้ในการฝังกลบขยะมูลฝอย สามารถสรุปได้ ดังนี้

การฝังกลบ (Landfills) คือ กระบวนการในการนำขยะมูลฝอยไปฝังและกลบในผิวดินแต่ในปัจจุบันนี้ การฝังกลบได้ขยายความรวมไปถึง**การฝังกลบที่ถูกหลักสุขาภิบาล** (Sanitary Landfills) ซึ่งหมายถึง การออกแบบและ การควบคุมการทำงานของการฝังกลบขยะมูลฝอย เพื่อทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ และ สิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด สำหรับการฝังกลบขยะอันตราย จะมีชื่อเรียกว่าSecure Landfills

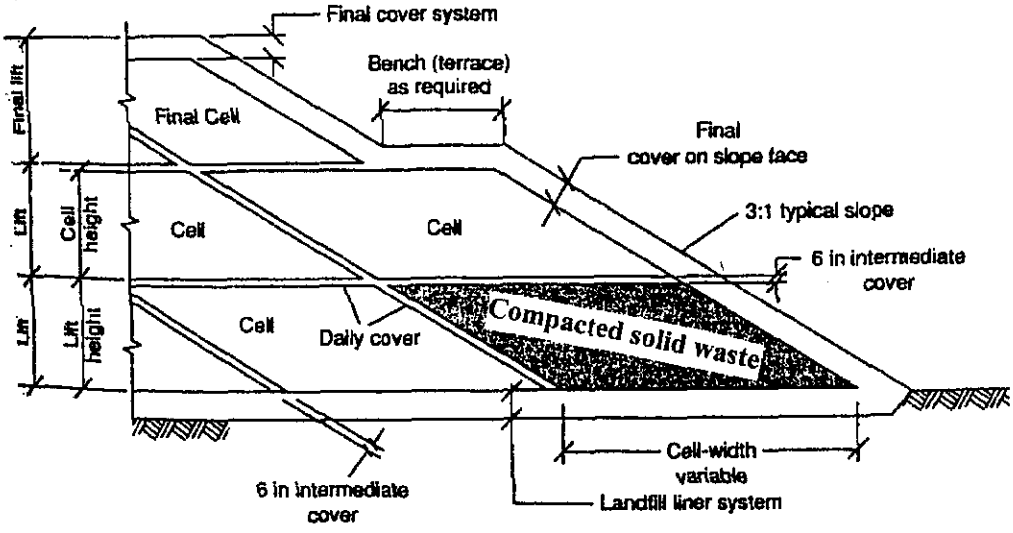
เซลล์ (Cell) หมายถึง ปริมาตรของขยะมูลฝอยที่ทำการฝังกลบในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ซึ่งโดยปกติจะคิดต่อหนึ่งวัน ในเซลล์หนึ่ง ๆ จะประกอบไปด้วยขยะมูลฝอยที่ทำการฝัง และ วัสดุที่ใช้กลบ

วัสดุกลบทับหน้าประจำวัน (Daily Cover) โดยปรกติจะใช้ดินบริเวณหลุมฝังกลบทำการกลบทับหน้าขยะมูลฝอยที่ทำการฝังในช่วงท้ายของการทำงานในแต่ละวัน ทั้งนี้ เพื่อป้องกันการปลิวของขยะมูลฝอย รวมทั้งป้องกันหนู แมลงวัน และ สัตว์พาหะต่าง ๆไม่ให้เข้าและออกจากบริเวณที่ทำการฝังกลบ ปรกติวัสดุฝังกลบทับหน้าประจำวันอาจมีความสูง ตั้งแต่ 15 ถึง 30 ซ.ม.

ความสูงชั้นฝังกลบ (Lift) หมายถึง ความสูงของเซลล์ และ วัสดุทับหน้าประจำวัน โดยทั่วไปการฝังกลบขยะมูลฝอยจะประกอบด้วยชั้นฝังกลบหลาย ๆ ชั้น

Terrace หรือBench โดยทั่วไปหากความสูงของการฝังกลบมีค่าเกิน 15 ถึง 25 เมตร จะต้องปรับที่สำหรับทำ Bench หน้าที่ของ Bench จะเป็นตัวช่วยรักษาเสถียรภาพของความลาดชันของ ชั้นฝังกลบไม่ให้เกิดการพังทลาย และ เป็นที่วางท่อระบายน้ำที่ผิวด้านบน รวมทั้งท่อลำเลียงก๊าซที่ เกิดจากการฝังกลบ

Final Lift คือ ความสูงของชั้นฝังกลบขยะมูลฝอยบวกกับวัสดุคลุมหน้าขั้นสุดท้าย (Final Cover Layer) ซึ่งจะวางทับทั่วบริเวณผิวด้านบนของหลุมฝังกลบเมื่อกระบวนการฝังกลบได้เสร็จสิ้นลงแล้ว โดยทั่วไปวัสดุคลุมหน้าขั้นสุดท้ายจะเป็นวัสดุจำพวกดินเหนียว หรือ วัสดุกันซึม เพื่อรับน้ำที่ไหลซึมลงมา และ ทำหน้าที่รองรับพืช หรือ ต้นไม้ที่ปลูกคลุมดิน



รูปที่ 8-1 ภาคตัดแสดงส่วนต่าง ๆของหลุมฝังกลบมูลฝอย

ที่มา: Tchobanoglous (1993)

น้ำชะล้างมูลฝอย (Leachate) คือ ของเหลวที่เก็บรวบรวมได้ที่ก้นหลุมฝังกลบ น้ำชะล้างมูลฝอยเกิดขึ้นจากการไหลซึมของน้ำฝนชะผ่านมูลฝอยลงมา รวมทั้ง น้ำจากแหล่งน้ำในบริเวณหลุมฝังกลบที่ไหลซึมเข้ามา นอกจากนั้น น้ำชะล้างมูลฝอยยังรวมถึงน้ำซึ่งอยู่ในตัวขยะมูลฝอยเองด้วย น้ำชะล้างมูลฝอยมีส่วนประกอบทางเคมีซึ่งซับซ้อน อันเป็นผลมาจากการละลายตัวของวัสดุที่อยู่ในหลุมฝังกลบ และ มาจากผลลัพธ์ของปฏิกิริยาเคมี และ ชีวเคมี ที่เกิดขึ้นภายใน

ก๊าซจากหลุมฝังกลบ(Landfill gas) เป็นก๊าซผสมที่เกิดจากหลุมฝังกลบ องค์ประกอบหลักของก๊าซจากหลุมฝังกลบ คือ ก๊าซมีเทน และ คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเกิดขึ้นจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ในขยะมูลฝอยภายในหลุมฝังกลบ ก๊าซมีเทนที่ได้จากหลุมฝังกลบสามารถนำมาเผาไหม้เพื่อให้ผลิตกระแสไฟฟ้า หรือ ทำน้ำร้อนได้

วัสดุปูพื้น (Landfill Liners) เป็นวัสดุที่ใช้ปูที่พื้นล่าง และ ด้านข้างของหลุมฝังกลบ เพื่อกัน ไม่ให้น้ำชะล้างมูลฝอย หรือ ก๊าซจากหลุมฝังกลบไหลซึมออกไปได้ วัสดุปูพื้นอาจเป็นดินเหนียวหรือ จากวัสดุสังเคราะห์

นอกจากศัพท์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับกระบวนการฝังกลบดังได้กล่าวถึงข้างต้นแล้ว การฝังกลบขยะยังรวมถึง กรรมวิธีดังต่อไปนี้

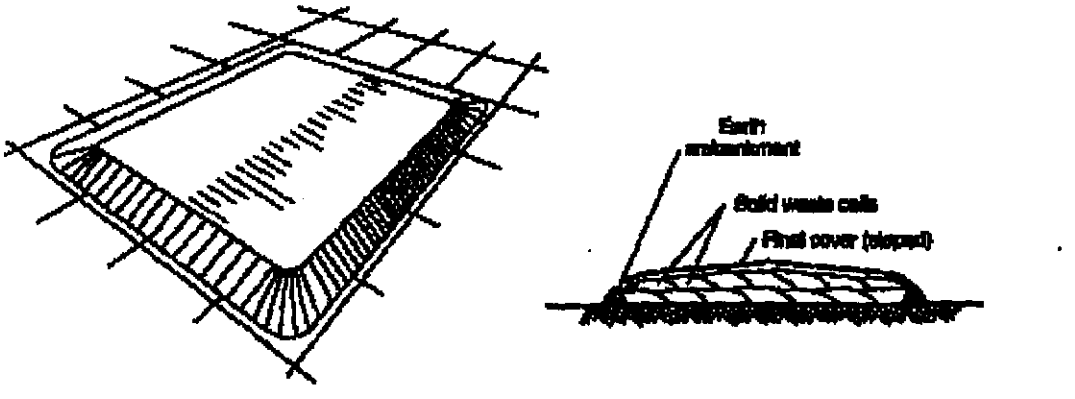
การติดตามผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Monitoring) ในขณะทำการฝังกลบหรือ แม้การฝังกลบจะเสร็จสิ้นไปแล้ว ต้องติดตามผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อันเนื่องมาจากการฝังกลบขยะมูลฝอย ตลอดเวลา กระบวนการนี้ รวมถึงการเก็บ และ วิเคราะห์น้ำชะล้างมูลฝอย *รวมทั้งอากาศบริเวณนั้น ทั้งนี้ จะทำให้สามารถติดตามผลกระทบของสิ่งเหล่านี้ ต่อสภาพแวดล้อม* ได้

Landfill Closure ใช้อธิบายขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อใช้ในการปิดหลุมฝังกลบที่ได้ฝังกลบขยะมูลฝอยเสร็จเรียบร้อยแล้ว

Post Closure คือ การติดตามผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และ การบำรุงรักษาหลุมฝังกลบ *ที่ เสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยทั่วไปขั้นตอนนี้ จะใช้เวลาตั้งแต่ 30 ถึง 50 ปี*

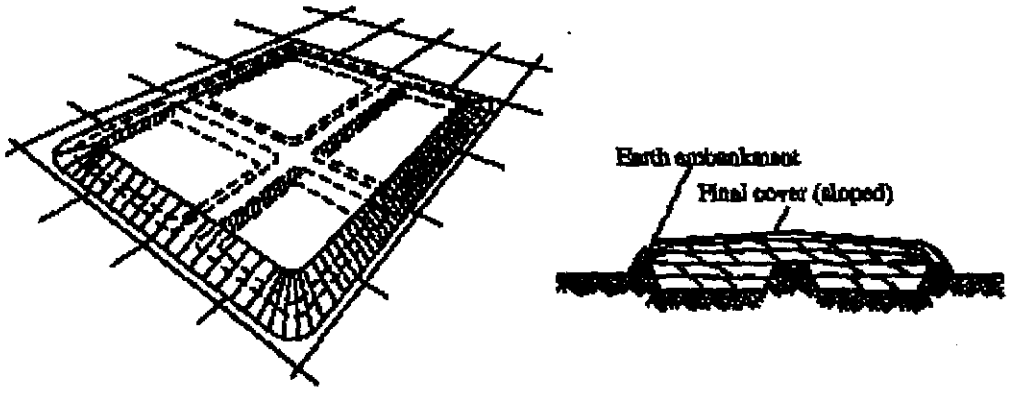
การกำจัดมูลฝอยแบบฝังกลบ มี 2 วิธี ได้แก่

*1) **วิธีการฝังกลบบนพื้นที่ (Area method)*** เป็นวิธีฝังกลบที่เริ่มจากระดับดินเดิมโดยไม่มีการขุดดิน ทำการบดอัดมูลฝอยตามแนวราบก่อนแล้วค่อยบดอัดทับในขั้นถัดไปสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนได้ระดับตามที่กำหนด การฝังกลบมูลฝอยโดยวิธีนี้จำเป็นต้องทำคันดิน ตามแนวพื้นที่กำจัด เพื่อทำหน้าที่เป็นผนังหรือขอบยันการบดอัดมูลฝอย และทำหน้าที่ป้องกันน้ำเสียที่เกิดจากการย่อยสลายของมูลฝอยที่บดอัดและฝังกลบแล้วไม่ให้ซึมออกด้านนอกลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ที่จำเป็นต้องใช้วิธีนี้คือ ที่ราบลุ่ม หรือที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าผิวดินเล็กน้อย ทำให้ไม่สามารถขุดดินเพื่อกำจัดด้วยวิธีฝังกลบแบบขุดล่องได้ เพราะจำทำให้น้ำเสียจากมูลฝอยปนเปื้อนต่อน้ำใต้ดินได้



รูปที่ 8-2 แสดงการฝังกลบมูลฝอยแบบพื้นที่

*2) **วิธีฝังกลบแบบขุดร่อง** (Trench method)* เป็นวิธีฝังกลบที่เริ่มจากระดับที่ต่ำกว่าดินเดิม โดยขุดดินลึกลงไปให้ได้ระดับตามที่กำหนด แล้วจึงเริ่มบดอัดมูลฝอยให้เป็นบาง ๆ ทับกันหนาขึ้นเรื่อย ๆ จนได้ระดับตามที่กำหนดของระดับมูลฝอยบดอัดแต่ละชั้น โดยทั่วไปความลึกของการขุดร่องจะถูกกำหนดระดับน้ำใต้ดิน อย่างน้อยระดับก้นร่องความอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดินไม่น้อยกว่า 1.0 เมตร โดยยึดระดับน้ำในฝนเป็นเกณฑ์เพื่อป้อง กันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนต่อน้ำใต้ดิน การฝังกลบแบบขุดร่องไม่จำเป็นต้องทำคันดินเพราะสามารถใช้ผนังของร่องขุดเป็นกำแพงยันมูลฝอยที่จะบดอัดได้ จึงได้ไม่ต้องขนดินมาจากข้างนอก และยังสามารถใช้ดินที่ขุดออกแล้วนั้นกลับมาใช้กลบมูลฝอยได้อีก



รูปที่ 8-3 แสดงการฝังกลบมูลฝอยแบบขุดร่อง

การฝังกลบขยะมูลฝอยที่ถูกวิธี ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

ก. การออกแบบหลุมฝังกลบ ซึ่งเริ่มตั้งแต่การเลือกสถานที่ฝังกลบ ขยะ มูล ฝอย หลัง จากนั้น จึงพิจารณาประเภทของขยะมูลฝอยที่จะทำการฝังกลบ ทำการประมาณความจุ รวมทั้ง อายุของหลุมฝังกลบ พิจารณาสภาพอุณหภูมิศาสตร์ รวมทั้ง ลักษณะของแหล่งน้ำใต้ดิน ณ บริเวณหลุมฝังกลบทำการออกแบบระบบการจัดการน้ำชะล้างมูลฝอย ออกแบบวัสดุพื้นหลุมฝังกลบ ระบบลำเลียงน้ำ ชะล้างมูลฝอย และ ระบบบำบัด ออกแบบระบบการจัดการก๊าซจากหลุมฝังกลบ

ออกแบบระบบติดตามผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรวมทั้งข้อพิจารณาอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น ทิวทัศน์ของหลุมฝังกลบการป้องกันนก การป้องกันการปลิวของขยะมูลฝอย และ ฝุ่น ฯลฯ

ข. **การดำเนินการฝังกลบ** เป็นขั้นตอนของการปฏิบัติงานฝังกลบซึ่งเริ่มตั้งแต่การจัดลำดับขั้นตอนการฝังกลบ (Schedule operation) เช่น การจัดลำดับของรถที่จะเข้ามาเทขยะมูลฝอย การจัดการจราจรบริเวณทางเข้าหลุมฝังกลบ การวางแผนการฝังกลบขยะมูลฝอย การบันทึกข้อมูลของการฝัง กลบ และ การตรวจสอบขยะมูลฝอย เพื่อตรวจหาขยะอันตราย เป็นต้น

ค. **ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในหลุมฝังกลบ** ซึ่งแบ่งออกเป็นปฏิกิริยาทางชีววิทยา ปฏิกิริยาทางเคมี และ ปฏิกิริยาทางกายภาพ

ง. **การจัดการก๊าซจากการฝังกลบ** ที่เกิดจากการฝังกลบต้องได้รับการจัดการที่เหมาะสม เช่น นำไปผลิตกระแสไฟฟ้าหรือทำน้ำร้อนในกรณีที่มีก๊าซมากเพียงพอ หรือจุดเป็นเปลวไฟทิ้งไว้ (Gas flaring) เพื่อป้องกันการระเบิด

จ. **การจัดการน้ำชะล้างมูลฝอย** ซึ่งรวมถึงการเก็บรวบรวมน้ำชะล้างมูลฝอยและการบำบัด

ฉ. **การติดตามผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม** เช่น การตรวจสอบคุณภาพของน้ำใต้ดิน น้ำชะล้างมูลฝอยและ คุณภาพอากาศรวมทั้ง Vadoze zone หรือ บริเวณที่ต้องทำการตรวจสอบการปนเปื้อนของน้ำใต้ดิน

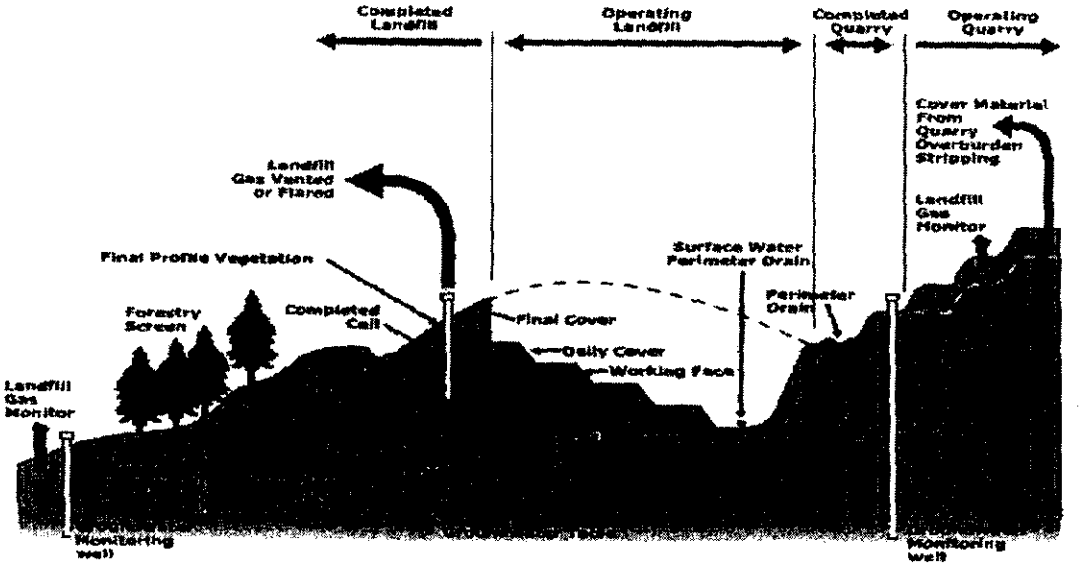
ช. **Landfill Closure และ Post Closure** การติดตามตรวจสอบรวมทั้งการบำรุงรักษาหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยที่เสร็จเรียบร้อยแล้วอย่างใกล้ชิด

ดังนั้น หากมองโดยภาพรวมแล้วกระบวนการฝังกลบขยะมูลฝอยจะเริ่มต้นจากการเตรียมสภาพพื้นที่สำหรับก่อสร้างหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย จากนั้นจึงทำการขุดหลุมสำหรับฝังกลบทำการเตรียมพื้นผิวด้านล่างและด้านข้างหลุมฝังกลบติดตั้ง Vadoze zone และ อุปกรณ์ตรวจสอบการปนเปื้อนของน้ำใต้ดิน ก่อนที่จะปูพื้นหลุมฝังกลบก้นหลุมฝังกลบต้องปรับอัตราลาดเพื่อให้น้ำชะล้างมูลฝอยไหลลงไปที่ท่อรวบรวม จากนั้นจึงปูพื้นด้วยวัสดุกันซึมและวางท่อรวบรวมน้ำชะล้างมูลฝอย

เมื่อหลุมฝังกลบขยะได้ตระเตรียมเสร็จแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการฝังกลบขยะมูลฝอยลงในหลุมฝังกลบ ขยะมูลฝอยจะถูกถ่ายลงในเซลล์ด้านในสุดก่อนที่จะถูกบดอัดด้วยรถบดเพื่อเพิ่มความหนาแน่นให้กับเซลล์ ความสูงของเซลล์ก่อนการบด อัด อยู่ในช่วง 50 ถึง 60 ซม. และภายหลังการบด อัด จะอยู่ในช่วง 20 ถึง 30 ซม. เมื่อสิ้นสุดการทำงานในแต่ละวันขยะที่ถูกบด อัดแล้วจะกองทับด้วยวัสดุกลบหน้า (ดิน หรือ วัสดุอื่นที่เหมาะสม) ด้วยความสูงประมาณ 15 ถึง 30 ซม.

เมื่อฝังกลบขยะได้สองถึงสามชั้นแล้ว จึงทำการวางท่อรวบรวมก๊าซจากการฝังกลบ ท่อรวบรวมก๊าซเป็นท่อพลาสติก เจาะรูโดยรอบ และ เททับด้านบนด้วยกรวด จากนั้น จึงดำเนินการฝังกลบ ต่อไป จนถึง ชั้นสุดท้ายแล้วเททับหลุมฝังกลบด้วยวัสดุเททับหน้า ซึ่งได้รับการออกแบบให้ป้องกันการรั่วซึมของน้ำฝนลงในหลุมฝังกลบ

หลุมฝังกลบขยะมูลฝอย ที่เสร็จสมบูรณ์แล้วต้องได้รับการติดตามผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และ ทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นอีกอย่างน้อย 30 ปีต่อไปข้างหน้า



รูปที่ 8-4 แสดงโครงสร้างของหลุมฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล

ที่มา www.ablime.co.nz/details.asp

การฝังกลบขยะมูลฝอยที่ถูกวิธีไม่ใช่เรื่องง่าย ๆอย่างที่เข้าใจกัน ทุกขั้นตอนตั้งแต่การออกแบบ การดำเนินการ ตลอดจนการติดตามผลกระทบต้องได้รับการดูแลเอาใจใส่เป็นพิเศษเสมอเพราะมิฉะนั้นแล้วหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยก็จะเป็นตัวที่ก่อให้เกิดปัญหากับสิ่งแวดล้อมเสียเอง ในประเทศไทยการฝังกลบขยะมูลฝอยที่ถูกวิธีได้เริ่มมีการดำเนินการอยู่บ้างแล้วโดยกรมโยธาธิการ แต่ในความเป็นจริงการกองทิ้งขยะกลางแจ้ง (Open-dumping) โดยไม่ได้มีการฝังกลบแต่อย่างใดยังมีให้เห็นกันอยู่ทั่วไป ทางออกของปัญหานี้น่าจะแก้ไขได้โดยรัฐต้องออกกฎหมายห้ามทำการกองทิ้งขยะกลางแจ้ง และ หากเทศบาล หรือ ชุมชนใด ต้องการทำการฝังกลบขยะมูลฝอยต้องทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมก่อนจึงจะสามารถดำเนินการได้ อีกประการหนึ่ง รัฐต้องดำเนินนโยบายให้ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องกับบุคลากรที่ทำหน้าที่ในการฝังกลบขยะมูลฝอยด้วย วิธีการนี้จะทำให้การฝังกลบขยะมูลฝอยเป็นจุดสิ้นสุดของการเกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ตามความหมายที่ควรจะเป็นจริง ๆ

บทที่ 9
การจัดการของเสียอันตรายจากชุมชน

ปัญหามลพิษจากของเสียอันตราย เป็นปัญหาสำคัญที่ต้องดำเนินการแก้ไข เนื่องจากปัจจุบันมีของเสียอันตรายเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก แต่ยังมีการจัดการที่ไม่เหมาะสม โดยมีการทิ้งรวมไปกับขยะมูลฝอยทั่วไป หรือสถานประกอบการบางแห่งอาจมีการว่าจ้างให้บริษัทเอกชนรับนำไปกำจัดด้วยวิธีการที่ไม่ถูกต้อง รวมทั้งปัญหาปริมาณของเสียที่ส่งเข้ากำจัดที่ศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรมน้อยกว่าปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจริง แม้ว่าจะมีการกำหนดให้ผู้ประกอบการต้องแจ้งรายละเอียดมาตรการในการกำจัดของเสียอันตรายตั้งแต่แหล่งกำเนิด การขนส่ง การกำจัดและมาตรการติดตามตรวจสอบไว้โดยละเอียดแล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่มีกลไกในการปฏิบัติที่เป็นรูปธรรมและชัดเจน จึงทำให้รัฐไม่สามารถควบคุมได้อย่างครบวงจรและมีประสิทธิภาพ

ของเสียอันตรายจากชุมชนประกอบด้วย ของเสียอันตรายหลายแระเภทที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆในครัวเรือน และ สถานประกอบการพาณิชยกรรมทั้งหลายในชุมชนซึ่งครอบคลุมของเสียที่เกิดจากกิจกรรมสาธารณูปโภค และ สาธารณูปการต่าง ๆทั่วประเทศ ทั้งที่เกิดจากบ้านพักอาศัย กิจการพาณิชย์ต่าง ๆ เช่น ปั๊มน้ำมัน โรงพยาบาล ท่าเรือ ห้องปฏิบัติการ ครอบคลุมไปถึงกิจกรรมของสถานประกอบการ หรือ โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นต้น

เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันจึงได้มีการให้นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้องโดยตรง ดังนี้

"ของเสียที่เป็นอันตราย" หมายถึง สารหรือวัตถุที่ไม่ใช้ หรือใช้ไม่ได้ที่มีส่วนประกอบหรือเจือปนด้วยสารไวไฟ สารกัดกร่อน สารพิษ สารที่สามารถชะล้างได้ สารกัมมันตรังสี และ/หรือ สิ่งที่ทำให้เกิดโรค ซึ่งเกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรม ชุมชน เกษตรกรรม โดยการให้คำนิยามของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาตินี้อ้างอิงมาจากนิยามของ
สหรัฐอเมริกา

นอกจากนี้ ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย หมายความว่า ของเสียในสถานะของแข็งหรือกึ่งของแข็งหรือของเหลวหรือก๊าซที่มีลักษณะสมบัติ หรือปนเปื้อนกับวัตถุอันตรายแล้วปรากฏลักษณะสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือมากกว่าหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ วัตถุระเบิด วัตถุไวไฟ วัตถุออกซิไดซ์ และวัตถุเปอร์ออกไซด์ วัตถุกัดกร่อน วัตถุทำให้เกิดโรค วัตถุกัมมันตรังสี และวัตถุมีพิษร้ายแรง ได้แก่ สารก่อมะเร็ง วัตถุก่อให้เกิดอาการระคายเคือง อาการภูมิแพ้ การกลายพันธุ์ และก่อให้เกิดความบกพร่องของการพัฒนาของทารกในครรภ์ เป็นต้น

คำนิยามของกระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งใช้ในการควบคุมเฉพาะปัญหามลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามประกาศกระทรวงอุตสาหรรมฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2531) ได้ให้คำจำกัดความ "ของเสียอันตราย" ว่าเป็นวัสดุที่ไม่ได้ใช้แล้วที่มีคุณสมบัติเป็นสารไวไฟ กัดกร่อน เกิดปฏิกิริยาได้ง่าย มีสารพิษปะปน หรือมีตัวทำละลาย เสื่อมคุณภาพตามรายชื่อที่ระบุไว้ปนเปื้อน หรือกากตะกอนที่เกิดจากการผลิตหรือเกิดจากระบบบำบัดน้ำเสีย

แหล่งกำเนิดและปริมาณของของเสียอันตราย

ของเสียที่ไม่เป็นอันตราย ที่มีแหล่งกำเนิดมาจากชุมชนนั้นจะประกอบด้วย สารอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร เศษหนัง เศษกระดาษ และ สารอนินทรีย์ เช่น เศษแก้ว เศษโลหะ เศษวัสดุก่อสร้าง เป็นต้น แต่ปัจจุบันการเพิ่มของประชากร และการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการดำเนินชีวิตมีส่วนก่อให้เกิดปริมาณของเสียอันตรายชนิดต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น ซึ่งของเสียเหล่านี้มักจะทิ้งปะปนกับขยะมูลฝอยทั่วไป ทำให้ยากต่อการแยกและนำมากำจัด มีของเสียอันตรายจากบ้านเรือนจำนวนมากที่ประกอบด้วยวัตถุอันตรายเมื่อหมดอายุการใช้งานแล้ว

1. **ของเสียอันตรายจากบ้านพักอาศัย** ได้แก่ ถ่านไฟฉายหมดอายุ กระป๋องสารปราบศัตรูพืช ยาหมดอายุ หลอดไฟหมดอายุหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่ชำรุดแล้ว แบตเตอรี่หมดอายุ ถ่านไฟฉาย โทรทัศน์ วิทยุ น้ำมันเครื่องเก่าน้ำยาล้างอัดรูป หรือในส่วนของ

2. **ของเสียอันตรายจากท่าเรือ** ได้แก่ สารเคมีเหลือทิ้ง ซากสารเคมีที่ถูกเผาไหม้ น้ำมัน และ กากน้ำมัน

3. **ของเสียอันตรายจากการพาณิชยกรรม** อาจพบพวก น้ำมันที่ใช้แล้ว หรือ กากตะกอนน้ำมันจากปั๊มน้ำมัน หม้อแปลงไฟ ตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่มีสาร PCB และ สารเคมีจากกระบวนการล้างอัดขยายภาพ

4. **ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ** อาจก่อให้เกิดของเสียจากสารเคมีจากการตรวจวิเคราะห์ หรือสารเคมีเสื่อมคุณภาพที่ต้องกลายเป็นของเสีย

5. **เกษตรกรรม** ได้แก่ ภาชนะบรรจุสารเคมี บรรจุภัณฑ์ของสารปราบศัตรูพืชต่าง ๆ หรือสารเคมีประเภทยากำจัดศัตรูพืช ยาฆ่าแมลง ที่ถูกทิ้งลงสู่สิ่งแวดล้อมโดยไม่ได้รับการกำจัดให้เหมาะสม

6. **ของเสียจากโรงพยาบาล** เนื่องจากเป็นของเสียที่เป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อโรคชนิดต่าง ๆ สู่มนุษย์ ได้อย่างมาก ตัวอย่างของเสียจากโรงพยาบาล ได้แก่ เข็มและกระบอกฉีดยา สำลี พลาสเตอร์ สายยางให้อาหาร สายสวนปัสสาวะอุจจาระ สายน้ำเกลือ สายดูดเสมหะ ชิ้นเนื้อส่วนต่าง ๆ เสมหะ เลือด น้ำในช่องท้อง และน้ำในไขสันหลัง เป็นต้น สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (เดิม) ได้ทำการสำรวจปริมาณขยะติดเชื้อที่เกิดจากโรงพยาบาลในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล พบว่า อัตราของขยะติดเชื้อเฉลี่ยได้ 0.65 ก.ก./เตียง/วัน ซึ่งในรายละเอียดเกี่ยวกับการจัดการมูลฝอยติดเชื้อนั้นจะได้กล่าวถึงในบทต่อไป

7. **โรงงานอุตสาหกรรม**

โรงงานอุตสาหกรรมนั้น เป็นแหล่งที่มาของของของเสียที่ไม่เป็นอันตราย และ ของเสียอันตราย ซึ่งในขบวนการผลทุกขั้นตอนย่อมก่อให้เกิดของเสียขึ้น นับตั้งแต่ขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ ขั้นตอนการผลิต หรือหลังจากเลิกใช้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้น ๆ แล้ว ตัวอย่างของของเสียที่ไม่เป็นอันตรายจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ เศษวัตถุดิบจากอุตสาหกรรมอาหาร เช่น เศษผัก เศษผลไม้ เศษเนื้อสัตว์ เศษกระป๋องและบรรจุภัณฑ์ เศษผ้าจากโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นต้น

แต่หากในขบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นั้น ๆมีการใช้สารเคมี โลหะหนัก น้ำมัน หรือสารสังเคราะห์ที่ซับซ้อนต่าง ๆ โอกาสที่จะทิ้งของเสียอันตรายที่ใช้ในขบวนการผลิตออกสู่สิ่งแวดล้อมจึงเพิ่มสูงขึ้นตาม ตัวอย่างของเสียอันตราย ได้แก่ บรรจุภัณฑ์ของสารปราบศัตรูพืชและสารเคมีต่างๆ ชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ ตะกอนก้นถังกลั่นน้ำยาเคมีต่างๆ และขยะที่มีใยแอสเบสตอสปนเปื้อน รวมทั้งกากตะกอนต่างๆ ที่มีโลหะหนักเป็นส่วนประกอบ

ในปัจจุบัน แหล่งกำเนิดของเสียอันตรายที่สำคัญที่สุด คือ โรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากของเสียอันตรายที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมนั้นมีถึงร้อยละ 73-75 ของปริมาณของเสียอันตรายทั้งหมด (มูลนิธิโลกสีเขียว, 2540) ซึ่งส่วนใหญ่ยังคงถูกเก็บสะสมในที่ต่าง ๆ บางครั้งได้มีการลักลอบนำไปทิ้งในที่สาธารณะ เนื่องจากสถานที่บำบัดของเสียอันตรายยังไม่เพียงพอในการรองรับของเสียที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด

ปริมาณกากของเสียอันตราย จากโรงงานในประเทศไทย ยังไม่มีการรายงานที่แน่นอน แม้จะได้มีความพยายาม ที่จะศึกษาสำรวจ โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม ได้ว่าจ้างบริษัทที่ปรึกษาหลายบริษัท ให้ศึกษาสำรวจ ในแต่ละพื้นที่ ที่กำหนดก็ตาม ผลการศึกษาสำรวจ ก็ยังไม่สมารถนำมารายงาน เป็นข้อสรุปได้ อย่างไรก็ตามจากการศึกษา ปริมาณของเสียที่อันตราย ต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ที่เกิดขึ้นทั่วประเทศ โดยบริษัท Engineering Science ซึ่งได้รายงานไว้ใน "The National Hazardous Waste Management Plan" ในปี พ.ศ. 2532 ซึ่งกรมโรงงานอุตสาหกรรม และกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้ร่วมกันปรับปรุง ให้สมบูรณ์ขึ้น ประเมินได้ว่า ในปี 2535 จะมีของเสียอันตราย เกิดขึ้นทั่วประเทศ และจากทุกกิจกรรม รวมประมาณปีละ 1,000,000 ตัน และพยากรณ์ว่าในปี พ.ศ. 2544 จะมีของเสียอันตราย เกิดขึ้นถึงปีละ 2.8 ล้านตัน โดยร้อยละ 55 จะมาจากอุตสาหกรรมหลอด หรือถลุงโลหะ ร้อยละ 17 จะเกิดจากขบวนการผลิตของโรงงานนอกจากนั้นก็จะมาจาก ด้านธุรกิจพาณิชย์ การเดินเรือ โรงพยาบาล ห้องวิเคราะห์หรือปะปนในขยะชุมชน และกิจกรรมทางเกษตรกรรม รายละเอียดดังปรากฏในตารางที่ 9-1 และ 9-2

ตารางที่ 9-1 การประเมินปริมาณกากของเสียอันตราย แยกตามกลุ่มแหล่งกำเนิดและปี

แหล่งกำเนิด	ปริมาณของเสียอันตราย (ตัน/ปี)		
	2534	2539	2544
อุตสาหกรรมการผลิต (Manufacturing)	157,058	272,272	433,609
กิจการถ่านหินและลิกไนท์	1,278	1,854	2,477
กิจการปิโตรเลียม	3,914	7,032	11,813
ถลุงโลหะ	521,508	922,893	1,620,190
พาณิชย์/บริการ	78,479	141,681	257,679
เดินเรือ/ท่าเรือ	75,849	134,228	235,644
โรงพยาบาลและห้องวิเคราะห์	76,078	123,219	200,699
ขยะชุมชน	11,787	19,090	31,093
กิจการไฟฟ้า	*	*	*
เกษตรกรรม	6,687	11,835	20,776
รวม	932,638	1,634,104	2,183,980

* = ของเสียที่ปนเปื้อนสาร PCB มีประมารปีละ 2,468 ตัน และคาดว่าไม่มีการนำเข้าสาร PCB หลังจากปี พ.ศ. 2518

อ้างถึง : ข้อมูลจากการปรับปรุงค่าของ Engineering Science/UATDP Study 1989

ที่มา: www.thaienvironment.net

จากตารางที่ 9-2 ในหน้าถัดไป พอสรุปโดยอนุโลมได้ว่า จะมีกากสารอันตรายที่เกิดจากสารโรงงานอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ. 2534, 2539 และ 2544 ประมาณ 844,773; 1,491,795 และ 2,582,188 ตัน ตามลำดับ

ผลกระทบและความเป็นพิษของของเสียอันตราย

1. ถ้าของเสียเหล่านี้ถูกกองทิ้งในที่ว่างเปล่า โดยปราศจากการดูแลอาจทำให้สารเคมีผสมปนกัน จนอาจเกิดการลุกติดไฟเอง เกิดการระเบิด หรือเกิดปฏิกิริยาเคมีกลายเป็นไอ หรือควันระเหยออกมาได้

2. ของเสียอันตรายหากหมักหมมทิ้งกองไว้มาก ๆ เป็นเวลานาน ภาชนะจะเกิดการผุกร่อนทำให้ถูกลมพัดฟุ้งกระจาย

3. ของเสียบางส่วนจะถูกน้ำฝนชะล้างลงสู่แหล่งน้ำผิวดิน หรืออาจซึมลงสู่พื้นดินไปสู่ชั้นน้ำบาดาล ซึ่งน้ำที่มีการปนเปื้อนนั้นอาจถูกนำไปใช้เพื่อการผลิตน้ำประปา หรือการเกษตรกรรม ทำให้เกิดการสะสมของสารเหล่านี้ในห่วงโซ่อาหารได้ ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อสุขภาพมนุษย์

นอกจากนี้มีผู้กล่าวเสมอว่า สารพิษก่อให้เกิดมะเร็ง และมีเอกสารระบุกันเสมอว่า "70-90% ของมะเร็งมีสาเหตุ มาจากสิ่งแวดล้อม และในแต่ละปี มีการค้นหา และนำสารเคมีตัวใหม่

ออกมาใช้ ประมาณปีละ 1,000 ชนิด" (นายบุญยง โล่ห์วงศ์วัฒนา, การจัดการของเสีย ที่อันตรายต่อสิ่งแวดล้อม, 2535) ซึ่งของเสียจากการผลิต และการนำสารเคมีมาใช้ บางส่วนจะถูกระบาย ออกสู่สิ่งแวดล้อม ไปพร้อมกับน้ำ อากาศ และขยะ เกิดการสะสมในวงจรอาหาร และระบบนิเวศวิทยา ซึ่งหากปล่อยทิ้งไว้ จะก่อให้เกิดปัญหา สภาวะแวดล้อมเสื่อมโทรม และเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย ของมนุษย์ สัตว์และพืชได้

ความเป็นพิษของกากของเสีย จากโรงงานอุตสาหกรรม ต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เกิดขึ้นเนื่องจาก สารพิษที่เจือปนอยู่ในของเสียนั้น ก่อให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บ และความผิดปกติในร่างการมนุษย์ ตัวอย่างเช่น ปรอท ทำให้เกิดโรคมินามาตะ แคดเมียม ทำให้เป็นโรคอิไต-อิไต อาซินิค ทำให้เป็นมะเร็งผิวหนัง โครเมียม ทำให้เป็นโรคมะเร็งปอด พีซีบี มีผลต่อเอ็นไซม์ในตับ และเป็นแผลที่ผิวหนัง และไซยาไนต์มีผลต่อเอ็นไซม์ และการฟอกเลือดเป็นต้น

ตารางที่ 9-2 ปริมาณของเสียอันตราย แยกตามประเภทและปี

แหล่งแหล่งกำเนิดกำเนิด	ปริมาณของเสียอันตราย (ตัน/ปี)		
	2534	2539	2544
น้ำมัน (Oil)	188,254	332,779	589,508
กากสารอินทรีย์เหลว	311	552	876
ตะกอนและของแข็งสารอินทรีย์	6,674	11,951	21,533
ตะกอนและของแข็งสารอนินทรีย์	19,163	31,850	53,696
ตะกอนและของแข็งโลหะหนัก	536,332	946,565	1,658,192
ตัวทำละลาย (Solvents)	36,163	66,532	124,306
ของเสียเป็นกรด (Acid)	31,432	53,793	96,105
ของเสียเป็นด่าง (Alkaline)	9,839	16,846	29,019
ผลิตภัณฑ์ไม่ได้มาตรฐาน	25	52	107
พีซีบี (PCB)	*	*	*
กากสารอินทรีย์น้ำ (Aqueous)	242	499	1,037
น้ำเสียล้างอัดรูป	16,348	30,398	57,809
ขยะชุมชน	11,787	19,090	31,093
ขยะติดเชื้อ	76,078	123,219	200,699

* = ไม่มีการนำเข้าสารPCB หลังจากปี พ.ศ. 2518

อ้างอิง : ข้อมูลจากการปรับปรุงค่าของ Engineering Science/USTDP Study 1989

ที่มา: www.thaienvironment.net

ปัญหาของเสียอันตรายที่สำคัญ มีดังนี้

1. การเก็บรวบรวมและขนส่งของเสียอันตรายยังไม่ถูกต้องเหมาะสม ปัจจุบันโรงงาน สถานพยาบาล ตลอดจนบ้านเรือนต่าง ๆ ส่วนใหญ่มักทิ้งของเสียอันตรายปนกับขยะมูลฝอยทั่วไป โดย ไม่มีการเก็บรวบรวมที่เหมาะสม ทำให้มีการปนเปื้อนและแพร่กระจายของสารพิษใน สิ่งแวดล้อม ประกอบกับภาชนะที่ใช้เก็บของเสียในระหว่างรอการเก็บขนมีไม่เพียงพอกับปริมาณ ของเสียที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดการหกล้น และจากการให้บริการเก็บขนที่ไม่เพียงพอ ทำให้ของเสีย อันตรายที่ปะปนอยู่ในมูลฝอยตกค้างอยู่ในพื้นที่ต่าง ๆ เพื่อรอการกำจัดจำนวนมาก

2. การขาดการบำบัดหรือกำจัดอย่างถูกวิธี

ในปัจจุบันของเสียอันตรายจากอุตสาหกรรมบางส่วนเท่านั้นที่ได้รับการบำบัดหรือกำจัด จากภายในโรงงาน และบางส่วนได้ถูกส่งไปกำจัดที่ศูนย์กำจัดของเสียอันตรายของกรมโรงงาน อุตสาหกรรมที่แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร กรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ รายงานว่า พ.ศ. 2535 มีโรงงานมาใช้บริการจำนวนประมาณ 430 โรงงาน และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สามารถให้บริการบำบัดน้ำเสีย และลดความเป็นพิษของกากตะกอนประมาณรวมทั้งหมดปีละ 300,000 ตัน และได้เริ่มดำเนินการนำของเสียที่ผ่านการกำจัดในขั้นต้นแล้วไปกำจัดขั้นสุดท้ายด้วย วิธีฝังกลบในสถานที่ฝังกลบ ที่ปลอดภัยที่จังหวัดราชบุรี เมื่อเดือนมีนาคม ซึ่งใน พ.ศ. 2536 ได้ทำ การฝังกลบไปแล้วจำนวน 40,000 ตัน สำหรับขยะติดเชื้อจากสถานพยาบาลส่วนใหญ่โดยเฉพาะใน ส่วนภูมิภาค ยังไม่มีเตาเผาที่มีประสิทธิภาพและถูกหลักสุขภาพอนามัย ซึ่งจากการศึกษาพบว่า จำนวนสถานพยาบาลที่มีเตียงคนไข้ทั้งในกรุงเทพมหานครและส่วนภูมิภาคจำนวน 817 แห่งนั้น ในจำนวนนี้มีสถานพยาบาลเพียง 423 แห่งที่มีเตาเผา คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 49 นอกจากนี้ยัง พบว่าในส่วนของสถานพยาบาลที่มีเตาเผาใช้งาน ส่วนใหญ่จะประสบปัญหาในการดำเนินการ ได้แก่ ปัญหาเรื่องควัน การเกิดเขม่าระหว่างการเผา เตาเผาชำรุดเสียหาย และการเผาไหม้ยาก หรือเผาได้ไม่หมด การขาดบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในการใช้งานเตาเผา ขาดการวาง แผนการจัดการที่เป็นระบบมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการขาดความเอาใจใส่จากฝ่ายบริหารของ สถานพยาบาลนั้น ๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าสัดส่วนของเสียอันตรายที่ได้รับการบำบัดหรือกำจัดด้วยวิธีที่ ถูกหลักสุขาภิบาลมีเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ยังมีของเสียอันตรายอีกจำนวนมากที่ถูกรวบรวมไว้ใน ที่ต่าง ๆ เพื่อรอการกำจัดซึ่งกรม โรงงานอุตสาหกรรมได้พยายามหาทางแก้ไข แต่ก็ยังประสบ ปัญหาการคัดค้านของราษฎรเนื่องจากเกรงว่า ศูนย์กำจัดกากอุตสาหกรรมอาจก่อให้เกิด ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของประชาชน

3. การลักลอบทิ้งของเสียอันตรายในสถานที่สาธารณะ

เนื่องจากในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ยังไม่มีระบบการจัดการกากอุตสาหกรรม ที่ดีพอ ของเสียอันตรายที่ยังไม่ได้กำจัดมีจำนวนไม่น้อยที่มีการลักลอบนำไปทิ้งในสถานที่ต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น เมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. 2536 มีการลักลอบนำกากสารเคมีประเภทสารป้องกันและ กำจัดศัตรูพืชที่เสื่อมคุณภาพแล้ว ไปทิ้งบริเวณบ้านหนองกระเต็น ตำบลวังกะทะ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา เมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2536 มีผู้ลักลอบนำกากอุตสาหกรรมประเภท

แผงวงจรไฟฟ้าไปเผาในป่าสงวนแห่งชาติ ป่าท่าก้วยห้วยกระเวน บ้านพุเตย หมู่ 3 ตำบลบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี เพื่อลอกเอาแผ่นทองแดงที่เคลือบอยู่ไปใช้ประโยชน์

สาเหตุของปัญหาของเสียอันตราย

การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของปริมาณ จำนวน ชนิดของของเสียอันตราย ตลอดจนการกระจัดกระจายของของเสียอันตราย จากการที่เศรษฐกิจขยายตัว มีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีเพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า ปริมาณของเสียอันตรายกิจกรรมต่าง ๆ ในปี พ.ศ. 2534 มีประมาณ 2 ล้านตัน/ปี และจะเพิ่มเป็น 6 ล้านตัน/ปี ในปี พ.ศ. 2544 โดยพบว่า 70 – 75 เปอร์เซ็นต์ของของเสียอันตรายเป็นของเสียที่ผลิตในบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

1. ระบบการจัดการของเสียอันตรายยังไม่ครอบคลุมครบทุกแหล่งกำเนิด โดยรัฐจะควบคุมเน้นเฉพาะของเสียจากภาคอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ และก็ไม่จริงจังอีกด้วย

2. ระบบกำจัดของเสียอันตรายที่มีอยู่ไม่เพียงพอ เพราะมีเฉพาะแห่งเดียวที่แขวงแสมดำ

3. รัฐชอบอ้างว่าขาดแคลนบุคลากรและงบประมาณ ในการควบคุมตรวจสอบของเสียอันตรายจากกิจกรรมต่าง ๆ อย่างจริงจัง

4. กฎหมาย ที่ใช้ในการควบคุมระบบการจัดการของเสียที่เป็นอันตราย ยังไม่ครอบคลุมการจัดการทั้งระบบ รวมทั้งการขาดความเข้มงวดในการบังคับใช้ ทำให้ผู้ผลิตบางรายหลีกเลี่ยงความรับผิดชอบต่อการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากของเสียอันตราย

5. ประชาชนยังขาดความรู้ และความเข้าใจถึงอันตรายที่จะเกิดขึ้น จากของเสียอันตรายที่ขาดการจัดการที่ถูกต้อง

หลักเกณฑ์และวิธีจำแนกของเสียอันตราย

การจำแนกของเสียใด ๆ ว่าเป็นของเสียอันตรายหรือไม่นั้นได้กำหนดหลักเกณฑ์ไว้ 2 ประการ คือ

1) การจำแนกตามคุณสมบัติ (Characteristic) ของของเสียอันตราย สามารถแบ่งออกได้ 7 ประเภท ดังนี้

- สมบัติไวไฟ : จุดวาบไฟ <60 องศาเซลเซียส ลุกเป็นไฟเมื่อเสียดสี ดูดความชื้น ปฏิกิริยาภายใน/เป็นก๊าซอัดที่จุดระเบิดได้ เป็นสารออกซิไดเซอร์
- สมบัติกัดกร่อน : pH ช 2 หรือ ณ 12.5 กัดกร่อนเหล็กกล้าชั้น SAE (Society of Automotive Engineers) 1020 > 6.35 มิลลิเมตร/ปี ที่ 55 องศาฟาเรนไฮต์

- สมบัติที่เกิดปฏิกิริยาได้ง่าย : มีสภาพไม่คงตัว ทำปฏิกิริยาได้รวดเร็วและรุนแรงกับน้ำ รวมกับน้ำได้ของผสมระเบิดได้ เกิดก๊าซพิษหรือเป็นสารที่มี CN, S เมื่อ pH 2-12.5 จะเกิดก๊าซพิษ ไอพิษหรือควันพิษ
- สมบัติเป็นพิษ : มีอันตรายต่อสุขภาพอนามัยทำให้ตายได้ในปริมาณเล็กน้อย เป็นพิษต่อสัตว์ทดลอง เป็นสารก่อให้เกิดมะเร็ง หรือสกัดแล้วมีโลหะหนักหรือสารพิษมากกว่าที่กำหนด
- สมบัติที่ถูกชะล้างได้ : เมื่อนำมาสกัดด้วยวิธีมาตรฐานแล้ว มีปริมาณโลหะหนักหรือสารที่มีพิษ เช่น ตะกั่ว ปรอท สารหนู ปนเปื้อนอยู่ในน้ำสกัดเท่ากับหรือเกินกว่ามาตรฐานกำหนดไว้
- สมบัติทำให้เกิดโรค : ของเสียที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ในปริมาณหรือความเข้มข้นที่สามารถทำให้เกิดโรคได้และเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อได้
- สมบัติเป็นสารกัมมันตรังสี : ของเสียที่ประกอบหรือปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตรังสีที่ไม่ใช้แล้ว ในระดับกัมมันตรังสีสูงเกินกว่าเกณฑ์ปกติในธรรมชาติเกิดจากการผลิตซึ่งปนเปื้อนด้วยวัตถุกัมมันตรังสี

2) การจำแนกตามการกำหนดรายชื่อ (Listing) ได้แก่

- บัญชีรายชื่อของเสียเคมีวัตถุ (Chemical Wastes) ตามบัญชี ข ท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2543 ได้กำหนดรายชื่อของเสียเคมีวัตถุ (Chemical Wastes) จำนวน 60 ชนิด เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ซึ่งผู้ผลิต ผู้นำเข้า ผู้ส่งออก และผู้ที่มีไว้ในครอบครองจะต้องขออนุญาตและปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในกฎหมายหรือประกาศกระทรวง

- บัญชีรายชื่อสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 6 พ.ศ. 2540 บัญชีลักษณะและคุณสมบัติของสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว เปรียบเทียบกับรหัสของเสียอันตรายตามระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย

3) ของเสียอันตรายบางประเภทปนเปื้อน อาจแบ่งได้เป็น 7 กลุ่มตามแนวทางของประเทศออสเตรเลีย คือ น้ำมัน (Oily wastes) ตัวทำละลาย (Solvents) ยาฆ่าแมลง (Pesticides) กรด (Acid) ด่าง (Alkali) โลหะหนัก (Heavy metals) และกลุ่มเจาะจงเฉพาะ (Special)

การกำหนดบัญชีรายชื่อและรหัสของเสียอันตรายตามระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย สามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

ความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีสำหรับการคาดการณ์สมบัติของความเป็นพิษ	43 ชนิด	D001-D043
ของเสียอันตรายจากแหล่งกำเนิดทั่วไป	28 ชนิด	F001-F039
ของเสียอันตรายจากแหล่งกำเนิดเฉพาะ	117 ชนิด	K001-K161
เคมีภัณฑ์เสื่อมคุณภาพที่มีพิษเฉียบพลัน	247 ชนิด	P001-P205
เคมีภัณฑ์เสื่อมคุณภาพที่มีพิษ	530 ชนิด	U001-U411
ของเสียอันตรายจากกิจกรรมต่าง ๆ	60 ชนิด	A01-A99
ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ	89 ชนิด	B001-B801
ของเสียอันตรายที่ควบคุมภายใต้อนุสัญญาบาเซล	59 ชนิด	A1010-A4160

การจัดการของเสียอันตราย

การพัฒนาอุตสาหกรรม ควบคู่ไปกับการพัฒนาประเทศ นับว่ายังเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อยกฐานะทางเศรษฐกิจ ของประเทศ ยกมาตรฐานการครองชีพ และการอยู่ดีกินดี ของประชาชนให้สูงขึ้น แน่ละ โรงงานอุตสาหกรรม ก็จะเริ่มปรับเปลี่ยน จากอุตสาหกรรมด้านการเกษตร หรืออุตสาหกรรมผลิตสารเคมีพื้นฐาน ไปเป็นอุตสาหกรรมหนัก ที่มีกระบวนการผลิต ที่ซับซ้อนมากขึ้น วัตถุดิบจำพวกสารเคมี หรือสารประกอบโลหะหนักต่าง ๆ ก็จะถูกนำมาใช้เพิ่มมากขึ้น ปัญหากากสารพิษ ที่เกิดจากกระบวนการผลิต หรือผลิตภัณฑ์ ที่มีสารพิษบรรจุอยู่ ก็จะเพิ่มตามมา หากเราไม่เตรียมมาตรการป้องกัน ที่รัดกุมดีพอ ปัญหาสิ่งแวดล้อม เริ่มเสื่อมโทรม ก็จะเกิดตามมา เนื่องจากเกิดการสะสมของสารพิษทั้งในน้ำ อากาศ และดินมากขึ้น นั่นเอง

1. การเก็บรวบรวมที่แหล่งกำเนิด

การเก็บรวบรวมที่แหล่งกำเนิดนั้น มีจุดประสงค์เพื่อให้มีปริมาณของเสียอันตรายมากพอที่จะนำไปบำบัด และกำจัด หรือเก็บรวบรวมไว้เพื่อรอการขนย้าย และกำจัดภายนอกโรงงาน การเก็บรวบรวมของเสียอันตรายมีแนวทาง ดังนี้

- ควรเก็บของเสียแต่ละชนิดให้อยู่ในภาชนะที่เหมาะสม ทนทานต่อการกัดกร่อนมีฝาปิดมิดชิด
- ควรแยกเก็บของเสียที่อาจทำปฏิกิริยากันไว้ในภาชนะที่แยกออกจากกัน
- ด้านข้างภาชนะควรมีเครื่องหมายแสดงชนิดของของเสียอันตรายที่บรรจุอยู่
- ควรเก็บในบริเวณที่มีการระบายอากาศดี

2. การขนย้าย (Transportation)

ในกรณีที่ต้องนำของเสียอันตรายไปทำการบำบัด หรือนำไปกำจัดภายนอกแหล่งกำเนิด เมื่อเก็บรวบรวมของเสียอันตรายได้แล้ว จะต้องทำการขนย้ายด้วยพาหนะที่ปลอดภัย และมีการป้องกันการรั่วไหลได้เป็นอย่างดี ด้านข้างพาหนะจะต้องแสดงเครื่องหมายแสดงชนิดของของเสียอันตรายที่กำลังทำการขนย้ายด้วย ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับการขนย้ายนี้สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก คู่มือ ระบบเอกสารกำกับการขนส่งเคลื่อนย้าย และ กำจัดของเสียอันตราย(Handbook of hazardous waste manifest system) ซึ่งเป็นเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตรายที่แสดงการส่งของเสียอันตรายไปกำจัดอย่างถูกต้องตามกฎหมาย ผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตรายจะตรวจสอบได้ว่าของเสียอันตรายของตนถูกส่งไปกำจัดอย่างถูกต้อง และทำให้รัฐสามารถตรวจสอบและควบคุมได้ทั้งผู้ก่อกำเนิด ผู้ขนส่ง และผู้ประกอบการสถานเก็บกักบำบัดและกำจัดของเสียอันตราย ตลอดจนสามารถลดปริมาณการลักลอบนำของเสียอันตรายไปทิ้งตามสถานที่ต่าง ๆ นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการจัดทำรายงานประจำปีตามระบบดังกล่าวจะถูกนำมาใช้ในการวางแผนการจัดการของเสียอันตรายในอนาคต ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจในระเบียบปฏิบัติสำหรับผู้ก่อกำเนิด ผู้ขนส่ง และผู้ประกอบการสถานเก็บกัก บำบัด และกำจัดของเสียอันตราย กรมควบคุมมลพิษจึงได้จัดทำคู่มือซึ่งจะมีรายละเอียดในการปฏิบัติสำหรับผู้ที่ดำเนินงานเกี่ยวกับของเสียประเภทต่าง ๆ ตั้งแต่การขอขึ้นทะเบียนขั้นตอนการปฏิบัติตามระบบเอกสารกำกับการขนส่งภายในประเทศ และการนำเข้า-ส่งออกของเสียอันตรายระหว่างประเทศ ซึ่งจะทำให้การปฏิบัติงานเกี่ยวกับการจัดการของเสียอันตรายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3. การบำบัด(Treatment) และการกำจัด (Disposal)

การบำบัดและการกำจัดสามารถทำได้ 5 วิธีใหญ่ ๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การบำบัดด้วยกระบวนการทางกายภาพและเคมี

มีจุดประสงค์เพื่อทำให้ของเสียอันตรายสดความอันตรายลง มีความสามารถในการละลายต่ำลง และมีความคงตัวมากขึ้น กระบวนการทางฟิสิกส์-เคมี (Physic-Chemical Process) คือการเปลี่ยน ให้อยู่ในรูป ไม่มีอันตราย เช่น การทำให้เป็นกลาง (Neutralization) โดยใช้สารเคมี เพื่อทำให้สารพิษ กลายเป็นตะกอน หรือเกลือ ที่คงรูปไม่ละลายน้ำ เช่น การเติมกรด เพื่อทำลายฤทธิ์ของเสีย ที่เป็นด่าง หรือการปรับเสถียรภาพ การแข็ง (Stabilization/Solidification) โดยการเติมสารเคมี เพื่อให้ทำปฏิกิริยา ทางเคมีกับสารพิษ ที่เจือปนอยู่ในของเสีย ทำให้สารพิษนั้น อยู่ในรูปสารประกอบอื่น ที่ไม่เป็นพิษ และไม่ละลายน้ำ เช่น

- การใช้ซีเมนต์ ผสมกับตะกอนและเติม additive เช่น Fly ash เพื่อทำให้ เกิดการแข็งตัวและรวมตัวกันได้ดี ซีเมนต์มีค่าเป็นด่างประมาณ 11 ทำให้โลหะหนัก อยู่ในรูปของ สารประกอบไฮดรอกไซด์ หรือคาร์บอเนต ซึ่งไม่ละลายน้ำ ส่วนใหญ่ใช้กับ การกำจัดกากตะกอนที่มีในสารโลหะหนัก เช่น แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว แมงกานีส

- วิธีใช้ปูนขาว น้ำ และ additive คือ Fly ash และ Cement-kiln dust ใช้ในการกำจัดกากตะกอน ที่มีสารกำจัดศัตรูพืช และแมลง

- วิธีการนำเอา กากตะกอนที่แห้ง ผสมกับ bitumen ที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เมื่อของเสียเย็นลง จะแข็งตัว ส่วนใหญ่จะใช้ ในการกำจัดกากตะกอน ของวัตถุกัมมันตรังสี

- การทำให้สารละลายกรดและด่างมีสภาพเป็นกลาง

- การแยกโลหะหนักออกจากน้ำด้วยการตกตะกอนทางเคมี (Chemical Precipitation) แล้วนำตะกอนไปทำการฝังกลบ

- การทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่น เพื่อให้ของเสียอันตรายอยู่ในรูปที่มีความเป็นพิษน้อยลง

- การดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon)

3.2 การบำบัดด้วยกระบวนการทางชีวภาพ

ใช้ในการกำจัดของเสียที่ถูกย่อยสลายได้ด้วยกระบวนการทางชีวภาพ แต่อย่างไรก็ตาม วิธีนี้มีข้อจำกัดอยู่มาก เนื่องจากของเสียอันตรายส่วนมากยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ กระบวนการบำบัดทางชีวภาพที่นำมาใช้มีทั้งกระบวนการแบบใช้ และไม่ใช้ออกซิเจน

3.3 การปรับเสถียร (Stabilization/Solidification)

การปรับเสถียรกากของเสีย เป็นการผสมสารเคมีที่เหมาะสมเข้ากับของเสีย เพื่อให้เกิดโครงสร้างที่ของเสียถูกจับไว้ ทำให้ของเสียถูกชะล้างละลายออกมาละลายได้น้อยลง การปรับเสถียรกากของเสียอันตรายนี้เป็นการเตรียมของเสียเพื่อนำไปฝังกลบอย่างปลอดภัย ตัวอย่างการปรับเสถียร ได้แก่ การผสมปูนซีเมนต์กับตะกอนโลหะหนักแล้วนำมาหล่อเป็นก้อน ตะกอนที่ผ่านการปรับเสถียรแล้วจะต้องนำมาทดสอบสมบัติการถูกชะล้าง (Leaching Test) ภายใต้สภาวะมาตรฐานก่อนนำไปฝังกลบ สารละลายที่ผ่านการชะล้างของเสียแล้วจะต้องมีสารปนเปื้อนต่ำกว่าปริมาณที่กำหนดไว้

3.4 การเผาด้วยเตาเผาอุณหภูมิสูง (Incineration)

การบำบัดด้วยกระบวนการทางกายภาพ และเคมีไม่สามารถทำลายของเสียอันตรายบางชนิดได้ เช่น น้ำมัน สารปราบศัตรูพืชบางชนิด ตัวทำละลายอินทรีย์ สารเคมีที่เสื่อมคุณภาพ จึงจำเป็นต้องทำการกำจัดโดยการนำมาเผาที่อุณหภูมิสูง เพื่อให้ของเสียเปลี่ยนสภาพเป็นเถ้า แล้วจึงนำเถ้าที่ได้ไปฝังกลบต่อไป

การเผาของเสียอันตรายจะต้องเผาที่อุณหภูมิสูงประมาณ 1,000-1,200 องศาเซลเซียส และต้องมีส่วนเผาไอก๊าซซ้ำเพื่อให้มีมลสารเหลือน้อยที่สุด เตาเผาจะต้องมีการปรับอัตราส่วนเชื้อเพลิงและอากาศที่เหมาะสม และจะต้องมีเครื่องฟอกอากาศซ้ำ เช่น เครื่องดักฝุ่น และเครื่องกำจัดไอกรดด่าง เป็นต้น ก่อนปล่อยอากาศออกสู่สิ่งแวดล้อม

3.5 การฝังกลบอย่างปลอดภัย (Secure Landfill)

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า การกำจัดด้วยกระบวนการทางกายภาพ และเคมีและการเผา เป็นการเปลี่ยนสภาพของเสียอันตรายให้อยู่ในสภาพที่มีความเป็นอันตรายน้อยลง หรือมีความคงตัวมากขึ้น ซึ่งอยู่ในรูปของของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ หรือเถ้าจากการเผาไหม้ ต่อจากนั้น นำไปปรับให้เสถียร (Solidification / Stabilization) ก่อนแล้วจึงนำไปทำการฝังกลบอย่างปลอดภัยต่อไป

การฝังกลบแบบปลอดภัย (Secure landfill) คือการนำกากของเสีย เช่น ตะกอนโลหะหลอดไฟ แผ่นวงจร อิเล็กทรอนิกส์ ไปทำลายฤทธิ์ และจัดเก็บฝัง ในหลุมที่ก่อสร้าง ด้วยระบบป้องกัน ผลกระทบ ไม่ให้มีน้ำไหลซึม ออกไปปนเปื้อน สู่สิ่งแวดล้อมภายนอก

การฝังกลบ แบบปลอดภัยนั้น จะต้องทำหลุม ที่บุด้วย แผ่นพลาสติก ชนิด High Density Polyelthylene (HDPE) 2 ชั้น และมีการตรวจสอบ รอยรั่วซึม ของรอยต่อ แผ่นพลาสติก ทุกรอยให้เป็นไป ตามมาตรฐาน ระหว่างพลาสติก แต่ละชั้น จะวางท่อรวบรวม น้ำเสีย ต่อเชื่อมกับ บ่อรวบรวม และทำการติดตาม ตรวจสอบ การปนเปื้อน เป็นระยะ ๆ การเตรียมการฝังนั้น จะต้องดำเนินการ หลายชั้นหลายขั้นตอน ตั้งแต่การพิจารณา ความเหมาะสม ของพื้นที่ การขนส่งระหว่างการฝังกลบ จะต้องป้องกัน และตรวจสอบ การรั่วไหล

โครงสร้างของหลุมฝังกลบอย่างปลอดภัยนั้นจะต้องมีการป้องกันการรั่วซึมของน้ำ และสารอันตรายอย่างรัดกุมมาก ที่ก้นหลุม และด้านข้างหลุมมีการบดอัดด้วยดินเหนียว ซึ่งมีอัตราการไหลซึมของน้ำต่ำ กรณีหลุมฝังของ GENCO ซึ่งมีอัตราการไหลซึมของน้ำชั้นดินเหนียวต่ำกว่า 10-7 ซม./วินาที ต่อจากนั้น จึงปูด้วยแผ่นยาง หรือแผ่นพลาสติก เช่น แผ่น HDPE เป็นต้น จำนวน 2 ชั้น เหนือชั้นแผ่นยางแต่ละชั้นเป็นชั้นระบายน้ำ และเมื่อเกิดการรั่วไหลลงมาน้ำเหล่านี้จะไหลลงท่อ เพื่อรวบรวมนำมาบำบัดภายนอกต่อไป เมื่อฝังกลบกากของเสียจนเต็มหลุมแล้ว ต้องทำการปิดหลุมด้วยดินอัดแน่น จากนั้น ปูแผ่นยางหรือแผ่นพลาสติกสังเคราะห์ ปูทับด้วยดินอีกชั้นแล้วปลูกพืชคลุมดินไว้เพื่อลดการชะล้างพังทลายหน้าดินไป นอกจากนั้นแล้ว ด้านบนของหลุมฝังกลบจะต้องมีท่อระบายอากาศ เพื่อระบายก๊าซที่เกิดขึ้นภายในออกสู่ภายนอก เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการอัดตัวของก๊าซจนถึงขั้นดันหลุมฝังกลบให้มีรอยแตกได้ ด้านข้างของหลุมฝังกลบทั้ง 2 ด้าน จะต้องมีบ่อบาดาลเป็นบ่อสังเกตการณ์การรั่วไหลออกสู่ภายนอก โดยต้องทำการเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อทั้งสองมาตรวจสอบปริมาณสารปนเปื้อนอยู่เสมอ

นอกจากนี้สิ่งที่ควรพิจารณาสำหรับการจัดการกากของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมคือการพยายามลดปริมาณของเสียที่จะเกิดขึ้นให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

การลดปริมาณของเสีย (Minimization) หรือเทคนิคในการผลิตที่สะอาด (Clean Technology) หรือการป้องกันมลพิษ (Prevention) หรือเทคนิคในการผลิต ที่มีของเสียน้อยหรือไม่มีของเสียเกิดขึ้นเลย (Low and Non-waste) มีแนวทางใหญ่ๆ 2 แนวทาง คือ การลดที่

แหล่งกำเนิด เช่นการเปลี่ยนไปใช้ วัตถุดิบชนิดใหม่ เปลี่ยนวิธีการผลิต หรือปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และการนำของเสีย กลับมาใช้ใหม่ (Recycle) เช่น การนำสารตัวทำละลายใช้แล้ว มากลั่นใช้ใหม่ และการแยกสารมีค่า หรือโลหะหนักจากน้ำเสีย ด้วยไฟฟ้า เพื่อนำโลหะมีค่า กลับมาใช้ประโยชน์อีก เป็นต้น ซึ่งทำได้ทั้งในโรงงาน หรือส่งไปจัดการที่อื่น แต่ก็เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปแล้วว่า ไม่ว่าเราจะพยายาม ลดปริมาณของเสีย ให้มีน้อยที่สุด หรือไม่ให้มีเลย หรือพยายามนำของเสีย กลับมาใช้ใหม่แล้วก็ตาม ก็ยังคงต้องมีของเสีย เหลืออยู่อีกจำนวนหนึ่ง ที่ต้องนำไปจัดการต่อ ยกตัวอย่างเช่น ในประเทศเยอรมัน ใช้วิธีกำหนด มาตรการกำจัดที่เหมาะสมเป็นประเภทๆ คือ ของเสียบางประเภท กำหนดให้ส่งไปฝังกลบได้เลย ซึ่งมีทั้งการฝังกลบ แบบของเสียประเภทเดียว (Mono disposal) และการฝังกลบ รวมกับของเสียอื่นได้ (co-disposal) และของเสียประเภท ที่ต้องผ่านการกำจัดทำลายฤทธิ์ (Detoxification and Stabilization) ก่อนนำไปฝังกลบเช่น กำหนดให้กำจัด หรือทำลายฤทธิ์ ด้วยระบบเคมี-ฟิสิกส์ หรือเผาที่อุณหภูมิสูง จนเหลือแต่ขี้เถ้าก่อน ทั้งนี้การเลือกกรรมวิธี การเดินระบบ และการบริหารจัดการ จะต้องได้มาตรฐานที่ระบุไว้

การจัดการของเสียอันตรายในประเทศไทย

"หน่วยงานกำกับดูแล" เป็นหน่วยงานที่มีบทบาทหน้าที่ในการควบคุมดูแลและประสานงานระหว่างศูนย์ประสานการขนส่งของเสียอันตราย ผู้ก่อกำเนิด ผู้ขนส่ง และผู้ประกอบการสถานเก็บกัก บำบัดและกำจัดของเสียอันตราย ให้มีการดำเนินการที่เหมาะสมและปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อม

หน้าที่และความรับผิดชอบของหน่วยงานกำกับดูแล

1.การจัดการของเสียอันตรายจากโรงงานอุตสาหกรรม

โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มีทั้งอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของกระทรวงอุตสาหกรรม และการนิคมอุตสาหกรรม ดังนั้นทั้ง 2 หน่วยงานจึงจำเป็นต้องมีมาตรการในการจัดการของเสียเหล่านี้อย่างเหมาะสม ดังนี้

1.1 กรมโรงงานอุตสาหกรรม

ปัจจุบันศูนย์บริการกำจัดกากที่เปิดดำเนินการแล้วมี 2 แห่ง คือ

(1) ศูนย์บริการกำจัดกากแขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน และพื้นที่ฝังกลบ จ.ราชบุรี

(2) ศูนย์บริการกำจัดกาก นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

ปัจจุบัน บริษัทผู้รับสัมปทานในการดำเนินการศูนย์ก่อสร้างทั้ง 2 แห่ง คือ บริษัทบริหารและพัฒนาการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำกัด (General Environmental Conversation Co., Ltd.) หรือเป็นที่รู้จักกันทั่วไปในนาม GENCO ซึ่งมีการก่อตั้งตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2537 โดยกระทรวงอุตสาหกรรมถือหุ้นในบริษัทนี้ร้อยละ 25 รายละเอียดของศูนย์แต่ละแห่งมีดังนี้

(1) ศูนย์บริการกำจัดกาก แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร

เป็นศูนย์แห่งแรก โดยเริ่มต้นจากที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ลงทุนจัดสร้างศูนย์นี้แล้ว

เสร็จใน พ.ศ. 2531 ต่อจากนั้น กรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ดำเนินการให้มีการเช่าดำเนินการโดยบริษัทเอกชน โดยบริษัท GENCO เข้ามาดำเนินการตั้งแต่ พ.ศ. 2539 จนถึงปัจจุบัน ศูนย์นี้สามารถรองรับของเสียอันตรายประเภท กรด ด่าง และโลหะหนัก โดยมีความสามารถรับน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม 800 ลบ.ม./วัน น้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะ 200 ลบ.ม./วัน รวมทั้งกากตะกอน และของแข็งที่มีการปนเปื้อนจากโลหะหนัก 100 ตัน/วัน กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียภายในศูนย์ รวมทั้งกากตะกอน และของแข็งที่รับจากภายนอกจะถูกทำให้คงตัวแล้วจะถูกส่งไปทำการฝังกลบ (Secure Landfill) ยังศูนย์ราชบุรี ใน พ.ศ. 2537 มีผู้ใช้บริการศูนย์แสมดำจำนวนทั้งสิ้น 549 ราย โดยมีปริมาณของเสียที่จะถูกส่งเข้าระบบ ดังนี้

- น้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะ 7,700 ลบ.ม./เดือน
- น้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม 4,800 ลบ.ม./เดือน
- กากตะกอนของแข็งและอันตรายอื่น ๆ 1,540 ตัน/เดือน

เมื่อพิจารณาตัวเลขเหล่านี้แล้ว จะเห็นได้ว่า ของเสียอันตรายที่ได้รับการบำบัดอย่างถูกต้องนั้นยังมีปริมาณน้อยมาก เมื่อเทียบกับปริมาณที่เกิดขึ้นทั้งหมด

(2) ศูนย์บริการกำจัดกาก นิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด จ. ระยอง

ซึ่งให้บริการในเรื่องการเก็บรวบรวม การขนส่ง การบำบัดและกำจัด รวมทั้งยังให้คำปรึกษาและข้อแนะนำด้านการจัดการกับวัสดุเหลือใช้ หรือของเสียทุกประเภท ศูนย์บริการที่สร้างขึ้นนี้มีศักยภาพในการจัดการกากของเสียได้ 500-1,000 ตันต่อวัน ตัวอย่างอุตสาหกรรมที่ส่งของเสียมาบำบัดในศูนย์นี้ ได้แก่ ของเสียจากอุตสาหกรรมเหล็ก อุตสาหกรรมอิเลคทรอนิกส์ และอุตสาหกรรมรถยนต์ รวมทั้งอุตสาหกรมน้ำมันและปิโตรเคมี ตัวอย่างชนิดของเสีย ได้แก่ กระดาษ ห่อวัตถุดิบที่ใช้ทำยา ถ่านไฟฉาย หลอดไฟ แผ่นวงจรอิเลคทรอนิกส์ กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานชุบโลหะ และตะกอนจากโรงงานทำสี

1.2 นิคมอุตสาหกรรม

นอกจากในส่วนของกรมโรงงานอุตสาหกรรมแล้ว การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (กนอ.) ก็เป็นอีกหน่วยงานหนึ่งที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการดูแลนิคมอุตสาหกรรมต่าง ๆ จำนวน 23 นิคมอุตสาหกรรม ซึ่งมีโรงงานในสังกัดทั้งสิ้นประมาณ 2,200 โรงงาน โรงงานเหล่านี้ก่อให้เกิดของเสียในรูปต่าง ๆ การนิคมอุตสาหกรรมจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีมาตรการในการควบคุม และจัดการของเสียเหล่านี้

เมื่อนิคมอุตสาหกรรมเปิดดำเนินการ ก็จะมีโรงงานอุตสาหกรรมขอเข้ามาเปิดดำเนินการ ซึ่งในขั้นต้นจะต้องมีการยื่นขอใบอนุญาตจัดตั้งโรงงาน ซึ่งจะต้องระบุถึงกระบวนการผลิต วัตถุอันตรายที่ใช้ รวมทั้งยังมีการประมาณการณ์ปริมาณกากอุตสาหกรรมที่จะเกิดขึ้นด้วย รวมทั้งเสนอมาตรการในการควบคุมจัดการและรายงานผลการดำเนินงาน จากนั้น กนอ. จึงจะออกใบอนุญาตให้จัดตั้งโรงงานได้ เมื่อจัดตั้งแล้ว ทางโรงงานจะต้องจัดทำบัญชีรายงานประเภท และปริมาณกากอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้น และส่วนที่จัดเก็บไว้ในโรงงานต่อ กนอ. เป็นประจำทุกเดือน

นอกจากนั้น พ.ศ. 2538 เป็นต้นมา กนอ. มีโครงการรณรงค์แยกขยะในนิคมอุตสาหกรรม เพื่อให้ผู้ประกอบการทำการแยกขยะตามชนิดของขยะ ซึ่งสะดวกต่อการจัดเก็บและทำลาย และโดยเฉพาะอย่างยิ่งป้องกันมิให้มีการทิ้งขยะอันตรายปะปนมากับขยะทั่วไป กนอ. ได้กำหนดความหมายของ "ขยะทั่วไป" และ "ขยะอันตราย" ไว้อย่างชัดเจน และกำหนดให้มีการจัดการขยะทั้ง 2 ประเภทด้วยวิธีที่แตกต่างกัน สำหรับขยะทั่วไปที่เกิดขึ้นในโครงการทั้งหมด ให้มีรถเก็บขนแล้วนำมากำจัดโดยวิธีการเผาในเตาเผาขยะมูลฝอย หรือวิธีการฝังกลบ (Sanitary Landfill) สำหรับขี้เถ้าที่ได้จากการเผาขยะจะต้องนำมาฝังกลบในบ่อฝังกลบขี้เถ้าที่สามารถเก็บขี้เถ้าได้ไม่ต่ำกว่า 10 ปี สำหรับของเสียอันตราย นิคมอุตสาหกรรมได้จัดสร้างโรงพักกากชั่วคราว เพื่อพักรอการส่งกำจัดที่ศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรมต่อไป โดย กนอ. มีข้อกำหนดว่า โรงพักกากชั่วคราวสามารถเก็บกักกากอย่างน้อยได้ 5 ปี ภายในโรงพักกากจะต้องแบ่งส่วนต่าง ๆ เพื่อเก็บกากแต่ละประเภทแยกกัน พื้นจะต้องทำด้วยวัสดุป้องกันการซึมผ่านของน้ำ หรือของเหลว รวมทั้งโรงพักกากจะต้องมีประตูเลื่อน ปิด-เปิด ได้ นอกจากนั้นยังมีการกำหนดบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับกากแต่ละชนิด อาทิเช่น น้ำมัน หรือ ตัวทำละลายควรบรรจุในภาชนะ Mild Steel กากของแข็งที่เป็นสารอนินทรีย์ และโลหะหนักควรบรรจุในภาชนะที่ทำด้วย Mild Steel หรือ Plastic เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การนิคมอุตสาหกรรมได้มีนโยบายใหม่ที่จะเปลี่ยนแปลงบทบาทจากการเก็บรวบรวมกาก เพื่อส่งให้กับศูนย์บริการกำจัดกากของกรมโรงงานอุตสาหกรรม มาเป็นการรวบรวมกำจัด และบำบัดกากอุตสาหกรรมอย่างครบวงจร

โดยสรุป กรมโรงงานอุตสาหกรรม และ การนิคมอุตสาหกรรมแห่ง ประเทศไทย กระทรวงอุตสาหกรรม มีบทบาทหลัก ดังนี้

1.1) จัดให้มีการจดทะเบียนและต่อใบอนุญาตให้กับผู้ประกอบการที่ก่อให้เกิดของเสียอันตราย ที่เข้าข่ายโรงงานตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เช่น โรงงานอุตสาหกรรม สถานบริการน้ำมัน และสถานเก็บกักบำบัดและกำจัดของเสียอันตราย เป็นต้น

1.2) กำกับดูแลและติดตามการดำเนินงานของผู้ประกอบการให้ปฏิบัติตามขั้นตอนของระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย

1.3) กำหนดหลักเกณฑ์ และวิธีการเก็บรวบรวม การคัดแยกการขนส่ง การบำบัดและการกำจัดของเสียอันตรายที่เกิดจากโรงงาน อุตสาหกรรม และแหล่งกำเนิดอื่น ๆ ที่อยู่ในความรับผิดชอบ

1.4) ประสานงานกับศูนย์ประสานการขนส่งของเสียอันตรายในการจัดทำฐานข้อมูล การจัดทำรายงานประจำปีและการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ของผู้ประกอบการที่อยู่ในความรับผิดชอบ

1.5) เก็บรวบรวมข้อมูลจากการดำเนินงานกำกับการขนส่งลงในฐานข้อมูลของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

2.หน่วยงานอื่น ๆที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 9-3 แสดงหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งเคลื่อนย้าย และ กำจัดของเสียอันตราย

หน่วยงานกำกับดูแล	ประเภทกิจการที่รับผิดชอบ
กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	โรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภทที่ก่อให้เกิดของเสียเคมีวัตถุตามบัญชี ข. ท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2543 และสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) และผู้ประกอบการสถานเก็บกัก บำบัด และกำจัดของเสียอันตราย
กระทรวงสาธารณสุข หรือหน่วยงานอื่นที่กำกับดูแลสถานพยาบาล	สถานพยาบาล ได้แก่ โรงพยาบาล คลินิก สถานพยาบาลสัตว์ และห้องปฏิบัติการเชื้ออันตรายที่ก่อให้เกิดมูลฝอยติดเชื้อ
สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม	แหล่งกำเนิดทุกประเภท ผู้ขนส่ง และผู้ประกอบการสถานเก็บกัก บำบัดและกำจัดกากกัมมันตรังสี ได้แก่ วัสดุนิวเคลียร์พิเศษ วัสดุพลอยได้ และวัสดุต้นกำลัง ซึ่งกำหนดไว้ในพระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ. 2504
กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม	แหล่งกำเนิดของเสียอันตรายอื่นที่ไม่มีกฎหมายใดบัญญัติไว้โดยเฉพาะ
กรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม	ผู้ประกอบการขนส่งของเสียอันตรายทางบกโดยใช้รถเป็นพาหนะ
กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม	ผู้ประกอบการขนส่งของเสียอันตรายทางน้ำโดยใช้เรือหรือแพเป็นพาหนะ
การรถไฟแห่งประเทศไทย	ผู้ประกอบการขนส่งของเสียอันตรายทางบกโดยใช้รถไฟเป็นพาหนะ
กรมการบินพาณิชย์ การท่าอากาศยานแห่งประเทศไทย	ผู้ประกอบการขนส่งของเสียอันตรายทางอากาศโดยใช้อากาศยาน

ที่มา: คู่มือระบบเอกสารกำกับการขนส่งเคลื่อนย้าย และ กำจัดของเสียอันตราย กรมควบคุมมลพิษ

กระทรวงสาธารณสุข หรือหน่วยงานอื่นที่กำกับดูแลสถานพยาบาลต่าง ๆ

1) จัดให้มีการจดทะเบียนและต่อใบอนุญาตให้กับผู้ประกอบการทุกประเภทที่เกี่ยวข้องกับมูลฝอยติดเชื้อที่อยู่ในความรับผิดชอบ

2) กำกับดูแลและติดตามการดำเนินงานของผู้ประกอบการทุกประเภทที่เกี่ยวข้องกับมูลฝอยติดเชื้อที่อยู่ในความรับผิดชอบ ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนของระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย

3) กำหนดหลักเกณฑ์ และวิธีการเก็บรวบรวม การคัดแยก การขนส่ง การบำบัดและการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อที่เกิดจากสถานพยาบาล และห้องปฏิบัติการเชื้ออันตราย และแหล่งกำเนิดอื่น ๆ ที่อยู่ในความรับผิดชอบ

4) ประสานงานกับศูนย์ประสานการขนส่งของเสียอันตรายในการจัดทำฐานข้อมูล การจัดทำรายงานประจำปี และการดำเนินงานในด้านต่าง ๆ ของผู้ประกอบการทุกประเภทที่เกี่ยวข้องกับมูลฝอยติดเชื้อที่อยู่ในความรับผิดชอบ

5) เก็บรวบรวมข้อมูลจากการดำเนินงานกำกับการขนส่งลงในฐานข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุข หรือหน่วยงานอื่นที่กำกับดูแลสถานพยาบาลต่าง ๆ

สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

1) จัดให้มีการจดทะเบียนและต่อใบอนุญาตให้กับผู้ประกอบการทุกประเภทที่เกี่ยวข้องกับกากกัมมันตรังสี

2) กำกับดูแลและติดตามการดำเนินการของผู้ประกอบการทุกประเภทที่เกี่ยวข้องกับกากกัมมันตรังสี ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนของระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย

3) กำหนดหลักเกณฑ์ และวิธีการเก็บรวบรวม การคัดแยก การขนส่ง การบำบัดและการกำจัดกากกัมมันตรังสี

4) ประสานงานกับศูนย์ประสานการขนส่งของเสียอันตรายในการจัดทำฐานข้อมูล การจัดทำรายงานประจำปี และการดำเนินงานในด้านต่าง ๆ ของผู้ประกอบการทุกประเภทที่เกี่ยวข้องกับกากกัมมันตรังสี

5) เก็บรวบรวมข้อมูลจากการดำเนินงานกำกับการขนส่งลงในฐานข้อมูลของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม

1) จัดให้มีการจดทะเบียนและต่อใบอนุญาตให้กับผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตรายที่ไม่มีกฎหมายใดบัญญัติไว้เฉพาะ

2) กำกับดูแลและติดตามการดำเนินการของผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตรายที่ไม่มีกฎหมายใดบัญญัติไว้เฉพาะ ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนของระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย

3) กำหนดหลักเกณฑ์ และวิธีการเก็บรวบรวม การคัดแยก การขนส่ง การบำบัดและการกำจัดของเสียอันตรายที่เกิดจากแหล่งกำเนิดของเสียอันตรายที่ไม่มีกฎหมายใดบัญญัติไว้เฉพาะ

4) ประสานงานกับศูนย์ประสานการขนส่งของเสียอันตรายในการจัดทำฐานข้อมูล การจัดทำรายงานประจำปี และการดำเนินงานในด้านต่าง ๆ ของผู้ประกอบการที่ก่อให้เกิดของเสียอันตรายและไม่มีกฎหมายใดบัญญัติไว้เฉพาะ

5) เก็บรวบรวมข้อมูลจากการดำเนินงานกำกับการขนส่งลงในฐานข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ

หน่วยงานกำกับดูแลผู้ขนส่งของเสียอันตราย

1) กรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม กำกับดูแลผู้ประกอบการขนส่งของเสียอันตรายทางบกโดยใช้รถเป็นพาหนะ

2) กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม กำกับดูแลผู้ประกอบการขนส่งของเสียอันตรายทางน้ำโดยใช้เรือหรือแพเป็นพาหนะ

3) การรถไฟแห่งประเทศไทย กำกับดูแลผู้ประกอบการขนส่งของเสียอันตรายทางบกโดยใช้รถไฟเป็นพาหนะ

4) กรมการบินพาณิชย์ และการท่าอากาศยานแห่งประเทศไทย กำกับดูแลผู้ประกอบการขนส่งของเสียอันตรายทางอากาศโดยใช้อากาศยาน

หน่วยงานกำกับดูแลผู้ขนส่งของเสียอันตรายมีหน้าที่ดังนี้

1) จัดให้มีการจดทะเบียนและต่ออายุใบอนุญาตให้กับผู้ประกอบการขนส่งของเสียอันตราย

2) กำหนดคุณสมบัติของผู้ประกอบการขนส่งของเสียอันตราย

3) กำหนดมาตรฐานยานพาหนะที่ใช้ขนส่งของเสียอันตรายและมาตรฐานในการตรวจสอบความมั่นคงและความปลอดภัย สำหรับการติดตั้งภาชนะบรรจุบนยานพาหนะแต่ละประเภท

4) ประสานงานกับศูนย์ประสานการขนส่งของเสียอันตรายในการจัดทำฐานข้อมูล การรายงานอุบัติเหตุ และการดำเนินงานในด้านต่าง ๆ

5) เก็บรวบรวมข้อมูลจากการดำเนินงานกำกับการขนส่งของเสียอันตรายลงในฐานข้อมูล

หมายเหตุ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ เป็นหน่วยงานตรวจจับและควบคุมผู้ประกอบการขนส่งทางบกให้ปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 10
เทคโนโลยีการกำจัด และ การจัดการมูลฝอยติดเชื้อ

"มูลฝอยติดเชื้อ" หมายถึง มูลฝอยที่มีเชื้อโรคปะปนอยู่ในปริมาณหรือมีความเข้มข้นซึ่งถ้ามีการสัมผัสใกล้ชิดกับมูลฝอยนั้นแล้วสามารถทำให้เกิดโรคได้ ซึ่งเกิดขึ้นหรือใช้ในการตรวจวินิจฉัยโรค/รักษาพยาบาล/ให้ภูมิคุ้มกัน/ชันสูตรศพ ซากสัตว์/ทดลองวิจัยเกี่ยวกับโรค ได้แก่ ซาก/ชิ้นส่วนของมนุษย์/สัตว์ วัสดุของมีคม/วัสดุ ซึ่งสัมผัสเลือด สารน้ำจากร่างกาย เช่น เข็ม มีดหลอด ผ้าก๊อส สำลี ท่อ สไลด์กระจก เป็นต้น และมูลฝอยทุกชนิดที่ออกจากห้องรักษาผู้ป่วยติดเชื้อร้ายแรง

เทคโนโลยีการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ

เทคโนโลยีการกำจัดมูลฝอย ดังกล่าวต่อไปเป็นรายละเอียดด้านทฤษฎีและมีการปฏิบัติจริงในประเทศไทย เพื่อให้ผู้อ่านได้ทราบหลักการ วิธีการของการทำลายเชื้อและการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ เพิ่มเติมได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น เทคโนโลยีการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ มีหลายวิธี ได้แก่

1. การทำลายเชื้อด้วยสารเคมี (Chemical Disinfection)
2. เตาเผา (Incineration)
3. การทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ (Steam Sterilization / Autoclaving)
4. การทำลายเชื้อด้วยความร้อน (Thermal inactivation)
5. การทำลายเชื้อด้วยก๊าซ (Gas Vapor Sterilization)
6. การทำลายเชื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Microwave)
7. การทำลายเชื้อด้วยรังสี (Sterilization by irradiation)

เทคโนโลยีข้างต้นมีปฏิบัติจริงทั้งในและต่างประเทศ บทนี้จะกล่าวถึงวิธีการที่ใช้ในขณะนี้ คือ การทำลายเชื้อด้วยสารเคมี และการเผาในเตาเผา และเทคโนโลยีที่คาดว่าจะมีการใช้ในอนาคตสำหรับประเทศไทย

1. การทำลายเชื้อด้วยสารเคมี

การทำลายเชื้อด้วยสารเคมีเป็นการบำบัดเบื้องต้น เป็นวิธีการที่สถานพยาบาลทั้งรัฐและเอกชนใช้มาก่อนวิธีอื่น ส่วนใหญ่จะใช้น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (Sodium hypochloride) ความเข้มข้น 0.1-0.5% เทคราดบนมูลฝอยติดเชื้อที่ใส่ในถุงพลาสติกแดง จากนั้นปิดปากถุงแล้วนำส่งให้กรุงเทพมหานคร เทศบาลหรือสุขาภิบาล หรือส่งเข้าเผาในเตาเผา

2. เตาเผา

การเผาในเตาเผาเป็นกระบวนการที่เปลี่ยนสารที่เผาไหม้ได้ให้เป็นสารที่เผาไหม้ไม่ได้ หรือถ้า ผลพลอยได้จากการเผาไหม้ได้ก๊าซซึ่งจะระบายออกจากปล่องสู่บรรยากาศทั่วไป ส่วนกากเถ้าที่เหลือกำจัดโดยการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล การใช้เตาเผามีข้อดีซึ่งสามารถลดปริมาณมูลฝอยได้มาก ไม่ต่ำกว่า 90-95 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณมูลฝอยก่อนเผา กากเถ้าที่เหลือน้อยนี้ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและกำจัด ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเผาไหม้ ได้แก่

- องค์ประกอบของมูลฝอย
- อัตราการป้อนมูลฝอยเข้าเตาเผา
- อุณหภูมิในการเผาไหม้

องค์ประกอบของมูลฝอย มีผลต่อการเผาไหม้โดยเฉพาะความชื้น และค่าความร้อนของมูลฝอย (Heat value) นอกจากนี้อัตราและความถี่ของการป้อนมูลฝอยมีความสำคัญต่อการเผาไหม้ด้วย เมื่อคำนึงถึงการเผาไหม้ให้เป็นไปอย่างสมบูรณ์

อัตราการป้อนมูลฝอย มีผลต่อประสิทธิภาพของเตาเผา ต้องไม่ป้อนมูลฝอยเข้าเตาเผามากจนเกินไป เนื่องจากจะทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ และเกิดการคงสภาพของมูลฝอยติดเชื้อได้ อุณหภูมิการเผาไหม้ในเตาเผาทำได้โดยการปรับปริมาณอากาศและเชื้อเพลิง การอุ่นเตาเพื่อให้อุณหภูมิในเตาเผาสูงขึ้นและพร้อมที่จะเผามีความสำคัญก่อนการป้อนมูลฝอย รวมทั้งการปรับอุณหภูมิในเตาเผาระหว่างการเผาไหม้มีความจำเป็นเช่นกัน

มูลฝอยติดเชื้อจะต้องเผาที่อุณหภูมิสูงและมีระยะเวลาในการเผาเหมาะสมเพียงพอในการทำลายชิ้นเนื้ออวัยวะและมูลฝอยติดเชื้อ โดยมีความร้อนหรืออุณหภูมิในการเผาไหม้อยู่ระหว่าง 600-1,000 องศาเซลเซียส จึงจะทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์

นอกจากนี้การใช้งานและบำรุงรักษาที่ถูกวิธีก็มีความสำคัญด้วย การมีอุปกรณ์ควบคุมและมีส่วนประกอบเฉพาะของเตาเผาที่ช่วยให้การใช้งานสะดวกและมีระบบควบคุมการทำงานเพื่อให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ เช่น การมีอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิในการเผาไหม้ อุปกรณ์ป้องกันการทำงานของระบบจุดไฟในห้องเผาไหม้มูลฝอยซึ่งจะไม่ทำงานจนกว่าห้องเผาควันจะเดินเครื่องในการอุ่นเตาก่อน เป็นต้น รวมถึงระบบบันทึกข้อมูลที่ต่อเนื่องกับอุณหภูมิการเผาไหม้ อัตราการป้อนมูลฝอย การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และปริมาณอากาศที่ป้อนเข้าเตาเผา

สืบเนื่องจากเตาเผามีข้อเสีย ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง และค่าดำเนินการสูงประกอบกับต้องการบุคลากรที่มีความรู้ และทักษะเฉพาะด้านในการควบคุม ใช้งานและบำรุงรักษาที่ถูกวิธี ทั้งต้องหาพื้นที่สำหรับฝังกลบเถ้าในขั้นตอนสุดท้ายด้วย นอกจากนี้ในกรณีที่การเผาไหม้ในเตาเผา

ไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิดปัญหามลภาวะอากาศรวมถึงก่อความรำคาญต่อประชาชนที่อยู่ใกล้เคียง จึงมีความพยายาม ในการหาเทคโนโลยีอื่นในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อเพื่อทดแทนการใช้เตาเผา ซึ่งในปัจจุบัน นอกจากเตาเผาแล้ว มีการกล่าวถึงเทคโนโลยีอื่นที่จะกำจัดมูลฝอยติดเชื้อบ้าง เช่น การทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ (Autoclave) การทำลายเชื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Microwave) แต่การใช้งานในประเทศไทยยังไม่แพร่หลายและเป็นไปในทางปฏิบัติ

3. การทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ (Steam Sterilization)

การทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ สำหรับมูลฝอยติดเชื้อ ใช้ไอน้ำร้อนตัว ภายในถังแรงดัน (มักเรียกว่า Steam Sterilizer หรือ autoclave หรือ retort) ณ อุณหภูมิสูงเพียงพอสำหรับทำลายเชื้อโรคในมูลฝอยได้ ดังแสดงในรูปที่ 10-1

ระบบทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ จะได้ผลดีขึ้นอยู่กับระยะเวลาและอุณหภูมิ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่มูลฝอยทุกส่วนจะต้องสัมผัสกับอุณหภูมิที่ต้องการตามระยะเวลาที่กำหนด กระบวนการทำลายเชื้อ เริ่มต้นด้วยการแทรกตัวของไอน้ำเข้าในมูลฝอย ทำให้เกิดการนำความร้อนที่ช่วยให้การถ่ายเทความร้อนดีขึ้น การทำลายเชื้อที่มีประสิทธิภาพจะเกิดขึ้นได้ตามอัตราการแทรกตัวของไอน้ำซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่ง การทำให้ไอน้ำแทรกตัวเข้าได้ทั่วถึงทุกส่วน จะต้องไล่อากาศออกจากถังแรงดันให้หมด ไม่เช่นนั้นอากาศในถังแรงดันจะทำให้ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อลดลงเนื่องจาก

- ทำให้อุณหภูมิของไอน้ำลดลง
- ทำให้แรงดันเปลี่ยนแปลงไป
- ทำให้อุณหภูมิแต่ละส่วนของระบบแตกต่างกัน
- ทำให้ใช้เวลานานในการเพิ่มอุณหภูมิ
- ทำให้ไอน้ำแทรกตัวเข้าในมูลฝอยไม่ทั่วถึง

ปัจจัยที่เป็นเหตุให้ไล่อากาศออกไม่หมดอาจเกิดจาก การใช้ถุงพลาสติกกันความร้อนหรือการใช้ภาชนะมูลฝอยที่ลึกเกินไป หรือการป้อนมูลฝอยที่ไม่เหมาะสม ส่วนปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ คือ องค์ประกอบของมูลฝอยติดเชื้อ การบรรจุถุงและภาชนะรองรับมูลฝอย ปริมาตรของมูลฝอย

1) องค์ประกอบของมูลฝอยติดเชื้อ

การทำลายเชื้อด้วยไอน้ำใช้ได้ผลดีกับมูลฝอยติดเชื้อที่มีองค์ประกอบหลักเป็นมูลฝอยที่มีความหนาแน่นต่ำ เช่น พลาสติกต่างๆ แต่ไม่ได้ผลดีนักกับมูลฝอยที่มีความหนาแน่นสูง เช่น ชิ้นส่วนอวัยวะ ของเหลวต่างๆ

2) การบรรจุถุงและภาชนะรองรับมูลฝอย

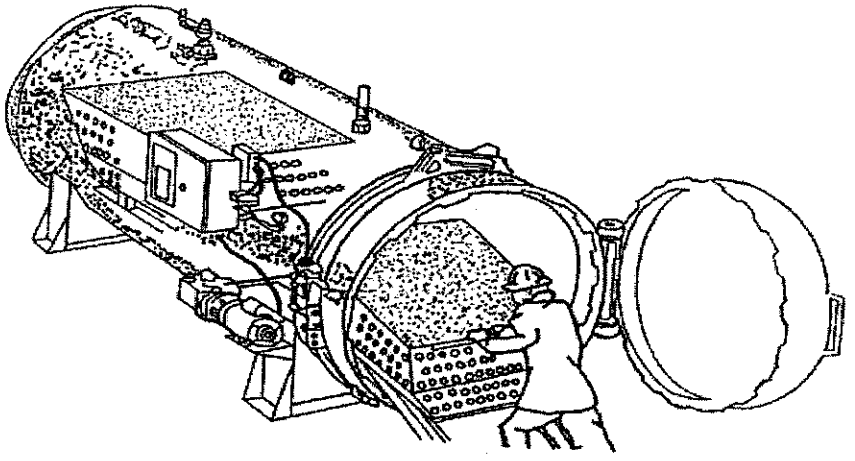
ชนิดและความหนาของถุงพลาสติกที่ใช้เป็นเรื่องสำคัญที่มักมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ถุงพลาสติกที่ทนความร้อนได้รับการพิจารณาว่าไม่เหมาะสมที่จะใช้บรรจุมูลฝอยเข้าทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ เพราะเหตุว่าไอน้ำและความร้อนจะไม่สามารถแทรกตัวเข้าสู่มูลฝอยภายในถุง ถุงพลาสติกที่เหมาะสมควรหลอมเหลวเมื่อได้รับความร้อน เพื่อให้มูลฝอยในถุงได้รับความร้อนอย่างทั่วถึง แต่การใช้ถุงประเภทนี้ จะต้องมีภาชนะรองรับที่แข็งแรง ทนทานต่อความร้อนได้ดี ซึ่งมีลักษณะที่เอื้ออำนวยให้ไอน้ำแทรกตัวเข้าในถังได้สะดวก เช่น ด้านบนเปิดกว้าง และไม่ลึกมากเกินไป นอกจากนี้ เพื่อให้ไอน้ำแทรกตัวเข้าได้ทั่วถึงอย่างแท้จริง ถึงและขวดต่างๆ ที่จะส่งเข้าทำลายเชื้อ ควรเปิดฝาเสียก่อน

3) ปริมาตรของมูลฝอย

เนื่องด้วยการควบคุมอุณหภูมิให้กระจายทั่วถึงในมูลฝอยปริมาณมากๆ นั้นเป็นไปได้ยาก หากมีมูลฝอยปริมาณมาก ควรแบ่งเข้าเครื่องครั้งละน้อยๆ จะได้ผลดีกว่ามูลฝอยที่เป็นพิษหรือสารเคมีที่อาจแตกตัวรุนแรงเมื่อได้รับความร้อน หรือมูลฝอยอันตรายไม่ควรนำเข้าทำลายเชื้อด้วยวิธีนี้เพราะจะเกิดอันตรายต่อบุคลากรที่ควบคุมเครื่อง บุคลากรเหล่านี้ควรได้รับการฝึกฝนเทคนิคในด้านความปลิดภัยจากสารเคมีหรือมูลฝอยอันตรายที่อาจปะปนมาในมูลฝอยติดเชื้อด้วย เช่น การใช้อุปกรณ์ป้องกันตัว การป้องกันการหกหล่นของมูลฝอยระหว่างป้อนเข้าเครื่อง การแก้ไขเมื่อเกิดการฟุ้งกระจายของสารเคมีต่างๆ

เครื่องบันทึกอุณหภูมิ เป็นสิ่งจำเป็นในการควบคุมการทำงานของเครื่องทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ว่าเครื่องทำงานที่เหมาะสมเป็นระยะเวลาครบถ้วนตามต้องการ ขณะเดียวกันจะเป็นสิ่งเตือนเหตุบกพร่องของอุปกรณ์ต่างๆ ได้ด้วย หากไม่สามารถควบคุมได้ตามปกติ

กระบวนการทำงานของเครื่องทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ จำเป็นต้องมีการตรวจสอบและซ่อมบำรุงอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้แน่ใจว่าการทำลายเชื้อ ดำเนินการไปอย่างได้ผลตลอดเวลา นอกจากนี้ควรมีการประเมินผลทางด้านชีวภาพด้วย โดยใช้ดัชนีที่เหมาะสมกับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ออกแบบไว้ เช่น Bacillus Stearothemophilus



รูปที่ 10-1 : การทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ (Autoclave Steam Sterilization)

4. การทำลายเชื้อด้วยความร้อน (Thermal Inactivation)

การทำลายเชื้อด้วยความร้อน เป็นวิธีที่อาศัยหลักการถ่ายเทความร้อน ทำให้เกิดสภาวะที่เชื้อโรคไม่สามารถดำรงอยู่ได้ในมูลฝอย โดยทั่วไปวิธีนี้เหมาะที่จะใช้กับมูลฝอยติดเชื้อปริมาณมาก ๆ เช่น มูลฝอยที่เกิดจากอุตสาหกรรม

4.1) การทำลายเชื้อด้วยความร้อนสำหรับมูลฝอยติดเชื้อในรูปของเหลว

ระบบนี้มีทั้งแบบทำงานไม่ต่อเนื่อง โดยใช้ถังบรรจุมูลฝอยเดี่ยว และแบบทำงานต่อเนื่องโดยใช้ถังบรรจุมูลฝอยคู่

ก่อนขั้นตอนทำลายเชื้อ อาจจำเป็นต้องอุ่นมูลฝอยให้ได้อุณหภูมิระดับหนึ่ง และอาจต้องกวนผสมให้มูลฝอยคลุกเคล้าเป็นเนื้อเดียวกัน และให้ความร้อนกระจายทั่วถึง

อุณหภูมิที่ใช้และระยะเวลาเก็บกัก ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อโรคที่คาดว่าจะพบในมูลฝอยติด

หลังจากทำลายเชื้อแล้ว มูลฝอยที่อยู่ในรูปของเหลวนี้ สามารถทิ้งลงท่อระบายน้ำเพื่อไปบำบัด ณ ระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป แต่ต้องคำนึงถึงมาตรฐานน้ำทิ้งของท้องถิ่นด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องอุณหภูมิซึ่งมักจะสูงกว่ามาตรฐาน ดังนั้นจึงอาจจำเป็นต้องมีเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อลดอุณหภูมิในมูลฝอยก่อนปล่อยทิ้ง

องค์ประกอบของระบบประกอบด้วย ถังเก็บกักมูลฝอย ถังป้อนมูลฝอย เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้ไอน้ำ (heat exchanger) ระบบท่อต่าง ๆ ระบบตรวจสอบและควบคุม ระบบต่อเนื่องไม่จำเป็นต้องใช้ถังเก็บกักมูลฝอยขนาดใหญ่

ขั้นตอนการทำงานของระบบต่อเนื่อง เริ่มด้วยถังป้อนมูลฝอย ทำหน้าที่รองรับมูลฝอยต่าง ๆ แล้วสูบจ่ายมูลฝอยผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยอัตราคงที่ จากนั้นหมุนเวียนกลับมาที่ถังป้อนมูลฝอยและส่วนอื่น ๆ ของระบบจนกระทั่งได้อุณหภูมิตามต้องการ

4.2) การทำลายเชื้อความร้อน สำหรับมูลฝอยติดเชื้อในรูปของแข็ง

ระบบนี้ใช้ เทคนิคของความร้อนแห้งอ (Dry Heat) โดยมูลฝอยจะได้รับความร้อนจากเตาเผาไฟฟ้า เทคนิคนี้มีประสิทธิภาพต่ำกว่าระบบที่ใช้ไอน้ำ ดังนั้นจึงต้องใช้อุณหภูมิสูงกว่าและใช้ใช้เวลานากว่า โดยทั่วไปใช้อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสถึง 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 - 4 ชั่วโมง

5. การทำลายเชื้อด้วยก๊าซ (Gas/Vapor Sterilization)

การทำลายเชื้อด้วยก๊าซเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่อาจนำมาใช้ทำลายเชื้อในมูลฝอยติดเชื้อเฉพาะอย่าง วิธีนี้ตัวทำลายเชื้อเป็นก๊าซหรือไอสารเคมี สารเคมีที่นิยมใช้ คือ เอธีลีนออกไซด์ (ethylene oxide) และฟอมัลดีไฮด์ (formaldehyde) ซึ่งอาจเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ได้ การนำมาใช้จึงต้องมีมาตรการความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด ดังนั้นหากจะพิจารณานำวิธีนี้มาใช้จะต้องเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียให้แน่ชัด

ในระยะหลังเอทธีลีนออกไซด์ มักได้รับการแนะนำว่าไม่ควรใช้กับมูลฝอยติดเชื้อส่วนฟอมัลดีไฮด์ ควรใช้กับบุคลากรที่ได้รับการฝึกฝนในการใช้งานมาเป็นอย่างดี การทำลายเชื้อด้วยก๊าซเหล่านี้ มักจะมีก๊าซส่วนที่เหลือจากกระบวนการทำลายเชื้อสะสมอยู่ในมูลฝอย ซึ่งจะระเหยออกมาในภายหลังได้

6. การทำลายเชื้อด้วยสารเคมี (Chemical Disinfection)

การทำลายเชื้อด้วยสารเคมี เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับมูลฝอยที่เป็นของเหลวแต่ก็ใช้กับมูลฝอยที่เป็นของแข็งได้ด้วย การทำลายเชื้อด้วยสารเคมีให้ได้ผลดีต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

- ชนิดของเชื้อโรค
- ปริมาณเชื้อที่ปนเปื้อน
- ปริมาณวัสดุจำพวกโปรตีน
- ชนิดของสารฆ่าเชื้อโรค
- ความเข้มข้นและปริมาณสารฆ่าเชื้อโรค
- ระยะเวลาสัมผัส
- อื่น ๆ เช่น อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) เป็นต้น

การจัดการมูลฝอยติดเชื้อในประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทยมีสถานพยาบาล ซึ่งได้แก่ โรงพยาบาล ศูนย์บริการสาธารณสุข สถานีอนามัย คลินิก ทั้งที่เป็นของรัฐและเอกชนจำนวนมากกว่า 25,000 แห่ง ซึ่งมีจำนวนเตียงประมาณ 130,000 เตียง สถานพยาบาลดังกล่าวมีการผลิตของเสียทั้งที่เป็นมูลฝอยทั่วไปและมูลฝอยติดเชื้อในแต่ละวันเป็นจำนวนมาก มูลฝอยจากสถานพยาบาลเหล่านี้จัดเป็นของเสียอันตรายเนื่องจากมีทั้งมูลฝอยติดเชื้อที่สามารถแพร่เชื้อโรคได้รวมทั้งของเสียที่ปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตรังสี ยาเสื่อมสภาพ สารเคมีอันตราย ของมีคม ชากสัตว์ทดลอง ฯลฯ และโดยที่สถานพยาบาลส่วนใหญ่ยังไม่มีการจัดการเก็บรวบรวมและกำจัดให้ถูกต้อง มูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลดังกล่าวจึงได้ถูกทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อมปะปนร่วมกับมูลฝอยชุมชนเพิ่มมากขึ้นทำให้เพิ่มความเสี่ยงในการแพร่กระจายเชื้อโรคซึ่งมีผลต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนโดยเฉพาะสุขภาพอนามัยของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานเก็บขนหรือผู้ทำงานในสถานที่กำจัดซึ่งได้เกิดการเจ็บป่วยด้วยโรคต่าง ๆ เช่น โรคตับอักเสบ โรคระบบทางเดินหายใจโรคพยาธิหรือแม้แต่การติดเชื้อโรคเอดส์รวมทั้งการเกิดความเสี่ยงของการแพร่ กระจายเชื้อโรคทำให้มีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนและสิ่งแวดล้อมในเขตเมืองทั่วไป

ปริมาณการเกิดมูลฝอยติดเชื้อในประเทศไทย

จากข้อมูลการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษคาดการณ์ว่าในปี 2542 มีปริมาณมูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลทั้งของรัฐและเอกชน ที่มีเตียงสำหรับผู้ป่วยประมาณ 13,200 ตันหรือวันละ 36 ตัน เป็นมูลฝอยติดเชื้อที่เกิดขึ้นในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ประมาณวันละ 14 ตัน ที่เหลือเกิดขึ้นในสถานพยาบาลในส่วนภูมิภาคอีกประมาณ 22 ตัน อัตราการเกิดมูลฝอยติดเชื้อเฉลี่ย 0.26-0.65 กิโลกรัมต่อเตียงต่อวัน ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อดังกล่าวคาดว่าจะมีอัตราเพิ่มขึ้นปีละประมาณร้อยละ 5.5 ปริมาณการเกิดมูลฝอยติดเชื้อในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2542 แสดงในรูปที่ 10-2

มูลฝอยที่ทำลายเชื้อด้วยวิธีนี้จะมีสารเคมีเจือปนอยู่ ดังนั้นการนำไปกำจัดต่อไป จะต้องคำนึงถึงกฎหมายของท้องถิ่นด้วย

7. การทำลายเชื้อด้วยรังสี (Sterilization by Irradiation)

การทำลายเชื้อด้วยรังสีเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่พัฒนาขึ้นมาใช้ในระยะหลัง โดยอาศัยประสบการณ์จากการใช้รังสีให้กับเครื่องมือแพทย์ อุปกรณ์ทางการแพทย์ อาหาร และสินค้าอุปโภคต่าง ๆ จึงมีการพัฒนาระบบนี้มาใช้กับมูลฝอยติดเชื้อ

ข้อดีของระบบนี้เมื่อเปรียบเทียบกับระบบอื่น ๆ ที่ใช้ทำลายเชื้อ ได้แก่

- ใช้ไฟฟ้าน้อย
- ไม่ต้องใช้ไอน้ำ
- ไม่มีความร้อนตกค้างในมูลฝอย
- ประสิทธิภาพดี

ส่วนข้อด้อยของระบบนี้ คือ

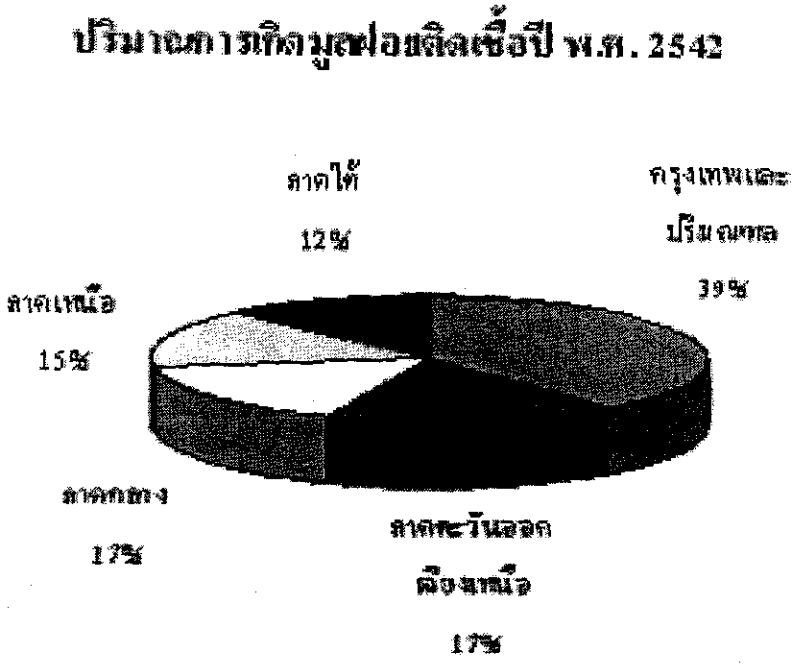
- ค่าใช้จ่ายสูงในการติดตั้งระบบ
- ต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้สูง
- ต้องใช้พื้นที่มาก
- มีปัญหาในการกำจัดต้นกำเนิดรังสี

8. การทำลายเชื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Microwave Treatment)

การทำลายเชื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่เริ่มพัฒนาขึ้นมาใช้กับมูลฝอยติดเชื้อ เมื่อไม่นานมานี้ ประกอบด้วยส่วนตัดย่อยมูลฝอย (Shredder) และส่วนทำลายเชื้อ

ระบบนี้ใช้ความร้อนเป็นตัวทำลายเชื้อ ความร้อนดังกล่าวนี้เกิดขึ้นโดยการฉีดละอองน้ำให้สัมผัสมูลฝอยอย่างทั่วถึง แล้วใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อนแก่ละอองน้ำเหล่านั้น

องค์ประกอบสำคัญที่ต้องควบคุมเพื่อให้การทำลายเชื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ผลดี ได้แก่ การตัดย่อยมูลฝอย อุณหภูมิ และระยะเวลาในการให้ความร้อน การตัดย่อยมูลฝอยมีส่วนสำคัญมาก ซึ่งต้องตัดมูลฝอยให้ย่อยที่สุด และคลุกเคล้าให้ทั่วถึง เพื่อให้ละอองน้ำสัมผัสมูลฝอยได้ทุกจุดไม่เช่นนั้น จะเกิดจุดบอด ซึ่งมูลฝอยบริเวณที่ไม่มีความชื้น จะไม่ได้รับความร้อนเพียงพอ (Cold Spot) โดยทั่วไประบบนี้ควรควบคุมให้ทำงานที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 95 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 20 นาที



รูปที่ 10-2 แสดงปริมาณการเกิดมูลฝอยติดเชื้อในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2542
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ

ปัญหาและสาเหตุ

การจัดการมูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลในปัจจุบันยังดำเนินการด้วยวิธีการที่ไม่ถูกสุขลักษณะและไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสิ่งแวดล้อมและเกิดความเสี่ยงต่อเจ้าหน้าที่ พนักงานเก็บขน รวมทั้งสุขภาพอนามัยของประชาชนทั่วไป ทั้งนี้เนื่องจาก

1. ขาดมาตรฐานและเกณฑ์ปฏิบัติที่ชัดเจน ในการดำเนินงาน ตั้งแต่การคัดแยก การบำบัด การเก็บขน และการกำจัดทำลาย โดยเฉพาะคำจำกัดความของมูลฝอยติดเชื้อ และเกณฑ์การปฏิบัติซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดแนวทาง และวิธีการดำเนินงานให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

2. การดำเนินการเก็บรวบรวมมูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลยังไม่ถูกวิธี เช่น

- การใช้ภาชนะรองรับที่ไม่ถูกสุขลักษณะหรือไม่เหมาะสม
- การทิ้งมูลฝอยติดเชื้อปะปนร่วมกับมูลฝอยทั่วไปจากชุมชนโดยไม่มีการคัดแยกหรือเก็บรวบรวม หรือกำจัดให้ถูกหลักวิชาการ ทำให้เกิดการเสี่ยงต่อการแพร่กระจายของเชื้อโรคต่อสภาพแวดล้อม

- การทิ้งมูลฝอยทั่วไปรวมกับมูลฝอยติดเชื้อของสถานพยาบาลทำให้เพิ่มปริมาณมูลฝอยติดเชื้อ และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการกำจัดสูง (ค่าใช้จ่ายในการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อประมาณ 8,000 บาทต่อตัน)
- การบรรจุมูลฝอยติดเชื้อในถุงแดงไม่เรียบร้อย บรรจุปริมาณมากเกินไป ทำให้ถุงขาด ทิ้งของมีคมปะปนทำให้ถุงรั่ว และไม่ปิดปากถุง ทำให้เจ้าหน้าที่เก็บขนมูลฝอยมีโอกาสสัมผัสกับมูลฝอยติดเชื้อสูงและเสี่ยงต่อการเกิดโรค

3. การดำเนินการเก็บขนไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล เช่น

- ดำเนินการเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อร่วมกับมูลฝอยธรรมดา
- สถานที่รวบรวมมูลฝอยติดเชื้อ เพื่อรอการเก็บขนของสถานพยาบาลไม่ถูกสุขลักษณะและไม่สะดวกต่อการปฏิบัติงานในการเข้าเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อ
- ปัญหาการให้บริการด้านเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อ ซึ่งกรุงเทพมหานครเทศบาลและองค์การ บริหารท้องถิ่นไม่สามารถให้บริการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อประเภทชิ้นเนื้อ ชิ้นส่วนอวัยวะจากการ การผ่าตัดชันสูตรศพ รวมทั้งซากสัตว์ทดลองที่มีขนาดใหญ่ได้ จึงต้องให้มูลนิธินำไปฝากเผาที่วัดที่ มีฌาปนกิจสถานที่อยู่ใกล้เคียงทำให้เกิดความยุ่งยากและไม่สะดวกในการปฏิบัติงาน

4. ปัญหาการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ เช่น

- มูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลส่วนใหญ่จะถูกนำไปกำจัดทำลายร่วมกับมูลฝอย ธรรมดาโดยวิธีการไม่ถูกหลักสุขาภิบาล เช่น กองกลางแจ้งและเผาเป็นครั้งคราว
- เตาเผามูลฝอยติดเชื้อของสถานพยาบาลต่าง ๆ ที่ใช้อยู่ในขณะนี้ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เนื่องจากมีขนาดไม่เพียงพอ การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ มีการชำรุดหรือใช้งานไม่ได้บ่อยครั้ง มีการร้องเรียนของประชาชนเนื่องจากมีกลิ่นและควันรบกวนจากเตาเผา

5. ปัญหาด้านบุคคลากร

- ขาดความพร้อมด้านบุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญหรือผ่านการฝึกอบรมในการปฏิบัติงานด้านการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้ออย่างถูกวิธีและมีประสิทธิภาพ

- ขาดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

6. ปัญหาการให้ความร่วมมือและการควบคุมกำกับดูแลสถานพยาบาล เพื่อให้สถานพยาบาลใช้บริการเก็บขนและนำมูลฝอยติดเชื้อมา
กำจัด ทำลาย ด้วยวิธีการเผาที่เตาเผามูลฝอยติดเชื้อ ซึ่งรัฐได้จัดหาให้

7. ข้อจำกัดด้านงบประมาณ ที่ท้องถิ่นได้รับการจัดสรรและการจัดเก็บค่าธรรมเนียมจากสถานพยาบาล

แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. เร่งรัดการออกกฎกระทรวงเรื่องมูลฝอยติดเชื้อ ซึ่งมีการกำหนดคำนิยามประเภทและลักษณะภาชนะรองรับที่เหมาะสม วิธีการเก็บรวบรวมและเก็บขนที่ถูกต้องปลอดภัย มาตรฐานในการควบคุมการบำบัดและการกำจัด เพื่อจะได้ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้เป็นแนวทางปฏิบัติต่อไป (ปัจจุบันได้มีการประกาศใช้กฎกระทรวงนี้เรียบร้อยแล้วตั้งแต่ปี พ.ศ.2545)

2. ให้กรุงเทพมหานครและหน่วยราชการท้องถิ่นปรับปรุงระเบียบออกข้อบัญญัติท้องถิ่นเรื่องการจัดการมูลฝอย ติดเชื้อและการจัดเก็บค่าธรรมเนียมจากสถานพยาบาลให้สอดคล้องกับกฎกระทรวงฉบับใหม่

3. ควบคุมสถานพยาบาลให้นำมูลฝอยติดเชื้อไปกำจัดที่ศูนย์กำจัดมูลฝอยติดเชื้อรวม ซึ่งหน่วยงานท้องถิ่นจัดตั้งขึ้น

4. สนับสนุนให้ท้องถิ่นทั่วประเทศสามารถจัดการปัญหามูลฝอยติดเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตั้งแต่การรวบรวม จนถึงการกำจัด รวมทั้งการจัดตั้งเตาเผามูลฝอยติดเชื้อแบบรวมศูนย์เพื่อให้ท้องถิ่นใช้ร่วมกัน

5. เพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บค่าธรรมเนียมเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อของท้องถิ่นเพื่อให้ท้อง ถิ่นสามารถพึ่งตนเองได้ในอนาคต

6. การจัดฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและสถานพยาบาล

7. ส่งเสริมและสนับสนุนให้ภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการลงทุนหรือดำเนินการเก็บรวบรวมและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ เช่น การให้สัมปทานหรือให้สิทธิแก่เอกชนผู้ได้รับสัมปทาน ให้การส่งเสริมการลงทุนแก่กิจการเก็บขน และกำจัดมูลฝอยติดเชื้อแก่ภาคเอกชน

8. การรณรงค์สร้างความเข้าใจและจิตสำนึกแก่ประชาชนและสถานพยาบาล

กฎระเบียบการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ

กระทรวงสาธารณสุขได้ดำเนินการยกร่างกฎกระทรวง โดยอาศัยอำนาจตามความพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 กำหนดรายละเอียดคำจำกัดความ หลักเกณฑ์ วิธีการเก็บ การเคลื่อนย้าย การรวบรวม การขนส่ง การทำลาย และการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ รวมทั้งการกำหนดอัตราค่าบริการเก็บขนเพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติควบคุมมูลฝอยติดเชื้อสำหรับราชการส่วนท้องถิ่นในการควบคุมดูแลกิจการที่เกี่ยวข้องทั้งที่เป็นสถานบริการสาธารณสุข สถานพยาบาล สถานพยาบาลสัตว์ คลินิก ห้องปฏิบัติการทางชีวภาพหรือทางการแพทย์ทั้งของรัฐและเอกชน ให้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งประเทศ ขณะนี้ได้เสนอผ่านคณะรัฐมนตรีเรียบร้อยแล้วกำลังอยู่ระหว่างการพิจารณาตรวจแก้ของคณะกรรมการกฤษฎีกา ซึ่งแล้วเสร็จและมีผลใช้บังคับตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2545 เป็นต้นมา นอกจากนี้ กระทรวงสาธารณสุขอยู่ระหว่างการพิจารณาข้อบังคับทางกฎหมายอื่น ๆ อีก เช่น ข้อบังคับที่เกี่ยวกับคุณภาพอากาศและมาตรฐานมลพิษที่ระบายออกจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ ข้อบังคับเกี่ยวกับมูลฝอยอันตรายในสถานบริการสาธารณสุข เป็นต้น

<u>กลยุทธ์ในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ</u>

1. สนับสนุนงบประมาณจากกองทุนสิ่งแวดล้อมให้แก่ท้องถิ่น 1-2 แห่ง ที่มีศักยภาพทางภูมิเศรษฐกิจที่จะสามารถทำหน้าที่เป็นศูนย์กำจัดมูลฝอยติดเชื้อในแต่ละภูมิภาคเพื่อรองรับการจัดการมูลฝอยติดเชื้อภายในจังหวัดตนเองและจังหวัดอื่น ๆ ในภูมิภาคเดียวกัน โดยมีข้อตกลงของชุมชน (ระดับเทศบาล อบต. อบจ.) ในการส่งมูลฝอยติดเชื้อเข้ารับการกำจัด และจ่ายค่ากำจัดในอัตราที่ตกลงเบื้องต้น

2. เพิ่มขีดความสามารถขององค์กรท้องถิ่นในแต่ละจังหวัดในการจัดระบบเก็บรวบรวมและขนส่งมูลฝอยติดเชื้อไปกำจัดที่ศูนย์ฯ โดยให้แต่ละท้องถิ่นจะต้องเสนอแผนงานจัดซื้อรถเก็บขนและการก่อสร้างสถานีขนถ่ายมูลฝอยติดเชื้อเป็นส่วนหนึ่งของแผนปฏิบัติการระดับจังหวัด

3. ให้ท้องถิ่นที่มีระบบเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ กำหนดข้อสัญญาระเบียบปฏิบัติค่าธรรมเนียมกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ เพื่อให้ท้องถิ่นอื่น ๆ เก็บค่าดำเนินการจากผู้รับบริการเป็นค่ากำจัดให้กับท้องถิ่นที่เป็นศูนย์กำจัดตามข้อตกลงร่วมกัน

4. ให้กระทรวงสาธารณสุขเร่งรัดการออกกฎกระทรวงตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 เรื่องการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ซึ่งกำหนดนิยาม ประเภท และลักษณะภาชนะบรรจุและภาชนะรองรับที่เหมาะสม วิธีการเก็บรวบรวมและเก็บขนที่ถูกต้องปลอดภัย มาตรฐานในการควบคุมการบำบัดและการกำจัด เพื่อจะได้ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อต่อไป

5. ให้ราชการส่วนท้องถิ่นเร่งปรับปรุงระเบียบ และออกข้อปฏิบัติท้องถิ่นเรื่องการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อและการจัดเก็บค่าธรรมเนียมจากสถานพยาบาลให้มีความสอดคล้องกับกฎกระทรวงฉบับใหม่ และให้เพียงพอต่อการให้บริการที่ได้มาตรฐานถูกหลักสุขาภิบาล รวมทั้งให้ท้องถิ่นสามารถดำเนินการบริหารจัดการมูลฝอยติดเชื้อภายในท้องถิ่นของตนเองได้ต่อไปในอนาคต

6. ให้ราชการส่วนท้องถิ่นเร่งกำหนดกฎระเบียบที่จะส่งเสริมและสนับสนุนให้เอกชนเข้ามาร่วมลงทุนหรือรับเป็นผู้ดำเนินการเก็บรวบรวม เก็บขน และกำจัดมูลฝอยติดเชื้อแบบรวมศูนย์ โดยการให้สัมปทานหรือสิทธิประโยชน์แก่เอกชนผู้ได้รับสัมปทาน

7. ให้ราชการส่วนท้องถิ่นควบคุมดูแลให้สถานพยาบาลนำมูลฝอยติดเชื้อไปกำจัดที่ศูนย์กำจัดรวมที่ได้จัดตั้งขึ้นเพื่อให้ท้องถิ่นได้ใช้ร่วมกัน

8. ให้หน่วยราชการส่วนกลาง (กระทรวงมหาดไทย กระทรวงสาธารสุข และกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ) และราชการส่วนท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการติดตามตรวจสอบการดำเนินงานของศูนย์กำจัดฯ โดยจัดตั้งเป็นคณะทำงานติดตามตรวจสอบประเมินผลและเสนอแผนปรับปรุงแก้ไขเพื่อขยายหรือเพิ่มประสิทธิภาพตั้งแต่การเก็บรวบรวม การขนส่ง การกำจัด และการตรวจสอบการดำเนินงานของศูนย์ฯ และผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้ได้มาตรฐาน

9. จัดให้มีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อทั้งภาครัฐและเอกชนอย่างต่อเนื่อง

10. รณรงค์ประชาสัมพันธ์เพื่อสร้างความเข้าใจและจิตสำนึกแก่ประชาชนและสถานพยาบาลในการมีส่วนร่วมในการป้องกันและแก้ปัญหามลพิษจากมูลฝอยติดเชื้อ

<u>การจัดการมูลฝอยติดเชื้อในกรุงเทพมหานคร</u>

รูปแบบการดำเนินการจัดการมูลฝอยติดเชื้อในกรุงเทพมหานคร ส่วนใหญ่สถานพยาบาลจะใช้บริการเก็บขนของกรุงเทพมหานคร ยกเว้นสถานพยาบาลบางแห่งที่มีเตาเผาและดำเนินการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยตนเอง กรุงเทพมหานครได้ดำเนินการเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อแยกจากมูลฝอยทั่วไป โดยได้จัดให้มีรถยนต์แบบพิเศษ ซึ่งสามารถปรับอุณหภูมิได้ประมาณ 15°C มีจำนวนทั้งหมด 20 คัน สำหรับเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลต่าง ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 เพื่อนำไปกำจัดทำลายโดยการเผาในเตาเผามูลฝอยติดเชื้อที่โรงงานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช ในปี พ.ศ. 2542 กรุงเทพมหานครได้ว่าจ้างเอกชนเข้ามาลงทุนและดำเนินการให้บริการเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อสามารถให้บริการเก็บขนมูลฝอยจากสถานพยาบาล และขยายการให้บริการแก่สถานพยาบาล

ขนาดเล็กและคลินิกให้เพิ่มมากขึ้น โดยสามารถเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลในเขตกรุงเทพมหานครได้ประมาณ 400 แห่ง ได้ประมาณวันละ 9 ตัน

เตาเผามูลฝอยติดเชื้อของกรุงเทพมหานคร

มูลฝอยติดเชื้อที่เก็บรวบรวมไว้ในถุงแดงจะถูกส่งไปกำจัด ด้วยวิธีการเผาที่โรงงานกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณโรงงานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช ขนาดของเตาเผามูลฝอยติดเชื้อสามารถกำจัดมูลฝอยติดเชื้อได้ 20 ตันต่อวัน (10 ตัน/วัน/เตา จำนวน 2 เตา) อุณหภูมิประมาณ 760 องศาเซลเซียส ซึ่งได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่ พ.ศ. 2538 ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการเก็บขนและการกำจัดประมาณ 11 บาท/กิโลกรัม

<u>การจัดการมูลฝอยติดเชื้อในส่วนภูมิภาค</u>

การจัดการมูลฝอยติดเชื้อของสถานพยาบาลในส่วนภูมิภาคส่วนใหญ่ให้เทศบาลหรือองค์การบริหารส่วนจังหวัดเป็นผู้เข้ามาดำเนินการเก็บและนำไปกำจัดร่วมกับขยะมูลฝอยชุมชนที่สถานกำจัดของเทศบาลหรือองค์การบริการส่วนจังหวัด ยกเว้นสถานพยาบาลของรัฐสังกัดกระทรวงสาธารณสุขประมาณ 770 แห่ง หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 89 ของสถานพยาบาลรัฐทั้งหมดที่มีเตาเผาประจำสถานพยาบาล (ข้อมูลปี พ.ศ. 2542) และในเขตควบคุมมลพิษ 3 แห่ง ได้แก่ เทศบาลหาดใหญ่ เทศบาลสมุทรสาคร และจังหวัดนนทบุรี ที่มีเตาเผามูลฝอยติดเชื้อที่ใช้เป็นศูนย์กำจัดมูลฝอยติดเชื้อรวมของจังหวัด

<u>เตาเผามูลฝอยติดเชื้อตามแบบมาตรฐานของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข</u>

เป็นเตาเผาขนาดเล็ก สามารถกำจัดมูลฝอยติดเชื้อได้ในอัตรา 25, 50 และ 100-150 กิโลกรัม/ชั่วโมง อุณหภูมิในการเผาไหม้ประมาณ 700 องศาเซลเซียส เตาเผาดังกล่าวไม่ได้ออกแบบติดระบบกำจัดฝุ่นและควัน ข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุขปี พ.ศ. 2542 รายงานว่าเตาเผามูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลใช้การได้ดีร้อยละ 41 ที่เหลือร้อยละ 45 ใช้การได้ไม่ดีและร้อยละ 12 ใช้งานไม่ได้ ค่าใช้จ่ายในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลทั่วไป 9700 บาท/เดือน/แห่ง โรงพยาบาลศูนย์ 17,400 บาท/เดือน/แห่ง ส่วนเตาเผามูลฝอยติดเชื้อในเขตควบคุมมลพิษ ซึ่งมีขนาด 5 ตันต่อวันที่ได้ดำเนินการก่อสร้างและให้บริการกำจัดแล้วมีดังนี้

เตาเผามูลฝอยติดเชื้อของเทศบาลนครหาดใหญ่

เป็นศูนย์กำจัดมูลฝอยติดเชื้อรวมของเทศบาลนครหาดใหญ่ เทศบาลเมืองสงขลา เทศบาลตำบลบ้านพรุ เทศบาลตำบลสะเดา และชุมชนอื่นๆ ในพื้นที่ใกล้เคียง ก่อสร้างแล้วเสร็จและเริ่มให้บริการเก็บขนและกำจัดเมื่อเดือนมีนาคม 2541 ปัจจุบันมีสถานพยาบาลในเขตเทศบาลที่ใช้บริการจำนวนทั้งสิ้น 56 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 43 ของสถานพยาบาลทั้งหมด ปริมาณมูลฝอยติด

เชื้อที่จัดเก็บได้โดยเฉลี่ยประมาณวันละ 0.16 ตัน และดำเนินการเผาสัปดาห์ละ 1 ครั้ง การกำหนดอัตราค่าบริการการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อจะคิดตามปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นใน 3 อัตรา คือ 1) มูลฝอยติดเชื้อจากโรงพยาบาลในเขตเทศบาลคิดตามปริมาณน้ำหนักในอัตรากิโลกรัมละ 9 บาท 2) มูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลประเภทคลินิกในเขตเทศบาล ใช้ระบบจำหน่ายภาชนะบรรจุมูลฝอยติดเชื้อ ขนาด 20 ลิตร ราคา 9 บาท และขนาด 60 ลิตร ราคา 24 บาท และ 3) มูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลนอกเขตเทศบาลคิดเฉพาะค่ากำจัดตามปริมาณน้ำหนักในอัตรากิโลกรัมละ 9 บาท โดยสถานพยาบาลต้องดำเนินการเก็บขนมูลฝอยมากำจัดที่เตาเผาด้วยตนเอง

เตาเผามูลฝอยติดเชื้อขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

ได้ดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จเมื่อเดือนธันวาคม 2541 ขณะนี้องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี กำลังดำเนินการประสานกับท้องถิ่นและสถานพยาบาลต่าง ๆ ในจังหวัดนนทบุรีให้นำมูลฝอยติดเชื้อมากำจัด โดยได้กำหนดอัตราค่าบริการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อไว้ 3 อัตรา ดังนี้ 1) มูลฝอยติดเชื้อจากโรงพยาบาลในเขตเทศบาล คิดตามปริมาณน้ำหนักในอัตรากิโลกรัมละ 9 บาท และ 2) มูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลประเภทคลินิกในเขตเทศบาล ใช้ระบบจำหน่ายภาชนะบรรจุ ขนาด 20 ลิตร ราคา 8 บาท และขนาด 60 ลิตร ราคา 24 บาท

เตาเผามูลฝอยติดเชื้อของเทศบาลเมืองสมุทรสาคร

เป็นศูนย์กำจัดมูลฝอยติดเชื้อรวมของจังหวัด สมุทรสาคร ได้ดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2542 ขณะนี้อยู่ระหว่างดำเนินการประสานกับท้องถิ่นและสถานพยาบาลต่าง ๆ ในจังหวัดสมุทรสาครให้นำมูลฝอยติดเชื้อมากำจัด โดยได้กำหนดอัตราค่าบริการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อไว้ 3 อัตรา ดังนี้ 1) มูลฝอยติดเชื้อจากโรงพยาบาลในเขตเทศบาล คิดตามปริมาณน้ำหนักในอัตรากิโลกรัมละ 10 บาท 2) มูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลประเภทคลินิกในเขตเทศบาล คิดค่าบริการเดือนละ 300 บาทต่อคลินิก และ 3) มูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลนอกเขตเทศบาล คิดเฉพาะค่ากำจัดตามปริมาณน้ำหนักในอัตรากิโลกรัมละ 10 บาท โดยสถานพยาบาลต้องดำเนินการเก็บขนมูลฝอยมากำจัดที่เตาเผาด้วยตนเอง

เอกสารอ้างอิง

1. Tchobanoglous, G., Theisen, H., and Vigil, S.: Integrated Solid Waste Management, Engineering principles and Management Issues; MaGraw-Hill, Inc.;1993.
2. ปรีดา แย้มเจริญวงศ์. การจัดการขยะมูลฝอย. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2531.
3. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. เอกสารประกอบการฝึกอบรมทางวิชาการ เรื่อง การจัดการมูลฝอย (19-23 กันยายน 2531); 2531.
4. กรมควบคุมมลพิษ. เอกสารเผยแพร่ เรื่อง ประโยชน์ และ โทษของมูลฝอย. 2536.
5. กรมควบคุมมลพิษ. เกณฑ์ มาตรฐาน และ แนวทางการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว; 2544.
6. กรมควบคุมมลพิษ. คู่มือ ระบบเอกสารกำกับการขนส่งเคลื่อนย้าย และ กำจัดของเสียอันตราย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร; 2543.
7. กรมควบคุมมลพิษ. การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร คู่มือสำหรับผู้บริหารองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เรโปร เฮ้าส์ จำกัด; 2543.
8. สมรัฐ เกิดสุวรรณ. เทคโนโลยีเตาเผาขยะแบบหมุน. จาก URL http://www.fortunecity.com/meltingpot/mlk/1307/index.html
9. สมรัฐ เกิดสุวรรณ. กรรมวิธีกำจัดขยะโดยการเผา. จาก URL http://www.fortunecity.com/meltingpot/mlk/1307/incinerator.html
10. กรมควบคุมมลพิษ. การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร . จาก URL http://www.pcd.go.th
11. มิ่งขวัญ วิชยารังสฤษดิ์, ธีราพร วิริวุฒิกร, ฝ่ายของเสียอันตราย ข่าวสารอันตรายและของเสีย. กรมควบคุมมลพิษ.การกำจัดขยะติดเชื้อแบบศูนย์รวม. จาก URL http://www.environnet.in.th/evdb/info/waste/index.html
12. กรมควบคุมมลพิษ กองจัดการของเสียอันตราย และ กากของเสีย-ฝ่ายของเสียอันตราย. การจัดการมูลฝอยติดเชื้อ. จาก URL http://www.pcd.go.th/SolidWaste/infectious/newhome.htm.
13. ภาพปกจาก URL http://www.memphiswaste.org