

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ได้ศึกษาถึงทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยเป็นแนวคิดการกำจัดมูลฝอย สถานการณ์การจัดการมูลฝอยในไทย เทคโนโลยีในการกำจัดมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงาน

#### 2.1 การกำจัดมูลฝอย

มูลฝอย (Solid wastes) มีความหมายครอบคลุมกว้างขวาง ซึ่งอาจหมายถึงและรวมถึงของเสียหรือวัสดุเหลือใช้ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ หรือกระบวนการผลิตทางเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม เช่นมูลฝอยในชุมชน (Municipal solid wastes) มูลฝอยหรือของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial wastes), มูลฝอยติดเชื้อ (Infectious wastes) จากโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาล เป็นต้น

##### 2.1.1 องค์ประกอบของขยะมูลฝอย

องค์ประกอบของขยะจะเปลี่ยนไปตามสภาพของภูมิอากาศ ฤดูกาล และพฤติกรรมทางเศรษฐกิจ สังคม วิถีชีวิตตลอดจนอุปนิสัยและแบบแผนในการบริโภคของแต่ละชุมชน/เมือง โดยทั่วไปมีองค์ประกอบแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตามขยะมูลฝอยที่มีแหล่งกำเนิดมาจากชุมชนมีองค์ประกอบหลักอยู่ด้วยกัน 4 ประเภท คือ

- 1) ขยะอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ เช่น เศษอาหาร เศษใบไม้ เศษหญ้า
- 2) ขยะรีไซเคิล เช่น แก้ว กระดาษ โลหะ พลาสติก อะลูมิเนียม และยาง
- 3) ขยะอันตรายหรือของเสียอันตรายจากชุมชน เช่น ถ่านไฟฉาย หลอดไฟฟ้า
- 4) ขยะทั่วไป เช่น เศษผ้า เศษไม้ เศษวัสดุก่อสร้าง เกิดจากการเผาไหม้และอื่นๆ

นอกจากนี้ยังมีขยะติดเชื้อที่เกิดจากโรงพยาบาลและ สถานบริการสาธารณสุขต่างๆ อีกจำนวนหนึ่ง

##### 2.1.2 คุณสมบัติของขยะมูลฝอย

ในการที่จะคัดเลือกเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะ จำเป็นต้องวิเคราะห์คุณสมบัติของขยะ รายละเอียดการวิเคราะห์คุณสมบัติของขยะที่มีแหล่งกำเนิดจากชุมชนทั่วประเทศ ได้แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของขยะมูลฝอยที่มีแหล่งกำเนิดจากชุมชนทั่วประเทศ

	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)	ความชื้น (%)	ความร้อน ของขยะแห้ง (Cal/g.)	ปริมาณ เถ้าแห้ง (Cal/g.)	ปริมาณสาร ที่ไหม้ไฟได้ (%)
ภาคเหนือ	256.25	58.50	4,488	27.97	89.80
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	198.00	20.50	3,850	-	80.83
ภาคกลาง	260.25	57.83	4,065	26.77	86.49
ภาคใต้	214.50	53.25	4,039	21.61	86.71

ที่มา : การเก็บข้อมูลเพื่อสนับสนุนการจัดตั้งโครงการกำจัดขยะนําร่อง, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน  
กันยายน 2535

### 2.1.3 แหล่งกำเนิดของขยะมูลฝอย

โดยแยกตามชนิดและแหล่งกำเนิด ได้ดังนี้

**มูลฝอยเปียก (Garbage)** เป็นมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากการเตรียมอาหาร, การปรุงอาหาร, มูลฝอยจากตลาดสด เช่นเศษพืช ผัก, เปลือกผลไม้ ซึ่งมีความชื้นสูง น่าบูดเกิดกลิ่นเน่าเหม็นได้ง่าย

**มูลฝอยแห้ง (Rubbish)** เป็นมูลฝอยที่เผาไหม้ได้ ได้แก่ กระดาษในสำนักงาน, กระดาษหนังสือพิมพ์, หนังสือวารสาร นิตยสาร, เศษไม้, กล่องกระดาษ, เฟอร์นิเจอร์ที่เสื่อมคุณภาพและไม่ใช้แล้ว เป็นต้น

**เถ้าเหลือจากการเผา (Ashes)** ได้แก่กากที่เหลือจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง, ถ่านหิน, ถ่านไม้ และวัสดุอื่นที่เผาได้

**ซากสัตว์ (Dead animals)** ซากสัตว์ที่ตายแล้ว เช่นสุนัข, แมว, ม้า และสัตว์อื่น ๆ เป็นขยะที่มีอันตราย ส่งกลิ่นเหม็นเป็นเหตุรำคาญ ซากสัตว์บางชนิดยังเป็นแหล่งของโรคติดต่อ สามารถแพร่เชื้อโรคมายังมนุษย์ได้อีกด้วย

ซากหรือเศษชิ้นส่วนจากยานพาหนะ (Abandoned vehicles) เช่นซากรถยนต์ที่ไม่มีเจ้าของ, ซากรถที่ถูกทิ้งไว้ตามที่สาธารณะหรือขวางเส้นทางการจราจรทำให้สิ้นเปลืองเนื้อที่

ขยะจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial wastes) เช่นขยะมูลฝอยจากขบวนการผลิตสินค้า มีลักษณะที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับกิจกรรมของโรงงาน

มูลฝอยจากการก่อสร้างหรือจากการรื้อถอน (Construction and Demolition wastes) ได้แก่ เศษอิฐ, เศษไม้, เศษโลหะ และชิ้นส่วนของคอนกรีต, ท่อน้ำ และวัสดุก่อสร้างอื่น ๆ ถ้าปล่อยทิ้งไว้จะเกิดการกีดขวาง

มูลฝอยพิเศษ (Special wastes) เป็นขยะมูลฝอยที่มีอันตรายอาจเป็นทั้งของแข็งและของเหลว เช่นขยะมูลฝอยจากโรงพยาบาลที่ปนเปื้อนด้วยเชื้อโรค, สารเคมี, สารกัมมันตภาพรังสี เป็นต้น

มูลฝอยที่เป็นกากจากการบำบัดน้ำเสีย (Sewage treatment residual) เป็นขยะซึ่งผ่านขั้นตอนการบำบัดโดยแปลงสภาพจากของเหลวมาเป็นของแข็ง เช่นตะกอนจากบ่อบำบัดและถูกรีดเป็นแผ่นตะกอน ถือว่าเป็นขยะชนิดหนึ่ง อาจมีเชื้อโรคหรือสารเคมีที่มีพิษปะปนออกมาด้วย

มูลฝอยอันตรายที่เกิดจากบ้านเรือน (Household hazardous wastes) เป็นขยะมูลฝอย ที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ที่นำมาใช้งานหรือนำมาใช้ในครัวเรือนเมื่อเสื่อมสภาพ หรือเลิกใช้แล้ว หรือใช้หมดแล้วเหลือแต่ภาชนะจึงกลายเป็นขยะมูลฝอย อันตราย ได้แก่ หลอดไฟ, หลอดฟลูออเรสเซนต์, ถ่านไฟฉาย, สีสเปรย์, เครื่องสำอาง, กระจ่างยาฆ่าแมลง และยารักษาโรคที่หมดอายุแล้ว เป็นต้น

มูลฝอยติดเชื้อ (Infectious wastes) เป็นสารหรือวัตถุใด ๆ ที่ไม่ต้องการและถูกทิ้งเนื่องจากมีส่วนประกอบหรือถูกปนเปื้อนด้วยสิ่งทำให้เกิดโรคหรือทำให้เกิด อันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่นเนื้อเยื่อจากการผ่าตัด, เลือด, สิ่งขับถ่าย, น้ำมูก, น้ำเหลือง, เข็มฉีดยา, อาหารเลี้ยงเชื้อ, วัคซีนที่เสื่อมสภาพ เป็นต้น เป็นมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากโรงพยาบาล หรือสถานประกอบการทางการแพทย์ หรือสถานอนามัย

## 2.2 สถานการณ์การจัดการขยะมูลฝอยในไทย

### 2.2.1 ปริมาณขยะมูลฝอยจำแนกตามภาค

ปริมาณขยะมูลฝอยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและกรุงเทพมหานครมีมากที่สุด คือ 11,820 และ 8,780 ตันต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 29 และ 21 ของปริมาณที่เกิดขึ้นทั่วประเทศ รองลงมาได้แก่ ภาคเหนือ (6,322 ตันต่อวัน) ภาคกลาง (5,107 ตันต่อวัน) ภาคใต้ (5,033 ตันต่อ

วัน) ภาคตะวันออก (2,338 ต้นต่อวัน) และภาคตะวันตก (1,664 ต้นต่อวัน) คิดเป็นร้อยละ 15 13 12 6 และ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.2 ปริมาณขยะมูลฝอยปี 2551 จำแนกตามรายภาค

ภาค	ปริมาณขยะมูลฝอย (%)
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	29
กรุงเทพมหานคร	21
ภาคเหนือ	15
ภาคกลาง	13
ภาคใต้	12
ภาคตะวันออก	6
ภาคตะวันตก	4

ที่มา : รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2551 กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

### 2.2.2 การกำจัดขยะมูลฝอย

ข้อมูลด้านการกำจัดขยะมูลฝอยในประเทศจะพบว่าส่วนใหญ่ใช้วิธีการเทกอง ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ถูกสุขวิธีและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รองลงมาเป็นวิธีการฝังกลบตามหลักสุขาภิบาล มีส่วนน้อยมากที่กำจัดโดยการเผาในเตาเผาหรือการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน

การฝังกลบขยะมูลฝอยเป็นวิธีการที่ใช้กันในบริเวณที่มีพื้นที่มากเพียงพอที่จะทำการฝังกลบได้ อย่างไรก็ตาม การฝังกลบขยะมูลฝอยไม่อาจเรียกว่าเป็นวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยได้ เนื่องจากตัวขยะมูลฝอยเองไม่มีวันถูกกำจัดให้หมดไป ด้วยพื้นที่ที่ต้องใช้ในการฝังกลบซึ่งนับวันจะหมดไปและราคาที่ดินที่แพงขึ้น อีกทั้งการสูญเสียทรัพยากรและพลังงานที่ต้องใช้ในการทำให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ จึงมีความจำเป็นต้องคิดหาเทคโนโลยีที่สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้อย่างถูกสุขวิธี และสามารถนำพลังงานที่เป็นผลพลอยได้จากการกำจัดนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ด้วย

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอยในไทย ปี 2551

วิธีการจัดการ	ปริมาณ (%)
เตาเผา	1
ผสมผสาน	1
ฝังกลบ	36
เทกอง+เผากลางแจ้ง	62

ที่มา : รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2551 กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

### 2.3 การจัดการขยะมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงานในไทย

การแปรรูปขยะมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงานนอกจากจะทำให้ขยะมูลฝอยได้รับการจัดการอย่างถูกหลักวิชาการแล้ว ยังมีผลพลอยได้เป็นพลังงานทดแทนในรูปของกระแสไฟฟ้า/น้ำมัน และก่อให้เกิด รายได้สามารถนำมาใช้เป็นงบประมาณในการบริหารจัดการภายในศูนย์จัดการขยะมูลฝอย จากรายงานของกรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลัง งานพบว่าปัจจุบันมีโรงไฟฟ้าจากขยะในประเทศไทยจำนวน 6 แห่ง ได้แก่

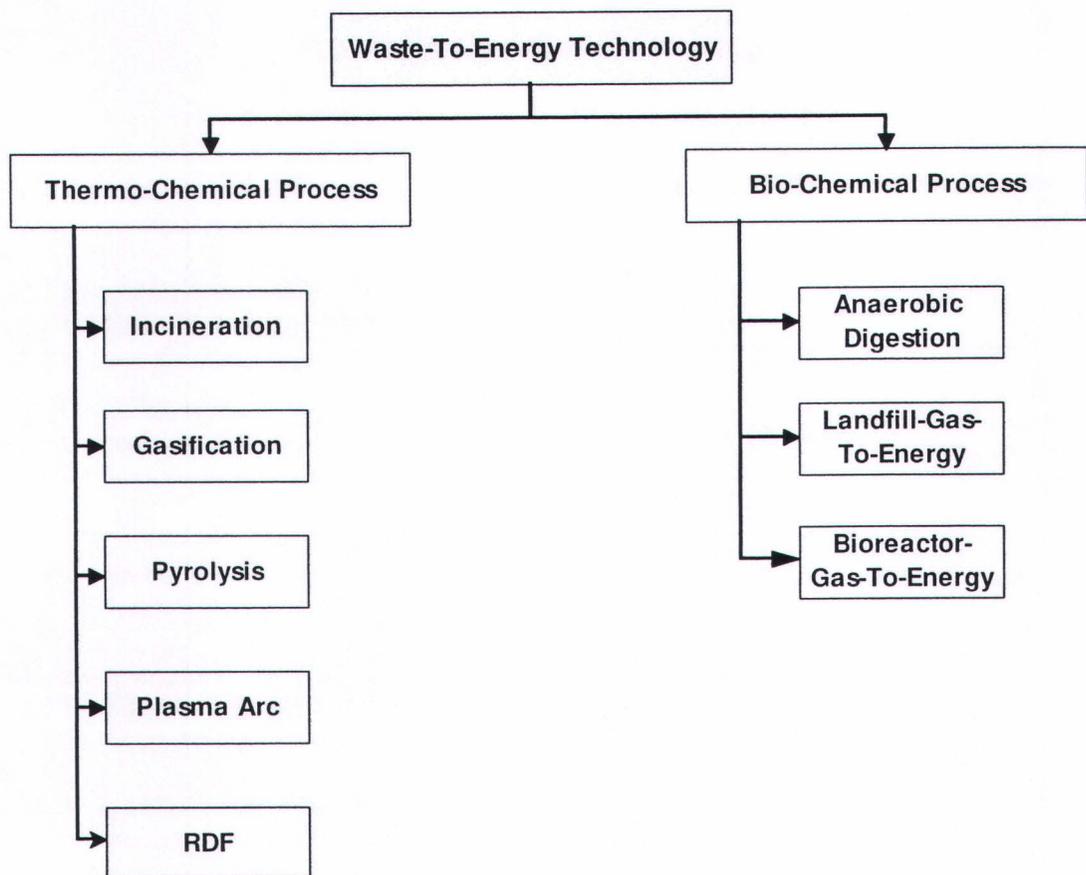
ตารางที่ 2.4 ข้อมูลโรงไฟฟ้าจากขยะในประเทศไทย

โรงไฟฟ้าจากขยะที่ซื้อขายไฟฟ้าแล้ว จำนวน 4 แห่ง	<ul style="list-style-type: none"> <li>- โรงไฟฟ้าเตาเผาขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต</li> <li>- ระบบผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงานของเทศบาลนครระยอง จังหวัดระยอง</li> <li>- โรงไฟฟ้าจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยราชาเทวะ จังหวัดสมุทรปราการ</li> <li>- โรงไฟฟ้าสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม</li> </ul>
โรงไฟฟ้าจากขยะที่ยังไม่มีการซื้อขายไฟฟ้าหรือยังไม่มีการเดินระบบ จำนวน 2 แห่ง	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ศูนย์กำจัดมูลฝอยรวม จังหวัดชลบุรี</li> <li>- โครงการกำจัดมูลฝอยเกาะช้าง จังหวัดตราด</li> </ul>

ที่มา : รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2551 กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

## 2.4 เทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงาน

เทคโนโลยีที่ใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงานที่มีใช้กันทั่วโลก มีทั้งเป็นเทคโนโลยีที่เป็นที่ยอมรับกัน (well-proved technology) รวมถึงเทคโนโลยีที่อยู่ในขั้นศึกษาวิจัย และกำลังรอการพิสูจน์การใช้งาน (emerging technology) อย่างไรก็ตาม สามารถจัดแบ่งเทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงานออกได้เป็นสองกลุ่มตามกระบวนการที่ใช้ในการกำจัด ได้แก่กระบวนการทางความร้อน-เคมี (Thermo-Chemical Process) และกระบวนการทางชีว-เคมี (Bio-Chemical Process) ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การแบ่งกลุ่มเทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงาน

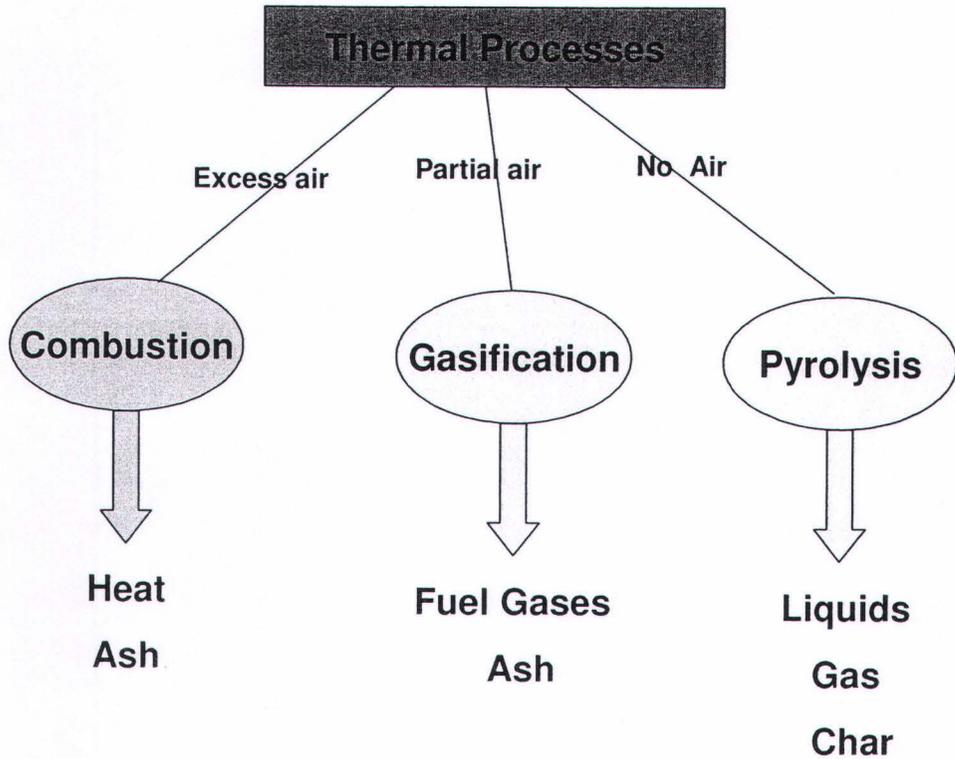
### 2.3.1 เทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงานด้วยกระบวนการทางความร้อน – เคมี

การกำจัดขยะมูลฝอยเป็นการทำให้ขยะมูลฝอยสูญสลายไปได้มากที่สุดที่จะเป็นไปได้ เพื่อลดมวลและปริมาตรของขยะมูลฝอย ในขณะที่เดียวกัน กรรมวิธีในการกำจัดขยะมูลฝอยก็ต้อง

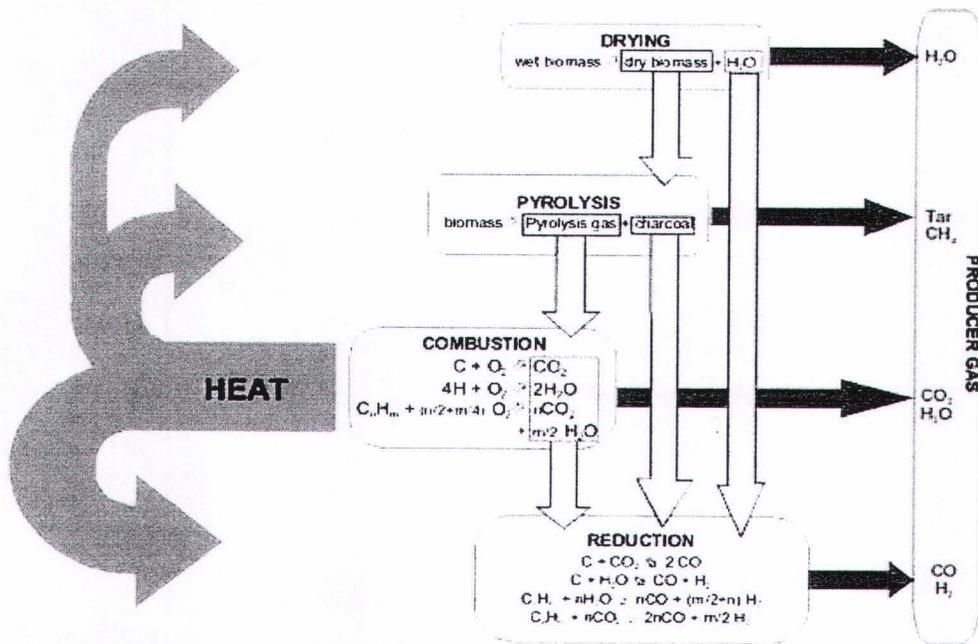
เป็นไปอย่างถูกสุขวิธีและไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันวิธีการในการกำจัดขยะมูลฝอยมีทั้งการใช้กรรมวิธีทางกายภาพ ชีวภาพและความร้อน การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยกระบวนการทางความร้อน (Thermal Process) หรืออาจเรียกชื่อเต็มตามกระบวนการว่าเป็นกระบวนการทางความร้อน-เคมี (Thermo-Chemical Process) มีข้อดีอยู่ที่การสามารถลดมวลและปริมาตรของขยะมูลฝอยลงได้อย่างมากและในเวลาอันรวดเร็ว ต้องการพื้นที่สำหรับกรรมวิธีน้อยกว่าวิธีการอื่น อย่างไรก็ตาม มีข้อพึงพิจารณาในการเลือกใช้กรรมวิธีดังกล่าวอยู่หลายข้อ เช่น เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาที่สูงกว่า คุณวุฒิและประสบการณ์ของบุคลากรปฏิบัติงานที่สูงกว่า และข้อคำนึงด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่สูงกว่า

การกำจัดขยะมูลฝอยด้วยกระบวนการทางความร้อนสามารถแสดงภาพรวมของกรรมวิธีได้ดังรูปที่ 2.2 และ 2.3 และสามารถแบ่งออกได้เป็นสามกระบวนการ

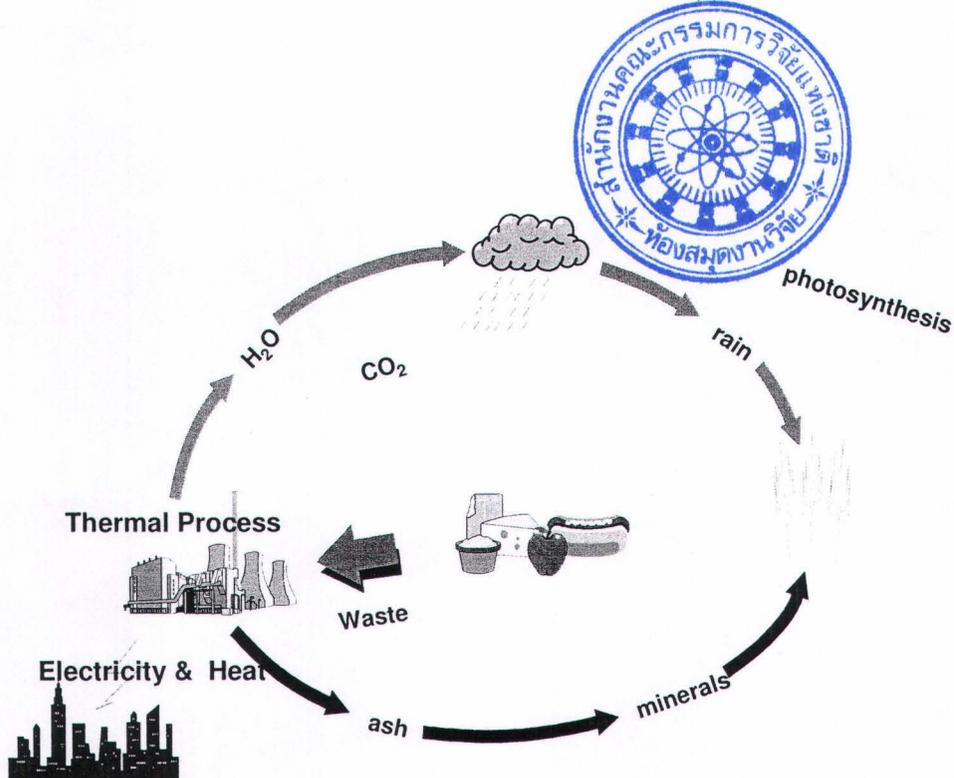
- **Combustion** หมายถึงกระบวนการเผาไหม้ซึ่งเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างเชื้อเพลิงกับออกซิไดเซอร์ (ปกติใช้อากาศ) ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic Reaction) นั้นหมายถึงจะได้ความร้อนออกมาจากปฏิกิริยาเชื้อเพลิงจะถูกเผาทำลายไปจนสุดท้ายเหลือเพียงขี้เถ้า
- **Gasification** เป็นกระบวนการเผาไหม้แบบบางส่วน (Partial Oxidation) ระหว่างเชื้อเพลิงกับออกซิไดเซอร์ (ปกติใช้อากาศ) ส่วนหนึ่งของเชื้อเพลิงจะเกิดการเผาไหม้และให้ความร้อนซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการให้ความร้อนกับปฏิกิริยาของการทำให้เกิดเป็นก๊าซเชื้อเพลิง (เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน : Endothermic Reaction) ซึ่งสามารถนำไปผลิตพลังงานได้ต่อไป เชื้อเพลิงส่วนที่เผาไหม้แล้วสุดท้ายจะเหลือเป็นขี้เถ้า
- **Pyrolysis** เป็นกระบวนการสังเคราะห์เชื้อเพลิงแข็งให้กลายเป็นเชื้อเพลิงเหลว (Liquid fuel) และเชื้อเพลิงก๊าซ โดยการให้ความร้อนจากแหล่งให้ความร้อนภายนอกเพื่อทำให้โมเลกุลของเชื้อเพลิงแข็งเกิดการแตกตัวทางความร้อน ทำให้ปฏิกิริยาดังกล่าวไม่ต้องการออกซิไดซ์เซอร์ เชื้อเพลิงแข็งภายหลังการแตกตัวทางความร้อนแล้วจะกลายเป็นถ่าน char



รูปที่ 2.2 ภาพรวมของการกำจัดของเสียด้วยกระบวนการทางความร้อน



รูปที่ 2.3 กระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นโดยการจัดขยะมูลฝอยด้วยกระบวนการทางความร้อน [5]



รูปที่ 2.4 Thermal Recycling โดยการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยกระบวนการทางความร้อน [5]

ข้อดีอีกประการหนึ่งของการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยกระบวนการทางความร้อนคือการสามารถนำพลังงานที่เกิดขึ้นจากกระบวนการกลับมาใช้งานได้ใหม่อีกครั้งหนึ่ง เมื่อเทียบกับการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยกระบวนการทางกายภาพหรือชีวภาพแล้วจะถือว่าการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยกระบวนการทางความร้อนให้พลังงานที่สามารถนำกลับมาใช้ได้สูงกว่า ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าวิธีการนี้เป็นการรีไซเคิลขยะมูลฝอยอีกวิธีหนึ่ง โดยเรียกว่า Thermal Recycling (รูปที่ 2.4)

เทคโนโลยีที่ต่อยอดมาจากเทคโนโลยีทั้งสามที่กล่าวมาข้างต้น และจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับเทคโนโลยีการกำจัดกากของเสียด้วยกระบวนการทางความร้อน-เคมี ได้แก่

#### 1) Plasma Arc

เป็นกระบวนการทำลายขยะมูลฝอยโดยใช้ความร้อนอุณหภูมิสูงซึ่งเกิดจากการเร่งก๊าซเฉื่อยด้วยกระแสไฟฟ้าความต่างศักย์สูงให้กลายเป็นสภาวะที่สี่ของสสารในรูปของพลาสมา และใช้แหล่งความร้อนนี้เองในการทำลายซากของขยะมูลฝอย

#### 2) RDF

หรือเชื้อเพลิงที่ได้จากขยะมูลฝอย (Refuse Derived Fuel) เป็นกระบวนการคัดแยกขยะมูลฝอยให้เหลือเฉพาะส่วนที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ ขยะมูลฝอยที่ได้จากกระบวนการดังกล่าวจะถูกพิจารณาว่าเป็นเชื้อเพลิง และความร้อนจะได้รับโดยผ่านกระบวนการเผาไหม้ ดังนั้น

จึงได้จัดให้ RDF อยู่ในกลุ่มเดียวกับเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยกระบวนการทางความร้อน

### 2.3.2 เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงานด้วยกระบวนการทางความร้อน – เคมี

เทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงานด้วยกระบวนการทางชีว-เคมี จะอาศัยจุลินทรีย์ทั้งที่อาจพบในขยะมูลฝอยเอง หรืออาจเป็นจุลินทรีย์ที่เตรียมไว้เพื่อการย่อยสลายขยะมูลฝอย พลังงานที่ได้รับจะอยู่ในรูปของก๊าซชีวภาพ (Biogas) ซึ่งสามารถใช้เป็นต้นกำลังในการผลิตพลังงานต่อไป

#### 1) Anaerobic Digestion

เป็นกระบวนการย่อยสลายขยะอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์แบบไร้อากาศ ทำให้เกิดเป็นก๊าซชีวภาพหลักคือมีเทน และมีคาร์บอนไดออกไซด์กับไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นองค์ประกอบด้วย กระบวนการย่อยสลายอาจใช้เวลาประมาณสามสัปดาห์ ก๊าซชีวภาพที่ได้รับสามารถนำไปใช้เป็นก๊าซเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์สันดาปภายในเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า หรือเป็นก๊าซเชื้อเพลิงในเครื่องกำเนิดไอน้ำเพื่อขับกังหันไอน้ำและผลิตกระแสไฟฟ้า กากที่เหลือจากการหมักสามารถนำมาใช้เป็นสารปรุงแต่งคุณภาพดิน (soil conditioner) สิ่งที่ต้องพิจารณาในการเลือกใช้เทคโนโลยีนี้คือ เฉพาะขยะอินทรีย์เท่านั้นที่สามารถนำมาเข้ากระบวนการย่อยสลายได้ ดังนั้นหากนำมาใช้กับขยะมูลฝอยชุมชนต้องมีกระบวนการคัดแยกขยะอินทรีย์ (front-end-treatment) ก่อน

#### 2) Landfill-Gas-To-Energy

เป็นการนำก๊าซที่เกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย (ด้วยกระบวนการเดียวกับการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นมีเทน มาใช้เป็นต้นกำเนิดพลังงาน ข้อพิจารณาในการเลือกใช้เทคโนโลยีดังกล่าวได้แก่การวางท่อเพื่อเก็บรวบรวมก๊าซ การประเมินอัตราการเกิดก๊าซ ซึ่งเหล่านี้มีตัวแปรที่เข้ามาเกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก

#### 3) Bioreactor-Gas-To-Energy

เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมาจาก Landfill-Gas-To-Energy แต่เป็นกระบวนการที่มีการควบคุมการย่อยสลายในหลุมฝังกลบขยะเลย (แทนที่จะทำให้เกิดขึ้นในถังหมักแบบ anaerobic

digestion) ทำให้อัตราการเกิดก๊าซเชื้อเพลิงสูงกว่า อย่างไรก็ตาม สถานะของเทคโนโลยียังจำกัดว่าอยู่ในขั้นวิจัยและพัฒนา

## 2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพิจารณาคัดเลือกเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในการผลิตนั้น เป็นขั้นตอนที่สำคัญส่วนหนึ่งในระบบการผลิต เนื่องจากเทคโนโลยีที่เราตัดสินใจเลือกมาแล้วนั้นจะต้องสามารถใช้ประโยชน์ได้สูงสุดและคุ้มค่ากับการลงทุนไป แต่การได้มาของแนวทางการคัดเลือกนั้นต้องประกอบไปด้วยข้อมูลสำหรับใช้ในการพิจารณาหลายๆ ด้าน โดยจะไม่ได้พิจารณาจากงบประมาณในการลงทุนเพียงด้านเดียว ดังเช่น *ศุภมาศ อิศรภักดี (2542)* ได้ทำการศึกษาถึงการพิจารณาเลือกเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์พลอยได้ของอุตสาหกรรมอะโรแมติกส์ โดยได้นำเสนอการพิจารณาแนวทางเลือกโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์ทางด้านเทคนิค และการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยทางด้านเทคนิคได้ทำการวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีนั้นมาใช้ เช่น กระบวนการผลิตทั่วไป ข้อดี-ข้อเสียของแต่ละเทคโนโลยี รวมถึงประสบการณ์ในการนำไปใช้งาน เป็นต้น ซึ่งช่วยให้สามารถคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตจริงได้มากขึ้น หลังจากนั้นจึงนำเทคโนโลยีที่ผ่านการคัดเลือกนั้นมาพิจารณาทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยได้ทำการพิจารณาเป็น 3 กรณี คือ สภาวะการณ์ที่เศรษฐกิจดีมาก สภาวะการณ์ปกติ และสภาวะการณ์ที่เศรษฐกิจไม่ดี โดยพิจารณาจากผลตอบแทนการลงทุนที่เพิ่มขึ้น (Incremental IRR) ทำให้สามารถคัดเลือกเทคโนโลยีที่มีความเป็นไปได้ทางเทคนิค และมีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ได้เหมาะสมที่สุด สำหรับการศึกษาคือความเป็นไปได้ทางเทคนิค วิศวกรรมนั้น ก็มี *ปานทิพย์ จิระมหาคุณ (2544)* ได้ทำการศึกษาการจัดตั้งสายการบินของบริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทยจำกัด เพื่อนำไปพิจารณาในการลงทุนในธุรกิจสายการบิน โดยได้ทำการเลือกชนิดเครื่องบินที่เหมาะสม ประหยัดน้ำมัน การประมาณการต้นทุนและวางแผนการบิน ซึ่งจากการศึกษานี้สามารถช่วยให้บริษัทสามารถพิจารณาได้ง่ายขึ้นในการเลือกชนิดเครื่องบินที่มีประสิทธิภาพ สามารถใช้งานได้เหมาะสมกับแผนการบินและประหยัดค่าใช้จ่ายอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามในการพิจารณาเลือกเทคโนโลยีในการกำจัดมลพิษชุมชนโดยผลิต การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์นั้น ไม่อาจพิจารณาจากสภาพเศรษฐกิจเพียงอย่างเดียวได้ การวิเคราะห์ปัจจัยอื่นๆ ทางด้านเศรษฐกิจร่วมด้วยก็มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ซึ่ง *ประภฤติ รันทกฤติ (2535)* ได้ทำการศึกษาการตัดสินใจในการลงทุนผลิตไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายจากโรงงานน้ำตาล โดยได้นำเสนอการวิเคราะห์ปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์เพิ่มเติม เช่น ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง อายุการใช้งาน รายละเอียดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา และการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) โดยมี

เบญจพร จิตรหาญ (2549) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยผ่านการบำบัดและไม่ผ่านการบำบัด มีการคำนวณต้นทุนและวิเคราะห์ความอ่อนไหวและการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนด้วย เช่นเดียวกับ P. Poias and Team (2009) ได้นำเสนอรูปแบบการพิจารณาเป็นลำดับขั้นตอนทางวิศวกรรม (Life Cycle Engineering model : LCE) ในการคัดเลือกแม่พิมพ์สำหรับฉีดขึ้นรูปพลาสติก โดยในรูปแบบที่นำเสนอจะเพิ่มแนวทางการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมขึ้นมา นอกเหนือจากด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์ ซึ่งในการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมนั้นก็ เป็นอีกปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งในการพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยี เพราะยังเป็นการคำนึงถึงผลกระทบจากเทคโนโลยีนั้นๆ อีกด้วย โดย วัชรภรณ์ ผลพูล (2549) ได้ทำการศึกษากระบวนการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อที่เหมาะสมสำหรับโรงพยาบาล โดยศึกษาด้านปริมาณและคุณภาพนำมาคำนวณผลตอบแทนที่พึงพอใจสูงสุด พบว่าการติดตั้งเตาเผาขยะมูลฝอยติดเชื้อต้นแบบมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด ในขณะที่เดียวกัน จรรยา ใจเย็น (2540) ได้ศึกษาการประเมินแนวทางเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการกำจัดมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร โดยนำเสนอเทคโนโลยีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) มีความเหมาะสมทั้งในด้านค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด การดำเนินงานไม่ยุ่งยากซับซ้อน และใช้ได้กับขยะมูลฝอยทุกประเภท

ดังนั้นจากการพิจารณาวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ของแต่ละแนวทางเลือกเทคโนโลยีการผลิตในโรงงานต่างๆ ทำให้ทราบว่า การพิจารณาในด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของแต่ละแนวทางนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ทำให้ทราบถึงข้อมูลและเป็นแนวทางในการตัดสินใจลงทุนที่เหมาะสมที่สุดเพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายขององค์กร