

# รู้ทัน พลังงาน

**ศ...ผศ.ดร.สุธรรม ปทุมสวัสดิ์**  
 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภายใต้นโยบายความร่วมมือกับบัณฑิตวิทยาลัยร่วม ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า การจัดการขยะนั้น นับวันจะมีปัญหาที่ยากมากขึ้น เริ่มตั้งแต่ ปริมาณขยะที่มีแต่จะเพิ่มขึ้นทั้งที่มีสาเหตุมาจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น และมาจาก ลักษณะการใช้ชีวิตประจำวันที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งก่อให้เกิดปริมาณของเหลือทิ้งมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมืองใหญ่อีกทั้งลักษณะ หรือองค์ประกอบของขยะก็เปลี่ยนแปลงไป ด้วยตามความเจริญและลักษณะวิถีการ ดำเนินชีวิตประจำวัน

แนวทางหลักในการจัดการขยะที่ดำเนินการมาตั้งแต่อดีต คือ การฝังกลบ ไม่ว่าจะ โดยถูกสุขลักษณะ ซึ่งต้องดำเนินการต่างๆ ตามขั้นตอน ตั้งแต่ปูแผ่นพลาสติกกรองพื้นกัน น้ำชะขยะไหลไปปนเปื้อนกับน้ำใต้ดิน หรือ เป็นแค่ "การกองทิ้งเฉยๆ" แต่เนื่องจากทั้ง ปริมาณขยะที่เพิ่มมากขึ้น และลักษณะองค์ ประกอบของขยะที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้การจัดการขยะโดยวิธีการฝังกลบนั้นก่อให้เกิด ปัญหา โดยเฉพาะพื้นที่ฝังกลบซึ่งนับวันจะหา ได้ยากขึ้น และมีราคาแพงขึ้นรวมทั้งปัญหา เรื่องกลิ่น และการปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อม ในกรณีที่ฝังกลบไม่ถูกวิธี

การจัดการขยะที่ดีที่สุด และมี ประสิทธิภาพมากที่สุด คือ การลดปริมาณ การเกิดขยะ ปัจจุบันคนทิ้งขยะเฉลี่ยวันละ 1 กิโลกรัม ถ้าช่วยกันลดปริมาณขยะที่ทิ้งลงก็ จะลดปริมาณที่ต้องนำไปจัดการได้ แนวทาง การลดปริมาณของเหลือทิ้ง หรือของที่ไม่ใช่ ประโยชน์แล้ว ได้แก่ การเลือกใช้สินค้าที่ใช้ บรรจุภัณฑ์ชนิดเติมใหม่ได้ เลือกใช้สินค้าที่มี คุณภาพ มีหีบบรรจุภัณฑ์น้อย และลดการใช้ วัสดุที่กำจัดยาก เช่น โฟมบรรจุอาหาร และ ถุงพลาสติก ซึ่งจะช่วยลดการใช้พลังงานใน การผลิตวัสดุเหล่านั้น อันเป็นการลดการ ปล่อยก๊าซเรือนกระจกอีกทางหนึ่งด้วย

นอกจากการลดปริมาณขยะแล้ว ถ้าเรา พิจารณาถึงองค์ประกอบของของที่เราทิ้ง จะ พบว่าของบางอย่าง สามารถนำกลับมาใช้ ใหม่ได้ เช่น กระดาษ แก้ว พลาสติก และ โลหะ โดยอาจจะเป็นการใช้ซ้ำ หรือแปรรูป เพื่อนำมาใช้ใหม่ วิธีการนี้จะได้ผลดีก็ต่อเมื่อ มีการแยกวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้ ไม่นำมาทิ้ง รวมกัน เพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อน

แม้ว่าจะลดการทิ้งขยะให้น้อยลง และมีการ แยกประเภทขยะเพื่อที่จะนำกลับไปใช้ ประโยชน์ใหม่แล้วก็ตาม เราต้องยอมรับว่าในที่สุดก็ยังมีขยะที่ต้องนำไปกำจัดอยู่ ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับว่าจะกำจัดอย่างไร เช่น ถ้าเป็นขยะที่มี แต่สารอันตรายเท่านั้น เราก็สามารถนำไปผ่าน กระบวนการหมัก แบบมีออกซิเจน หรือแบบไร้ออกซิเจน ในแบบแรกนั้น เราจะได้ "สารปรับปรุงคุณภาพดิน" ส่วนแบบหลังนี้เราจะได้ก๊าซ ที่มีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิง ที่เรียกว่า "ก๊าซชีวภาพ" พร้อมกับกากของเหลือซึ่งก็สามารถ นำไปใช้เป็นสารปรับปรุงคุณภาพดินได้เช่นกัน

วิธีการกำจัดขยะอีกวิธีหนึ่งที่ถูกกล่าวถึง อยู่บ่อยครั้ง ได้แก่ การเผาขยะ เป็นกระบวนการ ที่ลดปริมาณขยะให้เหลือน้อยที่สุด และ ทำลายเชื้อโรคได้อย่างเบ็ดเสร็จ แต่ก็มีผลข้าง เคียงบ้าง คือ มลพิษทางอากาศและน้ำ และ ควันที่ร้อนต้องนำไปฝังกลบพร้อมกับก๊าซร้อนที่นำ ไปเป็นพลังงานผลิตไฟฟ้าได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่า แท้ที่จริงแล้ว ขยะนั้นหาใช่ของเหลือทิ้งที่ไร้ค่า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในภาวะที่ราคาน้ำมันเชื้อ พลังสูงชันเรื่อยๆ และเชื้อเพลิงฟอสซิลหาได้ ยากขึ้นในอนาคต การแปลงขยะให้เป็น พลังงานจึงได้รับความสนใจมากขึ้น ในที่นี้

จะแนะนำรูปแบบการแปลงขยะให้เป็นเชื้อ พลัง 4 รูปแบบหลัก ดังนี้

1. การใช้เป็นเชื้อเพลิงแข็งโดยตรง หมายถึง การนำขยะมาเผาในเตาเผาโดยตรง ความ ร้อนที่เกิดขึ้นนำมาผลิตไอน้ำ เพื่อขับเครื่อง กำเนิดไฟฟ้า เนื่องจากขยะมีองค์ประกอบ หลากหลายทั้งที่มีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิง เช่น กระดาษ และพลาสติก ที่ไม่ได้มีคุณสมบัติเป็น เชื้อเพลิง เช่น เศษแก้ว เศษโลหะ เศษดิน และเศษหิน ดังนั้นการใช้ขยะเป็นเชื้อเพลิง โดยตรงจึงเหมาะสำหรับระบบการจัดการขยะ ที่มีองค์ประกอบตั้งแต่แหล่งกำเนิด

การนำขยะที่ทิ้งรวมกันมา โดยไม่มีการ คัดแยก มาใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรง จะทำให้

## อาร์ทีเอฟ



การเผาไหม้ไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากขยะ ทัวไปมักมีความชื้นสูง หรืออาจเนื่องจากมี ปริมาณขยะที่ไม่มีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงสูง จนบางครั้งถึงขั้นต้องใช้เชื้อเพลิงอื่นเสริม เพื่อให้เกิดการเผาไหม้ได้ มีตัวอย่างการคัด แยกขยะที่ดี เช่น ในประเทศญี่ปุ่น ทำให้ สามารถนำขยะที่ทิ้งมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อ ผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง

2. การใช้เป็นเชื้อเพลิงแข็งโดยผ่านการ แปรรูปหรือที่นิยมเรียกกันว่า RDF (Refuse Derived Fuel) เพราะองค์ประกอบ ของขยะนั้นมีหลากหลาย หากนำขยะไปแปรรูป ให้มีคุณสมบัติเหมาะสมก่อนการใช้ก็ จะทำให้ได้ประโยชน์มากขึ้น ขั้นตอนและรูปแบบ เพื่อเปลี่ยนสภาพจากขยะมาเป็นเชื้อ พลังนั้นก็มีอยู่หลากหลาย ขึ้นอยู่กับสภาพ ของขยะ และสภาพของเชื้อเพลิงขยะที่ต้อง การ โดยทั่วไปจะประกอบด้วย การคัดแยก การลดขนาด การลดความชื้น เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ปัญหาประการหนึ่งของการ คัดแยกขยะก็คือ ความชื้นที่ค้างอยู่ในขยะ จึง จำเป็นต้องมีการลดความชื้นซึ่งอาจใช้ลมร้อน หรือก๊าซร้อนมาสัมผัสกับขยะโดยตรง หรือ อาจใช้ไอน้ำเป็นตัวกลางให้ความร้อนแก่ขยะ ซึ่งวิธีนี้ไอน้ำจะไม่สัมผัสกับขยะทำให้สามารถ นำน้ำที่ควบแน่นกลับนำไปใช้ใหม่ได้

อีกรูปแบบหนึ่ง คือ ใช้วิธีการทางชีวภาพ โดยการใช้ความร้อนที่เกิดจากกระบวนการ หมักขยะ วิธีนี้เหมือนกับการนำขยะอินทรีย์มา หมักโดยใช้ออกซิเจนเพื่อให้ย่อยสลายได้สารที่ นำมาใช้ปรับปรุงคุณภาพดิน แต่ไม่ได้ปล่อยให้ กระบวนการเกิดขึ้นจนสิ้นสุด ในระหว่าง กระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุจะเกิด ความร้อนขึ้น และอาศัยความร้อนที่เกิดขึ้นนี้ ช่วยในการระเหยน้ำออกจากขยะ

รูปแบบการแปรรูปขยะอีกรูปแบบ หนึ่งก็คือ การใช้ไอน้ำมาอบขยะ วิธีการนี้เริ่ม ต้นกับการใช้กับขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาล หรือของเสียจากอุตสาหกรรม ไอน้ำที่อุณหภูมิ และความดันสูงจะช่วยทำลายเชื้อโรคและ ย่อยสลายของเสียให้พร้อมที่จะนำไปจัดการ ด้วยวิธีฝังกลบ การใช้ไอน้ำอบขยะมี 2 แนว

ทาง ได้แก่ การใช้ไอน้ำที่ความดันสูง และการ ใช้ไอน้ำที่ความดันต่ำ ข้อดีของการอบขยะ คือ ทำให้เชื้อโรคถูกทำลายไป พร้อมกับลดกลิ่น เหม็นที่เกิดขึ้นทำให้การคัดแยกสะดวกขึ้น แต่ ในขณะเดียวกันก็ต้องมีอุปกรณ์ผลิตไอน้ำ และเนื่องจากไอน้ำสัมผัสกับขยะโดยตรง จึงมี น้ำเสียที่จะต้องบำบัดด้วย

เชื้อเพลิงขยะที่ได้จากการแปรรูปสภาพนั้น สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้เลย หรือ อาจนำมาอัดเป็นแท่งหรือเป็นก้อนก่อนก็ได้ เพื่อประโยชน์ในการขนส่งและการเก็บ รวมถึงค่าพลังงานที่ได้ก็จะมากขึ้นเมื่อเปรียบ เทียบในปริมาณที่เท่ากัน ปัจจุบันในประเทศ ที่พัฒนาแล้ว วิธีการดังกล่าวได้รับความนิยม

มากขึ้นเป็นลำดับ เพราะเชื้อเพลิงที่ได้ สามารถซื้อขายกันได้ในเชิงพาณิชย์ และขน ถ่ายได้สะดวกโดยไม่ส่งกลิ่น และเหมาะสม อย่างยิ่งที่จะใช้ในหม้อไอน้ำ และเตาเผาต่างๆ โดยเฉพาะเตาเผาปูนซีเมนต์

3. การเปลี่ยนขยะให้เป็นเชื้อเพลิงก๊าซ การเปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งให้เป็นเชื้อเพลิงก๊าซ โดยทั่วไปเรียกว่า กระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน โดยก๊าซที่ได้มีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ ก๊าซ คาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไฮโดรเจน และ ก๊าซมีเทน รวมทั้งก๊าซอื่นๆ สามารถนำไปเป็น เชื้อเพลิงได้ โดยอาจจะใช้ในรูปของความร้อน ในอุตสาหกรรมเพื่อทดแทนเชื้อเพลิง ก๊าซหรือน้ำมันเตาในหม้อไอน้ำ หรือใช้เพื่อ ผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยนำก๊าซที่ได้ไปใช้ใน เครื่องยนต์ทดแทนน้ำมันดีเซล

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการใช้เทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชัน ก็คือ คุณภาพของเชื้อเพลิงก๊าซที่ได้ ทั้งในด้านองค์ประกอบของก๊าซและความ สะอาดของก๊าซที่ได้ โดยเฉพาะองค์ประกอบที่ สำคัญได้แก่ สิ่งที่เรียกว่า "ทาร์" หรือ "น้ำมัน ดิน" ซึ่งถือว่าเป็นปัญหาใหญ่อันหนึ่งในการใช้ เชื้อเพลิงก๊าซรวมถึงปริมาณอนุภาคขนาดเล็ก ที่ปะปนอยู่ในก๊าซที่เกิดขึ้น และอาจรวมถึง องค์ประกอบที่เป็นมลพิษต่างๆ เช่น โลหะหนัก ที่อาจจะปะปนอยู่ในขยะ จึงกล่าวได้ ว่าการเตรียมสภาพของขยะที่ดีก่อนนำมาใช้ กับเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชันนั้นจึงเป็นสิ่ง จำเป็น การควบคุมองค์ประกอบของขยะให้ มีความสม่ำเสมอ ควบคุมความชื้นที่มีอยู่ใน ขยะให้ไม่สูงมากนัก มีการจัดการองค์ประกอบ ที่จะก่อให้เกิดสารมลพิษออกไป สิ่งเหล่านี้จะ ทำให้เชื้อเพลิงก๊าซที่ได้ออกมามีคุณภาพสูงขึ้น และสม่ำเสมอ ทำให้ระบบทำความสะอาด ก๊าซสามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

นอกจากแก๊สซิฟิเคชันแล้วอีกวิธีการหนึ่งที่จะเปลี่ยนขยะให้เป็นเชื้อเพลิงก๊าซคือ กระบวนการหมักอินทรีย์สารแบบไร้ออกซิเจนโดยก๊าซที่ ได้เรียกว่า ก๊าซชีวภาพ ขยะที่จะนำมาใช้ใน กระบวนการนี้จำเป็นต้องมีการคัดแยก หรือมี การจัดการโดยให้มีแต่องค์ประกอบที่สามารถ ย่อยสลายได้ หรือที่เรียกว่าอินทรีย์สาร

4. การเปลี่ยนขยะให้เป็นเชื้อเพลิงเหลว แบ่งออกเป็น 2 วิธีหลัก วิธีแรกใช้กระบวนการ ไพโรไลซิส โดยที่ขยะจะได้รับความร้อน โดยไม่มีอากาศหรือออกซิเจน เพื่อให้ขยะ สลายตัว ซึ่งจะต้องใช้ประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ ของเหลว ของแข็ง และก๊าซ ในตอน แรกองค์ประกอบที่เป็นของเหลวจะอยู่ใน สถานะก๊าซ เพราะกระบวนการไพโรไลซิส เกิดขึ้นที่อุณหภูมิประมาณ 500-700 องศา เซลเซียส เมื่อเรลดอุณหภูมิลง ของเหลว ส่วนหนึ่งที่อยู่ในสถานะก๊าซจะควบแน่น กลายเป็นของเหลว ซึ่งประกอบด้วย ไฮโดรคาร์บอน ที่มีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิง แต่ยังไม่สามารถใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงได้

ทันที เพราะของเหลวที่ได้เปรียบเสมือน น้ำมันดิบ ต้องไปผ่านกระบวนการเพิ่มเติม เพื่อให้ได้เชื้อเพลิงเหลวที่มีคุณสมบัติ เหมาะสม ที่จะทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิง

อีกวิธีหนึ่งในการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน เชื้อเพลิง ได้แก่ การนำก๊าซที่ได้จากกระบวนการ แก๊สซิฟิเคชัน หรือสังเคราะห์ ไปผ่าน กระบวนการที่เรียกว่ากระบวนการสังเคราะห์ FT (Fischer-Tropsch Synthesis) ซึ่งจะได้ น้ำมันเชื้อเพลิงออกมา ก๊าซที่จะนำมาใช้ในวิธี นี้ต้องมีองค์ประกอบที่เหมาะสม และสะอาด ปราศจากสิ่งปนเปื้อนที่จะส่งผลต่อการทำงานของ ตัวเร่งปฏิกิริยา อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยี การแปรรูปขยะให้เป็นเชื้อเพลิงเหลวทั้งหมดที่ กล่าวถึงยังอยู่ในขั้นการวิจัย และสาธิตเท่านั้น ยังไม่มีความพร้อมในการใช้งานเชิงพาณิชย์

แม้ว่าปัจจุบันจะมีเทคโนโลยีที่สามารถนำ มาจัดการกับขยะ พร้อมทั้งสามารถผลิต พลังงานทั้งในรูปของความร้อน ไฟฟ้าและเชื้อ พลัง แต่เราต้องตระหนักไว้เสมอว่าขยะส่วน ใหญ่นั้นมาจากผลิตภัณฑ์ที่เราไม่ต้องการใช้ งาน หรือไม่มีประโยชน์แก่เราแล้ว พลังงานที่ ผลิตได้จากกระบวนการกำจัดขยะนั้น เป็น เพียงผลพลอยได้จากวิธีการจัดการขยะ วัตถุประสงค์หลักจริงๆ แล้ว คือ การกำจัดขยะให้ หมดไป โดยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสุขภาพอนามัยของประชาชน

ประเทศไทยมีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นถึงวันละ กว่า 3 หมื่นตัน โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานคร ก็มีถึงเกือบ 1 หมื่นตัน จึงมีศักยภาพที่จะผลิต เป็นเชื้อเพลิงได้ไม่น้อย อย่างไรก็ตาม วิธีการ จัดการขยะที่ดีที่สุด คือ การไม่ก่อให้เกิดขยะ รู้จักใช้ทรัพยากรอย่างรู้ค่ารวมถึงมีการจัดการ แยกประเภทของขยะที่แหล่งกำเนิด เพื่อให้ กระบวนการแปรรูปขยะเป็นเชื้อเพลิงทำได้ อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และส่งผล กระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง

อีกประการหนึ่งที่ควรตระหนักก็คือ เทคโนโลยีการแปรรูปขยะให้เป็นเชื้อเพลิง แต่ละประเภท มีความพร้อมที่ต่างกันในทาง ปฏิบัติจึงควรพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยีที่ ผ่านการพิสูจน์และมีความน่าเชื่อถือก่อน