



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

คู่มือ
ระดับ
มัธยม
ศึกษา

โครงการส่งเสริมการบริการวิชาการพลังงานขยะในสถานศึกษา

ขยะ = พลังงาน ทดแทน



คำนำ

สถานการณ์พลังงานของโลกกำลังเข้าสู่ภาวะวิกฤติ ปริมาณสำรองของน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน มีปริมาณลดลง ซึ่งจะทำให้ส่งผลกระทบโดยตรงกับมนุษย์ โดยเฉพาะประเทศไทยซึ่งต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากภายนอกประเทศเป็นหลัก ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อผลิตพลังงานจากแหล่งอื่นๆ มาใช้ทดแทนพลังงานจากฟอสซิล จึงจะเป็นแนวทางของการแก้ปัญหาอย่างยั่งยืน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงานเป็นหน่วยงานซึ่งมีภารกิจในการส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเผยแพร่ ส่งเสริมสนับสนุนเทคโนโลยีด้านพลังงาน ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้พัฒนาเทคโนโลยีการนำ “ขยะมูลฝอย” ซึ่งเป็นสิ่งของเหลือใช้จากการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน และเป็นปัญหาของประเทศที่นับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น มาผลิตเป็น “พลังงาน” นับเป็นแนวทางหนึ่งซึ่งสามารถจัดการปัญหาขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงได้เรียบเรียงจัดทำ “คู่มือโครงการส่งเสริมการบริการวิชาการพลังงานขยะในสถานศึกษา” ขึ้น เพื่อใช้ในการเผยแพร่ให้กับนักเรียน นักศึกษา บุคลากรในสถานศึกษา ตลอดจนประชาชนผู้สนใจทั่วไป ทั้งนี้ เพื่อมุ่งหวังที่จะสร้างจิตสำนึกและกระตุ้นให้เยาวชนได้มีความรู้ ความเข้าใจ ในการแก้ไขปัญหามลพิษขยะมูลฝอยได้อย่างเป็นรูปธรรม รวมถึงเข้าใจในการผลิตและการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด อันจะนำไปสู่ความร่วมมือในการจัดการพลังงานของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนสืบไป

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

สารบัญ

1	สถานการณ์ พลังงาน	3
---	----------------------	---

2	สถานการณ์ ขยะในปัจจุบัน	11
---	----------------------------	----

3	พลังงาน ทดแทนจากขยะ	14
	ทิศทางใหม่ของการผลิตพลังงานเพื่อคุ้มครองโลก	

4	บทสรุป	30
---	--------	----

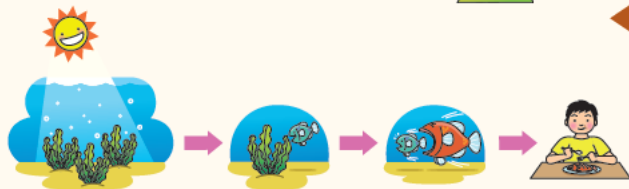
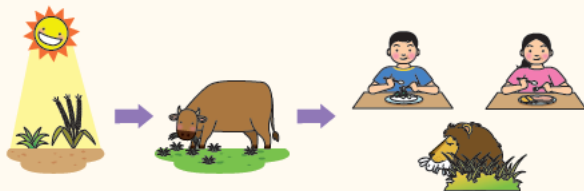




สถานการณ์ พลังงาน

พลังงานกับชีวิต

พลังงานคือสิ่งสำคัญของสิ่งมีชีวิต เพราะสิ่งมีชีวิตอยู่ไม่ได้ถ้าไม่มีพลังงาน พืชอาศัยพลังงานจากแสงแดดในการสังเคราะห์แสง และสะสมพลังงานไว้ให้กับแมลงหรือสัตว์ที่สังเคราะห์แสงเองไม่ได้มากินเพื่อนำไปสร้างพลังงานให้กับร่างกาย มนุษย์ก็ได้รับการถ่ายทอดพลังงานด้วยวิธีการดังกล่าวเช่นกัน สิ่งมีชีวิตจำพวกแบคทีเรียที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ก็เพราะต้องการพลังงานจากซากพืชซากสัตว์เหล่านั้น

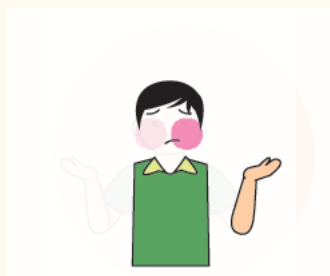
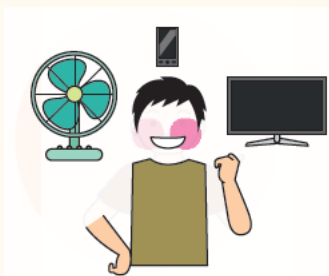


ภาพแสดง
ห่วงโซ่พลังงาน

ความจริงแล้วสิ่งมีชีวิตมีความต้องการใช้พลังงานเพื่อให้ชีวิตดำรงอยู่ได้เพียงไม่กี่แคลอรี ซึ่งถ้าเป็นดังนี้ โลกของเรามีพลังงานเพียงพอสำหรับสิ่งมีชีวิตได้ใช้อย่างสุขสบายโดยไม่ขาดแคลน แต่ทุกวันนี้โลกเรากำลังขาดแคลนพลังงาน เนื่องจากเป็นเพราะว่า **มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตเพียงชนิดเดียวในโลกที่ใช้พลังงานเกินความจำเป็น**

มนุษย์ไม่ได้ได้เพียงแค่อใช้พลังงานสำหรับร่างกายเท่านั้น แต่ชีวิตประจำวันของเราล้วนผูกพันกับการใช้พลังงานทั้งทางตรงและทางอ้อม ตั้งแต่ตื่นนอนจนกระทั่งหลับไป ไม่ว่าจะเป็นการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ในบ้านทั้งหลอดไฟ พัดลม แอร์ เตารีด เครื่องซักผ้า หม้อหุงข้าว ตู้เย็น คอมพิวเตอร์ การเดินทางไปโรงเรียนด้วยรถยนต์ มอเตอร์ไซด์ หรือรถโดยสาร การดูทีวี การเล่นเกม ชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์ กล้องถ่ายรูป และอื่นๆ อีกมากมายที่มีการใช้พลังงานเพื่อความสะดวกสบายของเรา แต่ความสะดวกสบายที่เราได้รับก็ทำให้เราเคยชินจนไม่อาจอยู่ได้โดยที่ไม่มีพลังงาน

ต่อไปจะเป็นอย่างไรถ้าพลังงานที่มีอยู่หมดไปจากโลกนี้??



เราใช้พลังงานกันมากแค่ไหน (สถานการณ์พลังงานในประเทศไทย)

พลังงานที่เราใช้ในปี พ.ศ. 2553 มีมากถึง 71,166 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบหรือเฉลี่ยคนละ 1.15 ตันต่อปี¹ (ประมาณ 9.039 บาร์เรล) ทั้งนี้เป็นการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศสูงถึง 90% ทำให้แต่ละปีประเทศไทยต้องเสียเงินตราไปหลายแสนล้านบาท

ประเทศไทยมีแหล่งพลังงานหรือไม่ จำต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

ประเทศไทยมีแหล่งพลังงานของตัวเอง เรียกว่า แหล่งพลังงานสำรอง แต่จากการสำรวจและพิสูจน์แล้ว มีปริมาณสำรอง ไม่มากนักเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ของประเทศ จึงต้องมีการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ โดย ณ การสำรวจล่าสุดเมื่อปี 2540 ประเทศไทยมีแหล่งสำรองพลังงานที่พิสูจน์แล้วคงเหลือ ดังนี้²



- **น้ำมันดิบ** มีปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้ว 17 พันล้านลิตร ซึ่งปริมาณสำรองที่มีอยู่ไม่เพียงพอกับปริมาณความต้องการใช้ในแต่ละปี



- **ก๊าซธรรมชาติ** มีปริมาณสำรองพิสูจน์แล้ว 356 พันล้านลิตร ซึ่งหากปริมาณการใช้ไม่เปลี่ยนแปลงและไม่มีการค้นพบเพิ่มเติมแล้ว คาดว่าจะใช้ไปได้อีกประมาณ 22 ปี



ถ่านหิน (ลิกไนต์) ที่พัฒนาขึ้นมาใช้ประโยชน์แล้ว มีปริมาณสำรองที่ประเมินแล้วคงเหลือ 1,676 พันล้านลิตร ซึ่งหากปริมาณการใช้ไม่เปลี่ยนแปลงและไม่มีการค้นพบเพิ่มเติมแล้ว คาดว่าจะใช้ไปได้อีกประมาณ 62 ปี

¹ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย ๒๕๕๓.

² สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. พลังงาน และทางเลือกการใช้เชื้อเพลิงของประเทศไทย
ข้อมูลจาก <http://www.eppo.go.th/doc/doc-AltFuel.html>.

วิธีการที่จะทำให้เรามีพลังงานใช้ได้นานที่สุดก็คือ การประหยัดพลังงานที่มีอยู่และการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า แต่อย่างไรเสีย พลังงานจากฟอสซิลก็ต้องหมดไปจากโลกอยู่ดี ถ้าเป็นเช่นนั้นเราจะทำอย่างไรดี???

จริงๆ แล้ว เรามีแหล่งพลังงานอีกชนิดหนึ่งที่ใช้เท่าไรก็ไม่หมด เพราะสามารถนำกลับมาหมุนเวียนใช้ได้ อีก ที่เรียกว่า **พลังงานหมุนเวียน** ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ ขยะ เป็นต้น โดยพลังงานหมุนเวียนแต่ละชนิดเรามีวิธีการนำมาผลิตเป็นพลังงานได้ดังนี้

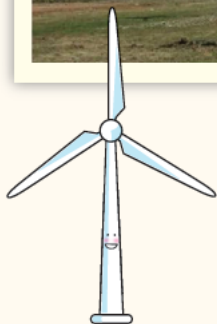
1. พลังงานแสงอาทิตย์ การผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์ เป็นการนำแสงอาทิตย์หรือแสงแดดมาผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า “โซลาเซลล์” ทำให้เกิดการทำงานของโซลาเซลล์เคลื่อนที่ไปมาจากอะตอมหนึ่งไปยังอีกอะตอมหนึ่ง ทำให้เกิดพลังงานขึ้น ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความเหมาะสมในการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์ เนื่องจากตั้งอยู่ในเขตใกล้เส้นศูนย์สูตรได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อวันค่อนข้างสูง ประมาณ 5.05 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร หากเราสามารถพัฒนาการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ที่ตกลงบนประเทศไทยเพียงร้อยละ 1 ของพื้นที่ประเทศ เราจะได้พลังงานเทียบเท่าน้ำมันดิบประมาณ 700 ล้านตันต่อปี³



รูปแสดงตัวอย่างแผงโซลาเซลล์และระบบการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์

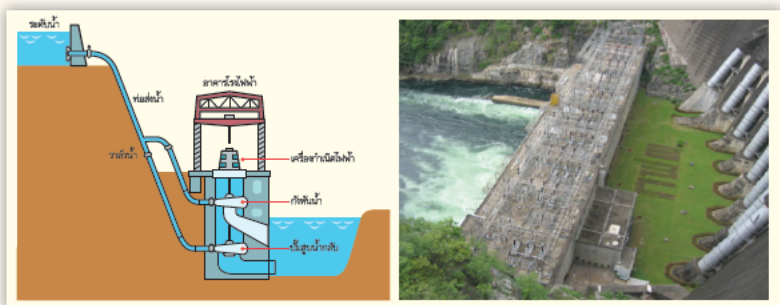
³ สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ และอนุรักษ์พลังงาน ศูนย์พลังงานแสงอาทิตย์ ผลิตน้ำร้อนระบบผสมผสาน กับความร้อนเหลือทิ้ง.

2. **พละมล** ลมเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ความกดดันของบรรยากาศและแรงจากการหมุนของโลก พลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลม สามารถแปรรูปเป็นพลังงานกลได้โดยอาศัยกังหันลมก่อนที่จะนำไปใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการสูบน้ำหรือการผลิตกระแสไฟฟ้า



กังหันลมผลิตไฟฟ้า อำเภอกำแพงแสน
จังหวัดนครปฐม

3. พลังงานน้ำ การไหลของน้ำปริมาณมากๆ จากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ทำให้สามารถขับเคลื่อนกังหันในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเกิดเป็นพลังงานไฟฟ้าขึ้น ซึ่งโครงการไฟฟ้าพลังน้ำมีการผลิตไฟฟ้าจากเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่และขนาดเล็ก รวมทั้งไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน



รูปแสดงระบบผลิตไฟฟ้าของเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำ

4. พลังงานชีวมวล ชีวมวล (Biomass) หมายถึง วัสดุหรือสารอินทรีย์ซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานได้ โดยรวมหมายถึงวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่างๆ เช่น ชังข้าวโพด ฟางข้าว แกลบ กากอ้อย ทะลายปาล์ม เศษไม้ มันสำปะหลัง มูลสัตว์ ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ของเสียจากชุมชน เป็นต้น

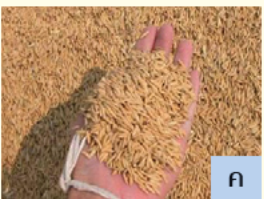




ก



ข



ค



ง



จ

- ก. ชั้วข้าวโพด
- ข. ฟางข้าว
- ค. แกลบ
- ง. เศษไม้
- จ. กากอ้อย



5. พลังงานจากขยะ ขยะมูลฝอยเป็นสิ่งของเหลือใช้จากการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ ปัจจุบันการกำจัดขยะเป็นปัญหาสำคัญของประเทศที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วนเนื่องจากส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนที่อยู่โดยรอบ

อย่างไรก็ตามขยะมูลฝอยจัดเป็นทรัพยากรที่มีมูลค่าในตัวเอง เนื่องจากนำมาผลิตเป็นพลังงานได้ การนำขยะมูลฝอยมาผลิตเป็นพลังงานเป็นแนวทางหนึ่งซึ่งสามารถนำมาใช้เพื่อจัดการปัญหาขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถช่วยลดปริมาณขยะ และได้พลังงานที่สะอาดในรูปของไฟฟ้าหรือความร้อน รวมทั้งช่วยแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในการลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งเท่ากับช่วยลดปัญหามลภาวะโลกร้อน



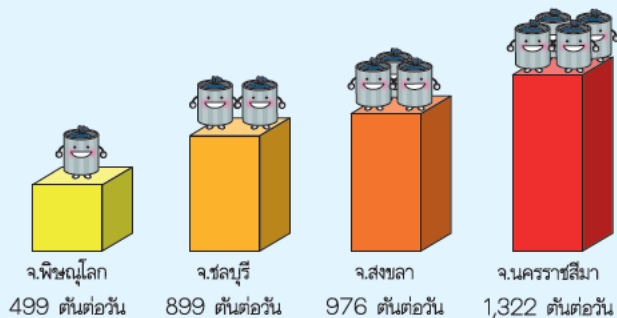


สถานการณ์ ขยะในปัจจุบัน

2

สถานการณ์ขยะของประเทศไทย

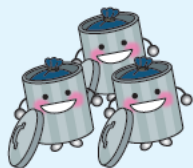
ในแต่ละปีมีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณ 15 ล้านตัน หรือวันละ 41,476 ตัน เฉพาะในกรุงเทพมหานครจังหวัดเดียวมีปริมาณขยะที่เก็บขนได้วันละ 8,900 ตัน ที่เหลืออีก 32,576 ตัน⁴ เป็นขยะที่เกิดขึ้นในจังหวัดอื่นๆ โดยเฉพาะจังหวัดใหญ่ๆ ในแต่ละภูมิภาคต่างก็ผลิตขยะในแต่ละวันออกมาในปริมาณที่สูง เช่น



⁴ข้อมูลสถานการณ์ขยะมูลฝอยปี 2552 ในเอกสารประกอบการบรรยาย ทิศทางใหม่ของการจัดการขยะมูลฝอย: ของเสียบู่พลังงาน โดย ดร.เชาวน์ นกอยู่ ผู้อำนวยการส่วนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ.

ปริมาณขยะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกวัน แต่ขยะที่จัดเก็บได้และนำไปกำจัดขยะอย่างถูกสุขลักษณะมีเพียงร้อยละ 70-80 เท่านั้น ดังนั้นขยะที่เหลือจึงตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมและก่อให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อมเป็นอย่างมาก รวมถึงมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ทั้งโดยตรงและทางอ้อมหลายประการ ได้แก่

1. เป็นแหล่งอาหารและแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงนำโรค เช่น แมลงวัน แมลงสาบ ยุง ฯลฯ และเป็นที่ซุกซ่อนของหนูและสัตว์อื่นๆ
2. ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นและก่อให้เกิดความรำคาญ
3. ขยะมูลฝอยที่ทิ้งเกลื่อนกลาดทำให้พื้นที่บริเวณนั้นสกปรก นอกจากนี้ขยะมูลฝอยที่ตกอยู่หรือถูกทิ้งลงในคูคลอง หรือทางระบายน้ำ จะไปสกัดกั้นการไหลของน้ำ ทำให้แหล่งน้ำสกปรกและเกิดการเน่าเสีย
4. น้ำเสียที่เกิดจากกองขยะมูลฝอยที่กองทิ้งไว้ เป็นน้ำเสียที่มีความสกปรกสูงมาก ซึ่งมีทั้งเชื้อโรคและสารพิษต่างๆ เจือปนอยู่ เมื่อไหลลงสู่แหล่งน้ำก็จะทำให้คุณภาพน้ำเสียไป เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ น้ำและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในแหล่งน้ำ ส่งผลต่อระบบนิเวศของน้ำ
5. ขยะมูลฝอยที่กองทิ้งโดยไม่มีการปกปิดอย่างมิดชิดจะส่งกลิ่นเหม็น เศษชิ้นส่วนของขยะมูลฝอยนั้นจะสามารถปลิวไปในอากาศ ทำให้เกิดความสกปรกแก่บรรยากาศ ซึ่งมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ นอกจากนี้ขยะมูลฝอยที่กองทิ้งไว้นานๆ จะมีก๊าซที่เกิดจากการหมักขึ้น ได้แก่ ก๊าซชีวภาพซึ่งติดไฟหรือเกิดระเบิดขึ้นได้ และก๊าซไข่เน่า (ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์) ซึ่งมีกลิ่นเหม็น



ปัญหาขยะ: มีสาเหตุเกิดจากน้ำมือมนุษย์ทั้งสิ้น โดยเฉพาะการขาดจิตสำนึก และมีความมั่งง่ายในการทิ้งขยะโดยไม่คำนึงถึงผลเสียที่จะเกิดขึ้น การผลิตและใช้สิ่งของ มากเกินความจำเป็น

การจัดการขยะในปัจจุบัน วิธีการกำจัดขยะที่นิยมใช้ทั่วไปมีอยู่หลายวิธี เช่น

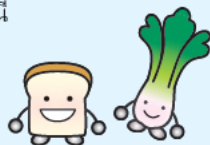
(1) วิธีเทกองบนพื้น/ฝังในหลุม/การเผากลางแจ้ง

(2) การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล หมายถึง การนำมูลฝอยที่รวบรวมได้มา เทกองในพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ จากนั้นใช้เครื่องจักรกลเกลี่ยและบดอัดให้ยุบตัวลงและมีเนื้อของมูลฝอยที่แน่น ทำการบดอัด แล้วนำดินมากลบปิดหน้ากองมูลฝอย เพื่อป้องกันด้านกลิ่นรบกวน แมลงวัน สัตว์พาหะนำโรคต่างๆ โดยจะฝังกลบเป็นชั้นๆ เมื่อขยะเต็มหลุม หรือพื้นที่ที่เตรียมไว้ ก็จะมีการกลบด้วยดินอีกครั้ง พร้อมทั้งปรับพื้นที่ให้สวยงาม

(3) การเผาในเตาเผาขยะ เป็นวิธีที่สามารถทำลายขยะมูลฝอยได้เกือบทุกชนิด นอกจากนั้นส่วนที่เหลือจากการเผาไหม้ เช่น ขี้เถ้า สามารถนำไปใช้ถมที่ดินหรือใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้

(4) การทำปุ๋ยหมัก คือ นำขยะมูลฝอยที่ส่วนมากเน่าเปื่อยได้มาหมัก เพื่อให้เกิดการย่อยสลายตัว ขยะมูลฝอยที่ผ่านการหมักแล้ว จะถูกนำไปฝังประมาณ 40-60 วัน เพื่อให้การย่อยสลายเป็นไปโดยสมบูรณ์ จากนั้นจะถูกนำไปร่อนแยกเพื่อเอาส่วนที่จะใช้เป็นปุ๋ยต่อไป

(5) การกำจัดขยะด้วยวิธีการอื่นๆ เช่น การนำเศษอาหารไปเลี้ยงสุกร การนำกลับมาใช้ใหม่ นอกจากการกำจัดขยะด้วยวิธีการที่กล่าวมาแล้ว การนำขยะไป **แปรรูปเป็นพลังงาน** ก็เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ได้รับความนิยมอยู่ในขณะนี้



3

พลังงานทดแทนจากขยะ



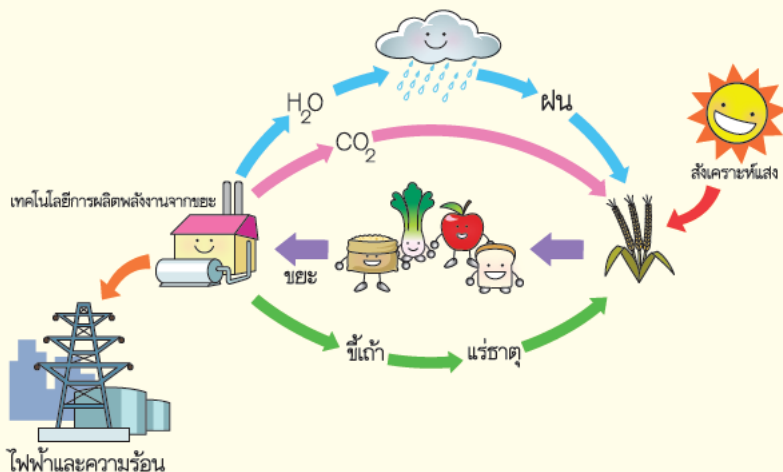
ทิศทางใหม่ของการผลิตพลังงานเพื่อคุ้มครองโลก

ปัญหาขยะมูลฝอย มีผลกระทบอย่างมากต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ ดังนั้น การนำขยะมาผลิตพลังงานจึงเป็นการเพิ่มทางเลือกของการใช้พลังงานทดแทน และเป็นวิธีการจัดการที่มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์กลับคืนมาสู่ชุมชนและประเทศ



ขยะ = พลังงานสะอาด

ขยะที่ถูกทิ้งออกมาจากแหล่งกำเนิดยังคงมีพลังงานที่สะสมอยู่ภายใน ซึ่งเมื่อนำมาผ่านกรรมวิธีจะได้พลังงานสะอาดที่อยู่ในรูปพลังงานหมุนเวียน



เรนำขยะมากำเป็นพลังงานได้อย่างไร

ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นสามารถนำมาผลิตพลังงานได้เกือบทั้งหมด แต่ใช้วิธีการและเทคโนโลยีไม่เหมือนกัน เพราะขยะมูลฝอยแต่ละชนิดมีความแตกต่างของสภาพคุณสมบัติและลักษณะ จึงต้องคำนึงถึงความหลากหลายของขยะที่เกิดขึ้น สภาพภูมิประเทศ สภาพคุณสมบัติและลักษณะของขยะในประเทศไทย ดังนั้น เราควรมารู้จักกับธรรมชาติของ “ขยะมูลฝอย” ของบ้านเราให้มากที่สุด ดังนี้

ความหมายและประเภทขยะมูลฝอย

ตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2550 ระบุว่า มูลฝอย หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า เศษวัตถุ ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ ขากสัตว์ หรือสิ่งใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด หรือที่อื่น และหมายความรวมถึงมูลฝอยติดเชื้อ มูลฝอยที่เป็นพิษหรืออันตรายจากชุมชน

นอกจากนี้ขยะมูลฝอยอาจแบ่งออกได้ตามลักษณะส่วนประกอบของขยะมูลฝอยได้เป็น 10 ประเภท ได้แก่

1. **ผักผลไม้ และเศษอาหาร** ได้แก่ เศษผักเศษผลไม้ เศษอาหารที่เหลือจากการปรุงอาหาร และเหลือจากการบริโภค เช่น ข้าวสุก เปลือกผลไม้ เนื้อสัตว์ ฯลฯ
2. **กระดาษ** ได้แก่ วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเยื่อกระดาษ เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ ใบปลิว ถุงกระดาษ กล่องกระดาษ ฯลฯ
3. **พลาสติก** ได้แก่ วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติก เช่น ถุงพลาสติก ภาชนะพลาสติกของเล่นเด็ก ผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ฯลฯ
4. **ผ้า** ได้แก่ สิ่งทอต่างๆ ที่ทำมาจากเส้นใยธรรมชาติและใยสังเคราะห์ เช่น ผ้ายลินิน ขนสัตว์ ผ้าไนลอน เศษผ้า ผ้าเช็ดมือ ถุงเท้า ผ้าเช็ดตัว ฯลฯ
5. **แก้ว** ได้แก่ วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแก้ว เช่น เศษกระจก ขวด หลอดไฟ เครื่องแก้ว ฯลฯ
6. **ไม้** ได้แก่ วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากไม้ ไม้ไผ่ เศษไม้ เช่น กล่องไม้ เก้าอี้ โต๊ะ เฟอร์นิเจอร์ เครื่องเรือน ฯลฯ
7. **โลหะ** ได้แก่ วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ทำจากโลหะ เช่น กระป๋อง ตะปู ลวด ภาชนะที่ทำจากโลหะต่างๆ ฯลฯ
8. **หิน กระเบื้อง กระดุก และเปลือกหอย** ได้แก่ เศษหิน เศษกระดุกสัตว์ เช่น ก้างปลา เครื่องปั้นดินเผา เปลือกหอย กุ้ง ปู เครื่องเคลือบ ฯลฯ
9. **ยางและหนัง** ได้แก่ วัสดุและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยางและหนัง เช่น รองเท้า กระเป๋า ลูกบอล ฯลฯ
10. **วัสดุอื่นๆ** ได้แก่ วัสดุที่ไม่สามารถจัดเข้ากลุ่มต่างๆ ข้างต้น

จากองค์ประกอบของขยะมูลฝอยทั่ว 10 ประเภท สามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ คือ

1. **ขยะอินทรีย์ หรือมูลฝอยย่อยสลายได้** คือขยะเน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว สามารถ นำมาหมักผลิตก๊าซชีวภาพหรือทำปุ๋ยได้ เช่น เศษอาหาร เศษใบไม้ เศษหญ้า
2. **ขยะรีไซเคิล หรือมูลฝอยที่ยังใช้ได้** คือของเสียจากบรรจุภัณฑ์หรือวัสดุเหลือใช้ ที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ เช่น แก้ว กระดาษ โลหะ อะลูมิเนียม พลาสติก และยาง
3. **ขยะอันตราย หรือมูลฝอยอันตรายจากชุมชน** คือขยะที่มีองค์ประกอบหรือ ปนเปื้อนวัตถุอันตรายชนิดต่างๆ ได้แก่ วัตถุระเบิด วัตถุไวไฟ วัตถุออกซิไดซ์ วัตถุมีพิษ วัตถุที่ทำให้เกิดโรค วัตถุกัมมันตรังสี วัตถุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุกัดกร่อน วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง รวมถึงวัตถุ หรือเคมีภัณฑ์ที่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สิน หรือ สิ่งแวดล้อม เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ ภาชนะ บรรจุสารกำจัดศัตรูพืช กระป๋องสเปรย์บรรจุสีหรือสารเคมี ฯลฯ
4. **ขยะอื่นๆ** นอกเหนือจาก 3 กลุ่มข้างต้น เช่น เศษหิน ดิน ทราช ฯลฯ



เทคโนโลยีวิธีการผลิตพลังงานทดแทนจากขยะมูลฝอย

ปัจจุบัน เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการขยะเพื่อเปลี่ยนสภาพเป็นพลังงานทดแทน มีดังนี้

1. การเผาขยะในระบบเตาเผา (Incineration)

เป็นเทคโนโลยีการเผาขยะในเตาเผาที่ออกแบบเฉพาะสำหรับการเผาขยะมูลฝอย เพื่อควบคุมปฏิกิริยาการเผาไหม้ที่ให้ความร้อนและอุณหภูมิสูงเพื่อทำลายมวลและปริมาตรของขยะมูลฝอย ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้จะต้องได้รับการกำจัดเข้ามาและก๊าซพิษต่างๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ส่วนขี้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้สามารถนำไปฝังกลบหรือใช้เป็นวัสดุสำหรับการก่อสร้างถนน พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ สามารถใช้ในการผลิตไอน้ำและผลิตกระแสไฟฟ้า



โรงเผาขยะมูลฝอย
จังหวัดภูเก็ต



2. เทคโนโลยีผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะ

เป็นเทคโนโลยีที่กำจัดขยะมูลฝอยโดยออกแบบเตาเผาให้มีการเผาในสภาพที่อากาศหรือออกซิเจนน้อย ภายใต้อุณหภูมิสูงประมาณ 1,200-1,400 องศาเซลเซียส ผลที่เกิดขึ้น คือจะเกิดปฏิกิริยากลับสลายทางเคมีของขยะได้ก๊าซเชื้อเพลิงซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นก๊าซคาร์บอน-มอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรเจน (H_2) และมีเทน (CH_4) ก๊าซเชื้อเพลิงสามารถใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า หรือให้พลังงานความร้อนสำหรับใช้ประโยชน์อื่นได้อีก



เครื่องผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะชุมชน

3. เทคโนโลยีการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก (Pyrolysis oil)

เป็นเทคโนโลยีที่เปลี่ยนขยะที่เป็นสารอินทรีย์ (Hydrocarbon) เช่น พลาสติกหรือยางให้เป็นน้ำมันโดยวิธีการเผาแบบไพโรไลซิสซึ่งเป็นการให้ความร้อนกับขยะในสถานะที่ไม่มีอากาศหรือออกซิเจน มีการควบคุมอุณหภูมิและความดันและใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้เกิดการสลายโครงสร้างของพลาสติก และจะได้เชื้อเพลิงเหลว น้ำมันไพโรไลซิสที่ยังไม่ผ่านกระบวนการกลั่นแยกมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันเตาจึงสามารถนำไปใช้ทดแทนน้ำมันเตาในโรงงานอุตสาหกรรมได้ แต่ถ้าผ่านกระบวนการกลั่นจะได้ น้ำมันดีเซล เบนซิน และน้ำมันเตา



ขยะพลาสติก



เตาเผาแบบไพโรไลซิส



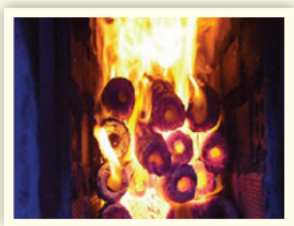
ลักษณะน้ำมันที่ได้จาก
กระบวนการไพโรไลซิส



น้ำมันที่ได้จากกระบวนการกลั่นแล้ว

4. เทคโนโลยีเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel: RDF)

เป็นเทคโนโลยีในการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของขยะเพื่อให้มีคุณสมบัติในด้านค่าความร้อน ความชื้น และขนาด เหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง โดยขยะที่จะนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงจะต้องมีการคัดแยกเพื่อเอาขยะที่เผาไหม้ไม่ได้และขยะอันตรายออกไปก่อน แล้วทำการสับย่อยขยะออกเป็นชิ้นเล็กและทำให้แห้ง หลังจากนั้นอาจนำไปอัดแท่ง หรืออัดเป็นก้อนเพื่อให้สะดวกในการใช้งานและขนส่ง



แท่งเชื้อเพลิงขยะ

5. ระบบหมักไร้อากาศ (Anaerobic Digestion)

เป็นการกำจัดขยะประเภทสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ อาทิ เศษอาหาร ผัก ผลไม้ เศษใบไม้ โดยนำไปหมักในบ่อหมักขยะหรือถังหมักขยะที่เป็นระบบปิด ขยะอินทรีย์



ถังหมักก๊าซชีวภาพ ระบบหมักไร้อากาศ

จะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์แบบไร้ออกซิเจนและเกิดก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) นำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มและใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ส่วนที่เหลือจากการย่อยสลาย เรายังนำไปใช้เป็นปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดินได้ต่อไป



ถังหมักไร้อากาศ
ของเทศบาลนครระยอง



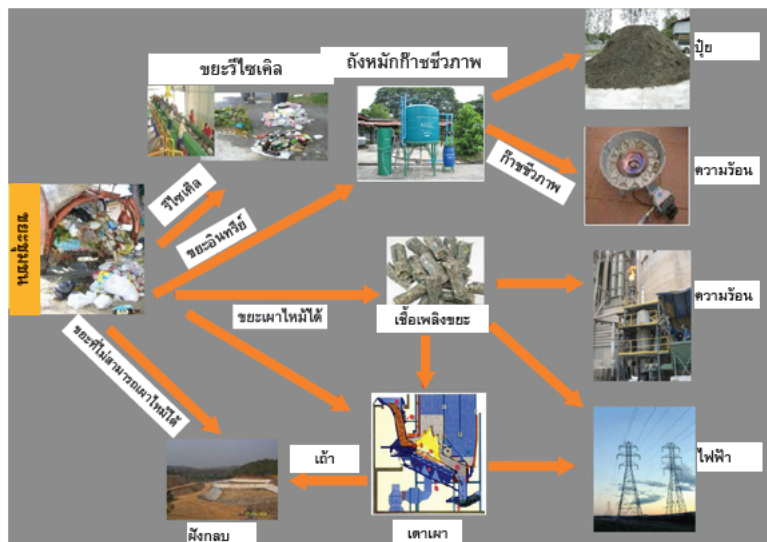
6. ระบบฝังกลบ เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ (Landfill gas to Energy)

เป็นระบบที่พัฒนาและปรับปรุงมาจากการกลบฝังขยะที่ถูกหลักสุขาภิบาล ขยะที่ถูกนำมาฝังกลบจะเกิดการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ ก่อให้เกิดก๊าซชีวภาพ ซึ่งหากปล่อยไปตามสภาพธรรมชาติ ก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะกระจายสู่ชั้นบรรยากาศและเป็นตัวการทำให้เกิดสภาพเรือนกระจก (Green House Effect) และภาวะโลกร้อน เทคโนโลยีของระบบนี้ คือ การกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้นจากการฝังกลบขยะโดยติดตั้งท่อรวบรวมก๊าซ และนำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงถยนต์ได้



รูปแสดงการวางท่อรวมก๊าซชีวภาพและระบบฝังกลบเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ

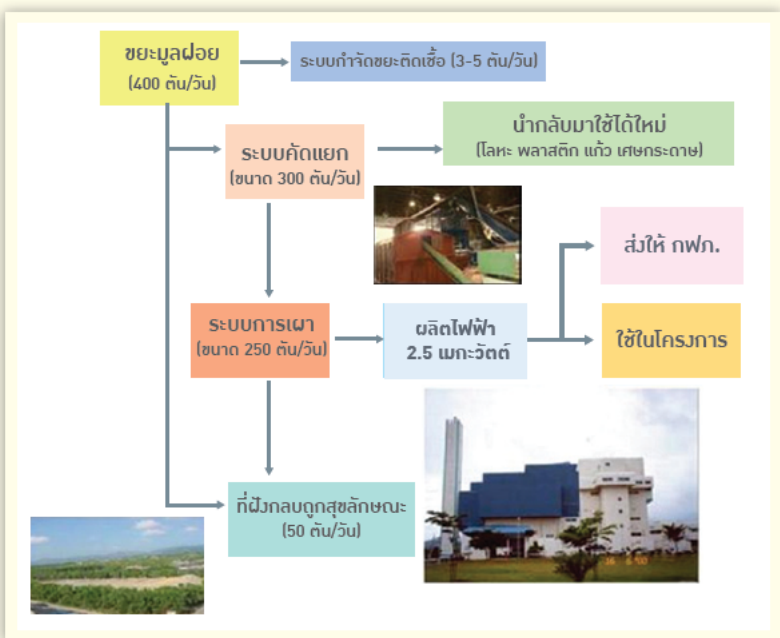
แผนภาพ แสดงแนวทางจัดการขยะที่เหมาะสมกับประเทศไทย



ตัวอย่างโครงการผลิตพลังงานจากขยะในประเทศไทย

เทคโนโลยีเตาเผาขยะ

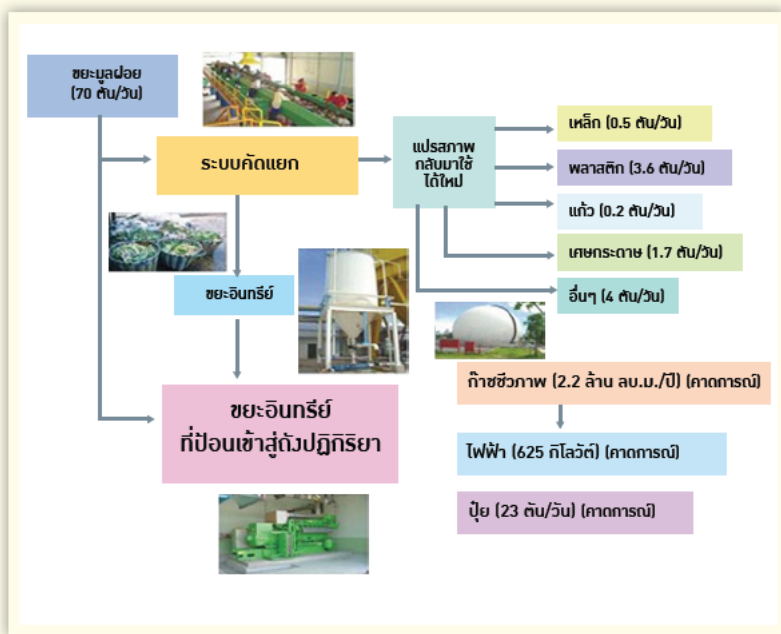
โรงเตาเผาขยะเทศบาลนครภูเก็ต มีขีดความสามารถเผาทำลายขยะได้ 250 ตันต่อวัน สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 2.5 เมกะวัตต์ โดยไฟฟ้าที่ผลิตได้ถูกนำไปใช้ในระบบของโรงเผาและใช้กับโรงบำบัดน้ำเสีย กระแสไฟฟ้าที่เหลือขายให้แก่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค



ตัวอย่างเทคโนโลยีการเผาขยะผลิตไฟฟ้า

เทคโนโลยีการหมักไร้อากาศ

โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงาน เทศบาลนครระยอง ใช้ระบบการหมักให้ขยะมูลฝอยย่อยสลายแบบไร้อากาศ มีกำลังการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ 625 กิโลวัตต์ รวมถึงติดตั้งระบบรีดน้ำจากกากตะกอนที่เป็นของเหลือซึ่งนำไปอบแห้งเป็นปุ๋ยอินทรีย์ และมีระบบบำบัดน้ำเสีย



ตัวอย่างเทคโนโลยีการหมักแบบไร้อากาศ

เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ

- โรงไฟฟ้าจากหลุมฝังกลบขยะ
ราชาเทวะ จังหวัดสมุทรปราการ
กำลังการผลิต 1 เมกะวัตต์
- โรงไฟฟ้าหลุมฝังกลบขยะ
กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
กำลังผลิตไฟฟ้ารวม
4.23 เมกะวัตต์
- โรงไฟฟ้าจากหลุมฝังกลบขยะ
อำเภอพนมสารคาม
จังหวัดฉะเชิงเทรา
กำลังการผลิต 1 เมกะวัตต์



อุปกรณ์ระบบดูดและปรับปรุงก๊าซขยะ
หลุมฝังกลบราชาเทวะ จังหวัดสมุทรปราการ

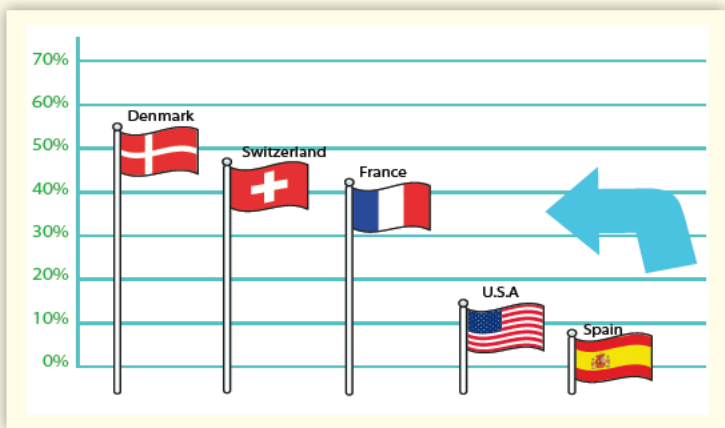
เทคโนโลยีการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน

ปัจจุบันมีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหลายแห่งที่ได้ใช้เทคโนโลยีการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน เช่น เทศบาลนครระยอง เทศบาลเมืองวารินชำราบ โดยระบบการแปรรูปขยะเป็นน้ำมันมีดังนี้



การเปลี่ยนขยะและของเสียเป็นพลังงานทดแทน: แนวโน้มใหม่ของโลกในอนาคต

แนวโน้มของโลกในอนาคต หลายๆ ประเทศมีการสร้างโรงงานเปลี่ยนของเสียเป็นพลังงานเพื่อต้องการใช้ประโยชน์พลังงานจากขยะมูลฝอย โดยมีโรงงานเปลี่ยนของเสียเป็นพลังงานมากกว่า 600 แห่ง⁵ ใน 35 ประเทศ เช่น ประเทศเดนมาร์กมีการเผาเพื่อเปลี่ยนของเสียเป็นพลังงานถึงร้อยละ 54 ในขณะที่สหรัฐฯ มีการเผาขยะเพื่อเปลี่ยนของเสียเป็นพลังงาน ร้อยละ 14



รูปแสดงสัดส่วนการเปลี่ยนของเสียเป็นพลังงานของประเทศต่างๆ ที่มีปริมาณการเปลี่ยนของเสียเป็นพลังงาน 5 อันดับแรกของโลก

⁵ ข้อมูลจาก เอกสารประกอบการบรรยาย ทิศทางใหม่ของการจัดการขยะมูลฝอย: ของเสียสู่พลังงาน โดย ดร.เชวรินทร์ นกอยู่ ผู้อำนวยการส่วนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ.

แนวโน้มการพัฒนาพลังงานทดแทนจากขยะในประเทศไทย

ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการผลิตพลังงานทดแทนจากขยะอย่างมาก เพราะนอกจากจะได้พลังงานที่สะอาดมาพัฒนาประเทศแล้ว ยังเป็นการแก้ไขปัญหาขยะที่มีอยู่กว่าวันละ 4 หมื่นตันและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกวัน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน วางเป้าหมายการผลิตพลังงานทดแทนจากขยะไว้ที่ 160 เมกะวัตต์ ภายในปี 2565

จากข้อมูลการผลิตในปี 2553 มีกำลังการผลิตไฟฟ้าจากขยะแล้วประมาณ 13 เมกะวัตต์ จากปริมาณขยะของทั้งประเทศสามารถที่จะนำมาผลิตไฟฟ้าให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้อย่างแน่นอน โดยทั้งนี้ต้องอาศัยการจัดการปัญหาขยะอย่างครบวงจร มีหน่วยงานที่รับผิดชอบและคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับขยะแต่ละแห่ง หากเป็นเช่นนั้นคงไม่ไกลเกินฝันที่ประเทศไทยจะเป็นเมืองแห่งพลังงานทดแทนที่สามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน

แนวทางการส่งเสริมการเปลี่ยนขยะเป็นพลังงานโดยการมีส่วนร่วมของประชาชน

เทคนิคที่จะทำให้การผลิตพลังงานจากขยะได้ประสิทธิภาพและคุ้มค่าสูงสุด ก็คือการคัดแยกขยะออกเป็นประเภทต่างๆ ทั้งที่เป็นขยะที่ย่อยสลายได้ ขยะเศษอาหาร ขยะรีไซเคิล ขยะพลาสติก และอื่นๆ การคัดแยกที่มีประสิทธิภาพต้องเป็นการคัดแยกที่ต้นทาง คือ เริ่มคัดแยกตั้งแต่ครัวเรือนของตนเองก่อนที่จะทิ้งขยะลงสู่ถัง เพราะจะทำให้การจัดการในลำดับถัดๆ ไปมีประสิทธิภาพมากขึ้น

อย่างไรก็ตามแม้เราจะนำขยะไปผลิตพลังงานได้ แต่ปัญหาขยะก็ยังไม่หมดไปเสียทั้งหมด การจัดการปัญหาขยะต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกคน ไม่เช่นนั้น ต่อให้มีเทคโนโลยีที่ดีเลิศปานใดก็ไม่สามารถจัดการกับขยะได้ซึ่งเราสามารถช่วยกันได้ด้วยหลัก 3R เพื่อเป็นการลดปริมาณขยะจากชุมชนได้ดังนี้



Reduce ลดของที่จะทิ้งให้น้อยลง เพื่อลดปริมาณขยะ



Reuse ปิดอายุการใช้งานหรือใช้ประโยชน์ให้มากขึ้นโดยการใช้ซ้ำ



Recycle คัดแยกขยะที่สามารถนำกลับไปแปรรูปผลิตใหม่ เพื่อกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีก

แนวทางการคัดแยกขยะเหล่านี้หากได้รับความร่วมมือจากทุกคน ขยะ...ซึ่งเป็นปัญหาสำหรับสังคมและสิ่งแวดล้อมมาโดยตลอด ก็จะถูกเปลี่ยนให้เป็นแหล่งพลังงานทางเลือกใหม่สำหรับชุมชนและประเทศไทยได้อย่างยั่งยืน

4

บทสรุป

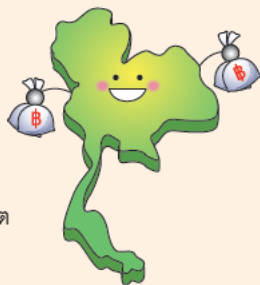


ประโยชน์ของการเปลี่ยนขยะเป็นพลังงาน

การจัดการขยะเพื่อผลิตเป็นพลังงานนั้นเกิดประโยชน์หลายด้าน ไม่ว่าจะเป็น ด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม สรุปดังนี้

ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ

- ลดการพึ่งพานำเข้าพลังงาน
- ลดการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล
- ลดการใช้ปุ๋ยเคมี
- มีรายได้จากการขายไฟฟ้าและคาร์บอนเครดิต



ประโยชน์ด้านสังคม

- ลดจำนวนผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ
- เพิ่มคุณภาพชีวิตให้แก่ชุมชนและสังคม
- ส่งเสริมการพัฒนาผลงานอย่างยั่งยืน
- เพิ่มการจ้างงาน



ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม

- คุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยรวมของประเทศดีขึ้น
- กำจัดของเสียอย่างถูกสุขลักษณะและยั่งยืน
- ลดปัญหาโลกร้อนจากการปล่อย CH_4 สู่บรรยากาศ
- ลดปัญหาสิ่งแวดล้อมข้างเคียง
- ลดปัญหาน้ำชะขยะสู่ใต้ดิน







กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

สำนักวิจัย ศูนย์วิจัยพลังงาน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

17 เจริญพรเกษัตตวิสัย ถนนพระรามที่ 1
เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์ 0 2223 0021-9 ต่อ 1205, 1213,
1408, 1445 โทรสาร 0 2223 8705