

## การคำนวณค่าพลังงานความร้อนจากการเผาขยะ

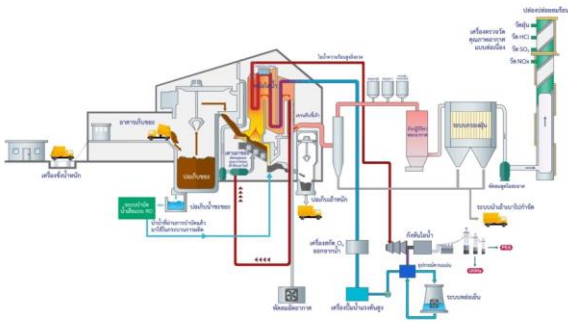
ยุทธนา ตันวงศ์वाल  
ส่วนควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบัน ขยะมูลฝอยเป็นปัญหาสำคัญที่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องต้องดำเนินการจัดการและแก้ไขโดยเร่งด่วน เนื่องจากเป็นสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนค่อนข้างมาก ซึ่งวิธีการกำจัดขยะที่ใช้ในบ้านเราเป็นหลักได้แก่การฝังกลบ ซึ่งมีข้อเสียหลายประการ ได้แก่ การใช้พื้นที่มาก ต้องใช้วัสดุกลบเป็นประจำเพื่อลดปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นและแมลง ปัญหาเรื่องน้ำเสียและก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น รวมถึงเป็นการใช้ทรัพยากรที่ไม่คุ้มค่า ดังนั้นวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยที่มีแนวโน้มจะมีการใช้มากขึ้นในอนาคตได้แก่การนำขยะมาเผาเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงหมุนเวียนพลังงานกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในรูปแบบพลังงานความร้อนหรือพลังงานไฟฟ้า และช่วยลดพื้นที่ที่ใช้ฝังกลบเนื่องจากต้องการใช้พื้นที่เพียงเล็กน้อยในการฝังกลบเฉพาะส่วนที่เหลือจากการเผา



อย่างไรก็ตาม เนื่องจากองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในประเทศไทยมีความแตกต่างกันไปตามภูมิภาคและฤดูกาล ทำให้ความสามารถในการเผาไหม้แตกต่างกันไป การคำนวณค่าพลังงานความร้อนจากการเผาขยะเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการพิจารณาความเหมาะสมว่าการกำจัดขยะด้วยการเผาเป็นวิธีที่เหมาะสมหรือไม่ ซึ่งในบทความนี้จะแสดงให้เห็นวิธีการคำนวณค่าพลังงานความร้อนอย่างง่าย

### คำนิยาม



**ค่าความร้อนขั้นสูง (Higher Heating Value: HHV)** หมายถึงการนำชีวมวลหนัก 1 กิโลกรัม มากำจัดน้ำออกให้หมด จากนั้นนำมาหาค่าความร้อน ค่าที่วัดได้คือค่าความร้อนขั้นสูงต่อกิโลกรัม ค่า HHV ของขยะมูลฝอยสามารถหาได้จากการคำนวณจากองค์ประกอบของธาตุหลัก ซึ่งได้แก่ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ออกซิเจน (O) ไนโตรเจน (N) กำมะถัน (S) และเถ้า โดยคำนวณได้จากสมการ

$$\text{HHV} = 80.60 \cdot C + 339.10 \cdot (H - O/8.00) + 5.56 \cdot N + 22.20 \cdot S \quad \text{Kcal/kg}$$

เมื่อ C, H, O, S, N เป็น % โดยน้ำหนักแห้ง ดูรายละเอียดได้จากตารางที่ 1

**ค่าความร้อนขั้นต่ำ (Lower Heating Value: LHV)** หมายถึงการนำชีวมวลในสภาพปกติ (ที่มีความชื้น) หนัก 1 กิโลกรัม มาหาค่าความร้อน ค่าที่วัดได้คือค่าความร้อนขั้นต่ำต่อกิโลกรัม หรือสามารถคำนวณค่า LHV ได้จากสมการ

$$\text{LHV} = \text{HHV} - 5.72 \cdot (9.00 \cdot H + M) \quad \text{Kcal/kg}$$

เมื่อ H = % ของธาตุไฮโดรเจนในชีวมวล และ M = % ของความชื้นในชีวมวล

## เกณฑ์การพิจารณา

ขยะมูลฝอยที่เหมาะสมสำหรับกำจัดด้วยการเผา หรือนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง ควรมีค่าความร้อนขั้นต่ำ (Lower Heating Value: LHV) เฉลี่ยประมาณ 1,670 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (Kcal/kg) และต้องไม่ต่ำกว่า 1,440 Kcal/kg ในทุกฤดูกาล

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของขยะมูลฝอยชุมชนโดยเฉลี่ย

องค์ประกอบขยะมูลฝอย	สัดส่วนโดยน้ำหนักแห้ง (%)						
	C	H	O	N	S	Ash	Total
1. เศษอาหาร ขยะอินทรีย์	48.0	6.4	32.6	2.6	0.4	10.0	100
2. กระดาษ	43.5	6.0	44.0	0.3	0.2	6.0	100
3. กระดาษลัง กล่องกระดาษ	44.0	5.9	44.6	0.3	0.2	5.0	100
4. พลาสติกประเภทต่างๆ	60.0	7.2	22.8	-	-	10.0	100
5. ผ้า เศษผ้า	55.0	6.6	31.2	4.6	0.1	2.5	100
6. ยาง	78.0	10.0	-	2.0	-	10.0	100
7. หนัง	60.0	8.0	11.6	10.0	0.4	10.0	100
8. เศษหญ้า ใบไม้	47.8	6.0	38.0	3.4	0.3	4.5	100
9. เศษไม้	49.5	6.0	42.7	0.2	0.1	1.5	100
10. แก้ว	0.5	0.1	0.4	0.1	-	98.9	100
11. โลหะ	4.8	0.6	4.5	0.1	-	90.0	100
12. ขยะอันตราย	26.3	3.0	2.0	0.5	0.2	68.0	100
13. อื่นๆ	26.3	3.0	2.0	0.5	0.2	68.0	100

## ตัวอย่างการคำนวณ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของขยะมูลฝอยจากเทศบาล A มีองค์ประกอบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ดังนี้ เศษอาหาร 40% กระดาษ 9% พลาสติก 25% แก้ว 11% โลหะ 3% ผ้า 8% ไม้/ใบไม้ 1% มูลฝอยอันตราย 2% อื่นๆ 1% และขยะโดยรวมมีความชื้น 50% นำมาประกอบกับข้อมูลจากตารางที่ 1 ผลการคำนวณจะได้ว่า

$$\text{เศษอาหารมี \% ธาตุคาร์บอน} = 40/2 * 48.0/100 = 9.60 \%$$

$$\text{เศษอาหารมี \% ธาตุไฮโดรเจน} = 40/2 * 6.4/100 = 1.28 \%$$

$$\text{เศษอาหารมี \% ธาตุออกซิเจน} = 40/2 * 32.6/100 = 6.52 \%$$

$$\text{เศษอาหารมี \% ธาตุไนโตรเจน} = 40/2 * 2.6/100 = 0.52 \%$$

$$\text{เศษอาหารมี \% ธาตุซัลเฟอร์} = 40/2 * 0.4/100 = 0.08 \%$$

$$\text{เศษอาหารมี \% ชี้อินทรีย์} = 40/2 * 10.0/100 = 2.00 \%$$

$$\begin{aligned} \text{เศษอาหารมีค่า HHV} &= 80.60 * 9.6 + 339.10 * (1.28 - 6.52/8.00) + 5.56 * 0.52 + 22.20 * 0.08 \\ &= 936 \text{ Kcal/kg} \end{aligned}$$

ซึ่งผลการคำนวณองค์ประกอบทั้งหมด และค่า HHV ของขยะมูลฝอยจากเทศบาล A จะได้ค่าดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการคำนวณองค์ประกอบทางเคมี และค่า HHV ของขยะมูลฝอยชุมชนจากเทศบาล A

องค์ประกอบขยะมูลฝอย	สัดส่วนโดยน้ำหนักแห้ง (%)						HHV
	C	H	O	N	S	Ash	
1. เศษอาหาร ขยะอินทรีย์	9.60	1.28	6.52	0.52	0.08	2.00	936
2. กระดาษ	1.96	0.27	1.98	0.01	0.01	0.27	166
3. พลาสติกประเภทต่างๆ	7.50	0.90	2.85	0.00	0.00	1.25	789
4. แก้ว	0.03	0.01	0.02	0.01	0.00	5.44	3
5. โลหะ	0.07	0.01	0.07	0.00	0.00	1.35	6
6. ผ้า เศษผ้า	2.20	0.26	1.25	0.18	0.00	0.10	215
7. เศษหญ้า ใบไม้	0.24	0.03	0.19	0.02	0.00	0.02	22
8. ขยะอันตราย	0.26	0.03	0.02	0.01	0.00	0.68	31
9. อื่นๆ	0.13	0.02	0.01	0.00	0.00	0.34	15
รวม	21.99	2.80	12.91	0.75	0.10	11.45	2,182

ซึ่งค่า LHV สามารถคำนวณได้ตามสมการ

$$LHV = 2,182 - 5.72 \cdot (9.00 \cdot 2.80 + 50.00) = 1,752 \text{ Kcal/kg}$$

ผลจากการคำนวณ พบว่าค่าความร้อนขั้นต่ำ (LHV) ของขยะมูลฝอยชุมชนจากเทศบาล A มีค่าเท่ากับ 1,752 Kcal/kg ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าความร้อนขั้นต่ำเฉลี่ยที่สามารถนำไปกำจัดด้วยวิธีการเผาได้ (1,670 Kcal/kg) ดังนั้น ขยะมูลฝอยของเทศบาล A จึงมีความเหมาะสมในการกำจัดด้วยวิธีการเผา

=====

### เอกสารอ้างอิง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตพลังงานจากขยะ โครงการศึกษาและจัดทำข้อมูลการลงทุนด้านพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน พุทธศักราช 2558

World Bank Technical Guidance Report, Municipal Solid Waste Incineration, World Bank, 2000