

การลดก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบไม่พลิกกลับกองจากเศษใบไม้  
ในป่าชุมชนพื้นที่อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่  
Greenhouse Gas Emissions Reduction from No-Turn Leaf Composting  
in Community Forests of Wiang Haeng District, Chiang Mai Province

แสนวสันต์ ยอดคำ<sup>1\*</sup> ชนวัฒน์ นิตัตน์วิจิตร<sup>2</sup> นเรศ ใหญ่วงศ์<sup>3</sup> นนท์ นาคะเสถียร<sup>4</sup> พงษ์พนัส คะชนะนา<sup>4</sup>  
และ ศิริลักษณ์ บ่อสร้าง<sup>4</sup>

Sanwasan Yodkhum<sup>1\*</sup> Chanawat Nitatwichit<sup>2</sup> Narat Yaiwong<sup>3</sup> Non Nakasathian<sup>4</sup> Pongpanat Kachana<sup>4</sup>  
and Sirilak Borsang<sup>4</sup>

<sup>1</sup> หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

<sup>2</sup> หลักสูตรวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

<sup>3</sup> สาขาวิศวกรรมพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เชียงราย 57100

<sup>4</sup> ฝ่ายพัฒนาความยั่งยืนภาครัฐและกิจการสัมพันธ์ เครือเจริญโภคภัณฑ์ กรุงเทพฯ 10310

<sup>1</sup> Agricultural Engineering, Faculty of Engineering and Agro-industry, Maejo University, Chiang Mai, 50290

<sup>2</sup> Food Engineering, Faculty of Engineering and Agro-industry, Maejo University, Chiang Mai, 50290

<sup>3</sup> Energy Engineering, Faculty of Industrial Technology, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, 57100

<sup>4</sup> Development and Corporate Relations and Coordination Public Sector,  
Charoen Pokphand Group, 10310

<sup>1</sup>Corresponding author: Tel.: 089-7599112. E-mail address: sanwasan@mju.ac.th

## Abstract

This study conducted a project to collect leaf litter from community forests in Wiang Haeng District, Chiang Mai Province from April to May 2024. The three communities, consisting of six villages, were managed. The total number of leaves from the community forests that were collected was approximately 74,925 kilograms. All leaf scraps were transported as raw materials for compost production by No-Turn leaf composting method to reduce the amount of biomass in the community forests and to reduce the chances of forest fires in the area.

The greenhouse gas emissions reduction of this project was assessed by using the calculation method based on the Thailand Voluntary Emission Reduction Method (T-VER) to produce compost or soil conditioners from organic waste according to the Thailand Greenhouse Gas Management

Organization (Public Organization); TGO. The results of this study found that Greenhouse gas emissions reduction of this project when compared with landfill and open burning in the community forests were approximately 62.71 tCO<sub>2</sub>e and 102.97 tCO<sub>2</sub>e, respectively. In addition, it was found that greenhouse gas emissions reduction per weight of leaves litter when compared with landfilling and open burning were 0.84 and 1.37 tCO<sub>2</sub>e/ton of leaves, respectively.

**Keywords:** Greenhouse gas emissions, No-Turn Composting, Leaf, Community Forest

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้ดำเนินโครงการจัดเก็บเศษใบไม้จากป่าชุมชนในพื้นที่อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2567 จำนวน 3 ตำบล รวม 6 หมู่บ้าน สามารถจัดเก็บเศษใบไม้ได้รวม 74,925 กิโลกรัม โดยเศษใบไม้ทั้งหมดจะถูกขนไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์โดยใช้วิธีการหมักแบบไม่พลิกกลับกอง เพื่อลดปริมาณชีวมวลในป่าและลดโอกาสในการเกิดไฟป่าพื้นที่ โครงการได้ดำเนินการประเมินความสามารถในการลดก๊าซเรือนกระจกของโครงการ โดยใช้วิธีการคำนวณตามระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ (T-VER) สำหรับการผลิตปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดินจากขยะอินทรีย์ที่องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) ได้กำหนดแนวทางไว้

โดยผลการประเมินการลดก๊าซเรือนกระจกของโครงการพบว่า โครงการสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 62.71 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เมื่อเทียบกับการฝังกลบ และสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 102.97 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เมื่อเทียบกับการเผาเศษใบไม้ นอกจากนี้ยังพบว่า ก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดเมื่อเทียบกับน้ำหนักของเศษใบไม้ที่นำไปผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของกรณีฐานการฝังกลบและการเผาเศษใบไม้ เท่ากับ 0.84 และ 1.37 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเศษใบไม้ 1 ตัน ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** ก๊าซเรือนกระจก ปุ๋ยอินทรีย์แบบไม่พลิกกลับกอง เศษใบไม้ ป่าชุมชน

## บทนำ

ในทุกปีช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคมพื้นที่ภาคเหนือจะประสบกับปัญหาไฟป่า ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งของพื้นที่เศษใบไม้ในป่าแห้งร่วงหล่นกลายเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลที่พร้อมจะติดไฟ ทำให้เมื่อมีการเกิดไฟในป่า ทั้งจากฝีมือมนุษย์และเกิดจากความร้อนธรรมชาติ ทำให้เศษใบไม้เหล่านี้เกิดการลุกไหม้และลามติดไฟขยายเป็นพื้นที่กว้าง ส่งความเสียหายต่อทรัพยากรธรรมชาติทั้งพืชและสัตว์ รวมถึงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และผลกระทบทางสุขภาพต่อประชาชนในพื้นที่

จากข้อมูลสถิติการเกิดไฟป่าในพื้นที่ภาคเหนือ พบว่าในปี 2567 พื้นที่ป่าของภาคเหนือมีการเกิดไฟป่ากว่า 127,580 ไร่ โดยจังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่ได้รับความเสียหายมากที่สุด จำนวน 66,387 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่จังหวัดลำปาง จำนวน 17,547 ไร่ และจังหวัดตาก จำนวน 14,213 ไร่ [1] โดยในช่วงวันที่ 1 มกราคม - 31 พฤษภาคม 2567 ที่เป็นช่วงฤดูกาลที่เกิดปัญหาหมอกควัน ไฟป่า และฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ พบจุดความร้อน (Hotspot) สะสมรวมทั้งสิ้น 8,629 จุด [2] หากมีการจัดการเศษใบไม้ในพื้นที่ป่าที่เป็นชีวมวลที่สามารถเกิดการลุกไหม้ไฟในพื้นที่ป่าได้ ก็จะสามารถช่วยลดการเกิดไฟป่าและพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายจากไฟป่าได้ ซึ่งจะช่วยทำให้ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษชีวมวลและผลกระทบทางสุขภาพที่เกิดจากไฟป่าลดลงได้

ดังนั้นในโครงการนี้จึงจะได้ทำการประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโครงการจัดเก็บและรับซื้อเศษใบไม้จากพื้นที่ป่าชุมชนในพื้นที่อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อนำมาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ เปรียบเทียบกับการจัดการ

เผาไหม้โดยการเผา (Open burning) และการนำไปฝังกลบ (Landfill) โดยใช้วิธีการประเมินตามระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program; T-VER) สำหรับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากขยะอินทรีย์ที่องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) ได้กำหนดแนวทางไว้ ซึ่งเป็นกลไกที่มีเป้าหมายในการส่งเสริมให้ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยการดำเนินการของชุมชนที่มีส่วนร่วม มุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon neutrality)

## วิธีการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ได้ดำเนินการจัดเก็บเศษใบไม้จากป่าชุมชนในพื้นที่อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2567 จำนวน 3 ตำบล รวม 6 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านสามปู บ้านมหาธาตุ บ้านปางป๋อ บ้านแม่หาด บ้านป่าไผ่ และบ้านห้วยหก จากนั้นทำการขนส่งเศษใบไม้ไปยังจุดรวบรวมรับซื้อ เพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ โดยใช้วิธีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบไม่พลิกกลับกอง [3] ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินโครงการ 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) การประชุมชี้แจงโครงการกับชุมชน 2) การเก็บรวบรวมและขนส่งเศษใบไม้ และ 3) การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ โดยขั้นตอนการดำเนินโครงการแสดงดังภาพที่ 1 – 2

จากนั้นได้ดำเนินการวิเคราะห์ความสามารถในการลดก๊าซเรือนกระจกของโครงการ โดยใช้วิธีการคำนวณตามระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ (T-VER) สำหรับการผลิตปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดินจากขยะอินทรีย์ (ฉบับที่ 07 มีผลบังคับใช้วันที่ 4 ธันวาคม 2564 เป็นต้นไป) ที่องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) ได้กำหนดแนวทางไว้ โดยมีเงื่อนไขของกิจกรรมโครงการ (Project Conditions) คือ มีการคัดแยกและรวบรวมขยะอินทรีย์ มีระบบหมักทำปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดิน และหากระยะทางการขนส่งขยะอินทรีย์อยู่นอกรัศมีมากกว่า 200 กิโลเมตร ต้องทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายนอกขอบเขตโครงการจากการขนส่งขยะอินทรีย์ร่วมด้วย

จากนั้นทำการเทียบค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโครงการกับกรณีฐาน (Baseline emission) จำนวน 2 กรณี ได้แก่ การนำเศษใบไม้ไปกำจัดโดยการฝังกลบ (ตามข้อกำหนดของ T-VER) และการกำจัดโดยการเผา (Open burning)



ภาพที่ 1 การประชุมชี้แจงโครงการกับชุมชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่

```

graph TD
    subgraph Groups [ ]
        direction LR
        G1["บ้านสามปู  
292 ไร่"]
        G2["บ้านมหาธาตุ  
950 ไร่"]
        G3["บ้านปางปือ  
489 ไร่"]
        G4["บ้านแม่หาด  
655 ไร่"]
        G5["บ้านป่าไผ่  
363 ไร่"]
        G6["บ้านห้วยหก  
4,773 ไร่"]
    end

    G1 --> J1["จุดรับซื้อ  
บ้านสามปู"]
    G2 --> J2["จุดรับซื้อ  
บ้านมหาธาตุ"]
    G3 --> J3["จุดรับซื้อ  
บ้านปางปือ"]
    G4 --> J4["จุดรับซื้อ  
บ้านแม่หาด"]
    G5 --> J5["จุดรับซื้อ  
บ้านป่าไผ่"]
    G6 --> J6["จุดรับซื้อ  
บ้านห้วยหก"]

    J1 --> T1["ตราซังใหญ่"]
    J2 --> T1
    J3 --> T1
    J4 --> T1
    J5 --> T1
    J6 --> T1

    T1 -- "บรรจุใบไม้เข้าตราซัง" --> J7["จุดรวบรวมใหญ่"]
    T1 -- "ชำระเงิน" --> J7
    T1 -- "ชำระเงิน" --> J8["ชำระเงิน"]

    J7 -- "แปรรูปเป็นปุย ระยะเวลา 2 เดือน" --> P1["ปุยอินทรีย์  
สตรีวิศวกรรมแม่โจ้ 1"]
    P1 --> B1["บรรจุกระสอบ"]
    B1 --> D1["จำหน่าย  
เกษตรกรในพื้นที่เพื่อใช้ในการเกษตร"]
    B1 --> D2["แจกจ่าย  
สมาชิกบ้านชุมชนเพื่อใช้ในการเกษตร"]

```



ภาพที่ 3 การเก็บรวบรวมเศษใบไม้จากป่าชุมชน



ภาพที่ 4 การผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากเศษใบไม้ด้วยวิธีการหมักแบบไม่พลิกกลับกอง



ภาพที่ 5 สภาพของปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้หลังจากการหมักครบ 60 วัน

การประเมินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโครงการจะใช้ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ (T-VER) สำหรับการผลิตปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดินจากขยะอินทรีย์ตามที่องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) ได้กำหนดเป็นแนวทางไว้ [4] ซึ่งได้แบ่งการประเมินออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1) การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (Baseline Emission) ประกอบด้วย

1.1) การปล่อยก๊าซมีเทน (CH<sub>4</sub>) จากการฝังกลบ

ในกรณีนี้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐานนั้น จะคิดเฉพาะการปล่อยก๊าซมีเทน (CH<sub>4</sub>) ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ (เศษใบไม้) ในหลุมฝังกลบเท่านั้น โดยไม่คิดการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ในกระบวนการ ทั้งนี้เนื่องจากขยะอินทรีย์เป็นคาร์บอนชีวภาพ (Biogenic Carbon) ที่มีความเป็นกลางทางคาร์บอน [5] ซึ่งหากในกรณีที่มีการนำขยะอินทรีย์ไปกำจัดโดยวิธีการอื่นแทนวิธีการฝังกลบ เช่น การนำไปเผาเพื่อผลิตพลังงาน การทำปุ๋ยหมัก การหมักแบบไร้อากาศ เพื่อนำก๊าซมีเทนที่ได้มาใช้ประโยชน์ในด้านพลังงาน ซึ่งไม่ทำให้สารอินทรีย์ในขยะอินทรีย์เกิดการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้อากาศและเกิดการปล่อยก๊าซมีเทนออกสู่บรรยากาศอีกดังเช่นที่เกิดในหลุมฝังกลบ ให้คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบโดยใช้สมการที่ 1 โดยในโครงการนี้ได้สมมติกรณีฐานให้มีการกำจัดเศษใบไม้โดยการฝังกลบแบบไม่มีระบบจัดการ (ลึกมากกว่า 5 เมตร)

$$BE_{CH_4,SWDS} = W \times 1.68 \times CF \times 0.1 \quad (1)$$

เมื่อ  $BE_{CH_4,SWDS}$  คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน (CH<sub>4</sub>) จากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยชุมชน (tCO<sub>2</sub>e)

$W$  คือ ปริมาณเศษใบไม้ที่นำไปกำจัด (t น้ำหนักเปียก)

$CF$  คือ ค่าแฟกเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ ซึ่งมีค่าต่างกันตามค่า Methane Correction Factor

(MCF) ดังแสดงในตารางที่ 1

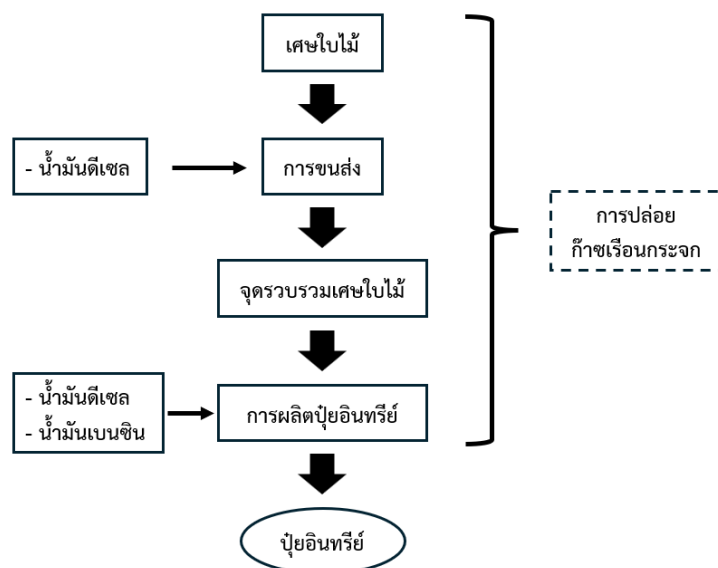
ตารางที่ 1 แสดงค่า Methane Correction Factor (MCF) และค่า CF ของการปล่อยก๊าซมีเทน (CH<sub>4</sub>)

| ประเภทของหลุมฝังกลบ                  | ค่า MCF | ค่า CF |
|--------------------------------------|---------|--------|
| มีระบบจัดการ การกลบทับ และระบบกันซึม | 1       | 7.14   |
| ไม่มีระบบจัดการ (ลึกมากกว่า 5 เมตร)  | 0.8     | 5.71   |
| แบบกึ่งใช้ออกซิเจน (semi-aerobic)    | 0.5     | 3.57   |
| ไม่มีระบบจัดการ (ลึกน้อยกว่า 5 เมตร) | 0.4     | 2.86   |

1.2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดเศษใบไม้โดยการเผา (Open burning)

การเผาเศษใบไม้ในที่โล่งจะส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) มีเทน (CH<sub>4</sub>) และไนตรัสออกไซด์ (N<sub>2</sub>O) ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse emissions factor) ของการเผาเศษใบไม้เท่ากับ 1,496.61 gCO<sub>2</sub>e/kg [6]

2) การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) การผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากเศษใบไม้ ซึ่งได้แสดงขอบเขตการดำเนินโครงการตามระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ (T-VER) สำหรับการผลิตปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดินจากขยะอินทรีย์ ดังแสดงในภาพที่ 6 และสามารถคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการได้ดังสมการที่ (2)



ภาพที่ 6 แสดงขอบเขตการดำเนินโครงการตามระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ (T-VER)

$$PE_P = PE_{FE} + PE_{EL} + PE_{COMP} + PE_{ww,tr} \quad (2)$$

- เมื่อ  $PE_P$  คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการดำเนินโครงการ (tCO<sub>2</sub>e)  
 $PE_{FE}$  คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (tCO<sub>2</sub>e)  
 $PE_{EL}$  คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า (tCO<sub>2</sub>e)  
 $PE_{COMP}$  คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการหมักขยะอินทรีย์ (tCO<sub>2</sub>e)  
 $PE_{ww,tr}$  คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (tCO<sub>2</sub>e)

ในโครงการนี้การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ไม่เกิดน้ำเสีย ดังนั้นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศจึงไม่นำมาพิจารณา

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 3

$$PE_{FE} = \sum (FC_{PJ,i} \times (NCV_i \times 10^{-6}) \times EF_{CO_2,i}) \times 10^{-3} \quad (3)$$

- เมื่อ  $PE_{FE}$  คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการดำเนินโครงการ ( $tCO_2e$ )  
 $FC_{PJ,i}$  คือ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท  $i$  สำหรับการดำเนินโครงการ ( $L$ )  
 $NCV_i$  คือ ค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท  $i$  ( $MJ/L$ )  
 $EF_{CO_2,i}$  คือ ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภท  $i$  ( $kgCO_2 / TJ$ )

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 4

$$PE_{EL} = (EC_{PJ} \times 10^{-3}) \times EF_{EC} \quad (4)$$

- เมื่อ  $PE_{EL}$  คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ( $tCO_2e$ )  
 $EC_{PJ}$  คือ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในการดำเนินโครงการ ( $kWh$ )  
 $EF_{EC}$  คือ ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบสายส่งสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า ( $tCO_2 / MWh$ )

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการหมักขยะอินทรีย์ (เศษใบไม้) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 5

$$PE_{COMP} = W \times (EF_{CH_4} \times GWP_{CH_4} + EF_{N_2O} \times GWP_{N_2O}) \quad (5)$$

- เมื่อ  $PE_{COMP}$  คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการหมักขยะอินทรีย์ ( $tCO_2e$ )  
 $W$  คือ ปริมาณขยะอินทรีย์ ( $t$  น้ำหนักเปียก)  
 $EF_{CH_4}$  คือ ค่าการปล่อยก๊าซมีเทนจากการหมักขยะอินทรีย์ ( $tCH_4 / t$  น้ำหนักเปียก)  
 $GWP_{CH_4}$  คือ ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน  
 $EF_{N_2O}$  คือ ค่าการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการหมักขยะอินทรีย์ ( $tN_2O / t$  น้ำหนักเปียก)  
 $GWP_{N_2O}$  คือ ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซไนตรัสออกไซด์

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการหมักขยะอินทรีย์ (เศษใบไม้) ของโครงการนี้จะใช้ค่าการปล่อยก๊าซมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์เท่ากับ  $0.002 tCH_4 / t$  น้ำหนักเปียก และ  $0.0002 tN_2O / t$  น้ำหนักเปียก ตามลำดับ [7]

สำหรับการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (Leakage Emission) จะคิดเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $CO_2$ ) จากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการขนส่งขยะอินทรีย์เฉพาะกรณีระยะทางการขนส่งขยะอินทรีย์จากแหล่งกำเนิดมายังโครงการอยู่นอกรัศมีมากกว่า 200 กิโลเมตร โดยให้คิดระยะทางรวมทั้งหมดในการขนส่งซึ่งในโครงการนี้ระยะทางขนส่งเศษใบไม้จากป่าชุมชนมายังจุดผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีระยะทางรวมไม่เกิน 200 กิโลเมตร ดังนั้นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (การขนส่ง) จึงไม่นำมาพิจารณา

โดยค่าความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ของน้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซิน มีค่าเท่ากับ 36.42 และ 31.48  $MJ/L$  ตามลำดับ [8] และค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้น้ำมันดีเซลและน้ำมันเบนซิน เท่ากับ 81,803.5 และ 69,549  $kgCO_2 / TJ$  ตามลำดับ [9]

3) การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction) จากการดำเนินโครงการ สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 6

$$ER = BE - PE_p - LE \quad (6)$$

เมื่อ  $ER$  คือ ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (tCO<sub>2</sub>e)  
 $BE$  คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน (tCO<sub>2</sub>e)  
 $PE_p$  คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (tCO<sub>2</sub>e)  
 $LE$  คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ (tCO<sub>2</sub>e)

### ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

โครงการสามารถจัดเก็บและรับซื้อเศษใบไม้จากพื้นที่ป่าชุมชนที่เข้าร่วมโครงการในพื้นที่อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 3 ตำบล รวมพื้นที่เข้าร่วมโครงการจำนวน 6 ชุมชน โดยสามารถรวบรวมปริมาณเศษใบไม้ได้รวม 74,925 กิโลกรัม โดยชุมชนที่เข้าร่วมโครงการมีรายได้จากการขายเศษใบไม้รวม 224,755 บาท ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 2 โดยเศษใบไม้ที่จัดเก็บได้ทั้งหมดจะถูกขนส่งเพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์โดยวิธีการหมักแบบไม่พลิกกลับกอง เพื่อลดปริมาณชีวมวลในป่าชุมชน และลดความเสี่ยงของการเกิดไฟป่าในพื้นที่

ตารางที่ 2 ปริมาณการรวบรวมเศษใบไม้จากป่าชุมชน

| จุดรับซื้อ | ป่าชุมชน    | พื้นที่ป่า (ไร่) | ปริมาณใบไม้ (กก.) | รายได้จากการขายใบไม้ (บาท) |
|------------|-------------|------------------|-------------------|----------------------------|
| 1          | บ้านสามปู   | 573              | 8,650             | 25,950                     |
| 2          | บ้านมหาธาตุ | 88               | 11,470            | 34,410                     |
| 3          | บ้านแม่หาด  | 657              | 19,660            | 58,890                     |
| 4          | บ้านปางป่อ  | 161              | 8,465             | 25,395                     |
| 5          | บ้านป่าไผ่  | 468              | 22,700            | 68,100                     |
| 6          | บ้านห้วยหก  | 4,978            | 3,980             | 11,940                     |
| รวม        |             | 6,925            | 74,925            | 224,755                    |

การประเมินก๊าซเรือนกระจกของโครงการ พบว่าการดำเนินโครงการ (การผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากเศษใบไม้) มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 9.17 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและจากการหมักขยะอินทรีย์ (เศษใบไม้) ในการดำเนินโครงการมีการใช้น้ำมันดีเซลของรถแบคโฮในกระบวนการผสมวัตถุดิบและจัดกองปุ๋ยอินทรีย์ จำนวน 300 ลิตร นอกจากนี้ยังมีการใช้น้ำมันเบนซินเติมเครื่องสูบน้ำเพื่อใช้รดกองปุ๋ยอินทรีย์รักษาความชื้น ตลอดระยะเวลาการหมัก 60 วัน จำนวน 85 ลิตร

ในส่วนของการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG emission factor) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปุ๋ยอินทรีย์จากเศษใบไม้มีค่าเท่ากับ 0.063 gCO<sub>2</sub>e/kg ซึ่งมีค่าต่ำกว่าปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่

ประมาณ 1.7 เทา [10] แสดงให้เห็นว่าหากมีการนำปุ๋ยอินทรีย์จากเศษใบไม้ไปใช้แทนปุ๋ยอินทรีย์มูลไก่หรือทดแทนปุ๋ยเคมี จะสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในภาคการเกษตรลงได้ [11]

กระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ไม่มีการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนั้นจึงไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากส่วนนี้เกิดขึ้น นอกจากนี้กระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ไม่ก่อให้เกิดน้ำเสีย ดังนั้นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศจึงไม่ถูกนำมาพิจารณา

การดำเนินโครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากเศษใบไม้จากป่าชุมชนสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction) ได้ประมาณ 62.71 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เมื่อเทียบกับการฝังกลบ (Landfill) คิดเป็น 0.84 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเศษใบไม้ 1 ตัน และสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 102.97 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เมื่อเทียบกับการเผาเศษใบไม้ (Open burning) คิดเป็น 1.37 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเศษใบไม้ 1 ตัน ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 3 นอกจากนี้การดำเนินโครงการยังสามารถช่วยลดการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ (PM2.5) ที่เกิดจากการเผาเศษใบไม้ได้ประมาณ 9.1 กิโลกรัมต่อเศษใบไม้ 1 ตัน [12]

ตารางที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project) และจากกรณีฐาน (Baseline)

| Emission Sources                 | Project Emissions<br>(tCO <sub>2</sub> e) | Baseline Emissions (tCO <sub>2</sub> e) |              |
|----------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|
|                                  |                                           | Landfill                                | Open burning |
| การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล           | 1.00                                      |                                         |              |
| การใช้พลังงานไฟฟ้า               | 0                                         |                                         |              |
| การหมักขยะอินทรีย์               | 8.17                                      |                                         |              |
| กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ | 0                                         |                                         |              |
| รวม                              | 9.17                                      | 71.88                                   | 112.14       |

ในส่วนการประเมินเศรษฐศาสตร์ของโครงการเบื้องต้น พบว่าการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จะมีต้นทุนจากการรับซื้อเศษใบไม้ (กิโลกรัมละ 3 บาท) มูลโคที่ใช้ผสมในการหมักปุ๋ย และน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องจักร โดยมีต้นทุนรวมของการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ เท่ากับ 2.14 บาทต่อกิโลกรัมปุ๋ยอินทรีย์ ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับราคาของปุ๋ยอินทรีย์ที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป ที่มีราคาเฉลี่ยประมาณ 8 บาทต่อกิโลกรัม จะเห็นได้ว่าการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากเศษใบไม้มีผลตอบแทนประมาณ 3.7 เทา ซึ่งถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการจัดการเศษชีวมวลในพื้นที่ป่า เพื่อสร้างรายได้ และลดโอกาสในการเกิดไฟป่าในพื้นที่ป่าได้

## สรุปผลการวิจัย

โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบไม่พลิกกลับกองจากเศษใบไม้ในป่าชุมชนพื้นที่อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่ สามารถรวบรวมเศษใบไม้ได้จำนวน 74,925 กิโลกรัม ในการดำเนินโครงการสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 62.71 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เมื่อเทียบกับการฝังกลบ คิดเป็น 0.84 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเศษใบไม้ 1 ตัน และสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 102.97 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเมื่อเทียบกับการเผาเศษใบไม้ คิดเป็น 1.37 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเศษใบไม้ 1 ตัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเก็บรวบรวมเศษใบไม้ในป่าเพื่อนำมาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์สามารถช่วยลดปริมาณชีวมวลในป่า และลดโอกาสการเกิดไฟป่าที่ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ ทั้งนี้หากชุมชนหรือหน่วยงานที่สนใจสามารถนำวิธีการจัดการใบไม้ในป่าชุมชนโดยการนำไปผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ไปใช้เป็นโครงการเพื่อบรรจุในแผนการจัดการป่าชุมชนแต่ละชุมชนได้ อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการจัดทำคาร์บอนเครดิตจากโครงการเพื่อจำหน่ายร่วมกับการจัดทำคาร์บอนเครดิตภาคป่าไม้

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชนและองค์กรอิสระ โครงการความร่วมมือภาคีเครือข่าย “ป่าปลอดเผา” (Zero Forest Burning ) โดยเครือข่ายเจริญโภคภัณฑ์ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณและข้อมูลในการดำเนินโครงการ

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ส่วนควบคุมไฟป่า สำนักป้องกันปราบปราม และควบคุมไฟป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. สถิติไฟป่า ปี 2567. สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2567, จาก <https://portal.dnp.go.th>
- [2] สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัดเชียงใหม่. ถอดบทเรียนการป้องกันและแก้ปัญหาหมอกควัน ไฟป่า และฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ประจำปี 2567. สืบค้นเมื่อ 9 เมษายน 2568, จาก <https://chiangmai.prd.go.th>
- [3] ชีระพงษ์ สว่างปัญญางกูร. (2558). คู่มือการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณมากแบบไม่พลิกกลับกอง วิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1. เชียงใหม่ : วนิดาการพิมพ์.
- [4] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.). 2564. ระเบียบวิธีการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจ (T-VER) สำหรับการผลิตปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดินจากขยะอินทรีย์ ฉบับที่ 07. สืบค้นเมื่อ 14 กรกฎาคม 2567, จาก <https://tver.tgo.or.th>
- [5] Leticia, S.M., and Akihiro, T. (2020). Greenhouse gas emission analysis of upgrading from an open dump to a semi-aerobic landfill in Mozambique – the case of Hulene dumpsite. *Scientific African*. (10) e00638, 1-10.
- [6] Rutjaya, P.T., Warangluck, N., Sucheela, P., and Sanya, S. (2024). Alternative crop residue management practices to mitigate the environmental and economic impacts of open burning of agricultural residues. *Scientific Reports*. (14), 1-12.
- [7] United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (2022). *Clean development mechanism Methodology Booklet*. สืบค้นเมื่อ 14 กรกฎาคม 2567, จาก <https://cdm.unfccc.int>

- [8] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย 2567 สืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2567, จาก <https://www.eppo.go.th>
- [9] Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (2006). **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Institute for Global Environmental Strategies, Japan.
- [10] ฐิฎาพร สุภาชี พานิช อินต๊ะ และเศรษฐ์ สัมภัตตะกุล. (2559). การวิเคราะห์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกและฝุ่นละอองขนาดเล็กจากกิจกรรมการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่. **วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่** 23 (3), 94-105.
- [11] จิราภรณ์ บุญมาก และมณฑิรา ยุติธรรม. (2558). “ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากการปลูกสับปะรด : กรณีศึกษาอำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี” , ใน การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 34, วันที่ 27 มีนาคม 2558 ณ อาคารเรียนรวม คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- [12] Thanonphat, B., Savitri, G., Sebastien, B., and Agapol, J. (2014). An Inventory of Air Pollutant Emissions from Biomass Open Burning in Thailand Using MODIS Burned Area Product (MCD45A1). **Journal of Sustainable Energy & Environment**. (5), 85-94.