



# การวิเคราะห์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกและฝุ่นละอองขนาดเล็ก

## จากกิจกรรมการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

### ในพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

## Life Cycle GHGs and PM10 Evaluation of Maize Cultivation in Mae Chaem District, Chiang Mai

ฐิฎาพร สุฎาฐิ<sup>1</sup> พาณิช อินท๊ะ<sup>2</sup> และเศรษฐ์ สัมภัตตะกุล<sup>1\*</sup>

Titaphorn Supasri<sup>1</sup> Panich Intra<sup>2</sup> and Sate Sampattagul<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ศูนย์ความเป็นเลิศเพื่อการจัดการพลังงานและเศรษฐนิเวศ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

<sup>2</sup>หน่วยวิจัยสนามไฟฟ้าประยุกต์ในงานวิศวกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ 50220

<sup>1</sup>Center of Excellence on Energy, Economic and Ecological Management (3E), Science and Technology Research Institute, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

<sup>2</sup>Research Unit of Applied Electric Field in Engineering (RUEE), College of Integrated Science and Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai 50220, Thailand  
E-mail: \*sate@eng.cmu.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยมีขอบเขตการศึกษาที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งถือเป็นพื้นที่ที่มีแหล่งการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ค่อนข้างมาก จากการวิจัยพบว่าการเกิดก๊าซเรือนกระจกมีปริมาณสูงสุดในขั้นตอนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่เพาะปลูก คิดเป็น 75% รองลงมาคือขั้นตอนการเพาะปลูก ขั้นตอนการเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่ง และขั้นตอนการเก็บเกี่ยว คิดเป็น 15%, 10% และ 0.07% ตามลำดับ สำหรับการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก มีปริมาณสูงสุดในขั้นตอนการเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่ง คิดเป็น 86% รองลงมาคือขั้นตอนเพาะปลูก และขั้นตอนการเก็บเกี่ยว คิดเป็น 14% และ 0.22% ตามลำดับ ซึ่งทำให้ในภาพรวมของอำเภอแม่แจ่มมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เท่ากับ 2,976.538 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และทำให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก เท่ากับ 26.539 ตันฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 เทียบเท่า ซึ่งผลกระทบดังกล่าวส่งผลกระทบต่อมลพิษทางอากาศและสุขภาพของประชาชนในพื้นที่เป็นอย่างมาก ดังนั้นผลการวิเคราะห์ที่ได้จะสามารถนำไปสู่แนวทางในการจัดการทางการเกษตรที่ดีและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น เพื่อการผลิตและการบริโภคอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

**คำสำคัญ :** ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, การประเมินวัฏจักรชีวิต, ก๊าซเรือนกระจก, ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10, อำเภอแม่แจ่ม, จังหวัดเชียงใหม่

## ABSTRACT

This research aims to evaluate greenhouse gas emissions and particulate matter (PM10) of maize by using Life Cycle Assessment. The system boundary is started from land preparation and continuing through cultivation and the harvesting process. The focused area is Mae Chaem district in Chiang Mai province. As for the results, about 75% of the greenhouse gas emissions occurred during the field emission process. Cultivation, open burning and harvesting processes are 15%, 10% and 0.07%, respectively. PM10 was found during the process of open burning at about 86% and in the cultivation and harvesting processes at approximately 14% and 0.22%, respectively. Thus, the total greenhouse gas emission from maize production in Mae Cheam district was equal to 2,976.538 tonnes CO<sub>2</sub>-eq while PM10 was equal to 26.539 tonnes PM10. These would be found to influence toxic air pollution and human health problems. The results can be used to lead new guidelines in the best practices of agriculture to be environmentally friendly for the sustainable production and consumption of maize for the future.

**Keywords:** Maize, Life Cycle Assessment, Greenhouse gas, PM10, Mae Cheam district, Chiang Mai

### 1. บทนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญของไทยชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารสัตว์พบว่ามีส่วนมากถึง ร้อยละ 90 ของผลผลิตทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ของประเทศ ซึ่งถือว่าทำรายได้ให้แก่ประเทศไทยค่อนข้างมาก

จากข้อมูลสถานการณ์การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของโลกในปี พ.ศ. 2558 นั้น พบว่าประเทศผู้ผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญของโลก 3 ลำดับแรก ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา จีน และบราซิล ตามลำดับ สำหรับประเทศไทยพบว่าอยู่ในลำดับที่ 21 ของโลก โดยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปี 2558 เท่ากับ 7,157,000 ไร่ มีผลผลิตทั้งหมดเท่ากับ 4,611,000 ตัน และมีผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 644 กิโลกรัม จากสถิติสถานการณ์การผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย ตั้งแต่ปี 2549-2558 พบว่าการขยายพื้นที่เพาะปลูกและการเพิ่มผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ปี [1] และการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยพบว่าจะปลูกมากในบริเวณภาคเหนือของประเทศ ซึ่งถือว่าเป็นพืชหลักที่สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรเนื่องจากเป็นพืชที่ไม่ต้องการน้ำมากเหมือนพืชไร่ชนิดอื่น ๆ จึงสามารถใช้น้ำฝนตามฤดูกาลได้เพียงพอ โดยพื้นที่เพาะปลูกจะเป็นภูเขาและที่ราบเชิงเขา อีกทั้งผลผลิตที่ได้มีตลาดการซื้อขายที่มีการรับรองค่อนข้างแน่นอน

เนื่องจากพื้นที่การเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่ในจังหวัดเชียงใหม่มีสภาพลาดชัน หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วเกษตรกรมักทิ้งซังและเปลือกข้าวโพดไว้ที่แปลง จากนั้นจึงทำการเผาทิ้ง เพราะทำได้รวดเร็วและประหยัดต้นทุนมากที่สุด เพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูกสำหรับปีต่อไป [2] ซึ่งวิธีการดังกล่าวส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศและสุขภาพของประชาชนในท้องถิ่นและพื้นที่ใกล้เคียงเป็นอย่างมาก

อีกทั้งเนื่องจากการขยายตัวของพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุก ๆ ปีทั้งในประเทศไทยและในจังหวัดเชียงใหม่ จึงมีการคาดการณ์ว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการเกิดมลพิษจากปริมาณหมอกควันและไฟฟ้าจากภาคเกษตรจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ย การเพิ่มผลผลิต และกำลังการผลิต เป็นต้น และการเผาเศษพืชและวัสดุการเกษตรนั้นยังเป็นสาเหตุของหมอกควัน ในกรณีนี้เกิดจากการเผาเพื่อเตรียมทำการเกษตร และในปัจจุบันการเกิดหมอกควันในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่มีแนวโน้มของความเข้มข้นมลพิษที่สูงขึ้น และจากข้อมูลจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคที่คาดว่าได้รับผลกระทบจากปัญหาหมอกควัน ได้แก่ กลุ่มโรคตาอักเสบ โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคระบบทางเดินหายใจ และโรคผิวหนังอักเสบ ใน 8 จังหวัดภาคเหนือ ในช่วงระหว่างวันที่ 5 มกราคม - 3 พฤษภาคม 2557 พบว่ามีจำนวนผู้ป่วยรวมสูงเกือบ 1 ล้านคน ประชากรประมาณ 6 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 16 [3]

ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากก๊าซเรือนกระจกและปัญหามลพิษทางอากาศจากหมอกควันและไฟป่าจากการเผาเศษวัสดุการเกษตรในพื้นที่สูงในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยที่ค่อนข้างส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะผลกระทบต่อทางด้านสุขภาพของมนุษย์

งานวิจัยนี้จึงใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment : LCA) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และการประเมินค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ภายใต้นิยามขององค์กรระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน (International Organization for Standardization : ISO) ตามอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040 ที่ระบุว่า LCA เป็นการรวบรวมและการประเมินค่าของสารขาเข้าและสารขาออก ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การจำหน่าย การนำไปใช้งาน และการจัดการซากหลังจากหมดอายุการใช้งาน รวมถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีโอกาสเกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตหรืออาจกล่าวได้ว่ามีการพิจารณาผลกระทบของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เกิดจนกระทั่งตาย (Cradle to Grave) [4]

LCA จึงถือว่าเป็นแนวทางที่ช่วยเพิ่มความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจในการพัฒนาสังคมและด้านสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนต่อไปได้ จากการสืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินวัฏจักรชีวิตในประเทศไทย พบว่ามีการประยุกต์ใช้วิธีการดังกล่าว เพื่อหาแนวทางในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในด้านต่างๆ [5-7] เช่น ทศวรรษและคณะ [5] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินศักยภาพด้านพลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากวิธีการกำจัดขยะ เพื่อหาแนวทางการจัดการขยะที่เหมาะสมกับขยะในมหาวิทยาลัย โดยในด้านของพลังงานพิจารณาจากการนำขยะกลับมาใช้ใหม่ การผลิตไฟฟ้าและการทดแทนก๊าซ LPG ด้วยก๊าซชีวภาพ และการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงขยะ

RDF-5 สำหรับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะพิจารณาตลอดวัฏจักรชีวิตของการกำจัดขยะ โดยพบว่า การจัดการขยะที่เหมาะสมคือ กรณีที่ 5 ซึ่งประกอบไปด้วยการรีไซเคิล การฝังกลบ การผลิตปุ๋ย/ก๊าซชีวภาพ และการผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 โดยขยะ 1 ตัน มีศักยภาพในการนำกลับมาใช้ใหม่ได้ 179.43 กิโลกรัม ผลิตปุ๋ยหมักได้ 8.23 กิโลกรัม ผลิตเชื้อเพลิงขยะ RDF-5 ได้ 297.15 กิโลกรัม ซึ่งแนวทางกรณีดังกล่าวสามารถทดแทนพลังงานได้ 1,157.47 เมกกะจูล และสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิได้ 213.47 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันขยะเหมือนจิตและคณะ [6] ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์และการเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าเพื่อการลดก๊าซเรือนกระจกที่มีการดำเนินการในประเทศไทย ภายใต้โครงการการพัฒนาที่สะอาด หรือ Clean Development Mechanism (CDM) โดยมีการวิเคราะห์ถึงต้นทุนต่อหน่วยการผลิตไฟฟ้า ระยะเวลาคืนทุนอย่างง่าย อัตราผลตอบแทนภายใน และต้นทุนส่วนเพิ่มของการลดก๊าซเรือนกระจก พบว่า เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar PV) มีต้นทุนต่อหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้สูงที่สุด โดยอยู่ระหว่าง 2.96-3.27 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง มีระยะเวลาคืนทุนระหว่าง 7.35-8.97 ปี สำหรับเทคโนโลยีที่ต้นทุนต่ำที่สุด คือ ระบบผลิตพลังงานร่วม (Cogeneration) ซึ่งมีต้นทุน 0.34 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง มีระยะเวลาคืนทุน 2.27 ปี และผลจากการศึกษาต้นทุนในการลดก๊าซเรือนกระจก พบว่า เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ (Biogas) มีต้นทุนต่ำที่สุด โดยมีค่าระหว่าง 224.10-466.72 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เนื่องจากเทคโนโลยีนี้สามารถลดก๊าซมีเทนได้ในปริมาณมาก สำหรับเทคโนโลยีจากเซลล์แสงอาทิตย์จะมีต้นทุนในการลดก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุด ระหว่าง 29,595-31,185 บาทต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เนื่องจากเทคโนโลยีนี้มีเงินลงทุนเริ่มต้นของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง และต่อมาสุทธิต่อและคณะ [7] ได้ทำการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยแสดงในรูปแบบของคาร์บอน

ฟุตพรีนธ์ของผลิตภัณฑ์หม้าหมู โดยมีขอบเขตการศึกษา ตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิต การบรรจุภัณฑ์ การใช้ผลิตภัณฑ์ และการกำจัดซาก ซึ่งผลที่ได้จะอยู่ในรูปของปริมาณก๊าซเรือนกระจกคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหนึ่งผลิตภัณฑ์หม้าหมู พบว่า หม้าซื้อและหม้าพอกมีค่าคาร์บอนฟุตพรีนธ์เฉลี่ยเท่ากัน คือ 8.2 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหม้าหมู 1 กิโลกรัม ขั้นตอนที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ ขั้นตอนการขนส่งวัตถุดิบ ซึ่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากถึง 3.8 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหม้าหมู 1 กิโลกรัม ส่วนหม้าหม้อที่ใช้ภาชนะบรรจุคือ หม้อดินเผาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร มีค่าคาร์บอนฟุตพรีนธ์ คือ 36.8 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหม้าหมู 1 กิโลกรัม และมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดในช่วงขั้นตอนการบรรจุหม้า ซึ่งมีปริมาณรวมมากถึง 28.8 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหม้าหมู 1 กิโลกรัม จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการศึกษานี้เฉพาะการเกิดก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มผลกระทบโลกร้อนเท่านั้น เนื่องจากการเกิดก๊าซเรือนกระจกจะคิดในหน่วยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า นอกจากนี้ยังเกิดมลสารอื่นๆ ด้วย เช่น  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$  และ  $\text{PM}_{10}$  เป็นต้น [8] แต่ยังไม่มีการวิจัยที่อ้างอิงถึงการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก  $\text{PM}_{10}$  ในหน่วยฝุ่นละอองขนาดเล็ก  $\text{PM}_{10}$  เทียบเท่า ผู้เขียนจึงได้เล็งเห็นความสำคัญของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในแง่มุมอื่นๆ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์ถึงที่มาและผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากก๊าซเรือนกระจก และฝุ่นละอองขนาดเล็ก  $\text{PM}_{10}$  ที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศจากหมอกควันและไฟป่าจากการเผาเศษวัสดุการเกษตรในพื้นที่สูงในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และการเผาเศษวัสดุการเกษตรในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ด้วยวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment : LCA)

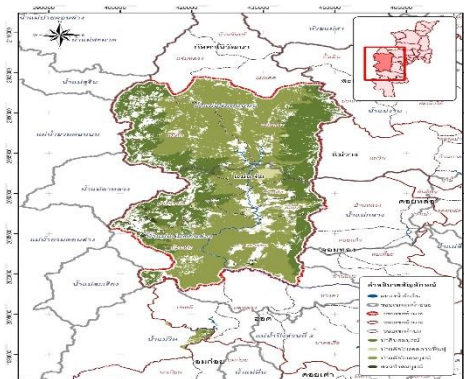
## 2. วิธีการดำเนินการวิจัย

### 2.1 พื้นที่ศึกษาวิจัย

จังหวัดเชียงใหม่ตั้งอยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ประมาณ 20,107.057 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 12,566,910 ไร่ จำแนกเป็น พื้นที่ป่าไม้ 8,787,656 ไร่ พื้นที่ทำการเกษตร 1,611,971 ไร่ พื้นที่อยู่อาศัยและอื่น ๆ 2,167,971 ไร่ [9]

สำหรับการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของจังหวัดเชียงใหม่พบว่ามีพื้นที่เพาะปลูกเท่ากับ 186,107 ไร่ มีผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 677 กิโลกรัม และอำเภอแม่แจ่มซึ่งเป็นอำเภอหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมดเท่ากับ 1,692,698 ไร่ และพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าเขาและภูเขาสูง จากข้อมูลสำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ รายงานว่าในปีการผลิตปี 2557 อำเภอแม่แจ่มมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งสิ้น 98,111 ไร่ และมีผลผลิต 70,775 ตัน [10] และพบว่าเกิดเศษวัสดุทางการเกษตร (ซังและเปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์) สูงถึง 28,468 ตัน [11]

ซึ่งในงานวิจัยนี้จะพิจารณาพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยพื้นที่ศึกษาดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนที่ทางภูมิศาสตร์ของ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ [12]

### 2.2 กระบวนการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่จะอาศัยน้ำฝนเป็นหลักเท่านั้น และเป็น

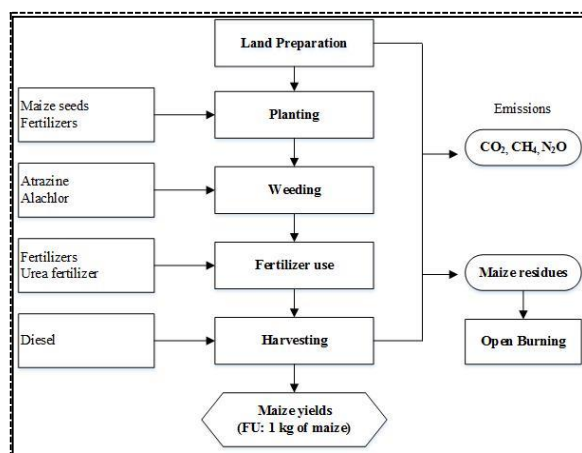
การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์บนพื้นที่สูง โดยกระบวนการเพาะปลูกจะเริ่มต้นด้วยขั้นตอนการเตรียมหน้าดินตั้งแต่ประมาณเดือนมีนาคมจนถึงต้นเดือนพฤษภาคม ได้แก่ จะมีการไถกลบต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้ย่อยสลายโดยใช้แรงงานคนเพื่อให้กลายเป็นปุ๋ยสำหรับการปลูกครั้งต่อไป หลังจากนั้นประมาณต้นเดือนพฤษภาคมจะเริ่มมีการฉีดพ่นการกำจัดวัชพืชรอบแรก (ยาฆ่าหญ้า) ถัดจากนั้นประมาณ 2-7 วัน จึงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ใช้แรงงานคนแทงหลุมและหยอดเมล็ด ระยะห่างแต่ละหลุมประมาณ 25-30 เซนติเมตร ใช้เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 2-3 เมล็ดต่อหลุม และหลังเสร็จสิ้นการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประมาณ 2 วัน จะมีการฉีดพ่นการกำจัดวัชพืชรอบที่สอง (ยาฆ่าหญ้า) ทั้งระยะประมาณ 2-3 อาทิตย์ ให้ต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เจริญเติบโตความสูงประมาณ 2 นิ้ว จะมีการหยอดปุ๋ยรอบแรก เพื่อเร่งการเติบโตของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถัดจากนั้นอีกประมาณ 30 วัน จะมีการฉีดพ่นการกำจัดวัชพืชรอบที่สาม (ยาฆ่าหญ้า) และอีกประมาณ 30 วัน จะมีการหยอดปุ๋ยรอบที่สองเพื่อเร่งการเติบโตของฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จนกว่าจะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะมีอายุประมาณ 110 วันหรือมากกว่านั้น จึงจะสามารถเก็บฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และสี/กะเพาะเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้รถสีข้าวโพดเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งจะเริ่มประมาณเดือนพฤศจิกายนจนถึงเดือนธันวาคมหรืออาจเลยไปถึงเดือนมกราคมของปีถัดไป

หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว ชังหรือแกนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เหลือจากการสีเมล็ด ปัจจุบันมีการนำไปใช้ประโยชน์เพียงบางส่วนเช่น การทำปุ๋ยหมัก การแปรรูปเป็นเชื้อเพลิง เป็นต้น แต่ส่วนใหญ่แล้วจะถูกเผาทิ้งเพื่อปรับพื้นที่ให้กลับไปสู่พื้นที่โล่งดั้งเดิม

### 2.3 ขอบเขตการทำงาน

การพิจารณาการเกิดก๊าซเรือนกระจกและการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 จะใช้วิธีการประเมินวัฏจักรชีวิตตามอนุกรมมาตรฐาน ISO 14040 [13] , ISO 14044 [14] และอ้างอิงการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามคำแนะนำในคู่มือการคำนวณของคณะกรรมการวิชาการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลง

สภาพภูมิอากาศ ฉบับปี 2006 (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories) โดยขอบเขตของการพิจารณาคือ cradle-to-farm gate ซึ่งประกอบไปด้วย ขั้นตอนการเพาะปลูก (ได้แก่ ขั้นตอนการเตรียมพื้นที่เพาะปลูก ขั้นตอนการหยอดเมล็ด ขั้นตอนการกำจัดวัชพืช ขั้นตอนการใส่ปุ๋ย) ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวผลผลิต ไปจนถึงการจัดการเศษวัสดุการเกษตรด้วยวิธีการเผาในที่โล่ง ซึ่งขอบเขตการศึกษากิจกรรมการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขอบเขตการศึกษากิจกรรมการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

สำหรับหน่วยงานทำงานของงานวิจัยนี้คือ เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 1 กิโลกรัม โดยการพิจารณาก๊าซเรือนกระจก จะประกอบไปด้วยก๊าซ CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> และ N<sub>2</sub>O ซึ่งแต่ละก๊าซจะถูกแปลงให้อยู่ในหน่วยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO<sub>2</sub>-eq) โดยใช้การอ้างอิงค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) เท่ากับ 1 ก๊าซมีเทน (CH<sub>4</sub>) เท่ากับ 25 และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N<sub>2</sub>O) เท่ากับ 298 สำหรับการพิจารณาฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 ที่เกิดขึ้น จะพิจารณาก๊าซที่เกิดขึ้น ได้แก่ NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, PM10, PM2.5 และ SO<sub>x</sub> ซึ่งจะถูกลดให้อยู่ในหน่วยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 เทียบเท่า (PM10-eq)

โดยใช้การอ้างอิงค่าศักยภาพในการทำให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กคือ แอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ ) เท่ากับ 0.32, ไนโตรเจนออกไซด์ ( $\text{NO}_x$ ) เท่ากับ 0.22, ฝุ่นละอองขนาดเล็ก  $\text{PM}_{10}$  เท่ากับ 1, ฝุ่นละอองขนาดเล็ก  $\text{PM}_{2.5}$  เท่ากับ 1 และ ซัลเฟอร์ออกไซด์ ( $\text{SO}_x$ ) เท่ากับ 0.2 [15]

## 2.4 การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตวัตถุดิบและการขนส่ง

กิจกรรมการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะมีการใช้วัตถุดิบต่าง ๆ เช่น ปุ๋ยอินทรีย์ (ขี้ไก่) ปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆ และยากำจัดวัชพืช รวมไปถึงน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลที่ใช้สำหรับเครื่องจักรทางการเกษตรและการขนส่งวัตถุดิบ โดยปริมาณของวัตถุดิบและสารขาเข้าที่ใช้ในกิจกรรมการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 บัญชีรายการของกิจกรรมการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ขั้นตอน	วัตถุดิบ	ปริมาณ
การเตรียมพื้นที่เพาะปลูก		
การหยอดเมล็ด	เมล็ดข้าวโพด	3 กก./ไร่
	ปุ๋ยขี้ไก่	200 กก./ไร่
	ปุ๋ย 15-15-15	50 กก./ไร่
การกำจัดวัชพืช	แอทราซีน	0.35 กก./ไร่
	อะลาคลอร์	0.5 กก./ไร่
การใส่ปุ๋ย	ปุ๋ย 15-15-15	15 กก./ไร่
	ปุ๋ย 46-0-0	50 กก./ไร่
การเก็บเกี่ยว	น้ำมันดีเซล	0.834 ลิตร/ไร่

และการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากสารขาเข้าของกิจกรรมการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังแสดงในสมการ (1)

$$GHG_R = A_i \times EF_i \quad (1)$$

เมื่อ  $GHG_R$  หมายถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการได้มาและการใช้วัตถุดิบหรือสารขาเข้าอื่น ๆ (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า),  $A_i$  หมายถึงข้อมูลกิจกรรม

จากวัตถุดิบหรือสารขาเข้า (เช่น กิโลกรัม, ลิตร),  $EF_i$  หมายถึงค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบหรือสารขาเข้า (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อหน่วย) และ  $i$  หมายถึง ชนิด/รูปแบบของวัตถุดิบหรือสารขาเข้า

สำหรับการพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล สำหรับใช้ในเครื่องจักรในการเกษตรและการขนส่ง จะใช้ค่าอ้างอิงความหนาแน่นของน้ำมันดีเซล เท่ากับ 850.4 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร [16] และในระบบการขนส่งจะใช้รถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุก 7 ตัน ในการขนส่งวัตถุดิบและสารขาเข้าอื่น ๆ ทั้งหมดไปและกลับ โดยค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จะแสดงอยู่ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ [17]

วัตถุดิบ	ค่าแฟกเตอร์การปล่อย (กิโลกรัม คาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่าต่อหน่วยวัตถุดิบ)
เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	0.2670
ปุ๋ยขี้ไก่	0.1097
ปุ๋ยสูตร 15-15-15	5.3726
แอทราซีน	5.0100
อะลาคลอร์	8.0900
ปุ๋ยสูตร 46-0-0	3.3036
น้ำมันดีเซล (การผลิต)	0.3282
น้ำมันดีเซล (การใช้)	2.7446

และการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากวัตถุดิบและสารขาเข้าแสดงในสมการที่ (2)

$$GHG_T = \sum (W_i \times D_i \times EF_T) \quad (2)$$

เมื่อ  $GHG_T$  หมายถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกของวัตถุดิบหรือสารขาเข้าในการขนส่ง (กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า),  $W_i$  หมายถึง น้ำหนักบรรทุกของวัตถุดิบหรือสารขาเข้า,  $D_i$  หมายถึง ระยะทางขนส่ง (กิโลเมตร) และ  $EF_T$  หมายถึง ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งโดยรถกระบะบรรทุก 4 ล้อ ขนาดเล็ก น้ำหนักบรรทุก 7 ตัน ซึ่งมีค่า  $EF_T$  ทั่วไปเท่ากับ 0.1824 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันกิโลเมตร และ  $EF_T$  ขากลับเท่ากับ 0.3324 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันกิโลเมตร ข้อมูลระยะทางการขนส่งวัตถุดิบจะแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระยะทางการขนส่งวัตถุดิบ

ขั้นตอน	วัตถุดิบ	ระยะทาง (กิโลเมตร)
การเตรียมพื้นที่เพาะปลูก		
การหยอดเมล็ด	เมล็ดข้าวโพด	15
	ปุ๋ยจี้ไก่	-
	ปุ๋ย 15-15-15	15
การกำจัดวัชพืช	แอทราซีน	15
	อะลาคลอร์	15
การใส่ปุ๋ย	ปุ๋ย 15-15-15	15
	ปุ๋ย 46-0-0	15
การเก็บเกี่ยว	น้ำมันดีเซล	10
การเผาในที่โล่ง	น้ำมันดีเซล	10

### 2.5 การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่เพาะปลูก (Field emission)

ก๊าซ  $N_2O$  ในดินเกิดจากกิจกรรมการใช้ธาตุไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในกระบวนการ Nitrification และ Denitrification เป็นหลัก ซึ่งก๊าซ  $N_2O$  ที่เกิดขึ้นจะถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศโดยกระบวนการแพร่ผ่านผิวดิน

เนื่องจากการทำเกษตรกรรม โดยเฉพาะการปลูกพืช เป็นกิจกรรมที่ต้องใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นจำนวนมาก ดินที่ทำการเกษตรจึงเป็นแหล่งปล่อยก๊าซ  $N_2O$  ที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่ง

ในการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ทั้งในรูปของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด จะมีบางส่วนของปุ๋ยสูญเสียไปในกระบวนการ Nitrification และ Denitrification และมีการปล่อยก๊าซ  $N_2O$  ออกมาโดยตรง (Direct emission) อย่างไรก็ตาม ปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ลงไปในดินบางส่วนได้สูญเสียไปในกระบวนการอื่น ๆ เช่น การชะล้าง การระเหยในรูปของก๊าซแอมโมเนีย เป็นต้น ซึ่งระหว่างการสูญเสียจะมีการปล่อยก๊าซ  $N_2O$  ออกมาได้ อีก เรียกว่า การปล่อยโดยทางอ้อม (Indirect emission) [18] ปริมาณการปล่อยก๊าซ  $N_2O$  สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3)

$$\text{การปล่อยก๊าซ } N_2O \text{ รวม} = \text{ปริมาณการปล่อยก๊าซ } N_2O \text{ โดยตรง (Direct emission)} + \text{ปริมาณการปล่อยโดยอ้อม (Indirect emission)} \quad (3)$$

วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซ  $N_2O$  โดยตรง ดังแสดงในสมการที่ (4)

$$\text{ปริมาณการปล่อยก๊าซ } N_2O \text{ โดยตรง (กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี)} = [(F_{SN} + F_{AW} + F_{CR}) \times EF] \quad (4)$$

เมื่อ  $F_{SN}$  = ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนต่อปีที่ได้ปรับค่าการสูญเสียในรูปของ  $NH_3$  และ  $NO_x$

$F_{AM}$  = ปริมาณไนโตรเจนจากมูลสัตว์ต่อปีที่ได้ใส่ในดินและได้ปรับค่าการสูญเสียในรูปของ  $NH_3$  และ  $NO_x$

$F_{CR}$  = ปริมาณไนโตรเจนต่อปีในชีวมวลจากการเกษตรที่ใส่ในดิน

$EF$  = ค่าการปล่อย ซึ่งเท่ากับ 0.01 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อกิโลกรัมไนโตรเจนขาเข้า

สำหรับวิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซ  $N_2O$  โดยอ้อม ดังแสดงในสมการที่ (5)

$$\text{ปริมาณการปล่อย } N_2O \text{ ทางอ้อม (กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี)} = N_2O(G) + N_2O(L) \quad (5)$$

เมื่อ  $N_2O(G) = N_2O$  ที่เกิดจากการตกสะสมของ  $NO_x$  และ  $NH_3$  (กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี) จากบรรยากาศ

$$N_2O(L) = N_2O \text{ ที่เกิดจากการ leaching และ runoff (กิโลกรัมไนโตรเจนต่อปี)}$$

## 2.6 การประเมินก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษวัสดุการเกษตร

การประเมินการเกิดก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษวัสดุการเกษตรจะอ้างอิงค่าแฟกเตอร์การเกิดก๊าซเรือนกระจก แสดงในตารางที่ 4 [19]

ตารางที่ 4 ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษวัสดุการเกษตร

ก๊าซเรือนกระจก	ค่าแฟกเตอร์การปล่อย (กิโลกรัมมลสารต่อตันซังข้าวโพด)
CO <sub>2</sub>	1,350
CH <sub>4</sub>	110
N <sub>2</sub> O	41.72
<b>GHGs</b>	<b>1,501.72</b>

## 2.7 การประเมินการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 จากการผลิตวัตถุดิบ

การประเมินการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 จากการผลิตวัตถุดิบจะอ้างอิงค่าการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 จากวิธี ReCiPe (ใน SimaPro Software) โดยค่าการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 จากกิจกรรมการเพาะปลูกแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าแฟกเตอร์การเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 จากการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ [20]

วัตถุดิบ	ค่าแฟกเตอร์การปล่อย (กิโลกรัมฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 ต่อหน่วยวัตถุดิบ)
เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	0.0048
ปุ๋ยขี้ไก่	0.0004
ปุ๋ยสูตร 15-15-15	0.0011
แอมโมเนียม	0.0154
อะลาคลอร์	0.0077
ปุ๋ยสูตร 46-0-0	0.0077
น้ำมันดีเซล (การผลิต)	0.0011
น้ำมันดีเซล (การใช้)	0.0093

## 2.8 การประเมินการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 จากการเผาเศษวัสดุการเกษตร

จากการคำนวณค่าแฟกเตอร์การเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 จากการเผาเศษวัสดุการเกษตร มีค่าเท่ากับ 13.40 กิโลกรัมเทียบเท่าฝุ่นละอองขนาดเล็กต่อตันของซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 จากการเผาเศษวัสดุการเกษตร [20]

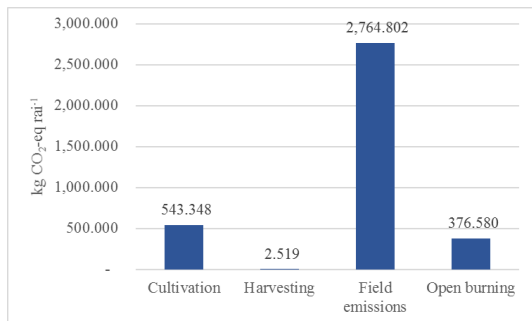
ก๊าซเรือนกระจก	ค่าแฟกเตอร์การปล่อย (กิโลกรัมมลสารต่อตันซังข้าวโพด)
NO <sub>x</sub>	1.80
SO <sub>x</sub>	0.20
NH <sub>3</sub>	2.40
PM10	6.20
PM2.5	6.00
<b>PM10</b>	<b>13.40</b>

## 3. ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

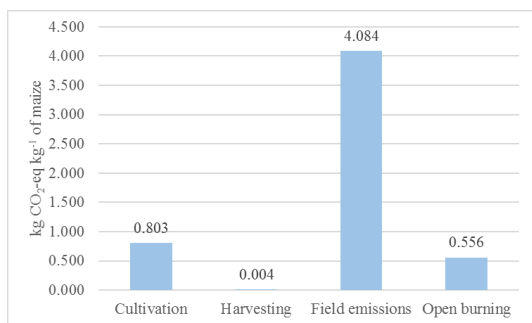
### 3.1 การเกิดก๊าซเรือนกระจกของการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และการเผาเศษวัสดุการเกษตร

จากการวิเคราะห์บัญชีรายการของการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พบว่าขั้นตอนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ในพื้นที่เพาะปลูกมีปริมาณสูงสุด เท่ากับ 2,764.802 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไร่ หรือ 4.084 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากมีการไถกลบดินและใบข้าวโพด เพื่อเตรียมพื้นที่ในการเพาะปลูกครั้งต่อไป และรวมไปถึงขั้นตอนการใส่ปุ๋ยที่มีการใช้ปุ๋ยต่าง ๆ จึงทำให้ในขั้นตอนนี้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณที่สูงกว่าขั้นตอนอื่นๆ และรองลงมาคือขั้นตอนการเพาะปลูก ซึ่งมีปริมาณการเกิดก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 543.348 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไร่ รองลงมาคือขั้นตอนการเผาเศษวัสดุการเกษตร มีค่าเท่ากับ 376.580 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อไร่ หรือ 0.803 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อกิโลกรัมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และลำดับสุดท้ายคือขั้นตอนการเก็บเกี่ยว ซึ่งปริมาณการเกิดก๊าซเรือนกระจกของเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมดจะแสดงดังรูปที่ 4 และเมื่อเทียบปริมาณการเกิดก๊าซเรือนกระจกของการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อกิโลกรัมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จะแสดงดังรูปที่ 5



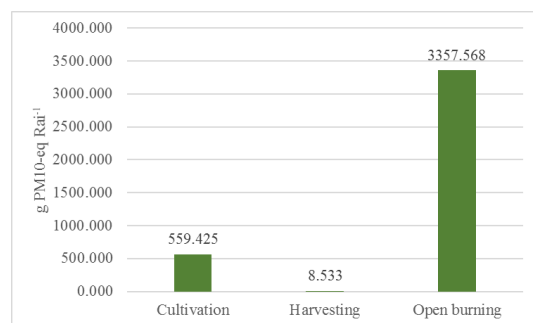
รูปที่ 4 การเกิดก๊าซเรือนกระจกของการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อพื้นที่ (ไร่)



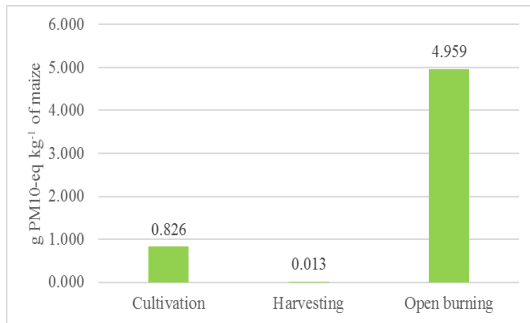
รูปที่ 5 การเกิดก๊าซเรือนกระจกของการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อกิโลกรัมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

### 3.2 การเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 ของการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และการเผาเศษวัสดุการเกษตร

จากการวิเคราะห์การเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 ในกระบวนการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าขั้นตอนการเผาเศษวัสดุการเกษตรมีปริมาณการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 สูงสุด เท่ากับ 3,357.568 กรัมฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 เทียบเท่าต่อไร่ หรือ 4.959 กรัมฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 เทียบเท่าต่อกิโลกรัมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากการเผาเศษวัสดุการเกษตรที่มีปริมาณมากในพื้นที่จึงส่งผลให้เกิดมลพิษทางอากาศมากกว่าขั้นตอนอื่น ๆ รองลงมาคือขั้นตอนการเพาะปลูก มีค่าเท่ากับ 559.425 กรัมฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 เทียบเท่าต่อไร่ หรือ 0.826 กรัมฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 เทียบเท่าต่อกิโลกรัมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และลำดับสุดท้ายคือขั้นตอนการเก็บเกี่ยวซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.533 กรัมฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 เทียบเท่าต่อไร่ หรือ 0.013 กรัมฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 เทียบเท่าต่อกิโลกรัมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สำหรับปริมาณการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 ทั้งหมดของการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แสดงได้ดังรูปที่ 6 และเมื่อเทียบปริมาณการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 ของการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อกิโลกรัมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จะแสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 6 การเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 ของการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อพื้นที่ (ไร่)



รูปที่ 7 การเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 ของการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อกิโลกรัมข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

จากข้อมูลกรมพัฒนาที่ดินในปี 2559 พบว่า การเผาพื้นที่ป่าเพื่อปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในอำเภอแม่แจ่มมีพื้นที่ถูกเผาเฉลี่ยประมาณ 7,904.13 ไร่ [21] ดังนั้นเมื่อวิเคราะห์การเกิดก๊าซเรือนกระจกและฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 ต่อพื้นที่เพาะปลูกที่ถูกเผาเพื่อปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมด ทำให้ทราบถึงภาพรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและฝุ่นละอองขนาดเล็กจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของอำเภอแม่แจ่ม ดังตารางที่ 7

#### 4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิเคราะห์ถึงที่มาและผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและฝุ่นละออง ขนาดเล็ก PM10 ที่เกิดจากกิจกรรมการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และการเผาเศษวัสดุการเกษตรในพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่พบว่าในขั้นตอนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่เพาะปลูก (Field emission) มีการเกิดก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คิดเป็น 75% ของขั้นตอนทั้งหมด เนื่องจากการเตรียมพื้นที่ในการเพาะปลูกครั้งต่อไป และรวมไปถึงขั้นตอนการบำรุงรักษาจากการใส่ปุ๋ยต่างๆ จึงทำให้ในขั้นตอนนี้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณที่สูงกว่าขั้นตอนอื่นๆ รองลงมาคือขั้นตอนการเพาะปลูก, ขั้นตอนการเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่ง และขั้นตอนการเก็บเกี่ยว คิดเป็น 15%, 10% และ 0.07% ตามลำดับ สำหรับปริมาณการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 พบว่าขั้นตอนการเผาเศษวัสดุการเกษตรมีปริมาณการเกิดเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 สูงสุด คิดเป็น

86% ของขั้นตอนทั้งหมด เนื่องจากการเผาเศษวัสดุการเกษตรในพื้นที่ทำให้การเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กในปริมาณมาก จึงส่งผลให้เกิดมลพิษทางอากาศมากที่สุด รองลงมาคือขั้นตอนเพาะปลูก และขั้นตอนการเก็บเกี่ยว คิดเป็น 14% และ 0.22% ตามลำดับ

จากค่าการเกิดก๊าซเรือนกระจกและฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 ต่อพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดที่ถูกเผา ทำให้ในภาพรวมของอำเภอแม่แจ่มมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เท่ากับ 2,976.538 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และทำให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กเท่ากับ 26.539 ตันฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 เทียบเท่า ซึ่งผลกระทบดังกล่าวส่งผลกระทบต่อมลพิษทางอากาศและสุขภาพของประชาชนในพื้นที่เป็นอย่างมาก

ตารางที่ 7 ค่าการเกิดก๊าซเรือนกระจกและฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 ต่อพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดที่ถูกเผา

ก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณ	หน่วย
GHGs	2,976.538	tonCO <sub>2</sub> -eq
PM10	26.539	tonPM10

งานวิจัยนี้จึงแสดงถึงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และการเผาเศษวัสดุการเกษตรในอำเภอแม่แจ่ม ซึ่งเป็นวิธีการที่เกษตรกรในพื้นที่ศึกษาเลือกปฏิบัติดำเนินการมาอย่างยาวนานเพื่อนำมาจัดการเศษวัสดุการเกษตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าส่งผลกระทบต่อค่อนข้างมากในด้านของการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 ที่มีผลกระทบต่อมลพิษทางอากาศและสุขภาพของประชาชนในพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว จึงจำเป็นต้องมีการหาแนวทางเพื่อการจัดการเศษวัสดุการเกษตร เช่น การนำไปแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง หรือการนำไปผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ เป็นต้น เพื่อให้เกิดการจัดการเศษวัสดุการเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและมีความยั่งยืนสำหรับอำเภอแม่แจ่มต่อไป

ดังนั้นผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้ จะสามารถนำไปเป็นข้อมูลเพื่อต่อยอดการหาแนวทางการจัดการเศษวัสดุ

การเกษตรที่เหมาะสมสำหรับอำเภอแม่แจ่มและพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย อีกทั้งยังสามารถเชื่อมโยงไปถึงการวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมชั้นปลายที่จะสามารถบอกถึงค่าความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเกิดก๊าซเรือนกระจกและการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 ที่ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสุขภาพอนามัยของประชาชนในพื้นที่เป็นอย่างมากในปัจจุบัน อีกทั้งยังสามารถนำไปต่อยอดในการทำข้อมูลเชิงนโยบายเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพทางอากาศ และการจัดการเศษวัสดุเหลือจากการเกษตรในพื้นที่ดังกล่าวให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและมีความยั่งยืนในอนาคตต่อไป

## 5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้ทำวิจัยขอขอบพระคุณ ศูนย์ความเป็นเลิศเพื่อการจัดการพลังงานและเศรษฐกิจพิเศษ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และหน่วยวิจัยสนามไฟฟ้าประยุกต์ในงานวิศวกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา อำเภอคอดยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ที่อนุเคราะห์ข้อมูลและข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Annual Report 2015. Agricultural Statics of Thailand, Office of Agricultural Economics, Ministry of agriculture and cooperatives, 2015.
- [2] โครงการศึกษาแนวทางบริหารจัดการเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงและลดการเกิดหมอกควัน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.), 2555.
- [3] ยุทธศาสตร์/มาตรการแก้ไขปัญหาไฟป่าและหมอกควัน ปี 2558. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558.
- [4] การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์. หน่วยวิจัยเพื่อการจัดการพลังงานและเศรษฐกิจพิเศษ, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2556.
- [5] ทศวรรษ ใจเที่ยง, ฉัฐนี วรรษ และ ทะนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์. สักยภาพด้านพลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการจัดการขยะในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 2556; 22(1): 12-21.
- [6] เหมือนจิต แจ่มศิลป์, ศิริพร วิริยะตั้งสกุล, ปวีณา พาณิชยพิเชษฐ์, บงกช กิตติสมพันธ์ และ พงษ์วิภา หล่อมสมบุญ. การวิเคราะห์ด้านเศรษฐกิจของเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าเพื่อการลดก๊าซเรือนกระจก. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 2558; 22(2): 98-106.
- [7] สุรวุฒิ สุดหา, เพชร เฟ็งชัย และ นิดา ชัยมูล. ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์หม่าฮุมของจังหวัดชัยภูมิ. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 2558; 22(3): 21-30.
- [8] Goedkoop, M., Heijungs, R., Huijbregts, M., De Schryver, A., Struijs, J. and Zelm, R.V. ReCiPe 2008: A life cycle impact assessment method which comprises harmonized category indicators at the midpoint and the endpoint level. [Online] Available: <http://www.lcia-recipe.net>.
- [9] บรรยายสรุปจังหวัดเชียงใหม่. กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร, สำนักงานจังหวัดเชียงใหม่, 2559.
- [10] สถิติการปลูกพืช จังหวัดเชียงใหม่. กลุ่มยุทธศาสตร์และสารสนเทศ, สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่, 2558.

- [11] โครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการลดปัญหาหมอกควันจากการเผาไหม้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในพื้นที่ภาคเหนือด้วยการแปรรูปเป็นพลังงาน (กรณีศึกษาพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่หรือลำพูน). ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2557.
- [12] โครงการพัฒนาระบบฐานข้อมูลทรัพยากรป่าไม้ จังหวัด เชียงใหม่. ระบบข้อมูลสารสนเทศ จังหวัดเชียงใหม่, สำนักงานจังหวัดเชียงใหม่, 2559. [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://gis.chiangmai.go.th>.
- [13] Environment management – life cycle assessment – principle and framework. ISO, International Organization for Standardization, 2nd edition, ISO copyright office, Switzerland, 2006.
- [14] Environment management – life cycle assessment – requirements and guideline (ISO 14044: 2006) ISO, International Organization for Standardization, 2nd edition, ISO copyright office, Switzerland, 2006.
- [15] Eggleston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. Agriculture, forestry and other land use. In: Eggleston, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Institute for Global Environmental Strategies, Japan, 2006; 4.
- [16] Combustion theory, DEDE, Department of Alternative Energy Development and Efficiency, Ministry of Energy in Thailand, 2004. [Online] Available: [www2.dede.go.th/bhrd/old/Download/file\\_handbook/.../pre\\_heat\\_3.pdf](http://www2.dede.go.th/bhrd/old/Download/file_handbook/.../pre_heat_3.pdf).
- [17] Carbon footprint of Product. TGO, Thailand Greenhouse gas management Organization (Public organization), 2016. [Online] Available: [http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/download/EmissionFactor\\_CFP.pdf](http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/download/EmissionFactor_CFP.pdf).
- [18] โครงการจัดทำฐานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคเกษตร. บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555.
- [19] Xinghua Li, Shuxiao Wang, Lei duan, Jaming Hao, Chao Li, Yaosheng Chen and Liu Yang. Particulate and trace gas emissions from open burning of wheat straw and corn stover in China. *Environmental Science and Technology*, 2007; 14(17): 6052-6058.
- [20] Technical guidance to prepare national emission inventories. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, European Environmental Agency, 2013.
- [21] ประเด็นปัญหาหมอกควันในพื้นที่ 9 จังหวัดภาคเหนือ. กลุ่มวิจัยและพัฒนาการบรรเทาภาวะโลกร้อนทางการเกษตร, กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, 2559. [Online] Available: <http://www.idd.go.th/hotspot/Table/presentation240259.pdf> (accessed 02.07.16)