การบูรณาการบริบทเชิงพื้นที่และเศรษฐศาสตร์พฤติกรรมเพื่อออกแบบมาตรการลดการเผาเศษซากพืช: กรณีศึกษาอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

Integration of Spatial Context and Behavioral Economics for Designing Crop Residue Burning Reduction Measures: A Case Study of Mae Chaem District, Chiang Mai Province

ชนิตา พันธุ์มณี[1]*, นิศาชล ลีรัตนากร[1], พิมพิมล แก้วมณี[1], มนตรี สิงหะวาระ[1], เกวลิน สมบูรณ์[1], อภินันท์ สุวรรณรักษ์[2] และศิริโสภา สันติทฤษฎีกร[3]

Chanita Panmanee[1]*, Nisachon Leerattanakorn[1], Pimpimon Kaewmanee[1], Montri Singhavara[1], Kewalin Somboon[1], Apinun Suvarnaraksha[2] and Sirisopa Suntitissadeekorn[3]

[1] คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
[2] คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
[3] วิทยาลัยบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[1] Faculty of Economics, Maejo University, Chiang Mai Thailand 50290
[2] Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiang Mai Thailand 50290
[3] School of Administrative Studies, Maejo University, Chiang Mai Thailand 50290

*Corresponding Author: golffychicha@gmail.com

Received: *February 25, 2026*
Revised: *April 24, 2026*
Accepted: *May 19, 2026*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบริบทและข้อจำกัดด้านทรัพยากรของพื้นที่เกษตรในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ วิเคราะห์พฤติกรรมและปัจจัยกำหนดการตัดสินใจเผาเศษซากพืชของเกษตรกร และประเมินความเหมาะสมของมาตรการทางเศรษฐศาสตร์ในการลดการเผาภายใต้ความแตกต่างเชิงพื้นที่ เก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกร 362 ราย โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา และแบบจำลองโลจิตแบบสองทางเลือกผลการวิจัย พบว่า พื้นที่เกษตรส่วนใหญ่มีความลาดชันมากกว่า 20% ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการใช้เครื่องจักรเพื่อจัดการเศษซากพืช ทำให้การเผาเป็นวิธีหลักในการเตรียมพื้นที่เพาะปลูก ผลการวิเคราะห์แบบจำลองโลจิต พบว่า ระดับการศึกษา ประสบการณ์ทางการเกษตร ต้นทุน และราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีผลต่อการลดโอกาสในการเผา ในขณะที่ขนาดพื้นที่เพาะปลูกและความลาดชันของพื้นที่เพิ่มโอกาสในการเผาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านแรงจูงใจสำคัญในการลดการเผาคือ ผลกระทบด้านสุขภาพและความเสื่อมโทรมของดิน สำหรับมาตรการเชิงเศรษฐศาสตร์พบว่า การส่งเสริมการปรับเปลี่ยนชนิดพืชและระบบวนเกษตรมีความเหมาะสมสูง ในขณะที่มาตรการ

ภาษีและการบังคับใช้กฎหมายโดยตรงมีความเหมาะสมต่ำ อย่างไรก็ตามการออกแบบนโยบายควรคำนึงถึงความแตกต่างเชิงพื้นที่และข้อจำกัดเชิงโครงสร้างของเกษตรกร และควรใช้มาตรการแบบผสมผสานเพื่อสามารถปฏิบัติได้จริงและเกิดความยั่งยืนในระยะยาว

คำสำคัญ: การเผาเศษซากพืช, บริบทเชิงพื้นที่, พฤติกรรมการเผา, มาตรการทางเศรษฐศาสตร์, แบบจำลองโลจิต

Abstract

This research aims to examine the resource constraints and context of agricultural areas in Mae Chaem District, Chiang Mai Province by analyzing behaviors and determinants influencing the decision to burn crop residues of farmers and evaluate the suitability of economic measures for reducing open burning across diverse spatial contexts. Collected data from 362 farmers using purposive sampling then analyzed by descriptive statistics and a binary logistic regression model. The results show that most agricultural areas were slopes exceeding 20 percent, which is a primary constraint for utilizing machinery in crop residue management. Hence, burning remains the primary method for land preparation. The logistic regression model results show that level of education, farming experience, costs, and the price of feed corn notably reduce the likelihood of burning. While agricultural areas and land slope increase the probability of burning at the statistical level significantly. The key motivations to reduce burning include health impacts and soil degradation. Regarding economic measures, the promotion of crop diversification and agroforestry systems was found to be highly suitable, whereas taxation and direct legal enforcement measures are considered less suitable. However, policy design should consider spatial differences and structural constraints faced by farmers. A combination of policy measures is recommended to ensure practical implementation and long-term sustainability.

Keywords: Crop residue burning, Spatial context, Burning behavior, Economic measures, Logit model

1. บทนำ

ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) เป็นประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมและสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศไทย โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือที่เผชิญปัญหาอย่างต่อเนื่องในช่วงฤดูแล้ง แม้ว่าสถานการณ์ฝุ่น จุดความร้อน และพื้นที่เผาไหม้ในปี พ.ศ. 2568 จะมีแนวโน้มลดลง โดยฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ มีค่าเฉลี่ย 35 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ลดลง 26% จากปีก่อนหน้า) จำนวนวันที่เกินมาตรฐาน 117 วัน (ลดลง 11% จากปีก่อนหน้า) และมีจุดความร้อนสะสม (Hotspot) จำนวน 55,989 จุด (ลดลง 30% จากปีก่อนหน้า) และพบพื้นที่เผาไหม้รวม 8.57 ล้านไร่ (ลดลง 16% จากปีก่อนหน้า) (กรมควบคุมมลพิษ, 2569) แต่หลายพื้นที่ยังคงมีค่าฝุ่นเกินเกณฑ์แนะนำของ

องค์การอนามัยโลก ประเด็นนี้สะท้อนให้เห็นว่าการแก้ปัญหายังเน้นเพียงมาตรการระยะสั้นหรือปลายเหตุ ไม่สามารถลดความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนได้อย่างแท้จริง (Policy Watch, 2569)

การสะสมของฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่เกินค่ามาตรฐานส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งด้านระบบทางเดินหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด และการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร อีกทั้งยังก่อให้เกิดต้นทุนทางเศรษฐกิจจากค่าใช้จ่ายด้านสาธารณสุขและการสูญเสียผลิตภาพแรงงาน หนึ่งในแหล่งกำเนิดสำคัญของ $PM_{2.5}$ ในภาคเหนือคือการเผาเศษซากพืชทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์บนพื้นที่สูง (GISTDA, 2023) จากมุมมองทางเศรษฐศาสตร์ การเผาเศษซากพืชสะท้อนปัญหาผลกระทบภายนอกทางลบ เนื่องจากต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพไม่ได้ถูกรวมอยู่ในต้นทุนการผลิตของเกษตรกร ส่งผลให้เกิดการตัดสินใจที่ไม่สอดคล้องกับประสิทธิภาพทางสังคม (Field & Field, 2017) แม้งานวิจัยที่ผ่านมาได้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการเผาในที่โล่งกับการเพิ่มขึ้นของ $PM_{2.5}$ อย่างชัดเจน แต่ส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นการวิเคราะห์เชิงกายภาพและสิ่งแวดล้อม เช่น การติดตามจุดความร้อนและการประเมินคุณภาพอากาศ ในขณะที่การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์เกี่ยวกับพฤติกรรมการตัดสินใจของเกษตรกรและข้อจำกัดเชิงโครงสร้างในระดับพื้นที่ยังมีจำกัด งานวิจัยส่วนใหญ่จึงตั้งอยู่บนสมมติฐานว่า เกษตรกรสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมได้ผ่านมาตรการทางกฎหมายหรือแรงจูงใจด้านราคา (Singh et al., 2025; Ogutu et al., 2025) อย่างไรก็ตาม ในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านกายภาพสูง เช่น ความลาดชัน การขาดแคลนแรงงาน และการเข้าถึงทรัพยากรที่ไม่เท่าเทียม ปัจจัยเชิงพื้นที่อาจมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของเกษตรกรมากกว่าปัจจัยด้านรายได้หรือการรับรู้ผลกระทบ จากหลักฐานเชิงประจักษ์ล่าสุดชี้ว่า การตัดสินใจเผาเศษซากพืชไม่ได้ขึ้นอยู่กับแรงจูงใจด้านราคาเพียงอย่างเดียว แต่ยังได้รับอิทธิพลจากข้อจำกัดด้านกายภาพและทรัพยากร เช่น ความลาดชัน การเข้าถึงแรงงาน เครื่องจักร และแหล่งน้ำ รวมถึงปัจจัยด้านอายุ การศึกษา ประสบการณ์ และภาระหนี้สิน (Parambil-Peedika et al., 2025; Cordeiro et al., 2024; Erekalo et al., 2025; Lin et al., 2025; Cuong et al., 2026; Chang et al., 2024; Faisal et al., 2021; Raza et al., 2022; Chendrashekhar et al., 2018; Jack et al., 2025) ทั้งนี้ เกษตรกรมักเลือกวิธีจัดการเศษซากพืชด้วยการเผาเนื่องจากมีต้นทุนต่ำ ใช้แรงงานน้อย และเตรียมพื้นที่ได้รวดเร็ว แม้จะตระหนักถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพก็ตาม (Liu et al., 2018; วิลาวรรณ น้อยภา และวาสิฐี ภักดีลุน., 2564; นิพนธ์ พัวพงศกร., 2568; Vivithkeyoonvong et al., 2568)

นอกจากนี้ งานวิจัยเชิงเศรษฐศาสตร์พฤติกรรมในภาคการเกษตรชี้ให้เห็นว่า ปัจจัยด้านรายได้หรือต้นทุนเพียงอย่างเดียวไม่สามารถอธิบายการตัดสินใจด้านสิ่งแวดล้อมของเกษตรกรได้อย่างครบถ้วน โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านกายภาพ เช่น ความลาดชันของพื้นที่ การเข้าถึงเครื่องจักรกล แรงงาน และแหล่งน้ำ ในพื้นที่เกษตรบนพื้นที่สูง ข้อจำกัดเชิงพื้นที่ดังกล่าวมักมีอิทธิพลทำให้เกษตรกรมีทางเลือกในการจัดการเศษซากพืชที่จำกัด (Keck, M. & Hung, 2018; Cordeiro et al., 2024; Akahoshi et al., 2024; Chang et al., 2024; Parambil-Peedika et al., 2025) รวมถึงปัจจัยอื่น ๆ อาทิ เพศ (Cuong et al., 2026) อายุ (Faisal et al., 2021; Raza et al., 2022; Chang et al., 2024; Cuong et al., 2026) ระดับการศึกษา (Chendrashekhar et al., 2018; Faisal et al., 2021; Raza et al., 2022; Chang et al., 2024; Cuong et al., 2026) ประสบการณ์ในการทำเกษตร (Chendrashekhar et al., 2018; Chang et al., 2024; Cuong et al., 2026) ภาระหนี้สิน (Jack et al., 2025)

ขนาดฟาร์ม (Chendrashekhar et al., 2018; Raza et al., 2022; Chang et al., 2024; Cuong et al., 2026) และปริมาณผลผลิต (Hu et al., 2016) ก็มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของเกษตรกรด้วยเช่นกัน ดังนั้น หากต้องการส่งเสริมให้เกษตรกรลด ละ หรือเลิกการเผาในพื้นที่เกษตร การทำความเข้าใจบริบทเชิงพื้นที่และพฤติกรรมการตัดสินใจของเกษตรกรอย่างรอบด้านจึงเป็นประเด็นสำคัญที่จำเป็นต้องศึกษาอย่างลึกซึ้ง ทั้งนี้ องค์ความรู้ดังกล่าวจะเป็นพื้นฐานสำคัญในการออกแบบมาตรการทางเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะที่เหมาะสม สอดคล้องกับข้อจำกัดของพื้นที่ และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในระดับพื้นที่

จากการทบทวนมาตรการทางเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการลดการเผาในพื้นที่เกษตร พบว่าสามารถจำแนกมาตรการสำคัญได้หลายรูปแบบ ได้แก่ มาตรการภาษีและค่าธรรมเนียมจากการเผาเศษซากพืช ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มต้นทุนของการเผาและจูงใจให้เกษตรกรหันมาใช้วิธีจัดการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น (Sahlin et al., 2007) มาตรการการจ่ายค่าตอบแทนบริการระบบนิเวศ (Payment for Ecosystem Services: PES) สำหรับเกษตรกรที่ดำเนินการจัดการพื้นที่โดยไม่เผา (Jack et al., 2025) รวมถึงมาตรการเงินอุดหนุนและสิทธิประโยชน์ทางภาษีแก่เกษตรกรที่เลือกใช้วิธีจัดการเศษซากพืชที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ (Hou et al., 2019; Ravindra et al., 2019) นอกจากนี้ ยังมีการส่งเสริมมาตรการทางการตลาดและการเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น การสนับสนุนการแปรรูปเศษซากพืชเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยหรือพลังงาน ซึ่งช่วยสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรเก็บวัสดุเหลือใช้ไว้ใช้ประโยชน์แทนการเผา โดยงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าภาครัฐมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนกลไกตลาดและการจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (Bhuvaneshwari et al., 2019; Ravindra et al., 2019; Cao et al., 2023) ควบคู่กับการผลักดันมาตรการด้านกฎหมาย เช่น ร่างพระราชบัญญัติบริหารจัดการเพื่ออากาศสะอาด (สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, 2567) เพื่อสนับสนุนการลดการเผาในภาคเกษตรอย่างเป็นรูปธรรม

สำหรับประเทศไทย แม้ว่าภาครัฐจะดำเนินมาตรการลดการเผาอย่างต่อเนื่อง ทั้งในรูปแบบของมาตรการทางกฎหมาย การส่งเสริมเทคโนโลยี และโครงการนำร่องในระดับพื้นที่ แต่ผลสัมฤทธิ์ของนโยบายยังมีข้อจำกัด โดยเฉพาะในพื้นที่เกษตรบนพื้นที่สูงที่มีข้อจำกัดด้านภูมิประเทศ การเข้าถึงเครื่องจักร และต้นทุนแรงงาน ส่งผลให้เกษตรกรจำนวนมากยังคงพึ่งพาการเผาเศษซากพืชเพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูก อีกทั้งงานวิจัยที่ผ่านมา ส่วนใหญ่มุ่งเน้นการติดตามจุดความร้อน การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม หรือการบังคับใช้มาตรการทางกฎหมายเป็นหลัก ในขณะที่การศึกษาพฤติกรรมการตัดสินใจของเกษตรกร รวมถึงความเหมาะสมของมาตรการเศรษฐศาสตร์เชิงนโยบายภายใต้บริบทเชิงพื้นที่ที่แตกต่างกันยังมีอยู่จำกัด โดยเฉพาะการบูรณาการระหว่างข้อจำกัดเชิงพื้นที่ ต้นทุนทางเศรษฐกิจของเกษตรกร และแรงจูงใจในการลดหรือเลิกการเผา ซึ่งถือเป็นช่องว่างสำคัญขององค์ความรู้ที่จำเป็นต่อการออกแบบนโยบายสาธารณะที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

เมื่อพิจารณาบริบทของพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าเป็นพื้นที่ที่สะท้อนความซับซ้อนของปัญหาการเผาในภาคเกษตรได้อย่างชัดเจน เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นพื้นที่สูงลาดชัน และระบบการผลิตทางการเกษตรพึ่งพาการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นหลัก ส่งผลให้เกษตรกรจำนวนมากยังคงใช้การเผาเศษซากพืชเพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูก แม้จะตระหนักถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพก็ตาม สถานการณ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการลดการเผาในพื้นที่สูงจำเป็นต้องคำนึงถึงข้อจำกัดเชิงพื้นที่ ต้นทุนด้านทรัพยากร และพฤติกรรมการ

ตัดสินใจของเกษตรกรควบคู่กัน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาบริบทเชิงพื้นที่ ข้อจำกัดด้านทรัพยากร พฤติกรรมการจัดการเศษซากพืช และปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจของเกษตรกร รวมถึงแรงจูงใจในการลดและเลิกการเผาในพื้นที่เกษตรของอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ตลอดจนประเมินความเหมาะสมของมาตรการเศรษฐศาสตร์เชิงนโยบายภายใต้ความแตกต่างของบริบทพื้นที่ เพื่อสนับสนุนการออกแบบมาตรการและนโยบายสาธารณะที่มีประสิทธิภาพ เป็นธรรม สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง อันจะนำไปสู่การลดการเผาในภาคเกษตรอย่างยั่งยืนในระยะยาว

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อศึกษาบริบทเชิงพื้นที่และข้อจำกัดด้านทรัพยากรของพื้นที่เกษตรในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

2) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการจัดการเศษซากพืชและวิเคราะห์ปัจจัยกำหนดการตัดสินใจเผาเศษซากพืชของเกษตรกรในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

3) เพื่อประเมินความเหมาะสมของมาตรการทางเศรษฐศาสตร์เชิงนโยบายในการลดการเผาเศษซากพืชภายใต้ความแตกต่างของบริบทเชิงพื้นที่ในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้วิธีวิจัยแบบผสมผสาน โดยเก็บรวบรวมทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เพื่ออธิบายพฤติกรรมการจัดการเศษซากพืชของเกษตรกรและประเมินความเหมาะสมของมาตรการเชิงนโยบายภายใต้บริบทพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน โดยมีพื้นที่วิจัยคือ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรบนพื้นที่สูงที่ประสบปัญหาการเผาเศษซากพืชอย่างต่อเนื่อง ครอบคลุม 7 ตำบล ได้แก่ ตำบลแม่นาจร ปางหินฝน บ้านทับ กองแขก ช่างเคิ่ง แม่ศึก และท่าผา และคัดเลือกพื้นที่นำร่องจำนวน 20 หมู่บ้าน เพื่อให้ครอบคลุมความหลากหลายของลักษณะภูมิประเทศ การเข้าถึงทรัพยากร และรูปแบบการผลิตทางการเกษตร

สำหรับข้อมูลเชิงปริมาณเก็บรวบรวมจากเกษตรกรจำนวน 362 ราย โดยใช้แบบสอบถามแบบมีโครงสร้างซึ่งได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแล้ว และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากเกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการจัดการเศษซากพืชหลังการเก็บเกี่ยว ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในระดับพื้นที่และการประชุมกลุ่มกับเกษตรกร ซึ่งข้อมูลที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และใช้แบบจำลองโลจิตแบบสองทางเลือกในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเผาหรือไม่เผาเศษซากพืชของเกษตรกร เนื่องจากตัวแปรตามมีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพแบบสองทางเลือก และสามารถอธิบายความน่าจะเป็นของการตัดสินใจของเกษตรกรได้อย่างเหมาะสม (Neupane et al., 2002; อารี วิบูลย์พงศ์, 2549) โดยแบบจำลองทั่วไปของการถดถอยโลจิสติก (Logistic regression) ที่มีเวกเตอร์ของตัวแปรอิสระ เพื่อตีความความน่าจะเป็นของการจัดการเศษซากพืชของเกษตรกรด้วยวิธีการเผาหรือไม่เผาแสดงไว้ในสมการที่ (1)

$$P_i = P(Y_i = 1 | X_i) = \frac{e^{X_i'\beta}}{1+e^{X_i'\beta}} = \frac{1}{1+e^{-X_i'\beta}} \quad (1)$$

แบบจำลองโลจิตแบบสองทางเลือก ถูกสร้างขึ้นโดยการแปลงสมการที่ (1) เป็นลอการิทึมของอัตราส่วนความน่าจะเป็น ดังที่แสดงในสมการที่ (2) และใช้วิธีการประมาณค่าความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood estimation: MLE) ในการประมาณแบบจำลอง

$$L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = X_i'\beta \quad (2)$$

จากแนวคิดเชิงทฤษฎีและการทบทวนวรรณกรรม งานวิจัยนี้จึงได้กำหนดตัวแปรอธิบายที่มีผลต่อการตัดสินใจจัดการเศษซากพืชด้วยวิธีการเผาของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา รายได้ครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน ประสบการณ์ในการทำเกษตร ภาระหนี้สิน ขนาดของพื้นที่เกษตร ระดับความชันของพื้นที่เกษตร ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยต่อไร่ ต้นทุนการผลิตข้าวโพดเฉลี่ยต่อไร่ และราคาขายข้าวโพด โดยแบบจำลองโลจิตสองทางเลือกที่ใช้ในการวิเคราะห์แสดงดังสมการที่ (3)

$$\begin{aligned}\ln\left(\frac{P(BURN_i)}{1-P(BURN_i)}\right) = {} & \beta_1 + \beta_2 GENDER_i + \beta_3 AGE_i + \beta_4 EDU_i + \beta_5 INCOME_i \\ & + \beta_6 EXP_i + \beta_7 DEBT_i + \beta_8 AGAREA_i + \beta_9 ARESLOPE_i \\ & + \beta_{10} MAIZEY_i + \beta_{11} MAIZEC_i + \beta_{12} MAIZEP_i + u_i\end{aligned} \quad (3)$$

ทั้งนี้ คำจำกัดความตัวแปรและทิศทางผลกระทบของตัวแปร แสดงดัง Table 1 และการประมาณค่าสมการที่ (3) จะใช้วิธีการประมาณความน่าจะเป็นสูงสุด (Greene, 2008, Gujarati & Porter, 2009)

Table 1 Variables and definitions for the binary logit model

Variables	Definitions	Types of measure	Direction of effects	References
Dependent variables:				
BURN	Decision making of farmers to dispose of crop residue	1 = Burning, 0 = Otherwise		
Independent variables:				
GENDER	Gender of farmers	1 = Male, 0 = Otherwise	-	Cuong et al. (2026)
AGE	Age of farmers	In years	+	Faisal et al. (2021); Raza et al. (2022); Chang et al. (2024); Cuong et al. (2026)
EDU	Educational levels	1 = Under grade 12 2 = Grade 12 3 = Associate degree 4 = Bachelor's degree	-	Faisal et al. (2021); Raza et al. (2022); Chang et al. (2024); Cuong et al. (2026)
INCOME	Income per month	1 = Less than 5,001 Baht 2 = 5,001-10,000 Baht 3 = 10,001-15,000 Baht 4 = 15,001-20,000 Baht 5 = 20,001-25,001 Baht 6 = 25,001-30,000 Baht 7 = More than 30,000 Baht	+	Chendrashekhar et al. (2018); Erbaugh et al. (2024); Chang et al. (2024); Cuong et al. (2026)

Variables	Definitions	Types of measure	Direction of effects	References
EXP	Maize cultivating experience of the farmers	In years	-	Chendrashekhar et al. (2018); Chang et al. (2024); Cuong et al. (2026)
DEBT	Debt burden of farmers	0 = no 1 = yes	+	Jack et al. (2025)
AGAREA	Agricultural areas (Farm sizes)	In rais	+	Chendrashekhar et al. (2018); Raza et al. (2022); Chang et al. (2024); Cuong et al. (2026)
ARESLOPE	Agricultural area slope	1 = Flat to gently undulating (0-2%) 2 = Very gently sloping (2-5%) 3 = Gently sloping (5-12%) 4 = Moderately sloping (12-20%) 5 = Strongly sloping (20-35%) 6 = Steep (35-50%) 7 = Very steep (50-75%) 8 = Extremely steep (>75%)	+	Akahoshi et al. (2024); Chang et al. (2024)
MAIZEY	Maize yields	In kilograms per rai	+	Hu et al. (2016)
MAIZEC	Maize production cost	In Baht per rai	+	Chendrashekhar et al. (2018); Erbaugh et al. (2024); Chang et al. (2024); Cuong et al. (2025)
MAIZEP	Maize price	In Baht per kilogram	+	Jack et al. (2025)

นอกจากนี้ การวิจัยยังได้ประเมินความเหมาะสมของมาตรการเศรษฐศาสตร์เชิงนโยบายในการลดการเผาเศษซากพืช โดยใช้มาตรประมาณค่าแบบ Likert scale 3 ระดับ ได้แก่ เหมาะสม ปานกลาง (มีข้อจำกัด) และไม่เหมาะสม เพื่อสะท้อนความเป็นไปได้ในการนำมาตรการไปปฏิบัติจริงภายใต้บริบทพื้นที่ที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบมาตรการจำนวน 6 ประเภท ซึ่งพัฒนาจากการทบทวนวรรณกรรมร่วมกับการสัมภาษณ์เชิงลึกและการประชุมกลุ่มเกษตรกร ประกอบด้วย 1) การจัดการเศษซากพืชโดยไม่ใช้การเผา 2) การส่งเสริมการปรับเปลี่ยนชนิดพืช 3) การส่งเสริมการปลูกป่าและระบบวนเกษตร 4) มาตรการจูงใจทางภาษี 5) มาตรการควบคุมทางกฎหมายแบบบังคับโดยตรง และ 6) มาตรการทางกฎหมายแบบสมัครใจหรือกึ่งบังคับ โดยพิจารณาความเหมาะสมจากปัจจัยสำคัญ ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศและระดับความลาดชัน การเข้าถึงเครื่องจักรและแหล่งน้ำ โครงสร้างเศรษฐกิจชุมชน ความพร้อมของเกษตรกร และข้อจำกัดด้านสิทธิในที่ดิน

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยจะนำเสนอเป็น 5 ส่วน ประกอบด้วย บริบทเชิงพื้นที่และข้อจำกัดด้านทรัพยากรของพื้นที่เกษตรในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พฤติกรรมการจัดการเศษซากพืชและปัจจัยกำหนดการตัดสินใจเผาเศษซากพืชของเกษตรกร ปัจจัยกำหนดการตัดสินใจเผาเศษซากพืชของเกษตรกร ปัจจัยหรือแรงจูงใจในการลดและเลิกการเผาของเกษตรกร และความเหมาะสมของมาตรการทางเศรษฐศาสตร์เชิงนโยบายในการลดการเผาเศษซากพืชภายใต้ความแตกต่างของบริบทเชิงพื้นที่

บริบทเชิงพื้นที่และข้อจำกัดด้านทรัพยากรของพื้นที่เกษตรในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

บริบทเชิงพื้นที่วิจัยในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า มีลักษณะเป็นพื้นที่พื้นที่สูงลาดชัน โดยพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับความลาดชันมากกว่า 20% ซึ่งเป็นข้อจำกัดสำคัญต่อการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรและการจัดการเศษซากพืชโดยไม่ใช้การเผา ระบบการผลิตทางการเกษตรพึ่งพาการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นหลัก เนื่องจากมีตลาดรองรับแน่นอนและให้รายได้ในระยะสั้น แม้ว่าจะมีต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ความแตกต่างเชิงพื้นที่ระหว่างตำบลสะท้อนให้เห็นถึงระดับความพร้อมและข้อจำกัดที่ไม่เท่ากัน ทั้งในด้านการเข้าถึงแหล่งน้ำ โครงสร้างพื้นฐาน และการสนับสนุนจากหน่วยงานภายนอก ซึ่งส่งผลต่อทางเลือกในการจัดการเศษซากพืชและความเป็นไปได้ในการลดการเผาในแต่ละพื้นที่ ทั้งนี้ลักษณะบริบทเชิงพื้นที่และข้อจำกัดด้านทรัพยากร จำแนกตามรายตำบลในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ แสดงดัง Table 2

Table 2 Spatial context and resource limitations of agricultural areas in Mae Chaem District, Chiang Mai Province

Sub-district	Topography	Slope level	Main Production System	Key limitations
Mae Na Chon	Strongly sloping to very steep	20 – 75%	Maize / Shifting cultivation	- Water scarcity - Inaccessibility for machinery
Pang Hin Fon	Steep	35 – 50%	Maize / Shifting cultivation	- High labor costs
Ban Thap	Steep	35 – 50%	Maize / Shifting cultivation / Paddy	- Elderly agricultural workers
Kong Khaek	Strongly sloping	20 – 35%	Maize / Shifting cultivation	- Lack of formal land titles
Chang Khoeng	Strongly sloping	20 – 35%	Maize / Paddy / Polyculture cropping	- Geographically restricted machinery access
Mae Suek	Strongly sloping to steep	20 – 50%	Maize	- Water scarcity
Tha Pha	Strongly sloping to steep	20 – 50%	Maize / Shifting cultivation / Paddy	- Alternative crop markets

พฤติกรรมการจัดการเศษซากพืชและปัจจัยกำหนดการตัดสินใจเผาเศษซากพืชของเกษตรกร

สำหรับลักษณะทั่วไปของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง พบว่า เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างจำนวน 362 ราย ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (58.84%) และอยู่ในช่วงวัยแรงงานตอนปลายที่มีอายุระหว่าง 41-50 ปี (31.77%) โดยระดับการศึกษาส่วนใหญ่ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย (70.72%) และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่ำกว่า 5,001 บาท (50.28%) ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นถึงข้อจำกัดด้านทุนมนุษย์และศักยภาพทางเศรษฐกิจของครัวเรือนเกษตร นอกจากนี้เกษตรกรมีประสบการณ์ในการทำการเกษตรมากกว่า 20 ปี (28.18%) โดยพื้นที่ถือครองส่วนใหญ่อยู่ในช่วงมากกว่า 20 ไร่ (31.77%) แสดงดัง Figure 1

เมื่อพิจารณาถึงพฤติกรรมการจัดการเศษซากพืชทางการเกษตร พบว่า การเผายังคงเป็นวิธีการจัดการเศษซากพืชที่ถูกเลือกใช้มากที่สุด รองลงมาคือ การไถกลบ และการใช้สารเคมี ในขณะที่วิธีการไม่เผา เช่น การปล่อยให้ย่อยสลาย การใช้เป็นวัสดุคลุมดิน หรือการนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ พบในสัดส่วนที่ยังจำกัด โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง สำหรับสาเหตุหลักที่เกษตรกรเลือกใช้วิธีการจัดการเศษซากพืชทางการเกษตรด้วยการเผา พบว่าสาเหตุหลักอันดับหนึ่ง คือ ความต้องการเตรียมพื้นที่สำหรับการเพาะปลูกใหม่ รองลงมา คือ ขาดทรัพยากรหรือเครื่องมือในการกำจัดเศษซากพืช ขาดความรู้และทางเลือกที่เหมาะสมเกี่ยวกับวิธีการจัดการอื่นที่ไม่ต้องเผา ความต้องการกำจัดวัชพืช/แมลงศัตรูพืชและการแพร่ระบาดของโรคพืช เช่น เชื้อรา ไวรัส และแบคทีเรีย เป็นต้น และความเชื่อที่ว่าเผาแล้วจะช่วยให้ดินดีขึ้น ตามลำดับ แสดงดัง Figure 2

Figure 1 General information of farmers in Mae Chaem district, Chiang Mai Province

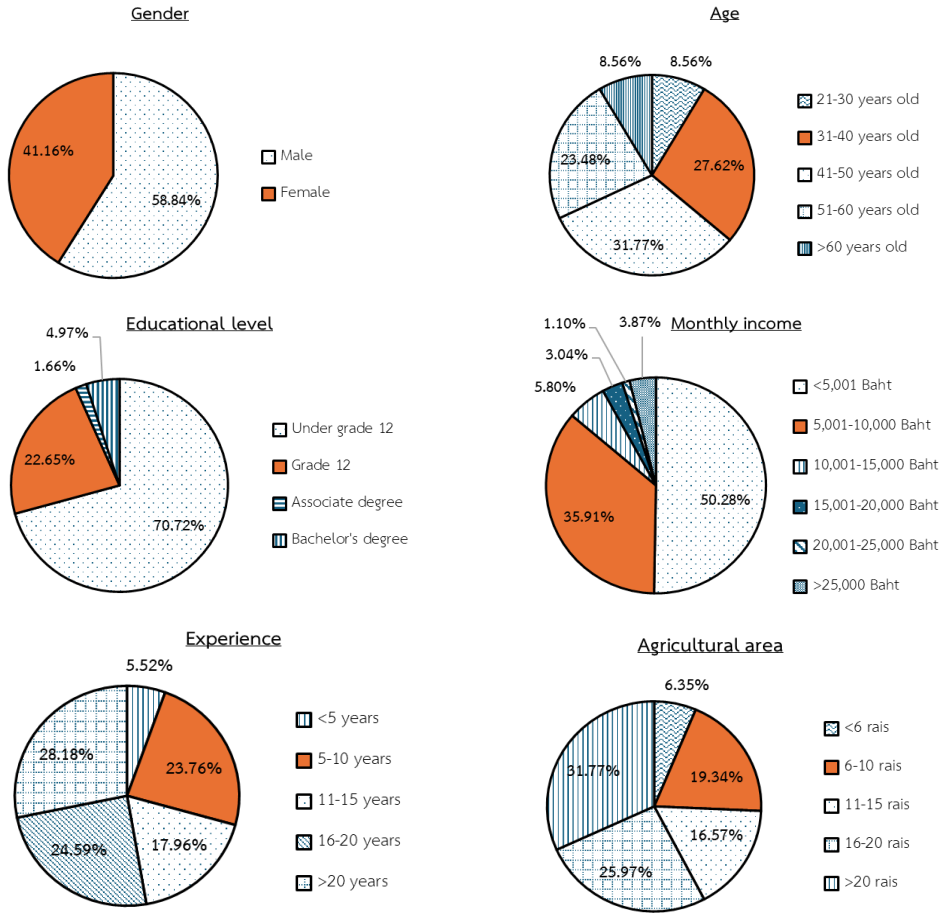
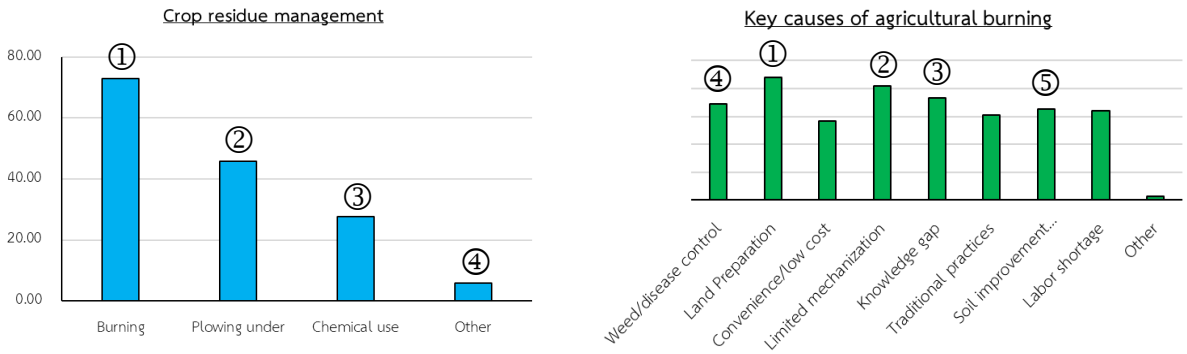


Figure 2 Crop residue management and key causes of agricultural burning in Mae Chaem district, Chiang Mai Province



ปัจจัยกำหนดการตัดสินใจเผาเศษซากพืชของเกษตรกร

เพื่อให้การผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือและแม่นยำ ในการวิเคราะห์ได้มีการทดสอบปัญหา Multicollinearity ของตัวแปรอธิบายที่ใช้ในแบบจำลองโลจิตแบบสองทางเลือก โดยใช้ VIF พบว่าตัวแปรอธิบายดังกล่าวไม่เกิดปัญหา Multicollinearity นอกจากนี้ เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Errors) งานวิจัยนี้ได้ประมาณค่าโดยใช้ Robust Standard Errors ซึ่งสามารถปรับแก้ปัญหาความแปรปรวนไม่คงที่ (Heteroscedasticity) และความคลาดเคลื่อนของรูปแบบจำลอง (Model Misspecification) ทั้งนี้ ผลการประมาณค่าแบบจำลองโลจิตแบบสองทางเลือก จากข้อมูลเกษตรกรจำนวน 362 ตัวอย่าง ดังแสดงใน Table 3 ผลการวิจัยพบว่า แบบจำลองมีความเหมาะสมในระดับที่ยอมรับได้ โดยมีค่า McFadden's R^2 เท่ากับ 0.201 แสดงว่าตัวแปรอิสระสามารถอธิบายการตัดสินใจเผาเศษวัสดุทางการเกษตรได้ประมาณ 20.1% ซึ่งถือว่าแบบจำลองสามารถอธิบายพฤติกรรมการตัดสินใจเผาได้ดีพอสมควรในทางเศรษฐมิติ และแบบจำลองมีความแม่นยำในการพยากรณ์ได้ถูกต้อง 74.31%

จาก Table 3 เมื่อพิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเผาอย่างมีนัยสำคัญ พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการลดโอกาสในการเผา (มีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ) ประกอบด้วย เพศ (GENDER) โดยเพศชายมีแนวโน้มลดโอกาสในการเผามากกว่าเมื่อเทียบกับเพศหญิง และระดับการศึกษาของเกษตรกร (EDU) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าเกษตรกรที่เป็นเพศชายมีความสามารถในการเข้าถึงเครื่องจักรหรือแรงงานได้มากกว่า จึงสามารถเลือกทางเลือกอื่นแทนการเผาได้มากกว่า อีกทั้งเกษตรกรที่มีการศึกษาสูงขึ้นมีแนวโน้มเผาลดลง 3.8% (Marginal Effect = -0.038) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกษตรกรมีความรู้ ความเข้าใจในผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม และมีทางเลือกในการจัดการเศษซากพืชมากกว่า รวมถึงประสบการณ์การทำการเกษตร (EXP) โดยพบว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์สูงมีแนวโน้มจะเผาน้อยลง นอกจากนี้ ต้นทุนการผลิตข้าวโพด (MAIZEC) และราคาข้าวโพด (MAIZEP) เป็นตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน กล่าวคือ เมื่อต้นทุนการผลิตสูงขึ้น จะส่งผลให้โอกาสการเผาลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการทรัพยากรที่ระมัดระวังขึ้น โดยเกษตรกรต้องการใช้เศษวัสดุให้เกิดประโยชน์ เช่น ไถกลบเพื่อลดต้นทุนปุ๋ย เป็นต้น ในส่วนของราคาข้าวโพด พบว่าการที่ผลผลิตข้าวโพดมีราคาดีขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรมีแนวโน้มจะเผาลดลง 7.1% ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเกษตรกรมีแรงจูงใจในการจัดการพื้นที่ด้วยวิธีอื่นที่รักษาคุณภาพผลผลิต หรือเกษตรกรให้ความสำคัญกับการ

รักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อการผลิตในระยะยาว สำหรับปัจจัยที่ทำให้โอกาสการเผาเพิ่มขึ้น โดยพิจารณาจากตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก พบว่า ขนาดของพื้นที่ทางการเกษตร (AGAREA) และความลาดชันของพื้นที่ (ARESLOPE) มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเกษตรกรมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มาก มีโอกาสที่จะเลือกใช้วิธีการเผาสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาเรื่องการขาดแรงงานและข้อจำกัดในการใช้เครื่องมือเครื่องจักรในพื้นที่เช่นเดียวกับลักษณะของพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงหรือเป็นภูเขา มีอิทธิพลอย่างมากต่อการตัดสินใจเผาเศษซากพืช โดยจะเพิ่มโอกาสในการเผาสูงถึง 8.3% เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่เครื่องจักรเข้าถึงยาก ดังนั้นการเผาจึงเป็นวิธีที่สะดวกและต้นทุนต่ำที่สุดในทางปฏิบัติ

Table 3 Binary logit model analysis of the agricultural waste burning decision

Variable	Estimate		Marginal effect	
	coefficient	t-value	coefficient	t-value
Constant	2.806	1.840*	0.567	1.861*
GENDER	-0.655	-2.469**	-0.132	-2.486**
AGE	0.009	0.634	0.002	0.634
EDU	-0.191	-2.172**	-0.038	-2.191**
INCOME	-0.090	-0.887	-0.018	-0.890
EXP	-0.418	-3.381**	-0.085	-3.428**
DEBT	-0.043	-0.120	-0.009	-0.120
AGAREA	0.095	4.932**	0.019	5.231**
ARESLOPE	0.412	3.841**	0.083	3.899**
MAIZEY	0.001	1.252	0.001	1.259
MAIZEC	-0.001	-3.599**	-0.001	-3.653**
MAIZEP	-0.352	-2.429**	-0.071	-2.449**
Number of observations	362			
Restricted log likelihood	-232.002			
McFadden's R-square	0.201			
Percent correctly predicted	74.309			

Source: Calculation.

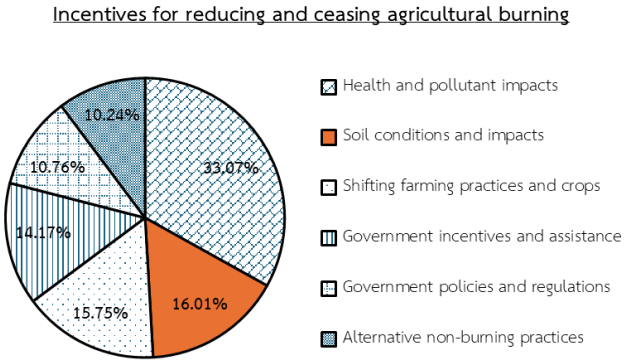
Note: ** and * denote the .05 and .10 statistically significant levels, respectively.

ปัจจัยหรือแรงจูงใจในการลดและเลิกการเผาของเกษตรกร

ในการวิเคราะห์ปัจจัยหรือแรงจูงใจในการลดและเลิกการเผาของเกษตรกร พบว่าปัจจัยด้านสุขภาพและผลกระทบจากมลพิษ เป็นปัจจัยหลักที่สำคัญเป็นลำดับที่ 1 (33.07%) โดยเกษตรกรคำนึงถึงฝุ่นควัน $PM_{2.5}$ ว่าส่งผลกระทบต่อต่อสุขภาพและทางเดินหายใจของตนเอง ผู้สูงอายุ และบุตรหลาน ส่วนปัจจัยที่สำคัญเป็นลำดับที่ 2 คือ สภาพดินและผลกระทบต่อดิน (16.01%) ซึ่งจากประสบการณ์โดยตรงของเกษตรกร พบว่าการเผาเศษซากพืชทำให้เกิดการชะล้างและพังทะลายของหน้าดิน โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความลาดชัน ทำให้ในบางพื้นที่เกิดปัญหาดินเสื่อมโทรมและเกษตรกรได้ผลผลิตต่ำ สำหรับปัจจัยที่สำคัญเป็นลำดับที่ 3 คือ การปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตและพืช

(15.75%) ซึ่งเกษตรกรมีความต้องการอยากปรับเปลี่ยนการปลูกข้าวโพดเป็นพืชไม้ยืนต้น นอกจากนี้เกษตรกรส่วนใหญ่ (มากกว่า 50%) มีอายุตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไป ซึ่งความแข็งแรงในการทำการเกษตรน้อยลง จึงรู้สึกเหนื่อยล้าในการปลูกข้าวโพดและอยากปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่นทดแทน ในส่วนของปัจจัยที่สำคัญเป็นลำดับที่ 4 คือ แรงจูงใจจากรัฐและการช่วยเหลือ โดยเกษตรกรต้องการมาตรการทางการเงิน อาทิ ค่าชดเชยหรือเงินค่าตอบแทนในกรณีไม่เผาเศษซากพืช การประกันราคาสำหรับพืชที่ไม่เผา การสนับสนุนเงินทุนในการไถกลบ การจัดการระบบน้ำทางการเกษตร เป็นต้น และปัจจัยที่สำคัญเป็นลำดับที่ 5 คือ นโยบายและข้อบังคับของภาครัฐ แสดงดัง Figure 3

Figure 3 Factors or incentives for reducing and ceasing agricultural burning



ความเหมาะสมของมาตรการทางเศรษฐศาสตร์เชิงนโยบายในการลดการเผาเศษซากพืชภายใต้ความแตกต่างของบริบทเชิงพื้นที่

จากผลการวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น นำไปสู่การประเมินความเหมาะสมของมาตรการทางเศรษฐศาสตร์เชิงนโยบายในการลดการเผาเศษซากพืชภายใต้ความแตกต่างของบริบทเชิงพื้นที่ โดยวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบมาตรการ 6 ประเภท ได้แก่ (1) การจัดการเศษซากพืชโดยไม่ใช้การเผา (2) การส่งเสริมการปรับเปลี่ยนชนิดพืช (3) การส่งเสริมการปลูกป่าและระบบวนเกษตร (4) มาตรการจูงใจทางภาษี (5) มาตรการควบคุมทางกฎหมายแบบบังคับโดยตรง และ (6) มาตรการทางกฎหมายแบบสมัครใจหรือกึ่งบังคับ แสดงดัง Table 4

ผลการประเมินใน Table 4 พบว่า ความเหมาะสมของมาตรการเศรษฐศาสตร์เชิงนโยบายในการลดการเผาเศษซากพืชมีความแตกต่างกันตามบริบทพื้นที่ โดยในตำบลแม่นาจร มาตรการการจัดการเศษซากพืชโดยไม่ใช้การเผา การปรับเปลี่ยนชนิดพืช การส่งเสริมการปลูกป่าและระบบวนเกษตร รวมถึงมาตรการทางกฎหมายแบบสมัครใจหรือกึ่งบังคับ มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง เนื่องจากข้อจำกัดด้านความลาดชันของพื้นที่ การเข้าถึงเครื่องจักร แหล่งน้ำ เงินทุน และความไม่ชัดเจนของสิทธิในที่ดิน ในขณะที่ตำบลปางหินฝน พบว่ามาตรการการส่งเสริมการปลูกป่าและระบบวนเกษตรมีความเหมาะสมในระดับสูง เนื่องจากพื้นที่มีความลาดชันและเกิดความเสื่อมโทรมจากการปลูกข้าวโพดเชิงเดี่ยว จึงเหมาะต่อการฟื้นฟูด้วยระบบวนเกษตรหรือการปลูกป่าเศรษฐกิจ ซึ่งยังสอดคล้องกับวิถีการจัดการทรัพยากรของชุมชนปกาเกอะญอ อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดด้านสิทธิในที่ดินที่ส่งผลต่อการลงทุนระยะยาว สำหรับตำบลบ้านทับและตำบลกองแขก พบว่ามาตรการส่วนใหญ่มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง เนื่องจากข้อจำกัดด้านแรงงาน การใช้เครื่องจักรในพื้นที่ภูเขา การเข้าถึงแหล่งน้ำ สิทธิในที่ดิน และตลาดรองรับเศษซากพืชยัง

อยู่ในระดับจำกัด ขณะที่ตำบลช่างเคิ่ง พบว่ามาตรการการจัดการเศษซากพืชโดยไม่ใช้การเผา การปรับเปลี่ยนชนิดพืช และการส่งเสริมการปลูกป่าและระบบวนเกษตร มีความเหมาะสมในระดับสูง เนื่องจากพื้นที่มีการดำเนินกิจกรรมจัดการซังข้าวโพดโดยไม่เผาหลายรูปแบบ และเกษตรกรเริ่มปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชทางเลือก เช่น ฟักทอง ถั่วลิสง ไม้ผล และยางพารา ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงด้านรายได้และสอดคล้องกับข้อจำกัดด้านแรงงานของชุมชน

Table 4 The appropriateness of economic policy measures for reducing crop residue burning

Economic policy measures	The measures of appropriateness separated by sub-district							Overall
	Mae Na Chon	Pang Hin Fon	Ban Thap	Kong Khaek	Chang Khoeng	Mae Suek	Tha Pha	
Non-burning crop residue management	1.98	1.89	1.74	1.98	2.35	1.92	1.83	1.96
Promotion of crop diversification and substitution	2.29	2.20	2.06	2.12	2.57	2.52	2.48	2.32
Promotion of reforestation and agroforestry systems	2.08	1.99	2.13	2.01	2.43	2.32	2.30	2.18
Tax incentive measures	1.24	1.30	1.36	1.34	1.43	1.36	1.46	1.36
Command-and-control regulatory measures	1.49	1.34	1.49	1.48	1.93	1.76	1.53	1.57
Voluntary or quasi-mandatory legal measures	1.76	1.81	1.78	2.40	2.27	1.92	1.92	1.98

Note: The scores of appropriateness are defined as follows: 1.00–1.66 = High appropriate, 1.67–2.33 = Moderately appropriate (with constraints), and 2.34–3.00 = Low appropriate.

เมื่อพิจารณาในพื้นที่ตำบลแม่ศึกและตำบลท่าผา พบว่ามาตรการการปรับเปลี่ยนชนิดพืช และการส่งเสริมการปลูกป่าและระบบวนเกษตร มีความเหมาะสมในระดับสูง เนื่องจากเกษตรกรจำนวนมากต้องการลดหรือเลิกปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และมีความสนใจพืชทางเลือกหลายชนิด เช่น อะโวคาโด แมคคาเดเมีย และพืชสมุนไพร โดยชุมชนมีความพร้อมในการปรับตัวหากได้รับการสนับสนุนด้านองค์ความรู้ การแปรรูป และการตลาด นอกจากนี้ เกษตรกรยังตระหนักถึงปัญหาความเสื่อมโทรมของพื้นที่สูงชัน จึงเห็นความสำคัญของการฟื้นฟูพื้นที่ด้วยไม้ยืนต้นและระบบวนเกษตร อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในภาพรวมทั้ง 7 ตำบล พบว่ามาตรการจูงใจทางภาษีและมาตรการควบคุมทางกฎหมายแบบบังคับโดยตรง มีความเหมาะสมในระดับต่ำ โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย 1.36 และ 1.57 ตามลำดับ เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย มีรายได้ต่ำ และอยู่นอกระบบภาษี จึงไม่ได้รับประโยชน์จากมาตรการลดหย่อนภาษีโดยตรง ขณะเดียวกัน การบังคับใช้กฎหมายห้ามเผาอย่างเข้มงวดในพื้นที่ห่างไกลและพื้นที่สูงชันยังไม่สอดคล้องกับข้อจำกัดด้านเครื่องจักรและทางเลือกในการจัดการเศษซากพืช ส่งผลให้มาตรการดังกล่าวยังไม่เหมาะสมกับบริบทพื้นที่ในปัจจุบัน

5. อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นอย่างชัดเจนว่า พฤติกรรมการเผาเศษซากพืชของเกษตรกรในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ไม่ได้ถูกกำหนดด้วยปัจจัยด้านรายได้เพียงอย่างเดียว หากแต่เป็นผลจากข้อจำกัดเชิงพื้นที่และโครงสร้างการผลิตที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญ โดยผลการวิเคราะห์พบว่ารายได้เฉลี่ยไม่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเผา ขณะที่ความลาดชันของพื้นที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Oraby et al. (2025) และแนวคิดเศรษฐศาสตร์จุลภาคที่มองว่าการตัดสินใจของผู้ผลิตเกิดขึ้นภายใต้ข้อจำกัดมากกว่าการตอบสนองต่อสัญญาณราคาเพียงอย่างเดียว ในบริบทของพื้นที่สูง ความลาดชันส่งผลให้ต้นทุนการจัดการเศษซากพืชโดยไม่ใช้การเผาเพิ่มสูงขึ้น ทั้งด้านแรงงาน เวลา และความเสี่ยงในการเพาะปลูก เกษตรกรจึงเลือกการเผาซึ่งเป็นวิธีที่ช่วยลดต้นทุนและเพิ่มความแน่นอนในการเตรียมพื้นที่ แม้จะตระหนักถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพก็ตาม ผลการวิจัยดังกล่าวสนับสนุนแนวคิดเรื่องความมีเหตุผลแบบจำกัด (Bounded rationality) และพฤติกรรมการลดต้นทุนภายใต้ข้อจำกัดทางกายภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Cordaro & Desdoigts (2021) ที่อธิบายว่าเกษตรกรรายย่อยมักไม่เปลี่ยนเทคโนโลยีการผลิตเนื่องจากความคุ้นชิน ความกลัวความเสี่ยง และความพึงพอใจกับผลลัพธ์ในระดับที่ยอมรับได้ เช่นเดียวกับ Akahoshi et al. (2024) ที่พบว่าเกษตรกรยังคงเผาเศษซากพืชเพราะเป็นวิธีที่รวดเร็ว ต้นทุนต่ำ และเหมาะกับพื้นที่ลาดชันที่ไม่สามารถใช้เครื่องจักรได้ นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังพบว่าปัจจัยด้านทุนมนุษย์ เช่น ระดับการศึกษาและประสบการณ์ทางการเกษตร มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการเผา โดยเกษตรกรที่มีการศึกษาสูงและมีประสบการณ์มากมีแนวโน้มเลือกไม่เผาเศษซากพืชมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Singh et al. (2023) และ Cuong et al. (2026) ที่ชี้ว่าการศึกษาและประสบการณ์ช่วยเพิ่มศักยภาพในการเข้าถึงข้อมูลและการปรับตัว อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของปัจจัยดังกล่าวยังมีน้ำหนักน้อยกว่าปัจจัยด้านลักษณะพื้นที่ สะท้อนว่าการรณรงค์หรือการให้ข้อมูลเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของเกษตรกรในพื้นที่สูง (Cuong et al., 2025; 2026; Hong & Chen, 2026)

ในด้านแรงจูงใจ ผลการวิจัยพบว่าเกษตรกรให้ความสำคัญกับผลกระทบด้านสุขภาพจากฝุ่น $PM_{2.5}$ มากกว่ามาตรการบังคับใช้กฎหมายโดยตรง สะท้อนว่าการรับรู้ผลกระทบด้านสุขภาพและต้นทุนทางสังคมมีส่วนต่อการตัดสินใจ แต่ยังไม่เพียงพอที่จะเปลี่ยนพฤติกรรมได้ หากไม่มีทางเลือกในการจัดการเศษซากพืชที่เหมาะสมและสามารถปฏิบัติได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่มองว่าการตระหนักรู้เป็นเพียงเงื่อนไขจำเป็น แต่ไม่เพียงพอต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม (Gupta et al., 2016; Chanana et al., 2023) ในขณะเดียวกัน ผลการประเมินมาตรการเชิงนโยบายทั้ง 6 ประเภท ยังชี้ให้เห็นว่ามาตรการควบคุมทางกฎหมายแบบบังคับโดยตรงมีข้อจำกัดสูงในพื้นที่ที่มีความแตกต่างเชิงพื้นที่และข้อจำกัดด้านโครงสร้าง เช่น พื้นที่ลาดชันและพื้นที่ห่างไกล เนื่องจากการบังคับใช้กฎหมายโดยไม่คำนึงถึงบริบทอาจก่อให้เกิดต้นทุนทางสังคมและนำไปสู่การไม่ปฏิบัติตาม (Singh et al., 2025) ในทางตรงกันข้าม มาตรการส่งเสริมการปรับเปลี่ยนชนิดพืช การส่งเสริมระบบวนเกษตรและการปลูกป่า กลับได้รับการยอมรับมากกว่า โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ชุมชนมีความพร้อมด้านตลาด ความรู้ และการรวมกลุ่ม (Cordaro & Desdoigts, 2021; Cuong et al., 2025) ผลการวิจัยจึงสนับสนุนแนวคิดเรื่อง Policy

feasibility และ Incentive compatibility โดยสะท้อนว่าการใช้มาตรการเดียวกันกับทุกพื้นที่อาจไม่เหมาะสมในบริบทที่มีความแตกต่างเชิงพื้นที่สูง การออกแบบนโยบายที่ยืดหยุ่นและสอดคล้องกับข้อจำกัดของแต่ละพื้นที่ เช่น ความลาดชัน การเข้าถึงเครื่องจักร โครงสร้างแรงงาน และสิทธิในที่ดิน มีแนวโน้มสร้างผลลัพธ์ที่ยั่งยืนมากกว่า ทั้งนี้ ปัญหาการเผาในพื้นที่สูงจึงไม่ใช่เพียงปัญหาด้านวินัยหรือการขาดความตระหนักรู้ของเกษตรกร หากแต่เป็นผลของข้อจำกัดเชิงเศรษฐศาสตร์และเชิงพื้นที่ที่ทำให้ทางเลือกแบบไม่เผามีต้นทุนสูงเกินไปในทางปฏิบัติ ดังนั้น การแก้ไขปัญหาอย่างยั่งยืนจำเป็นต้องใช้มาตรการแบบผสมผสาน (Policy mix) ที่ส่งเสริมระบบวนเกษตรในพื้นที่ลาดชัน การสร้างมูลค่าเพิ่มจากเศษซากพืชในพื้นที่ที่เหมาะสม และการแก้ไขปัญหาสิทธิในที่ดินควบคู่กัน เพื่อสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรสามารถปรับเปลี่ยนไปสู่ระบบการผลิตที่ยั่งยืนในระยะยาว

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์บริบทเชิงพื้นที่และข้อจำกัดด้านทรัพยากร พฤติกรรมและปัจจัยกำหนดการตัดสินใจเผาเศษซากพืชของเกษตรกร รวมถึงประเมินความเหมาะสมของมาตรการเศรษฐศาสตร์เชิงนโยบายในการลดการเผาเศษซากพืชในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัยสรุปได้ 4 ประเด็นสำคัญ ได้แก่ ประการแรก อำเภอแม่แจ่มมีลักษณะเป็นพื้นที่ภูเขาสูงและมีความลาดชันมากกว่า 20% ในพื้นที่ส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นข้อจำกัดสำคัญต่อการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรและการจัดการเศษซากพืชโดยไม่ใช้การเผา ระบบการผลิตยังคงพึ่งพาการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นหลัก เนื่องจากมีตลาดรองรับแน่นอนและให้ผลตอบแทนระยะสั้น แม้ว่าต้นทุนการผลิตจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งแต่ละพื้นที่ยังมีข้อจำกัดด้านแหล่งน้ำ โครงสร้างพื้นฐาน สิทธิในที่ดิน และการสนับสนุนจากหน่วยงานภายนอกแตกต่างกัน ประการที่สอง เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงใช้การเผาเป็นวิธีหลักในการจัดการเศษซากพืช รองลงมาคือการไถกลบและการใช้สารเคมี โดยเฉพาะในพื้นที่ลาดชันสูงที่มีข้อจำกัดด้านแรงงานและเครื่องจักร สาเหตุสำคัญของการเผา ได้แก่ ความต้องการเตรียมพื้นที่เพาะปลูก การควบคุมวัชพืชและศัตรูพืช การขาดทางเลือกในการจัดการเศษซากพืช และความเชื่อเกี่ยวกับการปรับปรุงดิน ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์แบบจำลองโลจิตสองทางเลือกพบว่า เพศ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ทางการเกษตร ต้นทุนการผลิต และราคาข้าวโพด มีผลต่อการลดโอกาสในการเผาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ขนาดพื้นที่เพาะปลูกและความลาดชันของพื้นที่มีผลต่อการเพิ่มโอกาสในการเผา สะท้อนให้เห็นว่าปัจจัยด้านทุนมนุษย์และแรงจูงใจทางเศรษฐกิจมีส่วนช่วยลดการเผา ขณะที่ข้อจำกัดด้านกายภาพของพื้นที่ยังคงเป็นแรงผลักสำคัญให้เกษตรกรเลือกใช้การเผา ประการที่สาม ปัจจัยจูงใจสำคัญในการลดและเลิกการเผาของเกษตรกร คือผลกระทบด้านสุขภาพจากฝุ่นควัน $PM_{2.5}$ รองลงมา ได้แก่ ความเสื่อมโทรมของดิน ความต้องการปรับเปลี่ยนชนิดพืช การสนับสนุนจากภาครัฐ และมาตรการด้านกฎหมาย และประการสุดท้าย ผลการประเมินความเหมาะสมของมาตรการเศรษฐศาสตร์เชิงนโยบายภายใต้บริบทเชิงพื้นที่พบว่า มาตรการที่มีความเหมาะสมในระดับสูง ได้แก่ การส่งเสริมการปรับเปลี่ยนชนิดพืช และการส่งเสริมระบบวนเกษตรและการปลูกป่า โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ชุมชนมีความพร้อมด้านตลาด ความรู้ และการรวมกลุ่ม ในขณะที่มาตรการจัดการเศษซากพืชโดยไม่ใช้การเผามีความเหมาะสมในระดับปานกลาง เนื่องจากข้อจำกัดด้านแรงงานและเครื่องจักร ส่วนมาตรการจูงใจทางภาษีและมาตรการควบคุมทางกฎหมายแบบบังคับโดยตรงมีความเหมาะสมในระดับต่ำ

เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อยอยู่นอกระบบภาษี และยังมีข้อจำกัดด้านทางเลือกในการจัดการเศษซากพืชในทางปฏิบัติ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ผลการวิจัยนี้มีนัยสำคัญเชิงนโยบายต่อการออกแบบมาตรการลดการเผาเศษซากพืชทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรบนพื้นที่สูง โดยชี้ให้เห็นว่าการดำเนินนโยบายที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องคำนึงถึงความแตกต่างเชิงพื้นที่และข้อจำกัดเชิงเศรษฐศาสตร์ของเกษตรกรอย่างรอบด้าน ข้อเสนอเชิงนโยบายที่ได้จากการวิจัยสามารถสรุปเป็นประเด็นสำคัญประกอบด้วย ประการแรก การออกแบบมาตรการต้องคำนึงถึงความแตกต่างเชิงพื้นที่ (Spatial differentiation) ผลการวิจัยพบว่า ความลาดชันของพื้นที่เป็นปัจจัยกำหนดพฤติกรรมการเผาที่สำคัญกว่าปัจจัยด้านรายได้ ดังนั้น การใช้นโยบายแบบเดียวกับทุกพื้นที่ เช่น การห้ามเผาโดยเด็ดขาด อาจไม่เหมาะสมในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านกายภาพสูง ภาครัฐควรออกแบบมาตรการที่แตกต่างกันตามลักษณะพื้นที่ เช่น พื้นที่ลาดชันสูงควรเน้นการลดต้นทุนในการจัดการเศษซากพืชหรือการปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดิน มากกว่าการบังคับใช้กฎหมายอย่างเข้มงวด ประการที่สอง ควรให้ความสำคัญกับมาตรการจูงใจทางเศรษฐศาสตร์ เช่น การส่งเสริมการปรับเปลี่ยนชนิดพืช และการส่งเสริมระบบวนเกษตรและการปลูกป่าสร้างรายได้ มากกว่ามาตรการบังคับใช้กฎหมายเพียงอย่างเดียว มาตรการสนับสนุนเครื่องจักรหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่ลาดชัน การอุดหนุนต้นทุนในช่วงเปลี่ยนผ่าน และการสนับสนุนทางการเงินเพื่อชดเชยความเสี่ยงในการปรับเปลี่ยนระบบการผลิต มีแนวโน้มช่วยลดแรงจูงใจในการเผาได้มากกว่าเมื่อเทียบกับการใช้มาตรการลงโทษ ซึ่งมักเผชิญข้อจำกัดด้านการบังคับใช้และการยอมรับจากเกษตรกร ประการที่สาม การสร้างทางเลือกทางเศรษฐกิจที่สอดคล้องกับข้อจำกัดของเกษตรกรเป็นหัวใจสำคัญของการลดการเผาอย่างยั่งยืน การส่งเสริมพืชทางเลือกหรือระบบวนเกษตรควรพิจารณาควบคู่กับความพร้อมด้านทรัพยากรน้ำ แรงงาน และตลาดรองรับ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่เกษตรกรยังต้องพึ่งพาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นแหล่งรายได้หลัก นโยบายควรให้ความสำคัญกับการลดความเสี่ยงในช่วงเปลี่ยนผ่าน เช่น การประกันรายได้ การรับซื้อผลผลิต หรือการสนับสนุนเงินอุดหนุนระยะเริ่มต้น และ ประการที่สี่ การส่งเสริมมาตรการเชิงสมัครใจและการมีส่วนร่วมของชุมชนสามารถเสริมประสิทธิผลของนโยบายได้อย่างมีนัยสำคัญ ผลการศึกษาพบว่ามาตรการกึ่งบังคับหรือข้อตกลงระดับชุมชนมีความเหมาะสมในหลายพื้นที่ เนื่องจากสามารถปรับให้สอดคล้องกับบริบทท้องถิ่นและลดต้นทุนในการบังคับใช้ ภาครัฐควรสนับสนุนบทบาทขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและชุมชนในการกำหนดกติกาและแนวทางการจัดการไฟในพื้นที่ของตนเอง นอกจากนี้ การลดการเผาเศษซากพืชในพื้นที่เกษตรบนพื้นที่สูงจำเป็นต้องอาศัยชุดนโยบายที่ผสมผสานระหว่างมาตรการจูงใจทางเศรษฐศาสตร์ การสนับสนุนทางเทคนิค และการมีส่วนร่วมของชุมชนภายใต้กรอบการออกแบบนโยบายที่คำนึงถึงความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติและข้อจำกัดเชิงพื้นที่ของเกษตรกร

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

สำหรับการวิจัยครั้งต่อไปควรขยายพื้นที่ศึกษาไปยังพื้นที่อื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบบริบทเชิงพื้นที่ที่แตกต่างกันและเพิ่มตัวแปรด้านสถาบันและนโยบาย เช่น การเข้าถึงโครงการรัฐ หรือสิทธิในที่ดิน รวมถึงการใช้วิธีวิจัยเชิงทดลอง (Experimental/Field Experiment) เพื่อทดสอบมาตรการจูงใจที่เกิดขึ้นจริง และการต่อยอดนำมาตรการทางเศรษฐศาสตร์ไปสู่การปฏิบัติใช้จริงในพื้นที่

6. กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง “การศึกษามาตรการทางเศรษฐศาสตร์เพื่อสร้างแรงจูงใจในการลดการเผาของเกษตรกรบนพื้นที่สูง” คณะนักวิจัยขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) เกษตรกรในพื้นที่แม่แจ่ม เจ้าหน้าที่องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นในอำเภอแม่แจ่ม เจ้าหน้าที่หน่วยงานภาครัฐและเอกชนในพื้นที่แม่แจ่ม และผู้ที่เกี่ยวข้องที่เอื้ออำนวยสถานที่ในการลงพื้นที่วิจัยและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2569). *ร่างรายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2568*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

นิพนธ์ พัวพงศกร. (2565). *การเผาวัสดุการเกษตร: ความเสียหาย สาเหตุและทางเลือกในการจัดการชีวมูลอย่างยั่งยืน*. TDRI. https://tdri.or.th/2025/05/sustainable-biomass-management-rice-sugarcane-part1/

วิลาวรรณ น้อยภา และวาสิฐี ภักดีลุน. (2564). *การจัดการและลดการเผาในพื้นที่เกษตรของประเทศไทย*. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. https://www.tei.or.th/file/files/Agricultural%20Burning%20Management%20in%20Thailand_TEI-th.pdf

สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. (2567). *ร่างพระราชบัญญัติบริหารจัดการเพื่ออากาศสะอาด*. สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.

อารี วิบูลย์พงศ์. (2549). *เศรษฐมิติประยุกต์สำหรับการตลาดเกษตร*. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Akahoshi, K., Zusman, E., Hanaoka, T., Kim Oanh, N. T., Huy, L. N., Wangwongwatana, S., Homyok, P., Malley, C. S., Hirayama, T., Goto, Y., Kawashima, K., & Amann, M. (2024). The prospects of controlling open burning of crop residues in Thailand: A quantitative assessment of implementation barriers and costs. *Atmosphere*, *15*(11), Article 1309. https://doi.org/10.3390/atmos15111309

Bhuvaneshwari, S., Hettiarachchi, H., & Meegoda, J. N. (2019). Crop residue burning in India: Policy challenges and potential solutions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(5), Article 832. https://doi.org/10.3390/ijerph16050832

Cao, J., & Ma, R. (2023). Mitigating agricultural fires with carrot or stick? Evidence from China. *Journal of Development Economics*, *165*, Article 103173. https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2023.103173

Chanana, I., Sharma, A., Kumar, P., Kumar, L., Kulshreshtha, S., Kumar, S., & Patel, S. K. S. (2023). Combustion and stubble burning: A major concern for the environment and human health. *Fire*, *6*(2), Article 79. https://doi.org/10.3390/fire6020079

Chang, S. H. E., Benjamin, E. O., & Sauer, J. (2024). Factors influencing the adoption of sustainable agricultural practices for rice cultivation in Southeast Asia: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *44*, Article 27. https://doi.org/10.1007/s13593-024-00960-w

Chendrashekhar, S., Lokesh, G. B., Patil, S. S., & Lokesha, H. (2018). Factors influencing the adoption of paddy straw management practices by farmers of Karnataka (India). *Current Agriculture Research Journal*, *6*(2), 225–232. http://dx.doi.org/10.12944/CARJ.6.2.13

Cordaro, F., & Desdoigts, A. (2021). Bounded rationality, social capital and technology adoption in family farming: Evidence from cocoa-tree crops in Ivory Coast. *Sustainability*, *13*, Article 7483. https://doi.org/10.3390/su13137483

Cordeiro, E. U., Samaddar, A., Munshi, S., Ajay, A., Rossiter, D. G., Sohane, R. K., Malik, R., Craufurd, P., Pingali, P., & McDonald, A. J. (2024). Transitions to crop residue burning have multiple antecedents in Eastern India. *Agronomy for Sustainable Development*, *44*, Article 59. https://doi.org/10.1007/s13593-024-00983-3

Cuong, O. Q., Demont, M., Pabuayon, I. M., & Depositario, D. P. T. (2025). What drives rice farmers away from straw burning? Evidence from the Mekong Delta, Vietnam. *Environmental Challenges*, *19*, Article 101150. https://doi.org/10.1016/j.envc.2025.101150

Cuong, O. Q., Demont, M., Pabuayon, I. M., & Depositario, D. P. T. (2026). Survey data on factors that drive farmers away from straw burning in the Mekong Delta, Vietnam. *Data in Brief*, *64*, Article 112318. https://doi.org/10.1016/j.dib.2025.112318

Erbaugh, J., Singh, G., Luo, Z., Koppa, G., Evans, J., & Shyamsundar, P. (2024). Farmer perspectives on crop residue burning and sociotechnical transition in Punjab, India. *Journal of Rural Studies*, *111*, Article 103387. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2024.103387

Faisal, M., Chunping, X., Abbas, A., Raza, M. H., Akhtar, S., Ajmal, M. A., & Ali, A. (2021). Do risk perceptions and constraints influence the adoption of climate change practices among small livestock herders in Punjab, Pakistan?. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*, 43777–43791. https://doi.org/10.1007/s11356-021-13771-3

Field, B. C., & Field, M. K. (2017). *Environmental economics: An introduction* (6th ed.). McGraw-Hill Education.

GISTDA. (2023). *รายงานสถานการณ์จุดความร้อนและฝุ่นละออง PM2.5 ของประเทศไทย*. สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน).

Policy Watch. (2569). *คุณภาพอากาศในไทยดีขึ้น แต่เกินค่าแนะนำของ WHO*. https://policywatch.thaipbs.or.th/article/life-281

Vivithkeyoonvong, S., Taweekij, S., Muenkaewnapha, S., Onngernthayakorn, K., & Pala-En, N. (2568). *ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อพฤติกรรมการเผาในภาคการเกษตรในประเทศไทย: กรณีศึกษาจังหวัดขอนแก่น*. https://www.opsmoac.go.th/sakaeo-article_prov-files-471491791800

Chang, S. H. E., Benjamin, E. O., & Sauer, J. (2024). Factors influencing the adoption of sustainable agricultural practices for rice cultivation in Southeast Asia: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *44*, 27. https://doi.org/10.1007/s13593-024-00960-w

Greene, W. H. (2008). *Econometric analysis* (6th ed.). Prentice Hall.

Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics* (5th ed.). McGraw-Hill.

Gupta, S., Agarwal, R., & Mittal, S. K. (2016). Respiratory health concerns in children at some strategic locations from high PM levels during crop residue burning episodes. *Atmospheric Environment*, *137*, 127–134. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.04.030

Hong, H., & Chen, K. (2026). When the fire ends: Straw burning, regulation, and pollution substitution. *Journal of Development Economics*, *181*, Article 103727. https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2026.103727

Hou, L., Chen, X., Kuhn, L., & Huang, J. (2019). The effectiveness of regulations and technologies on sustainable use of crop residue in Northeast China. *Energy Economics*, *81*, 519–527. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.04.015

Hu, N., Wang, B., Gu, Z., Tao, B., Zhang, Z., Hu, S., Zhu, L., & Meng, Y. (2016). Effects of different straw returning modes on greenhouse gas emissions and crop yields in a rice–wheat rotation system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *223*, 115–122. http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2016.02.027

Jack, B. K., Jayachandran, S., Kala, N., & Pande, R. (2025). Money (not) to burn: Payments for ecosystem services to reduce crop residue burning. *American Economic Review: Insights*, *7*(1), 39–55. https://doi.org/10.1257/aeri.20230431

Keck, M., & Hung, D. T. (2018). Burn or bury? A comparative cost–benefit analysis of crop residue management practices among smallholder rice farmers in northern Vietnam. *Sustainability Science*, *13*, 1361–1373. https://doi.org/10.1007/s11625-018-0592-z

Liu, T., Marlier, M. E., DeFries, R. S., Westervelt, D. M., Xia, K. R., Fiore, A. M., Mickley, L. J., Cusworth, D. H., & Milly, G. (2018). Seasonal impact of regional outdoor biomass burning on air pollution in three Indian cities: Delhi, Bengaluru, and Pune. *Atmospheric Environment*, *172*, 83–92. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.10.024

Neupane, R. P., Sharma, K. R., & Thapa, G. B. (2002). Adoption of agroforestry in the hills of Nepal: A logistic regression analysis. *Agricultural Systems*, *72*, 177–196. https://doi.org/10.1016/S0308-521X(01)00066-X

Ogutu, S., Mockshell, J., Minh, T., & Remans, R. (2025). A scoping review of the incentives for promoting the adoption of agroecological practices and outcomes among rice farmers in Vietnam. *PLoS One*, *20*(4), e0321029. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0321029

Oraby, G. A. E. M., Putra, F., Natsir, M. H., Siswanto, D., Abdullah, M. M., & Abulibdeh, A. (2025). Straw burning dilemma in modern agriculture: A systematic review of driving factors, environmental impacts, and sustainable solutions. *Rice Science*, *32*(5), 637–648. https://doi.org/10.1016/j.rsci.2025.06.007

Parambil-Peedika, A., Laing, A., Gathala, M. K., Cariappa, A. A. G., & Krishna, V. V. (2025). Agroecological impacts of crop residue burning: A qualitative systematic review of direct and inferred evidence. *Science of The Total Environment*, *994*, Article 179963. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179963

Ravindra, K., Singh, B., & Mor, S. (2019). Emissions of air pollutants from primary crop residue burning in India and their mitigation strategies for cleaner emissions. *Journal of Cleaner Production*, *208Trace*, 261–273. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.031

Raza, M. H., Abid, M., Faisal, M., Yan, T., Akhtar, S., & Adnan, K. M. M. (2022). Environmental and health impacts of crop residue burning: Scope of sustainable crop residue management practices. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(8), Article 4753. https://doi.org/10.3390/ijerph19084753

Sahlin, J., Ekvall, T., Bisaillon, M., & Sundberg, J. (2007). Introduction of a waste incineration tax: Effects on the Swedish waste flows. *Resources, Conservation and Recycling*, *51*(4), 827–846. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2007.01.002

Singh, G., Mohit, P. N., & Narayan, V. (2025). Legal frameworks for managing agricultural waste: Challenges and impacts of crop residue burning in India and global perspectives. *Current Indian Science*, *3*, 1–21. https://doi.org/10.2174/012210299X380993250826082433

Singh, S., Ranguwal, S., & Guleria, A. (2023). Determinants of crop residue burning practices in Punjab. *Agricultural Research Journal*, *60*(2), 289–294. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253939

World Health Organization. (2021). *WHO global air quality guidelines*. World Health Organization.