

การจัดการเศษวัสดุเหลือทิ้งของข้าวหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก Effects of Post-Harvest Rice Residue Management on Particulate Matter Generation

สุภาพร พงศ์ธรพฤษ*¹, พรพรรณ ขจิตรัตน์¹, เจษฎ์คนธ์ อินจันทร์¹, พงษ์ศักดิ์ อันมอย²,
จรงค์ ดวงทอง², ชวลิต รักษาริกรณ์³

Supaporn Pongthornpruek^{1*}, Pronpun Kajitrat¹, Jenrat Injun¹, Pongsak Onmoy²,
Jongruk Duangthong², Chawalit Raksarikorn³

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

¹Department of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University

²สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

²Department of Public Health, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University

³สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

³Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Uttaradit Rajabhat University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและประเมินสภาพมลภาวะอากาศที่เกิดจากการเผาตอซังและฟางข้าว เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการลดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($PM_{2.5}$) ในพื้นที่ตำบลทุ่งตะเกียบ อำเภอเมือง ตำบลวังแดง อำเภอดรอน และตำบลคอรุม อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ การศึกษาประกอบด้วยการรวบรวม ข้อมูลสถิติภูมิอากาศจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การสำรวจภาคสนาม และการวิเคราะห์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยเก็บข้อมูลจากเกษตรกรผู้ทำนาจำนวน 909 ครัวเรือน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 20 คน วิเคราะห์ด้วยสถิติ พรรณนาและหาความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ผลการวิจัยพบว่า ค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก มีค่าเกินมาตรฐานในช่วง เดือนมกราคมถึงเมษายน พ.ศ. 2567 โดยมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูงระหว่างจำนวนจุดความร้อนกับ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) ($r=0.788, 0.792$ และ 0.815 ตามลำดับ, $p<0.05$) นอกจากนี้พบว่าต้นทุนการผลิตและอายุเป็นอุปสรรค ต่อการจัดการฟางข้าว ขณะที่เจตคติ ความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก การถือครองที่ดินเพื่อการทำนา รายได้ ความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าว แรงงาน สมาชิกในครอบครัว และประสบการณ์ เป็นปัจจัยเอื้อที่สำคัญต่อการ จัดการฟางข้าวที่ยั่งยืน เกษตรกรส่วนใหญ่เห็นว่าการเลิกเผาในที่โล่ง การไถกลบ และการใช้ฟางเป็นปุ๋ยพืชสด หรืออาหารสัตว์เป็นแนวทางที่เหมาะสมในการลดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ดังนั้น นโยบายที่มุ่งลดการเผาตอซังและ ฟางข้าวควรดำเนินการควบคู่ทั้งการสนับสนุนทางการเงิน มาตรการทางกฎหมายที่เคร่งครัด การสร้างความรู้ ตลอดจนบูรณาการความร่วมมือของชุมชนกับหน่วยงานภาครัฐและเอกชนเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ยั่งยืนใน ระยะยาว

คำสำคัญ: วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ตอซังและฟางข้าว ฝุ่นละอองขนาดเล็ก

* Corresponding author : ajann_envi@uru.ac.th

Abstract

This study aimed to investigate and assess air pollution caused by rice straw and stubble burning, and to identify appropriate strategies for reducing fine particulate matter (PM_{2.5}) in Kung Tapao Sub-district, Mueang District, Wang Daeng Sub-district, Tron District, and Korum Sub-district, Pichai District, Uttaradit Province. The research employed secondary data collection from relevant agencies, field surveys, and both quantitative and qualitative analyses. Data were collected from 909 rice-farming households and 20 stakeholders, and analyzed using descriptive statistics and Pearson's correlation. The results revealed that PM_{2.5} concentrations exceeded national standards between January and April 2024. A strong positive correlation was found between the number of hotspots and PM_{2.5}, PM₁₀, and the Air Quality Index (AQI) ($r = 0.788$, 0.792 , and 0.815 , respectively; $p < 0.05$). In addition, it was found that production costs and aging were obstacles to rice straw management. Meanwhile, attitudes, knowledge about fine particulate matter (PM_{2.5}), land holdings for farming, income, knowledge about rice production, labor, family members and experiences are important contributing factors to sustainable rice straw management. Most farmers see it as a good idea to stop burning in the open air. Landfill and the use of straw as green manure or animal feed are suitable guidelines to reduce fine particulate matter (PM_{2.5}). Policies aimed at reducing the burning of stubble and rice straw should be implemented in tandem with financial support. Strict legal measures, knowledge building as well as integrating community cooperation with government and private agencies to achieve long-term sustainable outcomes.

Keywords: Agricultural Residue, Rice Stubble and Rice Straw, Particulate Matter (PM_{2.5})

1. บทนำ

สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า กระทรวงพาณิชย์ (2568) ได้กล่าวว่าข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อไทย เนื่องจากเป็นสินค้าเกษตรส่งออกหลักของประเทศ และมีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุด (64.08 ล้านไร่) คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 43.4 ของพื้นที่เกษตรทั้งหมด (147.73 ล้านไร่) โดยมีจำนวนครัวเรือนที่ประกอบอาชีพปลูกข้าวหรือชาวนา 5.17 ล้านครัวเรือน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 67.2 ของจำนวนครัวเรือนเกษตรทั้งหมด สถานการณ์ข้าวไทยปีการผลิต 2567/2568 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าว 74.03 ล้านไร่ ขยายตัวร้อยละ 2.5 เมื่อเทียบกับปีการผลิต 2566/2567 (ข้าวนาปี 62.02 ล้านไร่ และข้าวนาปรัง 12.01 ล้านไร่) โดยมีปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกทั้งหมด 34.87 ล้านตันข้าวเปลือก (ข้าวนาปี 62.02 และข้าวนาปรัง 12.01 ล้านตันข้าวเปลือกตามลำดับ) ขยายตัวร้อยละ 4.12 และมีผลผลิตต่อไร่ 471 กิโลกรัม (ข้าวนาปี 435 กิโลกรัม และข้าวนาปรัง 655 กิโลกรัม)

โดยข้าวนาปีจะให้ผลผลิตมากในเดือนพฤศจิกายน ร้อยละ 65.55 ของปริมาณผลผลิตข้าวนาปีทั้งหมด ส่วนข้าวนาปรังจะมีผลผลิตมากในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม จากข้อมูลการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2564 จังหวัดอุตรดิตถ์มีเนื้อที่ ทั้งหมด 4,899,120 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร 1,273,082 ไร่ มีพื้นที่นาข้าว 682,776 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 53.63 ของพื้นที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรทั้งหมด โดยแบ่งเป็น 1) พื้นที่ปลูกข้าวนาปี ปลูกข้าวเจ้า 618,439 ไร่ ผลผลิต 453,919.40 ตัน และปลูกข้าวเหนียว 148,108 ไร่ ผลผลิต 100,237.37 ตัน 2) พื้นที่ปลูกข้าวนาปรัง ปลูกข้าวเจ้า 271,210 ไร่ ผลผลิตรวม 184,079.52 ตันและข้าวเหนียว 31,616 ไร่ ผลผลิต 20,809.61 ตัน (สำนักงานสถิติจังหวัดอุตรดิตถ์, 2566) โดยทั่วไปพื้นที่ปลูกข้าว 1 ไร่ จะมีปริมาณตอซังและฟางข้าวเฉลี่ยปีละ 25.45 ล้านตัน และมีปริมาณตอซังและฟางข้าวที่ตกค้างอยู่ในนาข้าวประมาณ 16.9 ล้านตันต่อปี ในพื้นที่ปลูกข้าว 1 ไร่ มีปริมาณตอซังและฟางข้าวโดยเฉลี่ยปีละ 650 กิโลกรัม (กองวิจัยและพัฒนาข้าว, 2568) โดยสถานการณ์การเผาในที่โล่งแจ้งภาคเกษตรภายในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2563-2566 ซึ่งวัดจากจำนวนจุดความร้อนที่รายงานโดยสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ระหว่างปี พ.ศ. 2563-2566 จะพบว่าการเผาในภาคเกษตรได้ปรับเปลี่ยนขึ้นในปี พ.ศ. 2566 และสูงกว่าปี พ.ศ. 2564 และ พ.ศ. 2565 สถิติข้างต้นยังไม่รวมการเผาจากการทำเกษตรในพื้นที่ป่าไม้และการเผาจากการทำเกษตรที่ดาวเทียมไม่สามารถตรวจพบได้เนื่องจากมีการเผาหลบหลีกช่วงเวลาเวลาที่ดาวเทียมโคจรมายังประเทศไทย และเมื่อพิจารณาพืชที่พบการเผาจะพบว่านาข้าวพบการเผามากที่สุด รองลงมาคือ ไร่ข้าวโพดและไร่นาถั่วเขียว และไร่อ้อย ตามลำดับ (วิชญ์ อรรถวานิช, 2567) จากข้อมูลสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ GISTDA ระบบ MODIS ระหว่างวันที่ 1 มกราคม ถึง 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2567 พบว่ามีจุดความร้อนทั้งหมด 16,916 จุด จุดความร้อนสะสมสูงสุดพบในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน โดยพบว่าจังหวัดอุตรดิตถ์มีจุดความร้อนสะสม 413 จุด เกิดขึ้นในเขตพื้นที่เกษตร 41 จุด (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2567) การเผาในพื้นที่เกษตรเหล่านั้นเป็นแหล่งที่มาของฝุ่นควันที่เห็นได้ชัด โดยเฉพาะในช่วงหลังเก็บเกี่ยวและช่วงการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกมักเห็นเปลวไฟลามในทุ่งกว้าง เกิดฝุ่นควัน เขม่ากระจายทั่วบริเวณการเผาพื้นที่ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เกษตรกรส่วนใหญ่มักจะเผาทำลายตอซังและฟางข้าวเพื่อความสะดวกในการไถเตรียมดินสำหรับการเพาะปลูกในรอบถัดไปและเพื่อต้องการกำจัดวัชพืชและแมลงศัตรูพืช ซึ่งการเผาตอซังและฟางข้าวภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตดังที่กล่าวมานั้นเป็นการเร่งการปลดปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากพื้นดินสู่บรรยากาศ ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ

การเผาในที่โล่งเกิดจาก 3 กิจกรรมหลัก คือ การเผาขยะมูลฝอยจากชุมชน การเกิดไฟป่า และการเผาเศษพืชเศษวัสดุทางการเกษตร ปัญหาการเผาเศษพืชเศษวัสดุทางการเกษตรจากการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 เป็นต้นมา มีการตรวจพบปริมาณฝุ่นละอองสูงในช่วงฤดูแล้ง โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่จังหวัดที่มีการทำการเกษตรมาก เช่น ปทุมธานี อุดรธานี อ่างทอง ราชบุรี สระบุรี กาญจนบุรี นครสวรรค์ เชียงใหม่ ขอนแก่น เป็นต้น เนื่องจากสภาวะอากาศที่แห้งและนิ่งทำให้ฝุ่นสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นานไม่ตกลงสู่พื้นดินและในช่วงเวลาดังกล่าว เกษตรกรจะทำการเผาเศษวัสดุเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับการเกษตรในช่วงฤดูฝน จึงเป็นสาเหตุของการเกิดปริมาณฝุ่นละอองสูงในช่วงฤดูแล้ง

จากการสำรวจชนิดและปริมาณเศษตอซังในพื้นที่การเกษตรของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2541 พบว่ามีปริมาณเศษตอซังทั้งสิ้น 29.1 ล้านตันต่อปี และเมื่อคำนวณปริมาณการเกิดฝุ่นละอองจากการเผาเศษตอซังทั้งหมดจะเกิดฝุ่นละอองทั้งสิ้น 58,200-407,400 ตัน (การเผาเศษตอซัง 1 ตัน จะทำให้เกิดฝุ่นละอองปริมาณ 2-14 กิโลกรัม) อีกทั้งการเผาตอซังและฟางข้าวยังมีผลกระทบต่อความสมบูรณ์และโครงสร้างของดินที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก โดยจะทำให้เนื้อดินจับตัวแน่นเกิดการสูญเสียอินทรีย์วัตถุในดินทำลายจุลินทรีย์และแมลงที่เป็นประโยชน์ในนาข้าวอีกด้วย (Hombubopha et al., 2020)

รัฐบาลจึงได้ประกาศมาตรการต่าง ๆ เพื่อลดและควบคุมปริมาณฝุ่น PM2.5 ที่สูงเกินมาตรฐานโดยมีการออกนโยบายที่มีการเชื่อมโยงระบบขนส่งสาธารณะและส่งเสริมการใช้รถไฟฟ้าภายในปี พ.ศ. 2564 ด้านการเกษตรลดการเผาไร่อ้อยร้อยละ 100 และใช้มาตรฐาน Euro 6 ในปี พ.ศ. 2565 และในปี พ.ศ. 2567 ให้ใช้น้ำมันที่มีกำมะถันไม่เกิน 10 ppm เป็นต้น (สุกัญญา พันธและคณะ, 2565) ดังนั้นการ ศึกษาการจัดการเศษวัสดุเหลือทิ้งของข้าวหลังการเก็บเกี่ยวและปริมาณการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผาตอซังและฟางข้าว จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการที่จะนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนการจัดการชีวมวลหลังเก็บเกี่ยว เพื่อนำไปเป็นแนวทางส่งเสริมสนับสนุนการจัดการตอซังและฟางข้าวที่เหมาะสมต่อบริบทแต่ละพื้นที่เพื่อลดปัญหาหมอกควันจากฝุ่นละอองขนาดเล็กต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อประเมินสภาพมลภาวะอากาศที่เกิดจากการเผาตอซังและฟางข้าวและหาแนวทางการจัดการที่เหมาะสมในการลดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผา

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาชุมชน กรมอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น ซึ่งจะทำให้การรวบรวม ได้แก่ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกข้าว ข้อมูลการทำนาของแต่ละพื้นที่ ข้อมูลปริมาณฟางข้าว ข้อมูลการนำฟางข้าวไปใช้ประโยชน์ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเผาฟางข้าว โดยรวบรวมและตรวจวัดข้อมูลสถิติคุณภาพอากาศจากสถานีตรวจวัดในจังหวัดแบบเฉลี่ยรายเดือน ข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์จากภาพถ่ายดาวเทียม

3.2 การสำรวจภาคสนาม การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ในบรรยากาศในพื้นที่ศึกษา ดำเนินการเก็บข้อมูลความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์อากาศ จากเครื่องวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษที่ติดตั้งบริเวณสวนสาธารณะเฉลิมพระเกียรติ 72 ปี ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ นอกจากนี้ยังเก็บข้อมูลค่าดัชนีคุณภาพอากาศในภาพรวม (Air Quality Index: AQI) ซึ่งแสดงข้อมูลสถานการณ์มลพิษทางอากาศในพื้นที่ และติดตามจุดความร้อนจากการเผาเศษวัสดุทางการเกษตรในพื้นที่นาข้าวในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ จากนั้นรวบรวมข้อมูลจุดความร้อนเฉพาะในพื้นที่นาข้าวโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Terra และ Aqua โดยระบบ MODIS ดังตารางที่ 1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง

ขนาดเล็ก จากการประมาณการกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้นจริง และจำนวนจุดความร้อนจากการเผาไหม้ฟางข้าว คำนวณปริมาณการปลดปล่อยและรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนจุดความร้อนกับปริมาณการปลดปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็กในระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2566 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2567

3.3 ศึกษาหาแนวทางที่เหมาะสมในการลดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผา

3.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรใน 3 พื้นที่ คือ ตำบลคู้้งตะเภา อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ ตำบลคอรุ่ม อำเภอพิชัย และตำบลวังแดง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย 2 กลุ่มเป้าหมาย คือ กลุ่มเป้าหมายที่ให้ข้อมูลตอบแบบสอบถาม การจัดการเศษวัสดุเหลือทิ้งของข้าวหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก คือ เกษตรกรผู้ทำนาใน 3 พื้นที่ คือ ตำบลคู้้งตะเภา อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ ตำบลคอรุ่ม อำเภอพิชัย และตำบลวังแดง อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 909 ครัวเรือน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามวิธีของ Krejcie & Morgan (1970) กลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้แก่ ตัวแทนจากหน่วยงานภาครัฐ ผู้นำชุมชน เกษตรกร และปราชญ์ชุมชน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 20 คน โดยเลือกตามคุณลักษณะและเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนดไว้ คือ มีบทบาทหน้าที่ในการผลิตข้าวในชุมชน และเข้าร่วมกิจกรรมตามโครงการวิจัยได้

3.3.2 เครื่องมือและวิธีการวิจัย

ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ แบบบันทึกการเก็บตัวอย่างอากาศและแบบสอบถามการจัดการเศษวัสดุเหลือทิ้งของข้าวหลังการเก็บเกี่ยวต่อการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามโดยนำไปทดสอบ (Try Out) กับเกษตรกรในพื้นที่ตำบลหาดกรวด อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับเกษตรกรในพื้นที่ตำบลคู้้งตะเภา อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ ตำบลวังแดง อำเภอตรอน และตำบลคอรุ่ม อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 30 คน วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับได้ค่าเท่ากับ 0.882

ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก สำหรับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อแสดงความคิดเห็นในประเด็นแนวทางที่เหมาะสมในการลดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก จากการเผา ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบสัมภาษณ์โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านประเมินความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยตามได้ค่าความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) เท่ากับ 0.904

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ประมวลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ สถิติที่ใช้ประกอบด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) หาค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระและตัวแปรตามโดยใช้สถิติ Pearson's Correlation

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์และจากการสังเกตมารวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ตามขั้นตอนดังนี้ 1) จัดลำดับและจัดกลุ่มของข้อมูล 2) อ่านทบทวนข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจ 3) แยกข้อมูลอีกครั้ง 4) จัดหมวดหมู่ความเหมือน/ความต่าง 5) หาความสัมพันธ์ของข้อมูล 6) อธิบายแบบแผน หัวเรื่องของกลุ่มข้อมูล ดีความ และค้นหาความหมายของเรื่องและประเภทข้อมูล

4. ผลการวิจัย

4.1 การประเมินสภาพมลภาวะอากาศที่เกิดจากการเผาตอซังและฟางข้าว

ข้อมูลค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศของจังหวัดอุตรดิตถ์จากเครื่องวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษที่ติดตั้งบริเวณสวนสาธารณะเฉลิมพระเกียรติ 72 ปี ที่ติดตั้ง ณ ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2566 ถึงเมษายน พ.ศ. 2567 ค่ามาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ซึ่งควรมีค่าไม่เกิน 37.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จากการศึกษาพบว่าค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กเฉลี่ย 24 ชั่วโมงมีค่าเฉลี่ยเกินมาตรฐานในเดือนมกราคมถึงเมษายน พ.ศ. 2567 เท่ากับ 41.46, 41.71, 64.64 และ 66.96 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กและค่าดัชนีคุณภาพอากาศในบรรยากาศระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2566 ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2567 จากเครื่องวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษและทางเว็บไซต์ Air4Thai

เดือน	ปี พ.ศ.	จุดความร้อน (Hotspot) (จุด)	PM _{2.5} (µg/M ³)			PM ₁₀ (µg/M ³)			AQI	อุณหภูมิ (°C)
			ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย		
พฤศจิกายน	2566	141	7.190	26.89	16.44	23.0	59	39	9.87	23.4-33.9
ธันวาคม	2566	241	16.68	41.04	25.83	32.0	63	46	61.23	21.7-33.8
มกราคม	2567	577	19.63	55.81	41.46*	33.0	93	58	81.87	20.6-32.9
กุมภาพันธ์	2567	985	20.32	67.26	41.71*	40.0	94	67	105.55	21.9-35.7
มีนาคม	2567	1,774	25.41	102.13	64.64*	34.0	111	76	165.27	24.4-37.4
เมษายน	2567	2,401	41.19	102.24	66.96*	60.0	138	93	169.2	27.7-40.9
พฤษภาคม	2567	1,652	7.45	88.14	27.28	22.0	127	46	62.83	26.8-37.9

หมายเหตุ *มีค่าเกินมาตรฐาน (ค่ามาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็ก เฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่าไม่เกิน 37.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

จากตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และค่าดัชนีคุณภาพอากาศเฉลี่ยรายเดือนกับจำนวนจุดความร้อน (Hotspot) สะสมรายเดือนที่เกิดขึ้นในพื้นที่นาข้าว พบว่าจุดความร้อนพบสูงสุดในเดือนเมษายน สามารถตรวจพบได้สูงถึง 2,401 จุด เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยใช้ Pearson's Correlation พบว่าทุกปัจจัยมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ซึ่งจุดความร้อน (Hotspot) มีความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.788$, $p < 0.05$) ค่าดัชนีคุณภาพอากาศและฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.984$, $p < 0.01$) และ ($r=0.964$, $p < 0.01$) ตามลำดับ โดยเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ (r) แล้วพบว่าจุดความร้อนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในระดับสูง มีค่า $r=0.788$ ตัวแปร AQI และฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน มีความสัมพันธ์กับเชิงบวกกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในระดับสูงมาก โดยมีค่า $r=0.984$ และ $r=0.964$ ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปัจจัยกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ตัวแปร	จุดความร้อน (Hotspot)	AQI	PM ₁₀	PM _{2.5}
Hotspot	1			
AQI	0.815*	1		
PM ₁₀	0.792*	0.954**	1	
PM _{2.5}	0.788*	0.984**	0.964**	1

หมายเหตุ * มีความสัมพันธ์ (r) ที่ระดับ P -value < 0.05

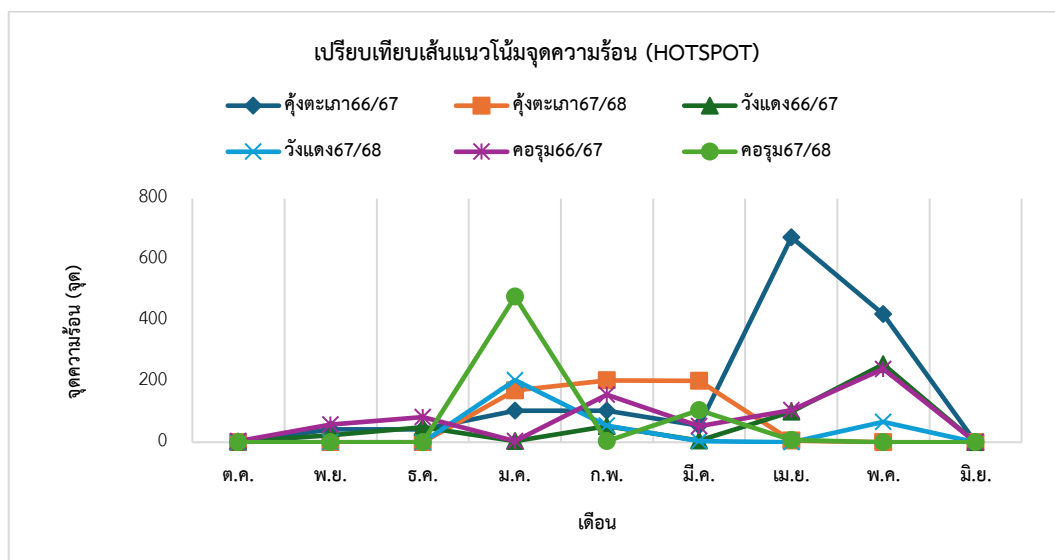
** มีความสัมพันธ์ (r) ที่ระดับ P -value < 0.01

ผลจากการเผาเศษวัสดุทางการเกษตรและการเกิดจุดความร้อน (Hotspot) ต่อการปลดปล่อย ฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่โดยใช้ข้อมูลสถิติการเกิดจุดความร้อนมาวิเคราะห์ร่วมกับฐานข้อมูล การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินด้วยเทคนิคด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประเมินปริมาณการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ในกรณีเผาฟางข้าวทั้งหมดในพื้นที่ นำข้อมูลการปลูกข้าวในปีเพาะปลูก 2565/2566 มาทำการประเมินปริมาณการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ใช้ค่าการปลดปล่อย (Emission Factor; EF) จากข้อมูลของปฏิวิช สาระพิน และคณะ (2566) และงานวิจัยของพงศธร เพียรพิทักษ์ (2564) ที่พบว่าข้าว 1 ไร่ มีมวลชีวภาพหรือฟางข้าวเหลือทิ้ง 329 กิโลกรัม และก่อให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กน้ำหนัก 4.18 กิโลกรัม ส่วนการหาความสัมพันธ์ (r) ระหว่างจุดความร้อน และปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและฝุ่นละอองขนาดเล็ก จะประเมินจากจำนวนจุดความร้อนที่ได้จากการตรวจจับด้วยดาวเทียมระบบ MODIS และข้อมูลคุณภาพอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งพบว่าการติดตามจุด

ความร้อนในพื้นที่นาข้าวของสามตำบลในจังหวัดอุตรดิตถ์ ระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2566 จนถึงวันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2567 จากภาพถ่ายของดาวเทียม Terra และ Aqua โดยใช้ ระบบ MODIS พบจำนวนจุดความร้อนมากที่สุดจำนวน 673 จุดในอำเภอเมืองอุตรดิตถ์ ช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2567 สำหรับอำเภอตรอน และอำเภอพิชัยพบจุดความร้อนมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2567 จำนวน 256 และ 241 จุดตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลพื้นฐานด้านการเกษตรทั้ง 3 อำเภอของจังหวัดอุตรดิตถ์ มาคำนวณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ จากการเผาเศษวัสดุทางการเกษตรจากการปลูกข้าว พบว่าถ้าในปีเพาะปลูก 2566/2567 เกษตรกรมีการจัดการพื้นที่ โดยการเผาฟางข้าวที่เกิดขึ้นทั้งหมดจะทำให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ทั้งสิ้น 27.489 - 49.393 กิโลกรัม ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลจากการเผาเศษวัสดุทางการเกษตรและการเกิดจุดความร้อนต่อการปลดปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่

พื้นที่ อำเภอ	เนื้อที่ (ไร่)	วัสดุเหลือใช้ (ตัน)	ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (กิโลกรัม)	จำนวนจุดความร้อน รายอำเภอ (จุด)	จำนวนจุดความร้อน รายตำบล (จุด)
เมือง	6,576	2,164	27.489	1,439	483
ตรอน	11,817	3,888	49.393	492	247
พิชัย	9,697	3,190	40.533	704	61



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบเส้นแนวโน้มจุดความร้อนระหว่างปีเพาะปลูก 2566/2567 กับ 2567/2568

จากภาพที่ 1 พบว่าจุดความร้อนจะเริ่มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนและจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงเดือนพฤษภาคม โดยในช่วงปีเพาะปลูก 2566/2567 ตำบลคังตะเภามีจุดความร้อนมากที่สุดในช่วงเดือนเมษายน ส่วนปีเพาะปลูก 2567/2568 ตำบลคอรุมมีจุดความร้อนมากที่สุดในช่วงเดือนมกราคม

4.2 สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร

เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 71.51 มีอายุเฉลี่ย 55.96 ปี ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 54.35 สำเร็จการศึกษาในระดับประถมศึกษา ร้อยละ 54.90 เกษตรกรมีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คน มีแรงงานภาคการเกษตรเฉลี่ย 2 คน ประสบการณ์การทำงานภาคเกษตรเฉลี่ย 28.33 ปี เกษตรกรทั้งเพศชาย และเพศหญิงที่มีอายุ 20–40 ปี ส่วนใหญ่มีการจัดการต่อซังและฟางข้าวในระดับน้อยร้อยละ 56.55 เคยได้รับการฝึกอบรมที่เกี่ยวกับการผลิตข้าว โดยหัวข้อที่ได้รับการฝึกอบรมมากที่สุดคือการใช้ปุ๋ยร้อยละ 19.72 รองลงมา ได้แก่ การปรับปรุงบำรุงดินและการป้องกันกำจัดศัตรูพืชร้อยละ 15.07 และ 14.74 ตามลำดับ ร้อยละ 25.62 ทำนาโดยอาศัยความรู้จากภูมิปัญญาชาวบ้านที่สืบทอดกันมา อาศัยการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างญาติพี่น้อง เพื่อนบ้าน ต้นทุนในการผลิตเฉลี่ย 3,956.11 บาท/ไร่ รายได้ต่อครัวเรือนทั้งหมดพบว่า ร้อยละ 59.52 กลุ่มตัวอย่างมีรายได้ 150,000 บาท/ปี หรือน้อยกว่า รองลงมา มีรายได้ระหว่าง 150,000-300,000 บาท/ปี และระหว่าง 300,000 - 450,000 บาท/ปี ร้อยละ 27.83 และ 9.13 ตามลำดับ โดยมีรายได้เฉลี่ย 173,035.97 บาท/ปี การถือครองที่ดินเพื่อการทำนา พบว่ากลุ่มตัวอย่างร้อยละ 56.66 มีการถือครองที่ดินเพื่อการทำนา 15 ไร่ หรือน้อยกว่า โดยมีการถือครองที่ดินเพื่อการทำนายน้อยที่สุด 1 ไร่ มากที่สุด 70 ไร่ เฉลี่ย 18.99 ไร่ ทั้งนี้จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างถึงแม้จะมีการถือครองที่ดินเพื่อการทำนาเป็นของตนเองแต่ก็ยังมีการเช่าพื้นที่ทำนา เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการผลิตข้าว

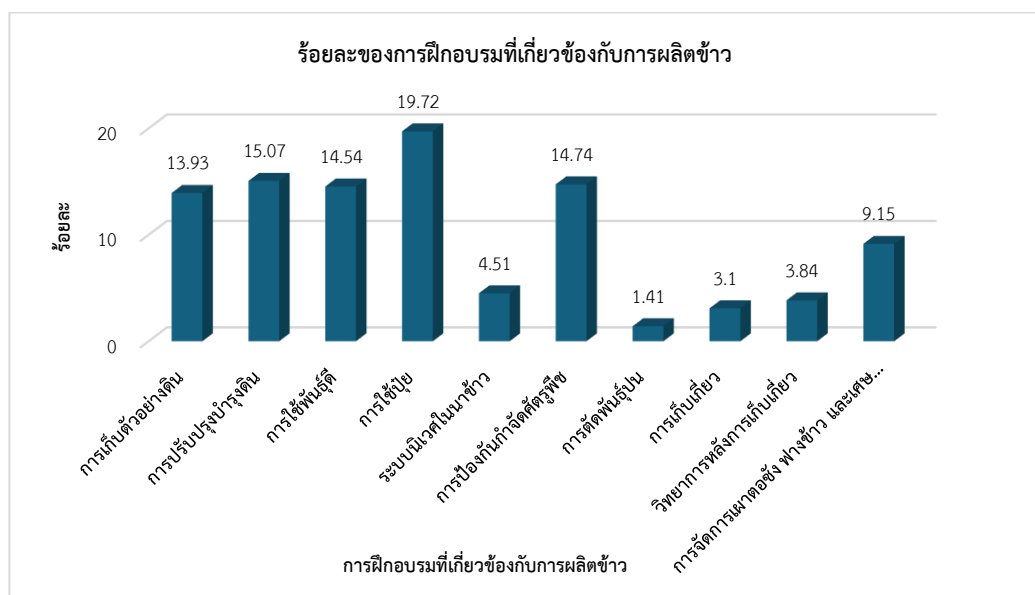
4.3 เจตคติต่อการจัดการปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผา

เกษตรกรส่วนใหญ่คิดว่าสาเหตุสำคัญที่สุดของปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผาเกิดจากบางคน เห็นแก่ตัวมากที่สุดร้อยละ 37.26 รองลงมา ได้แก่ คนส่วนใหญ่ไม่ใส่ใจร้อยละ 33.17 และเจ้าหน้าที่ไม่เคร่งครัด ร้อยละ 19.73 ตามลำดับ โดยคิดว่าปัญหาเรื่องฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผาควรปรับปรุงเรื่องรณรงค์ให้ตื่นตัวมากที่สุดร้อยละ 38.37 รองลงมา ได้แก่ ลงโทษผู้ฝ่าฝืนร้อยละ 27.41 และแก้ไข/เพิ่มกฎระเบียบร้อยละ 19.55 ตามลำดับ ส่วนใหญ่คิดว่าประชาชนควรมีบทบาทหลักในการแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กมากที่สุดร้อยละ 50.94 รองลงมา ได้แก่ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นร้อยละ 42.24 และหน่วยงานอื่นของรัฐร้อยละ 5.06 ตามลำดับ ส่วนใหญ่ยินดีให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมแก้ไขปัญหาระดับพื้นที่ร้อยละ 87.46 โดยยินดีร่วมมือในการลด ละ เลิก การเผาในที่โล่งมากที่สุดร้อยละ 41.91 รองลงมา ได้แก่ ร่วมรณรงค์ เผยแพร่ความรู้ร้อยละ 29.15 และสอดส่องดูแลร้อยละ 20.79 ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าการมีส่วนร่วม

ร่วมในการแก้ปัญหาของทุกคนที่เกี่ยวข้องจะมีเพิ่มขึ้นร้อยละ 78.88 โดยการมีส่วนร่วมของประชาชนทั่วไปสำคัญที่สุดร้อยละ 66.78 ส่วนใหญ่คิดว่าการเลิกการเผาในที่โล่งเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการลดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผามากที่สุดร้อยละ 31.24 รองลงมา ได้แก่ โกลบตอชิงฟางข้าวและเศษวัสดุเหลือทิ้งในนาข้าวร้อยละ 28.93 และรณรงค์เผยแพร่ความรู้ร้อยละ 18.26 ตามลำดับ

4.4 ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตข้าว

จากภาพที่ 2 พบว่าเกษตรกรได้รับการฝึกอบรมและมีความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวในประเด็นการจัดการเผาตอชิงฟางข้าวและเศษวัสดุพืชในนาข้าว เช่น การโกลบ การอัดฟาง คิดเป็นร้อยละ 9.15



ภาพที่ 2 ร้อยละของการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตข้าว

4.5 ความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก

เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็กอยู่ในระดับมาก (14-19 คะแนน) ร้อยละ 95.60 มีความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองอยู่ในระดับปานกลาง (7-13 คะแนน) ร้อยละ 4.40 และไม่มีเกษตรกรที่มีความรู้ในระดับน้อย (0-6 คะแนน) โดยมีคะแนนมากที่สุด 19 คะแนน คะแนนน้อยที่สุด 9 คะแนน ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก

4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของเกษตรกรกับการจัดการตอซังและฟางข้าวของเกษตรกร

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของเกษตรกรกับการจัดการตอซังและฟางข้าว โดยใช้ Pearson's Correlation พบว่าตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับการจัดการตอซังและฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ซึ่งมีตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับปานกลางจำนวน 2 ปัจจัย ได้แก่ เจตคติ และความรู้เรื่องฝุ่นละออง ($r=0.603$ และ $r=0.550$, $p<0.01$) ตามลำดับ ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับน้อย จำนวน 3 ปัจจัย ได้แก่ การถือครองที่ดินทำนา รายได้ และความรู้ด้านการผลิตข้าว ($r=0.482$, $r=0.452$ และ $r=0.381$, $p<0.01$) ตามลำดับ ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับน้อยมาก จำนวน 2 ปัจจัย ได้แก่ แรงงาน และสมาชิกในครอบครัว (และ $r=0.298$ และ $r=0.223$, $p<0.01$) ตามลำดับ ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงลบระดับน้อย จำนวน 2 ปัจจัย ได้แก่ ต้นทุนการผลิต และอายุ ($r= -0.304$ และ $r= -0.031$, $p<0.01$) ตามลำดับ ส่วนตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับการจัดการตอซังและฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งมีตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับน้อยมาก จำนวน 1 ปัจจัย ได้แก่ ประสบการณ์ในการทำนา ($r=0.125$, $p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของเกษตรกรกับการจัดการต่อซังและฟางข้าวของเกษตรกร

คุณลักษณะ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. สมาชิกในครอบครัว	1										
2. อายุ	-0.152**	1									
3. แรงงาน	0.501**	-0.202**	1								
4. ประสบการณ์	0.204**	0.551**	0.253**	1							
5. รายได้	0.253**	-0.251**	0.302**	0.183**	1						
6. การถือครองที่ดินทำนา	0.280**	-0.304**	0.350**	0.201**	0.501**	1					
7. ต้นทุนการผลิต	0.121*	-0.223**	0.142*	-0.102*	-0.283**	0.182**	1				
8. ความรู้เรื่องปุ๋ยละออง	0.182**	-0.201**	0.201**	0.153**	0.401**	0.381**	-0.122*	1			
9. ความรู้ด้านการผลิตข้าว	0.153**	-0.183**	0.192**	0.204**	0.352**	0.320**	-0.083	0.451**	1		
10. เจตคติ	0.122**	-0.204**	0.220**	0.183**	0.421**	0.361**	-0.152**	0.522**	0.462**	1	
11. การจัดการต่อซังและฟางข้าว	0.223**	-0.301**	0.298**	0.125*	0.452**	0.482**	-0.304**	0.550**	0.381**	0.603**	1

* มีความสัมพันธ์ (r) ที่ระดับ $P\text{-value} < 0.05$

** มีความสัมพันธ์ (r) ที่ระดับ $P\text{-value} < 0.01$

4.7 แนวทางที่เหมาะสมในการลดปริมาณปุ๋ยละอองขนาดเล็กจากการเผา

ข้อเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาการจัดการต่อซังและฟางข้าวของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยในระดับมากในทุกประเด็น โดยเห็นด้วยกับการไกล่เกลี่ยต่อซังและฟางข้าวควบคู่กับการปลูกพืชตระกูลถั่ว ปลูกโพเทืองเป็นปุ๋ยพืชสด รองลงมา ได้แก่ การส่งเสริมสนับสนุนการรวมกลุ่มหรือการสร้างเครือข่ายเกษตรกรเพื่อการจัดการต่อซังและฟางข้าวมากที่สุด ประชาสัมพันธ์ถึงประโยชน์ของ ต่อซังและฟางข้าวแก่เกษตรกร ใช้ฟางข้าวคลุมดิน และใช้ฟางข้าวเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ เช่น โค กระบือ ปลา กวาง ฯลฯ ส่งเสริมให้ความรู้ในการบริหารจัดการต่อซังข้าวที่เหมาะสม บูรณาการการทำงานระหว่างหน่วยงานภาครัฐ เอกชน และชุมชนในการส่งเสริมและพัฒนาการจัดการต่อซังและฟางข้าว นำต่อซังและฟางข้าวไปทำปุ๋ยหมักฟางข้าวตามลำดับ สอดคล้องกับสุธีระ บุญญาพิทักษ์ และคณะ (2567) พบว่ากลไกและแนวทางแก้ไขปัญหาวัสตุเหลือทั้งทางการเกษตรคือภาครัฐควรให้การสนับสนุนเงินทุนและสิ่งจูงใจสำหรับการจัดการปัญหาดังกล่าว ตลอดจนการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการวัสตุเหลือทั้งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแก่กลุ่มเกษตรกร อีกทั้งเกษตรกรควรมีบทบาทสำคัญในการจัดการวัสตุเหลือทั้งทางการเกษตรด้วยการเลือกใช้วิธีการจัดการที่เหมาะสม ตลอดจนบูรณาการความร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐและเอกชนในการจัดการวัสตุเหลือทั้งทางการเกษตรอย่างยั่งยืน

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยพบว่า การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดัชนีคุณภาพอากาศกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กพบว่าทุกปัจจัยมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในระดับสูงมาก ซึ่งจุดความร้อนมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.788$, $p<0.05$) ค่าดัชนีคุณภาพอากาศ และฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน มีความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.984$, $p<0.01$) และ ($r=0.964$, $p<0.01$) ตามลำดับ จุดความร้อนจะเริ่มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนและจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงเดือนพฤษภาคม โดยจุดความร้อนมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก โดยมีความสัมพันธ์กันในทางบวกและมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง หากพิจารณาจุดความร้อนเทียบกับช่วงเวลาที่ค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กสูง คือตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายนนั้นมีปริมาณที่สูง จึงสรุปได้ว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศเพิ่มขึ้นเนื่องจากความแห้งแล้งส่งผลให้เกิดไฟป่ามากขึ้น ประกอบกับช่วงเวลาดังกล่าวเกษตรกรจะทำการเผาเศษวัสดุ เพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับการเกษตรในช่วงฤดูฝน สอดคล้องกับภัทรารักษ์ ภูพงษ์ (2565) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และ 2.5 ไมครอน กับข้อมูลสุขภาพของประชาชนในจังหวัดสระบุรี พบว่าทุกปีจะมีระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กสูงขึ้นระหว่างเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูหนาวและเริ่มเข้าสู่ช่วงฤดูร้อนและลดลงในเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน ประกอบกับสภาพพื้นที่ที่เป็นแอ่งกระทะ การระบายอากาศเป็นไปได้ยาก โดยเฉพาะในช่วงเดือนตุลาคมถึงมีนาคมของทุกปีมีสภาพอากาศปิดมีความชื้นต่ำและมีความกดอากาศสูงยิ่งทำให้ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กเกินค่ามาตรฐานและทวีความรุนแรงมากขึ้น และพบว่าทุกปีจะมีระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนสูงขึ้นระหว่างเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อน จากผลการศึกษาพบว่า AQI มีความสัมพันธ์สูงกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก เนื่องจากในช่วงเวลาที่เกิดหมอกควันค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กเป็นมลพิษที่มีอิทธิพลสูงสุด จึงเป็นตัวกำหนดค่า AQI ในแต่ละวัน การเพิ่มขึ้นของค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กส่งผลให้ค่า AQI สูงขึ้นตามไปด้วย แม้ดัชนี AQI จะประกอบจากมลพิษหลายตัวก็ตาม

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของเกษตรกรกับการจัดการตอซังและฟางข้าวของเกษตรกร พบว่า เจตคติ ความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก การถือครองที่ดินเพื่อการทำนา รายได้ ความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าว แรงงาน สมาชิกในครอบครัว ประสบการณ์ ดันทุนการผลิต และอายุ มีอิทธิพลต่อการจัดการตอซังและฟางข้าวของเกษตรกร ดังนี้

เจตคติของเกษตรกร พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับปานกลางต่อการจัดการตอซังและฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.603$, $p<0.01$) กล่าวคือ เกษตรกรที่มีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพชุมชน มีแนวโน้มปฏิบัติการจัดการตอซังที่เหมาะสมมากกว่าเกษตรกรที่มีทัศนคติเชิงลบ ซึ่งสอดคล้องกับพัทธนันท์ วิวัฒน์ไพศาล (2567) ที่พบว่าเกษตรกรที่ได้รับการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตข้าวมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการตอซังและฟางข้าว เนื่องจากการฝึกอบรมมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมความรู้ ความเข้าใจ และเจตคติที่ดีของเกษตรกร ซึ่งอาจนำไปสู่พฤติกรรมการจัดการตอซังและฟางข้าวที่ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

ความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับปานกลางต่อการจัดการต่อซังและฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.550$, $p<0.01$) เกษตรกรที่ตระหนักถึงผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม มีแนวโน้มเลือกวิธีที่ช่วยลดการปลดปล่อยฝุ่น เช่น การไถกลบ การนำฟางไปทำปุ๋ยหมัก หรือใช้เป็นอาหารสัตว์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2564) ที่พบว่าการสร้างความรู้ความเข้าใจให้เกษตรกรเป็นกลยุทธ์สำคัญในการปรับเปลี่ยน พฤติกรรมสอดคล้องกับวีรณช กุดแถลง และสุกัลยา เชิญขวัญ (2566) ที่พบว่าการประชาสัมพันธ์และถ่ายทอดความรู้เป็นช่องทางการสร้างการรับรู้แก่เกษตรกร โดยการแสดงตัวอย่างให้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นพร้อมแนวทางแก้ไขสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทของตนเอง ดังนั้น การส่งเสริมการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดการต่อซังและฟางข้าวควบคู่กับการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพจึงเป็นกลยุทธ์ที่มีศักยภาพในการสนับสนุนการจัดการวัสดุเหลือทิ้งอย่างยั่งยืน ลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและเพิ่มโอกาสในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในระบบการผลิตข้าว และสอดคล้องกับไขขวัญ กองจันทร์ และคณะ (2564) ที่พบว่าเกษตรกรที่ได้ศึกษาเล่าเรียนได้รับการฝึกอบรม มีความรู้และความสามารถในการประกอบอาชีพเกษตรกรรม สามารถเลือกปฏิบัติตามแนวทางการจัดการต่อซังและฟางข้าวได้บ้างตามความถนัดและความต้องการของเกษตรกร

การถือครองที่ดินเพื่อการทำนามีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับน้อยกับการจัดการต่อซังและฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.482$, $p<0.01$) กล่าวคือเกษตรกรที่มีพื้นที่ถือครองมากมักต้องจัดการต่อซังและฟางข้าวในปริมาณมากทำให้เลือกวิธีที่รวดเร็วและใช้แรงงานน้อย เช่น การเผาซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่เกษตรกรรม สอดคล้องกับไขขวัญ กองจันทร์ และคณะ (2564) ที่พบว่าเกษตรกรที่มีพื้นที่ปลูกข้าวมากกว่าหรือเท่ากับ 30 ไร่ หรือน้อยกว่า 30 ไร่ มีการจัดการต่อซังและฟางข้าวในระดับน้อย เกษตรกรที่มีพื้นที่ทำการเกษตรมากมีต่อซังฟางข้าวตกค้างในพื้นที่มากทำให้ต้องใช้เวลาและแรงงานในการจัดการต่อซังฟางข้าวมากกว่าเกษตรกรที่มีพื้นที่ที่ใช้ทำการเกษตรน้อย ทั้งนี้แม้ว่าเกษตรกรมีพื้นที่ปลูกข้าวมากหรือน้อยการจัดการต่อซังและฟางข้าวถือเป็นต้นทุนที่เพิ่มขึ้น

ปัจจัยรายได้ มีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับน้อยกับการจัดการต่อซังและฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.452$, $p<0.01$) แสดงถึงศักยภาพด้านเศรษฐกิจเอื้อต่อการจัดการต่อซังและฟางข้าวสะท้อนว่าเกษตรกรที่มีรายได้สูงกว่ามีแนวโน้มที่จะจัดการต่อซังและฟางข้าวด้วยวิธีที่เหมาะสมและยั่งยืนมากกว่า เช่น การไถกลบ การอัดฟางอัดก้อนเพื่อจำหน่าย หรือการนำไปใช้เป็นปุ๋ยพืชสดและอาหารสัตว์แทนการเผาในที่โล่ง การมีรายได้ที่มั่นคงจึงเป็นศักยภาพด้านเศรษฐกิจที่ช่วยเอื้อต่อการลงทุนในเทคโนโลยีหรือวิธีการจัดการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งต้องใช้ค่าใช้จ่ายมากกว่าการเผาที่มีต้นทุนต่ำ สอดคล้องกับไขขวัญ กองจันทร์ และคณะ (2564) ที่พบว่าครัวเรือนที่มีรายได้สูงมักสามารถลงทุนในเครื่องจักรกลหรือวิธีการจัดการที่ลดการเผาได้มากกว่า

ความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าว พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงลบระดับน้อยมากต่อการจัดการต่อซังและฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.381$, $p<0.01$) กล่าวคือเกษตรกรที่มีความรู้มากกว่ามีแนวโน้มจัดการต่อซังและฟางข้าวอย่างเหมาะสมมากขึ้น แต่ด้วยความสัมพันธ์ในระดับต่ำยังชี้ให้เห็นว่าความรู้เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอ จำเป็นต้องเสริมด้วยการสนับสนุนด้านความรู้เฉพาะด้าน เครื่องจักร แรงงาน และการให้ข้อมูลเชิง

ปฏิบัติจริงเพื่อให้เกิดการจัดการต่อซึ่งที่ยั่งยืนมากขึ้น สอดคล้องกับไขขวัญ กองจันทร์ และคณะ (2564) ที่พบว่า ความรู้ด้านการผลิตทั่วไปไม่เพียงพอที่จะเปลี่ยนพฤติกรรมในการเผาได้จำเป็นต้องมีการถ่ายทอดองค์ความรู้เฉพาะด้านการจัดการต่อซึ่งและผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยตรง แรงงานและสมาชิกในครอบครัวมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับน้อยมากต่อการจัดการต่อซึ่งและฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.298$ และ 0.223 , $p<0.01$) สะท้อนว่าเมื่อครัวเรือนเกษตรกรมีแรงงานเพียงพอสามารถเลือกใช้วิธีการที่ไม่เผาได้มากขึ้น เช่น การเก็บรวบรวมฟาง การไถกลบ หรือการอัดฟางก้อน ซึ่งต้องอาศัยแรงงานและเวลาเพิ่มเติมมากกว่าการเผาในที่โล่งที่ทำให้รวดเร็วและใช้แรงงานน้อย ความสัมพันธ์แม้อยู่ในระดับต่ำแต่แสดงถึงบทบาทของแรงงานครัวเรือนที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดการจัดการฟางอย่างยั่งยืนมากกว่าการเผาสอดคล้องกับกัญญาพร สังข์แก้ว และคณะ (ม.ป.ป.) ที่พบว่าแรงงานและการมีส่วนร่วมของครัวเรือนส่งผลต่อประสิทธิภาพในการจัดการเศษวัสดุทางการเกษตร และสอดคล้องกับไขขวัญ กองจันทร์ และคณะ (2564) ที่พบว่าแรงงานในครัวเรือนเป็นปัจจัยสำคัญในการลดการพึ่งพาการเผาต่อซึ่งและฟางข้าว

ประสบการณ์การทำงานภาคเกษตรมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับน้อยมากกับการจัดการต่อซึ่งและฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.125$, $p<0.05$) เกษตรกรที่มีประสบการณ์มากขึ้นมีแนวโน้มเลือกใช้วิธีการจัดการต่อซึ่งและฟางข้าวที่ไม่เผามากกว่า สอดคล้องกับวีรณัฐ กุดแถลง และ สุกัลยา เขียวขวัญ (2566) ที่พบว่าประสบการณ์การทำงานของเกษตรกรไม่มีผลต่อการรับรู้ถึงผลกระทบจากการเผาต่อซึ่งและฟางข้าว อาจเนื่องมาจากการที่ประเพณีการทำนาและวิถีชีวิตดั้งเดิมของเกษตรกรมีความเชื่อที่ติดต่อการจัดการต่อซึ่งและฟางข้าวด้วยวิธีการเผาเศษวัสดุทางการเกษตรในแปลงเพื่อให้เป็นขี้เถ้าที่เปรียบเสมือนวัสดุปรับปรุงบำรุงดิน

ต้นทุนการผลิต มีความสัมพันธ์เชิงลบระดับน้อยกับการจัดการต่อซึ่งและฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=-0.304$, $p<0.01$) กล่าวคือ เกษตรกรที่มีต้นทุนการผลิตสูงมีแนวโน้มเลือกใช้วิธีที่รวดเร็วและเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการใช้เครื่องจักรหรือการหมักฟาง เช่น การเผาในที่โล่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของศรีณยู เรือนจันทร์ (2565) ที่พบว่าเกษตรกรมีค่าใช้จ่ายตั้งแต่การเตรียมพันธุ์ ตั้งแต่การไถ การดูแล เก็บเกี่ยว แต่ก็ยังมีความจำเป็นที่ต้องทำนาโดยมองว่าอาชีพทำนาเป็นอาชีพหลักที่สร้างรายได้ให้แก่ครอบครัว เกษตรกรมีพื้นที่การทำนามากทำให้มีต่อซึ่งและฟางข้าวตกค้างในพื้นที่มาก ทำให้ต้องใช้เวลาและแรงงานในการจัดการต่อซึ่งและฟางข้าวมากกว่าคนที่ไม่มีพื้นที่ในการทำนายน้อย การจัดการต่อซึ่งและฟางข้าวถือเป็นต้นทุนที่เพิ่มขึ้นทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่มีการลักลอบเผา และสอดคล้องกับตุลญา โรจน์ทั้งคำ (2563) ที่พบว่าเกษตรกรที่นิยมที่สุดคือการเผาเพื่อเตรียมพื้นที่เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดประหยัดและรวดเร็วประกอบกับปัจจัยด้านความยากจน ปัจจัยทางเศรษฐกิจด้านผลผลิตที่ตกต่ำรวมทั้งต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น

อายุ มีความสัมพันธ์เชิงลบระดับน้อยกับการจัดการต่อซึ่งและฟางข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=-0.301$, $p<0.01$) กล่าวคือ เมื่อเกษตรกรมีอายุมากขึ้นแนวโน้มในการจัดการต่อซึ่งและฟางข้าวในรูปแบบที่เหมาะสม เช่น การไถกลบ การทำปุ๋ยพืชสด หรือการนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ จะลดลงเล็กน้อย สาเหตุอาจมาจากเกษตรกรที่มีอายุมากมักยึดติดกับวิธีการทำนาแบบดั้งเดิม โดยเฉพาะการเผาต่อซึ่งและฟางข้าวที่ใช้เวลาน้อยและสะดวกกว่าการจัดการแบบทางเลือก อีกทั้งข้อจำกัดด้านร่างกายและแรงงานทำให้เกษตรกรสูงอายุไม่

สามารถจัดการด้วยวิธีที่ใช้แรงงานหรือเทคโนโลยีสูงได้ และอาจขาดการเข้าถึงองค์ความรู้หรือเครื่องจักรที่ช่วยลดภาระในการจัดการฟางข้าว สอดคล้องกับ Thailand Environment Institute (2021) ที่พบว่าอายุที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อความสามารถในการเปิดรับเทคโนโลยีและวิธีการใหม่ ๆ โดยเฉพาะในกลุ่มเกษตรกรสูงอายุที่อาจมีข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารผ่านสื่อดิจิทัล แตกต่างจากกลุ่มเกษตรกรรุ่นใหม่ที่มีความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีและสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้รวดเร็วกว่า ส่งผลให้สามารถปรับตัวและเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้ง่ายขึ้น

ผลการวิจัยพบว่า ต้นทุนการผลิตและอายุของเกษตรกรเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการจัดการฟางข้าวอย่างยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับข้อเท็จจริงที่ว่าเกษตรกรสูงวัยมักมีข้อจำกัดด้านแรงงานและการเข้าถึงเทคโนโลยีใหม่ ๆ จึงต้องเลือกวิธีที่ประหยัดแรงและเวลาอย่างการเผาฟาง แม้จะตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมก็ตาม ขณะเดียวกันทางเลือกการจัดการฟางที่ไม่เหมาะสมต้องใช้เงินลงทุนเริ่มต้นสูง (ค่าเครื่องจักร ค่าน้ำมัน ค่าจ้างแรงงาน) ทำให้เกษตรกรรายย่อยที่มีต้นทุนจำกัดจึงจะเปลี่ยนวิธีปฏิบัติ สอดคล้องกับสรรพสิทธิ์ ชมพูนุช และกัมปนาท วงษ์วัฒนพงษ์ (2565) ที่พบว่าต้นทุนการผลิตที่สูงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จำกัดการเลือกใช้วิธีจัดการตอซังและฟางข้าวแบบไม่เผา เนื่องจากการลงทุนในเครื่องจักรกลหรือการนำฟางไปใช้ประโยชน์ทางเลือกอื่นต้องใช้เงินลงทุนมากกว่า

ในทางกลับกัน ปัจจัยอื่น ได้แก่ เจตคติ ความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก การถือครองที่ดินเพื่อการทำนา รายได้ ความรู้ด้านการผลิตข้าว แรงงาน สมาชิกในครอบครัว และประสบการณ์ ล้วนมีบทบาทสนับสนุนการจัดการฟางที่ยั่งยืน เกษตรกรที่มีเจตคติเชิงบวกและตระหนักถึงผลกระทบของฝุ่นละอองมีแนวโน้มจะเลือกวิธีจัดการฟางที่ไม่เผา (พัชรนันท์ วิวัฒน์ไพศาล, 2567) ขณะเดียวกันความรู้เรื่องฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เชื่อมโยงกับสุขภาพและสิ่งแวดล้อมก็เป็นตัวกระตุ้นให้เกษตรกรเปลี่ยนพฤติกรรม (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2564)

การถือครองที่ดินและรายได้เป็นอีกสองปัจจัยสำคัญที่เอื้อต่อการลงทุนในเทคโนโลยีและเครื่องจักรทางการเกษตรเพื่อจัดการฟางโดยไม่ต้องเผา ซึ่งสอดคล้องกับไชยวิญ กองจันทร์ และคณะ (2564) ที่พบว่าครัวเรือนที่มีฐานะทางเศรษฐกิจดีกว่ามีแนวโน้มลงทุนในเครื่องจักรเพื่อจัดการฟางอย่างยั่งยืนมากกว่า นอกจากนี้แรงงานและจำนวนสมาชิกครัวเรือนยังช่วยให้ครัวเรือนสามารถจัดการตอซังและฟางข้าวโดยไม่ต้องเผาได้จริง เนื่องจากการไถกลบหรือการนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ต้องใช้แรงงานมากกว่าวิธีเผา (กัญญาพร สังข์แก้ว และคณะ, ม.ป.ป.) ขณะที่ประสบการณ์ในภาคการเกษตรแม้จะสัมพันธ์ในระดับไม่สูงนัก แต่ก็ช่วยให้เกษตรกรตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมมากขึ้นหากได้รับความรู้ใหม่ควบคู่ไปด้วย

ผลการวิจัยนี้สะท้อนว่าการจัดการฟางข้าวอย่างยั่งยืนไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านเศรษฐกิจเท่านั้น แต่ยังขึ้นกับ เจตคติ ความรู้ และโครงสร้างครัวเรือนที่ช่วยให้เกษตรกรสามารถปรับพฤติกรรมจากการเผาไปสู่การจัดการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้จริง ดังนั้นนโยบายที่มุ่งลดการเผาฟางข้าวควรดำเนินการควบคู่ทั้งการสนับสนุนเงินทุน มาตรการทางกฎหมาย การสร้างความรู้ และการเสริมพลังชุมชน เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ยั่งยืนในระยะยาวสอดคล้องกับกรมควบคุมมลพิษ (2567) ที่กล่าวว่าการลดฝุ่นละอองขนาดเล็กต้องอาศัยทั้ง

ความรู้ มาตรการเชิงกฎหมาย แรงจูงใจทางเศรษฐกิจ มาตรการด้านเศรษฐศาสตร์ การเงิน การคลัง เพื่อลดการเผาในพื้นที่การเกษตร กำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมในการห้ามเผาในพื้นที่การเกษตรภายใต้มาตรการสนับสนุนหรือให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ ของภาครัฐควบคู่กัน สอดคล้องกับสรรพสิทธิ์ ชมพูนุช และกัมปนาท วงษ์วัฒนพงษ์ (2567) พบว่าการบังคับใช้กฎหมายอย่างเคร่งครัดและให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ทั้งมาตรการระยะเร่งด่วน ระยะสั้น และระยะยาวเป็นแนวทางที่เหมาะสม ตลอดจนบูรณาการความร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ในการจัดการวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอย่างยั่งยืน อย่างไรก็ตามแม้จะมีความรู้แต่หากต้นทุนสูงหรือขาดเครื่องจักรการจัดการฟางแบบไม่เผาก็ยังทำได้ยาก

6. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงพื้นที่เพื่อแก้ปัญหาในด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อลดปัญหาหมอกควันรวมถึงฝุ่นละออง

ผู้วิจัยขอขอบคุณ หน่วยจัดการงานวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ที่เอื้อให้เกิดการสนับสนุนการวิจัย ขอขอบคุณเกษตรกรในพื้นที่ตำบลทุ่งเตา อำเภอมะนัง อุตดิตถ์ ตำบลวังแดง อำเภอตรอน และตำบลคอรุม อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล จนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2567, 21 มิถุนายน). *รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2566*.
https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2024/06/pcdnew-2024-06-21_06-42-54_474054.pdf
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2567). *มาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหาการเผาในพื้นที่เกษตรกรรม ปี 2567/68 ของจังหวัดอุทัยธานี*. <https://www.opsmoac.go.th/uthaithani-dwl-files-462991791014>
- กองวิจัยและพัฒนาข้าว. (2568). *การจัดการตอซังและฟางข้าว*. กรมการข้าว. https://files.ricethailand.go.th/files/15/documents/page_doc/files-rice-1749007211500.pdf
- กัญญาพร สังข์แก้ว, สุวรรณภา บุญจรัญ, และวรรณ สุวรรณวิจิตร. (ม.ป.ป.). *วิจัยและพัฒนากระบวนการจัดการดินในนาข้าวแปลงใหญ่โดยการมีส่วนร่วมของเกษตรกรต่อผลผลิตข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้*. (รายงานการวิจัย). สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 4: กรมพัฒนาที่ดิน.
- ไขขวัญ กองจันทร์, พนา มาศ จรัสวรรณ, และเมตตา เร่งชวนขวย. (2564). *ศึกษาการจัดการตอซังและฟางข้าวของเกษตรกรในโครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา*. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 52(1), 20-31. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/ASJ/article/view/250755/172623>

- ตุลญา โรจน์ทั้งคำ. (2563). การมีส่วนร่วมของประชาชน ชุมชน เกี่ยวกับการควบคุมการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. *วารสารผู้ตรวจการแผ่นดิน*, 13(1), 37-56. <https://ombstudies.ombudsman.go.th/download/Journals/2563/8P35-56-13-1.pdf>
- ปฏิวิชช์ สาระพิน, ทินพันธุ์ เนตรแพ, ฤทัยรัตน์ โพธิ, อนุวัติ แสงอ่อน, และข้ามะเลียง เซาร์ธรรม. (2566). ความสัมพันธ์ระหว่างจุดความร้อนจากการเผาฟางข้าวในท้องต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ PM 2.5 ในจังหวัดนครสวรรค์. *PSRU Journal of Science and Technology*, 8(3), 54-68. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/Scipsru/article/view/253255/172229>
- พงศ์ธร เพียรพิทักษ์. (2564). *การจัดการเศษวัสดุทางการเกษตรเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสารก่อมลพิษทางอากาศในพื้นที่เกษตรกรรม 9 จังหวัดภาคเหนือ*. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน, กองวิจัยและพัฒนาจัดการที่ดิน.
- พัทธนันท์ วิวัฒน์ไพศาล. (2567). ความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมการป้องกันฝุ่น PM2.5 ของประชาชนอายุ 18–60 ปีในเขตกรุงเทพมหานคร. *วารสารวิชาการสาธารณสุขสุขชุมชน*, 10(2), 45–60. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/ajcph/article/view/266561/183055>
- ภัทรารณณ์ ภู่งงษา. (2565). *ความสัมพันธ์ของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และ 2.5 ไมครอน กับข้อมูลสุขภาพของประชาชนในจังหวัดสระบุรี [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต]*. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- วิษณุ อรรถวานิช. (2567, 23 มกราคม). *ข้าพหุสนนโยบายแก้ฝุ่น PM2.5 ในภาคเกษตร : อะไรคือต้นเหตุของความไม่ยั่งยืน*. SDG MOVE. https://www.sdgmovement.com/2023/05/17/sdg-insights-policy-pm2-5-agriculture/?utm_source=chatgpt.com
- วีรณัฐ กุดแถลง และสุกัลยา เขียวขวัญ. (2566). การรับรู้ผลกระทบจากการเผาตอซังและฟางข้าวของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอำเภออมลาลาย จังหวัดกาฬสินธุ์. *วารสารเกษตร*, 40(1), 1–12. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/joacmu/article/view/258975>
- ศรีณัฐ เรืองจันทร์. (2565). สถานการณ์และแนวทางการพัฒนาเครือข่ายการทำงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ตำบลทุ่งตะนา อำเภอเมืองจังหวัดอุดรธานี. *วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัย ขอนแก่น*, 15(1), 51-60. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/kkujphr/article/view/249687>
- สรรพสิทธิ์ ชมพูนุช และกัมปนาท วงษ์วัฒนพงษ์. (2565). แนวทางการแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองจากการเผาในที่โล่งในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลโกสัมพี อำเภอโกสัมพี จังหวัดกำแพงเพชร. *Journal of Modern Learning Development*, 7(8), 96–108. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/jomld/article/view/256912/174344>
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2564). *รายงานผลการติดตามการดำเนินงานตามข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในรายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2564*. กรุงเทพฯ: สผ.
- สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า กระทรวงพาณิชย์. (2568). *การศึกษาเรื่องสถานการณ์การค้าข้าวและโอกาสการพัฒนาสินค้าข้าวไทย*. กรุงเทพฯ: กระทรวงพาณิชย์.

- สำนักงานสถิติจังหวัดอุตรดิตถ์. (2566). *รายงานสถิติจังหวัดอุตรดิตถ์*. อุตรดิตถ์: สำนักงานสถิติจังหวัดอุตรดิตถ์.
- สุกัญญา พันธุ์, กนิษฐา แก่นบุบผา, ณัฐนันท์ พลอยพรม และศุภิระ บุตรดี. (2565). การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการได้รับฝุ่น $PM_{2.5}$ ในช่วงฤดูแล้งจากพื้นที่เทศบาลเมืองมาบตาพุด จังหวัดระยอง. *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*. 14(19), 64-82.
- สุธีระ บุญญาพิทักษ์, น้าฝน อัครกิกกุลโรจน์, และณพงศ์ นพเกตุ. (2567). กลไกและแนวทางแก้ไขปัญหาวัดดูแลื้อทิ้งทางการเกษตรของกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย: กรณีศึกษา อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน*, 7(1), 127-139. <https://ssrujournal.com/index.php/hssru/article/view/309/213>
- Hombubppha, S., Subruangthong, S., & Subruangthong, W. (2020). The development of integrated farming system for smog pollution problem solving from agricultural burning areas. *Journal of Graduate Review Nakhon Sawan Buddhist College*, 8(2), 1-16. (In Thai) <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jgsnsbc-journal/article/view/244197>
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607–610. <https://doi.org/10.1177/001316447003000308>
- Thailand Environment Institute. (2021). *Developing the guidelines for the agricultural residues burning control to tackle PM2.5 in Thailand*. Nonthaburi: Thailand Environment Institute (TEI).