วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 29 (ฉบับที่ 1) มกราคม – เมษายน พ.ศ. 2567
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 29 (No.1) January – April 2024 บทความวิจัย

ผลกระทบของการเผาตอซังและฟางข้าวต่อปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศ : กรณีศึกษาของชุมชนบ้านหนองขอน ตำบลเมืองใหม่ อำเภอราชสาส์น จังหวัดฉะเชิงเทรา

Effect of Burning Stubble and Rice Straw on Concentration of $PM_{2.5}$ Particulate Matter in Atmosphere : A Case study of Ban Nong Khon Community, Mueang Mai Subdistrict, Ratchasan District, Chachoengsao Province

ศรินยา ประทีปชนะชัย[1], ยุทธณรงค์ จงจันทร์[2*] และ ธนธัช มั่นมงคล[2]

Sarinya Prateepchanachai[1], Yuthanarong Jongjun[2*] and Tanatat Monmongkol[2]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ประเทศไทย

[2] สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ประเทศไทย

[1]Department of Industrial Management Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rajabhat Rajanagarindra University, Thailand

[2]Department of Industrial Technology, Faculty of Industrial Technology, Rajabhat Rajanagarindra University, Thailand

Received : 22 June 2023, Received in revised form : 21 December 2023, Accepted : 27 December 2023

Available online : 10 January 2024

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์และที่มา : ศึกษาปัญหาและสาเหตุของปัญหาจากการเผาตอซังและฟางข้าวต่อปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศของชุมชนบ้านหนองขอน ตำบลเมืองใหม่ อำเภอราชสาส์น จังหวัดฉะเชิงเทรา และเพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ จากการเผาตอซังและฟางข้าวเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ และประเมินอัตราการปลดปล่อยมลพิษหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต

วิธีดำเนินการวิจัย : การใช้เครื่องมือวิจัยประเภทแผนภาพกระบวนการไหลของกระบวนการผลิตในการเก็บข้อมูลของกิจกรรมการเพาะปลูกข้าว และวิเคราะห์ด้วยแผนผังกางปลาแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและสาเหตุของปัญหาในการเผาตอซังและฟางข้าว

ผลการวิจัย : เกษตรกรผู้เพาะปลูกข้าวขาดองค์ความรู้ในการจัดการตอซังและฟางข้าว ด้านความเชื่อว่าการเผาสามารถกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชได้ และขาดแคลนแรงงาน สาเหตุอีกประการหนึ่งมาจากวิธีการทำงาน เนื่องจากเกษตรกรต้องการความรวดเร็วในการเตรียมดินและไถดินในการทำนารอบถัดไป ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศ ตั้งแต่วันที่ 20 - 26 พฤษภาคม พ.ศ. 2566 พบว่ามีค่าปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศ เกินค่ามาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษจำนวน 3 วัน การวัดค่าดัชนีคุณภาพอากาศแสดงให้เห็นว่าเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพของประชากร

สรุปผลการวิจัย : ปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศของการเผาตอซังและฟางข้าวซึ่งถูกปล่อยทิ้งไว้ในพื้นที่เพาะปลูกข้าวหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีปริมาณความชื้นแตกต่างกัน ในช่วงระยะเวลา 0, 10, 20 และ 30 วัน พบว่าการเผา

ตอซังและฟางข้าวที่ปล่อยทิ้งไว้ในพื้นที่เพาะปลูกเป็นระยะเวลานานทำให้ปริมาณความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 80.8, 46.8, 24.5 และ 12.7 (ความชื้นมาตรฐานเปียก) ส่งผลให้เกิดปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศมีปริมาณลดลง เท่ากับ 35, 30, 24 และ 21 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ และอัตราการปลดปล่อยฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ มีค่าเท่ากับ 5.4 กรัมต่อกิโลกรัมของตอซังและฟางข้าว

คำสำคัญ : การเผาตอซังและฟางข้าว ; ดัชนีคุณภาพอากาศ ; ฝุ่นละอองเชิงมวล PM2.5 ; มลพิษทางอากาศ

Abstract

Background and Objectives : To study the problems and causes associated with the burning of stubble and rice straw in relation to the mass concentration of $PM_{2.5}$ particulate matter in the atmosphere of Ban Nong Khon community, Muang Mai Subdistrict, Ratchasan District, Chachoengsao Province. The research aimed to compare the $PM_{2.5}$ concentrations resulting from the burning of stubble and rice straw with the air quality standards set by the Pollution Control Department. Furthermore, it aimed to assess the emission rate of pollutants post-harvest.

Methodology : The research utilized research tools, such as process flow diagrams, to collect data on rice cultivation activities and analyzed the relationships between the problems and causes of stubble and rice straw burning using fishbone diagrams.

Main Results : Rice farmers lacked knowledge in managing stubble and rice straw. They believed that burning could effectively control weed and pests, and there was a labor shortage. Another contributing factor was the working methods, as farmers needed speed in soil preparation and plowing for the next planting cycle. The study also found that the $PM_{2.5}$ particulate matter concentration in the atmosphere between May 20 - 26, 2023, exceeded the air quality standards set by the Pollution Control Department for three days.

Conclusions : The air quality index measurements indicated a beginning of adverse health impacts on the population. Additionally, the study found that the amount of $PM_{2.5}$ particulate matter in the atmosphere resulting from the burning of stubble and rice straw left in the rice cultivation area after harvest, with different moisture levels, during the periods of 0, 10, 20, and 30 days, decreased as the burning time increased. The moisture content decreased to 80.8%, 46.8%, 24.5%, and 12.7% (wet basis) respectively. Consequently, the amount of $PM_{2.5}$ particulate matter in the atmosphere decreased, with concentrations of 35, 30, 24, and 21 $\mu g/m^3$ respectively. The emission rate of $PM_{2.5}$ particulate matter was calculated to be 5.4 grams per kilogram of stubble and rice straw.

Keywords : burning of stubble and rice straw ; air quality index ; $PM_{2.5}$ particulate matter ; air pollution

***Corresponding author. E-mail** : yuthanarong@techno.rru.ac.th

บทนำ

จังหวัดฉะเชิงเทราเป็นจังหวัดที่มีการประกอบอาชีพทางการเกษตรเป็นอาชีพหลัก โดยมีพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมดประมาณ 2.1 ล้านไร่ ซึ่งในจำนวนนี้เป็นเนื้อที่การเพาะปลูกข้าวประมาณ 1.4 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 63 ของพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมด โดยในฤดูการผลิตปี 2562 จำแนกเป็นผลผลิตข้าวในพื้นที่เพาะปลูกนาปี มีผลผลิตประมาณ 4 แสนตัน และผลผลิตข้าวในพื้นที่เพาะปลูกนาปรัง มีผลผลิตประมาณ 2 แสนตัน ทั้งนี้เนื่องจากสภาพภูมิอากาศเอื้ออำนวยต่อการเพาะปลูกเป็นอย่างยิ่ง ประกอบกับทางราชการส่งเสริมให้มีการทำนาหว่านน้ำตมจึงทำให้ผลผลิตต่อไร่มีจำนวนมากขึ้น นอกจากนี้ ในพื้นที่ปลูกข้าว 1 ไร่ จะมีปริมาณตอซังและฟางข้าวโดยเฉลี่ยปีละ 650 กิโลกรัม (Smakgahn, 2019) ดังนั้น จึงนับได้ว่าการปลูกข้าวจะให้ปริมาณตอซังและฟางข้าวตกค้างอยู่ในนาข้าวเป็นจำนวนมาก

ปัจจุบันในฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร มักพบเห็นเกษตรกรในหลาย ๆ พื้นที่ภายหลังฤดูการเก็บเกี่ยวดำเนินการเผาตอซังข้าวและฟางข้าว เพื่อให้ง่ายสำหรับขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและเตรียมดินสำหรับปลูกข้าวในฤดูถัดไป อาจเป็นเพราะเกษตรกรไม่มีความรู้เกี่ยวกับผลเสียที่ตามมา และมองเพียงประโยชน์จากการเผาในระยะสั้น นั่นคือทำให้การไถทำเทือกง่ายขึ้นและสะดวกสบายขึ้น อีกทั้งยังสามารถกำจัดโรคและแมลงบางส่วนที่ตกค้างอยู่ในท้องนา แต่อย่างไรก็ตามการกระทำดังกล่าวส่งผลกระทบต่อมลภาวะในอากาศ และเกิดผลกระทบต่อด้านสุขภาพอนามัยกับบุคคลอื่นในบริเวณใกล้เคียงอย่างมหาศาล โดยการเผาตอซังและฟางข้าวจะก่อให้เกิดมลภาวะในอากาศด้วยการเพิ่มความร้อนในบรรยากาศ การเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($PM_{2.5}$) จากการเผาไหม้ให้แพร่กระจายออกไป และการเกิดหมอกควันจากการเผาอาจจะเป็นสาเหตุให้เกิดอัคคีภัยทำให้ทรัพย์สินของบุคคลอื่นเสียหาย และส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยกับบุคคลอื่นในบริเวณใกล้เคียงได้ อีกทั้งการเผาตอซังและฟางข้าวยังมีผลกระทบต่อความสมบูรณ์และโครงสร้างของดินที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก โดยจะทำให้เนื้อดินจับตัวแน่น เกิดการสูญเสียอินทรียวัตถุในดิน ทำลายจุลินทรีย์ และแมลงที่เป็นประโยชน์ในนาข้าวอีกด้วย (Hombubpha *et al*., 2020) จากสาเหตุดังกล่าวทำให้ประชากรในตำบลเมืองใหม่ อำเภอราชสาส์น จังหวัดฉะเชิงเทรา เกิดความไม่พึงพอใจและแจ้งเรื่องร้องทุกข์แก่หน่วยงานท้องถิ่น ตามบันทึกข้อความที่ ฉช 77705 วันที่ 27 มีนาคม 2560 เรื่องการได้รับผลกระทบจากการเผาตอซังข้าว ดำเนินการรับเรื่องร้องทุกข์โดยเจ้าหน้าที่ทำบันทึกข้อความ โดยแจ้งให้ผู้กระทำความผิดมารับทราบและพิจารณาบทลงโทษ ดัง Figure 1 ช่องทางการรับเรื่องร้องทุกข์ผ่านทางเฟสบุ๊ค (Facebook) ของหน่วยงาน เป็นภาพควันไฟจากการเผาตอซังและฟางข้าวในท้องนา ทำให้องค์การบริหารส่วนตำบลต้องรีบดำเนินการป้องกันและแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ให้แก่ประชากรอย่างเร่งด่วน

จากการสืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของการเผาตอซังและฟางข้าวในพื้นที่เกษตรกรรม มีงานวิจัยของ (Supasri *et al*., 2018) ได้ศึกษาสถานการณ์มลพิษจากหมอกควันที่เกิดขึ้นในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย โดยมีการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในบรรยากาศ ระหว่างวันที่ 17 มีนาคม - 10 เมษายน พ.ศ. 2560 พบว่าแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศเกิดจากการเผาของเหลือจากการเกษตร ในงานวิจัยของ (Chairattanawan & Patthirasinsiri, 2020) ได้ศึกษาแหล่งกำเนิด ผลกระทบและแนวทางการจัดการฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย พบว่าแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ อันดับแรกมาจากการเผาในที่โล่ง ผลกระทบที่เกิดขึ้นมีทั้งการบดบังทัศนวิสัยการมองเห็น

ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ ผลกระทบด้านคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม ส่วนแนวทางในการจัดการฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ที่ควรดำเนินการอย่างเร่งด่วนในการป้องกันและการควบคุม เช่น การถ่ายทอดองค์ความรู้ผลเสียหายและผลกระทบที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ รวมทั้งด้านเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตที่เกิดขึ้นให้กับประชาชนได้รับทราบควบคู่กับภาครัฐควรกำหนดมาตรการอย่างเคร่งครัดในการป้องกันและควบคุมเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างยั่งยืน

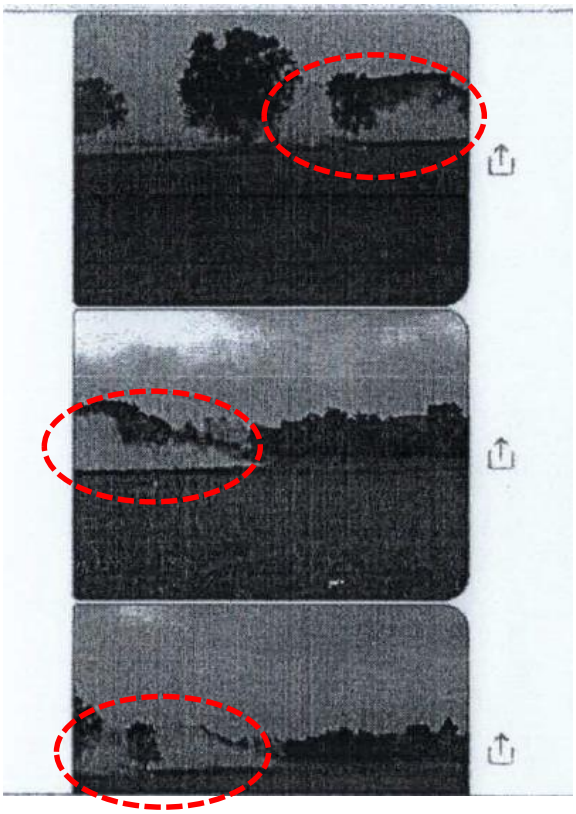

Figure 1 Process of handling public complaints and grievances (A) Take notes (B) Lodge a grievance through Facebook

ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการเผาในพื้นที่การเกษตร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและสาเหตุของปัญหาจากการเผาตอซังและฟางข้าวต่อปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศของชุมชนบ้านหนองขอน ตำบลเมืองใหม่ อำเภอราชสาส์น จังหวัดฉะเชิงเทรา และเพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ จากการเผาตอซังและฟางข้าวเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ และประเมินอัตราการปลดปล่อยมลพิษหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วในพื้นที่เพาะปลูกข้าวจะคงเหลือตอซังและฟางข้าว

ซึ่งมีปริมาณความชื้นคงเหลือในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ถูกทิ้งไว้ ความชื้นในตอซังและฟางข้าวอาจส่งผลต่อปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ที่เกิดจากการเผาด้วยเช่นเดียวกัน ผู้วิจัยจึงสร้างแบบจำลองระบบปิดเพื่อทดลองเผาตอซังและฟางข้าวที่มีปริมาณความชื้นและช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกัน และประเมินอัตราการปลดปล่อยมลพิษ (Emission factor; EF) ของฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเผาตอซังและฟางข้าว ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการตัดสินใจวางแผนเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษด้านฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ส่งผลให้เกิดการพัฒนาคุณภาพชีวิต เศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมของชุมชนที่ดีอย่างยั่งยืน

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง ผลกระทบของการเผาตอซังและฟางข้าวต่อปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศ : กรณีศึกษาของชุมชนบ้านหนองขอน ตำบลเมืองใหม่ อำเภอราชสาส์น จังหวัดฉะเชิงเทรา มีวิธีการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

1) การเก็บข้อมูลจากการวิจัยเชิงเอกสาร (Documentary research) ดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร เช่น ตำรา เอกสารประกอบการบรรยาย เอกสารวิชาการ งานวิจัย วิทยานิพนธ์ เอกสารทางราชการ (คำร้องเรียนจากประชากร โครงการที่เกี่ยวข้องกับการห้ามเผาหรือเฝ้าระวังการเผาในที่โล่ง ซึ่งได้ประกาศใช้ในพื้นที่กรณีศึกษา) และประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศโดยทั่วไป

2) การเก็บข้อมูลจากการวิจัยสนาม (Field research) โดยการลงพื้นที่กรณีศึกษา ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ ด้วยการใช้แผนผังกระบวนการผลิต (Flow process chart) ในกิจกรรมการเพาะปลูกข้าว

2.1) การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศโดยใช้เครื่อง Particulate concentrations in the air ($PM_{2.5}$, PM_{10}) เป็นวิธีการวิเคราะห์ฝุ่นละอองแบบอัตโนมัติ สามารถรายงานค่าความเข้มข้นของฝุ่นให้อยู่ในหน่วยน้ำหนักฝุ่นต่อปริมาตรอากาศ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) เครื่องมือตรวจวัดนี้มีช่วงในการวิเคราะห์ขนาดของฝุ่นตั้งแต่ 0.3-1 นาโนเมตร และช่วงของการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นอยู่ที่ 0-5,000 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร การตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในช่วงระยะเวลา 7 วัน ตั้งแต่วันที่ 20 - 26 พฤษภาคม พ.ศ. 2566

2.2) การเก็บตัวอย่างตอซังและฟางข้าวเพื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยตอซังและฟางข้าวที่นำมาใช้เป็นตัวอย่างในการทดลองนี้ได้มาจากหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะคงอยู่ในพื้นที่เพาะปลูกข้าวมีระยะเวลาตั้งแต่ 1-30 วัน ขนาดพื้นที่ที่ทำการเก็บตอซังและฟางข้าวเท่ากับ 1 ตารางเมตร แล้วนำตอซังและฟางข้าวมาชั่งน้ำหนักเพื่อใช้วิเคราะห์น้ำหนักของตอซังและฟางข้าวต่อพื้นที่การเพาะปลูก

2.3) การวิเคราะห์หาความชื้น (Moisture content) เพื่อคำนวณหาอัตราการปลดปล่อยมลพิษจากตอซังและฟางข้าวตามมาตรฐาน AOAC (Official methods of analysis, 2005) ดำเนินการด้วยวิธีการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) รุ่น UN55 ยี่ห้อ Memmert ประเทศเยอรมันนี ในการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นจะชั่งน้ำหนักของตอซังและฟางข้าว แล้วบันทึกผลก่อนเข้าตู้อบ จากนั้นนำตอซังและฟางข้าวเข้าตู้เอาที่มีอุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จึงนำออกจากตู้อบแล้วมา

ใส่ในโถดูดความชื้นจนอุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง จึงนำตอซังและฟางข้าวมาชั่งน้ำหนักหลังจากนำออกจากโถดูดความชื้นเพื่อคำนวณหาร้อยละปริมาณความชื้นในตอซังและฟางข้าว ดังสมการที่ (1) สมการคำนวณร้อยละความชื้นมาตรฐานเปียก (%w.b.)

$$M_w\,(\%) = \frac{w - d}{w} \times 100 \qquad (1)$$

โดยที่ M_w คือ ร้อยละความชื้นในตอซังและฟางข้าว

w คือ น้ำหนักก่อนอบของตอซังและฟางข้าว (กรัม)

d คือ น้ำหนักหลังอบของตอซังและฟางข้าว (กรัม)

2.4) การทดลองเผาตอซังและฟางข้าว ในการทดลองนี้ได้กำหนดห้องจำลองระบบปิดเพื่อใช้ในการเผาตอซังและฟางข้าว มีปริมาตร 60 ลูกบาศก์เมตร และมีถาดสแตนเลสใช้รองรับตอซังและฟางข้าวในขณะทำเผา ที่มีน้ำหนักตอซังและฟางข้าวโดยเฉลี่ย 0.4 กิโลกรัม ตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องมือตรวจวัดฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ จะอยู่ภายในห้องจำลองโดยมีระยะความสูงจากพื้น 1.5 เมตร ทั้ง 4 ในขณะทำการทดลองเผาตอซังและฟางข้าวนั้น ทั้งสี่ด้านของห้องจำลองจะปิดด้วยผ้าใบใส เพื่อป้องกันการถูกรบกวนจากปัจจัยภายนอก

2.5) การคำนวณอัตราการปลดปล่อยฝุ่นละอองเชิงมวล หรืออาจเรียกว่าสัมประสิทธิ์การระบายมลพิษ เป็นค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของปริมาณการปลดปล่อยมลพิษต่อกิจกรรม และใช้สมการคำนวณอัตราการปลดปล่อยฝุ่นละอองเชิงมวล (Tipayarom *et al.*, 2016) ดังสมการที่ 2

$$\text{Emission Factor} = \frac{C \times V_{total}}{M_{fuel\ biomass}} \qquad (2)$$

โดยที่ Emission Factor คือ อัตราการปลดปล่อยฝุ่นละออง $g_{emission}/kg_{dm}$ biomass

C คือ ปริมาณฝุ่นละอองที่ตรวจวัด (mg/m^3)

V_{total} คือ ปริมาตรอากาศในขณะตรวจวัด (m^3)

M_{fuel} คือ น้ำหนักของชีวมวล (kg)

ผลการวิจัย

การศึกษาสภาพปัจจุบันของการเผาตอซังและฟางข้าวต่อปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศ

ผู้วิจัยลงพื้นที่กรณีศึกษาเพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของการเผาตอซังและฟางข้าว โดยใช้เทคนิค 3 จริง (3 GEN) ซึ่งเป็นหลักการที่เกี่ยวข้องกับความเป็นจริง ประกอบด้วย 1) เก็มบะ (Genba) คือ สังเกตสถานที่จริงเมื่อเกิดปัญหาขึ้น

ณ หมู่ที่ 5 ชุมชนบ้านหนองขอน ตำบลเมืองใหม่ อำเภอราชสาส์น จังหวัดฉะเชิงเทรา 2) เก็มบุสึ (Genbutsu) คือ การลงพื้นที่ไปดูให้เห็นปัญหาจริง ผู้วิจัยพบเห็นท้องนาที่มีลักษณะดำไหม้ซึ่งถูกเผาไหม้ไปแล้ว และในขณะกำลังเกิดเหตุการณ์การเผาตอซังและฟางข้าวในพื้นที่ทำนาหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ดัง Figure 2 การสำรวจสภาพปัจจุบันจากเหตุการณ์จริงที่เกิดขึ้น ผู้เห็นเหตุการณ์ต่างแสดงอาการสับสน วุ่นวาย และตื่นตระหนก รวมทั้งมีชาวบ้านโทรศัพท์แจ้งเจ้าหน้าที่ดับเพลิงเพื่อมาระงับเหตุอัคคีภัย จนกระทั่งเจ้าหน้าที่ดับเพลิงมาควบคุมระงับเหตุอัคคีภัยได้เรียบร้อย 3) เก็นจิสึ (Genjitsu) คือ ข้อเท็จจริง ผู้วิจัยเข้าได้ตรวจสอบข้อเท็จจริงหรือเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริง โดยดูรอบด้านที่เกี่ยวข้องอย่างรอบคอบด้วยตัวของผู้วิจัยเอง ถึงแม้ว่าจะมีเจ้าหน้าที่องค์การบริหารส่วนตำบลเมืองใหม่เป็นผู้รวบรวมข้อมูลมาให้ผู้วิจัยบ้างแล้วก็ตาม เนื่องจากบางครั้งข้อมูลที่ได้มาอาจจะไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์หาข้อเท็จจริงได้หรือข้อมูลอาจจะมีผิดพลาดก็ได้ ดังนั้นหลักการ 3 GEN จึงมีความสำคัญในการนำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาสภาพปัจจุบันของการเผาตอซังและฟางข้าวต่อปริมาณฝุ่นละออง เชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศ ซึ่งจะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือข้อมูลต่าง ๆ ได้ มีความชัดเจนและถูกต้องแม่นยำมากขึ้น จนทำให้ปัญหาเหล่านั้นได้รับการแก้ไขอย่างถูกวิธีและตรงประเด็น

Figure 2 Incidents of burning stubble and rice straw in the case study area

ในการเก็บข้อมูลและรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ใช้แผนภูมิกระบวนการไหลซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลและแยกแยะขั้นตอนของกระบวนการเพาะปลูกข้าวไว้อย่างชัดเจน เริ่มบันทึกตั้งแต่การเตรียมเพาะปลูก กิจกรรมการเพาะปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว จะแสดงให้เห็นว่าประชาชนในพื้นที่กรณีศึกษามีการปลูกข้าวนาปี และมีวิธีการปลูกข้าว 2 รูปแบบ คือ การปลูกข้าวนาดำ และการปลูกข้าวนาหว่าน ดัง Figure 3 - 4

Flow process chart	summary			
Product: Jasmine rice 105	Activity	Present	Propose	Saving
Method: Cultivation of paddy rice (method of planting paddy fields: sowing water)	operation ●	15		
	transport ➡	0		
	delay D	6		
☑ Present ☐ Propose	inspection ■	0		
Location: Ban Nong Khon, Mueang Mai, Chachoengsao	storage ▼	1		
Chart by: Yutanarong Date: Feb13, 2023	distance (m)	4,040		
Approved by: Sarinya Date: Feb13, 2023	time ☑ hr. ☐ min ☐ sec.	7,392		

Description	Person (man)	Distance (m)	Time (hr.)	Activity ●	➡	D	■	▼
1. irrigating the plot using a water pump	2	0	72					
2. waiting for the soil to get wet	0	0	240					
3. soil preparation - Opening the top of the soil or plow for the 1st times	1	40	240					
4. dry the soil	0	0	336					
5. water retention to keep the soil moist	0	0	504					
6. soil digestion or plowing for 2nd times 6.1 milling 6.2 rake	3	40	48					
7. making paddy field 7.1 soil leveling 7.2 water trenching		40	48					
8. drainage from the plot using a water pump	2	0	72					
9. seed preparation 9.1 seeds are soaked in water overnight. 9.2 watering on hemp sacks and turn the sack back and forth to allow the seeds to sprout for 2 nights		0	72					
10. sowing rice seeds 20-25 kg per rai. (using a backpack seeder or using a centrifuge sowing machine)	3	40	24					
11. wait for the period when the rice starts to grow	0	0	600					
12. sow the fertilizer for the first time to make the seedlings fertile. (using a backpack spreader and power planters)	3	40	480					
13. sow the fertilizer for the second time to nourish the seeds. because it is the period when the rice plant is pregnant		40	1,080					
14. irrigation into the plot (using a pump)	1	0	240					
15. wait for the soil to get wet	0	0	144					
16. spraying with a backpack sprayer or power-mounted nebulizer	2	40	48					
17. drain the water from the plot. (using a pump)	1	0	72					
18. reduce moisture in paddy by grader/rice loader and a dehumidifier		40	96					
19. Harvest (will produce within 90-120 days by using a threshing harvester reaper or sickle)	5	40	2880					
20. Dry the rice (humidity 13-15%)	5	40	168					
21. threshing (using manual labor and engine use)		40	96					
22. storage (in silos or rice silo)	1	0	168					
รวม	29	4,040	7,392	15	0	6	0	1

Figure 3 flow process chart for cultivating rainfed rice (broadcasting method: pre-soaking irrigation)

หลังจากดำเนินการศึกษาสภาพปัจจุบันของการเพาะปลูกข้าวโดยใช้แผนภูมิการไหลของกระบวนการปลูกข้าวในการเก็บข้อมูล พบว่าวิธีการปลูกข้าวทั้ง 2 รูปแบบนั้น เกษตรกรมีขั้นตอนการจัดการตอซังและฟางข้าวเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับปลูกข้าวครั้งถัดไปอยู่ 2 วิธี ได้แก่ การไถกลบ และการเผาตอซังและฟางข้าว โดยวิธีการเผาตอซังและฟางข้าวสร้างความเดือดร้อนแก่ประชาชนเป็นอย่างมาก โดยมีการร้องทุกข์กับเจ้าหน้าที่ขององค์การบริหารส่วนตำบลเมืองใหม่ อำเภอราชสาส์น จังหวัดฉะเชิงเทรา

Flow process chart	summary				
Product: RD 15	Activity		Present	Propose	Saving
Method: Cultivation of paddy rice (planting paddy rice method)	operation	●	15		
	transport	➡	0		
	delay	D	6		
☑ Present ☐ Propose	inspection	■	0		
Location: Ban Nong Khon, Mueang Mai, Chachoengsao	storage	▼	1		
Chart by: Yutanarong Date: Feb13, 2023	distance (m)		4,160		
Approved by: Sariya Date: Feb13, 2023	time ☑ hr. ☐ min ☐ sec.		9,088		

Description	Person (man)	Distance (m)	Time (hr.)	Activity ●	➡	D	■	▼
1. planting seedlings to plant paddy seeds. 1.1 soak in clean water 1.2 cover the rice seeds until the rice germinates into seedlings.	2	0	1,176					
2. sow germinated rice on seedlings.		40	48					
3. growth stage of seedlings		40	720					
4. withdrawing seedlings for planting		40	24					
5. soil preparation by plowing seedlings 5.1 plowing No. 1 Plowing the soil to get rid of weeds and let the soil dry for 1-2 weeks		40	384					
6. water to keep the soil moist.	2	40	504					
6.1 the 2nd plowing: Plowing by rake and harrow to break down the soil, mix straw, weeds into the soil and level the area to be consistent.		40	40					
7. fertilizer is applied for the 1st time 1 day before planting seedlings and then rake and cover.	2	40	24					
8. planting	15	40	24					
9. repair damaged seedlings			168					
10. Irrigation into the plot (using a water pump) to trap water in the field (water level 5 cm above the soil surface so that the rice plants can set up quickly)	2	0	360					
11. wait for the soil to get wet	0	0	144					
12. growth stage the rice begins to sprout (rice aged 30-60 days)	0	0	1,440					
13. fertilize the 2nd times after 30 days of transplanting.	2	40	24					
14. spraying with a backpack sprayer or power-mounted nebulizer		40	48					
15. growth stage, flowering or budding rice	0	0	480					
16. drain the water from the plot by using a pump	1	0	72					
17. reduce moisture in paddy by grader/rice loader and a dehumidifier		40	96					
18. Harvested 10 days after draining the water from the field (will yield within 90-120 days by using a threshing harvester, reaper or sickle)	5	40	2,880					
19. dry the rice (humidity 13-15%).		40	168					
20. threshing (using manual labor or engine)		40	96					
21. storage (in silos or rice silo)	1	0	168					
รวม	32	4,160	9,088	15	0	6	0	1

Figure 4 flow process chart of cultivating rainfed rice using the direct seeding method (dry seeding)

ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการเผาตอซังและฟางข้าว

การเลือกใช้แผนภูมิก้างปลา (Fish bone diagram) แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุของปัญหาในการเผาตอซังและฟางข้าว ดัง Figure 5 จากแผนภูมิก้างปลาจะเลือกเฉพาะสาเหตุที่จะสามารถแก้ไขได้ก่อนมาทำการศึกษาผลกระทบการเผาตอซังและฟางข้าวต่อฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ พบว่าปัญหาที่พบในการเผาตอซังและฟางข้าวของพื้นที่กรณีศึกษามีสาเหตุหลักมาจาก 2 กรณี คือ 1) คน (Man) หรือผู้ปฏิบัติงาน ในที่นี้เป็นเกษตรกรผู้เพาะปลูกข้าว และ 2) วิธีการทำงาน (Method) จากนั้นผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศจากการเผาตอซังและฟางข้าว เพื่อนำมารวบรวมเป็นข้อมูลสำหรับการถ่ายทอดองค์ความรู้ในการจัดการตอซังและฟางข้าวให้แก่เกษตรกรในอนาคต

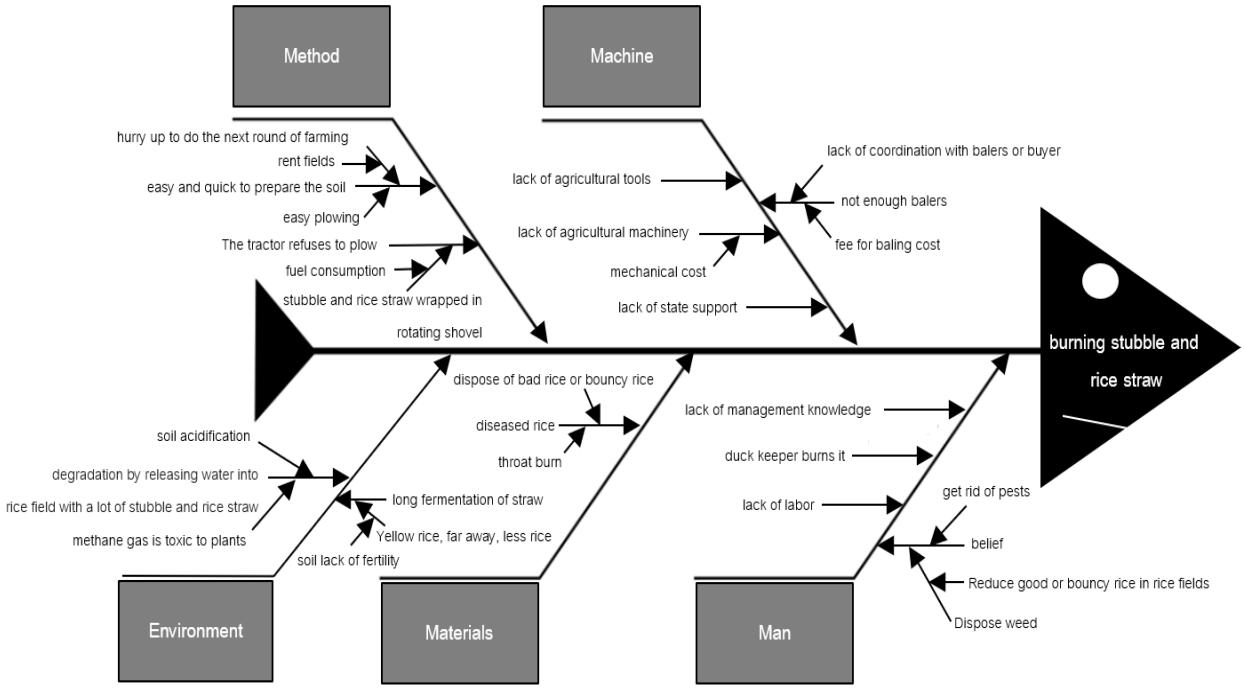

Figure 5 Fish bone diagram showing the relationship between problems and causes of burning stubble and rice straw

ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ จากการเผาตอซังและฟางข้าว

ในการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศในพื้นที่กรณีศึกษา ดำเนินการเก็บข้อมูลความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์อากาศ เปรียบเทียบกับเครื่องวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษที่ติดตั้งบริเวณ ต.วังเย็น อ.แปลงยาว จ.ฉะเชิงเทรา มีค่าใกล้เคียงกันและไปในทิศทางเดียวกัน ยกเว้นบางวันที่มีการเผาตอซังและฟางข้าวในพื้นที่กรณีศึกษาจะทำให้ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ที่มีค่าแตกต่างจากเครื่องวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษทางเว็ปไซต์ Air4Thai นอกจากนี้ยังเก็บข้อมูลค่าดัชนีคุณภาพอากาศในภาพรวม (Air Quality Index : AQI) โดยประเทศสหรัฐอเมริกา สามารถแสดงข้อมูลคุณภาพอากาศในรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจ เพื่อให้รับทราบถึงสถานการณ์มลพิษทางอากาศในแต่ละพื้นที่ว่าอยู่ในระดับใดและมีผลกระทบต่อสุขภาพหรือไม่ มีการแบ่งค่าของดัชนีคุณภาพอากาศจะแสดงเป็นแถบสี 5 ระดับ ดัง Figure 6 ได้แก่ ฟ้า เขียว เหลือง ส้ม และแดง ซึ่งในแต่ละระดับจะแสดงข้อความแนะนำควรปฏิบัติทางสุขภาพแตกต่างกันไป ค่าดัชนีคุณภาพอากาศประกอบด้วยมลพิษทางอากาศ 6 ชนิด ได้แก่ ฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) โอโซน (O_3) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ดัง Table 1

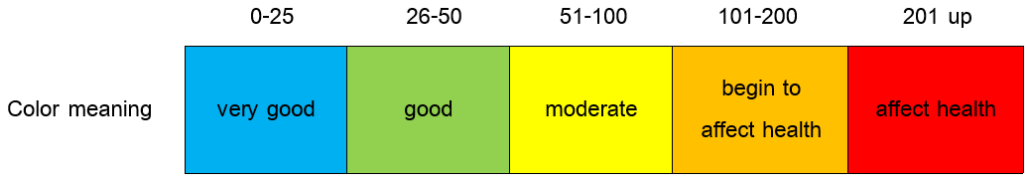

Figure 6 meaning of colors according to the air quality index of Thailand

Table 1 Information on the measurement of $PM_{2.5}$ particulate matter in the atmosphere, air quality index data in the case study area, and the results of air quality monitoring by the Pollution Control Department from the Air4Thai website

Date	Period	Temperature (°C)	Humidity (%RH)	$PM_{2.5}$ (□g/m^3)	AQI	Air4Thai (□g/m^3) Avg 24 Hr	
						$PM_{2.5}$	AQI
20/5/2023	7:00 - 12:00 A.M.	27	84	25	35	23	38
	13:00 - 20:00 P.M.	28	78	24	33		
21/5/2033	7:00 - 12:00 A.M.	28	78	27	38	28	64
	13:00 - 20:00 P.M.	32	72	24	33		
22/5/2033	7:00 - 12:00 A.M.	28	78	25	35	21	33
	13:00 - 20:00 P.M.	32	72	23	32		
23/5/2033	7:00 - 12:00 A.M.	28	83	26	36	28	39
	13:00 - 20:00 P.M.	38	49	92	121		
24/5/2033	7:00 - 12:00 A.M.	30	78	25	35	28	35
	13:00 - 20:00 P.M.	31	72	24	33		
25/5/2033	7:00 - 12:00 A.M.	27	64	39	55	26	34
	13:00 - 20:00 P.M.	37	50	90	120		
26/5/2033	7:00 - 12:00 A.M.	30	58	39	110	26	59
	13:00 - 20:00 P.M.	36	75	24	33		

จาก Table 1 เมื่อนำผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่กรณีศึกษาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษจากเว็ปไซต์ Air4Thai ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง และทำการอ้างอิงกับประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ หลังจากเก็บข้อมูลในช่วงระยะเวลา 7 วัน พบว่ามีค่าเกินค่ามาตรฐานกำหนดอยู่ 3 วัน ดัง Figure 7 จะเห็นได้ว่าในวันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2566 ช่วงตอนเย็น ในวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2566 ในช่วงตอนเช้าและตอนเย็น และวันที่ 26 พฤษภาคม พ.ศ. 2566 เฉพาะในช่วงตอนเช้ามีค่าเกินค่ามาตรฐาน อย่างไรก็ตาม ผลการเก็บข้อมูลในช่วง 3 วันดังกล่าวนี้ตรงกันข้ามกับผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษจากเว็ปไซต์ Air4Thai ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง พบว่ามีปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศโดยเฉลี่ยไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนดโดยอ้างอิงจากประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

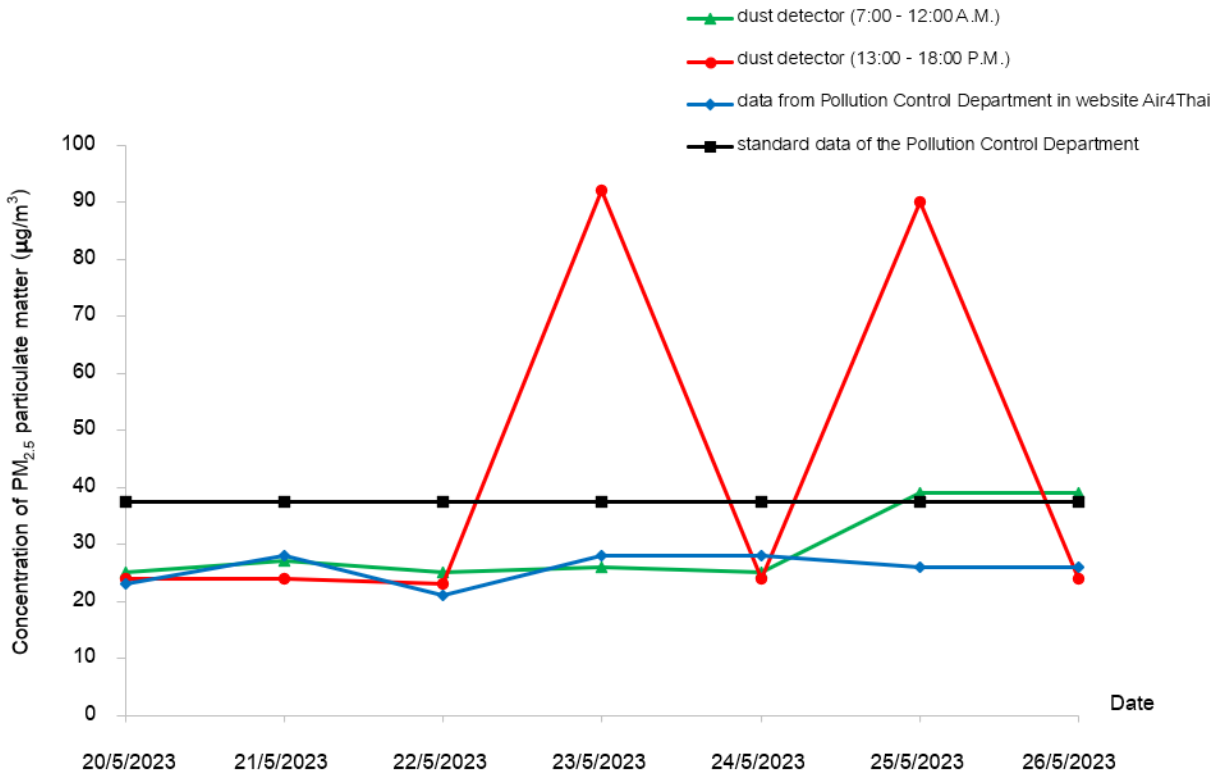

Figure 7 Comparison of the amount of $PM_{2.5}$ particulate matter in the atmosphere within a period of 7 days

หลังจากเกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวเรียบร้อยแล้ว ในท้องนาจะเหลือตอซังและฟางข้าวถูกปล่อยทิ้งไว้ในพื้นที่เพาะปลูก หากมีระยะเวลาที่มากขึ้นจะส่งผลต่อปริมาณความชื้นในตอซังและฟางข้าว จากการศึกษางานวิจัยนี้พบว่า ในวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตนั้นตอซังและฟางข้าวมีปริมาณความชื้นร้อยละ 80.8 (w.b.) เมื่อปล่อยตอซังและฟางข้าวเป็นระยะเวลา 10, 20 และ 30 วัน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่เกษตรกรนิยมปล่อยตอซังและฟางข้าวทิ้งไว้ก่อนทำการเตรียมดินครั้งถัดไปด้วยการไถกลบหรือการเผา จะส่งผลให้มีปริมาณความชื้นในตอซังและฟางข้าวลดลงเหลือร้อยละ 46.8, 24.5 และ 12.7 (w.b.) ตามลำดับดัง Figure 8 โดยความชื้นที่มีอยู่ในตอซังและฟางข้าวโดยเฉลี่ยร้อยละ 80.8, 46.8, 24.5 และ 12.7 จะส่งผลให้เกิดปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศ มีค่าเท่ากับ 35, 30, 24 และ 21 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ

การประเมินอัตราการปลดปล่อยฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศจากการเผาตอซังและฟางข้าวที่ได้จากผลการทดลองครั้งนี้ พบว่าเมื่อแทนค่าลงในสมการที่ (2) การเผาตอซังและฟางข้าวก่อให้เกิดอัตราการปลดปล่อยฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ เท่ากับ 5.4 กรัมต่อกิโลกรัมของตอซังและฟางข้าว

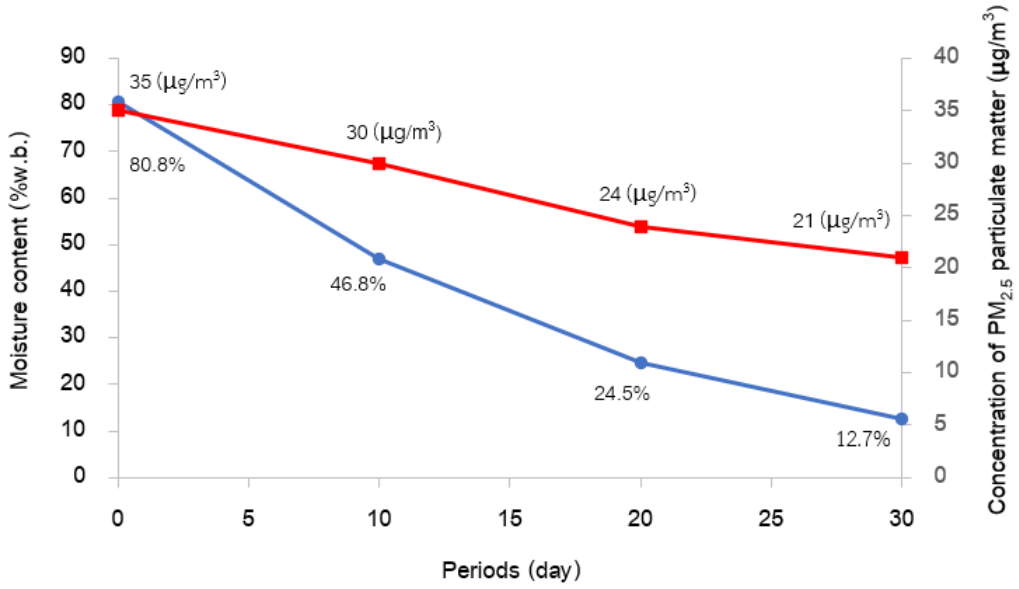

Figure 8 Graph showing the relationship between the post-harvest period and moisture content in stubble and rice straw and amount of $PM_{2.5}$ mass particulate matter in the atmosphere

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาสภาพปัจจุบันของเกษตรกรในพื้นที่หมู่ที่ 5 ชุมชนบ้านหนองขอน ตำบลเมืองใหม่ อำเภอราชสาส์น จังหวัดฉะเชิงเทรา มีการประกอบอาชีพเพาะปลูกข้าวเป็นส่วนใหญ่ แต่ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทิ้งตอซังและฟางข้าวไว้ในท้องนาและเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้วิธีการจัดการตอซังและฟางข้าวด้วยวิธีการเผา ซึ่งสร้างความเดือดร้อนให้แก่ประชากรในพื้นที่เป็นอย่างมาก จากการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหาการเผาตอซังและฟางข้าวโดยใช้แผนภูมิก้างปลา พบว่าปัญหาหลักในการเผาตอซังและฟางข้าวของพื้นที่กรณีศึกษามี 2 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านคน (Man) เนื่องจากเกษตรกรผู้เพาะปลูกข้าวขาดองค์ความรู้ในการจัดการตอซังและฟางข้าว และมีความเชื่อว่าจะสามารถกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชได้ สามารถลดการเกิดปัญหาข้าวด้อยคุณภาพ (ข้าวดีดหรือข้าวเด้ง) และบางพื้นที่มีคนเลี้ยงเป็ดในท้องนาเป็นผู้เผาให้ นอกจากนี้เกษตรกรมีจำนวนพื้นที่การเพาะปลูกข้าวมากอาจขาดแรงงานในการช่วยจัดการตอซังและฟางข้าว และ 2) ด้านวิธีการทำงาน เนื่องจากเกษตรกรมีความต้องการความสะดวกรวดเร็วในการเตรียมดิน เนื่องจากเกษตรกรบางรายมีการจ่ายค่าเช่าที่นาจึงต้องรีบทำนารอบถัดไป โดยเกษตรกรจะสามารถทำนาได้ปีละ 3 ครั้ง จึงทำการเผาตอซังและฟางข้าวเพื่อทำให้ไถง่าย และบางกรณีรถไถไม่ยอมไถให้เนื่องจากตอซังและฟางข้าวมักพันจอบหมุนทำให้ไถดินยาก และสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง จึงตัดสินใจเผาตอซังและฟางข้าวซึ่งมีความเข้าใจว่าจะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kongjan *et al.* (2021) วิเคราะห์การรับรู้ถึงผลกระทบจากการเผาตอซังและฟางข้าวและความรู้เกี่ยวกับการจัดการตอซังและฟางข้าวของเกษตรกร แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรเน้นการปลูกข้าวเพื่อให้ได้ผลผลิตปริมาณมาก แต่ยังให้ความสำคัญในการปฏิบัติตามแนวทางการจัดการตอซังและฟางข้าวน้อย โดยส่วนใหญ่เกษตรกรต้องรีบเร่งทำนาและเก็บเกี่ยวผลผลิตจึงไม่หมักตอซังและฟางข้าวในการเตรียมพื้นที่ปลูกข้าวฤดูนาปี เนื่องจากการหมักตอซังและฟางข้าวใช้เวลานานประมาณ 10-15 วัน ซึ่งส่วนใหญ่เกษตรกรไม่ให้ความสำคัญกับการเพิ่มอินทรียวัตถุและธาตุอาหารในดินเพื่อเพิ่มความสมบูรณ์ ซึ่งเลือกปฏิบัติตามแนวทางการจัดการตอซังและฟางข้าวตามความถนัดและตามความต้องการของเกษตรกร ดังนั้น เกษตรกรจึงเลือกเผาตอซังและฟางข้าวเพื่อลดปริมาณตอซังและฟางข้าวสำหรับไถเตรียมพื้นที่ และความเข้าใจว่าการเผาตอซังและฟางข้าวจะสามารถช่วยกำจัดโรค แมลงศัตรูพืช และเมล็ดข้าวดีดข้าวเด้งที่ตกค้างในแปลงนา

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นบางวันที่มีการเผาตอซังและฟางข้าวในพื้นที่กรณีศึกษาจะทำให้ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ที่มีค่าแตกต่างจากเครื่องวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษทางเว็ปไซต์ Air4Thai ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง เนื่องจากสถานที่ติดตั้งเครื่องวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษไม่ได้อยู่ในบริเวณพื้นที่กรณีศึกษา ส่งผลทำให้บางวันเกิดความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด เมื่อนำผลการตรวจวัดไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษที่มีการอ้างอิงจากประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่องกำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศทั่วไปจะต้องมีค่าไม่เกิน 37.5 $\mu g/m^3$ และค่า AQI ไม่ควรเกิน 100 พบว่าผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่กรณีศึกษามีปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศ ในช่วงระยะเวลา 7 วัน มีค่าเกินค่ามาตรฐานกำหนดอยู่ 3 วัน โดยในวันที่ 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2566 ช่วงตอนเย็นมีปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ เท่ากับ 92 $\mu g/m^3$

เกินจากค่ามาตรฐานอยู่ 54.5 $\mu g/m^3$ ทำให้ AQI มีค่าสูงถึง 121 อยู่ในแถบสีส้ม แสดงว่าเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ ในวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2566 ในช่วงตอนเช้ามีปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ เท่ากับ 39 $\mu g/m^3$ เกินจากค่ามาตรฐาน เท่ากับ 1.5 $\mu g/m^3$ โดย AQI มีค่าเท่ากับ 55 อยู่ในแถบสีเหลือง แสดงว่าคุณภาพอากาศปานกลาง และในช่วงตอนเย็นมีปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ เท่ากับ 90 $\mu g/m^3$ ปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ เกินจากค่ามาตรฐาน 52.5 $\mu g/m^3$ ทำให้ AQI มีค่าสูงถึง 120 อยู่ในแถบสีส้ม แสดงว่าเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ และวันที่ 26 พฤษภาคม พ.ศ. 2566 ในช่วงตอนเช้ามีปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ เท่ากับ 39 $\mu g/m^3$ เกินจากค่ามาตรฐานอยู่ 1.5 $\mu g/m^3$ และ AQI มีค่าสูงถึง 110 อยู่ในแถบสีส้ม แสดงว่าเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ เมื่อเปรียบเทียบผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษจากเว็ปไซต์ Air4Thai ให้ค่าเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศและ AQI พบว่า ในส่วนใหญ่ปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ไม่เกินค่ามาตรฐาน และ AQI มีค่าอยู่ในแถบสีเขียวและสีเหลือง แสดงว่าคุณภาพอากาศอยู่ในระดับคุณภาพดีถึงคุณภาพอากาศปานกลาง อย่างไรก็ตาม ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในพื้นที่กรณีศึกษาให้ข้อมูลที่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษจากเว็ปไซต์ Air4Thai และจะสังเกตได้ว่าในวันที่มีความชื้นสัมพัทธ์อากาศต่ำจะส่งผลให้ปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ มีค่าสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pongkaset *et al.* (2020) พบว่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศมีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง ซึ่งปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ส่งผลให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ถูกปล่อยออกมาพร้อมกับหมอกควันมีมากขึ้น และสามารถตกค้างอยู่ในอากาศได้นานทำให้มีโอกาสส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชากรในพื้นที่ นอกจากนี้จากการศึกษางานวิจัยของ Chairattanawan & Patthirasinsiri (2020) พบว่า ผลกระทบจากปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ยังสามารถส่งผลกระทบอย่างมากในหลายๆ ด้าน ได้แก่ ด้านระยะทางในการมองเห็นผ่านอากาศจะลดลง ในด้านเศรษฐกิจสามารถส่งผลกระทบอย่างชัดเจน อาทิเช่น การท่องเที่ยวส่งผลให้มีรายได้ลดลง ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสุขภาพของประชาชนที่มีการเจ็บป่วยเพิ่มมากขึ้น ในด้านคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม พบว่าส่งผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ทั้งแบบเฉียบพลันและผลเรื้อรังในทุกเพศ ทุกวัย และสามารถเห็นผลทันทีในเด็กและคนชราที่มีความต้านทานโรคต่ำกว่าคนปกติ โดยมีการเสนอแนวทางในการจัดการฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ สำหรับการถ่ายทอดความรู้ ผลเสียหายและผลกระทบที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และคุณภาพชีวิตที่เกิดขึ้นให้กับประชาชนได้รับทราบ ควบคู่กับภาครัฐควรกำหนดมาตรการอย่างเคร่งครัดในการป้องกันและควบคุมเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างยั่งยืน

การศึกษาปริมาณความชื้นในตอซังและฟางข้าวที่ถูกปล่อยทิ้งไว้ในพื้นที่เพาะปลูกหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต หากมีระยะเวลาที่มากขึ้นจะส่งผลต่อปริมาณความชื้นในตอซังและฟางข้าว พบว่าในวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตเสร็จสิ้นนั้นตอซังและฟางข้าวมีปริมาณความชื้นร้อยละ 80.8 (w.b.) เมื่อปล่อยตอซังและฟางข้าวเป็นระยะเวลา 10, 20 และ 30 วัน ซึ่งในช่วงระยะเวลา 30 วัน เกษตรกรมักปล่อยตอซังและฟางข้าวทิ้งไว้ก่อนทำการเตรียมดินครั้งถัดไปด้วยวิธีการไถกลบหรือทำการเผาจะส่งผลให้มีปริมาณความชื้นในตอซังและฟางข้าวลดลงเหลือร้อยละ 46.8, 24.5 และ 12.7 (w.b.) ตามลำดับ เนื่องจากความชื้นที่อยู่ในตอซังและฟางข้าวนั้น ส่งผลต่อการเกิดฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศที่มีปริมาณแตกต่างกัน โดยความชื้นที่มีอยู่ในตอซังและฟางข้าวลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 80.8, 46.8, 24.5 และ 12.7 หากทำการเผาในระบบปิดจะส่งผลให้

เกิดปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ มีค่าเท่ากับ 35, 30, 24 และ 21 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเมื่อปล่อยตอซังและฟางข้าวทิ้งไว้ในพื้นที่เพาะปลูกหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวจะส่งผลให้มีปริมาณความชื้นลดลง และความชื้นที่ลดลงทำให้การเผาตอซังและฟางข้าวเกิดปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศลดลงด้วยเช่นกัน ตอซังและฟางข้าวเมื่อมีการเผาจะทำให้เกิดปัญหามลพิษ โดยค่าเหล่านี้จะถูกนำไปประเมินปริมาณการปลดปล่อยมลพิษในลำดับถัดไป

การประเมินอัตราการปลดปล่อยฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศ จากการเผาตอซังและฟางข้าวในระบบปิดเป็นกรณีตัวอย่าง เนื่องจากการตรวจวัดในที่โล่งแจ้งมีข้อดี คือ ผลการศึกษามีความน่าเชื่อถือ แต่มีข้อจำกัดในด้านต้นทุนสูงและใช้เวลานาน นอกจากนี้อาจถูกรบกวนจากปัจจัยภายนอก ได้แก่ กระแสและทิศทางลม อาจส่งผลให้ปริมาณการตรวจวัดที่ได้นั้นเกิดความคลาดเคลื่อน แต่สำหรับการสร้างห้องเผาระบบปิดสามารถศึกษาผลของความแตกต่างจากการเผาไหม้ และใช้ระยะเวลาไม่นาน จากผลการทดลองพบว่า การเผาตอซังและฟางข้าวก่อให้เกิดอัตราการปลดปล่อยฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ เท่ากับ 5.4 กรัมต่อกิโลกรัมของตอซังและฟางข้าว สามารถนำมาเป็นแนวทางการประเมินหาปริมาณการปลดปล่อยมลพิษสูงสุด และระดับการปลดปล่อยมลพิษที่ได้ในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศจากกิจกรรมการเผาตอซังและฟางขาวหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rongmueng *et al.* (2017) ศึกษาอัตราการปลดปล่อยฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศจากการเผาตอซังและฟางข้าว พบว่าอัตราการปลดปล่อยมลพิษจากการเผาตอซังและฟางข้าวสามารถนำไปประกอบในการกำหนดนโยบายควบคุมการเผาไหม้ได้

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลกระทบของการเผาตอซังและฟางข้าวต่อปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศ กรณีศึกษาของชุมชนบ้านหนองขอน ตำบลเมืองใหม่ อำเภอราชสาส์น จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยใช้เครื่องมือแผนภาพกระบวนการไหลของกระบวนการผลิตในการเก็บรวบรวมข้อมูลของกิจกรรมการเพาะปลูกข้าว และวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหาการเผาตอซังและฟางข้าว พบว่ามีปัญหาหลักอันเนื่องมาจากเกษตรกรผู้เพาะปลูกข้าวและวิธีการทำงาน ผลการศึกษาปริมาณการเกิดฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศในช่วงดำเนินกิจกรรมการเพาะปลูกข้าวภายในช่วงระยะเวลา 7 วัน พบว่ามีค่าปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศเกินมาตรฐานกำหนดจำนวน 3 วัน อย่างไรก็ตาม ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศ ณ สถานที่จริง เมื่อเปรียบเทียบกับกรมควบคุมมลพิษทางเว็ปไซต์ Air4Thai มีค่าแตกต่างกัน ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศจากตอซังและฟางข้าวที่ถูกปล่อยทิ้งไว้ในพื้นที่เพาะปลูกข้าวในช่วงระยะเวลา 0, 10, 20 และ 30 วัน จะส่งผลให้ปริมาณความชื้นในตอซังและฟางข้าวลดลงเหลือร้อยละ 80.8, 46.8, 24.5 และ 12.7 (%w.b.) ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผลการทดสอบวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในห้องระบบปิด โดยมีค่าลดลงเท่ากับ 35, 30, 24 และ 21 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ ซึ่งคำนวณค่าอัตราการปลดปล่อยฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศ มีค่าเท่ากับ 5.4 กรัมต่อกิโลกรัมของตอซังและฟางข้าว สามารถช่วยในการประเมินปริมาณการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากกิจกรรมการเผาตอซังและฟางขาวหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณกลุ่มชุมชนบ้านหนองขอน ตำบลเมืองใหม่ อำเภอราชสาส์น จังหวัดฉะเชิงเทรา ทุกท่านที่เอื้อเฟื้อข้อมูลและสถานที่สำหรับใช้เป็นกรณีศึกษา ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ที่สนับสนุนงบประมาณทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

Smakgahn, K. (2019). Potential of soil carbon stock as a result of dried rice straw and rice straw ash application in rice soil. *Veridian E – Journal Silpakorn University*, *4*(1), 931-941. (in Thai)

Hombubpha, S., Subruangthong, S., Tiewnukoontham, B., & Subruangthong, W. (2020). The development of integrated farming system in order to solve the smog pollution problem from burning agricultural areas. *Journal of Graduate Review Nakhon Sawan Buddhist College*, *8*(2), 1-16. (in Thai)

Supasri, T., Intra, P., Jomjunyong, S., & Sampattagul, S. (2018). Evaluation of particulate matter concentration by using a wireless sensor system for continuous monitoring of particulate air pollution in Northern of Thailand. *Journal of Innovative Technology Research*, *2*(1), 65-78. (in Thai)

Chairattanawan, K., & Patthirasinsiri, N. (2020). Emission source impact and problem solving and management on $PM_{2.5}$ in the Northern part of Thailand. *Journal of the Association of Researchers*, *25*(1), 432-446. (in Thai)

Jangkhum, T. (2020). Economic Cost of Air Pollution Effect on Respiratory System Patients: Phimai District, Nakhon Ratchasima Province. *Journal of Humanities and Social Sciences, Rajapruk University*, *6*(2), 231-245. (in Thai)

Tipayarom, A., Thongkaew, P., & Santisukkasaem, S. (2016). Emission factor and emission rate of $PM_{2.5}$ and PM_{10} from charcoal food grilling. *Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakon University*, *3*(5), 194-205. (in Thai)

Official methods of analysis (AOAC). (2005). *Association of official analytical chemists (18 ed.)*. USA: Washington, D.C.

Kongjan, K., Treewannakul, P., & Rengkwunkway, M. (2021). Management of rice stubble and straw of farmers in project of extension for stop burning at agri-area in Phra Nakhon Si Ayutthaya province. *Agricultural Sci. J.*, *52*(1), 20-31. (in Thai)

Pongkaset, A., Supapwanich, C., & Sonbut, J. (2020). Meteorological factors related to PM_{10} and health risk assessment for resident exposed to PM_{10} in Yala city, Yala province. *The Public Health Journal of Burapha University*, *15*(2), 39-49. (in Thai)

Rongmuang, K., Arjharn, W., Liplap, P., & Hinsui, T. (2017). Farm engineering and automation technology journal. *FEAT JOURNAL, 3*(1), 53-61. (in Thai)