



FEAT JOURNAL

FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL

วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

การประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากการเผาไหม้ฟางข้าวในที่โล่งแจ้ง

Assessment of Pollutant Emission from Open Field Burning of Rice Straw

กิตติยาภรณ์ ร่องเมือง, วีรชัย อัจหาญ*, พรรษา ลิบลับ, และ ทิพย์สุภินทร์ หินซุย

Kittiyaporn Rongmuang, Weerachai Arjarn*, Pansa Liplap, and Thipsuphin Hinsui

สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านชีวมวล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima

Center of Excellent in Biomass, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima

Received: 7 พ.ย. 59

Accepted: 9 ก.พ. 60

บทคัดย่อ

เกษตรกรส่วนใหญ่จะเผากำจัดฟางข้าวในแปลงก่อนเริ่มดำเนินการปลูกในฤดูต่อไป ทำให้มีการปลดปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อมในปริมาณที่มหาศาล ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการปลดปล่อยมลพิษ (Emission Factors : EFs) จากการเผาไหม้เศษฟางข้าว โดยการทดสอบหาการปลดปล่อยมลพิษต่าง ๆ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และฝุ่นละอองรวม (Total Particulate Matter : TPM) ในระดับห้องปฏิบัติการและนำผลที่ได้มาประเมินปริมาณการปลดปล่อยมลพิษจากการเผาไหม้ฟางข้าวในพื้นที่การปลูกของประเทศ ผลการศึกษาพบว่า อัตราการปลดปล่อยมลพิษ (EFs) จากการเผาเศษฟางข้าว โดยมีช่วงการปลดปล่อย CO_2 CO NO_x SO_2 และฝุ่นละอองรวม เท่ากับ 1,118 78.86 1.44 0.56 6.69 g/kg_{dm} ตามลำดับ เมื่อนำอัตราการปลดปล่อยมลพิษเหล่านี้มาประเมินการปลดปล่อยมลพิษของประเทศ พบว่า ฟางข้าวมีอัตราการปลดปล่อยมลพิษ 246.35 17.37 0.31 0.12 147.35 แสตันตันปี ตามลำดับ ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประกอบในการกำหนดนโยบายควบคุมการเผาไหม้ในที่โล่งแจ้งของฟางข้าวได้

คำสำคัญ : ฟางข้าว การเผาในที่โล่ง อัตราการปลดปล่อยมลพิษ

Abstract

Farmer usually burn rice straw left on the field prior to starting a new crop, emitting a great amount of pollutants to the environment. The objective of this research was to determine emission factors (EFs) of main agricultural residues during open field burning, including rice straw, corncob and sugarcane tip/leave. The pollutants consisting of carbon dioxide (CO_2), carbon monoxide (CO), nitrogen oxide (NO_x), sulfur dioxide (SO_2) and total particulate matter (TPM) were measure to assess emissions in the laboratory which were subsequently used to estimate the amount of pollutant emissions from open field burning of rice straw in Thailand. The results showed that the EFs of the 3 agricultural residues varied differently depending on their characteristics. The emissions of CO_2 , CO, NO_x , SO_2 were 1,118 78.86 1.44 0.56 6.69 g/kg_{dm} , respectively. The EFs of open burning of rice straw were 246.35 17.37 0.31 0.12 147.35, respectively. The results of this study can be further used to make policy regarding the control of open field burning of rice straw.

Keywords : rice straw, open field burning, emission factor (EF)

*ติดต่อ: อีเมล : arjharh@g.sut.ac.th โทรศัพท์ : 044-225007, โทรสาร : 044 225046

1. บทนำ

การเผาไหม้ในที่โล่งแจ้ง (Open Burning) อาทิ การเกิดไฟป่า การเผาในพื้นที่ทางการเกษตร และการเผาขยะ ล้วนเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญ ซึ่งก่อให้เกิดก๊าซต่าง ๆ จากกระบวนการเผาไหม้ อาทิ คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) อนุภาคประกอบสารอินทรีย์ระเหย (VOCs) รวมทั้งฝุ่นละอองรวม (Total Particulate Matter : TPM) เถ้า (Ash) คาร์บอน และเขม่า (Smoke) การเผาในที่โล่งแจ้งในบริเวณกว้าง จะนำไปสู่การเกิดหมอกควันในปริมาณสูง ซึ่งล้วนแต่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อม

จากรายงานสถานการณ์มลพิษทางอากาศของประเทศไทย ในปี 2554 โดยกรมควบคุมมลพิษ [1] ได้ประเมินว่าการเผาในที่โล่งแจ้งในพื้นที่เกษตรของประเทศไทย เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษเชิงพื้นที่ที่สำคัญแหล่งหนึ่ง ซึ่งมาจากกิจกรรมหลัก คือ การเผาเศษวัสดุเหลือใช้ในพื้นที่เกษตรกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด และอ้อย [2] ปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นจากการเผาในที่โล่งแจ้ง ไม่เพียงแต่เกิดปัญหาเฉพาะ ในพื้นที่ประเทศไทยแต่ถือประเด็นสำคัญที่หลาย ๆ ประเทศทั่วโลกให้ความสำคัญ

ทั้งนี้ การประเมินอัตราการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากกิจกรรมต่าง ๆ ด้านการเกษตร (Agriculture Sector) สำหรับการเผาเศษพืชจากการ

ทำเกษตรกรรมในที่โล่งแจ้ง (Field burning of agricultural residues) ได้ถูกกำหนดให้เป็นกิจกรรมหนึ่งในการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism : CDM) ซึ่งถือเป็นกลไกหนึ่งที่สำคัญที่ได้สร้างขึ้นภายใต้พิธีสารเกียวโต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก สำหรับประเทศไทย ได้พยายามจัดทำข้อมูลอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission factors :EFs) และศึกษาค่า EFs ที่เหมาะสมต่อประเทศไทยแล้วในหลายๆ กิจกรรม เช่น สาขาพลังงาน สาขาอุตสาหกรรม สาขาป่าไม้ สาขาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน สาขาการเกษตร (ปศุสัตว์) อย่างไรก็ตาม ค่า EFs ที่มาจากสภาพกิจกรรมที่เป็นจริงของการเผาเศษพืชจากการทำเกษตรกรรมในที่โล่งแจ้งของประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยปรากฏ

งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการศึกษาปริมาณการปลดปล่อยมลพิษจากการเผาไหม้เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในที่โล่งแจ้ง โดยเลือก ฟางข้าว มาใช้ในการศึกษาโดยพิจารณา มลพิษ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และฝุ่นละอองรวม (Total Particulate Matter : TPM) โดยการทดสอบการเผาไหม้ในระดับห้องปฏิบัติการ ตามมาตรฐานสากล แล้วนำผลการศึกษาที่ได้มาประเมินอัตราการปลดปล่อยมลพิษ (Emission factors :EFs) ซึ่งข้อมูลที่ได้จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการประเมินอัตราการปลดปล่อยมลพิษในรูปแบบต่างๆ ในพื้นที่การปลูกข้าวของประเทศไทยได้ ตลอดจนสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อการประยุกต์ใช้งานด้านกลไกการพัฒนาที่สะอาดด้านเกษตรกรรม อาทิ การจัดทำแผนที่

ฐานข้อมูลการปลดปล่อยสารมลพิษ (Emission Maps) การประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA) หรือการจัดทำรอยเท้าคาร์บอน (Carbon Footprint) สำหรับประเทศไทยต่อไป

2. วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากการเผาไหม้ในระดับห้องปฏิบัติการ และประเมินอัตราการปล่อยมลพิษ (Emission factors :EFs) อันประกอบด้วย คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และฝุ่นละอองรวม (Total Particulate Matter :TPM)

2.1 เศษวัสดุเหลือใช้ที่ทำการทดลอง

เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ที่ใช้ในการทดลองนี้คือ ฟางข้าว ที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร โดยไม่สนใจสายพันธุ์และพื้นที่การเพาะปลูก ตัวอย่างฟางข้าวที่ใช้ในการทดลองแสดงดังรูปที่ 1



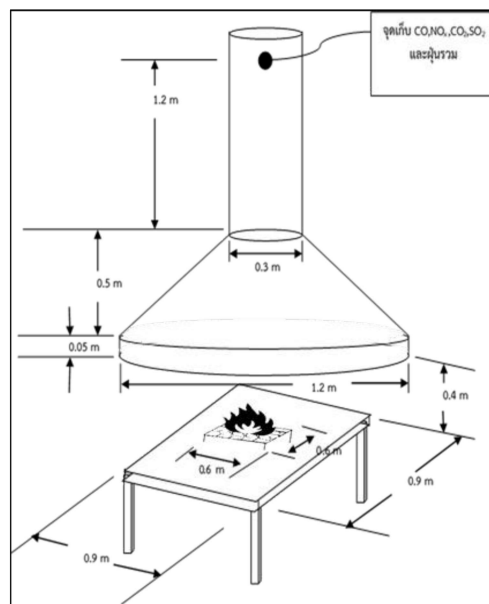
รูปที่ 1 ฟางข้าวที่ใช้ในการทดลอง

2.2 การออกแบบอุปกรณ์สำหรับเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ในงานวิจัยนี้ได้จำลองการเผาในที่โล่งแล้วเก็บข้อมูลก๊าซและฝุ่นที่เกิดขึ้น [3, 4] ใช้เตาเผาที่ถูกออกแบบและติดตั้งภายในห้องปฏิบัติการ โดยมีเหล็กเป็นโครงยึดค้ำ ส่วนที่ใช้รองรับวัสดุในการเผาเป็นถาดแสดงตนเลขขนาด 0.9 เมตร x 0.9 เมตร พับขอบและยกขึ้น 0.06 เมตร ที่ขอบด้านนอกทั้งสี่ด้าน โดยด้านในเจาะเป็นช่องขนาดประมาณ 0.2 เมตร x 0.2 เมตร พับขอบและยกขึ้น 0.03 เมตร เพื่อใช้เป็นส่วนรองรับถาดแสดงตนเลข ขนาด 0.3 เมตร x 0.3 เมตร ที่วางซ้อนอยู่ซึ่งช่วยลดน้ำหนักของถาดจะวางบนขาตั้งสูงประมาณ 0.5 เมตร ซึ่งสามารถปรับความสูงเพิ่มขึ้นได้ หากก๊าซมีแนวโน้มจะเล็ดลอดออกจากกรวยแสดงตนเลข ถาดเล็กที่วางซ้อนด้านบนจะใช้รองรับวัสดุที่จะใช้เผา ส่วนของอุปกรณ์รวบรวมฝุ่นละอองและก๊าซที่เกิดจากการเผา ออกแบบเป็นรูปทรงกรวยคว่ำ ฐานทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.2 เมตร และมีปล่องระบายฝุ่นและก๊าซ 0.3 เมตร มีความสูงประมาณ 1.5 เมตร และยาวประมาณ 2.8 เมตร ออกแบบให้เป็นรูปตัว L ดังรูปที่ 2

2.3 เครื่องมือตรวจวัดมลพิษอากาศ

การตรวจวัดมลพิษอากาศประเภทอนุภาค ใช้วิธีเทียบเคียงวิธีมาตรฐานสากล วิธีที่ 1-5 ขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา



รูปที่ 2 แบบจำลองการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และวัดปริมาณมลพิษ

(United States of Environmental Protection Agency: U.S.EPA) โดยใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาคชนิด Flex Sampling Train System (RIGID) ดังรูปที่ 3 ส่วนการตรวจวัดความเข้มข้นของมลพิษก๊าซ ใช้อุปกรณ์วิเคราะห์ตัวอย่าง ก๊าซไอเสีย (Flue Gas Analyzer) Testo-350XL ดังรูปที่ 4



รูปที่ 3 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอนุภาคชนิด Flex Sampling Train System (RIGID)



รูปที่ 4 อุปกรณ์วิเคราะห์ตัวอย่างก๊าซไอเสีย (Flue Gas Analyzer) Testo-350XL

2.4 การหาอัตราการปลดปล่อยก๊าซมลพิษ (Emission Factor)

การประมาณการค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมลพิษจากการตรวจวัดข้อมูลปริมาณก๊าซมลพิษที่ได้จากการทดลอง นำมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรแต่ละชนิด ด้วยการคำนวณจากสมการของ Jenkins et al.(1996) [5] ดังแสดงในสมการที่ 1

$$E_i = \frac{10^{-3}}{m_{fd}} \int_{t_0}^{t_f} A_s u C_i w_i dt \quad (1)$$

22.4

เมื่อ

E_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซ i
($g_{\text{emission}}/kg_{\text{dm biomass}}$)

m_{fd} คือ มวลของเศษวัสดุที่ใช้ในการเผา

t_0 คือ เวลาเริ่มต้นของการเผาเศษวัสดุเหลือใช้

t_f คือ เวลาสิ้นสุดของการเผาเศษวัสดุเหลือใช้

A_s คือ พื้นที่หน้าตัดของปล่องระบายอากาศ

u คือ ความเร็วลมของก๊าซที่เคลื่อนที่ผ่านปล่อง

C_i คือ ความเข้มข้นของสารที่ทำการตรวจวัด

w_i คือ มวลโมเลกุลของสารที่ทำการตรวจวัด

2.5 การประเมินปริมาณฝุ่นละอองรวม (TPM)

การประเมินฝุ่นละอองรวมของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมคำนวณจากสมการของ Jenkins et al.(1996) [5] ดังแสดงในสมการที่ 2

$$E_{i,j} = \frac{1}{m_{fd}} A_s \bar{u} \frac{m_{k,i}}{V_0} \eta \frac{T_i}{T_s} \quad (2)$$

เมื่อ

$E_{i,j}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยฝุ่นละออง
($g_{\text{emission}}/kg_{\text{dm biomass}}$)

m_{fd} คือ มวลของเศษวัสดุที่ใช้ในการเผา

$m_{k,i}$ คือ น้ำหนักของตัวอย่าง i ที่ตรวจวัดได้

V_0 คือ อัตราไหลของบับเบิลอากาศ

η คือ ปริมาตรความจุของฝุ่นละออง

T_i คือ อุณหภูมิบรรยากาศภายนอกปล่อง
ระบายอากาศ

T_s คือ อุณหภูมิของก๊าซภายในปล่อง
ระบายอากาศ

2.6 การประมาณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมลพิษ ในระดับประเทศ

เมื่อได้ผลการคำนวณอัตราการปลดปล่อยมลพิษจากการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ฟาง ข้าว ชังข้าวโพด และยอด/ใบอ้อย แล้วจึงนำข้อมูลมาประมาณปริมาณการปลดปล่อยมลพิษดังกล่าวใน

ระดับประเทศโดยการคำนวณใช้สมการอ้างอิงตามงานวิจัยของ Seiler and Crutzen (2003) [6] ดังแสดงในสมการที่ 3

$$\text{Emission} = M \times EF \quad (3)$$

เมื่อ

Emission คือ ปริมาณมลพิษที่ปลดปล่อย ต่อปี

$$g_{\text{emission}}/\text{year}$$

M คือ ปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ต่อ พื้นที่ ต่อ ปี ใน ประเทศไทย

$$(kg_{\text{dry biomass}}/\text{year/rai})$$

EF คือ อัตราปลดปล่อยมลพิษ

$$(g_{\text{emission}}/kg_{\text{dm biomass}})$$

2.7 ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองนี้เป็นการตรวจวัดปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นกับการเผาเศษฟางข้าว จำลองการเผาในที่โล่ง ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำสำหรับแต่ละตัวอย่าง โดยใช้ตัวอย่างในการทดสอบประมาณ 0.5-1.0 kg/ครั้ง หลังจากเผาไปถึงขั้นเสถียร หรือประมาณ 30 วินาที

ทำการตรวจวัดก๊าซและฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น กระบวนการเผาใช้เวลาประมาณ 4-10 นาที อุณหภูมิในการเผาไหม้ประมาณ 240-290 องศาเซลเซียส ความเร็วแก๊สที่ระบายจากปล่องประมาณ 13.34-16.00 เมตร/วินาที และนำผลที่ได้มาคำนวณอัตราการปลดปล่อยก๊าซมลพิษ (Emission Factor)

3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

3.1 ปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

การศึกษานี้พิจารณาข้อมูลจากฐานข้อมูลเอกสารราชการ และข้อมูลผลผลิตพืช ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร [2] จากการประเมินปริมาณเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ยังไม่มีการนำมาใช้ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2558 ดังตารางที่ 1 พบว่า ฟางข้าว มีปริมาณมีเศษเหลือทิ้งที่ยังไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ คิดเป็นร้อยละ 19.36 ซึ่งเศษวัสดุเหลือใช้เหล่านี้เมื่อมีการเผาจะทำให้เกิดปัญหามลพิษ โดยค่าเหล่านี้จะถูกนำไปประเมินปริมาณการปลดปล่อยมลพิษในลำดับต่อไป

ตารางที่ 1 ปริมาณเศษฟางข้าวเหลือทิ้งในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2558

ชนิดเศษวัสดุ	ปริมาณผลผลิต (ล้านตัน/ปี)	การเกิดวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต		การนำไปใช้ประโยชน์		ปริมาณวัสดุเหลือใช้ที่ยังไม่มีการใช้ (ล้านตัน/ปี)
		CRR	ปริมาณ	ร้อยละ	ปริมาณ	
ฟางข้าว	27.06	1.19	32.20	31.60	10.18	22.03

ตารางที่ 2 ค่าปัจจัยการระบาย (emission factor) จากการเผาเศษฟางข้าว

ชนิด	อัตราการปลดปล่อยมลพิษ (Emission factors: EF) (หน่วย g/kg _{dm})				
	CO ₂	CO	NO _x	SO ₂	TPM
ฟางข้าว	1,118.47 ± 11.43	78.86 ± 7.47	1.44 ± 0.07	0.56 ± 0.05	6.69 ± 0.02

ตารางที่ 3 ปริมาณมลพิษที่ปล่อยจากการเผาเศษฟางข้าวในที่โล่ง ของประเทศไทย ปี พ.ศ.2558

ชนิด	ปริมาณการปล่อย (แสนตัน/ปี)				
	CO ₂	CO	NO _x	SO ₂	TPM
ฟางข้าว	246.353	17.370	0.317	0.123	147.353

3.2 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมลพิษ (Emission Factors: EF)

การคำนวณค่า อัตราการปลดปล่อยก๊าซมลพิษจากการเผาฟางข้าวแสดงดังตารางที่ 2 โดยพบว่าการเผาฟางข้าวมีการปลดปล่อย CO₂ สูงที่สุด คือ 1,118.47 g/kg_{dm} รองลงมาคือ CO NO_x และ SO₂ ในปริมาณ 78.86 1.44 0.56 g/kg_{dm} ตามลำดับ และมีค่าฝุ่นละอองรวมเท่ากับ 6.69 g/kg_{dm}

3.3 ปริมาณมลพิษที่ปล่อยจากการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในระดับประเทศ

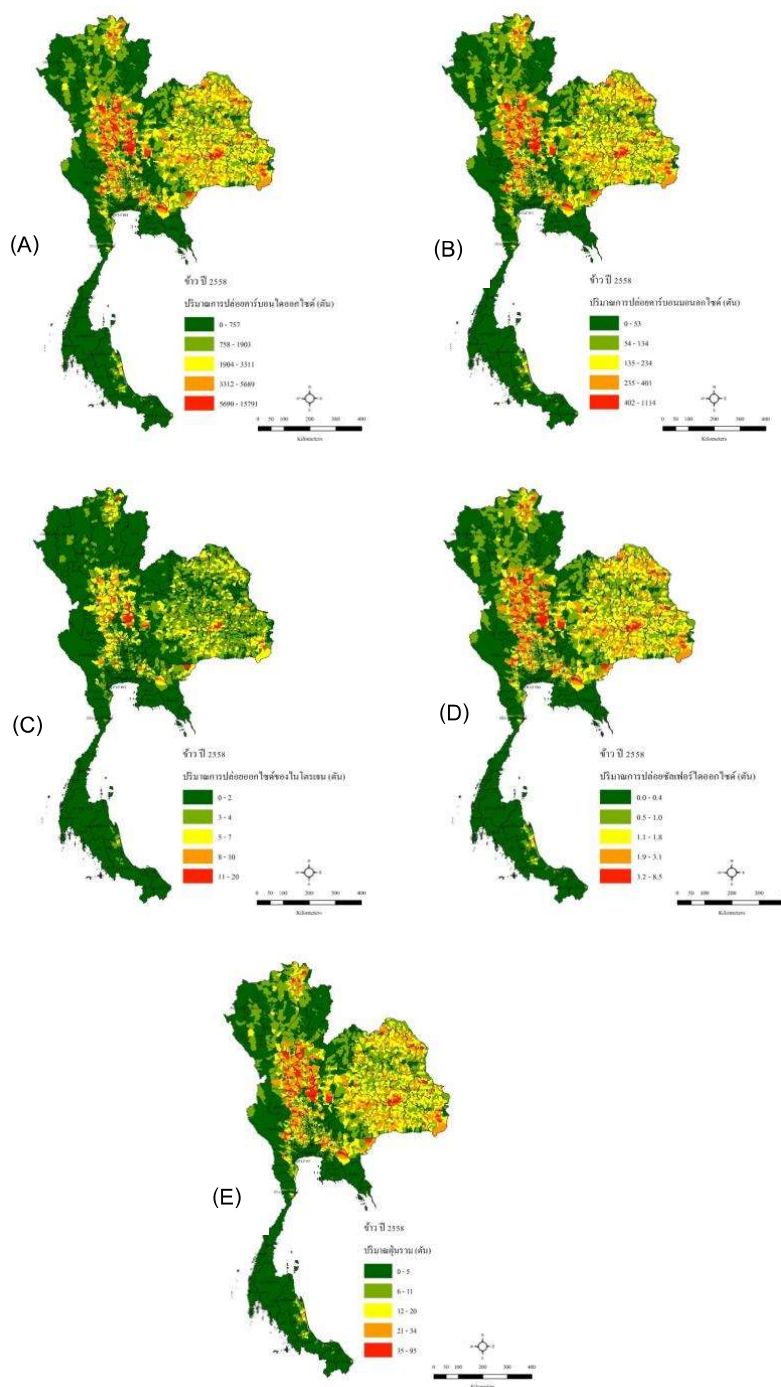
การประเมินปริมาณมลพิษรวมที่ปล่อยจากการเผาเศษฟางข้าวในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2558 แสดงในตารางที่ 3 โดยพบว่ามีปริมาณการปล่อยมลพิษจากการเผาเศษ ฟางข้าว คิดเป็นปริมาณของ CO₂ CO NO_x SO₂ TPM เท่ากับ 246.353 17.370 0.317 0.123 147.353 แสนตันต่อปี โดยเมื่อข้อมูลที่ได้ไปประเมินระดับการปลดปล่อยทั่วประเทศ จะทำให้ได้พื้นที่การกระจายตัวของมลพิษดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งสีแดงแสดงการปล่อยมลพิษที่สูงที่สุด รองลงมาคือ สีส้ม สีเหลือง และสีเขียว ตามลำดับ

4. สรุป

จากการศึกษาการเผาไหม้เศษฟางข้าวในที่โล่งแจ้ง โดยทำการทดสอบหาการปลดปล่อยมลพิษต่างๆ อัตราการปลดปล่อยมลพิษ (EFs) พบว่า การเผาฟางข้าวมีการปลดปล่อย CO₂ สูงที่สุด คือ 1,118.47 g/kg_{dm} รองลงมาคือ CO NO_x และ SO₂ ในปริมาณ 78.86 1.44 0.56 g/kg_{dm} ตามลำดับ และมีค่าฝุ่นละอองรวมเท่ากับ 6.69 g/kg_{dm} โดยค่า EFs ที่ได้นี้สามารถนำมาใช้ประเมินหาปริมาณการปลดปล่อยมลพิษสูงสุด และระดับการปลดปล่อยมลพิษได้ในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศได้ นอกจากนี้ ผลการศึกษายังชี้ให้เห็นว่าหากลดการเผาเศษฟางข้าวได้ ก็จะสามารถลดปริมาณมลพิษที่ถูกปล่อยออกมาด้วย ดังนั้นจึงควรมีการส่งเสริมให้กำจัดเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยวิธีอื่นแทนการเผา ซึ่งจะเป็นการช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนและปัญหาหมอกควันได้อีกแนวทางหนึ่ง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำหรับการสนับสนุนงบประมาณในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้



รูปที่ 6 แสดงปริมาณการปล่อยมลพิษจากการเผาฟางข้าวในที่โล่งแจ้ง (A) การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) (B) การปลดปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) (C) การปลดปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) (D) การปลดปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) (E) การปลดปล่อยฝุ่นละอองรวม (TPM)

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมควบคุมมลพิษ. รายงานสถานการณ์และการจัดการคุณภาพอากาศและเสียงปี 2553. สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; 2553.
- [2] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2558; 2558.
- [3] Cao G, Zhang X, Gong S, Zheng F. Investigation on emission factors of particulate matter and gaseous pollutants from crop residue burning. Journal of Environmental Sciences 2008; 20(1): 50–55.
- [4] França DA, Longo KM, Neto TGS, Santos JC, Freitas SR, Rudorff BFT, Cortez EV, Anselmo E, Carvalho JA. Pre-Harvest Sugarcane Burning: Determination of Emission Factors through Laboratory Measurements. Atmosphere 2012; 3: 164-180.
- [5] Jenkins BM, Turn SQ, Williams RB, Goronea, M, Abd-el-Fattah H. Atmospheric pollutant emission factors from open burning of agricultural and forest biomass by wind tunnel simulations. California: California State Air Resources Board; 1996.
- [6] Seiler W, Crutzen PJ. Estimates of gross and net fluxes of carbon between the biosphere and the atmosphere from biomass burning. Climatic Change 1980; 2: 207-247.