

## XÁC ĐỊNH MỨC ĐỘ PHÁT THẢI CỦA MỘT SỐ CHẤT Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ TỪ QUÁ TRÌNH ĐỐT RƠM RẠ TRÊN ĐỒNG RUỘNG TẠI GIA LÂM, HÀ NỘI

Phạm Châu Thủy<sup>1\*</sup>, Đỗ Thị Mai<sup>1</sup>, Nghiêm Trung Dũng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

<sup>2</sup>Viện Khoa học và Công nghệ môi trường, Đại học Bách khoa Hà Nội

Email\*: pcthuy@vnua.edu.vn

Ngày gửi bài: 09.02.2018

Ngày chấp nhận: 10.04.2018

### TÓM TẮT

Nghiên cứu này thực hiện đo đạc nồng độ phát thải một số chất ô nhiễm từ quá trình đốt rơm rạ sau thu hoạch trên đồng ruộng nhằm xác định mức độ đóng góp của các chất ô nhiễm từ quá trình đốt rơm rạ vào môi trường không khí. Nghiên cứu được tiến hành đo đạc tại 6 cánh đồng lúa khác nhau trên địa bàn huyện Gia Lâm, Hà Nội. Bụi PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> xác định bằng thiết bị lấy mẫu bụi lưu lượng nhỏ, khí CO được bơm vào túi lấy mẫu và phân tích theo phương pháp trắc quang, CO<sub>2</sub> xác định bằng máy đo khí Lutron GCH- 2018 sử dụng cảm biến. Kết quả cho thấy hiệu suất cháy của các thí nghiệm hầu hết đều > 0,9, có nghĩa là tất cả các quá trình cháy chủ yếu đều là cháy ngọn lửa. Nồng độ CO và CO<sub>2</sub> trong khói thải đốt rơm dao động trong khoảng 10,21 ÷ 56,03 mg/m<sup>3</sup> và 734,5 ÷ 1221,2 mg/m<sup>3</sup>, tương tự như các nghiên cứu khác ở cùng chế độ cháy, trong khi đó nồng độ bụi PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> dao động từ 0,71 ÷ 29,07 mg/m<sup>3</sup> và 3,22 ÷ 37,31 mg/m<sup>3</sup>, cao hơn so với kết quả nghiên cứu đốt rơm ở Thái Lan và tương tự so với kết quả đốt rơm ở Trung Quốc. Nồng độ này cao hơn rất nhiều so với mẫu nền, vượt QCVN 05:2013 và WHO nhiều lần, gây ô nhiễm môi trường không khí và có khả năng ảnh hưởng tới sức khỏe của người dân sống xung quanh khu vực. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở dữ liệu làm tiền đề cho các nghiên cứu tiếp theo, nhằm xây dựng hệ số phát thải từ hoạt động đốt rơm và kiểm kê chính xác hơn lượng phát thải khí từ hoạt động đốt rơm trong sản xuất nông nghiệp tại Việt Nam.

Từ khoá: Chất ô nhiễm không khí, đốt rơm rạ, hiệu suất đốt cháy, quan trắc không khí, Gia Lâm.

### Determination of Emission Level of Selected Air Pollutants from Burning of Rice Straw in the Open Field in Gia Lam District, Hanoi

### ABSTRACT

This study was conducted to determine selected air pollutant emissions to the atmospheric environment from burning of rice straw in the open field. The experiments were conducted at six different paddy fields in Gia Lam district, Hanoi. The particulate matter, PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>, were collected by mini-volume samplers (5L min<sup>-1</sup>) and CO was sucked into bags and analyzed by UV-VIS spectrophotometer. CO<sub>2</sub> was determined continuously by Lutron GCH- 2018 gas sensor. Meteorological conditions were measured by handheld device. The results showed that the combustion efficiency were larger than 0.9, meaning that all major combustion processes were flame ignited. The concentrations of CO and CO<sub>2</sub> from rice straw burning varied between 10.21 ÷ 56.03 mg/m<sup>3</sup> and 734.5 ÷ 1221.2 mg/m<sup>3</sup>, respectively, similar to other studies in the same burning mode. PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> concentrations ranged from 0.71 to 29.07 mg/m<sup>3</sup> and 3.22 to 37.31 mg/m<sup>3</sup>, respectively, higher than the results of rice straw burning studies in Thailand and similar to the results in China. This emission level was much higher than the background level and much larger than the level justified in QCVN 05:2013 and WHO, causing air pollution and this may affect health of people living around the burning area. The results of the study provide an useful information for further research to determine the emission factors from rice straw burning and more accurate calculation on the amount of emissions from rice straw burning in agricultural production in Vietnam.

Keywords: Air pollutants, combustion efficiency, rice straw burning, Gia Lam.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là nước nông nghiệp và là một trong những nước xuất khẩu gạo nhiều nhất thế giới. Do đó lượng rơm rạ rất lớn để lại sau mỗi vụ thu hoạch trở thành chất thải cần được xử lý để chuẩn bị mặt bằng cho mùa vụ tiếp theo. Mặc dù có nhiều biện pháp bà con nông dân sử dụng rơm rạ sau thu hoạch như trồng nấm, ủ làm phân compost, lợp nhà, cày vùi vào đất, làm nhiên liệu đun nấu..., biện pháp đốt rơm rạ ngay tại đồng ruộng vẫn là biện pháp phổ biến nhất bởi nó đơn giản, nhanh chóng và thuận tiện nhất giúp bà con nông dân làm sạch đất chuẩn bị cho mùa vụ tiếp theo. Đốt rơm còn có vai trò làm giảm dịch bệnh, cỏ dại, côn trùng và trả lại dinh dưỡng cho đất như lân, kali (Lemieux *et al.*, 2004, Gradde *et al.*, 2009). Việc đốt rơm rạ ngoài đồng ruộng đã thải ra một lượng lớn các chất ô nhiễm độc hại không được kiểm soát như bụi, khói, các chất hữu cơ và vô cơ, các chất khí gây hiệu ứng nhà kính như CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, các hydrocarbon không phải methan (NMHC), các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOC), các kim loại nặng và các hydrocarbon thơm đa vòng (PAHs) (Liu *et al.*, 2001, Tipayarom, D. & Kim Oanh N.T. 2007, Yokelson *et al.*, 2009, Sanchis *et al.*, 2014, Kim Oanh *et al.*, 2015). Do đó, thói quen đốt rơm sau mỗi vụ thu hoạch của bà con nông dân gây ô nhiễm môi trường không khí trên diện rộng, ảnh hưởng tới sức khoẻ người dân, gây nên rất nhiều bệnh tật liên quan đến hô hấp, đặc biệt là trẻ em (Katsumi *et al.*, 2000, Nguyễn Mậu Dũng, 2012, Hoàng Anh Lê và cs., 2013, Lemieux *et al.*, 2004). Mặc dù có nhiều biện pháp khuyến khích sử dụng nhằm giảm thiểu lượng rơm rạ như sử dụng rơm rạ để trồng nấm, sản xuất phân hữu cơ vi sinh, làm bột giấy, làm vật liệu hấp phụ... nhưng các giải pháp này vẫn chưa thể áp dụng rộng rãi bởi nhiều lý do liên quan tới chi phí, vận chuyển, nhận thức của người dân, chính sách quản lý, hỗ trợ của Nhà nước (Kim Oanh *et al.*, 2015, Hung *et al.*, 2016).

Nghiên cứu về khí thải từ đốt rơm rạ ở Việt Nam còn hạn chế nhưng cũng có một số nghiên cứu về kiểm kê phát thải được thực hiện tại các

vùng có tỉ lệ diện tích trồng lúa cao và đồng bằng sông Hồng (Nguyễn Mậu Dũng, 2012; Hoàng Anh Lê và cs., 2013; Đinh Mạnh Cường và cs., 2016). Các nghiên cứu này đều sử dụng hệ số phát thải từ các nghiên cứu liên quan khác để tính toán lượng phát thải và mới chỉ dừng ở mức kiểm kê phát thải khí từ hoạt động đốt rơm rạ bằng cách sử dụng kế thừa hệ số phát thải của các nghiên cứu khác trên thế giới. Phạm Thị Hữu và Nghiêm Trung Dũng đã đo đạc một số chất ô nhiễm từ quá trình đốt rơm nhưng chưa đo bụi PM<sub>2.5</sub> và PM<sub>10</sub>, bụi dễ dàng đi sâu vào đường hô hấp hơn (Phạm Thị Hữu và Nghiêm Trung Dũng, 2012). Do đó, cần có nghiên cứu đo đạc một cách đầy đủ hơn để xác định thành phần và tải lượng của các chất ô nhiễm không khí, tính toán hệ số phát thải từ đó làm cơ sở dữ liệu chính xác cho các hoạt động kiểm kê liên quan đến sự chắc chắn của hệ số phát thải và những dữ liệu cụ thể từ hoạt động đốt cháy.

Gia Lâm là một huyện ngoại thành phía đông của thành phố Hà Nội với tổng diện tích đất trồng lúa là 5.857 ha và sản lượng lúa là 28.002 tấn (HSO, 2015). Hiện tại, việc sản xuất lúa tại Gia Lâm gồm 2 vụ (vụ mùa và vụ chiêm xuân) nên lượng rơm rạ cần xử lý tương đối lớn. Sau khi thu hoạch xong vụ mùa, hầu hết các hộ gia đình trồng lúa trong huyện đều đốt rơm ngay tại ruộng. Kết quả khảo sát trên xã Đa Tốn của huyện Gia Lâm (Đỗ Thị Mai, 2017) cho thấy năm 2016 tỉ lệ đốt rơm sau thu hoạch trên địa bàn xã là 76%, trong đó vụ mùa đốt nhiều hơn. Do đó nghiên cứu này chọn huyện Gia Lâm làm địa điểm nghiên cứu và mục tiêu là đo đạc xác định nồng độ của các chất ô nhiễm, bao gồm bụi: PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> và các khí CO, CO<sub>2</sub>, phát thải từ quá trình đốt rơm rạ sau thu hoạch trong hai mùa vụ, từ đó cung cấp bộ dữ liệu cơ sở làm tiền đề cho các nghiên cứu tiếp theo để tính toán tổng lượng phát thải cũng như những thiệt hại môi trường gây ra từ quá trình đốt rơm rạ, phục vụ cho việc kiểm kê phát thải và đánh giá ảnh hưởng của việc đốt rơm rạ đến chất lượng môi trường không khí lân cận khu vực đốt rơm tại Gia Lâm nói riêng và tại Việt Nam nói chung.

Xác định mức độ phát thải của một số chất ô nhiễm không khí từ quá trình đốt rơm rạ trên đồng ruộng tại Gia Lâm, Hà Nội

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Lựa chọn địa điểm lấy mẫu

Nghiên cứu thực hiện lấy mẫu khí thải từ quá trình đốt rơm rạ sau thu hoạch tại 6 cánh đồng của huyện Gia Lâm trong 2 mùa vụ, vụ mùa (tháng 10 năm 2016) và vụ chiêm xuân (tháng 06 năm 2017). Vị trí, tọa độ của các cánh đồng được mô tả trong bảng 1. Các vị trí lấy mẫu được lựa chọn sao cho phải nằm ở giữa cánh đồng, cách xa nguồn đường và các nguồn dân sinh khác nhằm loại bỏ ảnh hưởng từ những nguồn thải khác. Các cánh đồng này đều được gặt bằng máy gặt đập liên hợp nên rơm và gốc rạ được tách thành hai phần rõ ràng trên mặt ruộng. Rơm được phơi khô tự nhiên trên các cánh đồng. Rơm của các giống lúa phổ biến trong các vụ canh tác. Các thông tin cụ thể về nhiên liệu, vị trí, tọa độ, thời gian lấy mẫu và nhiệt độ không khí xung quanh của các thí nghiệm được trình bày ở bảng 1.

### 2.2. Phương pháp lấy mẫu

#### 2.2.1. Lấy mẫu nền

Thí nghiệm được tiến hành đầu tiên với việc lấy mẫu nền không khí để xác định nồng độ của các chất trong không khí trước khi tiến hành lấy mẫu khói thải, từ đó dùng để đánh giá và loại bỏ các yếu tố ảnh hưởng từ khu vực nghiên cứu đến kết quả quan trắc các chất ô nhiễm trong khói thải. Thời gian lấy mẫu nền là 2 tiếng, khoảng thời gian này được chọn dựa trên các nghiên cứu đã tiến hành tại Thái Lan (Kim Oanh *et al.*, 2011, Kim Oanh *et al.*, 2015). Việc xác định vị trí lấy mẫu nền dựa trên kết quả xác định hướng gió chủ đạo của thời điểm lấy mẫu và

phải có tính đại diện. Các thông số đo đạc trong quá trình lấy mẫu bao gồm: PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, CO, CO<sub>2</sub> và các điều kiện khí tượng: tốc độ gió, nhiệt độ, độ ẩm. Tiến hành đo đạc liên tục điều kiện khí tượng và các khí (CO, CO<sub>2</sub>) trong khoảng thời gian lấy mẫu. Các thiết bị lấy mẫu bao gồm thiết bị lấy mẫu bụi PM<sub>2.5</sub> và PM<sub>10</sub>, máy đo khí CO<sub>2</sub>, túi lấy khí CO, cùng với các thiết bị đo điều kiện vi khí hậu bao gồm: nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió. Tất cả các thiết bị đo đặt gần nhau để đảm bảo tính chất tương đồng về độ pha loãng của mẫu. Tất cả thiết bị được kiểm tra và hiệu chỉnh trước khi tiến hành thí nghiệm.

#### 2.2.2. Lấy mẫu khí thải từ đốt rơm rạ tại đồng ruộng

Phương pháp lấy mẫu và các thông số đo đạc cũng tương tự như lấy mẫu nền. Tất cả các thiết bị được đặt tại vị trí cố định cách đám cháy khoảng 5 m theo hướng gió nhằm tránh ảnh hưởng của nhiệt độ từ ngọn lửa. Khoảng cách này được coi là đại diện và đủ gần để dòng khí ổn định và có thể thu mẫu (Kim Oanh *et al.*, 2011). Thời gian lấy mẫu đốt dao động trong khoảng 20 - 40 phút tùy theo khối lượng rơm được đốt. Việc lấy mẫu tại thời điểm đốt rơm được bắt đầu từ khi ngọn lửa ổn định cho đến khi đám cháy kết thúc.

Bụi PM<sub>2.5</sub> và PM<sub>10</sub> được lấy bằng thiết bị mini volume TAS, hãng Airmetrics (TAS-5.0, 4998 và MiniVol-TAS, 5028) với lưu lượng 5 L/phút theo phương pháp AS/NZS 3580.9.7:2009 và AS/NZS 3580.9.6:2003, tương ứng (MONRE, 2013). Khí CO được lấy bằng bơm hút vào túi thể tích 2 lít rồi đem về phòng thí nghiệm (PTN) phân tích theo phương pháp trắc quang và khí

**Bảng 1. Đặc điểm của các thí nghiệm đốt rơm trên đồng ruộng**

Kí hiệu mẫu	Điểm lấy mẫu	Tọa độ lấy mẫu	Thời gian lấy mẫu	Nhiệt độ không khí xung quanh (°C)	Giống lúa
M1	Xuân Thụy, Kiều Kỳ	20°58'42.8"N - 105°56'57.2"E	18/10/2016	29,4	TBR225
M2	Trung Dương, Kiều Kỳ	20°59'20.0"N - 105°57'39.1"E	18/10/2016	25,9	BC15
M3	Đào Xuyên, Đa Tốn,	20°59'50.0"N - 105°56'46.0"E	24/10/2016	34,8	TH3-3
M4	Khoan Tế, Đa Tốn,	20°58'45"N - 105°56'08"E	24/10/2016	32,24	Thiên ưu 8
M5	Xã Kim Sơn, Gia Lâm	21°01'29"N - 106°00'16"E	22/6/2017	29,67	Thiên ưu 8
M6	Thị trấn Trâu Quỳ, Gia Lâm	21°00'34"N - 105°55'51"E	25/6/2017	31,67	Bắc thơm 7

CO<sub>2</sub> được đo liên tục bằng máy đo CO<sub>2</sub> Lutron GCH- 2018 có cảm biến phát hiện CO<sub>2</sub>. Số liệu CO và CO<sub>2</sub> đo đặc để xác định hiệu quả đốt cháy rơm. Các thông số vi khí hậu bao gồm nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió được đo bằng thiết bị đo vi khí hậu Madel Kestral 4000 (Nielsen Kellerman, American). Các thông số này được đo 5 phút một lần đối với mẫu đốt và 10 phút một lần đối với mẫu nền. Kết quả trong bảng 2 là giá trị trung bình trong các lần đo.

### 2.2.2. Lấy mẫu khí thải từ đốt rơm rạ tại đồng ruộng

Phương pháp lấy mẫu và các thông số đo đặc cũng tương tự như lấy mẫu nền. Tất cả các thiết bị được đặt tại vị trí cố định cách đám cháy khoảng 5 m theo hướng gió nhằm tránh ảnh hưởng của nhiệt độ từ ngọn lửa. Khoảng cách này được coi là đại diện và đủ gần để dòng khí ổn định và có thể thu mẫu (Kim Oanh *et al.*, 2011). Thời gian lấy mẫu đốt dao động trong khoảng 20 - 40 phút tùy theo khối lượng rơm được đốt. Việc lấy mẫu tại thời điểm đốt rơm được bắt đầu từ khi ngọn lửa ổn định cho đến khi đám cháy kết thúc.

Bụi PM<sub>2.5</sub> và PM<sub>10</sub> được lấy bằng thiết bị mini volume TAS, hãng Airmetrics (TAS-5.0, 4998 và MiniVol-TAS, 5028) với lưu lượng 5 L/phút theo phương pháp AS/NZS 3580.9.7:2009 và AS/NZS 3580.9.6:2003, tương ứng (MONRE, 2013). Khí CO được lấy bằng bơm hút vào túi thể tích 2 lít rồi đem về phòng thí nghiệm (PTN) phân tích theo phương pháp trắc quang và khí CO<sub>2</sub> được đo liên tục bằng máy đo CO<sub>2</sub> Lutron GCH- 2018 có cảm biến phát hiện CO<sub>2</sub>. Số liệu CO và CO<sub>2</sub> đo đặc để xác định hiệu quả đốt cháy rơm. Các thông số vi khí hậu bao gồm nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió được đo bằng thiết bị đo vi khí hậu Madel Kestral 4000 (Nielsen Kellerman, American). Các thông số này được đo 5 phút một lần đối với mẫu đốt và 10 phút một lần đối với mẫu nền. Kết quả trong bảng 2 là giá trị trung bình trong các lần đo.

### 2.3. Phân tích mẫu

Giấy lọc sau khi lấy mẫu được đưa vào bình hút ẩm 24 giờ trước khi cân trong môi trường

cân. Môi trường cân là môi trường có nhiệt độ 25 ± 2°C, độ ẩm không khí 60 ± 5%. Quá trình cân các mẫu bụi PM<sub>2.5</sub> và PM<sub>10</sub> được tiến hành với cân có giới hạn phát hiện tới 10<sup>-6</sup>g. Ghi kết quả cân trước và sau khi lấy mẫu để xác định khối lượng bụi. Mỗi loại giấy lọc và mỗi lô giấy lọc cần lấy một số mẫu trắng (giấy lọc đối chứng) (TCVN 5067:1995). Mẫu được phân tích tại PTN Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ môi trường của Viện Khoa học và Công nghệ môi trường, Đại học Bách khoa Hà Nội. Khí CO được phân tích theo phương pháp SOP-PT-01. Sau khi mang mẫu về PTN, hấp thụ vào chai thể tích 560 ml bằng dung dịch Palladium chloride (PdCl<sub>2</sub>) 1% lắc nhẹ trong 4 giờ. Sau đó thêm vào chai 1,5 ml thuốc thử Folixiocanto trộn đều và đun cách thủy 30 phút. Để nguội dung dịch và trút vào bình 25 ml rồi thêm 5 ml dung dịch Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20%, sau 10 phút đem so màu bằng thiết bị UV-VIS ở bước sóng 761 nm. CO<sub>2</sub> được xác định bằng máy đo khí CO<sub>2</sub> Lutron GCH- 2018 sử dụng cảm biến phát hiện CO<sub>2</sub> với độ chính xác ± 3%. Rơm được lấy mẫu đại diện ở các vị trí khác nhau trên ruộng, trộn lại cho đều và lấy một lượng cho vào túi nilon kín đem về PTN. Mẫu đem về được sấy khô ở 105°C đến khối lượng không đổi. Độ ẩm của rơm được xác định thông qua khối lượng của rơm trước và sau khi sấy theo phương pháp xác định độ ẩm của chất thải rắn bằng phương pháp khối lượng ướt.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Quá trình đốt và các yếu tố vi khí hậu của các thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành tại 6 cánh đồng trên địa bàn huyện Gia Lâm với các giống lúa khác nhau. Các điều kiện vi khí hậu bao gồm nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió được xác định trước khi lấy mẫu và trong khi lấy mẫu và được thể hiện ở bảng 2. Nhiệt độ không khí xung quanh trong quá trình đốt thường cao hơn so với lúc trước đốt khoảng 2 - 3°C. Các loại rơm trước khi đốt được để khô tự nhiên dưới ánh nắng mặt trời trong thời gian ngắn từ 1 - 3 ngày (giống điều kiện đốt thực tế) nên độ ẩm tương đối cao (lớn hơn 30%). Tuy nhiên, độ ẩm của rơm bị ảnh

Xác định mức độ phát thải của một số chất ô nhiễm không khí từ quá trình đốt rơm rạ trên đồng ruộng tại Gia Lâm, Hà Nội

**Bảng 2. Thông tin về quá trình đốt và điều kiện vi khí hậu của các thí nghiệm**

Mẫu	Yếu tố vi khí hậu trước khi đốt			Yếu tố vi khí hậu trong khi đốt			Độ ẩm rơm (%)	Thời gian phơi rơm (ngày)
	Nhiệt độ (°C)	Tốc độ gió (m/s)	Độ ẩm (%)	Nhiệt độ (°C)	Tốc độ gió (m/s)	Độ ẩm (%)		
M1	29,4	2,15	56,4	31,8	2,8	54,4	31,81	3
M2	25,9	2,32	56,2	29,6	1,9	59,7	35,10	1
M3	34,2	0,5	59,9	37,7	0,6	51,1	39,92	3
M4	32,24	1,8	70,8	27,7	1,7	83,9	37,25	1
M5	29,67	2,67	79	29,25	1,175	76,25	23,76	0,5
M6	31,67	0,87	78	34	0,9	67,7	15,70	3

hưởng bởi nhiều yếu tố như thời gian phơi rơm, điều kiện nhiệt độ, độ ẩm của không khí xung quanh... Các mẫu thí nghiệm vào tháng 10 thường có độ ẩm cao hơn so với các mẫu tháng 6 do điều kiện thời tiết nắng nóng, nhiệt độ cao vào tháng 6 làm rơm nhanh khô hơn. Mẫu M1 và mẫu M3 có cùng thời gian gặt đến khi đốt (3 ngày) và cùng đốt vào thời điểm tháng 10 nhưng mẫu M3 lại có độ ẩm cao nhất trong nghiên cứu (39,92%). Điều này có thể là do thời tiết hôm tiến hành thí nghiệm M3 buổi sáng có nhiều sương mù buổi sáng. Mẫu M6 rơm có độ ẩm thấp nhất do được phơi trong điều kiện thời tiết có nhiệt độ cao trong thời gian lâu hơn. Do đây là thí nghiệm tiến hành mô tả quá trình cháy thực tế trên đồng ruộng (đốt hở) nên yếu tố độ ẩm của rơm không thể kiểm soát được về cùng giá trị như thí nghiệm đốt cháy trong điều kiện kín có kiểm soát. Các thí nghiệm mô phỏng đốt rơm rạ trên đồng ruộng diễn ra trong khoảng thời gian từ 21 - 40 phút.

### 3.2. Hiệu suất cháy của các thí nghiệm

Sự phát thải của các chất trong quá trình đốt sinh khối phụ thuộc vào lượng vật liệu đốt cháy và tỉ lệ của các chất trong quá trình đốt cháy. Trong điều kiện lý tưởng, đốt cháy hoàn toàn, việc đốt các vật liệu hữu cơ là quá trình oxy hoá và tạo ra sản phẩm là hơi nước và khí CO<sub>2</sub>. Tuy nhiên, trong các đám cháy tự nhiên, vì nguồn oxy cung cấp cho quá trình đốt cháy khó có thể đủ để quá trình cháy hoàn toàn xảy ra nên dẫn tới sự tạo thành các hợp chất oxy hoá không hoàn toàn như carbon monoxide (CO), methane (CH<sub>4</sub>), nonmethane hydrocarbons (NMHC)... Bất kỳ quá trình đốt sinh khối nào

thì CO<sub>2</sub> là thành phần chiếm chủ yếu, khoảng 85 - 90% tổng lượng carbon phát thải vào khí quyển (Delmas *et al.*, 1995). Do đó, trong quá trình đốt sinh khối, nếu bỏ qua lượng phát thải của các hợp chất chứa carbon không phải là CO<sub>2</sub> và CO mà giả định 90% carbon được chuyển hoá thành CO<sub>2</sub> và CO thì hiệu suất cháy của quá trình cháy được tính thông qua lượng phát thải của CO<sub>2</sub> và CO như sau (Reid *et al.*, 2005; Kim Oanh *et al.*, 2015):

$$MCE = \frac{CO_2}{CO + CO_2}$$

Trong đó: CO và CO<sub>2</sub> là nồng độ CO và CO<sub>2</sub> phát thải được xác định trong mỗi thí nghiệm (mg/m<sup>3</sup>).

Nếu hiệu suất cháy MCE > 0,9 thì quá trình cháy chủ yếu là cháy ngọn lửa, CO<sub>2</sub> được sử dụng là chất tham chiếu để tính toán hệ số phát thải cho quá trình cháy. Nếu hiệu suất cháy MCE < 0,9 thì quá trình cháy chủ yếu là cháy âm ỉ, CO được sử dụng là chất tham chiếu (Reid *et al.*, 2005). Trong các thí nghiệm ở nghiên cứu này, hầu hết các quá trình cháy đều ở chế độ ngọn lửa (MCE dao động từ 0,81 - 0,98) do rơm được vun thành đống nhỏ và đốt tự nhiên trên đồng ruộng, không chất thành đống to rồi đốt như trong trường hợp bà con nông dân gặt bằng tay thường làm trước đây. Ngày nay do sự phát triển của tiến bộ kỹ thuật, cơ giới hoá, tự động hoá, hầu hết việc gặt lúa đã sử dụng máy gặt đập liên hoàn, thay vì gặt bằng tay như trước đây. Do đó các thí nghiệm của nghiên cứu này mô tả quá trình đốt phổ biến của nông dân hiện nay. Nồng độ CO, CO<sub>2</sub> và hiệu suất cháy của các thí nghiệm được trình bày ở bảng 3.

**Bảng 3. Hiệu suất cháy của các thí nghiệm**

Mẫu	Nồng độ CO <sub>2</sub> phát thải (mg/m <sup>3</sup> )	Nồng độ CO phát thải (mg/m <sup>3</sup> )	MCE	Khối lượng rơm đốt (kg)	Thời gian cháy (phút)
M1	118,53	11,06	0,91	72	40
M2	247,84	4,94	0,98	130	25
M3	28,73	6,53	0,81	141	35
M4	64,66	1,35	0,98	112,5	31
M5	624,98	21,31	0,96	165	21
M6	84,41	5,96	0,93	127,7	26

### 3.3. Nồng độ các chất ô nhiễm

Việc xác định nồng độ các chất ô nhiễm trong không khí trước và sau khi đốt rơm sẽ cho cái nhìn rõ hơn về sự đóng góp ô nhiễm của khói thải từ quá trình đốt vào môi trường không khí. Nồng độ các chất ô nhiễm phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: hướng gió, tốc độ gió, độ ẩm, thành phần của rơm, khoảng cách từ nguồn đốt đến điểm lấy mẫu. Với khoảng cách lấy mẫu thí nghiệm trong khoảng 5 m, các chất ô nhiễm đã bị pha loãng nhưng nồng độ quan trắc được vẫn rất cao. Nồng độ các chất trong mẫu nên nhìn chung đều nằm dưới QCVN, trừ nồng độ bụi PM<sub>2,5</sub> ở một số mẫu M4, M5, M6, có thể là do ảnh hưởng của các đám cháy xung quanh và các máy gặt hoạt động trong quá trình lấy mẫu ở các mẫu này. Nồng độ các chất trong mẫu đốt ở đầu nguồn thải cách vị trí đốt 5 m cao hơn nhiều lần so với nồng độ mẫu nền. Nồng độ CO, CO<sub>2</sub> tăng gấp 1,1 - 5,3 lần so với mẫu nền, còn nồng độ bụi PM<sub>2,5</sub> và PM<sub>10</sub> cao hơn rất nhiều so với mẫu nền, cụ thể nồng độ bụi PM<sub>10</sub> trung bình trong 6 mẫu đốt (15,5 mg/m<sup>3</sup>) cao gấp 88 lần so với mẫu nền, gấp 103 lần so với QCVN 05:2013 về chất lượng không khí xung quanh và gấp 309 lần so với ngưỡng khuyến cáo của WHO (WHO, 2005). Kết quả này là minh chứng khuyến cáo người dân có những biện pháp hạn chế ảnh hưởng của khói thải đốt rơm đến sức khỏe con người. Kết quả về nồng độ các chất quan trắc tại mẫu nền (trước khi đốt rơm) và mẫu khói thải trong quá trình đốt được trình bày ở bảng 4.

#### 3.3.1. Nồng độ CO và CO<sub>2</sub>

Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến nồng độ CO và CO<sub>2</sub> trong khí thải của quá trình đốt rơm,

yếu tố ảnh hưởng nhiều nhất là độ ẩm, thành phần carbon trong rơm của các giống lúa và điều kiện cấp khí (Kim Oanh *et al.*, 2011). Nếu độ ẩm rơm thấp và điều kiện cấp khí tốt, hiệu suất cháy sẽ cao, tỉ lệ nồng độ CO<sub>2</sub>/CO cao. Ngược lại, nếu độ ẩm rơm cao, điều kiện cấp khí kém, hàm lượng CO sinh ra sẽ cao, tỉ lệ CO<sub>2</sub>/CO thấp.

Nồng độ CO và CO<sub>2</sub> trong nghiên cứu này tương tự như một số nghiên cứu về đốt rơm rạ ngoài đồng ruộng tại Thái Lan (Kim Oanh *et al.*, 2011), trong đó nồng độ CO dao động trong khoảng 10,21 ÷ 56,03 mg/m<sup>3</sup>, nồng độ CO<sub>2</sub> dao động trong khoảng 734,5 ÷ 1221,2 mg/m<sup>3</sup>. Thí nghiệm M3, M4 và M6 có nồng độ CO<sub>2</sub> thấp hơn hẳn so với các mẫu còn lại. Nồng độ CO, CO<sub>2</sub> và hiệu suất cháy không chỉ phụ thuộc vào điều kiện đốt như lượng oxy cung cấp cho quá trình cháy mà còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác như độ ẩm rơm đốt, thành phần C trong rơm (giống lúa). Với mẫu M6, mặc dù độ ẩm thấp nhưng hiệu suất cháy MCE của thí nghiệm này vẫn cao (0,93), điều đó chứng tỏ lượng oxy vẫn đủ cung cấp cho quá trình cháy, nên nồng độ CO<sub>2</sub> cao, tỉ lệ nồng độ CO<sub>2</sub>/CO cao, quá trình cháy vẫn chủ yếu là quá trình ngọn lửa. Do đây là thí nghiệm đốt hở nên kết quả đo đạc bị ảnh hưởng bởi rất nhiều yếu tố. Để nghiên cứu chặt chẽ hơn ảnh hưởng của các yếu tố đến hiệu suất cháy cần nghiên cứu bằng thí nghiệm đốt kín có kiểm soát từng yếu tố trong phòng thí nghiệm.

#### 3.3.2. Nồng độ bụi

Kết quả về nồng độ bụi trong các thí nghiệm ở bảng 4 cho thấy nồng độ bụi PM<sub>2,5</sub> và PM<sub>10</sub> tương ứng là 0,71 ÷ 29,07 mg/m<sup>3</sup>, 3,22 ÷ 37,31 mg/m<sup>3</sup> cao hơn so với nghiên cứu ở Thái Lan (Kim

Xác định mức độ phát thải của một số chất ô nhiễm không khí từ quá trình đốt rơm rạ trên đồng ruộng tại Gia Lâm, Hà Nội

**Bảng 4. Nồng độ các chất ô nhiễm trong quá trình quan trắc**

Chất ô nhiễm		Mẫu						Trung bình (mg/m <sup>3</sup> )
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	
CO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Nồng độ nền	729,14	856,65	748,90	732,73	596,24	650,12	718,9 ± 89,3
	Nồng độ đốt	847,67	1104,49	777,63	797,39	1221,22	734,53	913,8 ± 199,7
	Nồng độ phát thải	118,53	247,84	28,73	64,66	624,98	84,41	194,9 ± 223,8
CO (mg/m <sup>3</sup> )	Nồng độ nền	2,58	5,27	6,69	9,29	34,72	16,36	12,5 ± 11,8
	Nồng độ đốt	13,65	10,45	13,21	10,64	56,03	22,32	21,0 ± 17,7
	Nồng độ phát thải	11,06	4,94	6,53	1,35	21,31	5,96	8,5 ± 6,9
PM <sub>2,5</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Nồng độ nền	0,49	0,01	0,12	0,16	0,19	0,11	0,18 ± 0,16
	Nồng độ đốt	2,65	6,27	0,71	23,75	29,26	4,71	11,2 ± 12,1
	Nồng độ phát thải	2,16	6,26	0,59	23,59	29,07	4,59	11,0 ± 12,1
PM <sub>10</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	Nồng độ nền	0,57	0,13	0,06	0,04	0,10	0,15	0,18 ± 0,19
	Nồng độ đốt	3,22	7,07	11,68	28,41	37,41	5,02	15,5 ± 14,1
	Nồng độ phát thải	2,65	6,94	11,62	28,37	37,31	4,86	15,3 ± 14,2

Oanh *et al.*, 2011; 2015) và tương đương so với nghiên cứu ở Trung Quốc (Zhang *et al.*, 2015). Điều này có thể là do ảnh hưởng bởi độ ẩm của rơm, giống lúa và các điều kiện tiến hành thí nghiệm ở các nước khác nhau là khác nhau. Ở Thái Lan, sau khi gặt rơm được phơi khô tự nhiên trên đồng ruộng khoảng 1 tuần thì được đốt cháy trực tiếp trên mặt ruộng, trong khi ở Việt Nam rơm thường được để phơi tự nhiên 2 - 3 ngày trên mặt ruộng rồi vun thành các đồng nhỏ mới đốt. Trong số các thí nghiệm thì nồng độ bụi tại hai mẫu M4 và M5 là cao hơn hẳn so với các mẫu khác. Giá trị nồng độ PM<sub>2,5</sub> và PM<sub>10</sub> cao nhất trong thí nghiệm M5 với nồng độ PM<sub>2,5</sub> là 29,07 mg/m<sup>3</sup> và PM<sub>10</sub> là 37,41 mg/m<sup>3</sup>. Mẫu M5 là mẫu rơm gặt buổi sáng và buổi chiều đốt luôn, không giống như các mẫu khác là phơi 1 - 3 ngày mới đốt. Ngoài ra hai mẫu này đều đốt cùng giống lúa là Thiên Ưu 8. Như vậy, thời gian đốt tính từ lúc gặt và giống lúa là các yếu tố có thể gây ảnh hưởng đến nồng độ bụi.

Mặc dù các điểm lấy mẫu đã được chọn sao cho hạn chế tối đa ảnh hưởng của các yếu tố khác đến nồng độ các chất ô nhiễm phát thải. Trong nghiên cứu này, một số thí nghiệm chịu ảnh hưởng của các yếu tố nhất định. Tại khu vực nghiên cứu M1, điểm lấy mẫu cách đường

cao tốc 5B 182 m. Trong thời gian tiến hành các thí nghiệm có một số điểm đốt rơm của người dân xung quanh và có xe công nông vận chuyển lúa đi qua cách điểm lấy mẫu khoảng 5 m. Tuy nhiên tất cả những ảnh hưởng này đã được loại bỏ bằng việc đo mẫu nền.

Nồng độ PM<sub>2,5</sub> cao gần bằng nồng độ PM<sub>10</sub> ở hầu hết các thí nghiệm. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây, bụi mịn từ quá trình đốt sinh khối chiếm tỉ lệ cao (Reid *et al.*, 2005; Keshtkar & Ashbaugh 2007). Bụi PM<sub>2,5</sub> mịn hơn và dễ dàng đi sâu vào đường hô hấp hơn, do đó nếu bị phơi nhiễm với bụi này ở nồng độ cao và thường xuyên sẽ dễ dàng gây ảnh hưởng đến hệ thống hô hấp. Tuy nhiên trong thí nghiệm M3 nồng độ bụi PM<sub>2,5</sub> lại thấp hơn nhiều so với nồng độ bụi PM<sub>10</sub>. Điều này có thể do ảnh hưởng của toà nhà đang xây dựng cách đó 800 m hoạt động lúc lấy mẫu đốt làm ảnh hưởng đến kết quả nồng độ bụi. Như vậy, nồng độ bụi trong mẫu khói thải từ quá trình đốt rơm cao hơn rất nhiều so với mẫu nền, cao hơn so với các ngưỡng khuyến cáo, đặc biệt là bụi PM<sub>2,5</sub> cao hơn so với bụi PM<sub>10</sub> ở hầu hết các thí nghiệm. Điều này khuyến cáo người dân hạn chế tiếp xúc với khói thải từ quá trình đốt rơm.

#### 4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho biết mức độ đóng góp của các chất ô nhiễm từ quá trình đốt rơm rạ sau thu hoạch trên đồng ruộng là rất đáng kể. Nồng độ CO trong khói thải dao động trong khoảng  $10,21 \div 56,03 \text{ mg/m}^3$ , nồng độ CO<sub>2</sub> dao động từ  $734,5 \div 1221,2 \text{ mg/m}^3$ . Nồng độ phát thải của CO, CO<sub>2</sub> tương đương với so với các nghiên cứu khác. Tỷ lệ nồng độ CO<sub>2</sub>/(CO + CO<sub>2</sub>) thể hiện hiệu suất cháy MCE của các thí nghiệm hầu hết > 0,9. Nồng độ bụi PM<sub>2,5</sub> và PM<sub>10</sub> trong khói thải cách nguồn đốt 5 m dao động từ  $0,71 \div 29,07 \text{ mg/m}^3$  và  $3,22 \div 37,31 \text{ mg/m}^3$ . Nồng độ PM<sub>10</sub> trung bình trong các mẫu đốt cao gấp 88 lần so với hiện trạng môi trường nền, gấp 103 lần so với QCVN 05:2013 và gấp 309 lần so với ngưỡng khuyến cáo của WHO (2005). Kết quả đo đạc thực tế nồng độ các chất ô nhiễm trong khói thải đốt rơm là các thông tin hữu ích đối với bà con nông dân và các nhà quản lý môi trường, giúp bà con nông dân có cái nhìn rõ ràng hơn về ảnh hưởng của việc đốt rơm rạ đến chất lượng môi trường không khí và sức khỏe của mình. Cần có những nghiên cứu tiếp theo giúp nâng cao hiệu quả trong việc quản lý và sử dụng lượng rơm rạ sau thu hoạch.

#### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ kinh phí từ đề tài trọng điểm cấp Học viện, mã số T2016-04-05TĐ. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn TS. Nguyễn Thị Thu Hiền, TS. Lý Bích Thủy và các thành viên của Phòng thí nghiệm Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ môi trường, Viện Khoa học và Công nghệ môi trường, Đại học Bách khoa Hà Nội đã hỗ trợ kỹ thuật lấy mẫu ngoài đồng ruộng và phân tích mẫu.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bộ Tài nguyên và Môi trường (1995). TCVN 5067:1995 “Chất lượng không khí - Phương pháp khối lượng xác định hàm lượng bụi”.

Đỗ Thị Mai (2017). Kiểm kê phát thải của một số chất gây ô nhiễm môi trường không khí trong quá trình đốt rơm rạ ngoài đồng ruộng tại xã Đa Tốn, Gia Lâm, Hà Nội. Luận văn Thạc sỹ Khoa học môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

Gadde B., Bonnet S., Menke C., Garivait S. (2009). Air pollutant emissions from rice straw open field burning in India, Thailand and the Philippines. *Environmental Pollution*, 157(5): 1554-1558.

Hoàng Anh Lê (2013). Ước tính lượng khí thải từ đốt rơm rạ ngoài đồng ruộng trên địa bàn tỉnh Thái Bình. *Tạp chí Khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội*, 29: 26-33.

HSO (2015). Niên giám thống kê 2015, Hà Nội. Nhà xuất bản Thống Kê.

Hung Van Nguyen, Canh Duc Nguyen, Tuan Van Tran, Hoa Duc Hau, Nghi Thanh Nguyen, Martin Gummert (2016). Energy efficiency, greenhouse gas emissions, and cost of rice straw collection in the mekong river delta of Vietnam. *Field crops research*, 198: 16-22.

Katsumi T., Hasegawa S., Numata O., Yazaki S., Matsunaga M., Boku N. (2000). Influence of emission from rice straw burning on bronchial asthma in children. *Pediatrics International*, 42: 143-150

Keshtkar H., and Ashbaugh L. L. (2007). Size distribution of polycyclic aromatic hydrocarbon particulate emission factors from agricultural burning. *Atmospheric Environment*, 41(13): 2729-2739.

Kim Oanh N.T., Ly B.T., Tipayarom D., Manandhar B.R., Prapat P., Simpson C.D, Liu L.J.S. (2011). Characterization of particulate matter emission from open burning of rice straw. *Atmospheric Environment*, 45: 493-502.

Kim Oanh N.T., Tipayarom A., Ly B.T., Tipayarom D., T., Manandhar B.R., Prapat P., Simpson C.D., Hardie D., Liu L.J.S. (2015). Characterization of gaseous and semi-volatile organic compounds emitted from field burning of rice straw. *Atmospheric Environment*, 119: 182-191.

Lemieux P.M., Lutes C.C., Santoianni D.A. (2004). Emissions of organic air toxics from open burning: a comprehensive review. *Prog. Energy Combust. Sci.*, 30: 1-32.

Liu Y.J., Zhu L.Z., Shen X.Y. (2001). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in indoor and outdoor air of Hangzhou, China. *Environmental Science & Technology*, 35: 840-844.

MONRE (2013). QCVN 05:2013/BTNMT. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng không khí xung quanh, Hà Nội.

Nguyễn Mậu Dũng (2012). Ước tính lượng khí thải từ đốt rơm rạ ngoài đồng ruộng ở vùng Đồng bằng sông Hồng. *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, 9(10): 190-198.

Pham Thi Huu and Nghiem Trung Dung (2012). Emission factors of selected air pollutants from



Xác định mức độ phát thải của một số chất ô nhiễm không khí từ quá trình đốt rơm rạ trên đồng ruộng tại Gia Lâm, Hà Nội

- open burning of rice straw. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 50(1C-Special issue): 230-236.
- Reid J. S., Koppmann R., Eck T. F., and Eleuterio D. P. (2005). A review of biomass burning emissions part II: intensive physical properties of biomass burning particles. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 5: 799-825.
- Sanchis E., Ferrer M., Calvet S., Coscolla C., Yusa V., Cambra-Lopez M. (2014). Gaseous and particulate emission profiles during controlled rice straw burning. *Atmospheric Environment*, 98: 25-31.
- Sharma A., Massey D.D., Taneja A. (2009). Horizontal gradients of traffic related air pollutants near a major highway in Agra, India. *Indian Journal of Radio & Space Physics*, 38: 338- 346.
- Tipayarom, D. and Kim Oanh N.T. (2007). Effects from open rice straw burning emission on air quality in the Bangkok Metropolitan region. *ScienceAsia*, 33(3): 339-345.
- Trần Sỹ Nam, Nguyễn Thị Huỳnh Như, Nguyễn Hữu Chiêm, Nguyễn Võ Châu Ngân, Lê Hoàng Việt và Kjeld Ingvorsen (2014). Ước tính lượng và các biện pháp xử lý rơm rạ ở một số Tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học, Trường đại học Cần Thơ*, 32: 89-93.
- WHO Air quality guidelines (2005). Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. World Health Organization. Available at <http://www.euro.who.int/Document/E87950.pdf>.
- Yokelson, R. J., Crounse J. D., DeCarlo P. F., Karl T., Urbanski S., Atlas E., Campos T., Shinozuka Y., Kapustin V., Clarke A. D., Weinheimer A., Knapp D. J., Montzka D. D., Holloway J., Weibring P., Flocke F., Zheng W., Toohey D., Wennberg P. O., Wiedinmyer C., Mauldin L., Fried A., Richter D., Walega J., Jimenez J. L., Adachi K., Buseck P. R., Hall S. R., and Shetter R. (2009). Emissions from biomass burning in the Yucatan. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 9: 5785-5812.
- Zhang T., Wooster M.J., Green D.C., Main B. (2015). New field-based agricultural biomass burning trace gas, PM<sub>2,5</sub>, and black carbon emission ratios and factors measured in situ at crop residue fires in Eastern China. *Atmospheric Environment*, 121: 22-34.