

Hiện trạng phát thải khí nhà kính từ hoạt động sản xuất lúa trên địa bàn thành phố Hà Nội

Hoàng Thị Huệ¹, Nguyễn Văn Hiếu², Nguyễn Thị Hồng Hạnh¹, Bùi Thị Thu Trang^{1*}, Nguyễn Thị Hoài Thương¹

¹Khoa Môi trường, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, 41A Phú Diễn, phường Phú Diễn, quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội, Việt Nam

²Trung tâm Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, 18 ngõ 20 Liễu Giai, phường Cống Vị, quận Ba Đình, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 27/7/2022; ngày chuyển phản biện 1/8/2022; ngày nhận phản biện 15/8/2022; ngày chấp nhận đăng 18/8/2022

Tóm tắt:

Nghiên cứu đã ước lượng phát thải khí nhà kính (KNK) từ hoạt động sản xuất lúa, bao gồm: phát thải N₂O từ canh tác lúa, phát thải CH₄ từ canh tác lúa và phát thải từ đốt rơm rạ tại thành phố Hà Nội. Kết quả cho thấy, tổng phát thải KNK năm 2021 từ 3 nguồn trên ước tính khoảng 2.776,32 nghìn tấn CO_{2-tđ}. Trong đó, phát thải CH₄ từ canh tác lúa khoảng 1.680 nghìn tấn CO_{2-tđ} (chiếm 70%); phát thải N₂O trực tiếp từ đất trồng lúa khoảng 605,80 nghìn tấn CO_{2-tđ} (chiếm 25,3%); phát thải từ đốt rơm rạ khoảng 108,84 nghìn tấn CO_{2-tđ} (chiếm 4,5%) và phát thải N₂O gián tiếp từ đất trồng lúa chiếm khoảng 5,13 nghìn tấn CO_{2-tđ} (chiếm 0,2%). Kết quả nghiên cứu có thể được xem là cơ sở cho việc xây dựng và triển khai các mục tiêu, chương trình của Hà Nội về giảm phát thải KNK từ sản xuất lúa, tham gia các cơ chế phát triển sạch (CDM). Các hoạt động này có thể bao gồm chuyển đổi sang canh tác lúa theo hướng giảm phát thải KNK như: tưới ngập khô xen kẽ (AWD), hệ thống canh tác lúa cải tiến (SRI)...

Từ khóa: canh tác đất nông nghiệp, canh tác lúa, đốt phụ phẩm nông nghiệp, khí nhà kính.

Chỉ số phân loại: 5.13

The state of greenhouse gas emissions in some fields of the agricultural sector in Hanoi

Thi Hue Hoang¹, Van Hieu Nguyen², Thi Hong Hanh Nguyen¹, Thi Thu Trang Bui^{1*}, Thi Hoai Thuong Nguyen¹

¹Faculty of Environment, Hanoi University of Natural Resources and Environment, 41A Phu Dien Street, Phu Dien Ward, Bac Tu Liem District, Hanoi, Vietnam

²Center for Environment and Natural Resources, 18, Alley 20, Lieu Giai Street, Cong Vi Ward, Ba Dinh District, Hanoi, Vietnam

Received 27 July 2022; revised 15 August 2022; accepted 18 August 2022

Abstract:

Greenhouse gas emission estimates were carried out from rice production, which includes: direct N₂O and indirect N₂O emissions, CH₄ emissions from rice cultivation and open burning of rice straw in Hanoi. The results show that total greenhouse gas emissions in these sources are estimated at 2,776.32 MtCO_{2-eq} in 2021. Wherein, greenhouse gas emissions from rice cultivation account for the largest share with 1,680 MtCO_{2-eq} (equivalent to 70.0%); direct N₂O emissions from the rice soils are estimated at 605.80 MtCO_{2-eq} (equivalent to 25.3%); rice straw open burning emissions is about 108.84 MtCO_{2-eq} (equivalent to 4.5%); and indirect N₂O emissions from the rice soils is estimated at 5.13 MtCO_{2-eq} (equivalent to 0.2%) for rice straw open burning. The research results can be seen as a basis for establishing and implementing Hanoi's objectives and programs aimed at reducing greenhouse gas emissions from rice production and participating in clean development mechanism (CDM) initiatives. These activities may include transitioning to rice cultivation practices that reduce greenhouse gas emissions, such as alternate wetting and drying (AWD) and the system of rice intensification (SRI), etc.

Keywords: agricultural soils, greenhouse gases, rice cultivation, rice straw open burning.

Classification number: 5.13

*Tác giả liên hệ: Email: thutrang.hunre@gmail.com, btttrang@hunre.edu.vn

1. Đặt vấn đề

Hoạt động nông nghiệp, lâm nghiệp và sử dụng đất (AFOLU) chiếm khoảng 22% tổng lượng phát thải KNK của con người trên toàn cầu (13 tỷ tấn $\text{CO}_{2\text{-td}}$ /năm, 2019) [1]. Trong giai đoạn 1990-2019, hoạt động nông nghiệp chiếm 91% tổng lượng phát thải từ AFOLU, trong đó phát thải CH_4 và N_2O là chủ yếu (chiếm lần lượt khoảng 89 và 96% tổng lượng phát thải CH_4 và N_2O từ AFOLU). Phát thải CH_4 chủ yếu đến từ lên men đường ruột ở gia súc và canh tác lúa trong khi phát thải N_2O chủ yếu đến từ canh tác đất nông nghiệp [1]. Giảm phát thải KNK từ hoạt động nông nghiệp sẽ gặp nhiều thách thức nhưng cực kỳ quan trọng để đạt được mục tiêu giảm hiện tượng nóng lên toàn cầu. Trong Báo cáo đóng góp do quốc gia tự quyết (NDC) bản thứ nhất gửi tới Ban thư ký Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (UNFCCC), 32 quốc gia đã đề cập đến “nông nghiệp thông minh với khí hậu” (climate-smart agriculture) với mục tiêu tối ưu hóa hệ thống nông nghiệp để tăng năng suất, thu nhập cũng như tăng cường tính thích ứng và giảm phát thải KNK [2].

Theo NDC của Việt Nam cập nhật năm 2020, nông nghiệp đóng góp 27,9% tổng lượng phát thải KNK (năm 2014). Cường độ phát thải trong lĩnh vực nông nghiệp trên dân số và trên một đơn vị GDP của Việt Nam đều cao hơn nhiều so với trung bình của thế giới [3]. Nếu không có các biện pháp giảm thiểu, lượng KNK từ lĩnh vực nông nghiệp sẽ đạt 112,1 triệu tấn $\text{CO}_{2\text{-td}}$ vào năm 2030 (tăng 24,9 lần so với năm 2014). Trong khi đó, lĩnh vực nông nghiệp có rất nhiều tiềm năng để giảm phát thải KNK [3].

Tại Việt Nam, từ năm 2005, khung pháp lý về biến đổi khí hậu bao gồm cả 3 trụ cột (thích ứng, giảm nhẹ, liên ngành) từng bước được xây dựng và hoàn thiện, trong đó có lĩnh vực nông nghiệp với mục tiêu giảm phát thải KNK 20% trong mỗi giai đoạn 10 năm từ 2016-2050 [4]. Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu đến năm 2050 (được ban hành theo Quyết định số 896/QĐ-TTg ngày 26/7/2022 của Thủ tướng Chính phủ) cũng đã đặt mục tiêu đến năm 2030, lượng KNK trong lĩnh vực nông nghiệp giảm 43% (lượng phát thải không vượt quá 64 triệu tấn $\text{CO}_{2\text{-td}}$). Đến năm 2050, giảm 63,1% (lượng phát thải không vượt quá 56 triệu tấn $\text{CO}_{2\text{-td}}$), góp phần đảm bảo tổng lượng phát thải KNK quốc gia đạt mức phát thải ròng bằng “0” [5]. Theo đó, việc kiểm kê phát thải KNK có vai trò quan trọng, đó là làm cơ sở cho các nghiên cứu xác định lĩnh vực giảm phát thải ưu tiên, cung cấp đầu vào để xây dựng các mục tiêu giảm phát thải trong tương lai, đặc biệt ở quy mô địa phương.

Hiện nay, việc thực hiện kiểm kê KNK của các quốc gia thường theo các hướng dẫn của Ủy ban liên Chính phủ về biến đổi khí hậu (2006). Tùy từng mức độ sẵn có của số liệu đầu vào mà mỗi quốc gia có thể lựa chọn phương pháp/cấp độ tính toán (Tier) khác nhau: (i) dữ liệu tính toán và các hệ số phát thải được lấy từ nguồn dữ liệu công bố toàn cầu

(Tier 1); (ii) hệ số thay đổi phát thải dựa trên dữ liệu của từng quốc gia (Tier 2); (iii) sử dụng dữ liệu từ hệ thống quan trắc phát thải đồng bộ trên thực địa và/hay có thể áp dụng các mô hình để tính toán cho từng trường hợp cụ thể (Tier 3). Do phương pháp quan trắc, đo đạc phát thải KNK ngoài thực địa trên quy mô lớn rất tốn kém, nên công tác kiểm kê KNK ở quy mô lớn vẫn chủ yếu thực hiện theo hướng dẫn của IPCC với các hệ số phát thải mặc định.

Trong lĩnh vực nông nghiệp, đã có nhiều các nghiên cứu về phát thải khí nhà kính cả 3 cấp độ. Ở cấp độ 1 (Tier 1) và cấp độ 2 (Tier 2), một số nghiên cứu đã được thực hiện như nghiên cứu của H.T.L. Huong (2020) [6] đánh giá phát thải của hoạt động canh tác lúa, nghiên cứu của N.T.H. Diep và cs (2022) [7] ước tính phát thải KNK trên địa bàn quận Ninh Kiều (TP Cần Thơ) [7], nghiên cứu của L.A. Ngoc và cs (2020) [8] đánh giá phát thải KNK trong tiểu lĩnh vực trồng trọt và chăn nuôi tại tỉnh Quảng Nam. Ở cấp độ 3 (Tier 3), một số nghiên cứu đã tiến hành đánh giá phát thải KNK ở các chế độ canh tác khác nhau trong vùng nghiên cứu nhỏ, trên một số đối tượng cây trồng với phương pháp chủ yếu là phương pháp đo buồng kín, như đối với cây lúa [9, 10], ngô [11, 12], cà phê [13], mía [14, 15] hoặc sử dụng mô hình để mô phỏng, tính toán phát thải KNK nhưng chủ yếu là từ hoạt động canh tác lúa nước [16, 17] hoặc phát thải từ hoạt động đốt hờ rơm rạ [18]. Đối với cây trồng cạn, đặc biệt một số cây trồng chủ lực có diện tích gieo trồng lớn thì các nghiên cứu về phát thải trong quá trình canh tác các cây trồng này vẫn chưa có nhiều.

Trong những năm qua, ngành nông nghiệp thành phố Hà Nội đã có nhiều chuyển dịch mạnh mẽ. Mặc dù ngành nông nghiệp chiếm tỉ trọng nhỏ trong cơ cấu kinh tế ngành của Thủ đô (2,84%), nhưng diện tích đất nông nghiệp lên tới 154.661 ha (chiếm 58,3%) [19]. Nghiên cứu được thực hiện với mục đích đánh giá hiện trạng phát thải KNK từ hoạt động sản xuất lúa trên địa bàn thành phố, từ đó làm cơ sở cho các nghiên cứu xác định lĩnh vực giảm phát thải ưu tiên, cung cấp đầu vào để xây dựng các mục tiêu giảm phát thải trong tương lai, hướng đến phát triển nông nghiệp Thủ đô theo hướng bền vững, góp phần bảo vệ môi trường và chống biến đổi khí hậu.

2. Phương pháp nghiên cứu

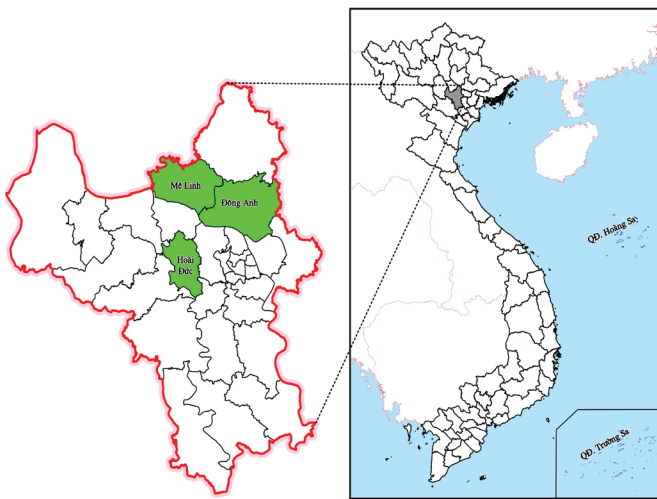
2.1. Phương pháp thu thập số liệu

Nghiên cứu sử dụng cả số liệu sơ cấp và thứ cấp. Số liệu sơ cấp được thu thập từ các báo cáo của Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn TP Hà Nội, Cục thống kê TP Hà Nội, các nghiên cứu liên quan đến phát thải KNK đã thực hiện. Số liệu thứ cấp được thu thập thông qua điều tra, khảo thực tế tại các nông hộ. Cỡ mẫu của nghiên cứu được xác định theo công thức (1) [20]:

$$n (\text{tổng thể} > 50.000) = \frac{Z^2 p(1-p)}{c^2} \quad (1)$$

trong đó, Z là tham số thể hiện mức độ tin cậy, với $Z^2=2,706$ (tương đương 95% độ tin cậy); p là xác suất đưa ra một lựa chọn, giả định là 0,5; c là sai số biên, chọn là 0,07.

Năm 2021, dân số khu vực nông thôn của Hà Nội là 4.235.500 người [19]. Với giả định quy mô hộ gia đình là 4 người/hộ và 100% các hộ khu vực nông thôn đều tham gia hoạt động sản xuất nông nghiệp. Sử dụng công thức (1), cỡ mẫu được xác định tối thiểu là 196 quan sát. Nghiên cứu đã tiến hành điều tra, khảo sát 240 hộ tại 3 huyện ngoại thành của Hà Nội, bao gồm: Đông Anh, Hoài Đức, Mê Linh (hình 1). Đây là 3 huyện có diện tích nông nghiệp tương đối lớn, lần lượt là 9.371, 8.097 và 4.293 ha [21], tổng diện tích đất nông nghiệp của 3 huyện chiếm 13,9% diện tích đất nông nghiệp của Hà Nội. Theo đó, nghiên cứu tiến hành khảo sát 80 hộ/huyện.



Hình 1. Sơ đồ khu vực khảo sát.

2.2. Phương pháp ước tính thải lượng phát thải khí nhà kính

Nghiên cứu thực hiện ước lượng phát thải KNK từ hoạt động sản xuất lúa từ các nguồn: (i) Phát thải N_2O từ canh tác đất nông nghiệp; (ii) Phát thải CH_4 và N_2O trong quá trình trồng lúa nước; (iii) Phát thải CO_2 , CH_4 , N_2O từ đốt rơm rạ sau thu hoạch. Trong nghiên cứu này, phương pháp ước tính lượng phát thải KNK được thực hiện theo hướng dẫn của IPCC (2006) [22] và kế thừa kết quả nghiên cứu đã có. Cụ thể:

2.2.1. Phát thải N_2O từ canh tác lúa

N_2O được tạo thành tự nhiên trong đất thông qua quá trình vi khuẩn khử nitơ và nitrat hóa. Các hoạt động như bổ sung N cho đất, canh tác cây trồng cố định đạm... sẽ bổ sung N vào đất, do đó làm tăng lượng nitơ có sẵn cho quá trình nitrat hóa và khử nitơ. Lượng N_2O phát thải từ đất nông nghiệp bao gồm phát thải trực tiếp (N_2O_{direct}) và gián tiếp ($N_2O_{indirect}$) được thể hiện ở công thức (2):

$$N_2O-N = N_2O_{direct} - N + N_2O_{indirect} - N \quad (2)$$

Chuyển đổi phát thải N_2O-N sang N_2O cho mục đích báo cáo được thực hiện bằng cách sử dụng công thức (3):

$$N_2O = N_2O - N \times 44/28 \quad (3)$$

Phát thải N_2O trực tiếp từ đất nông nghiệp: Lượng N_2O phát thải trực tiếp từ đầu vào phân bón vô cơ (F_{SN}), phụ phẩm nông nghiệp (rơm rạ) bỏ lại sau thu hoạch (F_{CR}) và phân chuồng (F_{AM}) được thể hiện trong công thức (4):

$$N_2O_{direct} = (F_{SN} + F_{CR} + F_{AM}) \times EF \quad (4)$$

Hệ số phát thải (EF) được áp dụng giá trị mặc định bằng 0,0125 kg N_2O /kg N [22].

Lượng N từ phân bón vô cơ (F_{SN}): Lượng N từ phân bón vô cơ được tính toán dựa trên kết quả điều tra về lượng phân N các hộ sử dụng cho lúa. Với giả định lượng N bổ sung cho đất từ phân bón vô cơ có tương quan với mức năng suất của một vụ. Mối quan hệ tuyến tính giữa năng suất của cây trồng (P) và lượng phân bón vô cơ bổ sung cho đất (F_{SN}) với độ dốc α và hệ số chặn β được thể hiện ở công thức (5):

$$F_{SN} = \alpha \times P + \beta \quad (5)$$

Lượng N từ phụ phẩm nông nghiệp (rơm rạ) bỏ lại sau thu hoạch được tính theo công thức (6):

$$F_{CR} = F_{nfix} \times (1-f) \quad (6)$$

trong đó, F_{nfix} là lượng N trong phụ phẩm nông nghiệp của cây lúa. F_{nfix} = sản lượng (P) x tỷ lệ phụ phẩm theo sản lượng (R) x tỷ trọng khô (DM) x hàm lượng N có trong DM (k); f là tỷ lệ phụ phẩm đốt bỏ và tận dụng cho các mục đích khác (bị lấy đi khỏi đồng ruộng). Trong nghiên cứu $k_{lúa} = 0,96\%$ [23]; $DM_{lúa đông xuân} = 0,62$; $DM_{lúa mùa} = 0,9$ [24]; $R_{lúa} = 0,9$ [24, 25].

Lượng N bổ sung cho đất từ bón phân chuồng (F_{AM}) được tính theo công thức (7):

$$F_{AM} = T \times DM \times h \quad (7)$$

trong đó, T là lượng phân chuồng bổ sung cho đất; DM là khối lượng khô của phân; h là hàm lượng N có trong phân, phụ thuộc vào loại phân bổ sung. Trong nghiên cứu, $h_{trầu} = 0,64\%$; $h_{bỏ} = 0,95\%$; $h_{lợn} = 0,64\%$; $h_{gà} = 1,36\%$; $h_{vịt} = 0,51\%$; $DM_{trầu} = 57,57\%$; $DM_{bỏ} = 55,29\%$; $DM_{lợn} = 54,33\%$; $DM_{gà} = 56,09\%$; $DM_{vịt} = 58,07\%$ [26].

Phát thải N_2O gián tiếp từ đất nông nghiệp: Sự phát thải N_2O gián tiếp vào khí quyển theo một trong hai con đường: (1) từ việc sử dụng ($N_2O_{(G)}$); (2) rửa trôi, xói mòn nitơ từ phân bón vô cơ và phân chuồng bổ sung cho đất ($N_2O_{(L)}$). Sự phát thải N_2O gián tiếp từ đất nông nghiệp được tính theo công thức (8):

$$N_2O_{indirect} - N = N_2O_{(G)} + N_2O_{(L)} \quad (8)$$

Lượng N_2O gián tiếp từ việc sử dụng phân bón vô cơ và phân chuồng cho đất: Được tính toán sử dụng công thức (9):

$$N_2O_{(G)} = [(F_{SN} \times \text{Frac}_{\text{gasf}}) + (F_{AM} \times \text{Frac}_{\text{gasm}})] \times EF_4 \quad (9)$$

trong đó: $N_2O_{(G)}$: N_2O tạo ra từ lắng đọng không khí của N, kg N/năm; F_{SN} : Tổng lượng N vô cơ bổ sung cho đất, kg N/năm; F_{AM} : tổng lượng N từ phân chuồng bổ sung cho đất, kg N/năm.

Trong nghiên cứu, $\text{Frac}_{\text{gasf}} = 0,1$ và $\text{Frac}_{\text{gasm}} = 0,2$ [22]

Lượng phát thải N_2O gián tiếp từ xói mòn và rửa trôi phân bón vô cơ và phân chuồng bổ sung cho đất: được tính toán theo công thức (10):

$$N_2O_{(L)} - N = (F_{SN} + F_{AM}) \times \text{Frac}_{\text{leach}} \times EF_5 \quad (10)$$

Trong nghiên cứu, $EF_5 = 0,025$ kg N_2O -N/kg N; $\text{Frac}_{\text{leach}} = 0,3\%$ [22].

2.2.2. Phát thải CH_4 từ canh tác lúa

Lượng khí CH_4 phát thải từ trồng lúa được tính theo công thức (11):

$$CH_4(\text{rice}) = \sum_{i,j,k} EF_{i,j,k} \cdot t_{i,j,k} \cdot A_{i,j,k} \quad (11)$$

trong đó, $CH_4(\text{rice})$: phát thải khí metan hàng năm từ canh tác lúa (kg CH_4 .năm⁻¹); $EF_{i,j,k}$: hệ số phát thải hàng ngày cho các điều kiện i, j và k (kg CH_4 .ha⁻¹.ngày⁻¹); $t_{i,j,k}$: thời gian canh tác lúa cho các điều kiện i, j, k (ngày); $A_{i,j,k}$: diện tích lúa thu hoạch hàng năm cho các điều kiện i, j và k (ha.năm⁻¹); i, j, k: đại diện cho các hệ sinh thái khác nhau, chế độ nước, loại và lượng hữu cơ bổ sung và các điều kiện khác theo đó CH_4 phát thải từ lúa có thể thay đổi.

Tính toán EF_i theo công thức (12):

$$EF_i = EF_c \times SF_w \times SF_p \times SF_o \times SF_{s,r} \quad (12)$$

trong đó, EF_i là hệ số phát thải hàng ngày thay đổi theo một khu vực thu hoạch cụ thể; EF_c là hệ số phát thải cơ sở cho các cánh đồng liên tục bị ngập mà không bổ sung hữu cơ. Nghiên cứu sử dụng hệ số mặc định theo hướng dẫn của (IPCC, 2006), $EF_c = 1,3$ (kg CH_4 .ha⁻¹.ngày⁻¹) [22]; SF_w là hệ số tỷ lệ tính sự khác biệt về chế độ nước trong thời gian canh tác. Đối với chế độ tưới ngập liên tục, $SF_w = 0,78$ [23]; SF_p là hệ số tỷ lệ để tính sự khác biệt về chế độ nước trong giai đoạn trước khi canh tác. Đối với trường hợp cánh đồng không ngập nước ít hơn 180 ngày trước mùa vụ, $SF_p = 1$ [22]; $SF_{s,r}$ là hệ số tỷ lệ phải thay đổi với loại đất, giống lúa; SF_o là hệ số tỷ lệ phải thay đổi cho cả loại và lượng hữu cơ ứng dụng bổ sung. SF_o được tính theo công thức (13) [23]:

$$SF_o = (1 + \sum ROA_i \times CFOA_i)^{0,59} \quad (13)$$

trong đó, ROA_i là tỷ lệ ứng dụng của việc bổ sung hữu cơ i (tính theo khối lượng khô của rơm và khối lượng tươi của các loại phân bón khác) (tấn.ha⁻¹); $CFOA_i$ là hệ số chuyển đổi cho bổ sung hữu cơ.

2.2.3. Phát thải khí nhà kính từ đốt rơm rạ

Lượng KNK được tính theo công thức (14)

$$E_i = C_f \times EF_i \times MB \quad (14)$$

trong đó, E_i là lượng phát thải khí i từ đốt phụ phẩm của cây trồng (kg/năm); C_f là hệ số đốt. Trong nghiên cứu $C_{f(\text{lúa})} = 0,89$ [24]; EF_i là hệ số phát thải của khí i (g/kg chất khô). $EF_{(CO_2, \text{lúa})} = 1.233,8$; $EF_{(CH_4, \text{lúa})} = 9,59$ [25]; $EF_{(N_2O, \text{lúa})} = 0,07$ [26, 27]; MB là khối lượng phụ phẩm bị đốt cháy (tấn/năm). MB được tính theo công thức (15):

$$MB = B \times P \times R \times DM \quad (15)$$

trong đó: B là tỷ lệ phụ phẩm bị đốt cháy (%). Trong nghiên cứu, $B_{\text{lúa vụ đông xuân}} = 23,3\%$; $B_{\text{lúa vụ mùa}} = 2,3\%$ [25, 28]; P là sản lượng hàng năm (tấn/năm); R là tỷ lệ phụ phẩm so với sản lượng. Trong nghiên cứu $R_{\text{lúa vụ đông xuân}} = 0,9$ [25]; $R_{\text{lúa vụ mùa}} = 1,19$ [29]; DM là tỷ trọng khô của phụ phẩm. Trong nghiên cứu $DM_{\text{lúa (vụ đông xuân)}} = 62\%$ [25]; $DM_{\text{lúa (vụ mùa)}} = 90\%$ [24, 25].

Sau khi ước tính tải lượng phát thải KNK, tổng tải lượng của các KNK được quy về tải lượng $CO_{2\text{-td}}$. Tổng lượng $CO_{2\text{-eq}}$ được tính theo công thức (16):

$$E_{CO_{2\text{-eq}}} = E_{CO_2} + 25 \times E_{CH_4} + 298 \times E_{N_2O} \times 10^{-6} \quad (16)$$

trong đó: $E_{CO_{2\text{-td}}}$ là lượng CO_2 tương đương phát thải (nghìn tấn $CO_{2\text{-td}}$); E_{CO_2} là lượng CO_2 phát thải (kg); E_{CH_4} là lượng CH_4 phát thải (kg); E_{N_2O} là lượng N_2O phát thải (kg).

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Phát thải N_2O trực tiếp từ đất canh tác lúa

Lượng N từ phân bón vô cơ bổ sung cho đất: Kết quả điều tra cho thấy, 100% số hộ khảo sát đều sử dụng phân bón hóa học gồm cả phân đơn và phân hỗn hợp NPK cho lúa.

Trong quá trình canh tác, phân bón được bón 3 lần/vụ (bón lót và 2 lần bón thúc). Tại địa điểm nghiên cứu, lượng phân bón vụ đông xuân khoảng 95-65-70 (N-P-K/ha/vụ) và lượng phân bón cho vụ mùa khoảng 83-55-60 (N-P-K/ha/vụ). Bón lót khoảng 100% phân lân, 30% phân đạm và 30% phân kali. Bón thúc lần 1 vào giai đoạn đẻ nhánh khoảng 40% phân đạm và bón thúc lần 2 vào giai đoạn phân hóa

đồng khoảng 30% phân đạm và 70% lượng kali còn lại. Theo đó, với diện tích lúa (năm 2021) vụ đông xuân là 85.058 ha và vụ mùa là 77.012 ha [19], lượng N bổ sung cho đất từ canh tác lúa ước khoảng 14.472.506 kg.

Lượng N từ phụ phẩm nông nghiệp bỏ lại sau thu hoạch: Phụ phẩm nông nghiệp sau thu hoạch được người dân sử dụng vào nhiều mục đích khác nhau như: làm thức ăn cho gia súc, ủ phân hữu cơ, đốt bỏ trực tiếp trên đồng ruộng... Trong đó, phương pháp đốt tại ruộng sau khi thu hoạch từ lâu đã được coi là cách xử lý phổ biến. Kết quả điều tra cho thấy, trong 2 vụ lúa, người dân đốt rơm ở vụ đông xuân nhiều hơn vụ mùa. Theo tập quán canh tác, người dân đốt rơm để vệ sinh đồng ruộng chuẩn bị sản xuất vụ tiếp theo, đồng thời lượng tro sau khi đốt được làm phân để bón cho ruộng. Do ngay sau khi thu hoạch vụ đông xuân, người dân chuẩn bị làm đất để tiếp tục vụ xuân, nên tỷ lệ rơm rạ bỏ lại đồng ruộng trong vụ đông xuân tương đối thấp. Tỷ lệ bỏ rơm ngoài đồng cho rơm tự phân hủy vụ đông xuân và vụ mùa lần lượt là 3,2 và 16,5%. Như vậy, lượng N từ phụ phẩm nông nghiệp bỏ lại sau thu hoạch ước tính đạt 319.596,77 kg. Trong đó, vụ đông xuân chiếm khoảng 29,6% và vụ mùa khoảng 71,4%.

Lượng N từ phân chuồng bổ sung cho đất: Hiện nay, số lượng các hộ trồng trọt sử dụng phân lợn, phân gà làm phân bón cho lúa không nhiều. Có hai hình thức được sử dụng là (i) trộn phân chuồng với rơm rạ sau khi thu hoạch rồi ủ tại đồng; (ii) mua phân gà, vịt tại các trang trại. Lượng phân hữu cơ sử dụng tùy thuộc vào kinh nghiệm của người dân, không có định lượng rõ ràng. Kết quả khảo sát 240 nông hộ thể hiện 28 hộ sử dụng phân chuồng để bón cho lúa (chiếm 11,6% tổng số hộ được khảo sát). Trong đó, có 15 hộ ủ phân gia súc, gia cầm với rơm rạ và 13 hộ mua phân từ các trang trại để bón bổ sung cho cây trồng. Lượng phân chuồng các hộ sử dụng được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Lượng phân chuồng các hộ sử dụng bón cho đất.

Loại phân	Khối lượng sử dụng (kg)	Tỷ lệ khối lượng khô (%)	Hàm lượng N có trong phân (%)	Lượng N có trong phân (kg)
Phân lợn	17972	54,33	0,64	62,49
Phân trâu	4283	57,57	0,64	15,78
Phân bò	7446	55,29	0,95	39,11
Phân gà	9769	56,09	1,36	74,52
Phân vịt	1503	58,07	0,51	4,45
Tổng				196,35

Như vậy, lượng N có trong phân ước khoảng 4,8 kg N/ha. Với diện tích gieo trồng lúa đạt 162.070 ha (năm 2021) [19], lượng N bổ sung cho đất từ phân chuồng ước tính khoảng 793.145,86 kg.

3.2. Phát thải N_2O gián tiếp từ đất canh tác lúa

Phát thải N_2O gián tiếp từ việc sử dụng phân bón vô cơ và phân chuồng cho đất: Bảng 2 thể hiện lượng N_2O phát thải gián tiếp từ việc sử dụng phân bón vô cơ và phân chuồng cho đất ước tính đạt 16.058,80 kg.

Bảng 2. Lượng N_2O gián tiếp từ phân bón vô cơ và phân chuồng cho đất.

Loại phân sử dụng	Lượng N bổ sung (kg)	Hệ số phát thải	Hệ số phát thải N_2O từ lắng đọng N	Lượng N_2O phát thải (kg)
Phân bón vô cơ	14.472.506	0,1	0,01	16.058,80
Phân bón hữu cơ	793.145,86	0,2		

Phát thải N_2O gián tiếp từ xói mòn và rửa trôi phân bón vô cơ và phân chuồng bổ sung cho đất: Bảng 3 thể hiện lượng N_2O phát thải gián tiếp từ việc xói mòn và rửa trôi phân bón vô cơ và phân chuồng cho đất ước tính khoảng 1.144,92 kg.

Bảng 3. Lượng N_2O gián tiếp từ xói mòn và rửa trôi phân bón vô cơ và phân chuồng bổ sung cho đất.

Loại phân sử dụng	Lượng N bổ sung (kg)	Hệ số phát thải (kg N_2O-N/kg N)	Hệ số xói mòn rửa trôi (%)	Lượng N_2O phát thải (kg)
Phân bón vô cơ	14.472.506	0,025	0,3	1.144,92
Phân bón hữu cơ	793.145,86			

3.3. Phát thải CH_4 từ canh tác lúa nước

Trong trồng lúa nước, cường độ và phương thức phát thải khí CH_4 từ ruộng lúa chủ yếu bị chi phối bởi chế độ nước và lượng phân bổ sung cho đất, bên cạnh các yếu tố như giống lúa, thời tiết, chất lượng đất, cách làm đất... Trong quá trình canh tác, nước thường giữ ngập 10 cm trên mặt ruộng cho đến khi lúa chín sữa thì rút hết nước. Sau khi gặt, rơm được thu gom về nhà hoặc đốt, gốc rạ thì cây vùi. Theo Niên giám thống kê thành phố Hà Nội năm 2021, diện tích lúa vụ đông xuân là 85.058 ha, diện tích lúa vụ mùa là 77.012 ha, áp dụng công thức (11) và (12), lượng phát thải CH_4 tính toán được là 59.983.728 kg CH_4 , tương đương 1.680 nghìn tấn CO_2 -td (bảng 4).

Bảng 4. Phát thải khí nhà kính từ hoạt động canh tác lúa nước.

Vụ	Diện tích lúa (ha)	Khí thải CH_4 (kg CH_4 /năm)
Vụ đông xuân	85.058	31.480.816
Vụ mùa	77.012	28.520.911
Tổng	162.070	59.983.728

3.4. Phát thải khí nhà kính từ đốt rơm rạ

Phát thải KNK từ đốt rơm rạ sau thu hoạch được trình bày trong bảng 5. Như vậy tổng lượng CO₂, CH₄, N₂O từ đốt phụ phẩm nông nghiệp ước tính đạt lần lượt 89.860.236,80; 698.459,78 và 5.098,25 kg.

Bảng 5. Ước lượng phát thải khí nhà kính từ đốt rơm rạ.

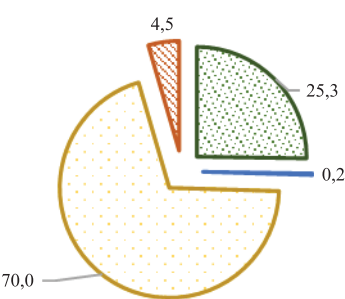
	Sản lượng (tấn)	Hệ số phát thải (g/kg chất khô)			Lượng KNK phát thải (kg)		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Lúa đông xuân	532.689	1.233,8	9,59	0,07	660.499,43	511.115,66	4.314,71
Lúa mùa	451.655				553.810,37	434.107,12	3.583,53
Tổng	984.344				89.860.236,80	698.459,78	5.098,25

Sau khi quy đổi phát thải KNK từ sản xuất lúa từ các nguồn ra CO_{2-td}, cơ cấu phát thải được trình bày tại bảng 6.

Bảng 6. Ước lượng phát thải khí nhà kính từ sản xuất lúa.

Thứ tự	Nguồn phát thải	Lượng KNK phát thải			
		N ₂ O (kg)	CH ₄ (kg)	CO ₂ (kg)	CO _{2-td} (nghìn tấn)
1	Phát thải từ phân bón vô cơ bổ sung cho đất	284.281,37			75,33
2	Phát thải từ phụ phẩm nông nghiệp bỏ lại sau thu hoạch	502.223,50			149,66
3	Phát thải từ phân chuồng bổ sung cho đất	1.246.372,07			371,42
	Tổng	2.032.876,93	-	-	605,80
4	Phát thải từ việc sử dụng phân bón vô cơ và phân chuồng cho đất	16.058,80			4,79
5	Phát thải từ xói mòn và rửa trôi phân bón vô cơ và phân chuồng bổ sung cho đất	1.144,92			0,34
	Tổng	17.203,72	-	-	5,13
6	Phát thải CH ₄ từ canh tác lúa nước		59.983.728		1.680
7	Phát thải từ đốt phụ phẩm nông nghiệp (rơm rạ)	5.098,25	698.459,78	89.860.236,80	108,84
	Tổng				2.776,32

Kết quả ước lượng cho thấy, tổng KNK phát thải từ sản xuất lúa trong 3 nguồn: phát thải N₂O (trực tiếp và gián tiếp) từ đất trồng lúa, phát thải CH₄ từ canh tác lúa, phát thải từ đốt rơm rạ ước tính khoảng 2.776.32 nghìn tấn CO_{2-td}, trong đó, phát thải CH₄ từ canh tác lúa nước chiếm



- Phát thải N₂O trực tiếp từ canh tác lúa nước
- Phát thải N₂O gián tiếp từ canh tác lúa nước
- Phát thải CH₄ từ canh tác lúa nước
- Phát thải từ đốt phụ phẩm nông nghiệp (rơm rạ)

Hình 2. Cơ cấu phát thải khí nhà kính từ sản xuất lúa tại thành phố Hà Nội.

tỷ lệ lớn nhất (chiếm 70,0%), tiếp theo là phát thải N₂O trực tiếp từ đất canh tác lúa (chiếm 25,3%), và phát thải từ đốt rơm rạ (chiếm 4,5%) và phát thải gián tiếp N₂O từ đất trồng lúa (chiếm 0,2%) (hình 2).

4. Kết luận và kiến nghị

Việc xác định hiện trạng phát thải KNK trong lĩnh vực nông nghiệp có vai trò quan trọng trong việc xây dựng một nền nông nghiệp bền vững, góp phần giảm nhẹ quá trình biến đổi khí hậu toàn cầu. Kết quả nghiên cứu cho thấy, tổng phát thải KNK từ hoạt động sản xuất lúa gồm: phát thải N₂O từ canh tác lúa, phát thải CH₄ từ canh tác lúa và phát thải từ đốt rơm rạ khoảng 2.776.32 nghìn tấn CO_{2-td}. Trong đó, phát thải CH₄ từ canh tác lúa khoảng 1.680 nghìn tấn CO_{2-td} (chiếm 70%); phát thải N₂O trực tiếp từ đất trồng lúa khoảng 605,80 nghìn tấn CO_{2-td} (chiếm 25,3%); phát thải từ đốt rơm rạ khoảng 108,84 nghìn tấn CO_{2-td} (chiếm 4,5%); và phát thải N₂O gián tiếp từ đất trồng lúa chiếm khoảng 5,13 nghìn tấn CO_{2-td} (chiếm 0,2%). Kết quả nghiên cứu có thể được xem xét như là cơ sở cho việc xây dựng và thực hiện các mục tiêu, đề án của Thành phố nhằm giảm KNK trong từ hoạt động sản xuất lúa, tham gia các cơ chế phát triển sạch (CDM). Các hoạt động này có thể bao gồm chuyển dịch sang canh tác lúa theo hướng giảm phát thải KNK như: tưới khô ướt xen kẽ (AWD), hệ thống canh tác lúa cải tiến (SRI), ứng dụng giải pháp 3 giảm 3 tăng (3G3T), ủ phân compost, sử dụng than sinh học, sử dụng các giống lúa chín sớm (ngắn ngày), canh tác tối thiểu...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Intergovernmental Panel on Climate Change (2022), *Agriculture, Forestry, and Other Land Uses (AFOLU), Climate Change: Mitigation of Climate Change*, Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- [2] United Nations Environment Programme (2021), *Emissions Gap Report 2021: The Heat Is On - A World of Climate Promises Not Yet Delivered*, Nairobi.
- [3] N.V. Hieu, N.H. Nam (2021), “Current status of greenhouse gas emissions in Vietnam: Opportunities and challenges”, *Journal of Hydrometeorology*, **728**, pp.51-66, DOI: 10.36335/VNJHM.2021(728).51-66.
- [4] Ministry of Agriculture and Rural Development (2016), *Decision No. 819/QĐ-BNN-KHCN Dated 16 March 2016 on Approving The Action Plan to Respond to Climate Change (CC) in The Agriculture and Rural Development Sector for The Period 2016-2020, with a Vision to 2050*.
- [5] Government (2022), *Decision No. 896/QĐ-TTg Dated 26 July 2022 of The Prime Minister on Promulgating The National Strategy on Climate Change to 2050*.
- [6] H.T.L. Huong (2020), “Assessing the potential for greenhouse gas emission reduction when implementing climate change adaptation activities in the agricultural sector”, *Journal of Hydrometeorology*, **719**, pp.23-37, DOI: 10.36335/VNJHM.2020(719).26-37.
- [7] N.T.H. Diep, P.K. Diem, P.T.B. Thao, et al. (2022), “Estimation of greenhouse gas emissions in Ninh Kieu district, Can Tho city”, *Can Tho University Journal of Science*, **58(3)**, pp.72-79, DOI: 10.22144/ctu.jvn.2022.090.
- [8] L.A. Ngoc, P.D. An, P.T. Long, et al. (2020), “Greenhouse gas emissions in the crop and livestock sub-sector in Quang Nam province in the period 2010-2018”, *Journal of Hydrometeorology*, **720**, pp.76-84, DOI: 10.36335/VNJHM.2020(720).76-84.
- [9] N.H. Thanh, N.D. Hung, T.T.L. Ha, et al. (2012), “Methane (CH₄) emission situation due to rice cultivation activities in the Red river delta”, *Journal of Science and Development*, **10(1)**, pp.165-167.
- [10] C.S. Huan, M.V. Trinh, C.V. Ha, et al. (2020), “Study on greenhouse gas emissions on rice fields in Thai Binh province”, *Vietnam Journal of Agricultural Science*, **18(2)**, pp.113-122 (in Vietnamese).
- [11] B. Ma, B.C. Liang, D.K. Biswas, et al. (2012), “The carbon footprint of maize production as affected by nitrogen fertilizer and maize-legume rotations”, *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **94(1)**, pp.15-31, DOI: 10.1007/s10705-012-9522-0.
- [12] H.S. Dhadli, B.S. Brar, T.A. Black (2016), “N₂O emissions in a long-term soil fertility experiment under maize-wheat cropping system in Northern India”, *Geoderma Regional*, **7(2)**, pp.102-109, DOI: 10.1016/j.geodrs.2016.02.003.
- [13] D.O. Gonzalo, D.N. Andreas, V. Philippe, et al. (2018), “Multi-scale measurements show limited soil greenhouse gas emissions in Kenyan smallholder coffee-dairy systems”, *Science of The Total Environment*, **626**, pp.328-339, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.12.247.
- [14] J.B.D. Carmo, S. Filoso, L.C. Zotelli, et al. (2013), “Infield greenhouse gas emissions from sugarcane soils in Brazil: Effects from synthetic and organic fertilizer application and crop trash accumulation”, *GCB Bioenergy*, **5(3)**, pp.267-280, DOI: 10.1111/j.1757-1707.2012.01199.x.
- [15] D. Signor, C.E.P. Cerri, R. Conant (2013), “N₂O emissions due to nitrogen fertilizer applications in two regions of sugarcane cultivation in Brazil”, *Environmental Research Letters*, **8(1)**, pp.1-9, DOI: 10.1088/1748-9326/8/1/015013.
- [16] K.D. Van, T. Hoang, L.H. Anh, et al. (2020), “Application of DNDC model to calculate greenhouse gas emissions from rice cultivation activities in Cai Be district - Tien Giang”, *Journal of Science and Technology*, **44**, pp.118-131, DOI: 10.46242/jst-iuh.v44i02.577.
- [17] N. Torbick, W. Salas, D. Chowdhury, et al. (2017), “Mapping rice greenhouse gas emissions in the Red river delta, Vietnam”, *Carbon Management*, **8(1)**, pp.99-108, DOI: 10.1080/17583004.2016.1275816.
- [18] H.A. Le, N.Q. Khoi, J. Mallick (2022), “Integrated emission inventory and modelling to assess the distribution of particulate matters from rice straw open burning in Hanoi, Vietnam”, *Atmospheric Pollution Research*, **13(5)**, DOI: 10.1016/j.apr.2022.101416.
- [19] Hanoi Statistical Office (2021), *Report No. 789/BC-CTK Dated 27 December 2021 of Hanoi Statistical Office on Socio-economic Situation in The Fourth Quarter and The Year 2021* (in Vietnamese).
- [20] S.M. Smith (2013), “Sample size calculator”, <https://www.qualtrics.com/blog/calculating-sample-size/>, accessed 20 July 2022.
- [21] Hanoi Statistical Office (2021), *Hanoi Statistical Yearbook 2020*, Statistical Publishing House.
- [22] Intergovernmental Panel on Climate Change (2006), *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>, accessed 20 July 2022.
- [23] C. Sarnklom, J.W. Cone, W. Pellikaan, et al. (2010), “Utilisation of rice straw and different treatments to improve its feed value for ruminants: A review”, *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, **23(5)**, pp.680-692.
- [24] H.A. Le, D.M. Phuong, L.T. Linh (2020), “Emission inventories of rice straw open burning in the Red River Delta of Vietnam: Evaluation of the potential of satellite data”, *Environmental Pollution*, **260**, DOI: 10.1016/j.envpol.2020.113972.
- [25] M. He, J. Zheng, S. Yin, et al. (2011), “Trends, temporal and spatial characteristics, and uncertainties in biomass burning emissions in the Pearl river delta, China”, *Atmospheric Environment*, **45(24)**, pp.4051-4059, DOI: 10.1016/j.atmosenv.2011.04.016.
- [26] H.T.T. Hoa, D.D. Thuc (2010), “Chemical properties of some organic fertilizers and crop by-products used in agriculture on coastal sandy soil in Thua Thien Hue province”, *Science Journal*, **57**, pp.59-68 (in Vietnamese).
- [27] B.T.T. Trang (2021), *Study on CH₄ and N₂O Emissions in Crop Cultivation in The Red River Delta*, PhD Thesis, Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change, Hanoi, Vietnam.
- [28] C.T. Pham, B.T. Ly, T.D. Nghiem, et al. (2021), “Emission factors of selected air pollutants from rice straw burning in Hanoi, Vietnam”, *Air Quality, Atmosphere and Health*, **14**, pp.1757-1771, DOI: 10.1007/s11869-021-01050-6.
- [29] B. Gadde, S. Bonnet, C. Menke (2009), “Air pollutant emissions from rice straw open field burning in India, Thailand and the Philippines”, *Environmental Pollution*, **157(5)**, pp.1554-1558, DOI: 10.1016/j.envpol.2009.01.004.