



ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH VÀ HẤP THỤ CÁC-BON TRONG CHUỖI CUNG ỨNG CÀ PHÊ TẠI CÁC HUYỆN TRỒNG CÀ PHÊ CHỦ LỰC Ở TÂY NGUYÊN

MAI VĂN TRỊNH¹, BÙI THỊ PHƯƠNG LOAN¹, ĐỖ THANH ĐỊNH¹, NGUYỄN QUANG CHIẾN¹, ĐINH QUANG HIẾU¹, CAO HƯƠNG GIANG¹, DƯƠNG LINH PHƯỢNG¹

¹ Viện Môi trường Nông nghiệp

Tóm tắt

Sản xuất cà phê là ngành kinh tế mũi nhọn của vùng Tây Nguyên, đóng góp lớn cho xuất khẩu nông sản Việt Nam nhưng cũng là nguồn phát thải khí nhà kính (KNK) đáng kể, làm gia tăng biến đổi khí hậu. Nghiên cứu nhằm định lượng dấu vết các-bon (carbon footprint) và phát thải KNK ròng trong chuỗi sản xuất cà phê của ba huyện trồng cà phê chủ lực: Di Linh (Lâm Đồng), Cư M'gar và Krông Năng (Đắk Lắk). Phương pháp nghiên cứu dựa trên phân tích vòng đời sản phẩm (LCA) theo tiêu chuẩn ISO kết hợp hướng dẫn kiểm kê KNK của IPCC (2006, 2019), sử dụng cả số liệu sơ cấp và thứ cấp về canh tác, vận chuyển và chế biến. Kết quả cho thấy tổng phát thải quy đổi CO₂e của các mô hình canh tác dao động ở mức tương đương các nghiên cứu quốc tế, trong đó N₂O từ đất và sản xuất phân bón là hai nguồn đóng góp lớn nhất. Khi trừ đi lượng các-bon được cây cà phê và cây trồng xen hấp thụ, phát thải ròng giảm đáng kể, cho thấy tiềm năng giảm thiểu KNK thông qua quản lý đất và tăng hấp thụ sinh khối. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho việc đề xuất các biện pháp quản lý dinh dưỡng, trồng xen cây che bóng và ứng dụng công nghệ tiết kiệm năng lượng, hướng tới một hệ thống sản xuất cà phê phát thải thấp và thích ứng với biến đổi khí hậu.

Từ khóa: Canh tác cà phê, dấu vết các bon, hấp thụ các-bon, phát thải KNK.

Ngày nhận bài: 1/8/2025; **Ngày sửa chữa:** 29/8/2025; **Ngày duyệt đăng:** 22/9/2025.

Assessment of greenhouse gas emissions and carbon sequestration in the coffee supply chain in key coffee growing districts in the Central Highlands

Abstract

Coffee production is a key economic sector in Vietnam's Central Highlands, making a major contribution to the country's agricultural exports but also representing a significant source of greenhouse gas (GHG) emissions that exacerbate climate change. This study aims to quantify the carbon footprint and net GHG emissions across the coffee production chain in three major coffee-growing districts: Di Linh (Lam Dong), Cu M'gar and Krông Năng (Dak Lak). The research employs a life-cycle assessment (LCA) following ISO standards in combination with the IPCC (2006, 2019) guidelines for GHG inventories, using both primary and secondary data on cultivation, transportation, and processing. The results indicate that total CO₂-equivalent emissions from the different farming models are comparable to those reported in international studies, with soil-derived N₂O emissions and fertilizer production identified as the two largest contributors. After accounting for carbon sequestration by coffee plants and intercropped species, net emissions decrease substantially, highlighting the potential for GHG mitigation through improved soil management and enhanced biomass carbon uptake. These findings provide a scientific basis for recommending nutrient-management strategies, intercropping with shade trees, and the adoption of energy-efficient technologies, thereby supporting the development of a low-emission, climate-resilient coffee production system in the Central Highlands.

Key words: Coffee production, carbon footprint, carbon sequestration, GHG emissions.

JEL Classifications: O13, O44, P18.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo số liệu của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (Bộ NN&PTNT, 2021, nay là Bộ Nông nghiệp và Môi trường), vùng Tây Nguyên (Kon Tum, Gia Lai, Đắk Lắk, Đắk Nông và Lâm Đồng) có tổng diện tích cà phê khoảng 639.000 ha (chiếm tỷ lệ 92% so với cả

nước), năng suất 28,5 tạ/ha (cao gấp 1,1 lần so với cả nước), sản lượng khoảng 1.669.000 tấn (chiếm tỷ lệ 95% so với cả nước).

Sản xuất cà phê mang lại lợi ích kinh tế rất lớn, đặc biệt cho khu vực Tây Nguyên, niên vụ cà phê 2023 - 2024 chứng kiến giá cà phê hạt đạt kỷ lục, giá tăng đột

biến, bình quân khoảng 100.000 đồng/kg, có thời điểm đạt mức 135.000 đồng/kg, giá cà phê nhân đạt mức cao nhất hơn 15 năm trở lại đây. Tuy nhiên, quá trình canh tác và chế biến cà phê gây phát thải KNK, đặc biệt là khí CO₂, góp phần làm gia tăng nhiệt độ toàn cầu và thúc đẩy biến đổi khí hậu. Phát sinh CO₂ và các KNK khác trong chuỗi giá trị cà phê diễn ra ở nhiều công đoạn:

- Sản xuất và vận chuyển vật tư đầu vào: Quá trình công nghiệp sản xuất phân bón, thuốc BVTV và tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch cho vận chuyển đều phát thải CO₂ đáng kể.
- Bón phân đạm (urea): Quá trình thủy phân urê giải phóng CO₂ trực tiếp, đồng thời gián tiếp tạo N₂O qua các chu trình nitrat hóa - khử nitrat trong đất.
- Quản lý đất: Chuyển hóa nitơ trong đất sau bón phân vô cơ và hữu cơ sinh ra N₂O – một KNK có tiềm năng làm nóng toàn cầu cao gấp hàng trăm lần CO₂.
- Tiêu thụ năng lượng: Điện năng và nhiên liệu dùng cho bơm tưới, cơ giới nông nghiệp và khâu xay xát sau thu hoạch sinh ra CO₂ từ quá trình đốt cháy nhiên liệu hóa thạch.

• Xử lý phụ phẩm (vỏ quả, phân ủ compost): Phân hủy sinh học các phụ phẩm có thể phát thải CH₄ và N₂O nếu điều kiện ủ hoặc vùi không được kiểm soát tốt.

Sự gia tăng biến đổi khí hậu là một mối đe dọa đòi hỏi phải xem xét lại toàn bộ hệ thống sản xuất có phát thải KNK, trong đó có hệ thống canh tác cà phê.

Vì thế, các câu hỏi nghiên cứu đặt ra là làm thế nào để khuyến khích nông dân áp dụng và nhân rộng các biện pháp canh tác cà phê giảm phát thải KNK. Một trong những thông số thể hiện mức độ phát thải trong sản xuất cà phê là dấu vết các-bon (kgCO₂e/kg nhân). Nó cho biết lượng khí thải nhà kính được sản xuất hoặc tiêu thụ trong vòng đời của sản phẩm cà phê. Hấp thụ các khí thải từ quá trình trồng xen canh và thuần canh cây cà phê (kgCO₂e/kg nhân) là một trong những giải pháp để giảm phát thải KNK trong ngành cà phê tại vùng Tây Nguyên. Các cây trồng có khả năng hấp thụ khí CO₂ và tổng hợp chúng thành các-bon trong sinh khối như rễ, thân, lá, cành, hoa quả và các chất hữu cơ trên mặt đất. Phát thải KNK ròng (kg CO₂e/kg nhân) là lượng KNK của toàn chuỗi sản xuất cà phê sau khi đã trừ lượng hấp thụ các-bon, tính bằng kg CO₂ tương đương (CO₂e) trên mỗi kg cà phê. Việc xác định Phát thải KNK ròng (kg CO₂e/kg nhân) của các phương thức canh tác cà phê thuần canh và xen canh khác nhau tại các huyện Di Linh – Lâm Đồng, huyện Cư M'gar, huyện Krông Năng của tỉnh Đắk Lắk sẽ giúp xác định các phương thức quản lý nào hiệu quả để giảm phát thải KNK trong canh tác cà phê.

2. MỤC TIÊU

- Xác định lượng phát thải KNK và lượng hấp thụ

các-bon trong toàn bộ chuỗi sản xuất cà phê tại các huyện trồng cà phê chủ lực ở Tây Nguyên (Di Linh – Lâm Đồng, Cư M'gar và Krông Năng – Đắk Lắk).

- Tính toán “dấu vết các-bon” (kg CO₂e/kg nhân) và phát thải ròng (net emissions) cho các mô hình canh tác thuần canh và xen canh.

- Phân tích các nguồn phát thải chính và đề xuất giải pháp quản lý nhằm giảm thiểu phát thải, hướng tới nền sản xuất cà phê phát thải thấp và thích ứng với biến đổi khí hậu.

3. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Đối tượng, địa điểm và thời gian nghiên cứu

3.1.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là mức phát thải và hấp thụ KNK cây cà phê ở cấp trang trại tại các huyện trọng điểm (Di Linh tỉnh Lâm Đồng, Cư M'gar và Krông Năng tại Đắk Lắk) theo 2 phương thức canh tác là thuần canh và xen canh.

3.1.2. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại 3 huyện trọng điểm (huyện Di Linh tại tỉnh Lâm Đồng và hai huyện Cư M'gar, Krông Năng, tỉnh Đắk Lắk) nằm trong vùng dự án.

Nghiên cứu được tiến hành từ tháng 6 đến tháng 12 năm 2022.

3.2. Phương pháp nghiên cứu

3.2.1. Phương pháp thu thập thông tin

- Số liệu thứ cấp: Là dữ liệu không được thu thập trực tiếp từ thực tế khảo sát mà được lấy từ các nguồn có sẵn như hệ số phát thải từ việc sản xuất phân bón, hệ số phát thải của lưới điện Việt Nam,...

- Số liệu sơ cấp: Số liệu sơ cấp được thu thập từ điều tra khảo sát trong suốt quá trình trồng, chăm sóc, thu hoạch cà phê và cây trồng xen như:

+ Diện tích trồng các loại hình cà phê: Thâm canh, xen canh, độc canh...

+ Lượng vô cơ; lượng phân hóa học (phân đạm, lân, kali, NPK, DAP); Lượng phân hữu cơ (hữu cơ vi sinh, phân chuồng); Lượng thuốc bảo vệ thực vật (BVTV) sử dụng bình quân trên 1 ha đất canh tác nông nghiệp (Kg/ha canh tác/năm).

+ Thời gian và lượng điện sử dụng, lượng dầu diesel để vận hành các máy móc nông nghiệp, bao gồm: máy làm đất, máy bơm nước, máy cắt cỏ, tĩa cành, máy thu hoạch,...

+ Năng suất, sản lượng sản phẩm cà phê tươi, cà phê nhân của các loại hình canh tác (Tấn/ha).

+ Loại phương tiện, lượng nhiên liệu, khoảng cách trong vận chuyển cà phê từ vườn đến nơi chế biến, đại lý cấp 1...

+ Thời gian và lượng điện sử dụng, lượng dầu diesel để vận hành các máy móc trong chế biến cà phê, bao gồm: Máy sàng, sấy, xát, loại bỏ nhót cà phê...



+ Lượng phụ phẩm cà phê (vỏ quả, thân, cành, lá) phát sinh của cây cà phê (Tấn/ha).

Tỷ lệ phụ phẩm cà phê (vỏ quả, cành, lá...) được xử lý, đốt, ủ phân hoặc tái sử dụng (%).

+ Đối tượng điều tra: Các chủ vườn trồng cà phê: 134 phiếu. Cơ sở chế biến rang xay cà phê, đại lý thu mua: 17 phiếu.

3.2.2. Phương pháp tính toán phát thải KNK, dấu vết các-bon cho sản phẩm cà phê

Xây dựng phương pháp luận tính toán dấu vết các-bon cụ thể cho sản phẩm cà phê dựa trên việc kết hợp phân tích vòng đời sản phẩm (LCA) của theo tiêu chuẩn ISO và Hướng dẫn kiểm kê KNK của IPCC năm 2006 (cập nhật 2019) cùng các nghiên cứu liên quan khác [11] [12]. Số liệu hoạt động là các số liệu sơ cấp và thứ cấp thu thập được như đã trình bày ở mục 2.2.1. Từ đó có tổng phát thải KNK như sau:

$$E_{total} = E_{electricity} + E_{fert} + E_{pest} + E_{machine} + E_{urea} + E_{soil} + E_{transport} + E_{milling} + E_{compost}$$

Trong đó:

E_{total} là tổng phát thải KNK trong quá trình sản xuất, vận chuyển và xay xát cà phê;

$E_{electricity}$ là phát thải do sử dụng điện trong quá trình sản xuất;

E_{fert} và E_{pest} là phát thải từ sản xuất phân bón và thuốc BVTV;

$E_{machine}$ là phát thải từ tiêu thụ năng lượng chạy các loại máy móc trên đồng ruộng;

E_{urea} là phát thải CO_2 do bón đạm urea;

E_{soil} là phát thải N_2O từ đất;

$E_{transport}$ là phát thải do tiêu thụ năng lượng trong quá trình vận chuyển;

$E_{milling}$ là phát thải do tiêu thụ năng lượng trong quá trình xay xát;

$E_{compost}$: Phát thải KNK từ quá trình ủ phân compost và vùi vỏ quả, phụ phẩm cà phê.

Ranh giới và phạm vi tính toán: Được thực hiện dựa trên việc tính toán phát thải KNK từ các hoạt động sản xuất của cà phê và cây trồng xen theo vòng tuần hoàn khép kín từ khâu làm đất đến thu hoạch và quản lý phụ phẩm sau thu hoạch.

Việc xây dựng phương pháp luận tính toán dấu vết các-bon của sản phẩm cà phê tại Tây Nguyên còn dựa trên các giả định sau: Lượng hấp thụ các-bon vào đất trong dài hạn là bằng 0; Tại khu vực nghiên cứu, không có sự thay đổi mục đích sử dụng đất trong vòng 20 năm qua; Phát thải KNK từ

việc sản xuất và sửa chữa các máy móc nông nghiệp là không đáng kể.

3.2.3. Phương pháp tính toán trữ lượng các-bon của cây cà phê và cây trồng xen

Đo đạc chiều cao cây phục vụ tính hấp phụ cacbon của vườn trồng cà phê tại 3 huyện Di Linh – Lâm Đông và huyện Cư Mgar, huyện Krông Năng tỉnh Đắk Lắk.

a) Xác định trữ lượng các-bon cây cà phê

- Xác định sinh khối trên mặt đất:

$$\text{Tổng sinh khối trên mặt đất cây Cà phê: } AGB_{cf} = AGB_a + AGB_b$$

Trong đó:

+ AGB_a là sinh khối ước tính từ thân chính (tất cả thân chính đo đếm): Sinh khối ước tính từ thân chính (tất cả thân chính đo đếm): $AGB_a = 10(-1,18 + 1,99 \times \log(D15))$ [6]

Trong đó: D15 là đường kính ở vị trí cách mặt đất 15 cm (chỉ tính cho cây có D15 \square 515 cm, D15 = C15/3,14)

+ AGB_b là phần sinh khối gốc ghép: $AGB_b = V \times WD$ (kg/m^3)

Trong đó: V: Thể tích gốc ghép ($V = \pi r^2 h$); π : 3,14; r: Bán kính gốc ghép (tại vị trí giữa, cm); h: Chiều cao gốc ghép (cm); WD: Trọng lượng riêng cà phê là $0,620 \text{ kg/cm}^3$.

- Xác định sinh khối dưới mặt đất: $BGB_{cf} = \text{Exp}(-1,0587 + 0,8836 \times \text{LN}(AGB_{cf}))$ [6]

Trong đó: BGB_{cf} : Sinh khối dưới mặt đất ($kg/cây$); AGB_{cf} : Sinh khối trên mặt đất ($kg/cây$).

- Tổng sinh khối trên mặt đất và dưới mặt đất: $TB_{cf} = AGB_a + AGB_b$.

- Trữ lượng các-bon cây cà phê: $C_{cf} = TB_{cf} \times 0,47$.

- Lượng CO_2 hấp thụ của cà phê: $CO_{2ecf} = C_{cf} \times 3,67$.

b) Xác định trữ lượng các-bon cây ăn quả trồng xen:

- Xác định sinh khối trên mặt đất cây ăn quả trồng xen: $\text{Log } AGB_{aq} = (-1,11 + 2,64 \times \text{Log}(DBH))$ [6]

Trong đó: DBH: Đường kính tại vị trí 1,3 m ($DBH = C1,3/3,14$).

- Xác định sinh khối dưới mặt đất cây ăn quả trồng xen:

$$BGB_{cf} = \text{Exp}(-1,0587 + 0,8836 \times \text{LN}(AGB_{cf}))$$
 [6]

Trong đó: BGB_{cf} : Sinh khối dưới mặt đất ($kg/cây$); AGB_{cf} : Sinh khối trên mặt đất ($kg/cây$).

- Tổng sinh khối trên mặt đất và dưới mặt đất cây ăn quả trồng xen: $TB_{aq} = AGB_{aq} + BGB_{aq}$.

- Trữ lượng các-bon cây ăn quả trồng xen: $C_{aq} = TB_{aq} \times 0,47$.

- Hấp thụ CO_2 cây ăn quả trồng xen: $CO_{2eq} = C_{aq} \times 3,67$.

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

4.1. Phát thải KNK từ các hoạt động trong vòng đời cà phê (Bảng 1)

- Phát thải KNK do vận hành các máy móc và thiết bị nông nghiệp trong tưới, phun thuốc BVTV, trừ cỏ

Trong vòng đời sản xuất đến cà phê hạt, diện sản xuất được sử dụng cho việc vận hành máy bơm nước (tưới tiêu), một số ít các hộ sử dụng điện cho các thiết bị phun thuốc BVTV, thuốc trừ cỏ và sử dụng điện trong vận hành các thiết bị dùng để sấy cà phê. Ngoài sử dụng điện, các hộ nông dân còn sử dụng các nhiên liệu như xăng, dầu trong vận hành tưới nước và phun thuốc BVTV. Tại các huyện nghiên cứu, đa số hộ dân thu hoạch bằng tay, chế biến khô với quy trình đơn giản là nguyên liệu (xát qua, không rửa), sau đó phơi/sấy, xát vỏ thành cà phê thóc, chiếm tỷ lệ từ 99,5-99,8% (IDH, 2021).

Bảng 1. Phát thải KNK từ năng lượng vận hành các thiết bị cơ giới, sản xuất các loại phân bón (N, P₂O₅, K₂O), sử dụng phân ủ compost và vùi phụ phẩm, do vận chuyển

Đơn vị: kg CO₂e/ha

TT	Huyện	Hệ thống cây trồng	Từ năng lượng (điện, xăng, dầu) sử dụng cho cơ giới	Từ sản xuất các loại phân bón (N, P ₂ O ₅ , K ₂ O)	Từ sử dụng phân ủ compost và vùi phụ phẩm	Phát thải KNK do vận chuyển
1	Di Linh	Cà phê trồng thuần	480,56	1.027,33	8,92	130,49
		Cà phê x Sầu riêng	320,99	692,75	7,31	485,21
		Cà phê x Bơ, Sầu riêng	585,30	809,76	8,50	382,25
		Cà phê x Bơ	78,21	1.273,39	5,47	105,40
		Cà phê x Mắc ca	466,93	654,37	6,96	173,15
		Cà phê x Tiêu	303,56	1.071,87	8,52	339,45
2	Cư M'gar	Cà phê trồng thuần	424,00	794,96	10,15	32,63
		Cà phê x Sầu riêng	1.134,34	571,37	6,23	235,50
		Cà phê x Tiêu	1.183,90	556,57	5,82	97,43
		Cà phê x Tiêu, Sầu riêng	848,13	769,84	6,61	83,61
		Cà phê x Bơ, Sầu riêng	855,42	771,93	5,38	59,38
3	Krông Năng	Cà phê trồng thuần	429,24	1.072,48	5,71	103,57
		Cà phê x Sầu riêng	566,75	1.003,41	4,93	37,40
		Cà phê x Sầu riêng x Macca	1.184,12	882,87	3,76	81,19
		Cà phê x Bơ, Sầu riêng	1.026,47	724,25	5,79	46,02
		Cà phê x Tiêu, Macca	552,63	1.019,47	3,14	67,98
Theo Khuyến cáo Bộ NN&PTNT		Cà phê thuần canh		1.071,99		0,87

Nguồn: Tính từ kết quả điều tra, 2022

Các hộ dân sử dụng máy nổ tại nhà với nguyên liệu sử dụng là dầu diesel xát vỏ cà phê sau khi phơi khô.

Tại các cơ sở thu mua chế biến thô cà phê nhân, chủ yếu ở quy mô nhỏ, thời gian hoạt động mạnh nhất tập trung vào 2 tháng 11-12, chủ yếu mua bán xô cà phê nhân do người dân tự phơi chuyên chở tới bằng máy cày, hoặc chỉ đi thu mua tại những nơi xung quanh trong bán kính 5-7 km bằng các phương tiện ô tô tải trọng nhỏ. Sau đó phân loại và bán cho các công ty từ Đồng Nai, Sài Gòn đưa xe xuống tự chở đi. Đây cũng chính là một trong các hạn chế của quá trình điều tra khảo sát, chưa tiếp cận được việc chế biến, sản xuất cà phê ở quy mô lớn, cụ thể chi tiết hơn.

Tại mỗi mô hình trồng, thói quen canh tác của mỗi hộ nông dân trong sử dụng các thiết bị máy móc sử dụng các nhiên liệu xăng, dầu khác nhau, cho nên phát thải trong sử dụng nhiên liệu cho tưới, phun thuốc BVTV và trừ cỏ có sự dao động lớn, từ 78,21 – 1.184,12 kgCO₂e/ha.

- Phát thải KNK do sản xuất phân bón

Từ Bảng 1 cho thấy, việc sản xuất phân bón cho cây cà phê gây phát thải KNK khá cao ở cả 2 phương

thức canh tác thuần canh và xen canh tại 3 huyện nghiên cứu. Từ kết quả trên nhận thấy, có xu hướng phát thải từ sản xuất phân bón của cà phê tại các vườn cà phê - cây trồng xen thấp hơn so với cà phê trồng thuần. Ngoài ra, lượng phân hóa học sử dụng của cây cà phê cũng có sự khác biệt so với khuyến cáo của Bộ NN&PTNT (nay là Bộ Nông nghiệp và Môi trường), thể hiện ở lượng phân bón P của các hộ trồng cao hơn so với khuyến cáo từ 1,11-3,08 lần, nguyên nhân là do các hộ dân ở đây bón chủ yếu là các loại NPK tổng hợp có tỷ lệ như 16-16-8, 20-20-5, 17-17-7... dẫn đến hàm lượng P cao, ngoài ra hàm lượng N và K của các hộ trồng cà phê đều đa số thấp hơn so với khuyến cáo của Bộ NN&PTNT.

+ Tại Di Linh: Phát thải do sản xuất phân bón cho cây cà phê tại mô hình cà phê x bơ, cà phê x tiêu cao hơn so với tại vườn cà phê trồng thuần, nguyên nhân do mật độ của cà phê trong vườn cây trồng xen cao hơn cà phê trồng thuần. Tại vườn cà phê x bơ, mật độ cà phê là: 1.167 cây/ha; tại vườn cà phê x tiêu, mật độ cà phê là: 1.225 cây/ha, trong khi đó cà phê trồng thuần là: 1.145 cây/ha.



- Phát thải KNK từ ủ phân compost và vùi vỏ quả, phụ phẩm cà phê

Lượng phát thải từ sử dụng phân ủ compost và vùi phụ phẩm khác nhau tùy thuộc vào loại và lượng vật liệu được sử dụng.

- Phát thải KNK từ vận chuyển

Số liệu về quãng đường di chuyển trong việc vận chuyển phân bón, vật tư, hóa chất BVTV từ nhà ra vườn và thu hoạch vận chuyển cà phê tươi về nhà phơi. Đối với phương tiện tiêu thụ nhiên liệu như xăng, dầu, đa số các hộ sử dụng máy cày để chở. Đối với các cơ sở

đại lý thì họ thu gom chủ yếu bằng các loại xe ô tô có tải trọng nhỏ từ 1-2 tấn, với bán kính thu gom khoảng từ 7-10 km trở lại.

- Phát thải KNK từ sản xuất thuốc BVTV

Có 65% trường hợp người dân dùng thuốc trừ sâu khi dịch hại xảy ra trên cây. Một số ít áp dụng giải pháp phòng bệnh và áp dụng các tiêu chuẩn bền vững theo khuyến nghị (Bảng 2).

Như vậy, có thể thấy, lượng phát thải KNK từ sản xuất thuốc BVTV có giá trị lớn nhất là 1,86 kg CO₂e/ha đối với trồng xen canh. Đối với phương thức canh tác

Bảng 2. Phát thải KNK cho sản xuất thuốc BVTV

Đơn vị: kgCO₂e/ha

Thuần canh			Xen canh		
Di Linh	Cư M'gar	Krông Năng	Di Linh	Cư M'gar	Krông Năng
1,7	1,7	1,7	1,86	1,86	1,86

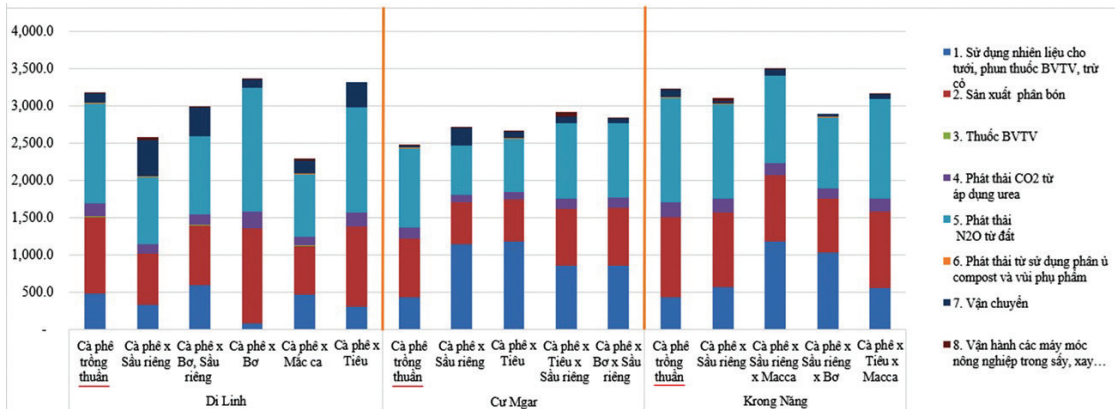
Nguồn: Tính từ kết quả điều tra, 2022

Bảng 3. Phát thải CO₂ từ việc áp dụng urea và N₂O từ canh tác đất cà phê của cây cà phê trong các mô hình trồng

Đơn vị: kgCO₂e/ha/vụ

TT	Huyện	Phương thức trồng	Phát thải CO ₂ từ áp dụng urea	Phát thải N ₂ O từ canh tác đất cà phê		
				Phát thải trực tiếp từ bón phân đạm	Phát thải gián tiếp do quá trình bay hơi lắng đọng của NH ₃ và NO _x rửa trôi, chảy tràn N	Tổng phát thải từ bón phân đạm
1	Di Linh	Cà phê trồng thuần	184,53	1.074,08	261,97	1.336,05
		Cà phê x Sầu riêng	124,79	726,35	177,16	903,51
		Cà phê x Bơ, Sầu riêng	144,62	841,76	205,31	1.047,06
		Cà phê x Bơ	229,29	1.334,58	325,51	1.660,09
		Cà phê x Mắc ca	116,40	677,52	165,25	842,77
		Cà phê x Tiêu	193,83	1.128,18	275,17	1.403,34
2	Cư M'gar	Cà phê trồng thuần	146,72	853,96	208,28	1.062,25
		Cà phê x Sầu riêng	91,87	534,74	130,43	665,17
		Cà phê x Tiêu	98,60	573,90	139,98	713,88
		Cà phê x Tiêu, Sầu riêng	139,14	809,88	197,53	1.007,41
		Cà phê x Bơ, Sầu riêng	137,47	800,16	195,16	995,32
3	Krông Năng	Cà phê trồng thuần	194,64	1.132,90	276,32	1.409,21
		Cà phê x Sầu riêng	175,60	1.022,10	249,29	1.271,40
		Cà phê x Sầu riêng x Macca	61,81	941,84	229,72	1.171,56
		Cà phê x Bơ, Sầu riêng	132,43	770,83	188,01	958,84
		Cà phê x Tiêu, Macca	183,60	1.068,68	260,65	1.329,33
Theo Khuyến cáo Bộ NN&PTNT		Thuần canh	185,53	1.079,90	263,39	1.343,29

Nguồn: Tính từ kết quả điều tra, 2022; Chỉ tính lượng urea bón cho cây cà phê



Hình 1. Hiện trạng phát thải KNK của cây cà phê trong các mô hình trồng cà phê tại các huyện Di Linh, Cư M'gar, Krông Năng

thuần canh, lượng phát thải này nhỏ hơn và có giá trị là 1,7 kgCO₂e/ha. Tuy nhiên, đến nay mới chỉ có công thức tính toán lượng phát thải KNK từ sản xuất thuốc BVTV dạng rắn (dạng bột). Đối với sử dụng thuốc BVTV dạng lỏng còn thiếu các thông số về khối lượng riêng của thuốc trừ sâu nên trong khuôn khổ bài báo này chưa tính toán được lượng phát thải KNK từ sản xuất thuốc trừ sâu dạng lỏng.

- Phát thải CO₂ từ áp dụng Urea và N₂O từ canh tác đất cà phê (Bảng 3)

Kết quả Bảng 3 cho thấy lượng phát thải CO₂ (kgCO₂e/ha/vụ) do việc bón phân đạm và phân bón tổng hợp NPK, DAP trong các biện pháp canh tác nông nghiệp khác nhau ở ba huyện, cũng như tỷ lệ phần trăm giảm hoặc tăng so với khuyến nghị của Bộ NN&PTNT. Nhìn chung, việc sử dụng urê trong canh tác cà phê dẫn đến phát sinh lượng khí thải CO₂ đáng kể. Phát sinh lượng khí thải CO₂ từ việc áp dụng ure của cây cà phê trong vườn cà phê trồng thuần có xu hướng cao hơn so với của cây cà phê trong vườn cà phê x cây trồng xen (lượng phát thải dao động từ 91,87 đến 229,29 kgCO₂e/ha/vụ), với một số trường hợp ngoại lệ tại huyện Di Linh có lượng phát thải của cà phê trong mô hình cà phê x bơ cao hơn vườn trồng thuần do mật độ cà phê trong vườn trồng cà phê x Bơ (1.167 cây/ha) cao hơn so với mật độ cà phê trong vườn trồng thuần (1.145 cây/ha) và cao hơn so với mật độ khuyến cáo của Bộ NN& PTNT.

4.2. Dấu vết các-bon cho sản phẩm nhân cà phê và hấp phụ các-bon tại các vườn cà phê của vùng nghiên cứu (Hình 1,2)

Lượng phát thải KNK ròng từ cà phê (kg CO₂e/kg nhân) được tính toán bằng cách lấy dấu vết các-bon thải ra trong quá trình canh tác cho một đơn vị sản phẩm (kgCO₂e/kg nhân) trừ đi lượng các-bon được hấp thụ cho 1 đơn vị sản phẩm nhân cà phê (kgCO₂e/kg nhân). Giá trị phát thải ròng âm cho biết cây trồng hấp thụ nhiều các-bon hơn chúng thải ra, trong khi giá

trị dương cho biết chúng thải ra nhiều các-bon hơn chúng hấp thụ.

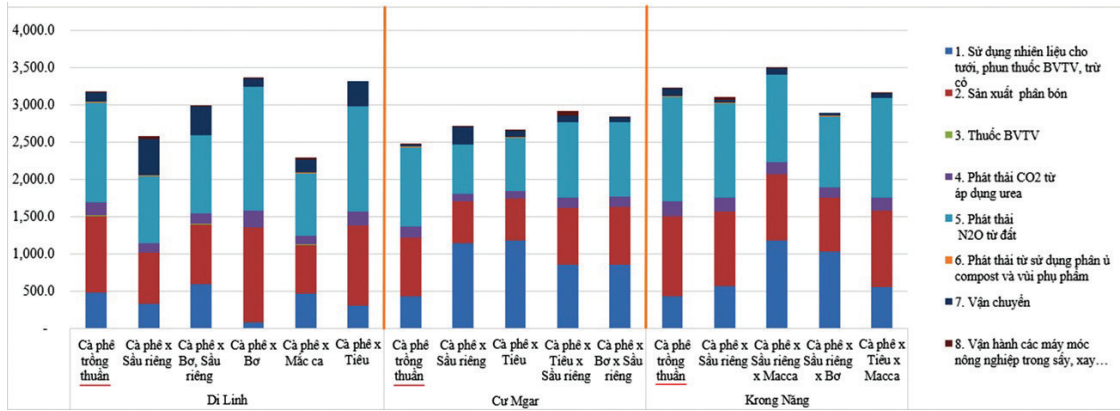
Tổng lượng phát thải KNK được sử dụng để tính toán dấu vết các-bon còn phụ thuộc vào các nguồn phát thải. Kết quả nghiên cứu cho thấy: Phát thải KNK từ đất chiếm tỷ trọng lớn nhất từ 24,5-49,5%, tiếp đến là sản xuất phân bón 20,8- 38,0% và sử dụng nhiên liệu cho các hoạt động sản xuất 2,3-44,3%, vận chuyển 1,2-18,8%, chính vì vậy có những mô hình, lượng phát thải KNK của cây cà phê từ sản xuất và sử dụng phân hóa học có thể thấp hơn lượng phát thải KNK của cây cà phê từ các mô hình khác, nhưng lượng phát thải từ các nguồn như sử dụng nhiên liệu cho các hoạt động sản xuất, hay vận chuyển cao cũng dẫn đến tổng lượng phát thải KNK của cây cà phê ở mô hình trồng đó cao hơn các mô hình khác.

- Tại huyện Di Linh, cây cà phê có mức phát thải cao nhất là cây cà phê trồng trong mô hình cà phê x bơ, cà phê x tiêu với mức phát thải là 3,35 tCO₂e/ha/năm và 3,32 tCO₂e/ha/năm. Nguyên nhân là do mật độ cây cà phê trong các mô hình cà phê x cây trồng xen này cao hơn so với mật độ cà phê trong vườn trồng thuần. Phát thải của cây cà phê tại các mô hình cà phê x cây trồng xen còn lại đều thấp hơn sơ với vườn cà phê trồng thuần.

Net cà phê tại mô hình cà phê x tiêu là 0,53 (kg CO₂e/kg nhân), cà phê x bơ là 0,37(kg CO₂e/kg nhân) còn cà phê trồng thuần là 0,29 (kg CO₂e/kg nhân).

- Tại huyện Cư M'gar, phát thải của cây cà phê tại các mô hình cà phê x cây trồng xen và cà phê trồng thuần có tổng lượng phát thải KNK chênh lệch nhau không nhiều và dao động trong khoảng từ: 2,48-2,92 tCO₂e/ha/năm.

Phát thải KNK ròng từ cà phê dao động từ 0,12-0,41(kg CO₂e/kg nhân), trong đó tại mô hình trồng thuần thấp nhất là 0,12 (kg CO₂e/kg nhân), mặc dù phát thải KNK của cà phê trong mô hình trồng thuần là thấp nhất so với phát thải KNK của cà phê trong mô



Hình 2. Phát thải và hấp thụ KNK của cây cà phê trong các mô hình trồng cà phê tại các huyện Di Linh, Cư M'gar, Krông Năng

hình cà phê x cây trồng xen, nhưng do năng suất của cà phê trồng thuần là thấp nhất nên làm cho Dấu vết các-bon và hấp thụ sinh khối của cà phê trồng thuần tương đối cao.

- Tại huyện Krông Năng: Phát thải KNK ròng từ cà phê dao động từ 0,32-0,48(kg CO₂e/kg nhân). Trong đó, cà phê trồng thuần cao nhất là 0,48 (kg CO₂e/kg nhân).

Trong đó, tổng lượng phát thải KNK của cà phê trong vườn cà phê x sầu riêng x macca là 3,50 tCO₂e/ha/năm cao nhất trong tất cả các mô hình trồng cà phê tại huyện Krông Năng, một phần nguyên nhân là do sử dụng nhiên liệu cho tưới, phun thuốc BVTV, trừ cỏ ở mô hình này chiếm tỷ lệ cũng khá cao 33,8%, tuy nhiên do năng suất nhân cà phê tại mô hình này cũng cao nên dấu vết các-bon là 0,96(kg CO₂e/kg nhân) thấp hơn so với Dấu vết các-bon của cà phê trồng thuần là 1,22(kg CO₂e/kg nhân).

Đối với tỷ lệ phần trăm giảm/tăng lượng phát sinh KNK so với quy trình canh tác cà phê theo hướng dẫn khuyến nghị của Bộ NN&PTNT (MARD). Giá trị phần trăm âm cho biết lượng khí thải tăng so với hướng dẫn khuyến nghị, trong khi giá trị dương cho biết lượng khí thải giảm so với khuyến nghị.

Tại huyện Di Linh, phát thải của cà phê trong mô hình cà phê x bơ có tỷ lệ tăng cao nhất so với hướng dẫn khuyến nghị Bộ NN&PTNT, với mức tăng 6,62%. Tại huyện Cư M'gar, cà phê trong mô hình trồng thuần có tỷ lệ giảm phát thải so với khuyến nghị là cao nhất 21,05%. Tại huyện Krông Năng, cà phê trong mô hình trồng cà phê x sầu riêng, macca có tỷ lệ phát thải tăng cao nhất so với hướng dẫn khuyến nghị, với mức tăng 11,32%.

4.3. Đề xuất giải pháp quản lý nhằm giảm thiểu phát thải, hướng tới nền sản xuất cà phê phát thải thấp và thích ứng với biến đổi khí hậu

Để giảm phát thải KNK và nâng cao khả năng thích ứng với biến đổi khí hậu trong sản xuất cà phê Tây

Nguyên, cần một gói giải pháp tổng hợp phù hợp thực tiễn địa phương và tiếp thu kinh nghiệm quốc tế. Trước hết, tối ưu hóa bón đạm bằng cách áp dụng công thức “4 đúng” (đúng loại, đúng liều, đúng thời điểm, đúng phương pháp), tăng sử dụng phân bón chậm tan, phân hữu cơ hoai mục và kết hợp chế phẩm vi sinh nhằm giảm phát thải N₂O. Trồng xen sầu riêng, mắc ca, bơ và các cây che bóng có sinh khối lớn không chỉ nâng khả năng hấp thụ cacbon mà còn tăng thu nhập cho nông hộ. Quản lý phế phụ phẩm như vỏ quả, cành lá bằng ủ compost hiếu khí kiểm soát tốt độ ẩm và nhiệt độ, đồng thời nghiên cứu ứng dụng công nghệ biochar (than sinh học) để khóa các-carbon lâu dài trong đất. Áp dụng tưới nhỏ giọt, hệ thống cảm biến độ ẩm và năng lượng tái tạo (điện mặt trời cho bơm tưới) giúp giảm tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch. Cuối cùng, cần cơ chế tín chỉ các-carbon, hỗ trợ tài chính và tập huấn kỹ thuật cho nông dân, đồng thời liên kết với các tổ chức sáng kiến cà phê bền vững quốc tế như IDH hay Rainforest Alliance để mở rộng mô hình cà phê các-carbon thấp, gia tăng giá trị chuỗi cung ứng và nâng cao khả năng chống chịu khí hậu cho toàn vùng.

5. KẾT LUẬN

1. Tổng phát thải KNK trong quá trình sản xuất cà phê của đối tượng cà phê trong các mô hình trồng tại huyện Di Linh là trồng thuần: 3.174,36 kgCO₂e/ha, trồng xen: 2.906,04 kg CO₂e/ha; tại huyện Cư M'gar là trồng thuần: 2.483,16 kg CO₂e/ha, trồng xen: 2.786,47 kg CO₂e/ha; tại huyện Krông Năng là trồng thuần: 3.226,53 kg CO₂e/ha, trồng xen: 3.166,98 kg CO₂e/ha. Dấu vết các-carbon của cà phê trong các mô hình trồng cà phê và cây trồng xen tại huyện Di Linh là trồng thuần: 0,96 kg CO₂e/kg nhân cà phê, cà phê trong mô hình trồng xen: 1,05 kg CO₂e/ kg nhân cà phê; tại huyện Cư M'gar là trồng thuần: 1,17 kg CO₂e/kg nhân cà phê, cà phê trong mô hình trồng xen: 1,16 kg CO₂e/kg nhân



cà phê; tại huyện Krông Năng là trồng thuần: 1,22 kg CO₂e/kg nhân cà phê, cà phê trong mô hình trồng xen: 1,09 kg CO₂e/ kg nhân cà phê.

2. Với khả năng tích lũy các bon của cây cà phê trong các mô hình trồng cà phê và cây trồng xen thì phát thải KNK ròng từ của vườn cà phê theo các mô hình sử dụng đất là: (i) Huyện Di Linh: Trồng thuần: 0,29 kg CO₂e/kg nhân cà phê, trồng xen: 0,28 kg CO₂e/kg nhân cà phê, trong đó tại cà phê tại mô hình cà phê x tiêu là cao nhất: 0,53 (kg CO₂e/kg nhân); (ii) Huyện Cư M'gar: Trồng thuần: 0,12 kg CO₂e/kg nhân cà phê, Trồng xen: 0,31 kg CO₂e/ kg nhân cà phê; trong đó cà phê tại mô hình cà phê x tiêu x sấu riêng là cao nhất: 0,41(kg CO₂e/ kg nhân); (iii) Huyện Krông Năng: Trồng thuần: 0,48 kg CO₂e/kg nhân cà phê, trồng xen: 0,41 kg CO₂e/ kg nhân cà phê, trong đó cà phê trồng thuần là cao nhất: 0,48 (kg CO₂e/kg nhân) (giá trị dương thể hiện lượng các-bon thải ra nhiều hơn được hấp thụ).

3. Các nguồn phát thải chính trong dấu vết các-bon của của sản phẩm nhân cà phê là: phát thải KNK từ đất chiếm tỷ trọng lớn nhất từ 24,5-49,5%, tiếp đến là sản xuất phân bón 20,8- 38,0% và sử dụng nhiên liệu cho các hoạt động sản xuất 2,3-44,3%, vận chuyển 1,2-18,8%. Các nguồn phát thải KNK khác như sản xuất thuốc trừ vật hại chiếm tỷ trọng không đáng kể...

Cần có thêm các nghiên cứu điều tra, tính toán lượng hấp thụ các-bon và phát thải trong sản xuất ở các mô hình áp dụng đúng chuẩn Quy trình khuyến cáo để có minh chứng so sánh thuyết phục hơn.

Các giải pháp giảm phát thải KNK ưu tiên trong vòng đời sản xuất cà phê tại vùng Tây Nguyên cần tập trung mở rộng việc áp dụng các phương thức canh tác xen canh với các cây trồng có hấp thụ sinh khối cao, quản lý phế phụ phẩm, giảm lượng đạm hợp lý, sử dụng phân tổng hợp, chậm tan và sử dụng các thiết bị tiết kiệm nhiên liệu, đồng thời áp dụng các chính sách khuyến khích người nông dân thay đổi tập quán sản xuất, tiến tới một nền sản xuất cà phê bền vững, phát thải thấp và xanh, tăng giá trị và thu nhập của người sản xuất cà phê, tăng hiệu quả của người kinh doanh và phân phối cà phê, tăng nguồn và quy mô đầu tư cho một nền sản xuất cà phê thông minh và giảm nhẹ biến đổi khí hậu.

Lời cảm ơn: Bài viết được tổng hợp từ kết quả nghiên cứu: "Xây dựng kịch bản cơ sở của phát thải KNK ở các huyện trồng cà phê chủ lực ở Tây Nguyên" do nhóm chuyên gia tư vấn Viện Môi trường Nông nghiệp chủ trì thực hiện. Nhóm tác giả xin bày tỏ lời cảm ơn chân thành đến Tổ chức Sáng kiến thương mại bền vững IDH và Cục Trồng trọt và BVTV thuộc Bộ Nông nghiệp và Môi trường đã tạo điều kiện cho nhóm tác giả thực hiện hoàn thành nghiên cứu này ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Agri-Logic et al., 2020. *Scaling up sustainable Robusta Coffee Production in Vietnam: Reducing carbon footprints while improving farm profitability. Full Technical Report, by assignment of USAID Green Invest Asia, JDE and IDH.*
2. Bộ NN&PTNT, 2018. *Quyết định số 3702/QĐ-BTTTT ngày 24/9/2018 của Bộ trưởng Bộ NN&PTNT, Ban hành Quy trình trồng xen cây hồ tiêu, cây bơ, cây sấu riêng trong vườn cà phê với.*
3. Bộ NN&PTNT, 2022. *Quyết định số 1178/QĐ-BNN ngày 31/03/2022 của Bộ trưởng Bộ NN&PTNT, Phê duyệt đề án tái canh cà phê giai đoạn 2021 – 2025.*
4. Đào Minh Trang, 2019. *Nghiên cứu xây dựng phương pháp luận và tính toán dấu vết các-- bon cho sản phẩm lúa gạo tại vùng đồng bằng sông Hồng. Luận án tiến sỹ biến đổi khí hậu.*
5. Michiel và cs, 2019. *Nguồn phát hay nguồn thu? Dấu chân các-bon cà phê Robusta Việt Nam, IDH, tháng 3/2019.*
6. Nguyen-Duy, N., Talsma, T., Nguyen, K. T., Do, T. C., D'haeze, D., & Laderach, P., 2018. *Carbon assessment for Robusta coffee production systems in Vietnam: a case study in Dak Lak. International Center for Tropical Agriculture (CIAT). Hanoi, VN. 22 p.*
7. Ketterings, Q.M., Richard, C., Meine van N., Ambagau, Y., Palm, C.A., 2001. *Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above ground tree biomass in mixed secondary forests. Forest Ecology and Management 146 (2001): 199-209.*
8. Ngô Thị Kim Chi, 2019. *Phát thải KNK trong sản xuất cà phê tại Đắk Lắk.*
9. IDH, 2021. *Báo cáo "khảo sát thực trạng sản xuất, canh tác cà phê và cây trồng xen trên địa bàn các xã thuộc huyện Cư M'gar, tỉnh Đắk Lắk".*
10. IDH, 2021. *Báo cáo "khảo sát thực trạng sản xuất, canh tác cà phê và cây trồng xen trên địa bàn các xã thuộc huyện Krông Năng, tỉnh Đắk Lắk".*
11. IPCC (2006), *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.*
12. IPCC, 2019. *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland.*
13. Viện Hóa học các hợp chất thiên nhiên, 2021. *Báo cáo tổng kết Đề tài: Nghiên cứu mức độ và các biện pháp hạn chế phát thải KNK trong sản xuất cà phê tại Đắk Lắk.*