

DẤU VẾT CÁC-BON TRONG SẢN XUẤT GỖ TRÒN, GỖ XẼ VÀ DẪM GỖ TỪ RỪNG TRỒNG KEO Ở VÙNG ĐÔNG BẮC BỘ

Nguyễn Thùy Mỹ Linh¹, Vũ Tấn Phương², Lê Thị Thu Hằng¹,
Hoàng Nguyễn Việt Hoa², Nguyễn Anh Dũng³

¹Viện Nghiên cứu Sinh thái và Môi trường rừng

²Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam,

³Trung tâm Khoa học Lâm nghiệp vùng Trung tâm Bắc Bộ

TÓM TẮT

Lượng phát thải khí nhà kính trên một đơn vị sản phẩm gỗ là một trong những tiêu chí quan trọng hàng đầu trong giám sát, đánh giá tăng trưởng xanh của nhiều quốc gia trên thế giới. Ở Việt Nam, trong bối cảnh nhu cầu tăng cao tiêu thụ nội địa và xuất khẩu các sản phẩm gỗ, tiềm năng phát thải trong hoạt động sản xuất, chế biến sản phẩm gỗ rất cần phải có những tính toán kỹ lưỡng để có những giải pháp kiểm soát và hạn chế kịp thời mới đảm bảo duy trì được vai trò của lâm nghiệp trong tăng hấp thụ và giảm phát thải khí nhà kính của quốc gia. Kết quả điều tra xác định dấu vết các-bon trong kinh doanh rừng trồng keo cho sản phẩm gỗ tròn, gỗ xẻ và dăm gỗ tại các tỉnh vùng Đông Bắc Bộ (Phú Thọ, Tuyên Quang và Quảng Ninh) cho thấy dấu vết các-bon trung bình cho cả vùng là $-0,474 \pm 0,17$ tấn $\text{CO}_2\text{e}/1 \text{ m}^3$ gỗ tròn, $1,914 \pm 0,1$ tấn $\text{CO}_2\text{e}/1 \text{ m}^3$ gỗ xẻ và $0,297 \pm 0,55$ tấn $\text{CO}_2\text{e}/1$ tấn dăm gỗ. Điều này cũng có nghĩa lượng các-bon được lưu trữ trong sản phẩm gỗ không đủ bù đắp lượng phát thải từ các hoạt động sản xuất ra sản phẩm gỗ xẻ và dăm gỗ. Nếu như các hoạt động sản xuất không được tác động và với chu kỳ khai thác ngắn (5 - 7 năm), tỷ lệ gỗ lợi dụng thấp, lượng các-bon tích trữ thấp thì khả năng bù đắp sẽ lại càng thấp hơn. Việc thay đổi công nghệ trong sản xuất cũng như tiêu thụ nhiên liệu hoá thạch trong các khâu sản xuất là giải pháp khó. Vì vậy, kéo dài chu kỳ kinh doanh và năng suất rừng trồng Keo là giải pháp hiệu quả cần được khuyến khích vừa giúp tăng sản lượng gỗ khai thác, chế biến và vừa giúp bù đắp lượng phát thải trong chuỗi sản xuất.

Từ khóa: Dấu vết các-bon, phát thải, rừng trồng keo, tăng trưởng xanh, vùng Đông Bắc

Carbon footprint in production of round wood, sawn-timber and wood chips produced from acacia plantation in the North East region

The amount of greenhouse gas emissions per unit of wood-based product is one of the most important indicators in monitoring and assessing green growth of many countries around the world. In Vietnam, in the context of high demands for domestic consumption and export of wood products, the emission potential in wood production and processing activities requires careful calculations to have solutions to timely control and maintain the role of forestry sector in the targets of the carbon capture and reduction of greenhouse gas emissions of the country. The research results to estimate the carbon footprint in round wood, sawn-timber and wood chips of acacia plantation in the North East region (Phu Tho, Tuyen Quang, Quang Ninh province) indicated that the average carbon footprint for the whole region was -0.474 ± 0.17 ton $\text{CO}_2\text{e}/1 \text{ m}^3$ round wood, 1.914 ± 0.1 ton $\text{CO}_2\text{e}/1 \text{ m}^3$ sawn-timber and 0.297 ± 0.55 ton $\text{CO}_2\text{e}/1$ ton wood chips. This means that the amount of carbon sequestered in wood products is not enough to offset emissions from the production process. The reason may be due to the short harvest cycle (5 - 7 years) with low rate of timber utilization in accordance with low the ability to carbon compensation. Changing technology as well as reduction of fossil fuel consumption in production process is difficult solutions. Instead, increasing the harvesting cycle of acacia plantation is an effective solution that should be encouraged to increase the wood productivity as well as help better offset emissions in the production chain.

Keywords: Carbon footprint, greenhouse gas emissions, acacia plantation, green growth, North East region

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dấu vết các-bon được định nghĩa là “lượng khí nhà kính (KNK) được thể hiện dưới dạng khí CO₂ tương đương (CO_{2e}) phát thải vào bầu khí quyển của một cá nhân, tổ chức, quy trình, sản phẩm hoặc sự kiện trong phạm vi ranh giới cụ thể” (Pandey *et al.*, 2011). Hoặc theo Resolute Forest Product, dấu vết các-bon của một sản phẩm là tổng tất cả lượng phát thải KNK liên quan đến toàn bộ vòng đời của sản phẩm trừ đi lượng khí thải được hấp thụ hoặc tránh được. Đây được coi là một chỉ số quan trọng nhất trong mục tiêu giảm phát thải KNK của nhiều quốc gia. Dựa trên kết quả tính toán dấu vết các-bon, các cơ quan quản lý, doanh nghiệp và cá nhân có thể xác định nguồn phát thải chính và các biện pháp giảm nhẹ ưu tiên.

Sử dụng các sản phẩm gỗ được cho rằng giúp làm giảm lượng phát thải KNK do các-bon được tích lũy lâu năm trong quá trình sinh trưởng và được lưu trữ lâu dài trong các sản phẩm gỗ. Tuy nhiên, phát thải KNK trong quá trình sản xuất chưa được xem xét đầy đủ. Trong nhiều năm gần đây, với mục tiêu phát triển bền vững thương mại lâm sản, phát thải KNK và dấu vết các-bon trong sản xuất gỗ đã bắt đầu được quan tâm nghiên cứu đầu tiên ở các nước EU và Nam Mỹ, thị trường xuất - nhập khẩu gỗ lớn nhất thế giới. Ở các quốc gia có nền công nghiệp gỗ phát triển, việc theo dõi, giám sát và đánh giá phát thải KNK và dấu vết các-bon trong chu trình sản xuất, chế biến các sản phẩm gỗ đã được quan tâm nghiên cứu từ đầu những năm 2000.

Ở Việt Nam, trong 10 năm trở lại đây, dấu vết các-bon đã bắt đầu được quan tâm nghiên cứu để sử dụng trong truy xuất nguồn gốc các sản phẩm nông sản và thủy sản. Đối với ngành lâm nghiệp, cách tiếp cận này mới bắt đầu được thực hiện gần đây trong “Đánh giá vòng đời các-bon các sản phẩm tre chính tại Việt Nam” (Vũ Tấn Phương và Nguyễn Việt Xuân, 2020). Nghiên cứu sản phẩm từ tre với quy trình sản xuất còn đơn giản nhưng kết quả cho thấy lượng phát thải lớn hơn lượng hấp thụ được

tim thấy trong sản phẩm thủ công mỹ nghệ. Do vậy, đối với các sản phẩm gỗ với chu trình sản xuất và chế biến phức tạp hơn, đồng nghĩa với nhiều nguồn gây phát thải hơn và rất có thể tiêu thụ nhiều nguyên, nhiên liệu, năng lượng, điện năng hơn. Trong bối cảnh thúc đẩy sản xuất, chế biến và xuất khẩu lâm sản thì tiềm năng phát thải trong hoạt động sản xuất, chế biến sản phẩm gỗ rất cần phải có những tính toán kỹ lưỡng để có những giải pháp kiểm soát và hạn chế kịp thời mới đảm bảo duy trì được vai trò của lâm nghiệp trong giảm phát thải KNK của quốc gia.

Do nhu cầu tiêu thụ nội địa và đặc biệt là nhu cầu xuất khẩu trong quá trình hội nhập WTO, ngành chế biến lâm sản của Việt Nam đã có những sự chuyển đổi và tăng trưởng mạnh mẽ. Theo Gỗ Việt (2020), năm 2018, cả nước sử dụng trên 42 triệu m³ gỗ quy tròn dùng cho xuất khẩu và tiêu dùng nội địa, gỗ nội địa cung cấp 75%, nhập khẩu trên 25%. Trong 8 tháng năm 2020, giá trị xuất khẩu gỗ và sản phẩm gỗ của Việt Nam sang 5 thị trường trọng điểm gồm Mỹ, Trung Quốc, Hàn Quốc, Nhật Bản và châu Âu đạt khoảng 6,4 tỷ USD, chiếm gần 90% tổng kim ngạch xuất khẩu của tất cả các nước (Cao Thị Cẩm *et al.*, 2020). Cùng với đó, Hiệp định đối tác tự nguyện giữa Việt Nam và Liên minh châu Âu về thực thi Luật Lâm nghiệp, quản trị rừng và thương mại lâm sản (VPA/FLEGT), Hiệp định Thương mại tự do Việt Nam - EU (EVFTA) và các hiệp định thương mại khác đang tạo cơ hội cho ngành chế biến gỗ và lâm sản xuất khẩu phát triển mạnh mẽ. Đi đôi với đó là sự phát triển nhanh chóng diện tích rừng trồng nguyên liệu đáp ứng nhu cầu đầu vào cho ngành công nghiệp gỗ. Chương trình tái cơ cấu ngành lâm nghiệp đã mang lại hiệu quả thiết thực, đến nay, gỗ rừng trồng trong cả nước đã đáp ứng trên 70% nhu cầu nguyên liệu phục vụ chế biến. Nhu cầu ngày càng cao, đòi hỏi doanh nghiệp trồng rừng và các địa phương cần đẩy mạnh hơn nữa diện tích rừng trồng, nâng cao năng suất, chất lượng vùng nguyên liệu lâm sản (Tổng cục Lâm nghiệp, 2020).

Theo số liệu Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (Bộ NN&PTNT, 2020), vùng Đông Bắc Bộ (ĐBB) là vùng có diện tích rừng trồng lớn nhất cả nước với 1.584.315 ha, chiếm 36% tổng diện tích rừng trồng toàn quốc, trong đó Keo là loài cây trồng chủ lực với 0,77 triệu ha (chiếm 48,6% diện tích rừng trồng của toàn vùng). Tính đến năm 2020, sản lượng gỗ keo khai thác tại vùng ĐBB ước tính đạt trên 15,5 triệu m³ (Tô Xuân Phúc *et al.*, 2021), trong đó các sản phẩm gỗ chủ yếu là dăm gỗ và gỗ xẻ cung cấp cho thị trường tiêu thụ nội địa và xuất khẩu sang các nước châu Âu, Đông Bắc Á và Bắc Mỹ.

Xuất phát từ các bối cảnh trên, lượng phát thải KNK và dấu vết các-bon cho một đơn vị sản phẩm gỗ tròn, gỗ xẻ và dăm gỗ tại một số tỉnh vùng ĐBB được tính toán và phân tích. Đây là một trong các kết quả của nhiệm vụ “*Điều tra, thu thập số liệu và xây dựng cơ sở dữ liệu nền phục vụ giám sát đánh giá tăng trưởng xanh ngành Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*” do Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam chủ trì thực hiện trong năm 2020. Kết quả nghiên cứu chỉ ra tổng lượng phát thải, phát thải thuần trong chuỗi sản xuất và dấu vết các-bon trong

một đơn vị sản phẩm gỗ tròn, gỗ xẻ và dăm gỗ, trên cơ sở đó đề xuất các giải pháp tác động phù hợp đảm bảo tăng trưởng xanh và bền vững cho sản xuất, chế biến gỗ của vùng ĐBB cũng như của cả nước.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

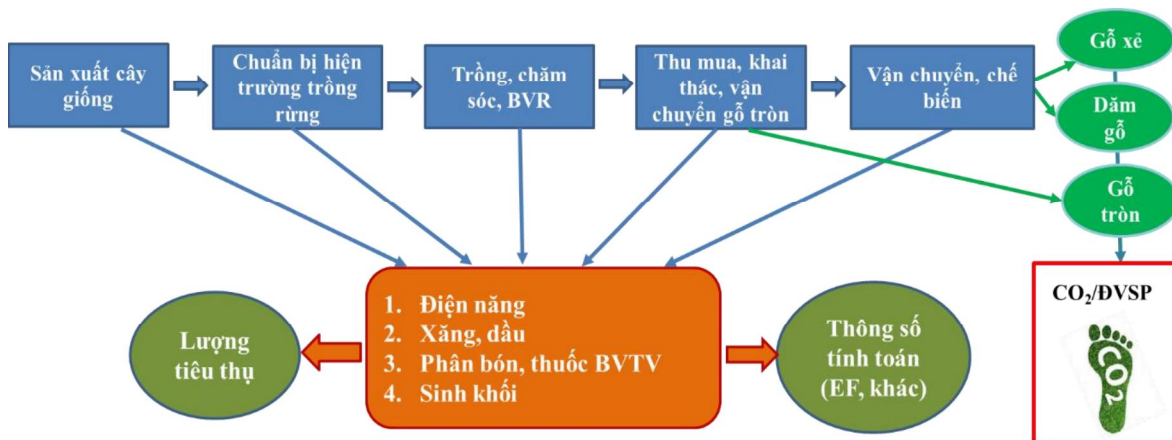
2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nghiên cứu thực hiện đối với các sản phẩm gỗ tròn, gỗ xẻ và dăm gỗ từ rừng trồng keo tại 3 tỉnh Phú Thọ, Tuyên Quang và Quảng Ninh thuộc vùng Đông Bắc Bộ. Các hoạt động gây phát thải KNK được phân tích từ khâu sản xuất cây giống; chuẩn bị hiện trường; trồng, chăm sóc và bảo vệ rừng (BVR); khai thác, thu mua và vận chuyển gỗ tròn; vận chuyển và chế biến gỗ xẻ và dăm gỗ thành phẩm.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Xác định phạm vi tính toán

Phạm vi tính toán bao gồm các hoạt động liên quan đến quá trình sản xuất ra sản phẩm gỗ tròn, gỗ xẻ và dăm gỗ rừng trồng keo. Các hoạt động dưới đây (hình 1) được xem xét tính toán phát thải KNK.



Hình 2. Phạm vi tính toán dấu vết các-bon sản phẩm gỗ keo

Theo đó, phạm vi tính toán dấu vết các-bon của các sản phẩm gỗ keo như sau:

Dấu vết các-bon sản phẩm gỗ tròn được tính toán là tổng lượng phát thải KNK (lượng

CO_{2e} phát thải trên 1 m³ gỗ tròn) trong tất cả các hoạt động từ khâu sản xuất cây giống (vườn ươm), đến chuẩn bị hiện trường trồng rừng; trồng, chăm sóc và BVR; thu mua,

khai thác và vận chuyển gỗ tròn (từ cửa rừng đến bãi tập kết).

Dấu vết các-bon sản phẩm gỗ xẻ được tính toán là tổng lượng phát thải KNK (lượng CO_{2e} phát thải trên 1 m³ gỗ xẻ) trong tất cả các hoạt động từ khâu sản xuất cây giống (vườn ươm), đến chuẩn bị hiện trường trồng rừng; trồng, chăm sóc và bảo vệ rừng; thu mua, khai thác và vận chuyển gỗ tròn từ cửa rừng tới bãi tập kết và vận chuyển gỗ tròn từ bãi tập kết tới cơ sở chế biến và hoạt động sản xuất tạo ra gỗ xẻ thành phẩm.

Dấu vết các-bon sản phẩm dăm gỗ được tính toán là tổng lượng phát thải KNK (lượng CO_{2e} phát thải trên 1 tấn dăm gỗ) trong tất cả các hoạt động từ khâu sản xuất cây giống (vườn ươm), đến chuẩn bị hiện trường trồng rừng;

trồng, chăm sóc và bảo vệ rừng; thu mua, khai thác và vận chuyển gỗ tròn từ cửa rừng tới bãi tập kết và vận chuyển gỗ tròn từ bãi tập kết tới cơ sở chế biến và hoạt động sản xuất tạo ra dăm gỗ thành phẩm.

2.2.2. Điều tra, thu thập số liệu

Sử dụng phiếu hỏi và phiếu điều tra để thu thập thông tin. Phiếu điều tra được thiết kế và thử nghiệm trước khi triển khai điều tra chính thức. Các thông tin thu thập cho từng đối tượng điều tra liên quan đến lượng tiêu thụ nguyên nhiên vật liệu đầu vào trong các khâu sản xuất, như sử dụng điện năng, xăng, dầu, phân bón, thuốc bảo vệ thực vật (BVTV) và đốt sinh khối. Dung lượng mẫu theo các khâu sản xuất như sau:

Bảng 1. Dung lượng mẫu điều tra, thu thập thông tin theo các khâu sản xuất

Các khâu sản xuất	Dung lượng mẫu	Mô tả
1. Sản xuất cây giống	30 phiếu (10 phiếu/tỉnh, 3 tỉnh)	Phòng vấn chủ rừng là cá nhân và tổ chức với quy mô sản xuất cây giống khác nhau (Nhỏ: < 0,5 triệu cây/năm; Trung bình: 0,5 - 1,0 triệu cây/năm và Lớn: > 1,0 triệu cây/năm) ¹
2. Chuẩn bị hiện trường	240 phiếu sinh khối (80 phiếu/tỉnh); 60 phiếu điều tra xử lý thực bì (20 phiếu/tỉnh, 3 tỉnh)	- Điều tra sinh khối: Lập ô tiêu chuẩn diện tích 100 m ² (10 × 10m) theo phương pháp ngẫu nhiên điển hình tại hiện trường chuẩn bị trồng rừng. - Phòng vấn chủ rừng là cá nhân và tổ chức thu thập thông tin về xử lý thực bì.
3. Trồng, chăm sóc và BVR	60 phiếu (20 phiếu/tỉnh, 3 tỉnh)	Phòng vấn chủ rừng là cá nhân và tổ chức với quy mô trồng rừng khác nhau.
4. Khai thác, thu mua và vận chuyển	15 phiếu (5 phiếu/tỉnh, 3 tỉnh)	Phòng vấn cá nhân và tổ chức với quy mô thu mua, khai thác và vận xuất khác nhau.
5. Chế biến gỗ xẻ và dăm gỗ	15 phiếu (5 phiếu/tỉnh, 3 tỉnh)	Phòng vấn cá nhân và doanh nghiệp với quy mô chế biến khác nhau.

¹ Quyết định số 3588/QĐ-BNN-KNCN ngày 03/9/2022 về Ban hành Tiêu chuẩn vườn ươm giống cây lâm nghiệp.

2.2.3. Phân tích, tính toán phát thải và dấu vết các-bon

2.2.3.1. Nhập và xử lý số liệu

Thông tin, số liệu đầu vào được rà soát để đảm bảo các thông tin đầy đủ và loại bỏ các lỗi ghép trong quá trình điều tra và được nhập vào file Excel. Tính toán số liệu trung bình và biến động của các số liệu điều tra và tổng hợp số liệu theo từng khâu sản xuất sử dụng các công cụ trong Excel.

2.2.3.2. Tính toán phát thải KNK trong các khâu sản xuất

Phương pháp tiếp cận: Đánh giá vòng đời các-bon (LCA) theo ISO và hướng dẫn của IPCC (2006). Tính toán phát thải trong các hoạt động sản xuất lâm nghiệp điều tra liên quan đến tính toán phát thải do sử dụng nguyên liệu đầu vào (điện, xăng, dầu), sử dụng phân bón, thuốc BVTV và đốt sinh khối. Trong từng khâu sản xuất, tính toán các nguồn phát thải dưới đây:

Tính phát thải từ sử dụng nhiên liệu hoá thạch (xăng, dầu):

$$\text{Phát thải (CO}_2\text{e)} = C \times EF \quad (1)$$

Trong đó: C là lượng tiêu thụ và EF là hệ số phát thải xăng/dầu theo bảng 2, IPCC (2006).

Tính phát thải từ sử dụng điện năng:

$$\text{Phát thải (CO}_2\text{e)} = \text{Lượng tiêu thụ} \times EF \quad (2)$$

Trong đó: Lượng tiêu thụ trong quá trình sản xuất tính bằng kwh; EF là hệ số phát thải điện năng tính bằng hệ số phát thải lưới điện của Việt Nam năm 2017 (Cục Biến đổi khí hậu, 2019).

Tính phát thải từ sử dụng phân bón và thuốc BVTV:

$$\text{Phát thải (CO}_2\text{e)} = \text{Lượng phân bón/thuốc BVTV sử dụng} \times EF \quad (3)$$

Trong đó: Lượng phân bón sử dụng (theo chủng loại) tính bằng tấn; EF là hệ số phát thải phân bón/thuốc BVTV: Hệ số phát phân bón theo bảng 13, trang 14, Kool và đồng tác giả (2012) và hệ số phát thải thuốc BVTV theo FAO (2017).

Phát thải do đốt sinh khối trong bước xử lý thực bì trồng rừng và đốt sinh khối (phế phẩm) trong chế biến gỗ:

Điều tra sinh khối tại hiện trường chuẩn bị trồng rừng: Lập ô tiêu chuẩn 100 m² (10 × 10 m) theo phương pháp ngẫu nhiên điển hình. Đối với hiện trường trồng rừng chưa phát thực bì, cắt và cân toàn bộ khối lượng thực bì tươi trên mặt đất chưa được phát dọn (kg/100 m²). Đối với hiện trường trồng rừng đã phát thực bì (chưa đốt), điều tra thông tin về thời gian phát thực bì, cắt, gom và cân toàn bộ khối lượng thực bì đã phát (kg/100 m²). Đối với hiện trường đã phát và đốt thực bì, điều tra thông tin về tỷ lệ cháy ước tính (%) và cân khối lượng thực bì còn lại sau khi đốt (kg/100 m²). Hệ số quy đổi sinh khối tươi sang sinh khối khô là 0,50 (IPCC, 2006).

$$\text{Phát thải (CO}_2\text{e)} = A \times MB \times Cf \times Gef \times 10^{-9} \quad (4)$$

Trong đó: A là diện tích cháy (ha); MB là khối lượng nhiên liệu sẵn có cho việc đốt cháy (tấn

khô/ha) xác định từ điều tra sinh khối tại hiện trường; Cf là hiệu suất cháy (hoặc tỷ lệ sinh khối đốt bị đốt cháy) lấy theo hệ số mặc định 0,59 (g CO₂/kg sinh khối khô) (IPCC, 2006); Gef là hệ số phát thải lấy theo hệ số mặc định 1.580 g/kg sinh khối khô) (IPCC, 2006).

Việc sử dụng sinh khối (đốt sinh khối) trong các khâu sản xuất tạo ra sản phẩm gỗ, chỉ khí các-bon đi-ô-xít được tính toán. Các khí nhà kính khác như CH₄, CO và NO_x có phát sinh trong quá trình đốt sinh khối, nhưng không đáng kể và không tính toán.

$$\text{Phát thải (CO}_2\text{e)} = \text{sinh khối khô} \times \text{hệ số cháy} \times 0,47 \times 44/12 \quad (5)$$

Trong đó: Sinh khối khô tính bằng tấn; Hệ số cháy với đốt sinh khối làm năng lượng tại nhà máy là 1,0; 0,47 là hệ số các-bon trong sinh khối khô; và 44/12 là hệ số quy đổi từ các-bon nguyên tử sang các-bon đi-ô-xít.

Tính lượng các-bon lưu trữ trong sản phẩm gỗ tròn, gỗ xẻ và dăm gỗ:

$$\text{Lượng các-bon lưu trữ (tấn CO}_2\text{e)} = 1 \text{ đơn vị sản phẩm} \times D \times CF \times 44/12 \quad (6)$$

Trong đó: 1 đơn vị sản phẩm của gỗ tròn và gỗ xẻ tính bằng m³, gỗ dăm tính bằng tấn; D là khối lượng thể tích gỗ tròn, gỗ xẻ, gỗ dăm; CF là hệ số các-bon trong sinh khối tính bằng 0,47 (IPCC, 2006); 44/12 là hệ số quy đổi từ các-bon nguyên tử sang các-bon đi-ô-xít.

2.2.3.3. Tính toán dấu vết các-bon của sản phẩm gỗ

Dấu vết các-bon trong sản xuất ra 1 m³ gỗ tròn tính bằng công thức sau:

$$CF_{rw} = E_{cg} + E_{tr} + E_{kt} - CS_{rw} \quad (7)$$

Trong đó: CF_{rw} là dấu vết các-bon tính cho 1 m³ gỗ tròn, tính bằng tấn CO₂e/m³ gỗ; E_{cg} là phát thải tính trung bình cho 1.000 cây giống sản xuất; phát thải tính cho 1 ha dựa trên mật độ trồng rừng (bao gồm cả trồng dặm) tính bằng tấn CO₂e/1 ha; E_{tr} là phát thải tính trung bình cho 1 ha rừng được trồng, chăm sóc và

bảo vệ đến thời điểm khai thác (tấn CO₂/1 ha); Ekt là phát thải tính cho khai thác, vận chuyển đến bãi tập kết (bãi giao) tính trung bình cho 1 ha rừng khai thác (tấn CO₂/1 ha) và quy đổi ra 1 m³ gỗ khai thác (tấn CO₂/1m³); và CSrw là lượng các-bon lưu trữ trong 1 m³ gỗ tròn (tấn CO₂/m³) tính toán theo công thức (6) nêu trên.

Dấu vết các trong sản xuất ra 1 m³ gỗ xẻ tính theo công thức sau:

$$CFsw = CFrw + Ep - CSsw \tag{8}$$

Trong đó: CFsw là dấu vết các-bon tính cho 1 m³ gỗ xẻ, tính bằng tấn CO₂/m³; CFrw là dấu vết các-bon của 1 m³ gỗ tròn, tính bằng tấn CO₂/m³; Ep là phát thải khí nhà kính xác định cho toàn bộ quá trình chế biến ra 1 m³ gỗ xẻ, tính bằng tấn CO₂/m³; CSsw là lượng các-bon lưu trữ xác định trong 1 m³ gỗ xẻ theo công thức (6) nêu trên.

Dấu vết các trong sản xuất ra 1 tấn dăm gỗ xẻ tính theo công thức sau:

$$CFwc = CFrw + Ewc - CSwc \tag{9}$$

Trong đó: CFwc là dấu vết các-bon tính cho 1 tấn dăm gỗ, tính bằng tấn CO₂/tấn dăm gỗ; CFrw là dấu vết các-bon của 1 m³ gỗ tròn, tính bằng tấn CO₂/m³ gỗ tròn; Ewc là phát thải khí nhà kính xác định cho toàn bộ quá trình chế biến ra 1 m³ gỗ xẻ, tính bằng tấn CO₂/m³ gỗ xẻ; và CSwc là lượng các-bon lưu trữ xác định trong 1 tấn dăm gỗ tại công thức công thức (6) nêu trên.

III. KẾT QUẢ

3.1. Thông tin đầu vào tính toán phát thải KNK

3.1.1. Khâu sản xuất cây giống

Vườn ươm điều tra ở tỉnh Phú Thọ nhân giống keo từ vật liệu cành hom và hạt (trung bình 400.000 cây/năm). Trong khi đó, vườn ươm ở tỉnh Tuyên Quang và Quảng Ninh chỉ sản xuất giống keo từ vật liệu hạt. Công suất sản xuất giống keo từ hạt bình quân tỉnh Tuyên Quang cũng tương đương với Phú Thọ là 400.000 cây/năm. Tuy nhiên, công suất sản xuất giống Keo từ hạt ở Quảng Ninh lớn hơn nhiều so với hai tỉnh còn lại (bình quân 1,4 triệu cây/năm). Kích thước túi bầu sử dụng phổ biến ở cả 3 tỉnh là 7 × 12 cm.

Theo kết quả điều tra, nguồn gây phát thải KNK trong khâu sản xuất cây giống keo được xác định bao gồm: Lượng tiêu thụ xăng, dầu cho vận chuyển nguyên, vật liệu (đất đóng bầu, túi bầu, phân bón) và đi lại của công nhân; lượng tiêu thụ điện năng cho hệ thống tưới nước và thiết bị chiếu sáng và lượng tiêu thụ phân bón và thuốc BVTV. Xăng, dầu không được sử dụng do không sử dụng máy phát điện. Số liệu đầu vào lượng tiêu thụ xăng, dầu, điện năng, phân bón và thuốc BVTV được tổng hợp ở bảng 2.

Bảng 2. Thông tin đầu vào tính toán phát thải KNK trong khâu sản xuất cây giống keo

Nguồn phát thải KNK	Giá trị trung bình
Tiêu thụ xăng (lít/1.000 cây)	
- Vận chuyển túi bầu	0,00222 ± 0,0026
- Vận chuyển phân bón và thuốc BVTV	0,00021 ± 0,0002
- Đi lại của người lao động (xe máy)	0,00025 ± 0,00015
Tiêu thụ dầu (lít/1.000 cây)	
- Vận chuyển đất đóng bầu	0,24799 ± 0,1589
- Vận chuyển túi bầu	0,0048 ± 0,004
- Vận chuyển phân bón và thuốc BVTV	0,00031 ± 0,0002
Tiêu thụ điện năng (kwh/1.000 cây)	
- Tiêu thụ điện năng cho các hoạt động vườn ươm (tưới nước, chiếu sáng v.v...)	1,0517 ± 0,238
Tiêu thụ phân bón (kg/1.000 cây)	
- Đạm	0,01584 ± 0,0046
- NPK	0,6373 ± 0,1340
Tiêu thụ thuốc BVTV (kg a.i/1000 cây)	0,0035 ± 0,0017

Để tính toán nguồn phát thải do sử dụng xăng, dầu trong vận chuyển đất đóng bầu, túi bầu, phân bón, thuốc BVTV và đi lại của công nhân, thông số đầu vào quan trọng là cự ly vận chuyển, loại phương tiện hoặc tải trọng, loại nhiên liệu sử dụng và khối lượng vận chuyển hoặc số lượt vận chuyển. Tuy nhiên, chủ yếu là nhiên liệu tiêu hao cho vận chuyển đất đóng bầu. Loại nhiên liệu sử dụng cho các phương tiện vận chuyển là xăng RON 92 và dầu DO 0,005S. Theo kết quả điều tra, tính toán các phương tiện sử dụng nhiên liệu dầu là chủ yếu và lượng tiêu thụ dầu lớn nhất tính toán được là ở tỉnh Quảng Ninh (0,333 lít/1.000 cây) chủ yếu là do cự ly vận chuyển đất và túi bầu lớn hơn các tỉnh khác.

Điện năng sử dụng cho các hoạt động vườn ươm ở tất cả các tỉnh đều phục vụ > 80% cho hoạt động tưới cây và gần 20% còn lại cho thắp sáng và sử dụng máy sàng đất. Lượng tiêu thụ điện năng tính cho một đơn vị FU 1.000 cây ở tỉnh Phú Thọ (1,217 kwh/1.000 cây) là do nhu cầu tưới nước cho nhân hơn lớn hơn nhân hạt.

Loại phân bón sử dụng chủ yếu ở tất cả các vườn ươm là phân NPK với chủng loại và tỷ lệ khác nhau. NPK sử dụng trong vườn ươm ở tỉnh Phú Thọ và Tuyên Quang đều là NPK Lâm Thao 12:5:10 hoặc 16:6:8, vườn ươm ở tỉnh Quảng Ninh sử dụng NPK Lâm Thao, Bình Điền và Long An. Liều lượng sử dụng NPK/1000 cây khác nhau không đáng kể giữa các tỉnh điều tra. Ngoài NPK, một số vườn ươm ở tỉnh Phú Thọ còn sử dụng Đạm Ure và phân chuồng hoai.

Thuốc BVTV sử dụng ở vườn ươm tỉnh Tuyên Quang và Quảng Ninh chủ yếu là thuốc nấm Alvin (gói 20 ml) và Can su (gói 100 g). Trong khi đó, do nhân giống bằng hom cành nên vườn ươm ở tỉnh Phú Thọ sử dụng nhiều loại thuốc BVTV như Bifentox 30ND (chai 100 ml), kích thích rễ N3M (lọ 100 g); Manozeb 80WP

(gói 1 kg), Antrocol 70WG (gói 100 g); Motox 3EC (gói 10 ml); Root King (lọ 20 ml). Tuy nhiên, lượng thuốc BVTV sử dụng trong vườn ươm tại các tỉnh điều tra đều rất nhỏ (< 0,1 kg a.i/1.000 cây) nên nhiên liệu tiêu thụ cho vận chuyển thuốc BVTV không được tính đến.

3.1.2. Khâu chuẩn bị hiện trường trồng rừng

Các nguồn gây phát thải KNK trong hoạt động chuẩn bị hiện trường trồng rừng keo theo kết quả điều tra được xác định bao gồm: Đốt sinh khối trong quá trình xử lý thực bì; tiêu thụ xăng sử dụng máy phát cỏ và đi lại của nhân công phát dọn thực bì. Số liệu đầu vào tổng hợp từ kết quả điều tra, thu thập thông tin ở bảng 3.

Bảng 3. Thông tin đầu vào tính toán phát thải KNK trong chuẩn bị hiện trường trồng rừng keo

Nguồn phát thải KNK	Giá trị trung bình
Đốt sinh khối	
- Ước tính tỷ lệ diện tích đốt (%)	63,5975 ± 41,956
- Diện tích cháy (A)	1,8999 ± 2,231
- L cháy (g CO _{2e} /ha)	162,403 ± 190,660
Tiêu thụ xăng (lít/ha)	
- Sử dụng máy cắt cỏ	2,500 ± 0,4830
- Đi lại của người lao động	0,5616 ± 0,5583

Phát thải KNK do đốt sinh khối trong khâu chuẩn bị hiện trường trồng rừng liên quan đến sinh khối vật liệu đốt cháy và tỷ lệ cháy. Theo kết quả điều tra về biện pháp áp dụng trong xử lý thực bì tại các tỉnh điều tra, 71,2% chủ rừng áp dụng biện pháp xử lý thực bì có đốt, trong đó chủ yếu là phát đốt toàn diện (64,4%), còn lại 3,3% là phát toàn diện nhưng đốt một phần và 3,3% phát một phần và đốt một phần. Chỉ có khoảng 28,8% chủ rừng áp dụng biện pháp phát toàn diện nhưng không đốt. Biện pháp xử lý thực bì không đốt thường được áp dụng ở các khu rừng được cấp hoặc đăng ký cấp

chứng chỉ FSC. Tuy nhiên, khi điều tra thực tế, ở một số nơi chủ rừng vẫn tiến hành đốt một phần và có kiểm soát.

Theo kết quả điều tra ở tỉnh Phú Thọ và Tuyên Quang, xử lý thực bì được tiến hành theo biện pháp thủ công, không sử dụng máy cắt cỏ. Trong khi đó, ở tỉnh Quảng Ninh, máy cắt cỏ được sử dụng phổ biến trong xử lý thực bì là máy có động cơ 2 thì, định mức sử dụng 2 ca máy/ha và định mức tiêu thụ nhiên liệu ước tính 2,06 lít xăng/ha. Loại xăng sử dụng cho máy cắt cỏ là xăng RON 92 và 1 ca máy là 7 tiếng.

Nhân công phát dọn thực bì ở các tỉnh điều tra di chuyển chủ yếu bằng xe máy, 2 - 3 người/xe. Nhiên liệu sử dụng cho xe máy là xăng RON 92. Định mức công phát dọn thực bì bao gồm công sử dụng máy cắt cỏ và cắt thủ công.

3.1.3. Khâu trồng, chăm sóc và bảo vệ rừng

Các tỉnh điều tra tại vùng ĐBB trồng phổ biến keo lai và Keo tai tượng với mật độ trồng rừng trung bình tại Phú Thọ là 2.000 cây/ha, tại Tuyên Quang là 1.660 cây/ha và tại Quảng Ninh là 3.600 cây/ha. Chu kỳ kinh doanh keo bình quân ở Phú Thọ và Tuyên Quang là 7 năm, trong khi, chu kỳ kinh doanh keo bình quân ở tỉnh Quảng Ninh chỉ là 5 năm. Theo kết quả điều tra, các nguồn gây phát thải KNK trong khâu trồng, chăm sóc và BVR được xác định bao gồm: tiêu thụ xăng, dầu trong vận chuyển nguyên, vật liệu trồng rừng (cây giống, phân bón trồng ban đầu và trồng dặm), sử dụng máy cắt cỏ trong phát chăm sóc và đi lại của nhân công trồng, chăm sóc, BVR và lượng tiêu thụ phân bón NPK. Số liệu đầu vào tổng hợp từ kết quả điều tra, thu thập thông tin ở bảng 4.

Bảng 4. Thông tin đầu vào tính toán phát thải KNK trong trồng, chăm sóc và BVR

Nguồn phát thải KNK	Giá trị trung bình
Tổng tiêu thụ xăng (lít/ha)	6,0796 ± 2,624
Tổng tiêu thụ dầu (lít/ha)	0,7835 ± 0,456
Tổng tiêu thụ phân NPK (kg/ha)	260,823 ± 74,115

Lượng tiêu thụ nhiên liệu xăng, dầu chủ yếu từ hoạt động vận chuyển cây giống và phân bón trồng rừng. Thực tế phân bón sử dụng trong trồng rừng (trồng ban đầu và trồng dặm) được vận chuyển cùng khâu trồng rừng. Do vậy, phát thải KNK trong vận chuyển ước tính chung cho hai loại nguyên liệu này. Phương tiện sử dụng trong vận chuyển thông thường là xe tải với tải trọng 3 - 13 tấn. Ngoài ra, máy cày và xe máy cũng được sử dụng để vận chuyển cự ly gần hoặc từ bìa rừng vào vị trí trồng rừng khó đi chuyển bằng xe tải. Tùy loại phương tiện, nhiên liệu tiêu thụ bao gồm cả

xăng RON 92 và dầu DO 0,05S. Lượng xăng tiêu thụ cũng được tính toán cho hoạt động chăm sóc tại tỉnh Tuyên Quang và Quảng Ninh do sử dụng máy cắt cỏ, loại động cơ 2 hoặc 4 thì. Khâu đào hố trồng rừng ở các tỉnh đều là thủ công, không sử dụng máy móc.

Phân bón sử dụng trong trồng rừng chủ yếu là NPK với tỷ lệ khác nhau, phổ biến là NPK Bình Điền tỷ lệ 5:10:3 hoặc NPK đầu trâu, NPK tỷ lệ 10:10:5 hoặc 16:16:3. Hoạt động chăm sóc bao gồm trồng dặm (10 - 15% tùy thuộc vào tỷ lệ chết) và bón thúc (khoảng 30% lượng phân bón ban đầu).

Thuốc BVTV hầu như không được sử dụng tại các tỉnh điều tra, chỉ sử dụng vào một số năm có dịch bệnh.

3.1.4. Khâu khai thác, thu mua và vận chuyển gỗ tròn

Theo kết quả điều tra, sản lượng khai thác bình quân của các cơ sở thu mua, khai thác và vận chuyển gỗ tròn là 110 m³ gỗ tròn/ha/năm ở tỉnh Phú Thọ, 90 m³ gỗ tròn/ha/năm ở tỉnh Tuyên Quang và Quảng Ninh. Chiều dài bình quân gỗ tròn thu mua là 2 m đối với tỉnh Phú Thọ và Tuyên Quang và 2,6 m đối với tỉnh Quảng Ninh. Phần lớn gỗ tròn chủ yếu được thu mua từ chủ rừng là cá nhân và hộ gia đình ở tỉnh Phú Thọ (73%) và Quảng Ninh (93%), trong khi gỗ thu mua chủ yếu từ các chủ rừng là tổ chức ở tỉnh Tuyên Quang (53%).

Nguồn phát thải KNK trong khâu khai thác, thu mua và vận chuyển gỗ tròn ở các tỉnh điều tra chủ yếu là lượng tiêu thụ xăng trong sử dụng cưa xăng, vận chuyển gỗ tròn từ cửa rừng đến điểm tập kết và đi lại của nhân công khai thác. Tổng lượng xăng tiêu thụ trung bình cho toàn vùng là 0,15005 ± 0,099 lít/m³ gỗ tròn.

Cưa sử dụng trong khai thác phổ biến là cưa sử dụng nhiên liệu xăng pha nhớt (xăng RON 92 và dầu nhớt 4T). Nhân công sử dụng cưa để cắt cây, cắt cành, cắt khúc theo quy cách và có thể bao gồm bóc vỏ tại hiện trường. Đối với cự ly gần < 10 km nhân công đi về trong ngày. Gỗ tròn sau khi khai thác được tập kết ngay tại cửa rừng. Phương tiện vận chuyển chủ yếu là Máy cày JOHNDEERE, sử dụng xăng RON 92.

3.1.5. Khâu chế biến gỗ xẻ và dăm gỗ

Khâu này bao gồm hoạt động vận chuyển gỗ tròn tới cơ sở chế biến và hoạt động chế biến ra sản phẩm gỗ xẻ và dăm gỗ thành phẩm. Hoạt động chế biến gỗ xẻ chỉ được điều tra tại tỉnh Phú Thọ. Các tỉnh Tuyên Quang và Quảng Ninh chủ yếu là các cơ sở chế biến dăm gỗ nên chế biến gỗ xẻ không được điều tra ở hai tỉnh này. Theo kết quả điều tra, các nguồn phát thải KNK bao gồm: Tiêu thụ xăng, dầu vận chuyển gỗ đến cơ sở chế biến, vận hành máy móc trong chế biến, đi lại của nhân công; tiêu thụ điện năng trong vận hành máy móc, nhà xưởng và đốt sinh khối trong chế biến (bảng 5).

Bảng 5. Thông tin đầu vào tính toán phát thải KNK hoạt động vận chuyển và chế biến sản phẩm gỗ xẻ và dăm gỗ

Nguồn phát thải KNK	Giá trị trung bình
Chế biến gỗ xẻ	
- Lượng dầu sử dụng cho vận chuyển đến cơ sở chế biến gỗ xẻ (lít/m ³ gỗ xẻ)	0,6283 ± 0,2102
- Lượng điện năng tiêu thụ (kwh/m ³ gỗ xẻ)	3,8978 ± 4,008
- Lượng dầu tiêu thụ (lít/m ³ gỗ xẻ)	1,0340 ± 0,6797
Chế biến dăm gỗ	
- Lượng dầu sử dụng cho vận chuyển đến cơ sở chế biến dăm gỗ (lít/tấn dăm gỗ)	0,4303 ± 0,262
- Lượng điện năng tiêu thụ (kwh/tấn dăm gỗ)	4,4936 ± 3,202
- Lượng dầu tiêu thụ (lít/tấn dăm gỗ)	0,1867 ± 0,087
- Đốt sinh khối (tấn/tấn dăm gỗ)	0,07402 ± 0,0

Theo kết quả điều tra, trong 3 năm trở lại đây (2017, 2018, 2019) sản lượng gỗ xẻ bình quân 150.000 m³/năm và sản lượng dăm gỗ bình quân là 22.500 tấn/năm. Tỷ lệ lợi dụng gỗ là 45 - 50% trong chế biến gỗ xẻ và 80 - 90% trong chế biến dăm gỗ. Ở các tỉnh vùng ĐBB, phế, phụ phẩm sau chế biến gỗ chỉ 7% sử dụng đốt vệ sinh làm sạch (Phú Thọ), 3% làm củi đun, còn lại bán trực tiếp cho các đơn vị thu mua.

Phương tiện sử dụng phổ biến trong vận chuyển gỗ tròn đến cơ sở chế biến là các loại xe Cửu Long, Chiến Thắng, Hoa Mai loại tải trọng 3 - 5 tấn hoặc 6 - 12 tấn. Nhiên liệu sử dụng là dầu DO 0,005S. Lượng phát thải KNK phụ thuộc vào công suất vận chuyển thực tế và cự ly vận chuyển.

Các loại máy móc, thiết bị sử dụng trong chế biến gỗ xẻ ở tỉnh Phú Thọ bao gồm máy xẻ đứng hoặc xẻ nằm (sử dụng năng lượng điện), máy gập gỗ và xe nâng (sử dụng năng lượng dầu). Các loại máy móc, thiết bị sử dụng trong chế biến dăm gỗ ở cả 3 tỉnh bao gồm máy băm dăm, máy sàng và băng tải (sử dụng năng lượng điện).

3.2. Phát thải KNK và dấu vết các-bon sản phẩm gỗ tròn, gỗ xẻ và dăm gỗ

Theo kết quả tính toán ở bảng 6, tổng lượng phát thải KNK trong quy trình sản xuất ra 1 m³ gỗ tròn trung bình của vùng ĐBB là 0,560 ± 0,16 tấn CO_{2e}/1 m³ gỗ tròn. Lượng phát thải trong hoạt động khai thác, vận chuyển được xác định gây phát thải chủ yếu (56%), sau đó đến phát thải từ hoạt động trồng, chăm sóc và bảo vệ rừng (26%), hoạt động chuẩn bị hiện trường bao gồm xử lý thực bì và đốt sinh khối chiếm 17% tổng lượng phát thải và chỉ 1% lượng phát thải từ hoạt động sản xuất cây

giống. Theo cơ cấu nguồn phát thải, 90% phát thải là do sử dụng xăng, dầu; 8% từ đốt sinh khối và 2% từ sử dụng phân bón và thuốc BVTV. Phát thải từ sử dụng năng lượng điện là không đáng kể.

Với lượng các-bon lưu trữ trong 1 m³ gỗ tròn ước tính bằng 1,034 tấn CO_{2e}/1 m³ gỗ tròn, phát thải thuần tương ứng trong quy trình sản xuất gỗ tròn trung bình cho vùng ĐBB cho giá trị âm là -0,474 ± 0,167 tấn CO_{2e}/1 m³ gỗ tròn. Đây cũng chính là dấu vết các-bon của sản phẩm gỗ tròn (bảng 6).

Đối với gỗ xẻ, tổng lượng phát thải KNK trong quy trình sản xuất gỗ xẻ trung bình vùng ĐBB là 2,540 ± 0,55 tấn CO_{2e}/1 m³ gỗ xẻ. Lượng phát thải KNK trong quy trình sản xuất gỗ xẻ rừng trồng keo ở các tỉnh điều tra chủ yếu trong khâu vận chuyển đến cơ sở chế biến (65%), phát thải trong khâu chế biến trong nhà máy chỉ chiếm 35%. Do phần lớn phát thải trong khâu vận chuyển nên phát thải từ sử dụng xăng, dầu chiếm 99%. Điện năng sử dụng trong hoạt động chế biến lớn, tuy nhiên hệ số phát thải của điện năng rất nhỏ nên lượng phát thải từ nguồn này là không đáng kể. Từ đó cũng có thể thấy, việc sử dụng điện năng thay vì xăng, dầu trong vận hành máy móc chế biến cũng là một giải pháp giúp giảm phát thải KNK trong chế biến gỗ xẻ. Lượng các-bon lưu trữ trong sản phẩm gỗ xẻ được ước tính bằng 1,034 tấn CO_{2e}/1 m³ gỗ xẻ. Theo đó, lượng phát thải thuần trong quy trình sản xuất 1 m³ gỗ xẻ được ước tính trung bình cho vùng ĐBB là 1,506 ± 0,0 tấn CO_{2e}/1 m³ gỗ xẻ. Dấu vết các-bon cho sản phẩm gỗ xẻ được tính trung bình vùng ĐBB là 1,914 ± 0 tấn CO_{2e}/1 m³ gỗ xẻ (bảng 6).

Bảng 6. Tổng lượng phát thải, phát thải thuần và dấu vết các-bon sản phẩm gỗ tròn, gỗ xẻ và dăm gỗ rừng trồng keo

Phát thải KNK	ĐVT	Giá trị trung bình
I - Phát thải KNK theo quy trình sản xuất sản phẩm gỗ keo		
Phát thải KNK trong sản xuất 1 m³ gỗ tròn	tấn CO _{2e} /1 m ³ gỗ tròn	0,560
1. Sản xuất cây giống		0,012
2. Chuẩn bị hiện trường		0,016
3. Trồng, chăm sóc và bảo vệ rừng		0,185
4. Khai thác, thu mua và vận chuyển		0,347
Phát thải KNK trong sản xuất 1 m³ gỗ xẻ	tấn CO _{2e} /1 m ³ gỗ xẻ	2,540
1. Vận chuyển tới cơ sở chế biến gỗ xẻ		1,662
2. Chế biến gỗ xẻ		0,878
Phát thải KNK trong sản xuất 1 tấn dăm gỗ	tấn CO _{2e} /1 tấn dăm gỗ	1,460
1. Vận chuyển tới cơ sở chế biến dăm gỗ		1,138
2. Chế biến dăm gỗ		0,322
II. Phát thải thuần/1 đơn vị sản phẩm		
Sản phẩm gỗ tròn	tấn CO _{2e} /1 m ³ gỗ tròn	-0,474
Sản phẩm gỗ xẻ	tấn CO _{2e} /1 m ³ gỗ xẻ	1,506
Sản phẩm dăm gỗ	tấn CO _{2e} /1 tấn dăm gỗ	-0,263
III. Dấu vết các-bon		
Dấu vết các-bon sản phẩm gỗ tròn	tấn CO _{2e} /1 m ³ gỗ tròn	-0,474
Dấu vết các-bon sản phẩm gỗ xẻ	tấn CO _{2e} /1 m ³ gỗ xẻ	1,914
Dấu vết các-bon sản phẩm dăm gỗ	tấn CO _{2e} /1 tấn dăm gỗ	0,297

Đối với sản xuất dăm gỗ, tổng lượng phát thải KNK trung bình trong quy trình sản xuất dăm gỗ ở vùng ĐBB là $1,460 \pm 0,58$ tấn CO_{2e}/1 tấn dăm gỗ. Lượng phát thải KNK trong quy trình sản xuất dăm gỗ 92% là từ khâu vận chuyển đến cơ sở chế biến dăm gỗ và chỉ 8% là phát thải từ khâu chế biến trong nhà máy. Nguyên nhân là do 97% phát thải từ sử dụng nguyên liệu xăng, dầu. Đốt sinh khối trong chế biến dăm gỗ chỉ chiếm 3% tổng lượng phát thải. Phát thải KNK từ tiêu thụ điện năng trong chế

biến dăm gỗ cũng tương tự như trong chế biến gỗ xẻ là không đáng kể. Lượng các-bon hấp thụ trong 1 tấn dăm gỗ được ước tính bằng $1,723$ tấn CO_{2e}/1 tấn dăm gỗ. Theo đó, lượng phát thải thuần trong quy trình sản xuất dăm gỗ trung bình cho vùng ĐBB là $-0,263 \pm 0,47$ tấn CO_{2e}/1 tấn dăm gỗ. Dấu vết các-bon của sản phẩm dăm gỗ được tính trung bình cho vùng ĐBB là $0,297 \pm 0,55$ tấn CO_{2e}/1 tấn dăm gỗ (bảng 6).

IV. THẢO LUẬN

Kết quả cho thấy sản xuất ra 1 m³ gỗ tròn cho phát thải thuần âm (không phát thải), tuy nhiên lượng phát thải âm là rất nhỏ. Trong khi sản xuất ra 1 m³ gỗ xẻ và dăm gỗ đều cho phát thải dương. Điều này có nghĩa là lượng các-bon được lưu trữ trong sản phẩm gỗ không đủ bù đắp lượng phát thải từ các hoạt động sản xuất ra sản phẩm gỗ xẻ và dăm gỗ. Nếu như các hoạt động sản xuất không được tác động và với chu kỳ khai thác ngắn (5 - 7 năm), tỷ lệ gỗ lợi dụng thấp, lượng các-bon tích trữ thấp thì khả năng bù đắp sẽ lại càng thấp hơn. Việc thay đổi công nghệ trong sản xuất cũng như tiêu thụ nhiên liệu hoá thạch từ vận chuyển, khai thác, chế biến v.v... là giải pháp khó. Trong bối cảnh này, tăng chu kỳ kinh doanh và năng suất rừng trồng keo là giải pháp hiệu quả nhất vừa giúp tăng sản lượng gỗ khai thác, chế biến vừa giúp bù đắp lượng phát thải trong chuỗi sản xuất. Kết quả của nghiên cứu phù hợp với các nghiên cứu khác về tiềm năng gây phát thải từ sản xuất lâm nghiệp.

Theo kết quả đánh giá vòng đời các-bon các sản phẩm tre chính tại Việt Nam (Vũ Tấn Phương và Nguyễn Việt Xuân, 2020), lượng phát thải các sản phẩm thủ công mỹ nghệ là 3,6641 kg CO_{2e}/kg sản phẩm, ván tre ép làm mặt tủ bếp là -0,4742 kg CO_{2e}/kg sản phẩm, ván tre ép làm ván sàn là -0,2615 kg CO_{2e}/kg sản phẩm và ván tre ép làm ván lót đường là -0,7037 kg CO_{2e}/kg sản phẩm. Nghiên cứu trên mới chỉ cho sản phẩm từ tre với quy trình sản xuất còn đơn giản nhưng kết quả cho thấy lượng phát thải lớn hơn lượng hấp thụ được tìm thấy trong sản phẩm thủ công mỹ nghệ. Tác giả cũng đã nhận định rằng đối với các sản phẩm gỗ với chu trình sản xuất và chế biến phức tạp hơn đồng nghĩa với nhiều nguồn gây phát thải hơn và rất có thể tiêu thụ

nhiều nguyên, nhiên vật liệu, năng lượng, điện năng hơn.

Theo nghiên cứu FAO (2010), sự tích lũy CO₂ từ trong không khí vào trong chuỗi sản phẩm bù đắp 86% lượng phát thải gây hiệu ứng KNK trong sản xuất lâm sản. Như vậy, vẫn còn 24% lượng phát thải chưa được bù đắp phát thải ra môi trường. Liên minh châu Âu ngành Công nghiệp (CEPI, 2007), Richard Bergman *et al.* (2014) và Rupert Oliver (2020) đều nhận định vai trò quan trọng của giải pháp tăng tích trữ các-bon trong sản phẩm gỗ thông qua tăng chu kỳ đốn hạ.

V. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Dấu vết các-bon trung bình cho vùng ĐBB là -0,474 ± 0,17 tấn CO_{2e}/1 m³ gỗ tròn, 1,914 ± 0,1 tấn CO_{2e}/1 m³ gỗ xẻ và 0,297 ± 0,55 tấn CO_{2e}/1 tấn dăm gỗ. Kết quả điều tra, tính toán dấu vết các-bon của các sản phẩm gỗ tròn, gỗ xẻ và dăm gỗ cho thấy nguồn phát thải chủ yếu là từ sử dụng nhiên liệu hóa thạch xăng, dầu trong sử dụng máy cắt cỏ trong khâu xử lý thực bì và chăm sóc; sử dụng máy cưa trong khai thác; trong vận chuyển (vận chuyển đất, phân bón trong sản xuất cây giống, vận chuyển cây giống, phân bón trong trồng rừng và vận chuyển trong khai thác, đến cơ sở chế biến và tiêu thụ sản phẩm); và chế biến (chủ yếu từ chạy máy phát điện). Lượng phát thải từ tiêu thụ năng lượng điện, sử dụng phân bón, thuốc BVTV là không đáng kể.

Để hạn chế phát thải trong sản xuất các sản phẩm gỗ tròn, gỗ xẻ và dăm gỗ, một số giải pháp có thể được áp dụng như sau: (1) Đối với khâu sản xuất cây giống: Khuyến khích mua nguyên vật liệu (đất đóng bầu, bầu, phân bón) tại khu vực xung quanh để hạn chế phát thải do vận chuyển. (2) Đối với khâu chuẩn bị hiện

trường, trồng, chăm sóc và bảo vệ rừng: Khuyến khích áp dụng phương pháp xử lý thực bì một phần và thủ công thay vì phát, đốt toàn diện và sử dụng máy cắt cỏ. Và đặc biệt cần tăng chu kỳ kinh doanh để tăng khả năng bù đắp CO₂ phát thải từ các hoạt động sản xuất. (3) Đối với khâu khai thác và vận chuyển: Nâng cao hiệu quả vận chuyển, hạn chế sử dụng các loại phương tiện quá cũ. (4) Đối với khâu vận chuyển và chế biến sản phẩm gỗ xẻ và dăm gỗ: Khuyến khích sử dụng các máy móc, thiết bị sử dụng điện năng thay vì xăng, dầu. Sử dụng các loại máy chế biến công suất phù hợp để tiết kiệm điện năng hoặc nhiên liệu sử dụng. Tuy nhiên, việc thay đổi công nghệ trong sản xuất cũng như tiêu thụ nhiên liệu hoá thạch trong các khâu sản xuất là giải pháp khó. Vì vậy, tăng chu kỳ kinh doanh

và năng suất rừng trồng keo là giải pháp hiệu quả cần được khuyến khích vừa giúp tăng sản lượng gỗ khai thác, chế biến và vừa giúp bù đắp lượng phát thải trong chuỗi sản xuất.

LỜI CẢM ƠN

Bài viết này sử dụng kết quả của nhiệm vụ: “Điều tra, thu thập số liệu và xây dựng cơ sở dữ liệu nền phục vụ giám sát, đánh giá tăng trưởng xanh ngành Nông nghiệp và Phát triển nông thôn” thuộc Chương trình mục tiêu ứng phó với biến đổi khí hậu và tăng trưởng xanh giai đoạn 2016 - 2010 do TS. Vũ Tấn Phương chủ trì. Nhóm tác giả xin cảm ơn đến Vụ Khoa học Công nghệ và Môi trường và Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam đã tạo điều kiện trong quá trình thực hiện nhiệm vụ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ NN&PTNT, 2002. Quyết định số 3588/QĐ-BNN-KNCN ngày 03/9/2002 về Ban hành Tiêu chuẩn vườn ươm giống cây lâm nghiệp.
2. Bộ NN&PTNT, 2020. Hội nghị giải pháp thúc đẩy sản xuất, chế biến và xuất khẩu lâm sản năm 2021 và giai đoạn 2021 - 2025. Tổ chức tại TP. Vinh, tỉnh Nghệ An, ngày 1/12/2020.
3. Cao Thị Cẩm, Trần Lê Huy và Tô Xuân Phúc, 2020. Việt Nam xuất nhập khẩu gỗ và sản phẩm gỗ 8 tháng năm 2020: Thực trạng, xu hướng và cảnh báo rủi ro. Báo cáo định kỳ của các Hiệp hội VIFOREST, FPA Bình Định, HAWA, BIFA và Tổ chức Forest Trends.
4. Cục Biến đổi khí hậu, 2019. Công văn số 330/BĐKH-GNPT ngày 29/3/2019 về Nghiên cứu, xây dựng hệ số phát thải (EF) của lưới điện Việt Nam.
5. FAO, 2010. Impact of the global forest industry on atmospheric greenhouse gases. FAO Forestry Paper, Vol. 159, Rome, 2010. ISBN 978 - 92 - 5 - 106560 - 0.
6. FAO, 2017. Global database of GHG emissions related to feed crops: Methodology, Version 1. Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership. FAO, Rome, Italy.
7. Gỗ Việt, 2020. Tình hình xuất nhập khẩu gỗ và sản phẩm gỗ của Việt Nam trong 10 tháng năm 2020. Gỗ Việt, số 128, tháng 11 năm 2020.
8. IPCC, 2006. IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use: IGES.
9. Kool, A., Marinussen, M., & Blonk, H., 2012. LCI data for the calculation tool Feedprint for greenhouse gas emissions of feed production and utilization. GHG Emissions of N, P and K fertiliser production.
10. Pandey, D., Agrawal, M., & Pandey, J. S., (2011). Carbon footprint: current methods of estimation. Environmental monitoring and assessment, 178(1), 135 - 160.

11. Tô Xuân Phúc, Trần Lê Huy, Cao Thị Cẩm, 2021. Nguồn cung gỗ keo nguyên liệu của Việt Nam - Thực trạng và xu hướng.
12. Vũ Tấn Phương và Nguyễn Việt Xuân, 2020. Đánh giá vòng đời các-bon các sản phẩm tre chính tại Việt Nam. INBAR Working Paper.
13. Vũ Tấn Phương, 2020. Điều tra, thu thập số liệu và xây dựng cơ sở dữ liệu nền phục vụ giám sát đánh giá tăng trưởng xanh ngành Nông nghiệp và Phát triển nông thôn”, nguồn kinh phí từ ngân sách Chương trình mục tiêu ứng phó với Biến đổi khí hậu và Tăng trưởng xanh (giai đoạn 2016 - 2020).
14. Richard Bergman, Maureen Puettmann, Adam Taylor and Kenneth E. Skog, 2014. The Carbon Impacts of Wood Products. *Forest Prod. J.* 64(7/8):220 - 231. doi:10.13073/FPJ-D-14 - 00047.
15. Rupert Oliver, 2020. The report: Carbon footprint of Tropical Timber: Calculating the carbon footprint of Europe’s certified tropical timber imports. Published in June 2020 in The Sustainable Trade Initiatives.
16. Tổng cục Lâm nghiệp, 2020. Lễ ký kết quy chế phối hợp giữa Tổng cục Lâm nghiệp với Hiệp hội Gỗ và Lâm sản Việt Nam. Hà Nội, ngày 1/9/2020, Công thông tin điện tử Tổng cục Lâm nghiệp.
17. Resolute Forest Products: https://www.resolutefp.com/Sustainability/Climate_Change_and_Energy/Carbon_Footprint/

Email tác giả liên hệ: linh.ntm@rcfee.org.vn

Ngày nhận bài: 24/11/2021

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 30/11/2021

Ngày duyệt đăng: 02/12/2021