

NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN MỘT SỐ MÔ HÌNH TÍNH TOÁN PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH TỪ TRỒNG TRỌT

Bùi Thị Thu Trang¹, Mai Văn Trinh²,
Lê Thị Trinh¹, Nguyễn Thị Hoài Thương¹

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

²Viện Môi trường Nông nghiệp Việt Nam

Tóm tắt

Việc tính toán phát thải khí nhà kính (KNK) từ các hoạt động sản xuất nông nghiệp có vai trò quan trọng trong việc xác định mức phát thải để đề xuất các biện pháp giảm phát thải KNK. Trên thế giới, có nhiều phương pháp, mô hình tính toán phát thải hay kiểm kê KNK được áp dụng trong lĩnh vực nông nghiệp. Mỗi phương pháp, mô hình tính toán có những kết quả và sự phù hợp khác nhau đối với những khu vực cụ thể. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu và tham vấn chuyên gia, để từ đó đánh giá một số mô hình tính toán phát thải KNK từ các hoạt động sản xuất nông nghiệp phổ biến hiện nay. Kết quả nghiên cứu góp phần giúp cho các nhà nghiên cứu dễ dàng hơn trong lựa chọn mô hình và đề xuất những giải pháp phù hợp giảm nhẹ phát thải KNK của Việt Nam.

Từ khóa: Mô hình tính phát thải KNK; Phát thải KNK trong nông nghiệp; Mô hình tính phát thải KNK; Phát thải KNK trong nông nghiệp.

Abstract

Assessment some calculation models of greenhouse gas emissions in agro-ecosystems

The calculation of greenhouse gas (GHG) emissions from agricultural production plays an important role in determining emissions to propose reduce GHG emissions's measures. There are many methods, models of emission calculation or GHG inventory in the agriculture field. But in each country, the environment conditions such as climate, terrain, and so many other natural conditions are so different, then the methods and models have different results and suitability. This paper introduces and evaluates some models of GHG emission calculation from the current popular agricultural production activities, contributing to the researchers' easier to select of models for their research, then suggest appropriate solutions, in consider to reduce GHG emissions in Vietnam.

Keywords: Calculation model of GHG emissions; GHG emission in agriculture activities; Calculation model of GHG emissions; GHG emissions in agriculture activities.

1. Đặt vấn đề

Khí nhà kính là những khí có khả năng hấp thụ các bức xạ sóng dài (hồng ngoại) được phản xạ từ bề mặt Trái Đất khi được chiếu sáng bằng ánh sáng mặt trời, sau đó phân tán nhiệt lại cho Trái Đất, gây nên hiệu ứng nhà kính. KNK ảnh hưởng mạnh mẽ đến nhiệt độ của

Trái Đất. Các KNK chủ yếu bao gồm: hơi nước, CO₂, CH₄, N₂O, O₃, các khí CFC. Căn cứ theo nguồn gốc phát sinh, mức độ phát thải tuyệt đối và xu hướng phát thải cũng như mức độ ảnh hưởng đến tổng tiềm năng phát thải KNK của các quốc gia, các nguồn phát thải được chia thành 4 nhóm chính [4].

- *Năng lượng*: Là một trong những nguồn phát thải KNK lớn nhất hiện nay. Lĩnh vực này thường đóng góp đến trên 90% lượng CO_2 và 75% lượng KNK khác phát thải ở các nước đang phát triển. Phát thải trong lĩnh vực năng lượng chia thành 3 nhóm: phát thải do đốt cháy nhiên liệu hóa thạch (trong các ngành công nghiệp năng lượng, hoạt động giao thông vận tải,...); Phát thải tức thời (tức là lượng khí, hơi thải ra từ các thiết bị nén do rò rỉ, không mong muốn hoặc không thường xuyên từ quá trình khai thác, chế biến, vận chuyển nhiên liệu,...) và hoạt động thu hồi và lưu trữ các bon [4].

- *Quy trình công nghiệp và sử dụng sản phẩm*: Phát thải từ lĩnh vực IPPU phát sinh trong các quy trình xử lý công nghiệp; việc sử dụng KNK trong các sản phẩm và sử dụng các bon trong các nhiên liệu hóa thạch không nhằm mục đích sản xuất năng lượng. Trong đó, nguồn phát thải chính là các quy trình công nghiệp xử lý nguyên liệu về mặt hóa học hoặc vật lý. Trong suốt các quy trình này, nhiều loại KNK được tạo ra bao gồm: CO_2 , CH_4 , N_2O , HFCs và PFCs.

- *Nông nghiệp, lâm nghiệp và sử dụng đất*: Các nguồn chủ yếu gây phát thải bao gồm phát thải CH_4 và N_2O từ chăn nuôi, trồng lúa nước, đất canh tác nông nghiệp, hoạt động đốt trong sản xuất nông nghiệp; Phát thải/hấp thụ CH_4 trong lĩnh vực nông, lâm nghiệp và thay đổi sử dụng đất. Nói chung, lĩnh vực nông nghiệp, lâm nghiệp và sử dụng đất đóng góp khoảng 30% lượng phát thải KNK toàn cầu, chủ yếu là do CO_2 phát thải từ những thay đổi trong sử dụng đất (phần lớn là do phá rừng nhiệt đới) và CH_4 , N_2O từ trồng trọt và chăn nuôi gia súc [4].

- *Chất thải*: Các loại KNK có thể phát sinh trong lĩnh vực chất thải bao gồm: CO_2 , CH_4 và N_2O . Các nguồn phát sinh KNK chính trong lĩnh vực chất thải được ghi nhận là: chôn lấp chất thải rắn; xử lý sinh học chất thải rắn; thiêu hủy và đốt mở chất thải; xử lý và xả nước thải. Thông thường, CH_4 phát thải từ các bãi chôn lấp chất thải rắn (SWDS) chiếm tỷ lệ lớn nhất trong tổng lượng KNK của lĩnh vực này.

Các mô hình tính toán phát thải KNK trong nông nghiệp được xây dựng với các dữ liệu đầu vào về khí tượng, thủy văn, đất đai, hệ thống canh tác,... Một mô hình gồm nhiều mô-đun khác nhau. Mô hình được ứng dụng để tính toán và mô phỏng lượng phát thải các KNK như: CH_4 , NO_x , CO_2 ,...

2. Phương pháp nghiên cứu

Để đánh giá được ưu, nhược điểm và so sánh việc ứng dụng hiệu quả mô hình trong điều kiện Việt Nam, 2 phương pháp nghiên cứu chính được sử dụng bao gồm:

- *Phương pháp thu thập tài liệu*: Thu thập các tài liệu hướng dẫn sử dụng một số mô hình tính toán phát thải KNK trong lĩnh vực nông nghiệp; Thu thập các thông tin có liên quan, các nghiên cứu đã sử dụng mô hình tính toán phát thải KNK trong lĩnh vực nông nghiệp trên thế giới, trong nước và ở địa phương, được công bố trên các trang báo, tạp chí, trên mạng internet, các báo cáo, kết quả của các chương trình, dự án đã thực hiện tại địa phương.

- *Phương pháp Delphi*: Sử dụng phương pháp Delphi nhằm thu thập ý kiến đánh giá từ các nhóm chuyên gia về ưu điểm, nhược điểm, tiêu chí lựa chọn mô hình.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Đánh giá một số mô hình tính toán phát thải KNK từ các hoạt động trồng trọt trong nông nghiệp

3.1.1. Mô hình DNDC (Denitrification - Decomposition)

a. Giới thiệu chung về mô hình

Mô hình DNDC (Denitrification - Decomposition) là mô hình sinh địa hóa trong đất, cho phép dự báo cân bằng cacbon và cân bằng đạm trong đất, sự phát thải một số khí nhà kính như CO_2 , CH_4 , N_2O từ các hệ sinh thái nông nghiệp [3]. Mô hình được xây dựng với các thông số đầu vào gồm các thông số về tính chất lý hóa của đất, thông số về điều kiện khí hậu như nhiệt - ẩm, thông số về cây trồng như lịch gieo trồng, thu hoạch.

Mô hình được Viện Nghiên cứu Trái đất, Đại dương và Không gian của Đại học New Hampshire phát triển để dự đoán lượng phát thải khí nhà kính từ các hệ sinh thái [5] vùng khí hậu ôn đới và nhiệt đới. Mô hình được xây dựng với các thông số đầu vào gồm các thông số về tính chất lý hóa của đất, thông số về điều kiện khí hậu nhiệt - ẩm, thông số về cây trồng như lịch gieo trồng, thu hoạch, phương thức chăm bón,... Mô hình này được xây dựng trên nhiều phương trình sinh địa hóa thực nghiệm trong các điều kiện môi trường khác nhau như yếm khí, kỵ khí,... Mô hình mô phỏng các phát thải theo thời gian có thể là giờ hoặc ngày ở cấp địa phương, khu vực cũng như trên phạm vi toàn quốc [6].

b. Cấu trúc của mô hình

Cấu trúc mô hình gồm: Hợp phần con mô hình khí hậu, đất, cây trồng và mô hình con về phân hủy dùng để đánh giá nhiệt độ, độ ẩm, thế oxi hóa-khử của đất và tiến trình của các yếu tố trong

phần diện, năng suất cây trồng, ước lượng hàm lượng cacbon đưa vào đất từ các cây trồng. Các thông số này chịu tác động của đặc trưng khí hậu, đất, cây trồng và hoạt động của con người. Hợp phần thứ hai gồm mô hình con Nitrate hóa, khử Nitrate và mô hình con oxi hóa-khử nhằm ước lượng sự phát thải các khí CO_2 , CH_4 , NH_3 , NO , N_2O , N_2 từ các hệ canh tác nông nghiệp. Mô hình DNDC nhằm mô phỏng lại mối quan hệ giữa các chu trình sinh hóa cacbon, nitơ và các yếu tố sinh thái [3].

Mô hình DNDC cho phép dự báo, cũng như đánh giá mức độ thay đổi hàm lượng cacbon hữu cơ trong đất của các vùng đất canh tác nông nghiệp ở quy mô điểm và vùng. Sinh trưởng cây trồng đóng một vai trò quan trọng trong việc điều chỉnh cacbon, nitơ trong đất và chế độ nước, hơn nữa có thể ảnh hưởng đến một loạt các quá trình sinh hóa hoặc địa hóa học xảy ra trong đất. Một mô hình phụ được xây dựng trong DNDC để mô phỏng sự phát triển của cây trồng. Một nhóm các thông số cây trồng có thể được cung cấp hoặc thay đổi bởi người sử dụng để xác định cây trồng của mình. Các thông số cây trồng bao gồm năng suất tiềm năng, sinh khối phân bố ở từng bộ phận rễ, thân lá, tỷ lệ cacbon/nitơ, nhiệt độ từng ngày, nhu cầu nước, và dinh dưỡng đạm. Sự tăng trưởng cây trồng được mô phỏng bởi quá trình tích ôn, quang hợp, sự hấp thu đạm và nước theo từng bước thời gian hàng ngày. Các quá trình quang hợp, hô hấp, phân bố cacbon, nước và hấp thu nitơ được mô phỏng hàng ngày và được ghi lại để người sử dụng có thể kiểm tra kết quả mô hình đối chiếu với những quan trắc để đảm bảo rằng các cây trồng được mô phỏng một cách chính xác. Các thông số cây trồng có thể được người sử dụng

nhập và sửa đổi thông qua giao diện đầu vào của phần mềm một cách nhanh chóng. Nhu cầu nitơ được tính toán dựa trên sự tăng trưởng của cây trồng hút hàng ngày theo các điều kiện thời tiết như tốc độ quang hợp để tổng hợp hydrate cacbon. Lượng đạm hấp thu thực tế của cây trồng có thể bị giới hạn bởi đạm trong đất và một ít bổ sung từ nguồn nước trong suốt vụ mùa.

Khi cacbon hữu cơ trong đất (SOC) bị phân hủy, cacbon phân hủy bị giảm một phần và mất đi ở dạng CO_2 và phần còn lại phân bổ vào bể SOC khác. Toàn bộ mô hình được điều khiển bởi bốn yếu tố sinh thái chính, cụ thể là khí hậu, đất đai, thực vật và quản lý. Yếu tố quan trọng cho một mô phỏng thành công để có được dữ liệu đầu vào đầy đủ và chính xác về bốn quá trình điều khiển chính này.

Hiệu chỉnh mô hình: Mô hình được hiệu chỉnh bằng cách so sánh kết quả tính toán phát thải KNK của mô hình với kết quả thí nghiệm đồng ruộng và điều chỉnh các thông số của mô hình để kết quả tính toán của mô hình gần với kết quả đo thực địa trong cùng một điều kiện khí tượng, đất đai, cây trồng và canh tác để từ đó có các thông số chuẩn cho mô hình theo điều kiện điểm nghiên cứu. Quá trình hiệu chỉnh mô hình được đánh giá độ chính xác sử dụng hệ số xác định R_2 và chỉ số hiệu quả Nash-Sutcliffe (NSI).

c. Các dữ liệu đầu vào và đầu ra của mô hình

- Các dữ liệu đầu vào của mô hình

- Dữ liệu về khí tượng thủy văn: Nhiệt độ, lượng mưa, tốc độ gió, bức xạ mặt trời, độ ẩm.

- Dữ liệu về canh tác: Giống, thời gian gieo cấy, thu hoạch, phân bón, tưới nước, quản lý mùa vụ,...

- Dữ liệu về đất đai: Loại đất, pH, độ xốp, độ mặn, hàm lượng NO_3^- , NH_4^+ ,...

- Các dữ liệu đầu ra của mô hình:

- Lượng phát thải khí CH_4 , N_2O ,... trên 1 đơn vị diện tích.

- Hàm lượng cacbon tích lũy trong đất.

d. Ưu điểm và hạn chế của mô hình DNDC

Ưu điểm: Cho phép tính toán định lượng hàm lượng cacbon trong đất ở quy mô vùng, mô hình DNDC phù hợp cho nghiên cứu SOC ở vùng nông nghiệp nhiệt đới. Kết quả ước lượng chính xác hơn các mô hình ITE, SOMM, Verberne,...

Hạn chế: Chỉ tính toán được sự phát thải một số KNK như CO_2 , CH_4 , N_2O từ các hệ sinh thái nông nghiệp.

3.1.2. Mô hình CANDY (CARbon-Nitrogen-Dynamics)

a. Giới thiệu chung về mô hình

Là mô hình mô phỏng động lực của cacbon, nitơ, nhiệt độ và nước trong đất nông nghiệp ở quy mô khu vực để cung cấp thông tin về trữ lượng cacbon trong đất, tổng chất hữu cơ, sự hấp thu nitơ của cây trồng, sự rửa trôi và chất lượng nước. Mô hình chứa các mô-đun để tính nhiệt độ đất, độ ẩm và các quá trình của chu trình cacbon-nitrogen trong đất được dùng phổ biến ở các quốc gia phát triển [2].

Mô hình bao gồm một hệ thống mô-đun của các mô hình phụ và một hệ thống cơ sở dữ liệu cho mô hình thông số, giá trị đất ban đầu, dữ liệu thời tiết, số liệu quản lý đất đai và đo lường giá trị. CANDY chú trọng đến các dạng nitơ hữu cơ và khoáng sản. Nitơ khoáng chất xuất hiện dưới dạng nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) hoặc ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$). CANDY bao gồm các quy trình chính liên quan đến

hệ thống nông nghiệp và các cơ sở cần thiết cho việc quản lý dữ liệu: Tính chất của đất, dữ liệu về khí hậu và quản lý nông nghiệp.

b. Các dữ liệu đầu vào và đầu ra của mô hình

- *Các dữ liệu đầu vào của mô hình:*

- Dữ liệu về thời tiết (nhiệt độ không khí, lượng mưa và bức xạ toàn cầu hàng ngày)

- Dữ liệu về đặc điểm phát triển cây trồng (hạt giống, thu hoạch, chiều cao và chiều sâu cây trồng)

- Dữ liệu về kết cấu đất và quản lý nông nghiệp (tưới, bón phân,...)

- *Các dữ liệu đầu ra của mô hình:*

- Dữ liệu về đất đai (tổng cacbon, nitrate,...)

- Dữ liệu cây trồng (hàm lượng nitơ và cacbon trong đất từ phân hủy thực vật).

c. Ưu điểm và hạn chế của mô hình CANDY

Ưu điểm: Tính thời gian hoạt động sinh học cho phép đánh giá sự hấp thụ các chất hữu cơ trong đất cho các địa điểm khác nhau. Ngoài ra đây là một mô hình dựa vào quá trình sinh thái, chặt chẽ, độ tin cậy cao, yêu cầu đầu vào không quá phức tạp, thông số đầu vào nhỏ, có thể phân tích theo thời gian từ giờ, ngày và có thể lựa chọn theo tháng và năm. Có thể sử dụng mô hình để tính toán trên nhiều phạm vi địa lý có độ lớn khác nhau.

Hạn chế: Chỉ cung cấp thông tin về chu trình cacbon-nitơ trong đất, không có hướng dẫn và lời giải thích cụ thể cho các quá trình trong mô hình, và mô hình này không xem xét sự tương tác của hệ sinh thái trên cạn với hệ sinh thái thủy sinh.

3.1.3. Mô hình sinh quyển CASA (Carnegie-Ames-Stanford Approach)

a. Giới thiệu chung về mô hình

Mô hình sinh quyển Carnegie-Ames-Stanford Approach CASA là một trong những mô hình đầu tiên để mô phỏng sự phát thải toàn cầu của nitơ oxit và một loại KNK quan trọng khác. Mô hình dùng để phân tích ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến năng suất hệ sinh thái trên phạm vi toàn cầu đến khu vực. Mô hình CASA có thể được sử dụng để nghiên cứu cách thức phá rừng nhiệt đới và những thay đổi trong sử dụng đất gây phát thải KNK. Nó cũng có thể mang lại hiểu biết tốt hơn về vai trò của rừng và thay đổi sử dụng đất trong các chu trình sinh học toàn cầu.

CASA tính toán dòng chảy theo mùa của cacbon giữa bầu khí quyển và tầng sinh quyển trên mặt đất với một số bước thời gian khác nhau. Động lực chính của mô hình CASA là khả năng sử dụng dữ liệu viễn thám để tính toán sản xuất ròng sơ cấp (NPP), doanh thu cacbon thông qua cơ chế giống cây trồng và mô hình diezen cacbon [8]. Mô hình CASA sử dụng các thuật toán toán học phức tạp và công nghệ địa lý tinh vi để thu thập và phân tích dữ liệu để tính các biến số biến đổi trong bể chứa cacbon và sự hấp thụ ở các khu vực trên thế giới.

b. Các dữ liệu đầu vào và đầu ra của mô hình

- *Các dữ liệu đầu vào của mô hình gồm:*

- Dữ liệu viễn thám

- Dữ liệu khí tượng (nhiệt độ không khí trung bình, tổng lượng bức xạ, hàm lượng bốc hơi,...)

- Dữ liệu chỉ số thực vật NDVI (AVHRR)

- Các dữ liệu đầu ra của mô hình gồm:

- Phản ứng của trao đổi CO_2 và các khí khác trong các hệ sinh thái trên mặt đất đến sự biến đổi khí hậu.

c. *Ưu điểm và hạn chế của mô hình*

Ưu điểm: Ưu điểm của mô hình là thông số đầu vào nhỏ, chỉ yêu cầu bộ dữ liệu đơn giản gồm dữ liệu khí tượng và một số dữ liệu về chỉ số thực vật.

Hạn chế: Nhược điểm của mô hình là không có tài liệu hướng dẫn cụ thể, lời giải thích cho mô hình khó hiểu, sử dụng các thuật toán toán học phức tạp, không thể sử dụng mô hình này cho mục đích nghiên cứu kịch bản, tính linh động của mô hình kém, và mô hình này không xem xét mối quan hệ và sự tương tác của hệ sinh thái trên cạn với hệ sinh thái thủy sinh.

3.1.4. *Mô hình mô phỏng cơ học các quá trình vật lý và sinh học trong hoạt động sản xuất nông nghiệp DAISY*

a. *Giới thiệu chung về mô hình*

DAISY là một mô hình xác định, mô phỏng năng suất cây trồng, nước, năng lượng, cacbon và N-fluxes trong sản xuất nông nghiệp. DAISY được phát triển bởi các thành viên của nhóm nghiên cứu Agrohydrology tại Phòng Hóa học Môi trường và Vật lý tại Khoa Khoa học Thực vật và Môi trường thuộc Khoa Khoa học Đại học Copenhagen. Nhà khoa học có trách nhiệm chính là Soren Hansen. DAISY được biết đến là một mô hình mô phỏng cơ học các quá trình vật lý và sinh học trong hoạt động sản xuất nông nghiệp. Nó chỉ ra dấu vết của nước, năng lượng, cacbon, nitơ, và thuốc trừ sâu, cả trên và dưới mặt đất [4]. Mô hình này có thể tiên đoán được phát thải, tác động môi trường

dưới dạng rửa trôi, và thay đổi chất lượng cacbon, nitơ theo thời gian.

Để mô hình hoạt động trên các khu vực có diện tích lớn, DAISY cần phải được kết hợp với một hệ thống GIS. DAISY có thể áp dụng cho việc tính toán trong các hệ sinh thái nông nghiệp ở khu vực ôn đới có thể có băng và tuyết phủ, nhưng không tính được giá trị của nitơ rửa trôi nhỏ từ hệ thống nông nghiệp và không mô phỏng phát thải N_2O gián tiếp. Một số kinh nghiệm mô hình hóa được xem là cần thiết để sử dụng mô hình DAISY.

b. *Các dữ liệu đầu vào và đầu ra của mô hình*

- Các dữ liệu đầu vào mô hình:

- Dữ liệu về đất đai (loại đất, pH, độ xốp, độ mặn, hàm lượng NO_3^- , NH_4^+ ,...)

- Dữ liệu về thời tiết (Nhiệt độ, lượng mưa, tốc độ gió, bức xạ mặt trời, độ ẩm)

- Các dữ liệu đầu ra của mô hình bao gồm:

- Dữ liệu về đất đai (tổng cacbon, tổng nitơ, nitrate, sinh khối nitơ, CO_2 ,...)

- Dữ liệu cây trồng (hàm lượng nitơ và cacbon trong đất từ phân hủy thực vật).

c. *Ưu điểm và hạn chế của mô hình*

Ưu điểm: Mô hình này là mô hình miễn phí, phần mềm cho mô hình này được cung cấp miễn phí trên Internet, bao gồm hướng dẫn sử dụng và hướng dẫn cho người mới 'bắt đầu' rất rõ ràng và dễ hiểu đặc biệt là cho người mới sử dụng [1], mô hình được đánh giá rất chặt chẽ dựa vào các quá trình sinh địa hóa, mô hình có tính linh động cao có thể thay đổi dựa vào đầu vào dữ liệu.

Hạn chế: Mô hình không được đánh giá cao do không xem xét sự tương

tác giữa các thành phần sinh thái cạn và thủy sinh, và mô hình chỉ phân tích đánh giá theo năm.

3.1.5. Mô hình SUNDIAL (The SimUlation of Nitrogen Dynamics In Arable Land)

a. Giới thiệu chung về mô hình

Là mô hình mô phỏng động lực học của nitơ trong đất trồng trọt. SUNDIAL kết hợp kiến thức khoa học hiện tại về các quá trình hấp thụ nitơ, và tích hợp các quá trình này để mô phỏng những gì xảy ra trong đất. Nó bao gồm các mô-đun, mỗi mô-đun đại diện cho một các quy trình trao đổi nitơ chủ yếu. Là một hệ thống điều khiển theo menu cho phép các chuyên gia nông nghiệp nhập chi tiết một lĩnh vực cụ thể hoặc trang trại và mô phỏng hấp thụ nitơ. Các quá trình liên quan được mô tả bởi một tập hợp các phương trình số không và phương trình bậc nhất. Việc bổ sung một cơ sở Nova để tính toán các thông số cây trồng cho phép ước tính ngay các thông số cho mô phỏng thô của mô hình mới, biểu hiện trực quan các biểu thức được sử dụng trong SUNDIAL, so sánh các biểu thức tham số với các phép đo thực nghiệm và sàng lọc các thông số bằng cách lặp các biểu thức riêng biệt cho dữ liệu đo hoặc bằng cách điều chỉnh các thông số lặp lại để cải thiện sự phù hợp của kết quả mô phỏng với phép đo nitơ của đất và cây trồng. Các cơ sở trong SUNDIAL để hiển thị các đầu ra khác nhau dưới hình thức đồ họa làm cho nó đặc biệt hữu ích cho việc kiểm tra tác động của các chiến lược quản lý khác nhau trong chu kỳ nitơ trong nông nghiệp.

b. Các dữ liệu đầu vào và đầu ra của mô hình

- *Các dữ liệu đầu vào của mô hình gồm:*

- Dữ liệu về thời tiết (Nhiệt độ, độ ẩm, lượng mưa, sự bốc hơi nước,...)

- Dữ liệu về đất đai, dữ liệu về cây trồng (loại cây trồng trước, loại cây trồng hiện tại, hấp thụ nitơ của thực vật, năng suất cây trồng,...)

- Dữ liệu về kết cấu đất và quản lý nông nghiệp (tưới tiêu, bón phân,...).

- *Các dữ liệu đầu ra của mô hình gồm:*

- Dữ liệu đất đai (Tổng cacbon, sinh khối cacbon, CO_2 , nitơ tổng, nitơ sinh khối, nitrate, nitrate nitơ, amoni, tổng nitơ khoáng, và dư lượng cacbon)

- Dữ liệu cây trồng (hàm lượng nitơ và cacbon trong đất từ phân hủy thực vật).

c. Ưu điểm và hạn chế của mô hình

Ưu điểm: Mô hình này tương đối chặt chẽ với độ tin cậy cao dựa hoàn toàn vào các quá trình sinh địa hóa. Mô hình có thể phân tích trên phạm vi nhỏ như nông trại, hay một cánh đồng bé.

Hạn chế: Lời giải thích mô hình khó hiểu gây khó khăn cho người sử dụng. Để chạy mô hình, yêu cầu dữ liệu đầu vào lớn vào chi tiết

3.1.6. Mô hình OVERSEER

a. Giới thiệu chung về mô hình

Là mô hình tính toán và ước tính chất dinh dưỡng trong một hệ thống canh tác hiệu quả và xác định rủi ro đối với các tác động môi trường thông qua mất chất dinh dưỡng, bao gồm rửa trôi và phát thải KNK [5]. Mô hình này ước lượng phát thải khí mê-tan, nitơ oxide và cacbon dioxide (CO_2). Mô hình này cung cấp phương tiện để điều tra các phương án quản lý trang trại thay thế để nâng cao hiệu quả sử dụng chất dinh dưỡng để tối ưu hóa sản xuất và giảm nguy cơ gây ra những tác động xấu đến môi trường.

Mô hình hoạt động ở quy mô nông trại, nhưng cũng bao gồm các khối (nhóm các bãi cỏ giống nhau về địa điểm, đất, và các thông số quản lý). Mô hình theo dõi sự chuyển động của chất dinh dưỡng trong một khối (từ các khu vực cạn kiệt đến các khu tích tụ như trại tập trung), và trong một trang trại.

b. Các dữ liệu đầu vào và đầu ra của mô hình

- Các dữ liệu đầu vào của mô hình gồm:

- Dữ liệu về đất đai (loại đất, pH, độ xốp, độ mặn, hàm lượng NO_3^- , NH_4^+ , ...),
- Dữ liệu về thời tiết (Nhiệt độ, lượng mưa, tốc độ gió, bức xạ mặt trời, độ ẩm).

- Các dữ liệu đầu ra của mô hình gồm:

- Lượng phát thải khí CH_4 , N_2O , CO_2 , ...

c. Ưu nhược điểm của mô hình

Ưu điểm: Người dùng có thể dễ dàng tiếp cận và sử dụng, có thể tải trực tiếp miễn phí từ internet, có tài liệu hướng dẫn và giải thích cụ thể từng bước thực hiện. Mô hình được đánh giá là khá chặt chẽ dựa vào quá trình sinh địa hóa. Yêu cầu thông số và bộ dữ liệu đầu vào không lớn, có thể sử dụng để nghiên cứu kịch bản trên phạm vi địa lý khác nhau

Nhược điểm: Mô hình này không có nhiều lựa chọn trong phân tích sự biến đổi theo thời gian, chỉ có thể tính theo đơn vị năm.

3.1.7. Mô hình INITIATOR/NITROGENIUS

a. Giới thiệu chung về mô hình

INITIATOR là một mô hình cân bằng nitơ đơn giản dựa trên các mối quan hệ tuyến tính giữa các dòng chảy khác nhau của hệ thống nông nghiệp [7]. Bao gồm các hằng số chuyển đổi tuyến tính là một hàm số của các loại phân chuồng, loại đất hoặc chế độ hưng phấn.

NITROGENIUS bao gồm một hệ thống mô hình mô tả tất cả các dòng nitơ chủ yếu ở một số quy mô không gian và thời gian liên quan được mô phỏng như một trò chơi, bao gồm phát thải ammonia, nitơ oxit và ô nhiễm nước mặt và đất. Mục đích của NITROGENIUS là: Cải thiện sự hiểu biết về các mối quan hệ phức tạp trong tình huống ô nhiễm nitơ và tìm kiếm các giải pháp và chính sách tối ưu có thể ngăn ngừa ô nhiễm và các ảnh hưởng của nó [1].

b. Các dữ liệu đầu vào và đầu ra của mô hình

- Các dữ liệu đầu vào của mô hình gồm:

- Dữ liệu về thời tiết (Nhiệt độ, độ ẩm, lượng mưa, sự bốc hơi nước, ...)
- Dữ liệu về kết cấu đất và quản lý nông nghiệp (tưới tiêu, bón phân, ...).

- Các dữ liệu đầu ra của mô hình gồm:

- Lượng phát thải khí CH_4 , NO_x , CO_2 , NH_3 , NH_4 ,
- Tổng nitơ trong nước ngầm và nước mặt, ...

c. Ưu điểm và nhược điểm mô hình

Ưu điểm: Mô hình này có cung cấp tài liệu giải thích chi tiết và hướng dẫn cụ thể cho các bước thực hiện. Mô hình được đánh giá cao về sự chặt chẽ dựa vào các quá trình sinh địa hóa. Yêu cầu về bộ dữ liệu đầu vào không lớn, có tính linh động cao.

Nhược điểm: Chỉ có lựa chọn để tính toán theo đơn vị năm.

3.1.8. Mô hình ECOSYS

a. Giới thiệu chung về mô hình

Là một mô hình tính toán dùng để mô phỏng quá trình vận chuyển và trao đổi nhiệt, nước, cacbon, oxy, nitơ, photpho và các chất ionic qua các hệ thống bầu khí quyển-đất-cây trồng như là giới hạn trên và vật liệu gốc của đất là ranh giới dưới. Có vai trò trong việc

hỗ trợ lập kế hoạch cho các tác động của khí hậu, thực tiễn sử dụng đất và quản lý đất đối với năng suất sơ cấp, chất lượng đất, không khí và các yêu cầu tài nguyên liên quan (ví dụ như nước, phân bón) của các hệ sinh thái trên như một phần của một số chương trình nghiên cứu quốc gia và quốc tế [9].

b. Các dữ liệu đầu vào và đầu ra của mô hình

- *Các dữ liệu đầu vào của mô hình gồm:*

- Dữ liệu về cây trồng (loài, ngày, mật độ,...)

- Dữ liệu về kết cấu đất và quản lý nông nghiệp (tưới tiêu, bón phân,...)

- *Các dữ liệu đầu ra của mô hình gồm:*

- Lượng phát thải khí CH_4 , N_2O , CO_2 ,...

c. Ưu điểm và hạn chế của mô hình

Ưu điểm: Mô hình được ứng dụng ở quy mô rộng, để kiểm tra ảnh hưởng của các tính chất đất bị thay đổi và các hoạt động quản lý đối với nhiệt độ đất và hàm lượng nước, đặc biệt là ở các hệ sinh thái ôn đới và cận nhiệt đới. Đây là mô hình dựa hoàn toàn vào các quá trình sinh địa hóa, yêu cầu đầu vào không lớn, bộ dữ liệu đơn giản. Có thể sử dụng mô hình để phân tích sự biến động theo các đơn vị thời gian khác nhau và trên phạm vi địa lý khác nhau. Mô hình dễ dàng thích ứng với các lựa chọn mới.

Hạn chế: Mô hình này cũng không xem xét sự tương tác giữa hệ sinh thái cạn và hệ sinh thái thủy sinh.

3.2. Đánh giá việc áp dụng mô hình tính toán phát thải KNK từ các hoạt động trồng trọt trong nông nghiệp tại Việt Nam

Hiện nay, việc sử dụng mô hình để tính toán/ kiểm kê toán phát thải KNK từ các hoạt động trồng trọt trong nông nghiệp tại Việt Nam chưa được áp dụng

hiều. Phương pháp chủ yếu được sử dụng ở Việt Nam vẫn là thực hiện theo hướng dẫn của IPCC. Tuy nhiên, đã có một số nghiên cứu sử dụng mô hình DNDC, và kết quả tính toán thể hiện sự phù hợp với kết quả phân tích cũng như sự phù hợp trong việc áp dụng mô hình này tại Việt Nam.

Hiện nay mô hình DNDC đã được kiểm nghiệm và áp dụng để tính toán phát thải KNK trong các hệ canh tác nông nghiệp ở các quốc gia khác nhau như Mỹ, Italy, Đức, phổ biến nhất là ở Vương quốc Anh và Trung Quốc [6]. Tại Vương quốc Anh, DNDC đã được điều chỉnh để có thể tính được phát thải gián tiếp. Đối với Trung Quốc, DNDC đã được điều chỉnh để xem xét thông tin từ tất cả các tỉnh khác nhau.

Tại Việt Nam, năm 2013, Salas mới chỉ đưa ra đề xuất ý tưởng xây dựng hệ thống giám sát KNK phát thải từ vùng canh tác lúa của Việt Nam sử dụng mô hình DNDC [11]. Trong Báo cáo cập nhật hai năm một lần lần thứ nhất của Việt Nam cho Công ước Khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (2014) cũng nêu một số phương án giảm nhẹ KNK trong nông nghiệp trong đó có việc ứng dụng mô hình DNDC để ước tính phát thải KNK từ lúa nước [10]. Năm 2014, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam phối hợp với Đại sứ quán Na Uy triển khai thực hiện đề tài nghiên cứu “Biến đổi khí hậu và những tác động đến sản xuất lúa tại Việt Nam: Thử nghiệm các giải pháp tiềm năng về thích ứng và giảm thiểu”. Đề tài có sử dụng mô hình DNDC và đã tiến hành đo thực địa lượng phát thải KNK trên đất trồng lúa nước tại 02 địa điểm thuộc tỉnh Nam Định, đây là cơ sở để so sánh độ chính xác kết quả của mô hình so với các số liệu đo thực tế. Cũng trong năm 2014, tác giả Nguyễn Thanh Tuấn đã xem xét khả năng áp dụng mô hình DNDC để ước lượng lượng SOC (cacbon hữu cơ trong đất) ở các hệ canh

tác nông nghiệp vùng đồng bằng ven biển tỉnh Quảng Trị. Mục đích của nghiên cứu này là xem xét khả năng áp dụng mô hình DNDC để ước lượng lượng SOC ở các hệ canh tác nông nghiệp vùng đồng bằng ven biển tỉnh Quảng Trị [12].

3.2.1. So sánh mô hình DNDC và hướng dẫn của IPCC để tính toán phát thải KNK từ lĩnh vực nông nghiệp

(a) Mô hình DNDC yêu cầu một lượng lớn dữ liệu đầu vào ở cấp địa phương so với thống kê đơn giản ở mức độ quốc gia theo hướng dẫn của phương pháp IPCC.

(b) Mô hình DNDC phụ thuộc vào dữ liệu khí tượng học chất lượng cao như nhiệt độ và độ ẩm so với phương pháp IPCC không cần dữ liệu khí tượng học.

(c) Mô hình DNDC phụ thuộc vào dữ liệu về hàm lượng cacbon hữu cơ trong đất so với cách tiếp cận đơn giản mà không có loại đất hoặc chỉ có hai loại đất trong phương pháp IPCC.

(d) Mô hình DNDC sử dụng nhiều giả định về động cơ thúc đẩy phát thải KNK trên mỗi loại đất.

3.2.2. So sánh mô hình DNDC và các mô hình khác để tính toán phát thải KNK từ lĩnh vực nông nghiệp

(a) Đa số các mô hình (CASA, CANDY, SUNDIAL, DAISY, STONE, INITIATOR, ALU, Ex-Act,...) là các mô hình tĩnh, không có nhiều lựa chọn trong phân tích theo sự biến đổi theo thời gian, chỉ có thể tính theo đơn vị năm. Mô hình DNDC và mô hình DAYCENTURY là mô hình động, cho phép tính toán theo các đơn vị thời gian khác như từ giờ, ngày cho đến tháng và năm. Như vậy, sử dụng DNDC có thể tính phát thải KNK theo từng ngày. Do đó, kết quả mô hình sẽ chính xác hơn.

(b) Mô hình DNDC là mô hình miễn phí, bao gồm hướng dẫn sử dụng và hướng dẫn cho người mới 'bắt đầu'

rất rõ ràng, chi tiết và dễ hiểu. Trong khi đó, một số mô hình khác là mất phí. Một số mô hình (CASA, CANDY) không có tài liệu hướng dẫn cụ thể, lời giải thích cho mô hình khó hiểu không có hướng dẫn và lời giải thích cụ thể cho các quá trình trong mô hình.

(c) Mô hình DNDC có thể hiệu chỉnh các thông số tương quan trong hệ sinh thái, rất chặt chẽ dựa vào các quá trình sinh địa hóa, có tính linh động cao có thể thay đổi dựa vào đầu vào dữ liệu. Trong khi đó, một số mô hình khác (CASA, CANDY, DAISY, ECOSYS, STONE, DAYCENTURY) không xem xét sự tương tác giữa các thành phần sinh thái cạn và thủy sinh.

(d) Mô hình DNDC có thể sử dụng để tính toán trên nhiều phạm vi địa lý có độ lớn khác nhau. Do đó, DNDC cho phép định lượng hàm lượng cacbon trong đất, tính toán phát thải KNK ở quy mô vùng, địa phương, hay một thửa ruộng.

(e) Mô hình DNDC yêu cầu số liệu đầu vào hợp lý, tương đối linh động và có thể thay đổi theo dữ liệu đầu vào thu thập được. Trong khi đó, một số mô hình khác (STONE, DAYCENTURY) yêu cầu bộ dữ liệu đầu vào lớn và chi tiết, gây khó khăn trong việc thu thập.

Ngoài ra, mô hình DNDC được đánh giá là phù hợp cho nghiên cứu SOC, phát thải KNK ở vùng nông nghiệp nhiệt đới.

4. Kết luận

Tóm lại, phương pháp mô hình hóa là một trong những phương pháp căn bản và thiết yếu, nhất đối với những người làm nghiên cứu khoa học. Phương pháp này đã đưa đến lời giải cho hàng loạt vấn đề quan trọng và thiết thực đối với cả lĩnh vực khoa học và thực tế đời sống xã hội. Chính vì vậy, chúng ta cần phải nắm chắc và áp dụng linh hoạt phương pháp mô hình hóa để có thể phục vụ

công tác nghiên cứu khoa học một cách hiệu quả và tối ưu nhất.

Việc tính toán phát thải KNK sử dụng các mô hình ước tính thể hiện một đánh giá hợp lý về phát thải KNK thực tế từ đất nông nghiệp mặc dù tính chính xác cần được nghiên cứu cải thiện nhằm tăng độ tin cậy. Theo hướng dẫn của IPCC năm 1996 khuyến khích các Quốc gia lựa chọn sử dụng các mô hình hoặc phương pháp khác nhau nếu chúng phản ánh tốt cho từng quốc gia cụ thể. Các mô hình dựa trên quá trình sinh thái (được coi là một phương pháp cấp 3 theo IPCC), có thể được áp dụng để ước tính phát thải KNK từ đất nông nghiệp. Một số mô hình mô tả trong bài báo này có thể được sử dụng như một phương pháp thay thế cho các biện pháp cấp 1 hoặc cấp 2 của IPCC nếu các mô hình có thể được điều chỉnh cho phù hợp với điều kiện cụ thể của từng quốc gia và từng khu vực địa lý. Bài báo này không đưa ra một kết luận về mô hình nào là tốt nhất để tính toán phát thải KNK trực tiếp và gián tiếp từ nông nghiệp. Tuy nhiên, những đánh giá về ưu điểm và hạn chế của các mô hình sẽ giúp người sử dụng có thể lựa chọn theo mục đích nghiên cứu cũng như cơ sở dữ liệu hiện có và thực trạng địa lý của từng khu vực áp dụng. Với điều kiện Việt Nam, kết quả nghiên cứu thể hiện việc sử dụng mô hình DNDC để tính toán phát thải KNK từ các hoạt động nông nghiệp là lựa chọn tối ưu trong thời điểm hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. De Vries, W., et al., (2003). *Uncertainties in the fate of nitrogen II: A quantitative assessment of the uncertainties in major nitrogen fluxes in the Netherlands*. Nutrient Cycling in Agroecosystems.

[2]. Franko, U., B. Oelschlägel, and S. Schenk (1995). *Simulation of temperature-, water-and nitrogen dynamics using the model CANDY*. Ecological Modelling.

[3]. Giltrap, D.L., C. Li, and S. Saggar (2010). *DNDC: A process-based model of greenhouse gas fluxes from agricultural soils*. Agriculture, ecosystem& environment.

[4]. Hoàng Ngọc Hân, Nguyễn Văn Tài, Nguyễn Tùng Lâm (2014). *Các nguồn phát thải và định hướng giảm phát thải khí nhà kính*. Tạp chí Môi trường.

[5]. Li, C., (2000). *Modeling trace gas emissions from agricultural ecosystems*. Nutrient Cycling in Agroecosystems, p. 259-276.

[6]. Li, C., (2009). *User's Guide for the DNDC Model (version 9.3)*. Institute for the Study of Earth, Oceans, and Space, University of New Hampshire, Durham, NH.

[7]. Paustian, K., N. Ravindranath, and A. van Amstel (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.

[8]. Potter, Christopher S., James T. Randerson, Christopher B. Field, Pamela A. Matson, Peter M. Vitousek, Harold A. Mooney, Steven A. Klooster (1993). *Terrestrial ecosystem production: a process model based on global satellite and surface data*. Global Biogeochem.

[9]. Shaffer, M.J., L. Ma, and S. Hansen., (2001). *Modeling carbon and nitrogen dynamics for soil management*.

[10]. Bộ Tài Nguyên và Môi trường (2016). *Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*. Hà Nội.

[11]. Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Trọng Hiệu (2010). *Biến đổi khí hậu và tác động đến Việt Nam*. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Hà Nội.

[12]. Nguyễn Thanh Tuấn, Nguyễn Xuân Hải, Trần Văn Ý (2014). *Khả năng áp dụng mô hình DNDC (Denitrification - Decomposition) xác định lượng Cacbon hữu cơ trong đất ở các hệ sinh thái nông nghiệp đồng bằng ven biển tỉnh Quảng Trị*. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, Tập 30, Số 3, 37 - 48

BBT nhận bài: 12/02/2018; Phản biện xong: 23/02/2018