



TẠP CHÍ

Môi trường

ISSN: 2615 - 9597

KỶ I - 2024

VIỆN CHIẾN LƯỢC, CHÍNH SÁCH TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG - BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
INSTITUTE OF STRATEGY AND POLICY ON NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT - MONRE

CHUYÊN ĐỀ KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ



TỔNG QUAN MỘT SỐ NGHIÊN CỨU VỀ CHẤT THẢI NHỰA BIỂN Ở VIỆT NAM VÀ ĐỀ XUẤT HƯỚNG NGHIÊN CỨU TRONG TƯƠNG LAI



Website: www.tapchimoitruong.vn

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP/EDITORIAL COUNCIL

**PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. NGUYỄN ĐÌNH THỌ -
Chủ tịch/Chairman**

GS.TS/Prof. Dr. NGUYỄN VIỆT ANH

GS.TS/Prof. Dr. ĐẶNG KIM CHI

PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. NGUYỄN THẾ CHINH

TS/Dr. MAI THANH DUNG

GS. TSKH/ Prof. Dr. PHẠM NGỌC ĐĂNG

GS. TSKH/Prof. Dr. ĐẶNG HUY HUỖNH

PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. NGUYỄN CHU HỒI

PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. PHẠM VĂN LỢI

GS. TS/Prof. Dr. NGUYỄN VĂN PHƯỚC

PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. LÊ THỊ TRINH

TS/Dr. NGUYỄN VĂN TÀI

TS/Dr. NGUYỄN TRUNG THẮNG

TS/Dr. NGUYỄN NGỌC SINH

PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. NGUYỄN DANH SƠN

PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. LÊ KẾ SƠN

PGS. TS/Assoc. Prof. Dr. LÊ ANH TUẤN

PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. TRƯƠNG MẠNH TIẾN

GS.TS/Prof. Dr. TRỊNH VĂN TUYẾN

PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. DƯƠNG HỒNG SƠN

GS.TS/Prof. Dr. ĐẶNG HÙNG VÕ

PGS.TS/Assoc. Prof. Dr. TRẦN TÂN VĂN

TỔNG BIÊN TẬP EDITORIAL DIRECTOR

TS/Dr. NGUYỄN TRUNG THẮNG

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP DEPUTY EDITOR

ThS/MS. PHẠM ĐÌNH TUYẾN

GIẤY PHÉP XUẤT BẢN/PUBLICATION PERMIT

192/GP-BTTTT CẤP NGÀY 31/05/2023

Nº 192/GP-BTTTT - Date 31/5/2023

Thiết kế mỹ thuật/Design by: Nguyễn Mạnh Tuấn

Chế bản & in/Processed & printed by:

Công ty CP In và Thương mại P&Q



Bìa/Cover: Bãi biển Bình Thạnh, Tuy Phong, Bình Thuận

Ảnh/Photo by: DTV.CHI

Trụ sở tại Hà Nội

Tầng 7, Lô E2, phố Dương Đình Nghệ,
phường Yên Hòa, quận Cầu Giấy, Hà Nội

Floor 7, lot E2, Dương Đình Nghệ Str. Cầu Giấy Dist. Hà Nội

Trị sự/Managing: **(024) 66569135**

Biên tập/Editorial: **(024) 61281446**

Quảng cáo/Advertising: **(024) 66569135**

Fax: **(024) 39412053**

Email: tapchimoitruongtcm@vea.gov.vn

Thường trú tại TP. Hồ Chí Minh

Phòng A 209, Tầng 2 - Khu liên cơ quan Bộ TN&MT,
số 200 Lý Chính Thắng, phường 9, quận 3, TP. HCM
Room A 209, 2th floor - MONRE's office complex
No. 200 - Ly Chinh Thang Street, 9 ward, 3 district,
Ho Chi Minh city

Tel: **(028) 66814471** Fax: **(028) 62676875**

Email: tcmtphianam@vea.gov.vn

Chuyên đề kỳ I - 2024

Thematic Vol. No 1, 2024

Giá/Price: 45.000đ

MỤC LỤC

CONTENTS



NGHIÊN CỨU

- [3] **NGUYỄN CÔNG SƠN*, NGUYỄN MINH QUANG, NGUYỄN THỊ BÍCH PHƯƠNG,...**
Tổng quan một số nghiên cứu về chất thải nhựa biển ở Việt Nam và đề xuất hướng nghiên cứu trong tương lai
Overview of studies on marine plastic litter in Vietnam and suggestions for future research
- [8] **NGUYỄN THANH BÌNH, DƯ VĂN TOÁN, NGUYỄN PHƯƠNG NHUNG, DƯ THỊ VIỆT ANH**
Dẫn liệu bước đầu về thành phần loài và đặc điểm phân bố động vật đáy (*Zoobenthos*) ở ven biển Cửa Lò, tỉnh Nghệ An
Initial data on species composition and distribution characteristics of *zoobenthos* in Cua Lo coastal area, Nghe An province
- [15] **NGUYỄN LÊ TUẤN, PHẠM THỊ THỦY, NGUYỄN THỊ KHANG, PHẠM MINH DƯƠNG...**
Nghiên cứu xác định mật độ trạm quan trắc phục vụ xây dựng sơ đồ mạng lưới điều tra cơ bản và giám sát môi trường biển Việt Nam
Research to determine the density of monitoring stations for the marine environmental investigation and monitoring network diagram in Vietnam
- [21] **LƯU THỊ THU TRANG, TRẦN ĐỨC HẠ, ĐINH VIỆT CƯỜNG, TRẦN THÚY ANH**
Ứng dụng phần mềm Storm water management model (SWMM) để đề xuất các giải pháp thoát nước bền vững cho khu vực trung tâm Thành phố Hải Phòng
Applying SWMM software to proposal sustainable drainage solutions for the central area of Hai Phong city
- [26] **VÕ NGUYỄN XUÂN QUẾ, TRẦN THỊ PHI OANH**
Đánh giá chất lượng bùn bể biogas sau tiền xử lý bằng phương pháp oxy hóa Fenton và tách nước làm nguyên liệu phối trộn phân bón hữu cơ
Evaluating the quality of biogas sludge after pretreatment by Fenton process and dewatering for organic fertilizer formulation
- [30] **PHÙNG CHÍ SỸ, PHÙNG ANH ĐỨC, NGUYỄN THỊ HẢI**
Đánh giá hiện trạng và dự báo tải lượng ô nhiễm không khí do đốt lộ thiên rơm rạ tại Việt Nam
Assessment of the current status and forecast of air pollution load due to open burning of straw in Vietnam
- [36] **BÙI NHẬT QUỲNH, TRẦN THU GIANG**
Tác động của du lịch đến phát triển kinh tế và phát thải các-bon ở Việt Nam
The influence of tourism on economic growth and cac-bon emissions in Vietnam
- [43] **NGÔ VIỆT ANH, PHẠM HỒNG LONG**
Đánh giá sức tải du lịch tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham, tỉnh Ninh Bình
Assessment of tourism carrying capacity at Thung Nham ectourism area, Ninh Binh province
- [52] **TRỊNH THỊ THU HÀ, PHẠM THANH HÀ, HOÀNG THỊ YẾN, LÊ THỊ MINH THÀNH**
Nghiên cứu hoạt tính sinh học của vi nấm nội sinh trên cây thạch tùng javanica (*Huperzia javanica*)
Biological activity research of endophytic fungi on *Huperzia javanica* plant with application orientation in the circular economy
- [58] **NGUYỄN THỊ THỤC, NGUYỄN THỊ HUYỀN NHUNG**
Phát triển đô thị bền vững dựa trên mô hình kinh tế tuần hoàn: Kinh nghiệm quốc tế và khuyến nghị cho Việt Nam
Sustainable urban development based on the circular economy model: International experiences and recommendations for Vietnam



TRAO ĐỔI – THẢO LUẬN

- [65] **NGUYỄN THỊ XUÂN HỒNG, LÊ VĂN GIANG**
Mô hình ứng dụng công nghệ Fenton tầng sôi xử lý và tái sử dụng nước thải dệt nhuộm theo hướng tuần hoàn tại Việt Nam
- [68] **NGUYỄN THỊ NGỌC ÁNH, NGUYỄN THỊ THU HÀ, NGUYỄN ANH TUẤN**
Tái sử dụng chất thải trong khu công nghiệp sinh thái, hướng tới nền kinh tế tuần hoàn
- [72] **NGUYỄN MINH KỲ, HOÀNG TUẤN DŨNG, ĐẶNG KIM CHI**
Vỏ nhựa (plasticrust) và thách thức của ô nhiễm nhựa: Nguyên nhân, hậu quả và các giải pháp phòng ngừa hướng đến bảo vệ môi trường
- [75] **HỒ QUỐC THÔNG**
Thúc đẩy hoạt động tái chế: Cân nhắc và gợi ý chính sách
- [77] **NGUYỄN THỊ THU HÀ, NGUYỄN SỸ LINH, VŨ HOÀNG THÙY DƯƠNG**
Quy định về bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu trong lĩnh vực khoáng sản ở Việt Nam
- [82] **TÔ NGỌC VŨ, TRẦN THỊ VÂN**
Kinh nghiệm trong xây dựng tổ chức, bộ máy cơ quan quản lý đất đai của một số quốc gia trên thế giới
- [85] **TRẦN THỊ THU HÀ, HOÀNG THU THỦY, NGUYỄN VĂN SẴN**
Thúc đẩy chi trả dịch vụ hệ sinh thái biển và đất ngập nước tại Việt Nam
- [88] **ĐỖ MINH PHƯƠNG, CHU ĐIỂM HẰNG**
Ứng dụng chuyển đổi số trong sản xuất nông nghiệp đô thị để góp phần giải quyết các vấn đề về môi trường



TỔNG QUAN MỘT SỐ NGHIÊN CỨU VỀ CHẤT THẢI NHỰA BIỂN Ở VIỆT NAM VÀ ĐỀ XUẤT HƯỚNG NGHIÊN CỨU TRONG TƯƠNG LAI

NGUYỄN CÔNG SƠN^{1*}, NGUYỄN MINH QUANG¹
NGUYỄN THỊ BÍCH PHƯƠNG¹, ĐINH THỊ XOAN¹

¹Viện Khoa học môi trường, biển và hải đảo
Bộ Tài nguyên và Môi trường

Tóm tắt:

Chất thải nhựa biển là một trong số chất ô nhiễm nguy hiểm, gây thiệt hại lớn tới môi trường, hệ sinh thái và các ngành kinh tế biển. Chính vì vậy, Việt Nam đã và đang thực hiện một số nghiên cứu về lĩnh vực này. Tuy nhiên, các nghiên cứu đang chỉ ở những giai đoạn đầu tiên, mang tính đơn lẻ, thiếu tính định hướng và hệ thống. Dựa trên việc thu thập tài liệu, dữ liệu; thống kê, phân tích và xử lý số liệu; tổng hợp kết quả phân tích liên quan đến chất thải nhựa biển, nghiên cứu đã đưa ra cái nhìn khái quát một số nghiên cứu về chất thải nhựa biển ở Việt Nam, bao gồm: Mật độ phân bố, nguồn gốc chất nhựa, tác động của chất thải nhựa đến hệ sinh thái, con người... trên kích cỡ loại nhựa là nhựa cỡ lớn và vi nhựa tại khu vực bờ biển, trầm tích, cột nước biển. Từ đó, đề xuất các hướng nghiên cứu chất thải nhựa tại Việt Nam trong những năm tiếp theo như: Nghiên cứu về ảnh hưởng của chất thải nhựa; nghiên cứu về quan trắc, giám sát chất thải nhựa; nghiên cứu về phát triển công nghệ về chất thải nhựa; nghiên cứu chính sách trong quá trình đàm phán quốc tế về chất thải nhựa...

Từ khóa: Chất thải nhựa, vi nhựa, mật độ, nguồn gốc, tác động.

Ngày nhận bài: 1/3/2024; Ngày sửa chữa: 25/3/2024;

Ngày duyệt đăng: 12/4/2024.

1. Đặt vấn đề

Chất thải nhựa biển là một trong số chất ô nhiễm nguy hiểm nhất, gây thiệt hại lớn tới môi trường, các hệ sinh thái biển và ngành kinh tế biển, cản trở phát triển nền kinh tế biển xanh của các quốc gia trên thế giới cũng như ở Việt Nam (Hernandez và cộng sự., 2017; Beaumont, 2019; Phạm Hùng Việt và cộng sự., 2020; UNEP., 2021; Duan và cộng sự., 2021; Phạm Thị Dương và cộng sự., 2021). Chính vì vậy, ô nhiễm chất thải nhựa biển cần được nghiên cứu, đánh giá về mật độ phân bố, nguồn gốc, thực trạng phát sinh, tác động và các chính sách quản lý.

Việt Nam cũng đã bắt đầu quan tâm và nghiên cứu ô nhiễm biển do chất thải nhựa (Nguyễn Thu

OVERVIEW OF STUDIES ON MARINE PLASTIC LITTER IN VIETNAM AND SUGGESTIONS FOR FUTURE RESEARCH

Abstract:

Plastic litter is one of the most dangerous pollutants, causing great damage to the environment, ecosystems, and marine economic sectors. Therefore, Vietnam has been conducting many studies in this field. However, the research is only in the first stages, is single, and lacks direction and system. Based on the synthesis of research and publications relating to marine plastic litter in Vietnam, this study has given an overview of the priorities for research on marine plastic litter that Vietnam is focusing on, including distribution density, the origin of plastic litter, and the impact of plastic litter on the ecosystem and humans... These research priorities have also focused on the size of macroplastics and microplastics, focusing mainly on coastal areas, sediment, and seawater columns. From there, propose directions for plastic litter research in Vietnam in the following years: Research on the effects of plastic litter; research on monitoring and supervision of plastic litter; and research on technology development on plastic litter; policy research in the international negotiation process on plastic litter...

Keywords: Plastic litter, microplastics, density, source, impact.

JEL Classifications: P48, Q53, Q57, R10.

Trang và cộng sự., 2020; WB, 2022; Lahens và cộng sự., 2018; Hà Thị Hiền và cộng sự., 2020; Nguyễn Thảo Nguyễn, 2019...). Tuy nhiên, các thông tin, dữ liệu, kết quả nghiên cứu này đang ở những giai đoạn đầu tiên, mang tính đơn lẻ, thiếu tính định hướng và hệ thống. Chính vì vậy, việc thực hiện nghiên cứu “Tổng quan một số nghiên cứu về chất thải nhựa biển ở Việt Nam và đề xuất hướng nghiên cứu trong tương lai” sẽ đưa ra cái nhìn tổng thể, có hệ thống, giúp cho việc đề xuất các nội dung, phương hướng nghiên cứu khoa học về chất thải nhựa biển Việt Nam trở nên dễ dàng và hiệu quả hơn. Cùng với đó, góp phần vào các công tác quản lý, giám sát chất thải nhựa ở Việt Nam trong các năm tiếp theo.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu:

Chất thải nhựa biển ở Việt Nam.

2.2. Phương pháp nghiên cứu:

- *Phương pháp thu thập tài liệu, dữ liệu* từ các công trình nghiên cứu, công bố liên quan đến chất thải nhựa biển ở Việt Nam, có thể kể đến một số công bố: Nguyễn Thu Trang và cộng sự., 2020; WB, 2022; Lahens và cộng sự., 2018; Hà Thị Hiền và cộng sự., 2020; Nguyễn Thảo Nguyên, 2019; Van Emmerik và cộng sự, 2018; Khuyen và cộng sự, 2021; Cham và cộng sự, 2021...

- *Phương pháp thống kê, phân tích và xử lý số liệu:* Dữ liệu, tài liệu sau khi thu thập sẽ được phân chia ra từng nhóm riêng biệt như: Dữ liệu tại khu vực bãi biển; trong trầm tích; môi trường nước biển và cửa sông... Từ các dữ liệu của từng nhóm đã phân chia, tiến hành đồng bộ các đơn vị trong các nghiên cứu; khai thác các thông tin có liên quan: Mật độ, nguồn gốc, ảnh hưởng... nhằm phục vụ thực hiện nội dung phần kết quả nghiên cứu.

- *Phương pháp tổng hợp kết quả phân tích:* Từ những dữ liệu đã xử lý, nhóm nghiên cứu sẽ tổng hợp lại một lần nữa để có những so sánh theo từng nhóm đã chia, trên cơ sở đó xây dựng phần nội dung kết quả nghiên cứu.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Nghiên cứu về mật độ chất thải nhựa

Nghiên cứu về mật độ là một trong số các hướng nghiên cứu cơ bản nhất trong lĩnh vực chất thải nhựa. Các nghiên cứu này thường chỉ ra sự xuất hiện của chất nhựa thông qua các con số định lượng về khối lượng và số lượng mảnh. Ngoài ra, trong một số nghiên cứu còn đề cập thêm các thông tin khác như: Kích thước, hình dạng, màu sắc... Các nghiên cứu về mật độ chất thải nhựa biển, đại dương ở Việt Nam thường được thực hiện ở các bãi biển; tầng mặt và trong cột nước của biển hoặc cửa sông; trong trầm tích các hệ sinh thái.

* Nghiên cứu trên các bãi biển

Mật độ chất thải nhựa tại những bãi biển thuộc các khu bảo tồn ở Việt Nam trung bình 7.374 (mảnh/100m) và 94,58 (kg/100m). Chất thải nhựa có sự thay đổi theo mùa và theo vị trí địa lý khi số lượng rác nhựa mùa mưa cao hơn nhiều so với mùa khô; các bãi biển phía Bắc có số lượng và khối lượng đều thấp hơn nhiều so với các bãi phía Nam, đảo ven bờ lượng rác nhựa thấp hơn những đảo xa bờ (Nguyễn Thu Trang và cộng sự., 2020).

Những bãi biển thuộc các tỉnh ven biển Việt Nam có mật độ chất thải nhựa cũng cao, trung bình 8.100 (mảnh/100m) và không có sự thay đổi theo một quy luật nào. Mật độ chất thải nhựa ở Thừa Thiên - Huế

(14.110 mảnh/100m), TP. Hồ Chí Minh (13.560 mảnh/100m) và Quảng Nam (13.370 mảnh/100m) cao hơn đáng kể so với ở các địa điểm khác. Mật độ rác nhựa thấp hơn đáng kể ở hai thành phố trực thuộc Trung ương là Hải Phòng (3.623 mảnh/100m) và Đà Nẵng (2.790 mảnh/100m) (WB, 2022).

* Nghiên cứu vi nhựa trong trầm tích

Nghiên cứu xác định hạt vi nhựa trong môi trường trầm tích đã được đề xuất và áp dụng thử nghiệm cho bãi triều ven biển tại khu vực xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa. Nghiên cứu này cho thấy, khối lượng của các hạt vi nhựa dao động từ $6,41 \pm 1,27$ mg/kg đến $53,05 \pm 5,27$ mg/kg với giá trị trung bình là $22,95 \pm 8,9$ mg/kg, số lượng vi nhựa dưới kính hiển vi cho thấy trong 1 kg trầm tích có từ 2.921 đến 5.635 mảnh vi nhựa (Lưu Việt Dũng và cộng sự., 2020).

Ở cửa sông Ba Lạt (cửa sông Hồng), miền Bắc Việt Nam, phân bố của vi nhựa thay đổi khá lớn, với mật độ từ 70 đến 2.830 vi nhựa trên một kg trầm tích bề mặt khô. Vi nhựa có kích thước 300 - 5.000 μ m chiếm hơn 88% tổng số lượng hạt. Sợi là hình dạng chủ đạo trong tất cả các mẫu, tiếp theo là dạng màng và hạt. Các vi nhựa phát hiện được chủ yếu có màu trong suốt, đỏ và xanh lam (Hà Thị Hiền và cộng sự., 2020).

Môi trường trầm tích ở khu vực vịnh Tiên Yên - Quảng Ninh có số lượng hạt vi nhựa dao động từ 236-1.324 hạt vi nhựa/kg với giá trị trung bình là 664 ± 68 hạt vi nhựa/kg. Khu vực phía Bắc và Trung tâm vịnh Tiên Yên có xu hướng tập trung hạt vi nhựa cao hơn so với khu vực phía Nam của vịnh Tiên Yên. Mức độ nhiễm bẩn hạt vi nhựa trong môi trường trầm tích tầng mặt vịnh Tiên Yên nằm ở mức tương đối cao khi so sánh với khu vực tương tự ở Ôxtrâyli và một số vùng cửa sông ở Trung Quốc (Trương Hữu Dực và cộng sự., 2020).

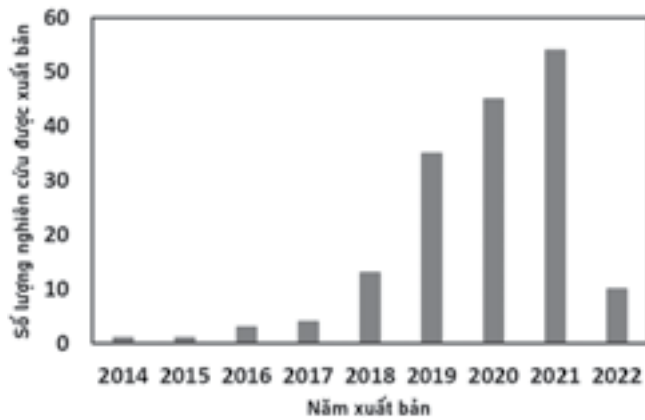
* Nghiên cứu vi nhựa trong môi trường nước biển, cửa sông

Mật độ vi nhựa trong nước biển ở vịnh Cửa Lục (tỉnh Quảng Ninh), biển Đồ Sơn (TP. Hải Phòng) và vịnh Hạ Long có giá trị < 1 hạt/ m^3 , trong đó vịnh Cửa Lục có mật độ vi nhựa nhỏ nhất là 0,4 hạt/ m^3 . Trong nước ở đầm Thị Nại, mật độ vi nhựa dao động trong khoảng từ 3,2 - 24 hạt/ m^3 (Strady và cộng sự., 2021). Ở khu vực biển cửa sông Bạch Đằng, vi nhựa được phát hiện với mật độ 0,98 - 3,4 hạt/ m^3 , với giá trị trung bình 2 hạt/ m^3 . Số lượng và mật độ vi nhựa có xu thế giảm từ gần bờ ra khơi. Hình dạng của vi nhựa chủ yếu là dạng sợi và dạng mảnh, với kích thước khác nhau. Vi nhựa dạng sợi chiếm 23% và dạng mảnh chiếm 77% (Dương Thanh Nghị và cộng sự., 2020). Trong nước biển ở tỉnh Nam Định, mật độ vi nhựa dao động từ 6,7 - 9,2 hạt/ m^3 và có xu hướng cao hơn trong mùa xuân và nhỏ hơn trong mùa hè. Kích thước của hạt vi nhựa dao động từ 20 μ m - 2 mm, phổ biến với kích thước < 300 μ m



(Nam và cộng sự., 2022). Vi nhựa trong nước biển tỉnh Thanh Hóa có mật độ dao động từ 16 - 44 hạt/m³, với giá trị trung bình là 30 hạt/m³. Nước biển ở bãi biển Hải Tiến có mật độ vi nhựa cao hơn ở biển Sầm Sơn và Hải Hòa. Hình dạng của vi nhựa chủ yếu là dạng mảnh (từ 43 - 80%), dạng màng (từ 6,9 - 38%) và dạng hạt (từ 0 - 43%) (Cham và cộng sự., 2021). Nước biển khu vực huyện Cồn Giò (TP. Hồ Chí Minh) có mật độ 6,4±3,0 hạt/L (Khuyen và cộng sự., 2021).

Tại khu vực châu Á nói chung và Việt Nam nói riêng, số lượng các nghiên cứu được công bố quốc tế về vi nhựa trong thủy vực tăng liên tục từ năm 2014 đến năm 2022 (Kumar và cộng sự., 2022). Mỗi năm, số lượng các nghiên cứu tăng nhanh gấp nhiều lần từ năm 2018 và tiếp tục đi lên, cho thấy rõ vi nhựa đã trở thành một trong những chất gây ô nhiễm môi trường mới nổi (Hình 1). Tuy nhiên, Việt Nam cũng mới chỉ có 3 nghiên cứu được công bố quốc tế về nội dung này (Kumar và cộng sự., 2022).



▲ Hình 1. Số lượng nghiên cứu về vi nhựa trong các thủy vực tại khu vực châu Á được công bố (Kumar và cộng sự., 2022)

3.2. Nghiên cứu về nguồn gốc chất thải nhựa

Nguồn gốc chất thải nhựa trong môi trường nước

Mật độ chất thải nhựa có liên quan đến áp lực của con người đối với môi trường, do vậy, cần thiết phải xác định nguồn gốc chất thải nhựa. Thực tế, các nghiên cứu về nguồn gốc thường sẽ được lồng ghép trong những nghiên cứu về mật độ của chất thải nhựa. Trong công bố (Van Emmerik và cộng sự., 2018) xác định sông Sài Gòn là nguồn gốc mang một lượng lớn chất nhựa ra biển. Lượng nhựa ở sông này hầu hết lại có nguồn gốc từ đất liền đổ xuống. Cụ thể hơn, trong nghiên cứu của Lahens và cộng sự tại khu vực sông Sài Gòn đã chỉ ra khối lượng chất thải nhựa thất thoát từ đất liền ra hệ thống sông Sài Gòn hàng ngày là 0,96 - 19,91g. Những mảnh nhựa ở kích thước lớn thường trôi nổi, có chất liệu là polyetylen và polypropylen; vi nhựa với dạng sợi, mảnh thường bám trên bề mặt các vật thể và được cấu tạo từ polyester (Lahens và cộng sự., 2018).

Nguồn gốc vi nhựa trong trầm tích

Nguồn gốc vi nhựa trong trầm tích thường được thực hiện bằng cách thu thập khi triều thấp tại các bãi triều hoặc lấy mẫu trầm tích tầng mặt từ 0-5cm. Trong nghiên cứu tại bãi triều ven biển tại khu vực xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa đã chỉ ra thành phần chủ yếu của vi nhựa là Microfragments (65,09%), Microfoams (8,41%), Microfilbers (24,08%) và Microfilms (2,42%). Nguồn gốc của các hạt này chủ yếu từ hoạt động nhân sinh tại khu vực ven biển như nuôi trồng, khai thác thủy sản và chất thải sinh hoạt (Trương Hữu Dực và cộng sự., 2020).

Nghiên cứu của tác giả Trương Hữu Dực và cộng sự (2020) về “Đặc điểm thành phần và phân bố hạt vi nhựa trong môi trường trầm tích tầng mặt khu vực vịnh Tiên Yên” cũng chỉ ra rằng nguồn gốc chủ yếu từ hoạt động nuôi trồng và đánh bắt thủy hải sản, chất thải sinh hoạt ven biển; thành phần hạt vi nhựa bao gồm microfragment (8,54%), microfoam (4,99%), microfiber (84,9%) và microfilm (1,57%). Thành phần hóa học của vi nhựa chủ yếu là các loại nhựa phổ biến như PE, PP, PA, PVC, PS, PET. Nhìn chung, thành phần các loại nhựa trong môi trường trầm tích tại khu vực vịnh Tiên Yên đã phản ánh được các nguồn phát sinh chất thải nhựa từ các hoạt động nhân sinh chủ yếu trong khu vực (Trương Hữu Dực và cộng sự., 2020).

Trong nghiên cứu tại cửa sông Cửa Tiểu và bãi du lịch Tân Thành, thuộc vùng biển Tiền Giang ngoài việc đưa ra mật độ chất thải nhựa thì nghiên cứu còn chỉ ra rằng chất thải nhựa ở đây có 3 hình dạng chính là mảnh, sợi, viên/hạt. Màu sắc các hạt đa dạng và nguyên liệu của chúng gồm 3 loại nhựa chính là PE, PP và PS. Các loại nhựa này có nguồn gốc từ các vật dụng sinh hoạt, dụng cụ của hoạt động đánh bắt thủy sản (Nguyễn Thảo Nguyên và cộng sự., 2018).

3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của vi nhựa đến các hệ sinh thái và con người

Chất thải nhựa là loại chất thải gây ô nhiễm môi trường sống, đặc biệt là đối với các đại dương, gây nguy hại cho các loài động vật dưới nước và gây ra nhiều tác hại đối với sức khỏe con người. Các hạt nhựa nhỏ này lọt qua hệ thống xử lý nước thải ra sông hồ, ao và đại dương, từ đó gây ảnh hưởng lớn đến môi trường cũng như ảnh hưởng đến chuỗi thức ăn. Mặc dù, hướng nghiên cứu này rất quan trọng nhưng ở Việt Nam các công bố về ảnh hưởng của vi nhựa đến con người và hệ sinh thái vẫn còn hạn chế.

Trên các loài động vật vi nhựa có gây hiện tượng tự hoại một số tế bào chuyên biệt trong cầu gai và làm giảm dự trữ lipid, tăng phản ứng viêm và tress oxy hóa trong giun. Loài cá vược ăn và tích lũy vi nhựa dẫn đến suy giảm sự phát triển, hạn chế sinh sản và thay đổi hành vi lẫn khứu giác nên sẽ tăng rủi ro tổn thương

trước kẻ thù của chúng (Lê Thị Phương Dung và cộng sự., 2019).

Công bố của Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội (2020) về ảnh hưởng độc hại của vi nhựa trong trầm tích đến động vật đáy hồ nội thành Hà Nội. Nghiên cứu đã đưa ra những đánh giá về mức độ rủi ro và các ảnh hưởng bất lợi tiềm năng của ô nhiễm vi nhựa đối với hệ thống tiêu hóa và biến đổi gen của các động vật đáy ở hồ nội thành Hà Nội (Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội, 2020).

3.4. Đề xuất hướng nghiên cứu chất thải nhựa tại Việt Nam

Ô nhiễm chất thải nhựa biển vẫn tương đối mới trong lĩnh vực môi trường ở Việt Nam. Dựa vào việc tổng quan một số nghiên cứu ở trên, chúng ta đã có cái nhìn tổng thể và hệ thống hơn về chất thải nhựa biển ở Việt Nam. Để nâng cao hiệu quả trong nghiên cứu cũng như trong quản lý ô nhiễm chất thải nhựa, trong tương lai nước ta cần ưu tiên thực hiện một số hướng nghiên cứu sau:

3.4.1. Các ảnh hưởng của chất thải nhựa

Như đã đề cập ở trên, chất thải nhựa là loại chất thải gây nguy hại cho các loài động vật dưới nước và gây ra nhiều tác hại đối với sức khỏe con người. Trên thế giới, đã có nhiều nghiên cứu chuyên sâu về ảnh hưởng của từng loại chất nhựa đến con người và hệ sinh thái. Các nghiên cứu đó đã chỉ ra được những chất nhựa này có khả năng làm thay đổi hệ thống nội tiết trong cơ thể như thế nào. Cụ thể: Phthalates và polybrominated diphenyl ethers (PBDE) có chức năng kháng androgen; bisphenol A (BPA) là hoạt động giống estrogen; polybrominated diphenyl ethers (PBDE) và tetrabromobisphenol A (TBBPA) đã được chứng minh là có thể phá vỡ sự cân bằng nội môi của hormone tuyến giáp... (Talsness và cộng sự., 2009). Tuy nhiên, ở Việt Nam hướng nghiên cứu về ảnh hưởng của chất thải nhựa đến con người và hệ sinh thái vẫn còn hạn chế, những nghiên cứu đã được thực hiện chưa đi sâu vào từng loại chất ảnh hưởng như thế nào đến con người và động vật. Đặc biệt, những nghiên cứu về ảnh hưởng của chất thải nhựa đến kinh tế và xã hội ít có những con số định lượng cụ thể. Từ những lý do này, nhóm nghiên cứu sẽ đưa ra những mục tiêu cụ thể.

Mục tiêu: Xây dựng, củng cố luận cứ khoa học, cơ sở thực tiễn về các quá trình phát sinh, tồn tại, biến đổi, lan truyền và tích lũy độc tính của chất thải nhựa, vi nhựa trong môi trường biển; đưa ra được những con số cụ thể về ảnh hưởng của chất thải nhựa đến kinh tế và xã hội.

Dựa vào mục tiêu, đề xuất các hướng nghiên cứu: Những tác động của ô nhiễm nhựa tới các hệ sinh thái biển và chuỗi dinh dưỡng trong đó; Những tác động của chất thải nhựa ở cấp độ loài và cấp quần thể; Đánh

giá ảnh hưởng về kinh tế, xã hội của ô nhiễm nhựa tới cộng đồng ven biển và các hoạt động kinh tế ven biển.

3.4.2. Quan trắc, giám sát chất thải nhựa

Mục tiêu: Xây dựng hệ thống quan trắc, giám sát chất thải nhựa đại dương dựa trên công nghệ giải đoán hình ảnh kết hợp với trí tuệ nhân tạo nhằm phục vụ công tác bảo vệ môi trường và các hệ sinh thái biển. Dự báo việc hình thành và biến động các vùng tập trung chất thải nhựa tại vùng biển Việt Nam và vùng biển quốc tế liền kề; củng cố các phương pháp điều tra, khảo sát, đánh giá hiện trạng, số lượng, chủng loại, phân bố theo không gian và thời gian của chất thải nhựa đại dương.

Dựa vào mục tiêu, đề xuất các hướng nghiên cứu: Điều tra, đánh giá hiện trạng chất thải nhựa và vi nhựa ở Việt Nam; Đề xuất giải pháp kiểm soát, quản lý; Giám sát chất thải nhựa bằng công nghệ viễn thám; Xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu về chất thải nhựa đại dương; Tích hợp dữ liệu về chất thải nhựa đại dương với cơ sở dữ liệu về TN&MT phục vụ đánh giá và kiểm soát ô nhiễm nhựa; Xây dựng hệ thống thông tin kiểm soát chất thải nhựa từ đất liền ra biển và từ các hoạt động trên biển, hải đảo.

3.4.3. Phát triển công nghệ về chất thải nhựa biển

Mục tiêu: Nghiên cứu, phát triển, ứng dụng, chuyển giao công nghệ, kỹ thuật trong sản xuất, tiêu dùng sản phẩm thay thế nhựa thân thiện với môi trường; rà soát công nghệ sản xuất có sử dụng phế liệu nhập khẩu làm nguyên liệu sản xuất bảo đảm thân thiện với môi trường và phù hợp với điều kiện Việt Nam; xử lý và giảm thiểu chất thải nhựa đại dương; khuyến khích nghiên cứu, phát triển hệ thống thu gom chất thải nhựa đại dương.

Dựa vào mục tiêu, đề xuất các hướng nghiên cứu: Nghiên cứu, phát triển, ứng dụng, chuyển giao công nghệ, kỹ thuật trong sản xuất, tiêu dùng sản phẩm thay thế nhựa thân thiện với môi trường; Rà soát công nghệ sản xuất có sử dụng phế liệu nhập khẩu làm nguyên liệu sản xuất bảo đảm thân thiện với môi trường và phù hợp với điều kiện Việt Nam; Nghiên cứu, phát triển hệ thống thu gom chất thải nhựa đại dương.

3.4.4. Hướng nghiên cứu về chính sách trong quá trình đàm phán quốc tế về chất thải nhựa

Mục tiêu: Xây dựng, củng cố luận cứ khoa học trong quá trình hợp tác quốc tế; đưa ra những định hướng đàm phán quốc tế trong lĩnh vực chất thải nhựa trong tương lai.

Dựa vào mục tiêu, đề xuất các hướng nghiên cứu: Nghiên cứu một số công cụ ràng buộc pháp lý quốc tế về chất thải nhựa; Chiến lược BVMT của quốc gia đối với những cam kết quốc tế về chất thải nhựa trong tương lai...



4. Kết luận

Việt Nam là một quốc gia biển với sự phát triển không ngừng của các hoạt động kinh tế biển. Chính sự phát triển này đã gây ra các áp lực về ô nhiễm chất thải nhựa lên môi trường biển. Một số nghiên cứu về lĩnh vực này đã và đang được thực hiện, tuy nhiên, các nghiên cứu đang ở những giai đoạn đầu tiên, còn mang tính đơn lẻ, thiếu tính định hướng và hệ thống. Từ việc tổng quan một số nghiên cứu về chất thải nhựa biển ở Việt Nam cho thấy, các nghiên cứu ở nước ta cho đến nay chủ yếu tập trung vào các hướng bao gồm: Mật độ phân bố; nguồn gốc chất thải nhựa; tác động của chất thải nhựa đến con người, sinh thái môi trường và kinh tế - xã hội... Các hướng nghiên cứu cũng đã quan tâm đến kích cỡ loại nhựa là nhựa cỡ lớn và vi nhựa trong đó tập trung chủ yếu vào khu vực bờ biển và cột nước biển.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Lê Thị Phương Dung, Võ Thị Mỹ Chi, Nguyễn Văn Tài, Thương Quốc Thịnh, Đào Thanh Sơn, 2019. Vi nhựa: những vấn đề về môi trường, sinh thái và sức khỏe con người. Kỷ yếu hội nghị: Nghiên cứu cơ bản trong "Khoa học trái đất và môi trường". Tr: 620-623.
- Lưu Việt Dũng, Trương Hữu Đức, Nguyễn Thị Hoàng Hà, Nguyễn Duy Tùng, Nguyễn Tài Tuệ, Phạm Văn Hiếu, Nguyễn Quốc Định, Mai Trọng Nhuận, 2020. Nghiên cứu phương pháp xác định hạt vi nhựa trong môi trường trầm tích bãi triều ven biển, áp dụng thử nghiệm tại xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 715, 1-12.
- Trương Hữu Đức, Lưu Việt Dũng, Nguyễn Đình Thái, Lê Văn Dũng, Lê Thị Khánh Linh, Trần Đăng Quy, Nguyễn Tài Tuệ, 2020. Đặc điểm thành phần và phân bố hạt vi nhựa trong môi trường trầm tích tầng mặt khu vực vịnh Tiên Yên. Tạp chí Khí tượng thủy văn. Tr: 14-25.
- Phạm Thị Dương, Nguyễn Thị Hồng Vân, 2021. Bước đầu nghiên cứu khảo sát hiện trạng và đánh giá tác động của vi nhựa trong trầm tích ven biển đến môi trường và hệ sinh thái vùng ven biển Cát Bà. Tạp chí khoa học công nghệ hàng hải. Số 67. Tr: 92-96.
- Lê Thị Hương, 2022. Phân tích ô nhiễm chất thải nhựa ở Việt Nam và đề xuất một số khuyến nghị. Tạp chí Môi trường, Số 9/2022. Tr: 28-31.
- Dương Thanh Nghị, Đinh Hải Ngọc, Kiều Lê Thủy Chung, Emilie Strady, Bùi Thị Mai Huyền, Lê Đức Cường, Nguyễn Hữu Thắng, Đinh Thị Lim, 2020. Đánh giá ô nhiễm microplastic trong môi trường của sông Bạch Đằng thuộc hệ thống sông Hồng Việt Nam. Vietnam J. Chem., 2020. 58(6E12): p. 140-146.
- Nguyễn Thu Trang, Bùi Thị Thu Hiền, Chu Thế Cường, 2020. Bước đầu đánh giá hiện trạng ô nhiễm chất thải tại một số bãi cát ven biển Việt Nam. GreenHub.
- Phạm Hùng Việt, Đỗ Văn Mạnh, 2020. Vi nhựa - Những tác động tới môi trường và sức khỏe con người. Tạp chí khoa học và công nghệ, số 8/2020. Tr: 52-54.
- Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội, 2020. Ảnh hưởng độc hại của nhựa siêu vi trong trầm tích đến động vật đáy hồ nội thành Hà Nội.
- WB, 2022. Phân tích về ô nhiễm chất thải nhựa ở Việt Nam.
- Cham, D.D., Lim, D.T., Bac, N.Q., Nhiem, D.N., Quan, D.T., Huong, N.T.N., Dien, D.C., Nghi, D.T., Ngoc, D.H., 2021. Distribution and characteristics of microplastics in surface water at some beaches in Thanh Hoa province, Viet Nam. Vietnam Journal of Catalysis and Adsorption. 10(1S): p. 193-200.
- Khuyen, V.T.K., Dinh, L.V., 2021. Comparison of microplastic pollution in beach sediment and seawater at UNESCO Can Gio Mangrove Biosphere Reserve. Global Challenges. 5(11): p. 2100044.
- Kumar, P., Inamura, Y., Bao, P.N., Abeynayaka, A., Dasgupta, R., Abeynayaka, H.D.L., 2022. Microplastics in Freshwater Environment in Asia: A Systematic Scientific Review. Water. 14(11): p. 1737.
- Lahens, L., E. Strady, T.C. Kieu-Le, R. Dris, K. Boukerma, E. Rinnert, J. Gasperi & B. Tassin, 2018. Macroplastic and microplastic contamination assessment of a tropical river (Saigon River, Vietnam) transversed by a developing megacity. Environmental Pollution 236: 661-671.
- Nam, P.N., Tuan, Q.T., Thinh, N.T.X., Diep, N.T.M., Thuy, D.T., Quynh, L.T.P., Da, L.N., Anh, P.N., Nghi, D.T., Thuong, L.Q., 2022. Initial survey on microplastic waste in coastal water in Nam Dinh. Vietnam Journal of Marine Science and Technology. 22(2).
- Strady, E; Dang, T.H., Dao, D.T., Hai, D.N., Do, T.T.D., Nghi, D.T., Duong, T.T., Duc, A.T., Kieu, L.T.C., Quynh, L.T.P., Mai, H., Dang, M.T., Hung, N.Q., Anh, N.T.Q., Viet, T.Q., Sang, N.T.N., Hai, C.V., Chi, V.V., 2021. Baseline assessment of microplastic concentrations in marine and freshwater environments of a developing Southeast Asian country, Viet Nam. Marine Pollution Bulletin. 162: p. 111870.
- Talsness, C. E., Andrade, A. J., Kuriyama, S. N., Taylor, J. A., & Vom Saal, F. S. (2009). Components of plastic: experimental studies in animals and relevance for human health. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364(1526), 2079-2096.
- Van Emmerik, T., Kieu-Le, T. C., Loozen, M., Van Oeveren, K., Strady, E., Bui, X. T., Egger, M., Gasperi, J., Lebreton, L., Nguyen, P. D., Schwarz, A., Slat, B., Tassin, B., 2018. A methodology to characterize riverine macroplastic emission into the ocean. Frontiers in Marine Science, 5, 372.

DỮ LIỆU BƯỚC ĐẦU VỀ THÀNH PHẦN LOÀI VÀ ĐẶC ĐIỂM PHÂN BỐ ĐỘNG VẬT ĐÁY (ZOOBENTHOS) Ở VEN BIỂN CỬA LÒ, TỈNH NGHỆ AN

NGUYỄN THANH BÌNH¹, DƯ VĂN TOÁN¹,
NGUYỄN PHƯƠNG NHUNG², DƯ THỊ VIỆT ANGA³

¹Viện Khoa học môi trường, biển và hải đảo

²Trường Đại học Công nghệ giao thông vận tải

³Đại học địa chất Vũ Hán, Trung Quốc

Tóm tắt:

Do các dữ liệu điều tra về thành phần loài động vật đáy ở vùng ven biển Cửa Lò còn hạn chế, vì vậy, bài báo cung cấp các dữ liệu về thành phần loài, sự khác biệt và mức độ phân bố của động vật đáy vùng ven bờ và ngoài đảo. Đồng thời, góp phần hoàn chỉnh nghiên cứu đa dạng động vật đáy và đề xuất quản lý, bảo tồn đa dạng sinh học vùng ven biển Cửa Lò (Nghệ An) nói riêng và của Việt Nam nói chung. Nghiên cứu áp dụng các phương pháp thu mẫu vùng ven biển Cửa Lò (Nghệ An): Phương pháp nghiên cứu ngoài thực địa (phương pháp thu mẫu, phương pháp cố định mẫu động vật và lưu trữ mẫu) và phương pháp nghiên cứu trong phòng thí nghiệm (xác định danh pháp các loài và phương pháp xử lý số liệu). Kết quả phân tích các mẫu nghiên cứu đã xác định được 86 loài thuộc 3 nhóm chính (Bivalvia, Crustacea và Gastropoda). Nhóm Giáp xác có số lượng loài cao nhất với 33 loài, tiếp theo là thân mềm chân bụng có 29 loài, thân mềm hai mảnh vỏ có số lượng loài thấp nhất với 24 loài. 5 loài chỉ xác định được tới giống nên để dưới dạng sp. (*Grapsus* sp.; *Neoliomera* sp.; *Alia* sp.; *Olivella* sp. và *Gibbula* sp.).

Từ khóa: Nghệ An, động vật đáy, *Gastropoda*, *Crustacea*, *Bivalvia*.

Ngày nhận bài: 19/2/2024; Ngày sửa chữa: 11/3/2024;

Ngày duyệt đăng: 29/3/2024.

1. Mở đầu

Vùng biển Cửa Lò (Nghệ An) có địa hình tương đối bằng phẳng, bờ biển dài tạo thành những bãi tắm du lịch là một trong những bãi biển đẹp của Việt Nam. Bên cạnh đó, có nhiều đảo và bán đảo tạo nên những cảnh quan kỳ thú, điều đó đã tạo ra phát triển kinh tế lớn, đồng thời cũng làm tiền đề cho những nghiên cứu quan trọng về đa dạng sinh học, sinh thái nhằm tìm ra các phương pháp du lịch sinh thái và BVMT. Vùng bãi

INITIAL DATA ON SPECIES COMPOSITION AND DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF ZOOBENTHOS IN CUA LO COASTAL AREA, NGHE AN PROVINCE

Abstract:

Because survey data on benthic species composition in Cua Lo coastal area is limited, the article provides data on species composition, differences and distribution levels of benthic animals in the coastal and island areas. At the same time, contributing to completing research on benthic diversity and proposing management and conservation of biodiversity in the coastal area of Cua Lo (Nghệ An) in particular and of Vietnam in general. Research and apply sample research methods in Cua Lo coastal area (Nghệ An): Field research methods (sample collection methods, animal sample fixation methods and sample storage) and laboratory research methods (determination of nomenclature of types and data processing methods). Results of analysis of research samples have identified 86 species belonging to 3 main groups (Bivalvia, Crustacea and Gastropoda). Crustaceans have the highest number of species with 33 species, followed by gastropods with 29 species and bivalve molluscs with the lowest number of species with 24 species. 5 species with only identified genera should be kept as sp. (*Grapsus* sp.; *Neoliomera* sp.; *Alia* sp.; *Olivella* sp. and *Gibbula* sp.).

Keywords: *Nghệ An*, *Zoobenthos*, *Gastropoda*, *Crustacea*, *Bivalvia*.

JEL Classifications: P48, Q56, Q57.

biển Cửa Lò được bao bọc phía Bắc là đảo Lan Châu và sông Lam ở phía Nam. Mặt khác, vùng biển Cửa Lò có đảo Lan Châu nằm sát bờ biển và phía ngoài biển cách bờ 4 km là đảo Hòn Ngư. Hai đảo này có hệ sinh thái khác biệt nhau cả về diện tích và môi trường sống nên có sự khác biệt về đặc điểm phân bố của các nhóm loài động vật đáy ven bờ. Đảo Lan Châu nằm ngay sát bờ biển (còn được gọi là rú Cóc), chân đảo chìm dưới mực nước biển khi thủy triều lên, phía Tây hòn đảo nối với đất liền thành bán đảo khi thủy triều xuống, phía



Đông là những vách đá lộ nhô trải dài phía biển. Đảo Hòn Ngư gồm 2 hòn lớn và nhỏ, diện tích 2,5 km², có hệ sinh thái đa dạng hơn và là nơi cư trú của nhiều loài động vật đáy.

Động vật đáy ở vùng biển có ý nghĩa kinh tế nhất định, nhiều nhóm được xác định là có vai trò thực phẩm quan trọng hàng ngày của cư dân ven biển và giá trị xuất khẩu như các loại tôm, cua, còng, cáy, trai ốc. Vùng ven biển Cửa Lò do con người khai thác động vật đáy không có kế hoạch, không có biện pháp quản lý, dẫn đến tài nguyên động vật đáy có nguy cơ mất cân bằng sinh thái. Với vai trò quan trọng của động vật đáy, đã có các nghiên cứu liên quan đến các loài động vật đáy trong khu vực lân cận như: (H.N. Khắc, 2021) Đánh giá thành phần loài cua trong hệ sinh thái rừng ngập mặn (Thanh Hóa), (N.T. Bình, 2022) nghiên cứu thành phần loài và phân bố động vật đáy vùng biển Vũng Áng (Hà Tĩnh). Hiện tại, ở vùng ven biển Cửa Lò (Nghệ An) từ trước đến nay chưa có dẫn liệu nghiên cứu nào về nhóm động vật đáy ở khu vực này.

Các dẫn liệu điều tra về thành phần loài động vật đáy ở vùng ven biển Cửa Lò còn hạn chế. Vì vậy, bài báo cung cấp các dẫn liệu về thành phần loài, sự khác biệt và mức độ phân bố của động vật đáy vùng ven bờ và ngoài đảo. Đồng thời, góp phần hoàn chỉnh nghiên cứu đa dạng động vật đáy và đề xuất quản lý, bảo tồn đa dạng sinh học vùng ven biển Cửa Lò (Nghệ An) nói riêng và của Việt Nam nói chung.

2. Thời gian và phương pháp nghiên cứu

Thời gian: Mẫu định tính và định lượng được thu vào tháng 6 - 7/2023 tại vùng ven biển Cửa Lò (Nghệ An). Các điểm thu mẫu được xác định tọa độ, đánh số và ghi chép (Hình 1).

Đối tượng nghiên cứu: Đối tượng là toàn bộ các loài trong 3 nhóm động vật đáy (Giáp xác - Crustacea, thân mềm chân bụng - Gastropoda, thân mềm hai mảnh vỏ - Bivalvia).

Phương pháp nghiên cứu ngoài thực địa:

- **Phương pháp thu mẫu:** Mẫu được thu ở nền đáy, bãi triều, các giá thể, bao gồm cả khoảng không trên cây và sâu trong nền đáy cho đến khi hết động vật đáy. Đối với vùng ngập triều sử dụng cào tam giác có mắt lưới 1mm với kích thước (25 x 25cm) kéo cào dưới nền đáy để thu động vật đáy. Mẫu được thu tất cả các nhóm giáp xác, thân mềm chân bụng, thân mềm hai mảnh vỏ cho đến khi không còn gặp. Vị trí các điểm thu mẫu được xác định vị trí tọa độ.

- **Cố định mẫu vật và lưu trữ mẫu:** Mẫu sau khi rửa sạch được định hình trong ancol 70°, các mẫu được phân biệt với nhau bằng các nhãn được đánh số và ghi trên đó vị trí và địa điểm thu mẫu, sau đó đưa về phòng thí nghiệm để phân tích.

Phương pháp nghiên cứu trong phòng thí nghiệm:

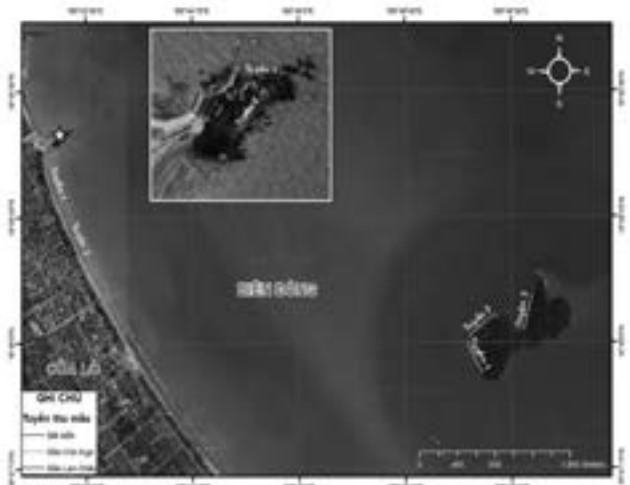
- **Xác định danh pháp các loài:** Trong quá trình phân loại 3 nhóm động vật đáy (giáp xác, thân mềm chân bụng và thân mềm hai mảnh vỏ) đã dựa vào đặc điểm hình thái của vỏ ngoài theo các tài liệu mô tả như:

+ **Nhóm cua (Brachyura):** Theo định danh pháp loài cua (Dai và Yang, 1994); (Crane, 1975);

+ **Nhóm thân mềm hai mảnh vỏ (Bivalvia) và thân mềm chân bụng (Gastropoda):** Theo định danh pháp loài (Kent và Volker, 1998); (Han và Jap, 2006);

- **Phương pháp xử lý số liệu:** Các số liệu trong nghiên cứu được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excell 2010. Bản đồ được xử lý và vẽ bằng phần mềm Map Info 15.0.

Tất cả mẫu sau khi phân tích được tách riêng từng loài, đếm số lượng và lưu trữ tại phòng thí nghiệm Viện Khoa học môi trường, biển và hải đảo.



▲ Hình 1. Các tuyến thu mẫu tại khu vực ven biển Cửa Lò (Nghệ An)

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Thành phần loài

Kết quả nghiên cứu thành phần loài động vật đáy thu được ở khu vực ven biển Cửa Lò, tỉnh Nghệ An đã xác định được 86 loài, thuộc 66 giống, 45 họ và 18 bộ thuộc 3 nhóm chính (Bivalvia, Crustacea và Gastropoda). Trong đó họ Veneridae đa dạng nhất có 7 loài (chiếm 8,14% tổng số loài), hai họ Arcidae và Portunidae có 6 loài (chiếm 6,98% tổng số loài). Các họ còn lại có số lượng loài thấp dưới 5 loài. Những loài chưa xác định được tới loài, chỉ xác định được tới giống gồm có 5 loài (*Grapsus* sp.; *Neoliomera* sp.; *Alia* sp.; *Olivella* sp. và *Gibbula* sp.), Bảng 1.

Một số nhận xét từ kết quả nghiên cứu:

Trong số các loài đã phát hiện, giáp xác có số lượng loài cao nhất (3 bộ, 17 họ, 23 giống và 33 loài, chiếm 38,37%), tiếp theo là thân mềm chân bụng có (8 bộ,

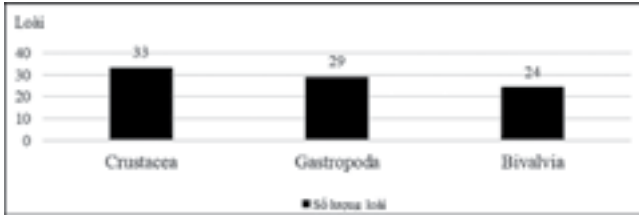
Bảng 1. Thành phần loài động vật đáy ở khu vực ven biển Cửa Lò

TT	Taxon	Tên phổ thông	Phân bố		
			Ven bờ biển	Đảo Lan Châu	Đảo Hòn Ngư
	ARTHROPODA	Chân khớp			
	CRUSTACEA	Giáp xác			
	Penaeidae				
1	<i>Metapenaeus ensis</i> (De Haan, 1844)	Tôm rào	x		
2	<i>Mierspenaeopsis hardwickii</i> (Miers, 1878)	Tôm sắt cứng	x		
3	<i>Parapenaeopsis sculptilis</i> (Heller, 1862)	Tôm sắt	x		
4	<i>Penaeus indicus</i> (H.Milne - Edwards, 1837)	Tôm he	x		
5	<i>Penaeus monodon</i> (Fabricius, 1798)	Tôm sú	x		
	Sergestidae				
6	<i>Acetes japonicus</i> Kishinouye, 1905	Tép	x		
	Porcellanidae				
7	<i>Petrolisthes armatus</i> (Gibbes, 1850)			x	
	Diogenidae				
8	<i>Diogenes mixtus</i> Lanchester, 1902	Cua kí cừ		x	
9	<i>Diogenes violaceus</i> Henderson, 1893	Cua kí cừ		x	x
	Alpheidae				
10	<i>Alpheus dispar</i> Randall, 1840	Tôm	x		
	Palaemonidae				
11	<i>Nematopalaemon tenuipes</i> (Henderson, 1893)	Tôm	x		
12	<i>Macrobrachium equidens</i> (Dana, 1852)	Tôm	x		
	Dorippidae				
13	<i>Paradorippe granulata</i> (De Haan, 1841)	Cua nhện			
	Euryplacidae				
14	<i>Eucrater crenata</i> (De Haan, 1835)		x		
	Grapsidae				
15	<i>Grapsus tenuicrustatus</i> (Herbst, 1783)	Cáy		x	x
16	<i>Grapsus</i> sp.				x
	Leucosiidae				
17	<i>Leucosia anatum</i> (Herbst, 1783)	Cua đá	x		
18	<i>Lyphira heterograna</i> Ortmann, 1892		x		
	Matutidae				
19	<i>Ashtoret lunaris</i> (Forskål, 1775)	Cua mặt trắng	x		
	Portunidae				
20	<i>Charybdis anisodon</i> (De Haan, 1850)	Ghẹ	x		
21	<i>Charybdis callianassa</i> (Herbst, 1789)	Ghẹ	x		
22	<i>Charybdis feriatus</i> (Linnaeus, 1758)	Ghẹ đỏ	x		
23	<i>Portunus sanguinolentus</i> (Herbst, 1783)	Ghẹ 3 chấm	x		
24	<i>Portunus pelagicus</i> (Linnaeus, 1766)	Ghẹ xanh	x		
25	<i>Portunus trituberculatus</i> Rathbun, 1902	Ghẹ đốm	x		
	Sesarmidae				
26	<i>Parasesarma bidens</i> (De Haan, 1835)	Cáy		x	x
27	<i>Parasesarma leptosoma</i> (Hilgendorf, 1869)	Cáy		x	x
28	<i>Parasesarma plicatum</i> (Latreille, 1803)	Cáy			x
	Xanthidae				
29	<i>Neoliomera</i> sp.			x	

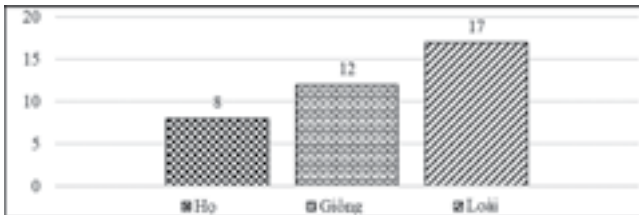
TT	Taxon	Tên phổ thông	Phân bố		
			Ven bờ biển	Đảo Lan Châu	Đảo Hòn Ngư
	Squillidae				
30	<i>Miyakella nepa</i> (Latreille in Latreille, Le Peletier, Serville & Guérin, 1828)	Bể bể	x		
31	<i>Oratosquilla oratoria</i> (de Haan, 1844)	Bể bể	x		
	Balanidae				
32	<i>Amphibalanus amphitrite</i> Darwin, 1854	Hà sun	x	x	x
	Tetraclitidae				
33	<i>Tetraclita rubescens</i> Nilsson-Cantell, 1931	Hà		x	x
	MOLLUSCA	Thân mềm			
	BIVALVIA	Hai Mảnh vỏ			
	Arcidae				
34	<i>Anadara cornea</i> (Reeve, 1844)	Sò	x		
35	<i>Anadara inaequivallis</i> (Bruguiere, 1789)	Sò	x		
36	<i>Anadara subcrenata</i> (Lienschke, 1869)	Sò lông	x		
37	<i>Barbatia domingensis</i> (Lamarck, 1819)	Sò	x		
38	<i>Barbatia foliata</i> (Forsskål, 1775)	Sò	x		
39	<i>Lunarca ovalis</i> (Bruguière, 1789)	Sò	x		
	Cardiidae				
40	<i>Vepricardium burnupi</i> (G. B. Sowerby III, 1897)		x		
	Psammobiidae				
41	<i>Asaphis violascens</i> (Forsskål, 1775)		x		
	Mytilidae				
42	<i>Perna vidiris</i> Linnaeus, 1758	Vẹm xanh			x
	Isognomonidae				
43	<i>Isognomon ehippium</i> (Linnaeus, 1758)			x	
	Ostreidae				
44	<i>Ostrea belcheri</i> G. B. Sowerby II, 1871	Hàu	x		
45	<i>Saccostrea glomerata</i> (Gould, 1850)	Hàu đá		x	x
46	<i>Saccostrea scyphophilla</i> (Peron & Lesueur, 1807)	Hàu		x	x
	Pinnidae				
47	<i>Atrina vexillum</i> (Born, 1778)				x
	Anomiidae				
48	<i>Anomia chinensis</i> Philippi, 1849		x		
	Mactridae				
49	<i>Mactra violacea</i> Gmelin, 1791	Ngao	x		
	Veneridae				
50	<i>Circe scripta</i> (Linnaeus, 1758)		x		
51	<i>Clausinella brongniartii</i> (Payraudeau, 1826)		x		
52	<i>Globivenus toreuma</i> (Gould, 1850)		x		
53	<i>Meretrix lyrata</i> (Sowerby, 1851)	Ngao bển tre	x		
54	<i>Meretrix lusoria</i> (Röding, 1798)	Ngao dẫu	x		
55	<i>Paphia textile</i> (Gmelin, 1791)	Ngao	x		
56	<i>Tivela planulata</i> Broderip & Sowerby, 1829		x		
	Tellinidae				
57	<i>Bosemprella incarnata</i> (Linnaeus, 1758)		x		
	GASTROPODA	Chân bụng			
	Ampullariidae				

TT	Taxon	Tên phổ thông	Phân bố		
			Ven bờ biển	Đảo Lan Châu	Đảo Hòn Ngư
58	<i>Pomacea canaliculata</i> (Lamarck, 1822)	Ốc bươu vàng	x	x	x
	Planaxidae				
59	<i>Planaxis sulcatus</i> (Born, 1778)			x	x
	Turridae				
60	<i>Gemmula gemmulina</i> (Martens, 1902)			x	
	Turritellidae				
61	<i>Turritella bacillum</i> Kiener, 1843		x		
62	<i>Turritella communis</i> Risso, 1826		x		
	Neritidae				
63	<i>Nerita albicilla</i> Linnaeus, 1758	Trân châu	x	x	x
	Calyptraeidae				
64	<i>Calyptraea chinensis</i> (Linnaeus, 1758)		x		
	Littorinidae				
65	<i>Echinolittorina reticulata</i> (Anton, 1838)			x	x
66	<i>Echinolittorina tuberculata</i> (Menke, 1828)			x	x
67	<i>Littoraria intermedia</i> (Philippi, 1846)			x	x
	Naticidae				
68	<i>Nerita balteata</i> Reeve, 1855		x		
69	<i>Notocochlis tigrina</i> (Röding, 1798)		x		
70	<i>Polinices didyma</i> (Röding, 1798)	Ốc Mỡ	x	x	x
	Stenothyridae				
71	<i>Stenothyra alba</i> Dang et Ho, 2006		x		
	Babyloniidae				
72	<i>Babylonia areolata</i> (Link, 1807)	Ốc Hương	x		
	Buccinidae				
73	<i>Alia unifasciata</i> (Sowerby, 1832)		x		x
74	<i>Alia</i> sp.		x		x
75	<i>Buccinum undatum</i> Linnaeus, 1758		x		x
	Columbellidae				
76	<i>Euplica scripta</i> (Lamarck, 1822)		x		x
	Muricidae				
77	<i>Murex trapa</i> Röding, 1798		x		x
78	<i>Thais clavigera</i> (Küster, 1860)		x	x	x
79	<i>Thais malayensis</i> Tan & Sigurdsson, 1996		x		x
	Olividae				
80	<i>Olivella</i> sp.		x		x
	Cerithiidae				
81	<i>Clypeomorus bifasciata</i> (G. B. Sowerby II, 1855)		x		x
82	<i>Clypeomorus pellucida</i> (Hombron & Jacquinot, 1848)		x		x
	Cypraeidae				
83	<i>Mauritia arabica</i> (Linnaeus, 1758)				x
	Trochidae				
84	<i>Monodonta canalifera</i> Lamarck, 1816			x	x
85	<i>Gibbula</i> sp.		x		x
86	<i>Umbonium vestiarium</i> (Linnaeus, 1758)	Ốc ruốc	x	x	x
	Tổng		63	23	33

Ghi chú: x - Vị trí có loài xuất hiện.



▲ Hình 2. Số lượng loài trong các nhóm động vật đáy ở khu vực biển Cửa Lò



▲ Hình 4. Thành phần loài *Brachyura* ở khu vực ven biển Cửa Lò

17 họ, 24 giống, 29 loài, chiếm 33,72%), thân mềm hai mảnh vỏ có số lượng loài thấp nhất (7 bộ, 11 họ, 19 giống, 24 loài chiếm 27,79%), Bảng 1.

Crustacea - Giáp xác: Qua thống kê (Bảng 1) cho thấy nhóm giáp xác có số loài đa dạng nhất với 33 loài. Trong đó, nhóm cua (*Brachyura*) có 17 loài (8 loài cua bơi: *Ashtoret lunaris*, *Charybdis anisodon*, *Charybdis callianassa*, *Charybdis feriatius*, *Portunus sanguinolentus*, *Portunus pelagicus* và *Portunus trituberculatus*). Tiếp theo là nhóm tôm gồm có 9 loài. Các nhóm khác chỉ có 1 – 2 loài.

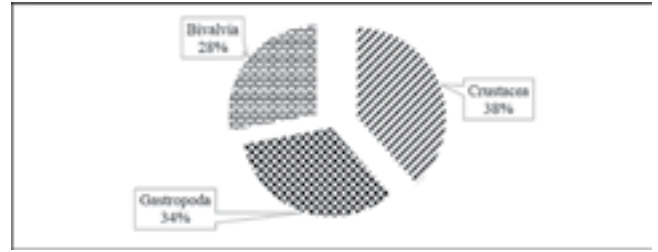
Gastropoda – Chân bụng: Nhóm thân mềm chân bụng qua thống kê cho thấy có 29 loài. Trong đó, có nhóm sống hoàn toàn trong môi trường nước biển và nhóm chịu cạnh tốt (sống ở vùng ngập triều, bám trên các giá thể ven bờ), Hình 5.

Lớp chân bụng sống hoàn toàn trong môi trường nước đã xác định được 24 loài. Còn những loài sống ở vùng ngập triều, chịu cạnh tốt đã xác định được 5 loài (*Planaxis sulcatus*, *Echinolittorina reticulata*, *Echinolittorina tuberculata*, *Littoraria intermedia* và *Monodonta canalifera*, Bảng 1 - Hình 5).

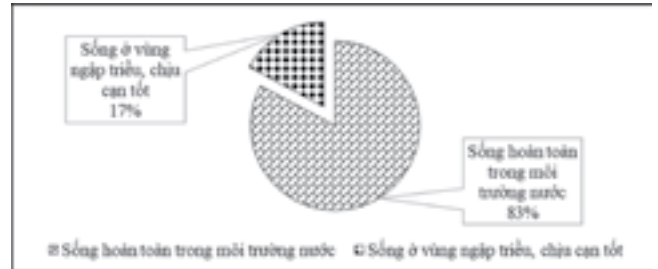
Bivalvia – Hai mảnh vỏ: Nhóm Thân mềm hai mảnh vỏ qua xác định được 24 loài. Trong đó, nhóm sống hoàn toàn dưới nền đáy cát bùn có 17 loài. Còn những loài sống bám trên các giá thể (tiết ra canxi hoặc chân bám), lọc nước để lấy thức ăn gồm có 7 loài (*Perna vidiris*, *Isognomon ephippium*, *Ostraea belcheri*, *Saccostrea glomerata*, *Saccostrea scyphophilla*, *Atrina vexillum* và *Anomia chinensis*), Bảng 1 – Hình 6.

3.2. Đặc điểm phân bố

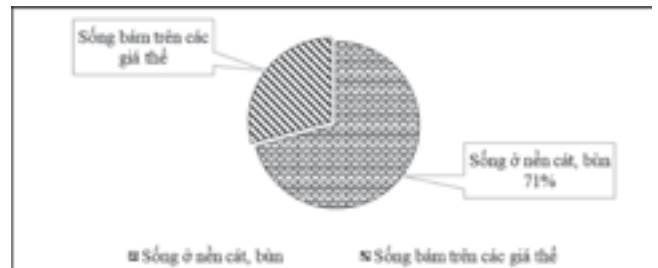
Các loài động vật đáy phân bố ở khu vực ven biển Cửa Lò theo các sinh cảnh khác nhau. Những loài động vật đáy thường phân bố ở nơi có môi trường sống, điều



▲ Hình 3. Tỷ lệ % số lượng loài trong các nhóm động vật đáy ở khu vực ven biển Cửa Lò



▲ Hình 5. Thành phần loài *Gastropoda* sống trong nước biển và loài chịu cạnh



▲ Hình 6. Thành phần loài *Bivalvia* sống ở nền cát, bùn và sống trên các giá thể

kiện thích hợp. Do đó, nhóm nghiên cứu đã chia ra làm 3 sinh cảnh khác nhau (đảo Lan Châu, đảo Hòn Ngư và bãi biển).

Sinh cảnh đảo Lan Châu: Do tác động của con người, chủ yếu là các cơ sở hạ tầng được xây dựng (cầu cảng du lịch, nhà hàng, khách sạn, bãi đỗ xe). Vì vậy, động vật đáy thu được tại sinh cảnh này có thành phần loài kém phong phú nhất với 23 loài (chiếm 26,74% số loài ghi nhận ở đây), Bảng 1.

Sinh cảnh đảo Hòn Ngư: Đây là nơi được bảo vệ nghiêm ngặt do quân đội bảo vệ và kèm theo du lịch ở chùa Song Ngư. Những vùng bờ biển, có tác động sóng kèm theo vách đá nên động vật đáy chỉ gồm các loài thích hợp sống trong môi trường này như: *Ostraea belcheri*, *Echinolittorina reticulata*, *Echinolittorina tuberculata*, *Littoraria intermedia*... Qua nghiên cứu và thống kê cho thấy, có 33 loài (chiếm 38,37% số loài ghi nhận ở đây) phân bố trên đảo Hòn Ngư, Bảng 1.

Sinh cảnh ở khu vực bãi biển: Đây là nơi chịu tác động thường xuyên của con người (bãi tắm biển, nơi đi bộ, giặt, cào, ...). Do đó, chỉ thu được chủ yếu là các mẫu vỏ và

một số cá thể còn nguyên hiện trạng cơ thể để phân loại. Qua thống kê cho thấy có 63 loài động vật đáy (chiếm 73,26% số loài ghi nhận ở đây). Những cá thể còn sống, phân bố tại khu vực này: Nhóm giáp xác (*Diogenes mixtus* *Diogenes violaceus*, *Acetes japonicus*, *Paradorippe granulata*, *Ashtoret lunaris*, ...); Thân mềm hai mảnh vỏ Bivalvia (*Anadara subcrenata*, *Saccostrea glomerata*, *Ostraea belcheri*, ...); Thân mềm Chân bụng (*Babylonia areolata*, *Umbonium vestiarium*, *Littoraria intermedia*, ...), Bảng 1.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu thành phần loài động vật đáy thu được ở khu vực ven biển Cửa Lò đã xác định được 86 loài thuộc 3 nhóm chính (Bivalvia, Crustacea và Grastropoda). Giáp xác có số lượng loài cao nhất với 33 loài, tiếp theo là thân mềm chân bụng có 29 loài, thân mềm hai mảnh vỏ có số lượng loài thấp nhất với 24 loài. 5 loài chỉ xác định được tới giống nên để dưới dạng sp. (*Grapsus* sp.; *Neoliomera* sp.; *Alia* sp.; *Olivella* sp. và *Gibbula* sp.).

Về phân bố: Sinh cảnh đảo Lan Châu do tác động của con người, chủ yếu là các cơ sở hạ tầng được xây dựng (cầu cảng du lịch, nhà hàng, khách sạn, bãi đỗ xe). Vì vậy, động vật đáy thu được tại sinh cảnh này có thành phần loài kém phong phú nhất có thành phần loài kém phong phú nhất với 23 loài; Sinh cảnh đảo Hòn Ngư có 33 loài. Do có tác động sóng kèm theo vách đá nên động vật đáy chỉ gồm các loài *Ostraea*

belcheri, *Echinolittorina reticulata*, *Echinolittorina tuberculata*, *Littoraria intermedia*, ...; Sinh cảnh ở khu vực bãi biển có 63 loài động vật đáy. Nhóm giáp xác (*Diogenes mixtus* *Diogenes violaceus*, *Acetes japonicus*, *Paradorippe granulata*, *Ashtoret lunaris*, ...). Thân mềm hai mảnh vỏ Bivalvia (*Anadara subcrenata*, *Saccostrea glomerata*, *Ostraea belcheri*, ...). Thân mềm Chân bụng (*Babylonia areolata*, *Umbonium vestiarium*, *Littoraria intermedia*, ...).

Hiện nay, tại vùng ven biển Cửa Lò (Nghệ An) từ trước đến nay chưa có dẫn liệu nghiên cứu nào về nhóm động vật đáy ở khu vực này. Do đó, không có quá trình so sánh thành phần loài động vật đáy với các dữ liệu từ trước tới nay, cùng với thời gian nghiên cứu động vật đáy ngắn nên số lượng loài còn hạn chế. Qua nghiên cứu cho thấy, các hệ sinh thái nền đáy Cửa Lò đang nằm trong hiện tượng mất môi trường sống của các loài động vật đáy trong phạm vi lớn, ít được chú ý hơn các hệ sinh thái khác và bị đe dọa trực tiếp do khai thác, gián tiếp do hoạt động ô nhiễm môi trường, tắm biển, chất thải và các hoạt động khác diễn ra trong nội địa. Vì vậy, cần có một số giải pháp để bảo tồn và bảo vệ các nhóm động vật đáy như: Hạn chế khai thác động vật đáy, bãi triều ven biển kèm theo giáo dục cộng đồng bảo vệ hệ sinh thái; hạn chế, ngăn chặn khai thác các loài có nguy cơ mất đa dạng sinh học; xây dựng khu bảo tồn nghiêm ngặt các loài động vật đáy trong bờ và ngoài khơi; xây dựng và phát triển các nhóm động vật đáy có giá trị trong nước và quốc tế■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Binh N. T., Phuong N.T.B. (2022), *The study of zoobenthos composition and distribution Vung Ang - Ha Tinh coastal areas*, Science Journal of Tan Trao University. Vol 8, No.3: 18-26.
2. Arthur Anker and Ivan N. Martin (2000), *New records and species of Alpheidae (Crustacea: Decapoda) from Vietnam. Part I. Genus Salmoneus Holthuis, 1955. Atlantic* Volum 54: 295-319.
3. Dai Ai-yun and Yang Si Liang (1991), *Crabs of the China seas*. China Ocean Press Beijing: 118-558.
4. Han Raven, Jaap Jan Vermeulen (2006), *Notes on molluscs from NW Borneo and Singapore. 2. A synopsis of the Ellobiidae (Gastropoda, Pulmonata, Vita Malacologica 4: 29-62.*
5. Jocelyn Crane (1975), *Fiddler crabs of the World: 15-327.*
6. Kent E. Carpenter and Volker H. Niem (1998), *The living marine resources of the Western Central Pacific*.FAO. Rome. Volum 1: 124-646.
7. Nora F. Y. Tam and Y. S. Wong (2000), *Hong Kong mangroves*, City University of Hong Kong press: 148p.
8. WoRMS Editorial Board.
9. (2022). *World Register of Marine Species*. Available from <https://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2022-09-29. doi:10.14284/170.



NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH MẬT ĐỘ TRẠM QUAN TRẮC PHỤC VỤ XÂY DỰNG SƠ ĐỒ MẠNG LƯỚI ĐIỀU TRA CƠ BẢN VÀ GIÁM SÁT MÔI TRƯỜNG BIỂN VIỆT NAM

NGUYỄN LÊ TUẤN¹, PHẠM THỊ THÚY¹
NGUYỄN THỊ KHANG¹, PHẠM MINH DƯƠNG¹
NGUYỄN KHẮC ĐOÀN¹

¹Viện Khoa học môi trường, biển và hải đảo

Tóm tắt:

Mạng lưới điều tra, giám sát môi trường biển mang tính khoa học cao, đồng bộ, liên tục và bao quát có ý nghĩa quan trọng trong nghiên cứu khoa học cũng như phát triển kinh tế, an ninh quốc phòng. Việc xác định mật độ phân bố các trạm quan trắc có vai trò quan trọng trong quá trình thiết kế mạng lưới. Nghiên cứu sử dụng phương pháp cơ bản như phương pháp thống kê, phương pháp kế thừa tổng hợp, và đặc biệt là phương pháp nội suy không gian. Kết quả nghiên cứu đã xác định được mật độ phân bố các trạm quan trắc, qua đó thiết lập được sơ đồ mạng lưới điều tra cơ bản và giám sát môi trường biển Việt Nam với 6 mặt cắt đặc trưng và 134 trạm cơ sở.

Từ khóa: Mạng lưới quan trắc; điều tra cơ bản; môi trường biển.

Ngày nhận bài: 29/2/2024; Ngày sửa chữa: 27/3/2024;

Ngày duyệt đăng: 8/4/2024.

1. Giới thiệu

Thời gian qua, công tác điều tra, khảo sát thủy hải văn và môi trường biển ở Việt Nam đã đạt được những kết quả quan trọng, trong đó có nhiều công trình quan trắc kiên cố hoạt động ổn định, lâu dài, liên tục trong mọi điều kiện thời tiết. Mạng lưới quan trắc đã được điều chỉnh, bổ sung nhiều lần phù hợp với điều kiện phát triển kinh tế - xã hội từng thời kỳ và điều kiện tự nhiên của Việt Nam; tư liệu của nhiều lĩnh vực đã được thu thập, giúp nắm chắc hơn về điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên và biến động môi trường.

Quy hoạch mạng lưới quan trắc TN&MT Quốc gia giai đoạn 2016 - 2025, tầm nhìn đến năm 2030 (Quyết định số 90/QĐ-TTg ngày 12/1/2016 của Thủ tướng Chính phủ) hay nhiệm vụ lập Quy hoạch mạng lưới trạm khí tượng thủy văn quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Quyết định số 433/QĐ-TTg ngày 24/3/2021 của Thủ tướng Chính phủ) đã hướng tới việc phân định các loại trạm theo hệ thống trạm nền cơ bản, hoạt động ổn định, lâu dài, đồng thời quan tâm

RESEARCH TO DETERMINE THE DENSITY OF MONITORING STATIONS FOR THE MARINE ENVIRONMENTAL INVESTIGATION AND MONITORING NETWORK DIAGRAM IN VIETNAM

Abstract:

The scientific, synchronous, continuous and comprehensive network of the marine environmental investigation and monitoring is important in scientific research, economic development and national security and defense. Determining the distribution density of monitoring stations plays an important role in the network design process. This research uses statistical method, synthetic inheritance method, and especially spatial interpolation method. The research results have determined the distribution density of monitoring stations, thereby establishing a marine environmental investigation and monitoring network diagram with 6 typical cross-sections and 134 base stations.

Keywords: monitoring network; basic investigation; marine environment

JEL Classifications: P48, Q56, R11.

đến hệ thống trạm cố định, có đầu tư xây dựng cơ sở vật chất, nhân lực riêng và quan trắc thường xuyên. Tuy nhiên, mạng lưới các trạm đo đạc, khảo sát phục vụ cho công tác điều tra cơ bản và giám sát môi trường biển của toàn khu vực biển Việt Nam chưa được đề cập đến; toàn bộ các loại trạm trong mạng lưới đều không đầu tư xây dựng công trình, nhà xưởng; không lắp đặt thiết bị, dụng cụ đo đạc; không có tổ chức, biên chế riêng..., mà sẽ được triển khai thực hiện thông qua các đội khảo sát biển bằng tàu chuyên dụng.

Do đó, việc thiết kế mạng lưới điều tra, giám sát môi trường biển mang tính khoa học cao, đảm bảo tính đồng bộ, liên tục bao quát trên phạm vi toàn vùng thêm lục địa có ý nghĩa quan trọng nhằm nâng cao chất lượng, hiệu quả của công tác điều tra cơ bản tài nguyên, môi trường biển, góp phần khắc phục những tồn tại của hoạt động quan trắc tài nguyên và môi trường biển nước ta.

Trên thực tế, đã có nhiều nghiên cứu đề xuất thiết lập các mạng lưới quan trắc môi trường nói chung, môi

trường biển nói riêng, tuy nhiên chưa có nghiên cứu cụ thể xác định mạng lưới quan trắc phục vụ công tác điều tra cơ bản trên vùng biển Việt Nam, đặc biệt chưa có quy trình và phương pháp xác định mật độ phân bố các trạm quan trắc tổng hợp các yếu tố hải văn, môi trường biển.

Theo Tổ chức Khí tượng thế giới (WMO), khoảng cách hợp lý giữa các trạm hải văn theo yếu tố mực nước biển trung bình từ 30 - 50 km/trạm theo từng vùng biển (WMO, 2010); theo Tiêu chuẩn quốc gia “Công trình quan trắc khí tượng thủy văn - Phần 6: Mật độ trạm khí tượng thủy văn quốc gia” thì mật độ trạm hải văn xác định theo yếu tố mực nước (TCVN 12635-6:2022); hay theo cơ sở xác định mật độ trạm hải văn (trong các nghiên cứu đề xuất điều chỉnh, bổ sung, quy hoạch mạng lưới trạm quan trắc hải văn) đều dựa theo phương pháp xác định vị trí trạm quan trắc mực nước, tính chất và biên độ triều, tính khoảng cách biến đổi cho phép của yếu tố mực nước cho thủy triều ở Việt Nam (TCBĐVN, 2014).

Các nghiên cứu, phương pháp xác định mật độ (khoảng cách) trạm đã được thực hiện theo yếu tố mực nước. Trong khi mạng lưới trạm quan trắc tổng hợp (hải văn, môi trường biển) cần có căn cứ cụ thể hơn để có thể đặc trưng và đại diện cho nhiều yếu tố quan trắc môi trường biển trong vùng biển Việt Nam (TTKTTV, 2016). Do đó, nghiên cứu này sử dụng phương pháp nội suy không gian (dựa trên các trường dữ liệu tổng hợp về hải văn, môi trường biển) để xác định mật độ phân bố trạm quan trắc nhằm đảm bảo tính đặc trưng cho các yếu tố môi trường biển và đại diện cho các khu vực, qua đó thiết kế sơ đồ mạng lưới điều tra cơ bản và giám sát môi trường biển Việt Nam.

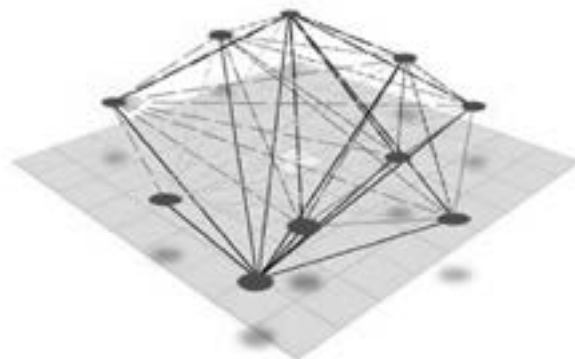
2. Phương pháp nghiên cứu

Mạng lưới trạm điều tra cơ bản môi trường biển là mạng lưới tổng hợp được xây dựng trên cơ sở nghiên cứu, đánh giá tổng hợp các yếu tố (khí tượng, thủy hải văn và môi trường biển). Do vậy để thiết kế được mạng lưới cần sử dụng nhiều phương pháp tổng hợp như: Phương pháp thống kê (thu thập và xử lý các số liệu về khí tượng thủy hải văn, môi trường biển, cũng như số liệu theo ngành và theo lĩnh vực có liên quan); Phương pháp kế thừa, tổng hợp (kế thừa các kết quả nghiên cứu, báo cáo liên quan đến mạng lưới quan trắc, và giám sát môi trường biển); Phương pháp tổng hợp, so sánh (tổng hợp các số liệu thu thập được, so sánh với Tiêu chuẩn, Quy chuẩn Việt Nam); Phương pháp mô hình hóa; Phương pháp nội suy dữ liệu không gian.

Trong đó phương pháp cơ bản để xác định được mật độ phân bố các trạm quan trắc trong nghiên cứu là phương pháp nội suy dữ liệu không gian.

Nội suy không gian xây dựng tập giá trị các điểm chưa biết từ tập các điểm đã biết trên miền bao đóng

của tập giá trị đã biết bằng một phương pháp hay một hàm toán học nào đó được xem như là quá trình nội suy. Hiện nay, có rất nhiều thuật toán nội suy khác nhau, mỗi thuật toán lại có những điểm mạnh riêng ứng với từng điều kiện và môi trường cụ thể.



▲ Hình 1. Phương thức nội suy Kriging (Mitas, L., & Mitasova, H., 1999)

Các phương pháp nội suy thông dụng trong ArcGIS đó là IDW, Spline, Kriging (Nguyễn Kim Lợi, Lê Quang Cảnh, Trần Thống Nhất, 2009). Trong phạm vi nghiên cứu, nhóm tác giả sử dụng phương pháp nội suy Kriging, là phương pháp có độ chính xác cao hơn, và có giá trị nội suy mang tính tương quan không gian nhiều hơn các phương pháp khác. Việc xác định mật độ phân bố các trạm quan trắc cần phân tích dữ liệu không gian nhiều yếu tố (nhiều trường dữ liệu), cần xét đến sự tương quan nhiều hơn, nên phương pháp nội suy Kriging rất phù hợp.

Phương pháp Kriging nội suy giá trị cho các điểm xung quanh một điểm giá trị. Những điểm gần điểm gốc sẽ bị ảnh hưởng nhiều hơn những điểm ở xa. Kriging sử dụng một trọng số, phân công ảnh hưởng nhiều hơn đến các điểm dữ liệu gần nhất trong nội suy các giá trị cho các địa điểm không rõ. Kriging phụ thuộc vào mối quan hệ không gian và thống kê để tính toán bề mặt. Quá trình của Kriging bắt đầu với ước tính nửa phương sai (semi-variance) và sau đó thực hiện phép nội suy.

Kriging được sử dụng để nội suy một giá trị của trường ngẫu nhiên tại điểm không được đo đạc thực tế từ những điểm được đo đạc gần đó.

$$T^* - \mu = \sum_i^n W_i (g_i - \mu_i)$$

Trong đó:

- T^* : giá trị cần ước lượng tại 1 tọa độ trong không gian.
- μ : giá trị trung bình.
- W : trọng số phụ thuộc vào vị trí của dữ liệu.
- g_i : giá trị những điểm khác.

- n: số dữ liệu xung quanh dùng để ước lượng giá trị T.

Giá trị của các điểm được gán không chỉ phụ thuộc vào khoảng cách, mà còn phụ thuộc vào sự phân bố không gian các điểm. Điều này làm cho các giá trị nội suy mang tính tương quan không gian nhiều hơn. Đây là một phương pháp nội suy có độ chính xác cao, tìm ra một số đặc tính chung của toàn bộ bề mặt được thể hiện bởi các giá trị số đo, và sau đó áp dụng các đặc tính đó để tính cho các phần khác của bề mặt.

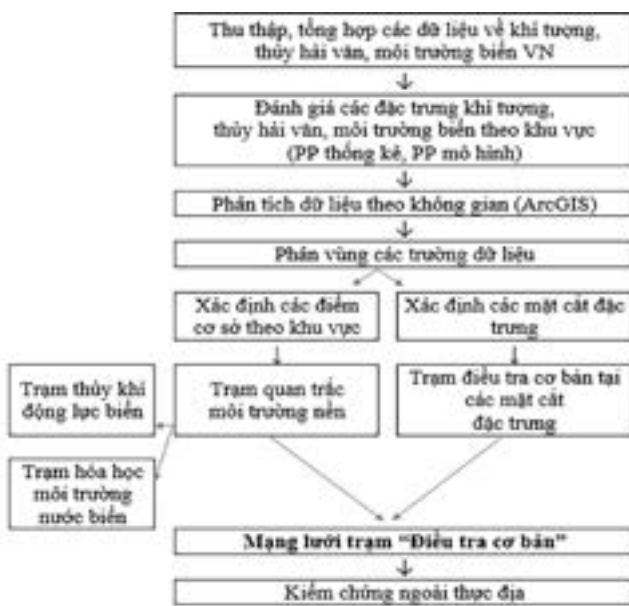
Theo đó, các trường dữ liệu (hải văn, môi trường biển) được số hóa và đưa vào ArcGIS để tiến hành nội suy và xác định được các điểm đặc trưng.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Quy trình xây dựng mạng lưới

Mạng lưới trạm điều tra cơ bản môi trường biển là mạng lưới tổng hợp được xây dựng trên cơ sở nghiên cứu, đánh giá tổng hợp các yếu tố (hải văn và môi trường biển). Mạng lưới bao gồm các “Trạm quan trắc môi trường nền” và các “Trạm điều tra cơ bản tại các mặt cắt chuẩn quốc gia”.

Trạm “Quan trắc môi trường nền” ngoài chức năng điều tra cơ bản còn có nhiệm vụ cung cấp các đánh giá về diễn biến chất lượng môi trường biển trên quy mô quốc gia để phục vụ cho việc xây dựng báo cáo hiện trạng môi trường. Các trạm này ngoài nhiệm vụ đo đạc các yếu tố: Khí tượng biển, vật lý động lực biển (thủy văn biển), hóa học môi trường nước biển còn đo đạc các yếu tố sinh vật biển (động thực vật phù du, động vật đáy) và môi trường trầm tích đáy biển. Trạm “Điều tra cơ bản tại các mặt cắt chuẩn quốc gia” cũng là các trạm điều tra cơ bản nhưng được thực hiện với nội dung, tần



▲ Hình 2. Quy trình xây dựng mạng lưới điều tra cơ bản và giám sát môi trường biển

suất phù hợp với yêu cầu của từng khu vực, từng mặt cắt dựa trên việc nghiên cứu cơ sở lý luận và thực tiễn.

Quá trình xây dựng mạng lưới điều tra cơ bản và giám sát môi trường biển thực hiện nhiều bước (hình 2), trong đó việc thiết kế mạng lưới trạm quan trắc theo không gian là một trong những bước quan trọng, chủ chốt.

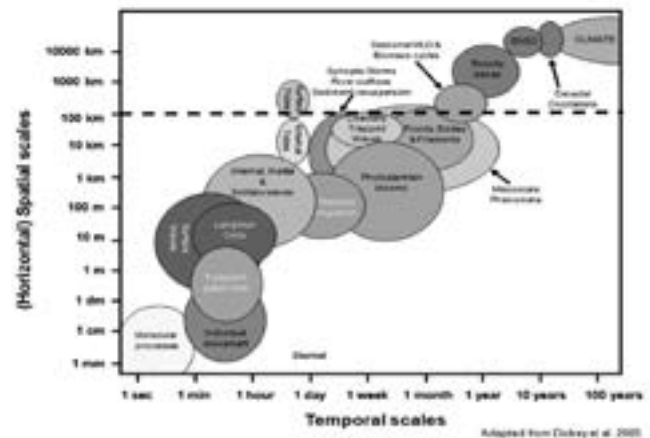
Nghiên cứu này sẽ chi tiết quá trình xác định mật độ phân bố các quan trắc tổng hợp để thiết kế sơ đồ mạng lưới (phân tích dữ liệu không gian và phân vùng dữ liệu để xác định các điểm/trạm cơ sở).

3.2. Cơ sở xác định mật độ phân bố các trạm quan trắc

Các quá trình trong biển và đại dương là hệ thống phức tạp, đặc trưng bởi một loạt quy mô không gian và thời gian rộng lớn được nghiên cứu tổng hợp từ các quá trình quan trắc, giám sát và mô hình hóa. Quy mô lớn cung cấp bức tranh rộng lớn về đại dương. Điều này bao gồm các hiện tượng như biến đổi khí hậu, sự thay đổi quy mô lưu vực, El Nino/La Nina Dao động, sóng Rossby, chu kỳ theo mùa, sự biến đổi khí áp, thủy triều bề mặt, các xoáy và quá trình quy mô lớn (đôi khi còn được gọi là quy mô hành tinh), mô tả quá trình lưu thông đại dương (FAO/NACA, 1995).

Việc xác định quy mô của các quá trình trong biển và đại dương có ý nghĩa lớn trong nghiên cứu để xuất mạng lưới đo đạc, giám sát và quan trắc môi trường biển. Có thể thấy, các quá trình thủy động lực (sóng, dòng chảy, mực nước) cũng có những quy mô không gian khác nhau, tùy thuộc vào thuộc tính từng loại như sóng nội hay sóng bề mặt... Thang đo có thể từ vài mét đến vài kilomet hay thậm chí hơn 100 km.

Các quá trình thủy động lực trong đại dương được mô tả thông qua các phương trình chuyển động (phương trình Navier – Stokes), được thiết lập khá ổn định cho các đại lượng vật lý (khối lượng, động lượng và nhiệt lượng). Các quá trình dự báo biển được giải



▲ Hình 3. Quy mô thời gian và không gian của các quá trình trong đại dương

quyết trên lưới tính toán với số lượng ô hữu hạn và độ phân giải rời rạc. Do đó, vấn đề chọn độ phân giải không gian thích hợp cho từng ứng dụng mô hình đại dương cụ thể rất quan trọng. Đối với hệ thống giám sát và dự báo khu vực, nhiều nhóm nghiên cứu đã vận hành các mô hình cho các lưu vực hoặc các vùng biển với độ phân giải nâng cao khoảng 4 km hoặc chi tiết hơn và đã thu được nhiều kết quả tốt. Tuy nhiên đối với các mô hình có độ phân giải nhỏ thì khả năng và chi phí để tính toán vẫn là một hạn chế lớn, do đó nhiều nghiên cứu cũng đã lồng ghép phân giải theo thang đo để phù hợp với các vùng quan tâm.

Theo các kết quả thực nghiệm hiện nay, mô hình đa quy mô từ quy mô toàn cầu đến quy mô khu vực, vùng ven biển theo độ phân giải $1/12^\circ$ (quy mô toàn cầu) đến gần 4 km cho quy mô khu vực và dưới 1 km cho biển ven bờ (cửa sông, hải cảng). Có thể nói, độ phân giải có thể đánh giá hạn chế về tính chính xác của mô hình, đồng thời các mạng lưới giám sát ven biển góp phần đánh giá lại độ phân giải cần thiết để đáp ứng yêu cầu thông tin của các bên liên quan (đầu vào cho các mô hình hay các phương pháp thống kê) (IOC, UNESCO, 2022).

Trên cơ sở đó, nghiên cứu chọn quy mô không gian từ 4 km đến 25 km cho các phương pháp xác định mặt cắt đặc trưng, hay các trạm điểm cơ sở. Đồng thời, theo khuyến nghị của WMO thì mật độ các trạm quan trắc trên biển và đại dương nên đảm bảo là 250 km/trạm (WMO, 2010).

Quy mô và khoảng cách phân bố được áp dụng vào quá trình nội suy không gian trong ArcGIS nhằm xác định các điểm cơ sở cũng như các mặt cắt đặc trưng theo khu vực.

3.3. Xác định các điểm cơ sở và các mặt cắt đặc trưng

Các trường dữ liệu (hải văn, môi trường biển) được tổng hợp, số hóa và đưa vào ArcGIS, sử dụng phương pháp nội suy để tiến hành không gian hóa các yếu tố, và xác định các điểm cơ sở cũng như các mặt cắt đặc trưng theo khu vực, cụ thể như sau:

a) Xác định các điểm cơ sở

Các trạm (điểm) cơ sở được xác định tại vị trí đặc trưng cho các yếu tố thủy khí động lực biển và hóa học môi trường biển tại khu vực theo thời gian (tháng hoặc mùa).

- Các điểm trọng tâm được lấy làm các điểm cơ sở, với 2 loại điểm:

+ Điểm cơ sở đặc trưng thủy khí động lực biển: trọng tâm các trường sóng, dòng chảy, mực nước/triều..., các yếu tố dị thường;

+ Điểm cơ sở đặc trưng hóa học môi trường nước biển: các trạm là trọng tâm các trường nhiệt độ, độ muối, DO, ..., các yếu tố dị thường.

- Đối với cùng loại điểm cơ sở (thủy khí động lực biển hoặc hóa học môi trường nước biển), nếu 2 điểm cơ sở gần nhau (4-25 km tùy giai đoạn) thì chỉ lấy 1 trạm là điểm ở giữa.

- Nếu 2 điểm cơ sở đặc trưng thủy khí động lực biển và hóa học môi trường nước biển gần nhau (4-25 km tùy giai đoạn), thì gộp điểm lấy làm trạm tổng hợp.

- So sánh với các trạm quan trắc quốc gia. Nếu khoảng cách tới các trạm quan trắc quốc gia (<4 km) => Đề xuất quy làm 1 trạm, để có thể kế thừa giá trị quan trắc tại điểm đã có.

Do vậy, mạng lưới trạm dựa trên các điểm cơ sở có 3 loại:

(i) Trạm thủy khí động lực biển: các trạm là trọng tâm các trường sóng, dòng chảy, mực nước/triều, ..., các yếu tố dị thường.

Các yếu tố đo: Các yếu tố thủy động lực (sóng, dòng chảy, mực nước) và các yếu tố khí tượng (nhiệt độ không khí, gió).

(ii) Trạm hóa học môi trường nước biển: các trạm là trọng tâm các trường nhiệt độ, độ muối, DO, ..., các yếu tố dị thường.

Các yếu tố đo: Các yếu tố hóa học môi trường biển (nhiệt độ, độ muối, DO, pH, độ đục) và lấy mẫu môi trường (nước, trầm tích đáy, sinh vật phù du/đáy).

(iii) Trạm tổng hợp: đo/lấy mẫu tổng hợp các yếu tố thủy khí động lực biển và các yếu tố hóa học môi trường biển.

b) Xác định mặt cắt đặc trưng theo khu vực

- Mỗi khu vực có 1 mặt cắt đặc trưng, trên mỗi mặt cắt xác định 3 trạm đo.

- Cách xác định mặt cắt đặc trưng:

+ Cứ 4 km xác định 1 mặt cắt (vuông góc với bờ).

+ Xác định khoảng cách từ các điểm cơ sở tới mặt cắt trong vùng.

+ Tính tổng khoảng cách Σd của các điểm tới từng mặt cắt.

+ Mặt cắt đại diện là mặt cắt có tổng khoảng cách Σd nhỏ nhất trong khu vực.

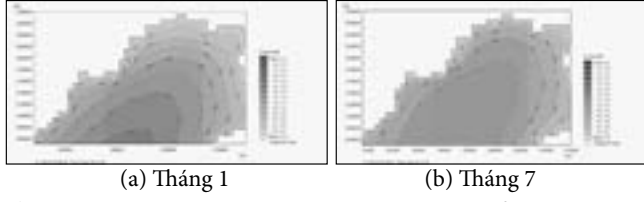
- Mỗi mặt cắt có 3 trạm:

+ Trạm ven bờ: tại vị trí có độ sâu nhỏ hơn 6 m, và có tổng khoảng cách tới các điểm cơ sở nhỏ nhất.

+ Trạm gần bờ: tại vị trí có độ sâu từ 6-20 m, và có tổng khoảng cách tới các điểm cơ sở nhỏ nhất.

+ Trạm xa bờ: tại vị trí có độ sâu lớn hơn 20 m, và có tổng khoảng cách tới các điểm cơ sở nhỏ nhất.

Nghiên cứu này đã sử dụng các trường dữ liệu hải văn, môi trường biển tại vùng biển Việt Nam là kết quả tính toán từ mô hình được thực hiện trong khuôn khổ đề tài Nghiên cứu cơ sở khoa học xây dựng mạng lưới



(a) Tháng 1 (b) Tháng 7
▲ Hình 4. Độ cao sóng trung bình ở khu vực Bắc Trung bộ tháng 1 (a) và tháng 7 (b) (một trong những dữ liệu đầu vào cho quá trình nội suy)

điều tra cơ bản và giám sát môi trường biển giai đoạn 2020 - 2030, tầm nhìn 2045 (ĐTĐL.CN - 56/20). Các trường dữ liệu (sóng, dòng chảy, mực nước, nhiệt độ, độ muối, DO) là dữ liệu đầu vào cho quá trình nội suy bằng phương pháp Kriging trong ArcGIS.

Với tiêu chí như mục a) *Xác định các điểm cơ sở* và mục b) *Xác định mặt cắt đặc trưng* theo khu vực, xác định được các tham số giới hạn về khoảng cách trong quá trình nội suy.

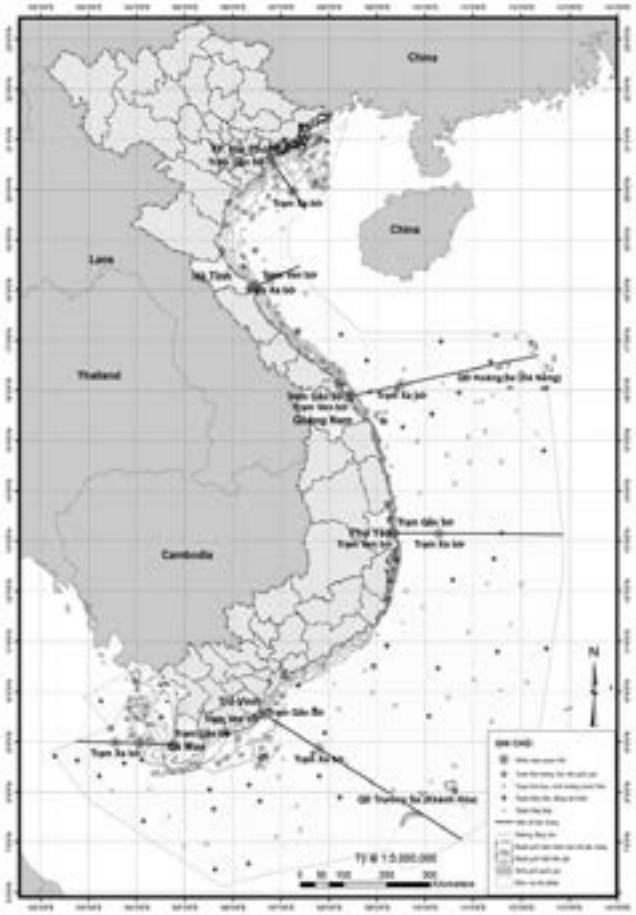
Phạm vi nghiên cứu là toàn bộ vùng biển Việt Nam theo Công ước về Luật Biển của Liên hợp quốc bao gồm cả hai quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa.

Dựa theo quy trình thực hiện xác định các điểm cơ sở cũng như các mặt cắt đặc trưng cho các vùng biển, nghiên cứu đã xác định 6 mặt cắt trưng cho 6 khu vực biển (Bắc bộ, Bắc Trung bộ, Trung Trung bộ, Nam Trung bộ, Đông Nam bộ và Tây Nam bộ). Trên mỗi mặt cắt đặc trưng xác định 3 trạm quan trắc (trạm ven bờ, trạm gần bờ và trạm xa bờ). Mạng lưới trạm điểm cơ sở có độ phân giải tối đa 25 km với 134 trạm cơ sở (bao gồm các trạm hóa học, môi trường nước biển, trạm thủy khí, động lực biển và trạm tổng hợp) (Hình 5).

Các trạm cơ sở được phân bố trên 6 khu vực biển Việt Nam (Bảng 1): khu vực biển Bắc bộ có tổng 11 trạm (1 trạm hóa học, môi trường nước biển, 1 trạm thủy khí, động lực biển và 9 trạm tổng hợp); khu vực biển Bắc Trung bộ có tổng 7 trạm (1 trạm hóa học, môi trường nước biển, 1 trạm thủy khí, động lực biển và 5 trạm tổng hợp);

Bảng 1. Phân bố các loại trạm tại 6 khu vực biển Việt Nam

Khu vực	Loại trạm			Tổng số trạm
	Trạm hóa học, môi trường nước biển	Trạm thủy khí, động lực biển	Trạm tổng hợp	
Bắc bộ	1	1	9	11
Bắc Trung bộ	1	1	5	7
Trung Trung bộ	12	6	11	29
Nam Trung bộ	9	11	9	29
Đông Nam bộ	11	16	13	40
Tây Nam bộ	6	2	10	18
Tổng số trạm	40	37	57	134



▲ Hình 5. Sơ đồ mạng lưới đo đạc, quan trắc và giám sát môi trường biển Việt Nam

trạm tổng hợp); khu vực biển Trung Trung bộ có tổng 29 trạm (12 trạm hóa học, môi trường nước biển, 6 trạm thủy khí, động lực biển và 11 trạm tổng hợp); khu vực biển Nam Trung bộ có tổng 29 trạm (9 trạm hóa học, môi trường nước biển, 11 trạm thủy khí, động lực biển và 9 trạm tổng hợp); khu vực biển Đông Nam bộ có tổng 40 trạm (11 trạm hóa học, môi trường nước biển, 16 trạm thủy khí, động lực biển và 13 trạm tổng hợp); khu vực biển Tây Nam bộ có tổng 18 trạm (6 trạm hóa học, môi trường nước biển, 2 trạm thủy khí, động lực biển và 10 trạm tổng hợp).

4. Kết luận

Mạng lưới trạm điều tra cơ bản môi trường biển là mạng lưới tổng hợp được xây dựng trên cơ sở nghiên cứu, đánh giá tổng hợp các yếu tố (khí tượng, thủy hải văn và môi trường biển). Cơ sở khoa học thiết lập mạng lưới điều tra cơ bản và giám sát môi trường biển Việt Nam dựa trên đánh giá và xét đặc trưng của chế độ vật lý động lực biển, các yếu tố môi trường biển, các quá trình dị thường và đặc thù.

Nghiên cứu đã thiết lập được sơ đồ mạng lưới điều tra cơ bản và giám sát môi trường biển Việt Nam với 6 mặt cắt đặc trưng và 134 trạm cơ sở. Một số dữ liệu

được sử dụng để áp dụng trong quá trình nội suy không gian còn hạn chế như các dữ liệu về đặc thù/dị thường trong môi trường biển. Do vậy, cần có những nghiên cứu chi tiết về các quá trình đặc thù/dị thường để có những phân tích và đánh giá chính xác đặc trưng các yếu tố môi trường biển trong phạm vi vùng biển Việt Nam, tăng thêm độ chính xác trong việc xác định các điểm cơ sở, đặc trưng cho khu vực.

Nghiên cứu đã xác định được mật độ phân bố các trạm quan trắc trong mạng lưới đo đạc, quan trắc và

giám sát môi trường biển Việt Nam. Kết quả này kết hợp với đánh giá phân vùng sử dụng không gian biển có thể đề xuất mạng lưới quan trắc tổng hợp theo các giai đoạn phát triển kinh tế - xã hội của khu vực.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành dựa trên kết quả của Đề tài “Nghiên cứu cơ sở khoa học xây dựng mạng lưới điều tra cơ bản và giám sát môi trường biển giai đoạn 2020–2030, tầm nhìn 2045 (ĐTĐL. CN-56/20)” ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Kim Lợi, Lê Quang Cảnh, Trần Thống Nhất, 2009. Hệ thống thông tin địa lý nâng cao. NXB Nông nghiệp.
2. Quyết định số 90/QĐ-TTg ngày 12/1/2016 của Thủ tướng Chính phủ về việc Quy hoạch mạng lưới quan trắc TN&MT quốc gia thời kỳ 2016-2025, tầm nhìn đến năm 2030.
3. Quyết định số 433/QĐ-TTg ngày 24/3/2021 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt nhiệm vụ lập Quy hoạch mạng lưới trạm khí tượng thủy văn quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050.
4. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 12635-6:2022 “Công trình quan trắc khí tượng thủy văn - Phần 6: Mật độ trạm khí tượng thủy văn thuộc Mạng lưới trạm khí tượng thủy văn quốc gia”.
5. Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam, 2014. Báo cáo thuyết minh “Quy hoạch mạng lưới quan trắc TN&MT Quốc gia đến năm 2025 lĩnh vực TN&MT biển”.
6. Trung tâm Khí tượng thủy văn quốc gia, 2013. Báo cáo “Nghiên cứu, đề xuất điều chỉnh, bổ sung mạng lưới trạm quan trắc hải văn phục vụ dự báo, cảnh báo thiên tai biển trong điều kiện biến đổi khí hậu”.
7. IOC, UNESCO, 2022, *Implementing operational ocean monitoring and Forecasting systems*.
8. FAO/NACA, 1995. *Report on a Regional Study and Workshop on the Environmental Assessment and Management of Aquaculture Development*. Bangkok, Thailand.
9. Mitas, L., & Mitasova, H. (1999). *Spatial interpolation. Geographical information systems: principles, techniques, management and applications*.
10. Laura Gómez Navarro, 2020. *Image de-noising techniques to improve the observability of oceanic fine-scale dynamics by the swot mission*.
11. WMO, 2010. *Manual on the Global Observing System. Volume I – Global Aspects*.

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM STORM WATER MANAGEMENT MODEL (SWMM) ĐỂ ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP THOÁT NƯỚC BỀN VỮNG CHO KHU VỰC TRUNG TÂM THÀNH PHỐ HẢI PHÒNG

LƯU THỊ THU TRANG¹, TRẦN ĐỨC HẠ¹,
ĐINH VIỆT CƯỜNG¹, TRẦN THÚY ANH¹

¹ Trường Đại học Xây dựng Hà Nội

Tóm tắt:

Tình trạng ngập lụt đang xảy ra thường xuyên và đặt ra thách thức nghiêm trọng ở các đô thị Việt Nam. Để giải quyết bài toán này, nghiên cứu được thực hiện nhằm tìm ra giải pháp kỹ thuật thoát nước bền vững (SUDS), góp phần tăng cường hiệu quả công tác chống ngập, thí điểm cho khu vực trung tâm TP. Hải Phòng. Nghiên cứu sử dụng phần mềm và phương pháp tính toán, các biểu thức toán học khác nhau để tính toán thủy lực mạng lưới, công trình thoát nước mưa, cụ thể là phần mềm Storm Water Management Model (SWMM) - Phiên bản 5.2, có chức năng mô phỏng thoát nước bền vững, tên gọi là Phát triển tác động thấp (Low Impact Development-LID). Nghiên cứu đã tiến hành phân tích, đánh giá hiện trạng thoát nước, trên cơ sở đó, đề xuất một số giải pháp phù hợp để chống ngập cho khu vực trung tâm TP. Hải Phòng. Các giải pháp được đề xuất bao gồm: Sử dụng thùng chứa/bể chứa nước mưa, ô trồng cây sinh học, vỉa hè thấm, vườn mưa tại những địa điểm, công trình có thể cải tạo hoặc xây dựng mới. Đặc biệt, phần mềm SWMM đã được sử dụng để mô phỏng các trường hợp nghiên cứu và đưa ra kết quả giảm ngập về lưu lượng lụt, thời gian ngập, số đoạn cống bị ngập. Nghiên cứu cũng đánh giá hiệu quả của việc áp dụng các giải pháp SUDS đối với việc cải thiện năng lực thoát nước của hệ thống thoát nước đô thị, hiệu quả kinh tế, tác động đến môi trường và xã hội. Những kết quả này sẽ góp phần nâng cao hiệu quả công tác chống ngập của TP. Hải Phòng nói riêng, các đô thị ở Việt Nam nói chung.

Từ khóa: SUDS, SWMM, ngập lụt, thùng/bể chứa nước mưa, ô trồng cây sinh học, vỉa hè thấm, vườn mưa.

Ngày nhận bài: 2/3/2024; Ngày sửa chữa: 26/3/2024;

Ngày duyệt đăng: 4/4/2024.

1. Giới thiệu chung

Hải Phòng là đô thị loại 1, hạ tầng giao thông - đô thị được quan tâm đầu tư, kinh tế - xã hội phát triển vượt bậc trong những năm gần đây, tuy nhiên, song hành với sự phát triển đó, TP cũng đối mặt với nhiều thách

APPLYING SWMM SOFTWARE TO PROPOSAL SUSTAINABLE DRAINAGE SOLUTIONS FOR THE CENTRAL AREA OF HAI PHONG CITY

Abstract:

The frequent occurrence of flooding poses significant challenges in urban areas of Vietnam. In response to this issue, research was conducted to find a sustainable drainage technical solution (SUDS), contributing to increasing the effectiveness of flood prevention, piloting for the central area of Hai Phong city. Research and use different software and calculation methods and mathematical expressions to calculate the hydraulics of storm water drainage networks and works, specifically SWMM software - Version 5.2, which has the function of simulating drainage sustainable LID. The study analyzed and evaluated the current drainage situation and, on that basis, proposed a number of appropriate solutions to prevent flooding in the central area of Hai Phong city. The proposed solutions include the utilization of rainwater storage tanks/cisterns, bio-retention cells, permeable pavements, rain gardens at strategic locations, and retrofitting or constructing new drainage infrastructure. Notably, the Storm Water Management Model (SWMM) software is employed to simulate study scenarios and provide insights into flood reduction in terms of peak flow reduction, flood duration, and the number of flooded sewer segments. The study aims to evaluate the effectiveness of implementing SUDS solutions in improving the drainage capacity of urban drainage systems, economic efficiency, and environmental and social impacts. These findings will contribute to enhancing flood resilience in Hai Phong city specifically, as well as in urban areas across Vietnam in general.

Keywords: SUDS, SWMM, flooding, rainwater storage tanks/cisterns, bio-retention cells, permeable pavement, rain gardens.

JEL Classifications: Q56, R11, O44.

thức và khó khăn, trong đó có vấn đề thoát nước đô thị. Thực trạng úng ngập ở Hải Phòng đang dần nghiêm trọng, ảnh hưởng đến sinh hoạt, đời sống người dân; hư hại các công trình xây dựng hạ tầng kỹ thuật; gây ô nhiễm môi trường... Có nhiều nguyên nhân dẫn đến

ngập lụt, một trong số đó là biến đổi khí hậu diễn biến ngày càng phức tạp, làm cho cường độ và lưu lượng các trận mưa của khu vực tăng đột biến; mực nước biển dâng trong khi cốt nền hiện trạng của khu vực trung tâm tương đối thấp và chịu nhiều ảnh hưởng của thủy triều, chế độ thủy văn. Ngoài ra, tốc độ đô thị, bê tông hóa tăng nhanh, làm giảm bề mặt thấm thoát nước tự nhiên và tăng lượng nước mưa chảy tràn trên mặt đất; trải qua nhiều giai đoạn phát triển khác nhau, mạng lưới thoát nước đan xen giữa cũ và mới, thiếu đồng bộ, dẫn đến năng lực tiêu thoát nước mưa của hệ thống thoát nước hiện có chưa bắt kịp tốc độ đô thị hóa.

Nhằm khắc phục thực trạng nêu trên, TP. Hải Phòng đã và đang thực hiện các giải pháp công trình như: Quy hoạch đô thị (đề xuất rà soát, lập mới, điều chỉnh quy hoạch đô thị theo hướng tận dụng ưu thế tự nhiên để tăng mức độ thích nghi, giảm bớt rủi ro, tôn trọng không gian dành cho nước); đầu tư cải tạo, nâng cấp, mở rộng mạng lưới thoát nước TP (xây dựng thêm hồ điều hòa, kênh mương, tăng cường duy tu, duy trì hệ thống thoát nước) và các giải pháp phi công trình như thường xuyên thu gom bùn rác, nạo vét bùn lắng trong cống, kênh, mương; nâng cấp, quản lý mạng lưới thoát nước... Tuy nhiên, việc khai thác triệt để hệ thống thoát nước (HTTN) mưa, kết hợp với các mặt phủ tự nhiên có ý nghĩa quan trọng để kiểm soát ứng ngập lại chưa được đầu tư và còn thiếu phương thức quản lý, vận hành phù hợp, do đó, cần một cách tiếp cận mới để giải quyết vấn đề thoát nước mưa thông qua việc duy trì những đặc tính của dòng chảy trên các mặt phủ; kiểm soát tối đa dòng chảy từ nguồn; giảm thiểu tối đa những khu vực tiêu thoát nước mưa trực tiếp (Nguyễn Việt Anh, 2022); lưu giữ nước mưa tại chỗ và cho thấm xuống mặt phủ tự nhiên. Đây chính là những nguyên lý thoát nước mưa đô thị bền vững (Sustainable Urban Drainage System - SUDS), hướng đến xây dựng công trình hạ tầng xanh cho các đô thị.

Trên thế giới, Hệ thống SUDS với các giải pháp kỹ thuật sinh thái đã được áp dụng thành công ở nhiều nước phát triển, tiêu biểu như tại Anh, công trình SUDS có mặt khắp các TP, áp dụng cho khu vực lưu trữ sinh học và vườn mưa trên đường ở Marylebone [2] (Susdrain, 2020) (Hình 1a); Trường tiểu học Moulsecoomb đã cải tạo không gian sân trường thành một khu vườn thân thiện với nước, chú trọng vào cơ hội giáo dục và vui chơi, thông qua các giải pháp kênh phủ thực vật, rãnh thấm, bể mặt thấm, ao thực vật [3] (Susdrain, 2021). Tại Việt Nam, trong khu đô thị Ecopark (Văn Giang, Hưng Yên) đã dành nhiều diện tích cho cây xanh, mặt nước, bể mặt phủ hè đường, bãi đỗ xe, sân vườn sử dụng kết cấu và giải pháp để nước mưa có thể thấm xuống đất, giảm lượng nước tập trung về hệ thống cống thoát nước (Ecopark, 2016) (Hình 1b). Có thể nói, việc HTTN mưa bền vững SUDS dẫn



a) Vườn mưa ở Marylebone (b) Vía hè khu đô thị Ecopark

▲ Hình 1. Một số công trình ứng dụng giải pháp thoát nước mưa bền vững SUDS

tiếp cận vào xã hội, đời sống con người là rất cần thiết, nhất là trong bối cảnh tốc độ đô thị hóa, bê tông hóa tăng nhanh, hiện trạng ngập lụt đô thị nghiêm trọng.

Một trong những giải pháp để tính toán dòng chảy thoát nước mưa phù hợp với sự thay đổi mật phủ là sử dụng các phần mềm mô phỏng. SWMM là phần mềm tính toán, mô phỏng mưa - dòng chảy cho các khu vực đô thị cả về chất và lượng, tính toán quá trình chảy tràn từ mỗi lưu vực bộ phận đến cửa nhận nước của nó. Mô hình vừa có thể mô phỏng cho từng sự kiện (từng trận mưa đơn lẻ), vừa có thể mô phỏng liên tục, được phát hành lần đầu tiên vào năm 1971, do Metcalf và Eddy xây dựng sản phẩm của 1 hợp đồng kinh tế giữa trường Đại học Florida và Tổ chức BVMT Hoa Kỳ. Mô hình đã trải qua một số nâng cấp, có nhiều phiên bản khác nhau, trong đó, phiên bản hiện tại - Phiên bản 5.2 là bản viết lại hoàn chỉnh của các phiên bản trước đó, được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới để lập kế hoạch, phân tích, thiết kế liên quan đến dòng chảy nước mưa, cống kết hợp, cống vệ sinh và các HTTN khác ở các khu vực đô thị, với nhiều ứng dụng ở những khu vực ngoài đô thị. Khả năng của phần mềm mô phỏng khối lượng, tính chất dòng chảy đô thị do mưa và hệ thống cống thoát nước thải chung, mọi vấn đề về thủy văn đô thị, chu kỳ chất lượng đều được mô phỏng, bao gồm dòng chảy mặt, dòng chảy ngầm, vận chuyển qua mạng lưới hệ thống tiêu thoát nước, hồ chứa và khu xử lý. Mô hình mô phỏng các dạng mưa thực tế trên cơ sở lượng mưa (biểu đồ quá trình mưa hàng năm) và số liệu khí tượng đầu vào cùng với hệ thống mô tả (lưu vực, vận chuyển, hồ chứa/xử lý) để dự đoán trị số chất lượng cũng như khối lượng dòng chảy. SWMM cho phép người dùng kết hợp giữa HTTN truyền thống với giải pháp thoát nước bền vững và kiểm soát các dòng chảy chậm để xác định hiệu quả của chúng [5] (L. Rossman, 2015). Tên gọi cho chức năng mô phỏng này là Phát triển tác động thấp (Low Impact Development- LID).

Nghiên cứu này sử dụng phần mềm SWMM mô phỏng thoát nước đánh giá hiệu quả của các giải pháp kỹ thuật thoát nước mưa đô thị theo hướng bền vững được áp dụng cho một khu vực thuộc vùng trung tâm TP. Hải Phòng.



2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu, tính toán

Đối tượng nghiên cứu là HTTN khu vực trung tâm TP. Hải Phòng. Hệ thống này đã được xây dựng từ nhiều thập kỷ, mạng lưới đường cống thoát nước trong TP phục vụ chung cho hai mục đích là thoát nước mưa và nước thải. Nước mưa được xả ra sông hoặc hồ điều hòa, sau đó ra sông. Khu dân cư nội thành Hải Phòng gặp tình trạng ngập lụt sau những cơn mưa từ 50 mm trở lên. Hậu quả trực tiếp của việc ngập lụt là thiệt hại về nhà cửa, tài sản, hàng hóa, phương tiện giao thông, đường xá và các công trình hạ tầng cơ sở khác. Hậu quả gián tiếp bao gồm các thiệt hại do giảm hoạt động kinh tế, đi lại khó khăn và tốn nhiều thời gian, gián đoạn học tập, sơ tán và quay trở lại, ảnh hưởng về vật chất tâm lý, thiệt hại về môi trường, cải tiến cơ sở vật chất và quản lý hành chính để bảo vệ nhà cửa khỏi ngập úng.

Khu vực tính toán là một phần của quận Hồng Bàng, diện tích 93,63 ha, thuộc khu vực TP cũ, hệ thống công trình thoát nước được xây dựng từ cuối thế kỷ 19. Các tuyến ống chính xả ra sông Cấm và sông Tam Bạc. Khu vực được giới hạn bởi đường Nguyễn Tri Phương, Trần Hưng Đạo, Quang Trung và Tam Bạc. HTTN khu vực là hệ thống chung, được hình thành, phát triển cùng quá trình đô thị hóa. Khu vực không có trạm bơm nước, hồ điều hòa nên nước tiêu thoát chậm, toàn bộ lượng nước mưa và nước thải sinh hoạt được thu gom qua cống tự chảy theo hệ thống cống chung rồi đổ ra sông Cấm và sông Tam Bạc. HTTN khu vực thường bị ngập úng khi xảy ra mưa lớn, gây tắc nghẽn giao thông, ảnh hưởng đến sinh hoạt của các hộ gia đình cũng như môi trường sống trong khu vực.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng phần mềm và phương pháp tính toán, biểu thức toán học khác nhau để tính toán thủy lực mạng lưới, công trình thoát nước mưa, cụ thể là phần mềm SWMM - Phiên bản 5.2, có chức năng mô phỏng thoát nước bền vững LID (L. Rossman, 2015).

2.1.1. Nhập dữ liệu đầu vào:

Các thông số đầu vào: Dữ liệu cần thiết cho mô hình mưa dòng chảy SWMM là mô phỏng lại HTTN trên khu vực nghiên cứu của TP, bao gồm dữ liệu về HTTN, công trình hiện có trong khu vực nghiên cứu (phạm vi thoát nước phân thành 55 tiểu khu, 40 nút, 40 tuyến cống và 4 cửa xả dựa trên mặt bằng quy hoạch của khu vực); dữ liệu về địa hình, địa chất, cao độ san nền, cao độ hiện trạng của các hố ga, cửa xả...; dữ liệu về thủy văn (mức nước hoặc đường quá trình mực nước tại lưu vực tiếp nhận).

Các thông số chính cần đưa vào mô hình bao gồm:

+ *Dữ liệu lưu vực*: Tên lưu vực, trận mưa xuống lưu vực; chỗ thoát nước: Tên nút/hố ga nhận nước; diện tích lưu vực, bề rộng lưu vực; độ dốc % trung bình của tiểu lưu vực; hệ số nhám...

+ *Dữ liệu nút/hố ga*: Tên hố ga; lưu lượng nước thải: Hệ thống thoát nước chung nên cần tính lưu lượng nhập vào các hố ga (Lưu lượng tính toán xác định theo phương pháp mật độ dân số, căn cứ vào mật độ dân số, tiêu chuẩn thải nước và hệ số không điều hòa) (Hoàng Văn Huệ, Trần Đức Hạ, Mai Liên Hương, Lê Mạnh Hà, Trần Hữu Diện) [6]; Cao độ hố ga...

+ *Dữ liệu tuyến cống*: Tên cống; nút vào; nút ra; độ nhám Manning, hình dạng mặt cắt hình học, kích thước; chiều dài ống (m); chiều cao bậc chảy vào; chiều cao bậc chảy ra.

+ *Dữ liệu cửa xả*: Tên cửa xả; lưu lượng nhập vào cửa xả; cao độ đáy cửa xả; van ngăn triều (nếu có); chuỗi thời gian mực nước (nếu cửa xả bị ảnh hưởng triều).

+ *Trạm mưa và số liệu trận mưa*: Sự phân bố lượng mưa trong một trận mưa có thể được mô phỏng từ số liệu thống kê của các trận mưa thực tế đo được trong khoảng từ 20 - 30 năm.

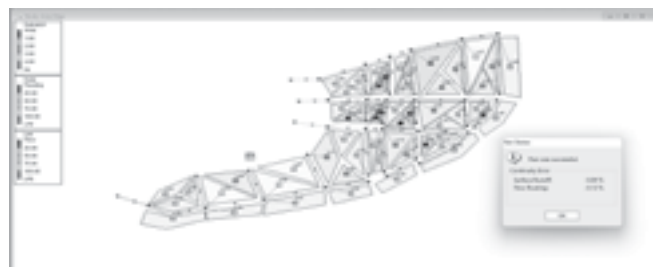
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả tính toán thoát nước mưa khu vực nghiên cứu

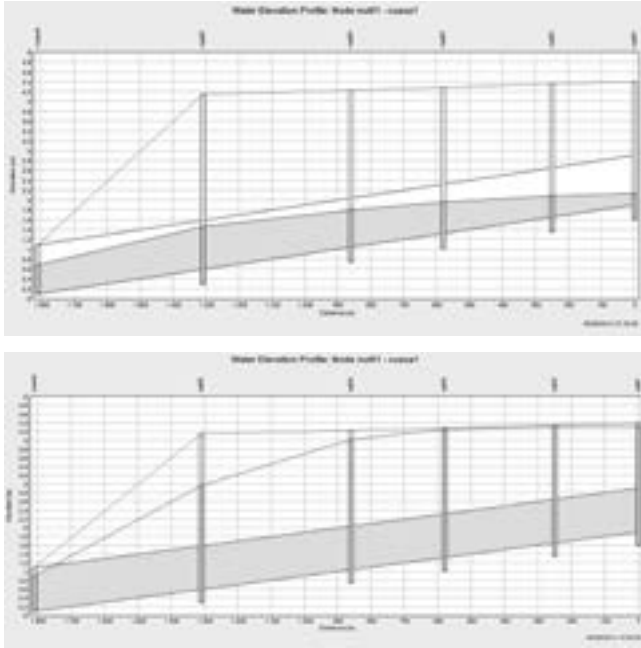
Kết quả mô phỏng HTTN khu vực nghiên cứu: Chạy mô hình thành công, sai số về tính liên tục cân bằng khối lượng nhỏ, cho cả dòng chảy mặt -0,04% và dòng chảy tuyến -0,13% (Hình 2). Kết quả tính toán cho thấy, lượng mưa rơi xuống khu vực: 136,4 mm; lượng nước mưa bị thấm: 1,521 mm; lượng nước mưa tạo thành dòng chảy: 134,880 mm; lượng nước mưa được trữ lại ở các điểm trũng: 0,048 mm. Như vậy, gần như toàn bộ lượng mưa (99%) đều chảy vào HTTN khu vực.

Thời gian cống không tải được hết lưu lượng thoát nước lớn nhất là cống 24-CX3: 8,63 giờ; số cống bị ngập là 34/46 cống chạy mạng lưới, cho thấy các đoạn cống đã làm việc với cường độ tối đa và có sự quá tải. Các đoạn cống bị ngập không chuyển tải được hết lưu lượng nước trong cống, dẫn đến mực nước dâng cao, gây ngập lụt. Các vị trí ngập úng trong mô phỏng trùng hợp với vị trí ngập úng ngoài thực tế do người dân phản ánh và nhóm đã chứng kiến trong thời gian qua. Kiểm tra trắc dọc một tuyến thoát nước bị ngập, có kết quả trên biểu đồ Hình 3.

Các tuyến ngập tại thời điểm bất lợi, mưa lớn, như tuyến đường Quang Trung, Trần Hưng Đạo, Lê Đại Hành, Minh Khai, Điện Biên Phủ và Nguyễn Tri Phương



▲ Hình 2. Màn hình kết quả mô phỏng hệ thống



▲ Hình 3. Trắc dọc tuyến cống nút 1 đến cửa xả 1 (đường Quang Trung) tại thời điểm mưa lúc 7h30 và 10h00

ở trong tình trạng quá tải do tổng lưu lượng nước thải từ khu dân cư và nước mưa, làm cho tình trạng ngập càng thêm nặng. Khu vực chợ Đò (đường Lãn Ông, Tôn Thất Thuyết tuy xảy ra ngập lụt trong thời gian ngắn) nhưng cũng ảnh hưởng đến việc người dân buôn bán, hàng hóa.

3.2. Thảo luận về kết quả tính toán

Mô phỏng HTTN khu vực nghiên cứu bằng mô hình mưa dòng chảy SWMM hợp lý, sai số về tính liên tục cân bằng khối lượng nhỏ, cho cả dòng chảy mặt 0,00% và dòng chảy tuyến -0,15%. Các kết quả tính toán cho thấy, lượng mưa lưu trữ LID ban đầu: 0,648 mm; lượng mưa rơi xuống khu vực: 136,4 mm; lượng nước mưa bị thấm: 4,178 mm; lượng nước mưa tạo thành dòng chảy: 125,147 mm; lượng nước mưa được trữ lại ở các điểm trũng: 7,491mm. Từ kết quả của 2 kịch bản chạy phần mềm SWMM với mô phỏng hiện trạng và sau khi áp dụng giải pháp SUDS thông qua LID, lưu lượng dòng chảy mặt giảm từ 134,880 mm xuống 125,147 mm; lượng nước mưa bị thấm tăng từ 1,521 mm lên 4,178 mm. Nút 01, 02 và 36 hiện trạng bị ngập trong thời gian ngắn sau khi áp dụng SUDS không bị ngập nữa. Thời gian nút ngập lâu nhất là nút 26 - 4,37 h, so sánh với nút ngập lâu nhất ở kịch bản mô phỏng hiện trạng là nút 26 - 4,72 h thì thời gian ngập giảm 7,4%. Tổng lượng ngập mô phỏng sau khi áp dụng SUDS giảm 35,5%.

Phần mềm mô phỏng có kết quả sử dụng 3% diện tích áp dụng SUDS cho hiệu quả giảm nước xả ra khu vực là 4%. Áp dụng các giải pháp vào phần nhỏ diện tích công cộng (vía hè, đảo giao thông...) là 3,03 ha, ứng với 3% diện tích của khu vực, có thể cải tạo thành các công trình thoát nước bền vững và một số ít hộ có thể tham gia vào việc xây dựng bể chứa nước mưa.

4. Đề xuất các giải pháp kiểm soát úng ngập khu vực nghiên cứu

4.1. Bố trí các công trình thoát nước mưa bền vững trên khu vực nghiên cứu

Ở khu vực đô thị, việc giảm bớt lớp phủ bề mặt không thấm sẽ trực tiếp làm giảm lượng nước mưa chảy tràn bề mặt, gây ngập và chất ô nhiễm kéo theo, góp phần làm giảm quy mô, chi phí cần thiết để xây dựng cơ sở hạ tầng.

a. Giải pháp kiểm soát tại nguồn

Áp dụng bể chứa nước mưa cho khu vực chợ Đò, trường học Đinh Tiên Hoàng, bệnh viện Phụ sản trên đường Trần Quang Khải... Trường hợp lượng mưa vượt quá khả năng của thùng chứa sẽ được dẫn theo ống thoát vào HTTN chung của TP. Lượng nước mưa khi thu gom được sử dụng cho mục đích vệ sinh, tắm giặt, rửa xe, tưới cây... nên có thể sử dụng trực tiếp mà không cần phải xử lý.

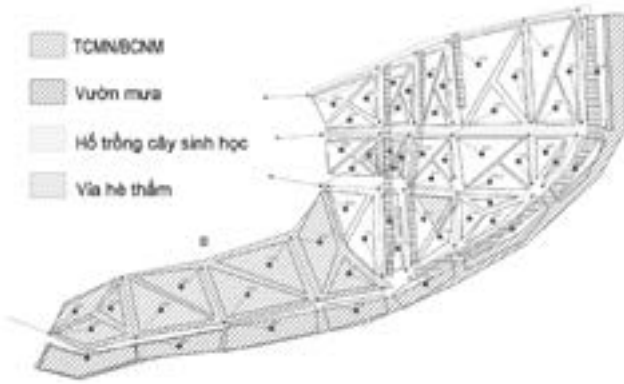
Tại khu vực nghiên cứu có đặc điểm đông dân cư, mật độ nhà cửa dày đặc, diện tích trống ít, việc xây dựng vườn thu gom nước mưa nên lựa chọn vị trí thích hợp là sát mép vỉa hè dọc 2 tuyến đường Quang Trung, Trần Hưng Đạo, tăng diện tích nước thấm và tăng cảnh quan khu vực trung tâm TP.

Cải tạo hố trồng cây trên vỉa hè kết hợp với hệ thống lọc cát, sỏi cho phép nước mưa thấm lọc, bổ cập nguồn nước ngầm. Hố trồng cây sinh học vừa có chức năng thu gom, xử lý nước thải. Đề xuất cải tạo 127 hố trồng cây dọc tuyến Nguyễn Tri Phương và tuyến Điện Biên Phủ.

b. Giải pháp kiểm soát tại khu vực

Vía hè thấm là giải pháp kiểm soát tại khu vực, đó là công trình có lớp bề mặt thấm, được làm bằng vật liệu không thấm nước mà cho nước đi qua kẽ hở rỗng giữa các khối vật liệu. Giải pháp xây dựng vỉa hè lát gạch bê tông block trống cỏ, lưu lượng nước hệ thống cống phải phục vụ từ lưu vực vỉa hè sẽ giảm. Lượng nước còn lại được lưu giữ lại tầng cỏ, đất tại lớp gạch và thấm xuống nước ngầm.

Đề xuất áp dụng giải pháp vỉa hè thấm tại các tuyến: Đường Lê Đại Hành (từ ngã ba giao với đường Nguyễn Tri Phương đến ngã tư giao với đường Hồ Xuân Hương), chiều dài khoảng $L = 205,20$ m, diện tích hè khoảng $S_h = 1.177,02$ m² cả 2 bên đường (trong đó gồm 994,8 m² hè và 182,22 m² ngõ vào các cơ quan); đường Trần Hưng Đạo (toàn tuyến), chiều dài khoảng $L = 1240$ m, diện tích hè khoảng $S_h = 6164$ m² bên trái tuyến; đường Đinh Tiên Hoàng (toàn tuyến), chiều dài khoảng $L = 783,80$ m, diện tích hè khoảng $S_h = 6675$ m² cả 2 bên đường; đường Hoàng Văn Thụ (toàn tuyến), chiều dài khoảng $L = 757,20$ m, diện tích hè khoảng $S_h = 6164$ m² cả 2 bên đường. Lý do đề xuất giải pháp vỉa hè thấm tại các tuyến đường trên là do hiện trạng vỉa hè các tuyến đường có diện tích lớn; tập trung chủ yếu dân cư, cơ quan làm việc,



▲ Hình 4. Bố trí các công trình theo giải pháp SUDS

không ảnh hưởng đến việc buôn bán hàng hóa, đủ điều kiện mặt bằng có thể cải tạo. Không chỉ vậy, vĩa hệ thấm còn góp phần chỉnh trang, đổi mới diện mạo các tuyến đường trung tâm TP. Vị trí các giải pháp SUDS được bố trí thể hiện trên Hình 4.

Tổng diện tích áp dụng SUDS là 30.284,21 m², trong đó ô trồng cây chiếm 4.285,21 m²; vườn mưa chiếm 5.700 m²; thùng chứa nước mưa/bể chứa nước mưa chiếm 2.292 m²; vĩa hệ thấm chiếm 18.007 m². Diện tích áp dụng được SUDS của khu vực tính toán so với diện tích khu vực là 3% - một tỷ lệ tương đối nhỏ do áp dụng các giải pháp trên diện tích thực tế là khu vực đô thị đã quy hoạch, có sẵn các công trình hạ tầng giao thông.

4.2. Đánh giá hiệu quả các kỹ thuật thoát nước bền vững để xuất cho khu vực trung tâm TP. Hải Phòng

Về hiệu quả kinh tế: Tổng lưu lượng thoát nước mưa giảm xuống, giảm tải cho HTTN mưa hiện trạng, tăng độ bền cho HTTN, từ đó giảm thiểu chi phí bảo dưỡng, vận hành. Mặt khác, bể chứa/thùng chứa nước mưa có tác dụng trữ nước, phục vụ cho hoạt động rửa đường, rửa xe... giúp tiết kiệm chi phí sử dụng nước sạch.

Đối với khu trung tâm TP. Hải Phòng, mật độ 22.000 người/km² là rất đông đúc, nhiều phương tiện giao thông (xe máy, ô tô...), hoạt động dân sinh (khói bếp,

rác thải...) nên lượng phát thải khí độc hại rất lớn. Để xuất áp dụng các giải pháp SUDS sẽ làm thay đổi cảnh quan, trồng nhiều cây xanh hơn (vườn mưa, ô trồng cây) để giảm khí thải, giúp không khí trở nên trong lành; giảm nhiệt độ đường phố; giảm ô nhiễm môi trường cũng như cải thiện sức khỏe con người. Ngoài ra, việc áp dụng các giải pháp SUDS cũng là một bước tiếp cận người dân tham gia vào công tác quản lý thoát nước, BVMT, giáo dục, nâng cao ý thức, góp phần tăng cường sự tham gia của cộng đồng trong việc giảm thiểu mức độ ngập lụt đô thị cũng như tác hại của ngập nước gây ra cho cộng đồng dân cư...

5. Kết luận

Trên cơ sở sử dụng phần mềm SWMM, nhóm nghiên cứu đã phân tích, đánh giá hiện trạng thoát nước và đề xuất một số giải pháp phù hợp nhằm tăng cường hiệu quả công tác chống ngập cho khu vực trung tâm TP. Hải Phòng. Nghiên cứu đã đưa ra giải pháp thoát nước bền vững với các công trình hạ tầng kỹ thuật xanh như bể chứa nước mưa, ô trồng cây sinh học, vĩa hệ thấm, vườn mưa... tại những vị trí có thể cải tạo, xây dựng các công trình này. Tính toán bằng phần mềm SWMM có kết quả: Tổng lưu lượng xả của khu vực theo hiện trạng mô phỏng là 145.976 m³/thời gian mưa; tổng lưu lượng xả của khu vực trường hợp áp dụng SUDS là 140.159 m³/thời gian mưa. Sau khi áp dụng SUDS giảm được 5917 m³, tương ứng hiệu quả giảm lượng nước mưa là 4% trên 3 ha của khu vực, góp phần tăng hiệu quả công tác chống ngập cho TP.

Tuy nhiên, do đặc điểm của khu vực nghiên cứu ở trung tâm TP đã có HTTN mưa truyền thống hoàn chỉnh, nên với diện tích 93,63 ha trên tổng diện tích trung tâm TP. Hải Phòng thì chưa thể đánh giá một cách toàn diện khả năng phục vụ của các công trình thoát nước này cho TP trong tương lai. Vì vậy, cần tiếp tục mở rộng khu vực nghiên cứu cho cả TP. Hải Phòng và áp dụng các phương thức tính, mô hình toán hiện đại vào việc kiểm tra quy hoạch, tổ chức, quản lý, vận hành HTTN để có được những đánh giá đầy đủ và toàn diện hơn■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. GS.TS. Nguyễn Việt Anh - "Thoát nước bền vững: Giải pháp cần thiết trong đô thị thông minh", 2022.
2. Susdrain - "Case Study: Marylebone Low Emission Neighbourhood (LEN), London", 2020 (https://www.susdrain.org/casestudies/case_studies/marylebone_low_emission_neighbourhood_london_light_case_study.html).
3. Susdrain - "Moulsecoomb Primary SuDS in Schools", 2021 (https://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/moulsecoomb_primary_suds_schools.html).
4. Công ty cổ phần Tập đoàn Ecopark - "Ecopark nhận Giải thưởng Công trình kiến trúc xanh Việt Nam", 2016.
5. L. Rossman - "Storm Water Management Model (SWMM) User's Manual Version 5.2.1", U.S. Environ. Prot. Agency, 2015.
6. Hoàng Văn Huệ (chủ biên), Trần Đức Hạ, Mai Liên Hương, Lê Mạnh Hà, Trần Hữu Diệm (2001), Thoát nước tập 1 - Mạng lưới thoát nước, NXB Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG Bùn BỂ BIOGAS SAU TIỀN XỬ LÝ BẰNG PHƯƠNG PHÁP OXY HÓA FENTON VÀ TÁCH NƯỚC LÀM NGUYÊN LIỆU PHỐI TRỘN PHÂN BÓN HỮU CƠ

VÕ NGUYỄN XUÂN QUẾ^{1,2*}, TRẦN THỊ PHI OANH^{1,2}

¹ Khoa Môi trường và Tài nguyên, Trường Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh

² Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh

Tóm tắt:

Bùn biogas giàu dinh dưỡng, có thể sử dụng làm phân bón nếu giải quyết được các hạn chế như pH cao, lượng nước lớn, chứa N dễ bay hơi, dễ thất thoát ra môi trường và chứa vi sinh gây bệnh. Nghiên cứu khảo sát hiệu quả xử lý bùn bằng phương pháp Fenton để tăng khả năng phân hủy sinh học và hiệu quả tách nước, cô đặc bùn làm nguyên liệu phối trộn phân bón. Kết quả cho thấy, oxy hóa Fenton giúp điều chỉnh pH và giảm vi sinh gây bệnh trong bùn. Quá trình làm ẩm - tách ẩm cho hiệu quả loại nước đáng kể ở 70°C (36,6%) và giúp làm giàu thành phần dinh dưỡng trong bùn. Bùn cô đặc chứa hàm lượng TKN (3089,2 mg/L), P₂O₅ (37,3 mg/L) và K₂O (21,8 mg/L). Nước ngưng sau cô đặc chứa nitơ (651,2 mg/L) có thể tận thu ủ phân compost.

Từ khóa: Tái sử dụng chất thải, bùn biogas, phân bón nhà chậm, màng bọc sinh học.

Ngày nhận bài: 4/3/2024 ; Ngày sửa chữa: 25/3/2024;
Ngày duyệt đăng: 12/4/2024.

1. Đặt vấn đề

Việc sản xuất khí sinh học bằng các hệ thống bể biogas từ quá trình phân hủy kỵ khí chất thải hữu cơ mang lại lợi ích đáng kể về kinh tế và BVMT. Các phản ứng phân hủy kỵ khí trong bể biogas làm giảm hàm lượng hữu cơ của chất thải đến 60%, đồng thời để lại bùn thải có thể sử dụng làm phân bón hoặc chất ổn định đất [1,2]. Tùy điều kiện vận hành và thiết kế của bể biogas, bùn sau phân hủy được rút khỏi bể gián đoạn hay liên tục nhằm đảm bảo hoạt động ổn định của hệ thống.

Phế phẩm bùn bể biogas giàu dinh dưỡng và thích hợp sử dụng làm phân bón, tuy nhiên còn nhiều hạn chế khi sử dụng như một dạng phân bón lỏng. Trong

Evaluating the quality of biogas sludge after pretreatment by Fenton process and dewatering for organic fertilizer formulation

Abstract:

Biogas sludge is rich in nutrients and can be used as fertilizers after resolving the limits such as high pH, large amount of water, containing volatile N that is easily lost into the environment, and pathogens. This study investigates the effectiveness of iron-rich biogas sludge pretreatment using Fenton method to increase biodegradability and dewatering efficiency to recover condensed sludge as a raw material for fertilizer production. The results showed that Fenton oxidation process improved the quality of sludge by adjusting pH and reducing pathogenic microorganisms in sludge. The humidification - dehumidification process effectively removed water at 70°C (36.6%) and helped to enrich nutrients in the biogas sludge. The condensed sludge remained significant amounts of nutrients (3089.2 mg/L of TKN, 37.3 mg/L of P₂O₅ and 21.8 mg/L of K₂O). The water recovered from the humidification - dehumidification process contained significant amount of TKN (651.2 mg/L), which can be reused for composting process.

Keywords: Waste reuse, biogas sludge, slow-release fertilizer, bio-based coating.

JEL Classifications: Q51, Q53, O44.

đó, hạn chế đáng lưu ý bao gồm pH cao, hàm lượng nước rất cao (hơn 60%), dinh dưỡng đậm trong bùn biogas chủ yếu ở dạng NH₃ và NH₄⁺ dễ thất thoát ra môi trường theo nước tưới và qua quá trình bay hơi [2]. Hàm lượng nước cao gây khó khăn cho việc vận chuyển và tái sử dụng bùn [3]. Sự thất thoát nitơ khi được sử dụng làm phân bón phụ thuộc vào các yếu tố môi trường (nhiệt độ, độ ẩm, và tốc độ gió) và tính chất vật lý của bùn (pH, độ nhớt, hàm lượng và kích thước hạt rắn) [4]. Việc sử dụng trực tiếp bùn lỏng bể biogas tăng nguy cơ nhiễm độc, gây ảnh hưởng đến sự phát triển của cây trồng do nồng độ NH₄⁺ và PO₄³⁻ cao, vì vậy nên bùn lỏng biogas thường được pha loãng trước khi sử dụng [5]. Bùn bể biogas làm tăng pH đất. Sau khi bón phân, vi sinh chuyển hóa NH₄⁺ thành NO₃⁻, đất



bị axit hóa làm giảm khả năng hấp thu dinh dưỡng cần thiết của cây trồng [6].

Hạn chế đối với việc sử dụng bùn bể biogas chưa xử lý làm phân bón còn đến từ nguy cơ tiềm ẩn khi đưa các chất gây ô nhiễm tồn dư trong bùn biogas vào đất nông nghiệp. Tùy vào nguồn nguyên liệu đầu vào và điều kiện xử lý trong bể biogas, bùn sau phân hủy còn có thể chứa chất hữu cơ khó phân hủy như các hợp chất giống dioxin, hợp chất biphenyl chứa clo (PCB), thuốc trừ sâu, các hydrocarbon thơm đa vòng (PAH), paraffin chứa clo, hợp chất phenolic và phthalate [7]. Sự hiện diện của vi sinh gây bệnh trong bùn biogas quyết định chất lượng sinh học của bùn, có thể tạo điều kiện cho các đường lây truyền mầm bệnh mới giữa người, động vật và môi trường [8]. Trong quá trình phân hủy kỵ khí, không có oxy, trong một thời gian dài (15-50 ngày), ở nhiệt độ khoảng 35°C, một số vi khuẩn gây bệnh, vi rút, động vật nguyên sinh và trứng giun sán bị vô hiệu hóa. Tuy nhiên, khả năng ổn định chất thải và bất hoạt mầm bệnh trong bể biogas không hoàn chỉnh, so với công nghệ ủ phân compost. Do đó, để có thể sử dụng bùn thải biogas làm phân thì bùn thải cần phải được tiền xử lý để đạt chất lượng như một nguồn dinh dưỡng cho thực vật và giúp điều hòa chất lượng môi trường đất.

Để tăng cường tái sử dụng bùn bể biogas đáp ứng yêu cầu xử lý chất thải ô nhiễm theo xu hướng phát triển nông nghiệp sinh thái, bùn bể biogas cần được tách nước để thu hồi bùn đặc làm nguyên liệu phối trộn phân bón. Bùn biogas đặc có thể được sử dụng làm nguyên liệu phối trộn viên phân bón hữu cơ lai hóa có bổ sung dinh dưỡng vô cơ ở tỷ lệ đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng của các loại cây trồng khác nhau. Bùn biogas đặc cũng có thể được sử dụng làm chất mang hữu cơ trong quá trình nhân sinh khối các chủng vi sinh ổn định dinh dưỡng, sau đó có thể đưa vào quá trình ủ phân compost với vai trò kép vừa là chất kích hoạt vừa bổ sung môi trường vi sinh có lợi [9].

Phương pháp tiền xử lý Fenton, một trong nhiều phương pháp oxy hóa bậc cao, được biết đến như một phương pháp phổ biến nhằm tăng cường khả năng phân hủy sinh học bùn thải. Quá trình oxy hóa Fenton có thể phân hủy các hợp chất cao phân tử ngoại bào do vi sinh tiết ra, chiếm tới 80% khối lượng bùn hoạt tính [10]. Một phần khối lượng bùn hoạt tính bị hòa tan, chuyển hóa thành các chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học, và khoáng hóa giải phóng sản phẩm là CO₂ và H₂O. Tùy điều kiện thực hiện quá trình oxy hóa Fenton, tính chất bùn có thể thay đổi bao gồm khả năng tách nước tăng, độ nhớt giảm và kích thước hạt rắn tăng [11]. Vì vậy, phương pháp tiền xử lý Fenton đối với bùn biogas có chứa hàm lượng lớn ion sắt hòa tan (Fe²⁺ và Fe³⁺) được dự đoán là thích hợp để hỗ trợ cho quá trình cô đặc, tách nước và cải thiện chất lượng

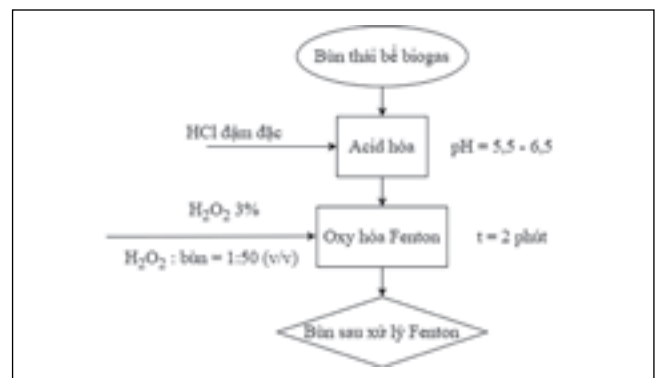
bùn làm nguyên liệu phối trộn phân bón. Điều kiện pH tối ưu để thực hiện phản ứng oxy hóa Fenton trong khoảng pH 3 - 6 [11], cũng đồng thời giúp điều chỉnh pH của bùn biogas về ngưỡng phù hợp cho việc phối trộn phân bón.

Nghiên cứu này tiến hành đánh giá chất lượng bùn biogas thu hồi sau tiền xử lý bằng phương pháp Fenton và cô đặc, tách nước. Thành phần dinh dưỡng và vi sinh gây bệnh (E.Coli và Coliform) trong bùn sau xử lý Fenton và hiệu suất tách nước bằng quá trình tạo ẩm-tách ẩm (HDH) ở các điều kiện gia nhiệt khác nhau được đánh giá để đảm bảo bùn thu hồi phù hợp làm nguyên liệu phối trộn phân bón hữu cơ.

2. Phương pháp nghiên cứu

Quá trình tiền xử lý bùn thải từ bể ủ biogas bằng phản ứng Fenton hóa sử dụng H₂O₂ làm tác nhân oxy hóa các hợp chất hữu cơ có cấu trúc phức tạp trong bùn. Phản ứng oxy hóa chất hữu cơ RH bằng gốc tự do OH• và các gốc chứa oxy hoạt hóa khác phát sinh từ quá trình phân hủy H₂O₂ khi có mặt chất xúc tác là muối sắt tan hoặc phức chứa sắt trong điều kiện acid nhẹ.

Bùn lỏng được thu từ hệ thống biogas của Nhà máy xử lý bùn thải thuộc Công ty TNHH Công nghệ Sinh học Sài Gòn Xanh, Đa Phước, Bình Chánh, Thành phố Hồ Chí Minh. Bình thủy tinh chứa bùn bể biogas có tổng hàm lượng Fe 12,8% và pH 8,3 được bổ sung dung dịch HCl đậm đặc từ từ để điều chỉnh pH đến khoảng 5,5 - 6,5. Sau đó, dung dịch H₂O₂ 3% được tiếp tục bổ sung vào bùn biogas đã acid hóa với tỷ lệ thể tích H₂O₂:bùn thay đổi (1:10, 1:20, 1:50) và khuấy liên tục ở điều kiện nhiệt độ phòng trong thời gian 2 phút. Mẫu bùn đã qua xử lý bằng H₂O₂ 3% được chia thành hai phần. Một phần bùn sau xử lý Fenton được dùng để phân tích tổng Fe, hàm lượng chất rắn bay hơi (TVS), NH₄⁺-N và vi sinh gây bệnh (E.Coli và Coliform). Phần còn lại được cho vào hệ thống cô quay để tiến hành tách nước và cô đặc bùn (Hình 1). Tỷ lệ H₂O₂:bùn tối ưu được lựa chọn dựa vào hàm lượng Fe và hàm lượng TVS còn lại trong bùn sau xử lý.



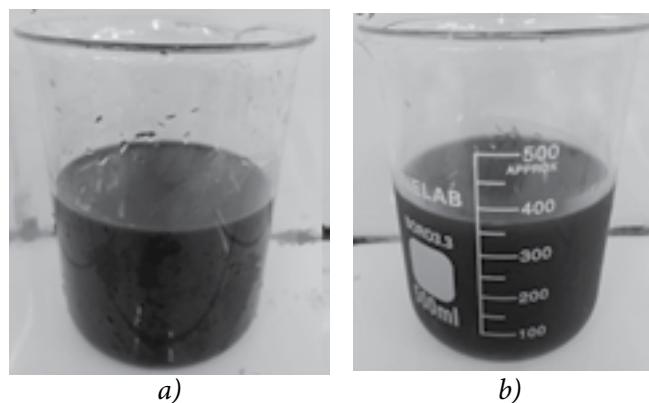
▲ Hình 1. Quy trình tiền xử lý bùn biogas bằng phương pháp oxy hóa Fenton

Hệ thống cô quay (Rotavapor R210, Buchi, Germany) được sử dụng để mô phỏng quá trình tạo ẩm-tách ẩm (HDH) để cô đặc bùn bể biogas [12]. Bơm chân không được sử dụng làm bơm hút không khí vào hệ thống tách ẩm. Bùn lỏng biogas (200 mL) sau tiền xử lý được bổ sung vào bình cô quay thể tích 1 lít và được gia nhiệt trong bể cách thủy. Nước trong bùn bay hơi và lôi cuốn qua bộ ngưng tụ nhờ động lực dòng không khí tạo ra bởi bơm hút. Dòng không khí bên ngoài đi vào hệ thống cô quay thông qua lỗ nạp và được làm ẩm bằng hơi nước. Không khí nóng ẩm với một lượng lớn hơi nước được ngưng tụ trong ống ngưng và thu hồi ở bình cầu nối với ống ngưng. Bùn đặc thu hồi được phân tích hàm lượng ẩm, TSS, TVS và thành phần dinh dưỡng cần thiết để phối trộn phân bón (TKN, P₂O₅, K₂O). Ảnh hưởng của nhiệt độ nước gia nhiệt (tối đa 70°C) đến hiệu quả cô đặc bùn biogas được khảo sát. Thời gian gia nhiệt mỗi mẻ là 4 giờ với lưu lượng không khí cố định ở mức 4 L/phút. Mỗi thử nghiệm được lặp lại 3 lần để đảm bảo độ tin cậy của số liệu. Hiệu quả tách nước và hàm lượng chất dinh dưỡng còn lại trong bùn sau quá trình tách ẩm được phân tích để xác định điều kiện vận hành tối ưu, làm cơ sở thiết kế hệ thống tách ẩm trong định hướng nghiên cứu tiếp theo. Các thử nghiệm được thực hiện ở điều kiện độ ẩm không khí 70%.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hiệu quả tiền xử lý bùn lỏng biogas bằng phương pháp Fenton

Đặc điểm và chất lượng sinh học bùn lỏng biogas trước và sau xử lý bằng phương pháp oxy hóa Fenton được trình bày trong Hình 2 và Bảng 1. Bùn được xử lý trong điều kiện axit (pH 5,5 – 6,5) kết hợp tác nhân oxy hóa H₂O₂ làm giảm hàm lượng Fe tổng, chất rắn bay hơi (TVS), NH₄⁺-N và tổng số vi sinh gây bệnh (E.Coli và Coliform). Kết quả phân tích tổng hàm lượng Fe trong bùn sau xử lý còn lại thấp nhất khi sử dụng tỷ lệ bùn:H₂O₂ là 1:50, giảm từ 12,8 còn 0,7%.



▲ Hình 2. Mẫu bùn lỏng biogas (a) trước tiền xử lý và (b) sau tiền xử lý bằng phương pháp Fenton

Hàm lượng TVS giảm khoảng 20% (từ 24 mg/L còn 19 mg/L), trong đó khoảng 15% thành phần rắn bay hơi thất thoát ở dạng NH₄⁺-N (từ 2222 mg/L còn 1857 mg/L). Đặc biệt, hàm lượng vi sinh gây bệnh (E. Coli) trong bùn đã giảm đạt quy định về quản lý chất lượng phân bón (Nghị định số 108/2017/NĐ-CP về Quản lý phân bón, Phụ lục 5 - Chỉ tiêu chất lượng và phương pháp thử phân bón). Do xử lý bằng H₂O₂ nồng độ thấp, hàm lượng dinh dưỡng nitơ trong bùn có giảm nhưng không nhiều, phù hợp làm nguyên liệu trong sản xuất phân bón.

Bảng 1. Chất lượng bùn biogas sau tiền xử lý bằng oxy hóa Fenton

Chỉ tiêu	Đơn vị	Bùn lỏng (trước xử lý)	Bùn lỏng (sau xử lý)	Nghị định số 108/2017/NĐ-CP
Fe	%	12,8	0,7	-
TVS	mg/L	23,74 ± 3,57	18,05 ± 4,28	-
NH ₄ ⁺ -N	mg/L	2222,24 ± 11,23	1857,65 ± 31,11	-
E. Coli	MPN/100 mL	2,37 x 10 ⁴	9,47 x 10 ¹	1,1 x 10 ³
Coliform	MPN/100 mL	4,74 x 10 ⁵	4,28 x 10 ³	-

3.2. Hiệu quả tách nước, cô đặc bùn lỏng biogas sau tiền xử lý bằng oxy hóa Fenton

Sau xử lý Fenton, bùn lỏng được gia nhiệt và tách ẩm trong hệ thống cô quay ở 50°C và 70°C). Bảng 2 trình bày kết quả xác định hàm lượng ẩm, tổng rắn lơ lửng (TSS) và tổng rắn bay hơi (TVS) trong mẫu bùn lỏng trước và sau khi tách ẩm. Kết quả cho thấy hiệu quả tách nước tăng đáng kể khi tăng nhiệt độ gia nhiệt từ 50°C lên 70°C, từ 16,2% ở 50°C lên 36,6% ở nhiệt độ 70°C. Sau khi được tách nước ở 70°C, bùn cô đặc chứa tổng lượng chất rắn lơ lửng xấp xỉ 65,4 g/L, trong đó tổng hàm lượng rắn bay hơi đạt 23,7 g/L do một số thành phần dễ bay hơi bị thất thoát khi gia nhiệt đến 70°C.

Bảng 2. Hiệu suất tách nước bùn lỏng trong điều kiện nhiệt độ thay đổi

Nhiệt độ (°C)	Hàm lượng nước (%)	TSS (g/L)	TVS (g/L)	Hiệu suất tách nước (%)
32	96,15 ± 0,02	42,38 ± 4,19	18,05 ± 4,28	-
50	80,25 ± 0,01	50,06 ± 3,12	19,77 ± 3,27	16,24 ± 1,26
70	60,70 ± 0,02	65,45 ± 5,02	23,74 ± 3,57	36,66 ± 0,89

Bảng 3. Thành phần dinh dưỡng trong bùn biogas sau tách nước

Mẫu	TKN (mg/L)	P ₂ O ₅ (mg/L)	K ₂ O (mg/L)
Bùn lỏng trước tách ẩm	2426,67±10,78	26,24±6,13	15,84±8,27
Bùn lỏng sau tách ẩm	3089,24±13,54	37,31±5,41	21,87±4,95
Nước thu hồi sau tách ẩm	651,18±11,31	0	0

3.3. Thành phần dinh dưỡng bùn bể biogas sau khi cô đặc

Thành phần dinh dưỡng (TKN, P₂O₅ và K₂O) trong bùn biogas sau khi tách nước được trình bày trong Bảng 3. Kết quả cho thấy quá trình tạo ẩm-tách ẩm (HDH) có hiệu quả tách nước đáng kể, giúp cô đặc bùn và làm giàu hàm lượng dinh dưỡng trong bùn. Nước thu hồi từ quá trình cô đặc bùn biogas có chứa hàm lượng TKN cân bằng với mức giảm hàm lượng TKN trong bùn sau cô đặc, chứng tỏ quá trình tạo ẩm-tách ẩm (HDH) còn làm thất thoát các thành phần hợp chất chứa N dễ bay hơi. Vì vậy, để tăng hiệu quả tái sử dụng thành phần dinh dưỡng trong bùn biogas, cần có giải pháp thu hồi và tận dụng nước ngưng tụ từ quá trình cô đặc bùn cho quá trình ủ phân compost. Phần lớn hàm lượng N trong bùn ở dạng vô cơ hòa tan NH₄⁺, vốn là dạng N dễ hấp thu bởi cây trồng nhưng cũng dễ rửa trôi, thất thoát trong môi trường đất. Sau khi cô đặc, bùn biogas chứa hàm lượng TKN trung bình xấp xỉ 3089,2 mg/L, hàm lượng P₂O₅ trung bình xấp xỉ 37,3 mg/L và trung bình xấp xỉ K₂O

trung bình xấp xỉ 21,8 mg/L. Nước thu hồi từ quá trình cô đặc bùn ở điều kiện nhiệt độ 70°C có chứa hàm lượng TKN trung bình xấp xỉ 651,2 mg/L.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã tiến hành khảo sát hiệu quả tiền xử lý và tách nước bùn lỏng biogas làm nguyên liệu phối trộn phân bón. Phương pháp oxy hóa Fenton giúp điều chỉnh pH phù hợp (5,5 - 6,5) và làm giảm thành phần vi sinh gây bệnh. Hiệu quả loại nước bằng quá trình làm ẩm - tách ẩm ghi nhận đáng kể trong điều kiện nhiệt độ 70°C, giúp làm giàu thành phần dinh dưỡng NPK trong bùn sau thu hồi, thuận lợi dùng làm nguyên liệu cho quá trình phối trộn sản xuất phân bón. Thất thoát nitơ trong nước ngưng từ quá trình tách nước bùn biogas có thể được bổ sung vào quy trình ủ phân compost. Kết quả cho thấy, tính khả thi tận dụng bùn thải biogas sau xử lý oxy hóa Fenton và tách nước làm nguyên liệu phối trộn phân bón. Tuy nhiên, do hạn chế về thời gian, nghiên cứu chưa tính toán hiệu quả kinh tế của giải pháp tái sử dụng bùn bể biogas, bao gồm chi phí hóa chất cho quá trình tiền xử lý Fenton và chi phí năng lượng để vận hành hệ thống tách nước. Việc đánh giá hiệu quả kinh tế của giải pháp là cơ sở cho định hướng nghiên cứu tiếp theo trong thiết kế hệ thống tách nước bùn sử dụng năng lượng mặt trời.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia - TP. Hồ Chí Minh trong khuôn khổ đề tài mã số C2022-20-26. Nhóm tác giả xin cảm ơn Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia - TP. Hồ Chí Minh đã hỗ trợ cho nghiên cứu này ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Al Juhaimi, F., Hamad, S., Al-Ahaideb, I., Al-Otaibi, M., Ghafoor, K., Abbasi, T., Abbasi, S.A., 2014. Biogas Production through the Anaerobic Digestion of Date Palm Tree Wastes - Process Optimization. *Bioresources* 9, 3323-3333.
- Yadav, R., Sudhishri, S., Khanna, M., Lal, K., Dass, A., Kushwaha, H.L., Bandyopadhyay, K., Dey, A., Kushwah, A., Nag, R.H., 2023. Temporal characterization of biogas slurry: a pre-requisite for sustainable nutrification in crop production. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 7.
- Kumar, A., Verma, L.M., Sharma, S., Singh, N., 2023. Overview on agricultural potentials of biogas slurry (BGS): applications, challenges, and solutions. *Biomass Conversion and Biorefinery* 13, 13729-13769.
- Bonten, L.T.C., Zwart, K., Rietra, R., Postma, R., de, H., Nysingh, S.L., 2014. Bio-slurry as fertilizer : is bio-slurry from household digesters a better fertilizer than manure?: a literature review.
- Caspersen, S., Oskarsson, C., Asp, H., 2023. Nutrient challenges with solid-phase anaerobic digestate as a peat substitute - Storage decreased ammonium toxicity but increased phosphorus availability. *Waste Management* 165, 128-139.
- Malav, L., Khan, S., Gupta, N., 2015. Impacts of Biogas Slurry Application on Soil Environment, Yield and Nutritional Quality of Baby Corn. *Vegetos- An International Journal of Plant Research* 28, 194.
- Wang, Y., Feng, L., Zhao, X., Ma, X., Yang, J., Liu, H., Dou, S., Zhou, M., Xie, Z., 2013. Characteristics of volatile compounds removal in biogas slurry of pig manure by ozone oxidation and organic solvents extraction. *Journal of Environmental Sciences* 25, 1800-1807.
- Islam, M.A., Biswas, P., Sabuj, A.A.M., Haque, Z.F., Saha, C.K., Alam, M.M., Rahman, M.T., Saha, S., 2019. Microbial load in bio-slurry from different biogas plants in Bangladesh. *Journal of advanced veterinary and animal research* 6, 376-383.
- Chojnacka, K., Moustakas, K., 2024. Anaerobic digestate management for carbon neutrality and fertilizer use: A review of current practices and future opportunities. *Biomass and Bioenergy* 180, 106991.
- Liang, Y., Wang, R., Sun, W., Sun, Y., 2023. Advances in Chemical Conditioning of Residual Activated Sludge in China. *Water* 15, 345.
- Pilli, S., Yan, S., Tyagi, R.D., Surampalli, R.Y., 2015. Overview of Fenton pre-treatment of sludge aiming to enhance anaerobic digestion. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology* 14, 453-472.
- Wang, P., Zhang, X., Gouda, S.G., Yuan, Q., 2020. Humidification-dehumidification process used for the concentration and nutrient recovery of biogas slurry. *Journal of Cleaner Production* 247, 119142.

ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG VÀ DỰ BÁO TẢI LƯỢNG Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ DO ĐỐT LỘ THIÊN RƠM RẠ TẠI VIỆT NAM

PHÙNG CHÍ SỸ¹, PHÙNG ANH ĐỨC¹,
NGUYỄN THỊ HẢI¹

¹Trung tâm Công nghệ Môi trường (ENTEC)

Tóm tắt:

Đốt lộ thiên rơm rạ là một trong những tác nhân gây ra tình trạng ô nhiễm không khí tại Việt Nam, tác động tiêu cực đến sức khỏe con người. Tuy nhiên, cho đến nay chưa có một công trình nghiên cứu nào đánh giá tổng thể hiện trạng và dự báo phát thải các chất ô nhiễm không khí do đốt lộ thiên rơm rạ trên quy mô toàn quốc. Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá được tải lượng các chất ô nhiễm không khí phát sinh do đốt lộ thiên rơm rạ từ 6 vùng kinh tế và Việt Nam thông qua các phương pháp thu thập, kế thừa số liệu có sẵn; điều tra, khảo sát thực địa bổ sung; đánh giá nhanh; GIS. Kết quả tính toán tải lượng ô nhiễm không khí do đốt lộ thiên cho thấy, năm 2020, hoạt động đốt lộ thiên rơm rạ tại Việt Nam thải ra 905.544,6 tấn $PM_{2,5}$, 1.017.802,2 tấn PM_{10} , 104.773,8 tấn SO_2 , 97.289,9 tấn NO_2 , 170.631,6 tấn NO_x , 2.596.892,0 tấn CO. Đến năm 2030, hoạt động đốt lộ thiên rơm rạ tại Việt Nam sẽ thải ra 355.375,1 tấn $PM_{2,5}$, 399.429,9 tấn PM_{10} , 41.117,8 tấn SO_2 , 38.180,8 tấn NO_2 , 66.963,2 tấn NO_x , 1.019.133,6 tấn CO. Đồng bằng sông Cửu Long chiếm khoảng 56,50%; Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung, đồng bằng sông Hồng, trung du và miền núi phía Bắc chiếm 15,01, 13,60, 7,96%, tương ứng; Đông Nam bộ, Tây Nguyên chiếm dưới 4% tổng tải lượng ô nhiễm không khí.

Từ khóa: Rơm rạ, đốt lộ thiên, tải lượng ô nhiễm không khí.

Ngày nhận bài: 18/3/2024; Ngày sửa chữa: 1/4/2024;

Ngày duyệt đăng: 19/4/2024.

1. Đặt vấn đề

Đốt rơm rạ tại đồng ruộng là hình thức phổ biến để làm sạch đồng ruộng sau thu hoạch, chuẩn bị cho vụ gieo trồng tiếp theo tại hầu hết các nước châu Á. Việc đốt rơm rạ góp phần đáng kể vào ô nhiễm không khí ở quy mô địa phương, quốc gia thậm chí trên toàn cầu, làm gia tăng mức độ nghiêm trọng về vấn đề ô nhiễm không khí, tác động tiêu cực đến sức khỏe con người, góp phần gia tăng hiệu ứng nhà kính và mưa axit.

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATUS AND FORECAST OF AIR POLLUTION LOAD DUE TO OPEN BURNING OF STRAW IN VIETNAM

Abstract:

Open burning of straw in the field contribute greatly to air pollution in Vietnam, negatively impacting human health. However, to date there has been no research project to assess the overall status and forecast of emissions of air pollutants due to open burning of straw on a nationwide scale. The goal of this study is to evaluate the current status and predict the volume of straw generated, the volume of open burned straw, and the load of air pollutants arising from open burning of straw from 6 economic regions and Vietnam through methods of data collection, additional surveys, rapid assessments based on emission factors and building GIS maps. Calculation results of air pollution load due to open burning show that in 2020, open burning of straw in Vietnam emitted 905,544.6 tons of $PM_{2,5}$, 1,017,802.2 tons of PM_{10} , 104,773.8 tons of SO_2 , 97,289.9 tons of NO_2 , 170,631.6 tons of NO_x , 2,596,892.0 tons of CO. By 2030, open burning of straw in Vietnam will emit 355,375.1 tons of $PM_{2,5}$, 399,429.9 tons of PM_{10} , 41,117.8 tons of SO_2 , 38,180.8 tons of NO_2 , 66,963.2 tons of NO_x , 1,019,133.6 tons of CO. The Mekong Delta contributes about 56.50%; The North Central and Central Coast, the Red River Delta, the Northern Midlands and Mountains contribute about 15.01, 13.60, 7.96%, respectively; The Southeast and Central Highlands contribute less than 4% of the total air pollution load.

Keywords: Straw, open burning, air pollution load.

JEL Classifications: Q15, Q53, O44.

Về bản chất, đốt lộ thiên rơm rạ được coi là quá trình đốt cháy thực vật ở nhiệt độ thấp, do đó sẽ phát sinh một lượng lớn các chất độc hại gây ô nhiễm không khí. Lượng phát thải đốt sinh khối trung bình hàng năm ở Đông Nam Á trong giai đoạn 2001-2010 là 277.000 tấn SO_2 , 1.125.000 tấn NO_x , 55.388.000 tấn CO, 3.831.000 tấn NMVOC, 553.000 tấn NH_3 , 324.000 tấn các-bon đen (BC), 2.406.000 tấn các-bon hữu cơ (OC), 3.832.000 tấn CH_4 , 817.809.000 tấn CO_2 và 99.000 tấn N_2O . Lượng phát thải cao ở miền tây Myanmar, miền



Bắc Thái Lan, miền Đông Campuchia, miền Bắc Lào, Nam Sumatra và Nam Kalimantan của Indonesia [1] và các nước Đông Nam Á [2].

Trong thời gian qua đã có nghiên cứu liên quan đến đốt lộ thiên rơm rạ tại đồng ruộng tại một số địa phương như Hà Nội [3], Ninh Bình [4], Thái Bình [5], Long An [6], đồng bằng sông Cửu Long [7-8], đồng bằng sông Hồng [9-10]. Tuy nhiên, cho đến nay chưa có một công trình nghiên cứu nào đánh giá tổng thể hiện trạng và dự báo phát thải các chất ô nhiễm không khí do đốt lộ thiên rơm rạ trên quy mô toàn quốc. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá hiện trạng và dự báo khối lượng rơm rạ phát sinh, khối lượng rơm rạ đốt lộ thiên, tải lượng các chất ô nhiễm không khí phát sinh do đốt lộ thiên rơm rạ từ 6 vùng kinh tế và Việt Nam thông qua phương pháp đánh giá nhanh, GIS.

Bài báo này lần đầu tiên trình bày kết quả nghiên cứu mới về đánh giá hiện trạng và dự báo khối lượng rơm rạ phát sinh, khối lượng rơm rạ đốt lộ thiên, tải lượng ô nhiễm không khí do đốt lộ thiên rơm rạ phát sinh từ 6 vùng kinh tế và Việt Nam.

2. Cách tiếp cận và phương pháp thực hiện

2.1. Phương pháp thu thập, kế thừa số liệu có sẵn

Các thông tin có sẵn trên thế giới và tại Việt Nam, bao gồm hiện trạng, quy hoạch sử dụng đất trồng lúa; hiện trạng phát sinh rơm rạ và phát sinh ô nhiễm không khí do đốt lộ thiên rơm rạ được thu thập, kế thừa.

2.2. Phương pháp điều tra, khảo sát thực địa bổ sung

Các khu vực diễn ra hoạt động đốt lộ thiên rơm rạ, các khu vực chịu tác động do đốt lộ thiên rơm rạ được điều tra, khảo sát bổ sung. Các phương pháp quan sát, chụp ảnh, xác định tọa độ bằng GPS, khoanh vùng trong các đợt khảo sát thực địa để thu thập bổ sung thông tin về hiện trạng đốt lộ thiên rơm rạ tại các địa phương được áp dụng.

2.3. Phương pháp đánh giá nhanh

Để đánh giá hiện trạng và dự báo phát thải các chất ô nhiễm không khí, phương pháp đánh giá nhanh dựa trên hệ số phát thải được áp dụng theo công thức:

$$E_i = A \times EF_i \times F$$

Trong đó:

E_i : Tải lượng của chất ô nhiễm không khí thứ i phát thải từ nguồn thải đốt rơm rạ

EF_i : Hệ số phát thải của chất ô nhiễm không khí thứ i do đốt rơm rạ

A: Khối lượng rơm rạ được đốt lộ thiên

F: Hệ số chuyển đổi đơn vị.

2.4. Phương pháp GIS

Phương pháp GIS được sử dụng để xây dựng bản đồ phân bố diện tích đất trồng lúa, phân bố các điểm

đốt lộ thiên rơm rạ làm cơ sở đánh giá hiện trạng và dự báo tải lượng các chất ô nhiễm không khí phát sinh. Phương pháp này được thực hiện trong khuôn khổ Dự án “Giảm thiểu rủi ro của việc đốt lộ thiên và sử dụng thuốc bảo vệ thực vật không an toàn đối với môi trường và sức khỏe con người ở Việt Nam” [11].

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hiện trạng và quy hoạch diện tích đất trồng lúa; hiện trạng và dự báo sản lượng lúa

Với mục tiêu giữ vững diện tích đất trồng lúa để đảm bảo vững chắc an ninh lương thực quốc gia, đảm bảo đời sống, việc làm cho nông dân và tăng giá trị xuất khẩu gạo, diện tích đất trồng lúa của cả nước năm 2020 là 7.278.900 ha (trong đó diện tích vụ đông xuân 3.024.000 ha, vụ hè thu và thu đông 2.669.100 ha, vụ mùa 1.585.800 ha), đến năm 2030 diện tích trồng 3 vụ lúa là 6.630.828 ha, giảm 648.072 ha so với năm 2020 (Bảng 1).

Bảng 1 cho thấy diện tích trồng lúa năm 2020 và quy hoạch năm 2030 tập trung chủ yếu tại đồng bằng sông Cửu Long (chiếm 54,45% tổng diện tích trồng lúa của cả nước); tiếp theo là Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung; đồng bằng sông Hồng; trung du và miền núi phía Bắc chiếm tỷ lệ 15,90, 13,51, 9,14% tổng diện tích trồng lúa của cả nước, tương ứng. Các vùng còn lại (Đông Nam bộ, Tây Nguyên) có tỷ lệ diện tích trồng lúa hiện trạng và tới năm 2030 dưới 4% tổng diện tích trồng lúa của cả nước.

Sản lượng lúa hiện nay (năm 2020) và dự báo đến năm 2030 được trình bày tại Bảng 2.

Bảng 2 cho thấy sản lượng lúa tập trung chủ yếu tại đồng bằng sông Cửu Long (chiếm 55,72% tổng

Bảng 1. Hiện trạng và quy hoạch sử dụng đất trồng lúa cả năm theo vùng kinh tế

STT	Vùng kinh tế	Hiện trạng năm 2020 [12]	Quy hoạch đến năm 2030 [13], [14]	Tỷ lệ diện tích (%)
1	Đồng bằng sông Hồng	983.400	895.844	13,51
2	Trung du và miền núi phía Bắc	665.200	605.974	9,14
3	Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung	1.157.700	1.054.625	15,90
4	Tây Nguyên	246.900	224.917	3,39
5	Đông Nam bộ	262.000	238.673	3,60
6	Đồng bằng sông Cửu Long	3.963.700	3.610.794	54,45
	Cả nước	7.278.900	6.630.828	100,00

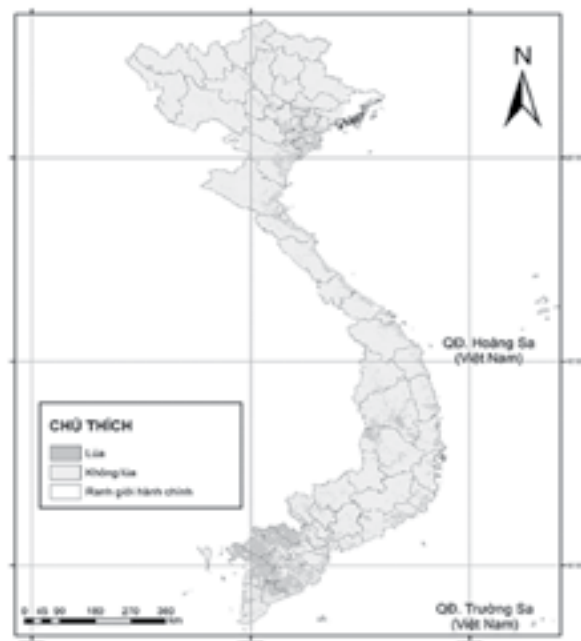
Bảng 2. Hiện trạng và dự báo sản lượng lúa cả năm theo vùng kinh tế

STT	Vùng kinh tế	Hiện trạng năm 2020 [12]		Dự báo đến năm 2030 (*)	
		Tấn	%	Tấn	%
1	Đồng bằng sông Hồng	6.035.500	14,11	5.704.794	13,60
2	Trung du và miền núi phía Bắc	3.391.200	7,93	3.340.120	7,96
3	Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung	6.694.900	15,66	6.297.775	15,01
4	Tây Nguyên	1.413.700	3,31	1.486.027	3,54
5	Đông Nam bộ	1.401.900	3,28	1.421.062	3,39
6	Đồng bằng sông Cửu Long	23.827.600	55,72	23.707.144	56,50
	Cả nước	42.764.800	100,00	41.956.922	100,00

Ghi chú: (*) Trung tâm Công nghệ Môi trường (ENTEC), 2023

sản lượng lúa của cả nước năm 2020 và 56,50% tổng sản lượng lúa của cả nước năm 2030); tiếp theo là Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung (chiếm 15,66% tổng sản lượng lúa của cả nước năm 2020 và 15,01% tổng sản lượng lúa của cả nước năm 2030); tiếp theo là đồng bằng sông Hồng (chiếm 14,11% tổng sản lượng lúa của cả nước năm 2020 và 13,60% tổng sản lượng lúa của cả nước năm 2030); tiếp theo là trung du và miền núi phía Bắc (chiếm 7,93% tổng sản lượng lúa của cả nước năm 2020 và 7,96% tổng sản lượng lúa của cả nước năm 2030). Các vùng còn lại (Đông Nam bộ, Tây Nguyên) có tỷ lệ sản lượng lúa hiện trạng và tới năm 2030 dưới 4% tổng sản lượng lúa của cả nước.

Trong khuôn khổ Dự án nghiên cứu “Giảm thiểu rủi ro của việc đốt lộ thiên chất thải nông nghiệp và sử dụng hóa chất bảo vệ thực vật không an toàn tới môi trường và sức khỏe con người tại Việt Nam” do Bộ Môi trường, Thực phẩm và Nông nghiệp Anh Quốc (DEFRA) tài trợ, cơ quan thực hiện là Liên minh Toàn cầu ô nhiễm và sức khỏe (GAHP) phối hợp với Hội Bảo vệ Thiên nhiên và Môi trường Việt Nam (VACNE), Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP. Hồ Chí Minh dựa trên thông tin về nông lịch, phân tích thành lập bản đồ vùng trồng lúa, thu thập dữ liệu viễn thám và xây dựng được bản đồ phân bố vùng trồng lúa vụ Đông - Xuân năm 2021 của Việt Nam được trình bày tại Hình 1 [11].



▲ Hình 1. Phân bố vùng trồng lúa Việt Nam vụ Đông - Xuân năm 2021

3.2. Đánh giá hiện trạng và dự báo phát sinh rơm rạ tại Việt Nam

Theo điều tra của Viện kỹ thuật Nhiệt đới và BVMT (2001), để sản xuất ra 1 tấn lúa sẽ tạo ra 3,5 tấn rơm rạ [16].

Dựa vào số liệu sản lượng lúa theo mùa vụ và hệ số phát thải rơm rạ, có thể ước tính khối lượng rơm rạ tại Việt Nam năm 2020 và dự báo tới năm 2030 như tại Bảng 3.

Bảng 3. Hiện trạng và dự báo tổng khối lượng rơm rạ phát sinh cả năm tại Việt Nam

STT	Vùng kinh tế	Hiện trạng năm 2020		Dự báo đến năm 2030	
		Tấn	%	Tấn	%
1	Đồng bằng sông Hồng	21.124.250	14,11	19.966.779	13,60
2	Trung du và miền núi phía Bắc	11.869.200	7,93	11.690.418	7,96
3	Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung	23.432.150	15,66	22.042.213	15,01
4	Tây Nguyên	4.947.950	3,31	5.201.095	3,54
5	Đông Nam bộ	4.906.650	3,28	4.973.716	3,39
6	Đồng bằng sông Cửu Long	83.396.600	55,72	82.975.005	56,50
	Cả nước	149.676.800	100,00	146.849.226	100,00

Nguồn: Trung tâm Công nghệ Môi trường (ENTEC), 2023

Bảng 3 cho thấy khối lượng rơm rạ phát sinh tập trung chủ yếu tại đồng bằng sông Cửu Long (chiếm 55,72% tổng khối lượng rơm rạ phát sinh của cả nước năm 2020 và 56,50% tổng khối lượng rơm rạ phát sinh của cả nước năm 2030); tiếp theo là Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung (chiếm 15,66% tổng khối lượng rơm rạ phát sinh của cả nước năm 2020 và 15,01% tổng khối lượng rơm rạ phát sinh của cả nước năm 2030); tiếp theo là đồng bằng sông Hồng (chiếm 14,11% tổng khối lượng rơm rạ phát sinh của cả nước năm 2020 và 13,60% tổng khối lượng rơm rạ phát sinh của cả nước năm 2030); tiếp theo là trung du và miền núi phía Bắc (chiếm 7,93% tổng khối lượng rơm rạ phát sinh của cả nước năm 2020 và 7,96% tổng khối lượng rơm rạ phát sinh của cả nước năm 2030). Các vùng còn lại (Đông Nam bộ, Tây Nguyên) có tỷ lệ khối lượng rơm rạ phát sinh hiện nay (năm 2020) và tới năm 2030 dưới 4% tổng khối lượng rơm rạ phát sinh của cả nước.

3.3. Đánh giá hiện trạng và dự báo các điểm nóng đốt lộ thiên rơm rạ tại Việt Nam

Theo nghiên cứu của Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP. Hồ Chí Minh [11], trong ba tháng 2, 3, 4/2022, diện tích phân bố vùng đốt đồng trên cả nước trong tháng 3/2022 là nhiều nhất (chủ yếu là ở đồng bằng sông Cửu Long) kế đến là tháng 2/2022 và ít nhất là tháng 4/2022. Bản đồ phân bố vùng đốt đồng vào các tháng 2, 3/2022 trên cả nước được trình bày tại các Hình 2, 3.

Phân bố các khu vực/điểm đốt đồng qua từng tháng cũng có sự thay đổi rõ rệt khi so sánh giữa 2 khu vực đồng bằng sông Cửu Long và đồng bằng sông Hồng. Ở đồng bằng sông Cửu Long, hiện tượng đốt lộ thiên rơm rạ tập trung nhiều nhất vào tháng 3, trong khi đó tại đồng bằng sông Hồng đốt lộ thiên rơm rạ tập trung vào tháng 4. Theo lịch thời vụ thì vụ Hè Thu tại đồng bằng sông Cửu Long bắt đầu khoảng tháng 4 và tại đồng bằng sông Hồng bắt đầu vào khoảng tháng 6. Như vậy, nghiên cứu sơ bộ ban đầu cho ra kết quả về các khu vực đốt đồng khá phù hợp với tình hình thực tế, nông dân



▲ Hình 2. Phân bố vùng đốt lộ thiên rơm rạ tháng 2/2022



▲ Hình 3. Phân bố vùng đốt lộ thiên rơm rạ tháng 3/2022

thường có thói quen đốt đồng nhằm giải phóng không gian ruộng đồng cũng như tiêu diệt một số côn trùng, mầm bệnh trước khi sạ/cấy vụ mới [11].

Theo các nghiên cứu [3-5] tỷ lệ khối lượng rơm rạ được đốt lộ thiên tại đồng ruộng dao động rất nhiều, có thể từ 20-80%, thậm chí nghiên cứu [5] chỉ ra rằng khu vực ngoại thành TP. Thái Bình, các huyện cơ giới hóa bằng máy gặt đập liên hợp, tỷ lệ đốt rơm rạ vào mùa vụ có thể lên tới 90%. Nghiên cứu [8] cho thấy tỷ lệ đốt rơm rạ tại đồng bằng sông Cửu Long còn khá cao (khoảng 55% khối lượng rơm rạ phát sinh).

Trên cơ sở nghiên cứu điển hình tại tỉnh Long An có thể ước tính tỷ lệ khối lượng rơm rạ đốt lộ thiên tại ruộng hiện nay chỉ khoảng 50% tổng khối lượng rơm rạ phát sinh hàng năm tại Việt Nam [6].

3.4. Đánh giá hiện trạng và dự báo phát thải ô nhiễm không khí do đốt lộ thiên rơm rạ tại Việt Nam

Hiện nay, có một số nghiên cứu về ô nhiễm không khí do đốt rơm rạ ở Việt Nam, các nghiên cứu này chủ yếu được thực hiện tại các vùng có tỷ lệ diện tích trồng lúa cao, với những đánh giá về tổng lượng khí phát thải vào môi trường [3-10]. Hệ số phát thải do đốt lộ thiên rơm rạ được trình bày tại Bảng 4.

Kết quả tính toán hiện trạng phát thải ô nhiễm không khí do đốt lộ thiên rơm rạ theo trường hợp tỷ lệ khối lượng rơm rạ đốt lộ thiên tại ruộng khoảng 50% tổng khối lượng rơm rạ phát sinh hàng năm tại Việt Nam (Bảng 5).

Bảng 5 cho thấy, năm 2020, hoạt động đốt lộ thiên rơm rạ tại Việt Nam thải ra 905.544,6 tấn PM_{2,5}, 1.017.802,2 tấn PM₁₀, 104.773,8 tấn SO₂, 97.289,9 tấn NO₂, 170.631,6 tấn NO_x, 2.596.892,0 tấn CO, trong đó đồng bằng sông Cửu Long chiếm 55.72% tổng tải lượng ô nhiễm không khí, tiếp theo Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung, đồng bằng sông Hồng, trung du và miền núi phía Bắc chiếm 15.66, 14.11, 7.93% tổng tải lượng ô nhiễm không khí, tương ứng. Đông Nam bộ, Tây Nguyên chiếm dưới 4% tổng tải lượng ô nhiễm không khí.

Do giá trị rơm rạ hiện nay ngày càng cao, sử dụng rơm rạ ngày càng hiệu quả, nên có thể giả thiết đến năm

Bảng 4. Hệ số phát thải ô nhiễm không khí do đốt lộ thiên rơm rạ

Chất ô nhiễm	Hệ số phát thải (g/kg rơm rạ khô)	
PM _{2,5}	12,1	Nguồn [8]
PM ₁₀	13,6	
SO ₂	1,4	
NO ₂	1,3	
NO _x	2,28	Nguồn [10]
CO	34,7	Nguồn [15]

Bảng 5. Hiện trạng phát thải ô nhiễm không khí do đốt lộ thiên rơm rạ năm 2020 tại Việt Nam

Đơn vị: tấn

Vùng kinh tế	PM _{2,5}	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	NO _x	CO
Đồng bằng sông Hồng	127.801,7	143.644,9	14.787,0	13.730,8	24.081,6	366.505,7
Trung du và miền núi phía Bắc	71.808,7	80.710,6	8.308,4	7.715,0	13.530,9	205.930,6
Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung	141.764,5	159.338,6	16.402,5	15.230,9	26.712,6	406.547,8
Tây Nguyên	29.935,1	33.646,1	3.463,6	3.216,2	5.640,7	85.846,9
Đông Nam bộ	29.685,2	33.365,2	3.434,7	3.189,3	5.593,6	85.130,4
Đồng bằng sông Cửu Long	504.549,4	567.096,9	58.377,6	54.207,8	95.072,1	1.446.931,0
Cả nước	905.544,6	1.017.802,2	104.773,8	97.289,9	170.631,6	2.596.892,5

Bảng 6. Dự báo phát thải ô nhiễm không khí do đốt lộ thiên rơm rạ năm 2030 tại Việt Nam

Đơn vị: tấn

Vùng kinh tế	PM _{2,5}	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	NO _x	CO
Đồng bằng sông Hồng	48.319,6	54.309,6	5.590,7	5.191,4	9.104,9	138.569,4
Trung du và miền núi phía Bắc	28.290,8	31.797,9	3.273,3	3.039,5	5.330,8	81.131,5
Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung	53.342,2	59.954,8	6.171,8	5.731,0	10.051,2	152.973,0
Tây Nguyên	12.586,7	14.147,0	1.456,3	1.352,3	2.371,7	36.095,6
Đông Nam bộ	12.036,4	13.528,5	1.392,6	1.293,2	2.268,0	34.517,6
Đồng bằng sông Cửu Long	200.799,5	225.692,0	23.233,0	21.573,5	37.836,6	575.846,5
Cả nước	355.375,1	399.429,9	41.117,8	38.180,8	66.963,2	1.019.133,6

2030, tỷ lệ khối lượng rơm rạ đốt lộ thiên tại ruộng sẽ giảm xuống khoảng 20% tổng khối lượng rơm rạ phát sinh tại Việt Nam. Kết quả tính toán dự báo phát thải ô nhiễm không khí do đốt lộ thiên rơm rạ đến năm 2030 được trình bày tại Bảng 6.

Bảng 6 cho thấy, dự báo đến năm 2030, hoạt động đốt lộ thiên rơm rạ tại Việt Nam sẽ thải ra 355.375,1 tấn PM_{2,5}, 399.429,9 tấn PM₁₀, 41.117,8 tấn SO₂, 38.180,8 tấn NO₂, 66.963,2 tấn NO_x, 1.019.133,6 tấn CO, trong đó đồng bằng sông Cửu Long chiếm 56.50% tổng tải lượng ô nhiễm không khí, tiếp theo Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung, đồng bằng sông Hồng, trung du và miền núi phía Bắc chiếm 15.01, 13.60, 7.96% tổng tải lượng ô nhiễm không khí, tương ứng. Đông Nam bộ, Tây Nguyên đến năm 2030 chiếm dưới 4% tổng tải lượng ô nhiễm không khí.

4. Kết luận và kiến nghị

Bài báo đã đánh giá hiện trạng và dự báo khối lượng rơm rạ phát sinh, khối lượng rơm rạ đốt lộ thiên, tải lượng các chất ô nhiễm không khí tại Việt Nam. Kết quả đánh giá cho thấy, tổng diện tích đất 3 vụ trồng lúa của cả nước đến năm 2030 là 6.630.828 ha, giảm 648.072 ha so với năm 2020; Tổng sản lượng lúa năm 2030 là 41.956.922 tấn, giảm 807.878 tấn so với năm 2020; Khối lượng rơm rạ năm 2030 là 146.849.226 tấn, giảm 2.827.574 tấn so với năm 2020.

Diện tích đất trồng lúa, sản lượng lúa, khối lượng rơm rạ năm 2020, 2030 tập trung chủ yếu tại đồng bằng sông Cửu Long (khoảng trên 50%), tiếp theo là Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung, đồng bằng sông Hồng, trung du và miền núi phía Bắc. Đông Nam bộ, Tây Nguyên chiếm dưới 4%.

Kết quả tính toán tải lượng ô nhiễm không khí do đốt lộ thiên 50% khối lượng rơm rạ phát sinh cho thấy, năm 2020 hoạt động đốt lộ thiên rơm rạ tại Việt Nam thải ra 905.544,6 tấn PM_{2,5}, 1.017.802,2 tấn PM₁₀, 104.773,8 tấn SO₂, 97.289,9 tấn NO₂, 170.631,6 tấn NO_x, 2.596.892,0 tấn CO, trong đó đồng bằng sông Cửu Long chiếm 55.72% tổng tải lượng ô nhiễm không khí, tiếp theo Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung, đồng bằng sông Hồng, trung du và miền núi phía Bắc chiếm 15.66, 14.11, 7.93% tổng tải lượng ô nhiễm không khí, tương ứng. Đông Nam bộ, Tây Nguyên chiếm dưới 4% tổng tải lượng ô nhiễm không khí.

Kết quả tính toán dự báo tải lượng ô nhiễm không khí do đốt lộ thiên 20% khối lượng rơm rạ phát sinh cho thấy, đến năm 2030, hoạt động đốt lộ thiên rơm rạ tại Việt Nam sẽ thải ra 355.375,1 tấn PM_{2,5}, 399.429,9 tấn PM₁₀, 41.117,8 tấn SO₂, 38.180,8 tấn NO₂, 66.963,2 tấn NO_x, 1.019.133,6 tấn CO, trong đó đồng bằng sông Cửu Long chiếm 56.50% tổng tải lượng ô nhiễm không khí, tiếp theo Bắc Trung bộ và duyên hải miền Trung, đồng bằng sông Hồng, trung du và miền núi phía Bắc



chiếm 15.01, 13.60, 7.96% tổng tải lượng ô nhiễm không khí tương ứng. Đông Nam bộ, Tây Nguyên đến năm 2030 chiếm dưới 4% tổng tải lượng ô nhiễm không khí.

Tuy nhiên, do thiếu số liệu điều tra cụ thể của từng tỉnh/thành trên quy mô toàn quốc về tỷ lệ khối lượng rơm rạ đốt lộ thiên tại đồng ruộng nên kết quả tính toán hiện trạng phát sinh ô nhiễm không khí được tính trên cơ sở số liệu điều tra tại tỉnh Long An [6] và đồng bằng sông Cửu Long [8] (đốt 50% tổng số rơm rạ phát sinh). Số liệu dự báo tải lượng ô nhiễm không khí phát sinh do đốt lộ thiên rơm rạ đến năm 2030 được giả định trên cơ sở nhu cầu sử dụng rơm rạ ngày một gia tăng và giá bán rơm rạ ngày càng cao (đốt 20% tổng số rơm rạ phát sinh). Để có những số liệu cụ thể, chính xác hơn, trong thời gian tới cần đẩy mạnh áp dụng công cụ viễn thám và GIS, kết hợp với số liệu điều tra nhằm xác định vị trí, diện tích các điểm đốt lộ thiên rơm rạ để xác định tỷ lệ khối lượng rơm rạ đốt lộ thiên. Ngoài ra, cũng cần phải nghiên cứu phân biệt giữa đốt rơm rạ và đốt các loại chất thải nông nghiệp khác (cây ngô, cây mía...).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Yusheng Shi, Yasushi Yamaguchi. A high-resolution and multi-year emissions inventory for biomass burning in Southeast Asia during 2001-2010.
2. Kim Oanh, N.T., Permadi, D.A., Hopke, P., Smith, K., Dong, N.P., Dang, A.N., Annual emissions of air toxics emitted from crop residue open burning in Southeast Asia over the period of 2010-2015, *Atmospheric Environment* (2018).
3. Hoàng Anh Lê, Nguyễn Việt Thanh, Đỗ Minh Phương, Hồ Quốc Bằng, Nguyễn Quang Hưng, Đinh Mạnh Cường, Kiểm kê khí thải phát sinh do đốt rơm rạ ngoài đồng ruộng trên địa bàn Thủ đô Hà Nội bằng ứng dụng vệ tinh SAR Sentinel-1-1, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Trái đất và Môi trường*, tập. 37, số 1 (2021) 81-92.
4. Đinh Mạnh Cường, Hoàng Anh Lê, Hoàng Xuân Cơ, Tính toán khí thải từ đốt rơm rạ ngoài đồng ở tỉnh Ninh Bình giai đoạn 2010 - 2015 và đề xuất các giải pháp giảm thiểu, *Tạp chí Khoa học Đại học quốc gia Hà Nội: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, tập 32, số 1S (2016) 70 - 76.
5. Hoàng Anh Lê, Nguyễn Thị Thu Hạnh, Lê Thùy Linh, Ước tính lượng khí phát thải do đốt rơm rạ tại đồng ruộng trên địa bàn tỉnh Thái Bình, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, tập 29, số 2 (2013) 26 - 33.
6. Hồ Quốc Bằng (2023). Báo cáo tổng kết nghiên cứu “Điều tra, tính toán tác động của đốt sinh khối đến sức khỏe cộng đồng, nghiên cứu tại tỉnh Long An” (114 trang) trong khuôn khổ Dự án “Giảm thiểu rủi ro của việc đốt lộ thiên và sử dụng thuốc bảo vệ thực vật không an toàn đối với môi trường và sức khỏe con người ở Việt Nam” do PGS.TS. Phùng Chí Sỹ làm chủ nhiệm.
7. Trần Xuân Dũng, Nguyễn Huỳnh Thy, Ước tính lượng khí phát thải do đốt rơm rạ trên đồng ruộng tại khu vực đồng bằng sông Cửu Long, *Tạp chí Khí tượng thủy văn* 2022, 736, 25 - 35.
8. Phạm Thị Hồng Phương (2022). Luận án Tiến sĩ Đánh giá mức độ phát thải của hoạt động đốt rơm rạ và khả năng tác động của chúng đến chất lượng không khí - nghiên cứu thí điểm tại đồng bằng Tây Nam bộ.
9. Trung tâm Phát triển năng lực cộng đồng nhân văn, báo cáo “Đánh giá tác động sức khỏe do ô nhiễm không khí từ nguồn đốt lộ thiên nông nghiệp tại một số tỉnh/thành phố phía Bắc Việt Nam”, năm 2023.
10. H.A. Le, D.M. Phuong, L.T. Linh. 2020. Emission inventories of rice straw open burning in the Red River Delta of Vietnam: Evaluation of the potential of satellite data, *Environmental Pollution* 260 (2020) 113972-113986.
11. Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP. Hồ Chí Minh (2023). Báo cáo “Ứng dụng viễn thám xây dựng bản đồ đốt hở rơm rạ” thuộc Dự án “Giảm thiểu rủi ro của việc đốt lộ thiên và sử dụng thuốc bảo vệ thực vật không an toàn đối với môi trường và sức khỏe con người ở Việt Nam” do PGS.TS. Phùng Chí Sỹ làm chủ nhiệm.
12. Tổng cục Thống kê. Niên giám thống kê Việt Nam năm 2022.
13. Nghị quyết số 39/2021/QH15 ngày 13/11/2021 về quy hoạch sử dụng đất quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050, kế hoạch sử dụng đất quốc gia 5 năm 2021 - 2025.
14. Quyết định số 326/QĐ-TTg ngày 9/3/2022 của Thủ tướng Chính phủ về việc phân bổ chỉ tiêu quy hoạch sử dụng đất quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050, kế hoạch sử dụng đất quốc gia 5 năm 2021 - 2025.
15. Kadam et al., 2000. Rice straw as a lignocellulosic resource: Collection, processing, transportation, and environmental aspects. DOI: 10.1016/S0961-9534(00)00005-2.
16. Phùng Chí Sỹ (2001). Báo cáo nhiệm vụ “Điều tra hiện trạng và thử nghiệm nâng cao hiệu quả tái sử dụng phế thải nông nghiệp góp phần phát triển kinh tế và BVMT”. Nhiệm vụ cấp Bộ Quốc phòng do Viện Kỹ thuật nhiệt đới và BVMT là cơ quan chủ trì.

TÁC ĐỘNG CỦA DU LỊCH ĐẾN PHÁT TRIỂN KINH TẾ VÀ PHÁT THẢI CÁC-BON Ở VIỆT NAM

BÙI NHẬT QUỲNH¹, TRẦN THU GIANG¹

¹Khoa Du lịch học, Trường ĐH. Khoa học Xã hội & Nhân văn, Đại học Quốc gia Hà Nội

Tóm tắt:

Hiện nay, xu hướng phát triển kinh tế toàn cầu đã gây ra những tác động tiêu cực tới chất lượng môi trường. Vì vậy, nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu phân tích, làm rõ tác động của du lịch đến phát triển kinh tế, phát thải CO₂ và chất lượng môi trường ở Việt Nam. Nghiên cứu đã áp dụng phương pháp thu thập tài liệu và phân tích, đánh giá tài liệu để tiến hành phân tích tổng quan mối liên hệ, tác động qua lại giữa du lịch và phát triển kinh tế; du lịch và bền vững về môi trường; du lịch và phát thải các-bon, đồng thời đánh giá về phát thải các-bon trong phát triển du lịch ở Việt Nam. Nghiên cứu cũng đưa ra hàm ý giảm thiểu tác động từ các bên liên quan trong phát triển du lịch; gợi ý chính sách hướng tới một nền du lịch thân thiện với môi trường, ứng dụng công nghệ, đổi mới sinh thái, từ đó góp phần giảm tác động tiêu cực từ hoạt động du lịch lên môi trường, nhằm đóng góp tích cực cho tăng trưởng kinh tế.

Từ khóa: Du lịch, EKC, môi trường, phát triển kinh tế, phát thải các-bon.

Ngày nhận bài: 1/3/2024; Ngày sửa chữa: 25/3/2024;

Ngày duyệt đăng: 8/4/2024.

1. Mở đầu

Hiện nay, xu hướng phát triển kinh tế toàn cầu đã kéo theo một số hệ quả không mong muốn, ô nhiễm môi trường, không hạn chế sử dụng tài nguyên và tình trạng bất bình đẳng gia tăng là những vấn đề dễ dàng nhận thấy (Wei và Lihua, 2023). Trong trường hợp không có chương trình hành động ứng phó với biến đổi khí hậu (BĐKH) trên toàn thế giới, nhiệt độ trung bình có thể tăng thêm 1,5°C trong thế kỷ 21, gây ra nhiều thảm họa thảm khốc (hạn hán, lũ lụt, năng suất nông nghiệp thấp, băng và sông băng tan nhanh...), cùng với đó là những tác động tiêu cực không thể khắc phục được đối với hệ sinh thái (IPCC, 2023).

Sự phát thải chất độc hại do con người gây ra như khí CO₂ là nguyên nhân chính làm gia tăng nhiệt độ, gây tổn hại cho con người, thiên nhiên, hệ sinh thái, đặc biệt là ở các nước đang phát triển và chịu nhiều tác động của BĐKH (Mongol và cộng sự, 2021). Theo Báo cáo của IPCC (2018), lượng khí thải nhà kính tạo ra do các hoạt động của con người như đốt rừng, phá rừng làm nương

THE INFLUENCE OF TOURISM ON ECONOMIC GROWTH AND CAC-BON EMISSIONS IN VIETNAM

Abstract:

Currently, global economic development trends have caused negative impacts on environmental quality. Therefore, the study aims to clarify the impact of tourism on economic development, cac-bon emissions and environmental quality in Vietnam. The study applies methods of collecting secondary data in order to literally review the relationship between tourism and economic development; tourism and environmental sustainability; tourism and cac-bon emissions, as well as evaluate the tourism-induced cac-bon emissions in Vietnam. The study also provides implications to related stakeholders in the tourism field, specifically suggesting policies towards eco-friendly travel alternatives and eco-innovations, thereby both reducing harmful effects and increasing the positive contributions of tourism to economic growth.

Keywords: Cac-bon emissions, environment, economic development, tourism.

JEL Classifications: Q54, O44, Q56.

rẫy, đốt khí đốt và các hoạt động du lịch chiếm hơn 95% nguyên nhân gây ra hiện tượng nóng lên toàn cầu. Du lịch, một ngành tăng trưởng nhanh, chiếm tỷ trọng đáng kể của nền kinh tế toàn cầu, có liên quan chặt chẽ đến môi trường, khí hậu (Lê Thái Hà và Nguyễn Phúc Cảnh, 2020). Nhiều hoạt động du lịch như vận chuyển, lưu trú, tham quan gây ra những ảnh hưởng tiêu cực đáng kể đến môi trường (Ehsanullah và cộng sự, 2021).

Những hệ quả về môi trường ngày càng nghiêm trọng ở các nước phát triển và đang phát triển (Baloch và cộng sự, 2022). Lượng CO₂ phát thải ở một số quốc gia Đông Nam Á, trong đó có Việt Nam đang ngày càng tăng theo thời gian, đặc biệt là trong thời kỳ bùng phát dịch COVID-19 (Wei và Lihua, 2023). Lượng CO₂ tăng lên, ảnh hưởng xấu đến chất lượng môi trường, tài nguyên thiên nhiên, sức khỏe của sinh vật, hiệu quả kinh doanh bền vững ở các quốc gia... đặt ra tính cấp thiết của việc giảm lượng khí thải CO₂ và duy trì chất lượng môi trường. Vì vậy, nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu phân tích, làm rõ tác động của du lịch đến phát triển kinh tế, phát thải CO₂ và chất lượng môi trường ở Việt Nam.



2. Tổng quan nghiên cứu

Tại khoản 29, Điều 3, Luật BVMT số 72/2020/QH14 quy định: Khí thải nhà kính (KNK) là loại khí trong khí quyển gây hiệu ứng nhà kính. Theo khoản 1, Điều 91, Luật BVMT năm 2020, các KNK chính là các-bon dioxide (CO_2), methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O) và các loại khí khác. Các loại KNK được quy đổi thành tấn CO_2 theo hệ số làm nóng lên toàn cầu của các KNK đó, gọi là “tấn CO_2 tương đương”, hay còn gọi là “các-bon”. Hệ số làm nóng lên toàn cầu của các KNK do Ban liên Chính phủ về BĐKH quy định (Theo khoản 15, Điều 3, Nghị định số 06/2022/NĐ-CP của Chính phủ quy định về giảm nhẹ phát thải KNK và bảo vệ tầng ô-dôn). Do vậy, trong phạm vi bài viết này, thuật ngữ “phát thải các-bon” hay “phát thải CO_2 ” đều được hiểu là phát thải KNK với đơn vị “tấn CO_2 tương đương”.

Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, du lịch, phát triển kinh tế và môi trường có mối tác động qua lại và phụ thuộc lẫn nhau ở các quốc gia có nền kinh tế đang phát triển (Lee & Brahmastre, 2013; Lê Thái Hà và Nguyễn Phúc Cảnh, 2020; Muhammad và cộng sự, 2021). Vì vậy, bài viết sẽ phân tích tổng quan các vấn đề có liên quan đến du lịch, bền vững về môi trường, du lịch và phát triển kinh tế, du lịch và phát thải các-bon. Bên cạnh đó, khái quát về lý thuyết Đường cong môi trường Kuznets (EKC) cũng sẽ được đề cập để làm rõ hơn mối liên quan giữa phát triển kinh tế và môi trường.

2.1. Du lịch và phát triển kinh tế

Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng du lịch có tác động tích cực đến tăng trưởng kinh tế ở các nước EU (Holzner, 2011), Áo (Falk, 2010), Hy Lạp (Dritsakis, 2004), Ý (Bernini, 2009), Tây Ban Nha (Balaguer & Cantavella-Jordá, 2002) và Vương quốc Anh (Blackstock và cộng sự, 2008). Đối với nhiều quốc gia, lĩnh vực này được coi là động lực kích thích mạnh mẽ nền kinh tế quốc dân vì nó tác động đến các lĩnh vực kinh tế gắn liền với nó, đồng thời tạo công ăn việc làm, tăng nhu cầu trong nước, đóng góp tích cực vào cán cân thanh toán và cho phép tái phân bổ của cải tốt hơn (Nguyễn Huy Thịnh và Nguyễn Thị Việt Nga, 2022). Lee và Chang (2008) cũng đồng ý rằng, phát triển du lịch không chỉ thúc đẩy sự phát triển của ngành, mà còn thúc đẩy tăng trưởng các ngành liên quan, bao gồm dịch vụ lưu trú, giao thông vận tải, kinh doanh dịch vụ bổ sung. Vì vậy, nhiều Chính phủ đã tham gia vào phát triển du lịch nhằm mục đích tăng trưởng kinh tế (Lee & Brahmastre, 2013).

Tại Việt Nam, nghiên cứu của Nguyễn Huy Thịnh và Nguyễn Thị Việt Nga (2022) cho thấy, quan hệ giữa du lịch và phát triển kinh tế là mối quan hệ nhân quả hai chiều. Du lịch thể hiện tác động tới phát triển kinh tế và ngược lại, phát triển kinh tế cũng tạo sức mạnh để Việt Nam kích thích đầu tư cho du lịch. Tổng cục

Du lịch Việt Nam cũng đã đưa ra Chiến lược phát triển du lịch Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn 2050 với mục tiêu phát triển du lịch trở thành ngành kinh tế mũi nhọn. Đi theo xu hướng phát triển du lịch năng động của thế giới và khu vực châu Á - Thái Bình Dương, du lịch Việt Nam tham gia ngày càng tích cực hơn vào các hoạt động du lịch theo cơ chế hợp tác tiểu vùng, hợp tác song phương và đa phương, tiếp nhận nhiều dự án hỗ trợ kỹ thuật của các tổ chức quốc tế như xây dựng văn bản quy phạm pháp luật; phát triển sản phẩm; phát triển du lịch sinh thái; du lịch cộng đồng; xúc tiến quảng bá, đào tạo nhân lực; phát triển hạ tầng du lịch (Tổng cục Du lịch Việt Nam, 2019).

2.2. Du lịch và bền vững về môi trường

Giảm thiểu khí thải nhà kính, một trong những tác động tích cực về môi trường của phát triển du lịch, đã được ghi nhận trong một số nghiên cứu. Chẳng hạn như Lee và Brahmastre (2013) nhận thấy rằng, du lịch và đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI) làm giảm đáng kể lượng khí thải CO_2 ở các nước thuộc Liên minh châu Âu từ năm 1988 - 2009. Trên thực tế, các doanh nghiệp du lịch không chỉ đẩy mạnh phát triển các loại hình dịch vụ, sản phẩm đa dạng để thu hút du khách như đưa ra chuyến du lịch mới lạ, tổ chức sự kiện và hoạt động team building tại điểm đến du lịch, mà còn chú ý đến những tác động bất lợi của du lịch tới môi trường.

Mặc dù thực tế là du lịch góp phần vào tăng trưởng kinh tế toàn cầu, nhưng ngành du lịch vẫn gây ô nhiễm môi trường do việc xả thải từ các phương tiện vận chuyển, từ hoạt động của nhà hàng, khách sạn và từ chính khách du lịch (Sharif và cộng sự, 2017). Du lịch đóng góp tới 8% hiệu ứng nhà kính trên toàn cầu (Hsu và cộng sự 2021). Khi du lịch không được quy hoạch đúng, nó có thể gây áp lực rất lớn cho môi trường với những hậu quả kinh tế dài hạn (Wang và Wang 2018).

Có một số lý do gây ra những tác động bất lợi của du lịch đối với môi trường. Chúng có thể xảy ra ở bất kỳ điểm đến nào nếu số lượng khách du lịch/khách tham quan vượt quá khả năng của hệ sinh thái. Xói mòn đất, phát thải nhiều KNK, phá hủy sinh cảnh, khai thác cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên, chất thải và ô nhiễm đều là những hệ quả có thể xảy ra (Lee và cộng sự 2020). Hơn nữa, nhiều hoạt động liên quan đến du lịch đòi hỏi một lượng điện đáng kể được sản xuất từ nhiên liệu hóa thạch như than, dầu hoặc khí tự nhiên. Do cơ sở hạ tầng chưa đáp ứng đủ, dịch vụ hậu cần được tạo ra trong quá trình vận chuyển khách du lịch gây ra các vấn đề môi trường lớn. Tất cả điều này góp phần vào làm suy thoái chất lượng môi trường tại các điểm đến du lịch.

2.3. Du lịch và phát thải các-bon

Tovar và Lockwood (2008) báo cáo rằng du lịch đã tạo ra sự suy thoái môi trường, tiêu cực xã hội và các tác

động tiêu cực về văn hóa cũng như sự phân mảnh môi trường sống. Phát triển du lịch đại chúng đã hủy hoại môi trường tự nhiên và văn hóa xã hội của nhiều điểm đến du lịch. Những tác dụng phụ không mong muốn này đã dẫn đến mối lo ngại ngày càng tăng đối với công tác bảo tồn tài nguyên thiên nhiên, phúc lợi của con người và khả năng tồn tại lâu dài về mặt kinh tế của cộng đồng. Các loại hình du lịch thay thế như du lịch sinh thái, du lịch cộng đồng, du lịch nông thôn vì vậy cũng được đẩy mạnh để hướng tới mục tiêu phát triển du lịch bền vững. Tuy nhiên, ở một số quốc gia, các loại hình du lịch thay thế này bị hạn chế bởi nhiều bất ổn trong khu vực và trên thế giới (Hall, 1998).

Martín-Cejas và Sánchez (2010) đã thực hiện nghiên cứu để đánh giá tác động của việc sử dụng các phương tiện vận tải đường bộ trong hoạt động du lịch đối với môi trường ở đảo Lanzarote (Tây Ban Nha). Đây là một đóng góp cho những nghiên cứu về BĐKH nói chung, việc sử dụng ô tô trên đảo nói riêng. Rõ ràng là những biến đổi của môi trường có thể xảy ra do sự phát triển du lịch thông qua việc xây dựng khách sạn, khu du lịch và việc sử dụng phương tiện vận chuyển với số lượng ngày một gia tăng. Gössling và Hall (2006) chỉ ra rằng, những biến đổi môi trường toàn cầu đã rõ ràng và dự kiến còn đáng báo động hơn, đặc biệt là thay đổi về khí hậu được dự đoán trước. Những thay đổi này, ngược trở lại, tác động đến toàn bộ các điểm đến du lịch, hoạt động du lịch, như vùng núi (Scott, 2006), vùng ven biển, hồ (Jones và cộng sự, 2006).

Ngành vận tải hiện nay dựa vào nhiên liệu hóa thạch để lưu chuyển khách du lịch tại các điểm đến và cho một loạt các hoạt động du lịch. Nhiên liệu hóa thạch có liên quan đến phát thải KNK. Các nghiên cứu đã chỉ ra vấn đề năng lượng liên quan đến ngành du lịch, đặc biệt là những tác động của nó đối với các vấn đề môi trường, chẳng hạn như phát thải KNK và sự nóng lên toàn cầu (Lê Thái Hà và Nguyễn Phúc Cảnh, 2020; Wei và Lihua, 2023). Theo UNWTO (2008), ước tính lượng CO₂ phát ra từ các hoạt động liên quan đến du lịch chiếm khoảng 5% tổng lượng khí thải toàn cầu. Hầu hết lượng khí thải này được tạo ra bởi việc vận chuyển khách du lịch, nhất là ngành hàng không (chiếm 80%). Từ đó có thể thấy, đóng góp của ngành du lịch vào BĐKH đang ở cấp độ toàn cầu và đáng kể.

Cụ thể ở một số quốc gia, Perch và cộng sự (2010) chỉ ra rằng, ngành du lịch Thụy Sĩ tạo ra lượng phát thải KNK cao gấp 4 lần mức độ này của nền kinh tế Thụy Sĩ. Katircioglu (2014) nhận thấy mối quan hệ tác động giữa du lịch, tiêu thụ năng lượng và phát thải CO₂ là một trong những nguyên nhân dẫn đến suy thoái môi trường ở Thổ Nhĩ Kỳ (quốc gia được ghé thăm nhiều thứ 6 trên thế giới). Tương tự như vậy, Katircioglu và cộng sự (2014) cho biết, về lâu dài, du lịch góp phần làm tăng mức tiêu thụ năng lượng và

lượng khí thải CO₂ ở Cộng hòa Síp. Sun (2014) nhận thấy lượng khí thải CO₂ phát ra từ ngành du lịch nội địa và vận hàng không chiếm lần lượt 47% và 28% tổng lượng khí thải các-bon ở quần đảo. Tang và cộng sự (2014) báo cáo tổng lượng khí thải CO₂ từ ngành du lịch Trung Quốc tăng với tốc độ bình quân hàng năm là 12,6% trong giai đoạn 1990 - 2012 và vận tải du lịch chịu trách nhiệm cho hơn 80% tổng lượng khí thải CO₂.

Nghiên cứu của Scott và cộng sự (2010) đã vẽ ra một bức tranh đáng lo ngại hơn về mối đe dọa tiềm tàng của lượng khí thải CO₂ cao, như một hệ quả của phát triển du lịch. Tác giả chỉ ra rằng, du lịch có thể trở thành ngành dẫn đầu về phát thải nguồn KNK toàn cầu trong tương lai. Tuy nhiên, với những thay đổi trong chính sách phát triển, việc giảm phát thải có thể được thực hiện. Du lịch ứng phó với BĐKH như thế nào là rất quan trọng đối với sự bền vững của du lịch (Scott, 2011). Hướng đi mới trong chính sách thúc đẩy nền kinh tế ít các-bon hoặc công nghệ mới giúp phát thải thấp hơn được áp dụng, đều có thể giúp giảm lượng khí thải CO₂, mặc dù số lượng khách du lịch không ngừng tăng lên. Sử dụng máy bay mới hơn, tiết kiệm năng lượng hơn hoặc áp dụng các chính sách hạn chế số lượng chuyến bay có thể giữ lượng khí thải CO₂ ở mức thấp.

Hệ thống các nghiên cứu đã có chỉ ra những quan điểm trái chiều về mối liên hệ giữa phát triển du lịch và phát thải các-bon. Lee & Brahmasrene (2013) kết luận rằng có mối quan hệ giữa phát triển du lịch và phát thải CO₂, cụ thể, tăng trưởng du lịch không nhất thiết phải dẫn đến tăng lượng khí thải CO₂, thay vào đó có thể dẫn đến giảm khí thải CO₂. Tuy vậy, Lê Thái Hà và Nguyễn Phúc Cảnh (2020) lại chỉ ra rằng, số lượng khách du lịch quốc tế góp phần quan trọng tạo ra lượng khí thải CO₂ bình quân đầu người cao hơn ở các quốc gia đến. Điều thú vị là tác động của du lịch đối với lượng khí thải CO₂ là khác nhau giữa các quốc gia có mức thu nhập khác nhau. Phát hiện của nghiên cứu này đưa ra những gợi ý chính sách hướng tới du lịch thân thiện với môi trường, đặc biệt là ở các nền kinh tế có mức thu nhập trung bình cao.

Trong Giả thuyết EKC, công nghiệp hóa được coi là nguyên nhân chính tiêu thụ năng lượng cao, gây ô nhiễm khí thải. Khi một quốc gia đạt đến mức độ công nghiệp hóa nhất định, nền kinh tế sẽ chuyển đổi theo hướng nền kinh tế định hướng dịch vụ, được gọi là thời kỳ hậu công nghiệp hóa (Bernardini và Galli, 1993). Trong giai đoạn này, công nghệ, thông tin, dịch vụ đóng vai trò quan trọng hơn trong nền kinh tế chứ không phải là sản xuất hàng hóa thực sự. Theo đó, sự phát triển của du lịch, như một ngành dịch vụ quan trọng, sẽ giảm mức tiêu thụ năng lượng và phát thải chất gây ô nhiễm ở một mức độ nào đó (Bakhat và Rosselló, 2011).



3. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp thu thập tài liệu: Thu thập/tham khảo sách, báo cáo, bài báo, bài phát biểu, bài viết đăng trên tạp chí trong, ngoài nước về phát thải các-bon; phát triển du lịch ở Việt Nam và trên thế giới; phát triển du lịch bền vững cùng với các số liệu thống kê có liên quan.

Phương pháp phân tích, đánh giá tài liệu: Tập hợp được nguồn tài liệu phong phú liên quan đến bài viết, phục vụ cho việc nghiên cứu, phân tích, đánh giá về phát thải các-bon trong phát triển du lịch.

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

4.1. Khái quát về tác động của du lịch đến kinh tế

Theo Tổ chức Du lịch Thế giới (UNWTO), hàng năm, du lịch và các hoạt động kinh tế liên quan tạo ra 11% tổng sản phẩm nội địa toàn cầu (Global Domestic Product) và tuyển dụng 200 triệu lao động, chuyên chở gần 700 triệu du khách trên toàn thế giới. Du lịch thế giới đạt mức tăng trưởng khoảng 5,6% vào năm 2018, đây là kết quả đáng chú ý trong giai đoạn từ năm 2010 (4% - 5%), chỉ sau mức tăng trưởng ấn tượng khoảng 7,2% của năm 2017. Đến năm 2019, số lượng khách du lịch quốc tế trên toàn cầu đạt gần 1,5 tỷ lượt (tăng 3,8% so với năm 2018) và ngành du lịch đã đóng góp hơn 10% vào GDP toàn cầu.

Kinh tế thế giới tăng trưởng chậm lại; bất ổn ở Đông Bắc Á; chậm trễ trong tiến trình Brexit; khủng hoảng chính trị ở một số quốc gia Nam Mỹ; xung đột leo thang ở Trung Đông; thiên tai xảy ra trên diện rộng ở một số nơi; đại dịch COVID-19; chiến tranh giữa Nga và Ukraina... là những yếu tố tác động mạnh đến dòng khách du lịch quốc tế. Kết quả là du lịch toàn cầu bị suy giảm mạnh mẽ trong năm 2020, được nhận định là năm khủng hoảng nhất của ngành du lịch khi lượng khách quốc tế giảm 73% (Việt Hà, 2022), nhưng sau đó bắt đầu tăng chậm trở lại, đạt gần 25% năm 2021, tăng thêm 22% vào 2022 và đến năm 2023, ngành du lịch toàn cầu đã đón 1,3 tỷ lượt du khách quốc tế, cao hơn 44% so với năm 2022, tương đương với 88% con số của năm 2019. Doanh thu toàn ngành năm 2023 đạt 3.300 tỷ USD, tương đương với 3% GDP toàn cầu (Thông tấn xã Việt Nam, 2024). Như vậy, mặc dù có những dao động lớn hàng năm, song ngành du lịch cũng thể hiện khả năng co giãn kỳ lạ để bật lại nhanh chóng từ những điều kiện rất khó khăn về chính trị và kinh tế.

Theo UNWTO, phần lớn điểm đến ở Đông Nam Á duy trì tốc độ tăng trưởng nhanh, đặc biệt là Việt Nam thu hút ngày càng nhiều khách quốc tế trong những năm gần đây. Năm 2018, trước khi đại dịch COVID-19 bùng phát, Việt Nam đón gần 15,5 triệu lượt khách quốc tế (tăng 19,9% so với năm 2017),

được đánh giá là mức tăng trưởng “nóng” so với thế giới và khu vực. Đến năm 2019, tốc độ tăng trưởng tiếp tục đạt 16,2% và sau hai năm tăng trưởng âm (2020 - 2021), ngành du lịch Việt Nam đã đón nhận nhiều dấu hiệu phục hồi tích cực từ năm 2022. Theo thống kê, tính chung cả năm 2023, lượng khách quốc tế đến Việt Nam ước đạt 12,6 triệu lượt (tăng 244,2% so với năm 2022); khách nội địa ước đạt 108 triệu lượt (vượt 5,8% so với năm trước). Doanh thu từ dịch vụ lưu trú, ăn uống năm 2023 ước đạt 673,5 nghìn tỷ đồng; doanh thu từ du lịch lữ hành ước đạt 37,8 nghìn tỷ đồng (Ms Smile, 2024).

4.2. Đánh giá về phát thải các-bon trong phát triển du lịch ở Việt Nam

Ngành du lịch Việt Nam gây phát thải các-bon từ hai lĩnh vực chính, đó là giao thông vận tải và nhà hàng, khách sạn. Số lượng lớn khách du lịch di chuyển hàng ngày dẫn đến việc tăng cường phát thải từ các phương tiện vận chuyển. Bên cạnh đó, hoạt động của các khách sạn, khu nghỉ dưỡng và nhà hàng cũng góp phần vào phát thải các-bon thông qua việc sử dụng điện và các nguồn tài nguyên khác.

Lĩnh vực giao thông vận tải: Theo Báo cáo cập nhật hai năm một lần lần thứ 3 của Việt Nam, năm 2016, lĩnh vực giao thông vận tải phát thải khoảng 35,85 triệu tấn CO₂ tương đương (Trần Đỗ Bảo Trung và Trần Đỗ Trà My, 2021), tạo ra khoảng 2,5% tổng số khí các-bon phát thải và dự kiến tỷ lệ này có thể tăng lên 22% vào năm 2050 khi các ngành khác tạo ra ít khí thải các-bon hơn. Theo thống kê của Air Asia, trong thế hệ của hàng không giá rẻ, sự gia tăng nhu cầu của lượng khách du lịch hiện nay và lượng khách du lịch mới đồng nghĩa với việc số máy bay chở khách trên bầu trời sẽ tăng gấp đôi vào năm 2035 (Trung Hiếu, 2019).

Giao thông đường bộ phát thải 29,86 triệu tấn CO₂ tương đương, chiếm 80% lượng phát thải của lĩnh vực này (Trần Đỗ Bảo Trung và Trần Đỗ Trà My, 2021). Tuy nhiên, tỷ trọng lượng phát thải lớn của phương tiện giao thông đường bộ đến từ phương tiện xe máy, không phải là phương tiện vận tải chính trong các hoạt động du lịch. Nếu chỉ xét về tỷ trọng trong tổng lượng phát thải KNK hàng năm, giao thông vận tải bằng đường hàng không dường như chỉ chiếm khoảng 2 - 3% (Nguyễn Minh Hoàng, 2023). Tỷ trọng nhỏ dường như gây nhầm lẫn rằng máy bay là phương thức vận tải hàng hóa, hành khách hiệu quả trên phương diện phát thải, trong khi đó, máy bay là loại phương tiện phát thải cực lớn, đặc biệt khi đây là phương tiện di chuyển chính trong hoạt động du lịch. Trong một bài truyền thông khoa học xuất bản trên Nature Sustainability của Bergero và cộng sự, tác giả Ritchie và cộng sự (2020), đã ước tính nếu một người di chuyển giữa London và Madrid bằng máy

bay trong khoảng thời gian 2h15 phút, đã tạo ra 0,5 tấn CO₂ phát thải vào môi trường.

Lĩnh vực nhà hàng, khách sạn: Nghiên cứu của Nguyễn Thị Hồng Diệp và cộng sự (2022) ước tính lượng phát thải KNK từ các nguồn trực tiếp (xăng dầu tiêu thụ, chất đốt) và gián tiếp (tiêu thụ điện từ hộ gia đình/kinh doanh, rác thải) tại quận Ninh Kiều, TP. Cần Thơ (Bảng 1).

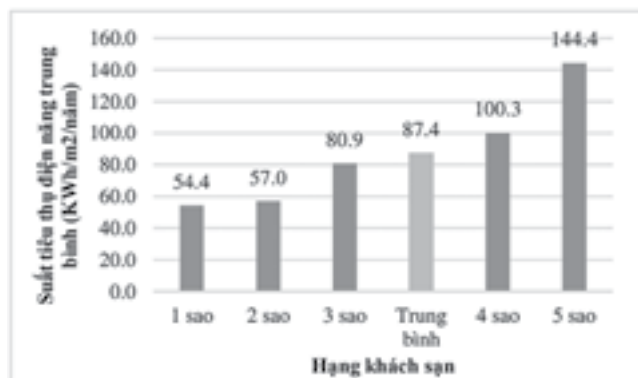
Năm 2019, tổng lượng phát thải KNK của quận Ninh Kiều vào khoảng 1.069.422 tấn CO₂td, bao gồm cả nguồn phát thải trực tiếp và gián tiếp. Trong đó, tiêu thụ điện phát thải CO₂ là 22.774,2 tấn CO₂td và rác thải là 6,3 tấn CO₂td, chiếm 25% lượng phát thải các-bon. Có thể suy ra, hệ thống kinh doanh khách sạn, nhà hàng sử dụng điều hòa, máy sưởi, thiết bị điện phục vụ nhu cầu thương mại là nguồn phát thải các-bon đáng kể từ các khu du lịch và hoạt động du lịch.

Bảng 1: Thống kê lượng phát thải KNK tại quận Ninh Kiều (Cần Thơ)

Nguồn phát thải	Phát thải từ hộ gia đình (tấn CO ₂ td/năm)						
	Kinh doanh			Không kinh doanh			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Phát thải trực tiếp	Gas	20.712,5	2,1	19,8	197.982,2	189,6	19,9
	Củi	197.982,2	31,4	5,0	20.712,5	142,1	24,9
	Than	499,8	11,3	-	1.016,6	27,3	-
Phát thải gián tiếp	Điện	22.774,2	-	-	352.627,0	-	-
	Rác	6,3	993,9	-	100,6	9.480,0	-

(Nguồn: Nguyễn Thị Hồng Diệp và cộng sự, 2022)

Ở một nghiên cứu khác của Nguyễn Anh Tuấn và cộng sự (2017), một số khách sạn lớn tại Đà Nẵng có sử dụng dầu diesel để vận hành được quy đổi từ thể tích dầu sử dụng sang đơn vị năng lượng kWh. Tác giả đã chỉ ra rằng, suất tiêu hao năng lượng trung bình của một khách sạn là 87,4 kWh/m²/năm hay 8.628,6 kWh/phòng ngủ/năm. Theo hệ số phát thải lưới điện Việt Nam năm 2022 của Cục Biến đổi khí hậu, 1.000 kWh điện năng sẽ phát thải 0,6766 tấn CO₂. Từ đó suy ra, một khách sạn trung bình phát thải 0,0591 tấn CO₂/m²/năm hay 5,8381 tấn CO₂/phòng ngủ/năm.



▲ **Biểu đồ 1: Suất tiêu hao năng lượng trung bình tính theo tổng diện tích sàn sử dụng**

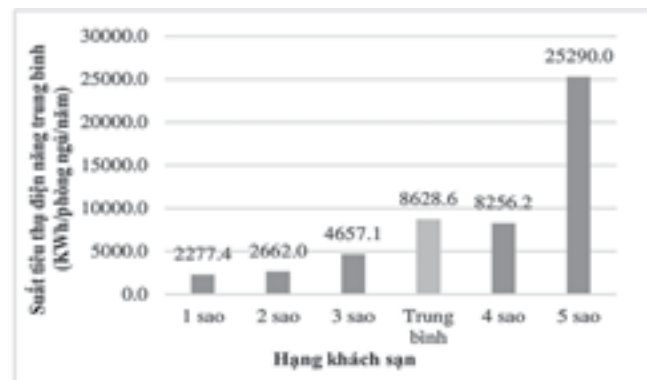
(Nguồn: Nguyễn Anh Tuấn và cộng sự, 2017)

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, ngành du lịch Việt Nam đã và đang mang lại những ảnh hưởng tiêu cực cho chất lượng môi trường, được thể hiện thông qua thống kê về lượng phát thải CO₂. Tuy vậy, ở một nghiên cứu khác, Wei và Lihua (2023) cho thấy, phát triển du lịch cho phép Chính phủ hoặc các cơ quan quản lý môi trường khắc phục được lượng khí thải CO₂. Những kết quả này phù hợp với nghiên cứu trước đây của Abbas và cộng sự (2021) rằng trong thời gian diễn ra dịch bệnh COVID-19, phát triển du lịch theo hình thức thân thiện với môi trường giúp giảm thiểu phát thải các-bon. Các kết quả nghiên cứu đã khẳng định, đổi mới sinh thái có tác động tích cực đến chất lượng môi trường, điều này có nghĩa, việc thực hiện chính sách kinh tế chiến lược có thể mang lại sự đổi mới tích cực, lượng khí thải các-bon giảm bớt và chất lượng môi trường được nâng cao.

Wei và Lihua (2023) cũng đưa ra bằng chứng về Đường cong môi trường Kuznets (EKC) ở một số nước ASEAN, trong đó có Việt Nam, giải thích rằng mức độ thu nhập bình quân đầu người và tăng trưởng kinh tế ở Việt Nam có tác động đến chất lượng môi trường. Những con số thống kê về phát thải các-bon và suy thoái môi trường ở thời điểm hiện tại cho thấy Việt Nam đang trong giai đoạn đầu của phát triển kinh tế với mức thu nhập bình quân đầu người thấp. Do vậy, việc áp dụng phát triển kinh tế đi cùng với đổi mới sinh thái sẽ giúp giảm tác động tiêu cực đến chất lượng môi trường cũng như giảm phát thải khí CO₂, theo đúng giai đoạn phát triển của Giả thuyết EKC.

5. Kết luận và đề xuất/khuyến nghị giải pháp

Bài viết đã phân tích tổng quan các vấn đề về du lịch và phát triển kinh tế; du lịch và bền vững về môi trường; du lịch và phát thải các-bon, đồng thời, đánh giá về tác động của du lịch đối với phát triển kinh tế và phát thải các-bon ở Việt Nam. Hoạt động du lịch ở Việt Nam gây phát thải các-bon chủ yếu qua những kênh như giao thông vận tải, lưu trú, nhà hàng, trong đó, giao thông vận tải là một trong những lĩnh vực có



▲ **Biểu đồ 2: Suất tiêu hao năng lượng trung bình tính theo tổng diện tích tính theo số phòng ngủ**

(Nguồn: Nguyễn Anh Tuấn và cộng sự, 2017)



mức độ phát thải lớn, gia tăng nhanh. Ngoài ra, nguồn phát thải trực tiếp (gas, củi, than) và gián tiếp (điện, rác) trong các khu kinh doanh khách sạn, nhà hàng đều là nguồn phát thải các-bon đáng kể.

Căn cứ vào kết quả nghiên cứu và thảo luận, nhóm tác giả đề xuất/khuyến nghị một số giải pháp nhằm giảm lượng khí thải các-bon và tác động của du lịch đến phát triển kinh tế, môi trường ở Việt Nam trong thời gian tới như sau:

Thứ nhất, cần thiết phải có chính sách thúc đẩy tăng trưởng kinh tế, tăng thu nhập bình quân đầu người ở Việt Nam để đầu tư vào đổi mới sinh thái, hướng tới cải thiện các tiêu chuẩn môi trường. Khi phát triển kinh tế của một quốc gia đạt đến mức độ nhất định thì chất lượng môi trường sẽ được cải thiện. Điều này đã được kiểm chứng ở một số quốc gia thuộc khu vực Đông Nam Á, bao gồm Indônêxia, Việt Nam, Malaixia, Philippin, Singapo, Thái Lan (Wei và Lihua, 2023); các nước BRIC, bao gồm Brazil, Nga, Ấn Độ, Trung Quốc (Pao và Tsai, 2011). Cơ quan quản lý nhà nước trong lĩnh vực du lịch và những ngành liên quan cần khuyến khích doanh nghiệp theo đuổi những hoạt động đổi mới và tăng cường thúc đẩy sáng kiến R&D cho cộng đồng, đồng thời, cần có chính sách môi trường toàn diện cho sự tăng trưởng lâu dài.

Thứ hai, trong lĩnh vực giao thông vận tải, giải quyết vấn đề phát thải gây hiệu ứng nhà kính từ các phương tiện giao thông vận tải sẽ nằm ở việc cải thiện hiệu suất sử dụng nhiên liệu hóa thạch đối với động cơ. Đây là bài toán khó bởi nhiều thập kỷ trôi qua, việc sử dụng nhiên liệu thay thế đường như rất khó thực hiện.

Thứ ba, trong lĩnh vực nhà hàng, khách sạn, các khóa đào tạo ngắn hạn đóng vai trò quan trọng, vì vậy,

nên khuyến khích nhà hàng, khách sạn cùng tham gia vào phát triển du lịch theo hướng giảm thiểu tác động tiêu cực tới chất lượng môi trường. Kiến thức, kỹ năng, nghiệp vụ phục vụ khách du lịch cùng với kiến thức về phát thải các-bon trong phát triển du lịch, chính sách về đổi mới sinh thái của Nhà nước cần được thường xuyên cập nhật cho nhà hàng, khách sạn và cộng đồng dân cư tại các điểm đến du lịch. Khuyến khích những nhà hàng, khách sạn, khu du lịch tiêu biểu đã thực hiện áp dụng biện pháp giảm thiểu các-bon như xử lý rác thải hữu cơ, sử dụng đồ tái chế, ưu tiên những vật liệu thân thiện với môi trường.

Môi trường, Xã hội và Quản trị (ESG) đã trở thành xu hướng chủ đạo và được công nhận rộng rãi, là một phần thiết yếu trong hoạt động của DN, vì vậy, ESG được xem là mối quan tâm hàng đầu của các doanh nghiệp kinh doanh du lịch, nhà hàng, khách sạn trong hoạt động phát triển du lịch. Các nước EU hiện đã dành tới 200 triệu euro để hỗ trợ các sáng kiến đổi mới sinh thái với hơn 65% được cấp cho DN vừa và nhỏ (Lê Thành Ý, 2016). Sau thời gian triển khai thí điểm, EU đã giảm phát thải hàng triệu tấn CO₂ với tổng giá trị môi trường tiết kiệm hàng năm lên đến nhiều chục triệu euro.

Bài viết hiện tại mới chỉ sử dụng phương pháp thu thập tài liệu thứ cấp để phân tích, đánh giá mối liên hệ, tác động qua lại giữa du lịch và môi trường, giữa du lịch và phát thải các-bon ở Việt Nam. Hy vọng các nghiên cứu sau sẽ xây dựng được bộ công cụ để đo lường mức độ phát thải các-bon và thu thập thêm dữ liệu sơ cấp để chỉ ra các nguồn phát thải các-bon trong hoạt động du lịch ở Việt Nam ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Abbas, J., Wang, D., Mubeen, R., & Maqsood, A. (2021): *Global health crisis, smart lockdown, and the COVID-19 spillover impacts: a global perspective implications from Southeast Asia*, *Frontiers in Psychiatry*, 12 (1099), 643.783.
2. Baloch, Z. A., Tan, Q., Kamran, H. W., Nawaz, M. A., Albashar, G., Hameed, J. (2022): *A multi-perspective assessment approach of renewable energy production: policy perspective analysis*, *Environment, Development and Sustainability*, 24 (4), 1 - 29.
3. Bakhat, M., & Rosselló, J. (2011): *Estimation of Tourism-induced Electricity Consumption: The Case Study of Balearics Islands, Spain*, *Energy Economics*, 33 (3), 437 - 444.
4. Balaguer, J., & Cantavella-Jordá, M. (2002): *Tourism as a long-run economic growth factor: the Spanish case*, *Applied Economics*, 34 (7), 877 - 884.
5. Bernini, C. (2009): *Convention industry and destination clusters: evidence from Italy*, *Tourism Management*, 30 (6), 878 - 889.
6. Bernardini, O., & Galli, R. (1993): *Dematerialization: Long-term Trends in the Intensity of Use of Materials and Energy*, *Futures*, 25 (4), 431 - 448.
7. Blackstock, K. L., White, V., McCrum, G., Scott, A., & Hunter, C. (2008): *Measuring responsibility: an appraisal of a Scottish National Park's sustainable tourism indicators*, *Journal of Sustainable Tourism*, 16 (3), 276 - 297.
8. Dritsakis, N. (2004): *Cointegration analysis of German and British tourism demand for Greece*, *Tourism Management*, 25 (1), 111 - 119.
9. Ehsanullah, S., Tran, Q. H., Sadiq, M., Bashir, S., Mohsin, M., Iram, R. (2021): *How energy insecurity leads to energy poverty? Do environmental consideration and climate change concerns matters*, *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (39), 55.041 - 55.052.
10. Falk, M. (2010): *A dynamic panel data analysis of snow depth and winter tourism*, *Tourism Management*, 31(6), 912 - 924.
11. Gössling, S., & Hall, C. M. (2006): *An introduction to tourism and global environmental change*. In Gössling, S., & Hall, C. M. (Eds.), *Tourism and global environmental change* (pp. 1 - 33). Oxon, UK: Routledge.
12. Holzner, M. (2011): *Tourism and economic growth: the beach disease?*, *Tourism Management*, 32 (4), 922 - 933.

13. Hsu, C. C., Quang, T. N., Chien, F., Li, L., Mohsin, M. (2021): *Evaluating green innovation and performance of financial development: mediating concerns of environmental regulation*, *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (40), 57386 - 57397.
14. IPCC (2023): *Global warming of 1.5 Degrees*, đường dẫn https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf, truy cập ngày 8/4/2024.
15. Jones, B., Scott, D., & Gössling, S. (2006): *Lakes and streams*. In S. Gössling, & C. M. Hall (Eds.), *Tourism and global environmental change* (pp. 76 - 94). Oxon, UK: Routledge.
16. Katircioglu, S. T. (2014): *International Tourism, Energy Consumption, and Environmental Pollution: The case of Turkey*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 36 (C), 180 - 187.
17. Katircioglu, S. T., Feridun, M., & Kilinc, C. (2014): *Estimating Tourism-induced Energy Consumption and CO2 Emissions: The case of Cyprus*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29 (2014), 634 - 640.
18. Lee, C.-C., & Chang, C.-P. (2008): *Tourism development and economic growth: a closer look at panels*, *Tourism Management*, 29 (1), 180 - 192.
19. Lee, J., W, & Brahmasrene, T. (2013): *Investigating the influence of tourism on economic growth and carbon emissions: Evidence from panel analysis of the European Union*, *Tourism Management*, 38 (2013), 69 - 76.
20. Lê Thái Hà và Nguyễn Phúc Cảnh (2020): *The impact of tourism on carbon dioxide emissions: insights from 95 countries*, *Applied Economics*, 53 (2), 235 - 261.
21. Lê Thành Ý (2016): *Đổi mới sinh thái: Lợi ích kinh tế, lợi ích môi trường*, truy cập ngày 15/3/2024, đường dẫn <https://vacne.org.vn/doi-moi-sinh-thai-ich-kinh-te-loi-moi-truong-cid314985.html>.
22. Martín-Cejas, R. R., & Sánchez, P. P. R. (2010): *Ecological footprint analysis of road transport related to tourism activity: The case for Lanzarote Island*, *Tourism Management*, 31 (1), 98 - 103.
23. Mongo, M., Belaid, F, & Ramdani, B. (2021): *The effects of environmental innovations on CO₂ emissions: empirical evidence from Europe*, *Environmental Science & Policy*, 118, 1 - 9.
24. Ms Smile (2024): *Du lịch Việt Nam năm 2023 và những con số ấn tượng nhìn lại*, đường dẫn <https://www.hoteljob.vn/tin-tuc/du-lich-viet-nam-2023-va-nhung-con-so-an-tuong-nhin-lai>, truy cập ngày 14/3/2024.
25. Muhammad, H., A, Rao, A. A., & Ahsan, F. (2021): *The Effect of Tourism, Economic Growth and Environment in Developing Countries*, *Journal of Energy & Environment*, 2 (1), 24 - 33.
26. Nguyễn Anh Tuấn, Nguyễn Xuân Trung, Phan Tiến Vinh (2017): *Nghiên cứu xây dựng định mức năng lượng cho công trình khách sạn ở Đà Nẵng*, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng*, 11 (120), 2017, Quyển 3, 112 - 116.
27. Nguyễn Minh Hoàng (2023): *Mức phát thải gây hiệu ứng nhà kính đáng ngại của máy bay*, *Tạp chí Kinh tế và Dự báo*, truy cập ngày 10/3/2023, đường dẫn: <https://kinhtevadubao.vn/muc-phat-thai-gay-hieu-ung-nha-kinh-dang-ngai-cua-may-bay-27282.html>.
28. Nguyễn Thị Hồng Diệp, Diễm, P. K., Thảo, P. T. B., Diễm, N. K., Nhung, Đ. T. C., Linh, H. N., & Nghĩa, N. M. (2022): *Ước tính phát thải KNK trên địa bàn quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ*, *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 58 (3), 72 - 79.
29. Nguyễn Huy Thịnh và Nguyễn Thị Việt Nga (2022): *Mối quan hệ giữa du lịch và tăng trưởng kinh tế tại Việt Nam*, *Tạp chí nghiên cứu tài chính kế toán*, 04 (225), 8 - 12.
30. Pao, H. T., & Tsai, C. M. (2011): *Multivariate Granger Causality between CO₂ Emissions, Energy Consumption, FDI (Foreign Direct Investment) and GDP (Gross Domestic Product): Evidence from a Panel of BRIC (Brazil, Russian Federation, India, and China) Countries*, *Energy*, 36(1), 685 - 693.
31. Perch, N. S., Sesartic, A., & M. Stucki. (2010): *The Greenhouse Gas intensity of the tourism sector: The case of Switzerland*, *Environmental Science & Policy*, 13 (2), 131 - 140.
32. Ritchie, H., Rosado, P, & Roser, M. (2020): *Emissions by sector*, tru cập ngày 13/3/2024, đường dẫn <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>.
33. Sharif, A., Afshan, S., Nisha, N. (2017): *Impact of tourism on CO₂ emission: evidence from Pakistan*, *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 22 (4), 408 - 421.
34. Scott, D. (2006): *Global environmental change and mountain tourism*. In S. Gössling, & C. M. Hall (Eds.), *Tourism and global environmental change* (pp. 54 - 75). Oxon, UK: Routledge.
35. Scott, D. (2011): *Why sustainable tourism must address climate change*, *Journal of Sustainable Tourism*, 19 (1), 17 - 34.
36. Scott, D., Peeters, P., & Gössling, S. (2010): *Can tourism deliver its "aspirational" greenhouse gas emissions reduction targets?*, *Journal of Sustainable Tourism*, 18 (3), 393 - 408.
37. Sun, Y. Y. (2014): *A Framework to Account for the Tourism Carbon Footprint at Island Destinations*, *Tourism Management*, 45 (2014), 16 - 27.
38. Tang, Z., Shang, J., Shi, C., Liu, Z., & Bi, K. (2014): *Decoupling Indicators of CO₂ Emissions from the Tourism Industry in China: 1990 - 2012*, *Ecological Indicators*, 46 (2014), 390 - 397.
39. Tovar, C., & Lockwood, M. (2008): *Social impacts of tourism: an Australian regional case study*, *International Journal of Tourism Research*, 10 (4), 365 - 378.
40. Trần Đỗ Bảo Trung & Trần Đỗ Trà My (2021): *Tính toán tiềm năng giảm phát thải KNK và lượng giá đồng lợi ích về tín chỉ carbon của giải pháp giảm phát thải KNK trong lĩnh vực giao thông công cộng tại Hà Nội*, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN*, 20 (2021), 3 - 10.
41. Trung Hiếu (2019): *Bất ngờ về sức tàn phá của việc đi máy bay đối với môi trường*, truy cập ngày 14/3/2024, đường dẫn: <https://vov.vn/the-gioi/quan-sat/bat-ngo-ve-suc-tan-pha-cua-viec-di-may-bay-doi-voi-moi-truong-988988.vov>.
42. Tổng cục Du lịch Việt Nam (2019): *Báo cáo thường niên Du lịch Việt Nam 2018*, Nhà xuất bản Lao động.
43. Thông tấn xã Việt Nam (2024): *Du lịch thế giới hồi phục trong năm 2023, với mức tăng hơn 44%*, đường dẫn <https://www.vietnamplus.vn/du-lich-the-gioi-hoi-phuc-trong-nam-2023-voi-muc-tang-hon-44-post923251>, truy cập ngày 26/3/2024.
44. Việt Hà (2022): *Du lịch thế giới 2022 - Đi qua những "cú sốc", nhiều "trào lưu" lạ lên ngôi*, đường dẫn <https://dantri.com.vn/du-lich/du-lich-the-gioi-2022-di-qua-nhung-cu-soc-nhieu-trao-luu-la-len-ngoi-20221230221517586.htm>, truy cập ngày 26/3/2024.
45. Wang, M. C., & Wang, C. S. (2018): *Tourism, the environment, and energy policies*, *Tourism Economics*, 24 (7), 821 - 838.
46. Wei, Z., & Lihua, H. (2023): *Effects of tourism and eco-innovation on environmental quality in selected ASEAN countries*, *Environmental Science and Pollution Research*, 30 (15), 42.889 - 42.903.



ĐÁNH GIÁ SỨC TẢI DU LỊCH TẠI KHU DU LỊCH SINH THÁI THUNG NHAM, TỈNH NINH BÌNH

NGÔ VIỆT ANH¹, PHẠM HỒNG LONG²

¹Trung tâm Bảo tồn Thiên nhiên và Phát triển

²Trường Đại học Khoa học Xã hội và Nhân văn,

Đại học Quốc gia Hà Nội

Assessment of tourism carrying capacity at Thung Nham ecotourism area, Ninh Binh province

Abstract:

In recent years, tourism has made positive contribution to the national economy of Vietnam. However, excessive tourism exploitation beyond carrying capacity limits can have negative impacts on the environment and heritage values, sometimes irreversibly. Therefore, assessing the carrying capacity at tourist destinations to manage tourists in line with the capacity of tourism destinations, infrastructure, environment, etc., plays a significant role in contributing to sustainable tourism development. The objective of this article is to assess the tourism carrying capacity at the Thung Nham Ecotourism Area (Ninh Binh) based on secondary data collection methods, field surveys, monitoring, and comprehensive evaluation. The assessment results show that the tourism carrying capacity indicators at Thung Nham Ecotourism Area generally do not exceed permissible limits; however, there is a need for specific directions and solutions in managing and furthering sustainable development in this tourist destination.

Keywords: *Tourism carrying capacity, sustainable development, Thung Nham, Ninh Binh.*

JEL Classifications: O44, Q51, Q56.

Tóm tắt:

Những năm qua, du lịch có những đóng góp tích cực vào nền kinh tế của quốc gia. Tuy nhiên, việc khai thác du lịch vượt quá những giới hạn về sức chịu tải sẽ gây ra ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường và giá trị di sản, đôi khi không thể khắc phục được. Chính vì vậy, việc đánh giá sức chịu tải tại các khu, điểm du lịch để quản lý lượng khách du lịch đến đúng với khả năng đáp ứng về không gian, hạ tầng, môi trường... có ý nghĩa quan trọng góp phần phát triển du lịch một cách bền vững. Mục tiêu của bài viết này nhằm đánh giá sức tải du lịch tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham (Ninh Bình) dựa trên phương pháp thu thập tài liệu thứ cấp; khảo sát thực địa; quan trắc và đánh giá tổng hợp. Những kết quả đánh giá cho thấy các chỉ số về sức tải du lịch ở Khu du lịch sinh thái Thung Nham nhìn chung không vượt quá mức cho phép, tuy nhiên cũng cần có những định hướng, giải pháp cụ thể trong quản lý và phát triển bền vững hơn tại khu du lịch này.

Từ khóa: *Sức tải du lịch, phát triển bền vững, Thung Nham, Ninh Bình.*

Ngày nhận bài: 5/3/2024; Ngày sửa chữa: 27/3/2024;

Ngày duyệt đăng: 2/4/2024.

1. Đặt vấn đề

Du lịch là một trong những ngành kinh tế phát triển nhanh nhất trên thế giới và có những tác động tích cực đến nền kinh tế cũng như đời sống xã hội của các quốc gia. Du lịch đóng góp vào GDP của quốc gia, tăng thu nhập ngoại hối, tạo ra việc làm và khuyến khích các doanh nghiệp nhỏ phát triển (Davalatova, 2022). Bên cạnh những tác động tích cực về kinh tế, du lịch có những tác động tiêu cực đến môi trường. Một mặt, du lịch góp phần bảo tồn các giá trị tài nguyên tự nhiên và văn hóa. Tuy nhiên, phát triển du lịch cũng có thể dẫn đến suy thoái môi trường. Khai thác quá mức, quản lý kém hiệu quả, nhu cầu ngày càng tăng lên sẽ tác động trực tiếp đến hệ sinh

thái, cấu trúc văn hóa và lối sống của cộng đồng địa phương (Fragkoy & Sinou, 2022).

Để đánh giá những tác động của ngành du lịch đến môi trường, việc nghiên cứu về khả năng chịu tải hay sức tải du lịch là rất quan trọng để phát triển và quản lý bền vững các điểm đến du lịch. Các nghiên cứu trước đã nhấn mạnh tầm quan trọng của khả năng chịu tải trong việc đánh giá khả năng của các hệ sinh thái đối với hỗ trợ các hoạt động du lịch (Sharma, 2023). Tuy nhiên, các nghiên cứu gần đây đều chỉ ra những mối lo ngại ngày càng tăng lên về sức tải du lịch tại các điểm đến du lịch trên thế giới và những tác động tiêu cực của nó đến xã hội. Nghiên cứu về sức tải du lịch là một trong những xu hướng phát triển bền vững, góp phần trong quản lý hệ sinh

thái, bảo vệ di sản (Amalina, 2018). Vì vậy, cần phải nghiên cứu sâu hơn về sức tải du lịch, từ đó đề xuất các định hướng trong phát triển du lịch bền vững và giải quyết các mối quan tâm của cộng đồng địa phương, các bên liên quan trong vận hành, khai thác hiệu quả hoạt động du lịch.

Khu du lịch sinh thái Thung Nham, Ninh Bình là một trong những điểm đến du lịch sinh thái hấp dẫn của tỉnh Ninh Bình. Trong những năm gần đây, số lượng khách du lịch đến Thung Nham ngày càng tăng. Điều này gây ra sức ép cho công tác quản lý ở Thung Nham nói riêng và quần thể di sản thế giới Tràng An nói chung. Tuy nhiên, việc nghiên cứu, đánh giá sức tải du lịch tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham chưa được quan tâm và thực hiện. Do vậy, việc đánh giá sức tải du lịch tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham là cần thiết, từ đó đề xuất các định hướng, giải pháp trong quản lý, phát triển du lịch bền vững.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu gồm: (1) Sức chịu tải du lịch là sức chứa vật lý và (2) Sức chịu tải môi trường của Khu du lịch sinh thái Thung Nham, tỉnh Ninh Bình.

- Phương pháp nghiên cứu:

+ Phương pháp thu thập tài liệu thứ cấp được sử dụng nhằm hình thành tổng quan về sức tải du lịch. Các dữ liệu này được tiến hành thu thập chủ yếu là các tạp chí, các bài báo khoa học, công trình, báo cáo.

+ Phương pháp khảo sát thực địa được áp dụng nhằm thu thập bổ sung các thông tin, số liệu và dữ liệu đầu vào phục vụ các nội dung nghiên cứu. Các thông tin, dữ liệu đã thu thập về hiện trạng môi trường, điều kiện tự nhiên, văn hóa, kinh tế - xã hội, hiện trạng và biến động các giá trị khu vực, hiện trạng các hoạt động du lịch, hoạt động sinh kế, công tác quản lý và bảo tồn các giá trị di tích... Thời gian khảo sát từ tháng 10 - 12/2023.

+ Phương pháp quan trắc được thực hiện nhằm đánh giá chất lượng môi trường tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham. Nhóm nghiên cứu đã tiếp hành lấy mẫu nước, mẫu không khí tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham tại khu vực bến thuyền và khu vực tiếp nhận nước thải vườn chim Thung Nham. Đây là những địa điểm tập trung đông khách tham quan nhất trong Khu du lịch sinh thái Thung Nham, do vậy cần phải đánh giá về sức tải môi trường trong khu vực này. Thời gian lấy mẫu được tiến hành vào tháng 9/2023. Lượng khách du lịch đến khu du lịch không quá đông so với các dịp nghỉ lễ, là thời điểm thích hợp để tiến hành quan trắc môi trường. Các mẫu nước, mẫu không khí lấy tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham được phân tích trong phòng thí nghiệm. Quy trình lấy và bảo quản mẫu, các chỉ tiêu phân tích, phương pháp phân tích tuân theo quy định

quy chuẩn của Việt Nam. Các chỉ số cơ bản của chất lượng không khí như tiếng ồn, bụi lơ lửng TSP, SO₂, CO, độ ẩm, nhiệt độ... các chỉ số của nước mặt như COD, BOD₅, oxy hòa tan DO, tổng chất rắn lơ lửng TSS... là những chỉ số về môi trường có tác động trực tiếp đến hoạt động tham quan và trải nghiệm của khách du lịch tại điểm đến du lịch có cảnh quan thiên nhiên ở Thung Nham.

+ Phương pháp nghiên cứu đánh giá tổng hợp dựa trên việc sử dụng công thức của Cifuentes (1992) và Ceballos-Lascurain (1996) gồm các chỉ số sau sức tải vật lý (PCC) và sức tải thực tế (RCC). Sức tải du lịch là lượng khách du lịch tối đa có thể ở lại trong một khu vực cụ thể tại thời gian nhất định.

$$PCC = A \cdot D \times Rf \quad (1)$$

Trong đó:

PCC: Sức tải vật lý

A: Diện tích khách du lịch có thể tiếp cận thăm viếng tại khu vực, điểm tham quan (đv: m²), hay tổng chiều dài tuyến tham quan (đv: m)

D: Mật độ khách (người/m²) hay khoảng cách hợp lý giữa từng khách trên tuyến tham quan (đv: người/m)

Rf: Hệ số quay vòng

Hệ số quay vòng Rf được tính theo công thức:

$$Rf = T_{cp} / T_{tq} \quad (2)$$

Trong đó:

T_{cp}: Tổng thời gian tối đa khách du lịch có thể có mặt tại điểm hay tham quan du lịch trong ngày

T_{tq}: Tổng thời gian trung bình đủ để khách tham quan một vòng tại điểm hay tuyến đó.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Cơ sở lý luận về sức tải du lịch

Hiện nay, có nhiều định nghĩa, khái niệm liên quan đến sức tải. Theo Santos & Brilha (2023), khái niệm sức tải (Carrying capacity) bắt nguồn từ lĩnh vực sinh thái học. Dhondt (1988) cho rằng, khái niệm sức tải lần đầu được Hadwen và Palmer (1922) đề cập đến khi quan sát ảnh hưởng của điều kiện sinh thái đến số lượng tuần lộc ở Alaska. Theo đó, sức tải được định nghĩa là số lượng tuần lộc tối đa trên một diện tích mà chúng phát triển được trong điều kiện an toàn (Bendewald & Zhai, 2013).

Vào cuối những năm 1960, đầu những năm 1970, khái niệm sức tải dùng để xác định giới hạn môi trường có thể bị ảnh hưởng do các hoạt động của con người. Khái niệm này sử dụng cho hai lĩnh vực chính: (i) Sinh thái học (sức tải được đặt trong mối liên hệ với quản lý các loài hoặc các hệ sinh thái như đất chăn thả, động vật hoang dã đối với hoạt động du lịch); (ii) Sinh thái nhân văn (mối liên hệ qua lại



giữa các cá nhân, môi trường, xã hội và nhu cầu của con người đối với môi trường). Sức tải được sử dụng trong nhiều nghiên cứu khác nhau như sức tải trong nông nghiệp, sức tải đối với con người, sức tải du lịch, sức tải xã hội, sức tải môi trường...

Khái niệm sức tải cũng được hiểu khác nhau giữa các ngành. Chẳng hạn, trong xây dựng, khái niệm này được sử dụng để chỉ khả năng chịu lực nhất định của nền móng, vật liệu, kết cấu công trình, hệ thống đường giao thông hoặc các cây cầu. Trong hoạt động hàng hải, khái niệm này được sử dụng để xác định trọng lượng hàng hóa của một tàu biển dương có thể chở. Trong quy hoạch đô thị, sức tải được coi là một công cụ để đạt được sự phát triển bền vững. Điều này quyết định mức độ hoạt động của con người, gia tăng dân số, mở rộng sử dụng đất, phát triển cơ sở vật chất và hạ tầng mà môi trường đô thị đó có thể duy trì, không bị suy thoái.

Trong lĩnh vực du lịch, sức tải du lịch được đề cập nhiều trong các công trình nghiên cứu. Hens (1998) cho rằng, sức tải du lịch được hiểu là số lượng khách tối đa có thể đến tham quan, sử dụng tài nguyên của một điểm đến mà không làm thay đổi môi trường tự nhiên của nó. Theo Coccossis và Parparis (1992), sức tải du lịch là số lượng người sử dụng trong một đơn vị của khu vực giải trí/du lịch có thể tồn tại hàng năm mà không gây ra sự suy giảm tự nhiên/vật lý đối với khả năng hỗ trợ hoạt động giải trí cũng như không ảnh hưởng đến sự suy giảm trải nghiệm giải trí của du khách. McIntyre (1993) nhấn mạnh, sức tải du lịch là việc sử dụng tối đa bất kỳ khu vực nào mà không gây tác động tiêu cực đến tài nguyên, sự hài lòng của du khách và không ảnh hưởng xấu đến xã hội, kinh tế hoặc văn hóa của khu vực. Boniface & Cooper (1994) định nghĩa khái niệm sức tải du lịch là mối quan hệ tương quan giữa các điểm đến du lịch và du khách. Chamberlain (1997) giải thích sức tải du lịch là mức độ hoạt động của con người trong một khu vực có thể đáp ứng được mà không làm suy thoái khu vực đó, ảnh hưởng đến cộng đồng cư dân và duy trì chất lượng trải nghiệm của du khách. Clark (1997) định nghĩa sức tải du lịch là một ngưỡng nhất định trong hoạt động du lịch và nếu vượt quá thì có thể xảy ra thiệt hại cho môi trường và môi trường sống tự nhiên.

Tiếp cận về đánh giá sức tải du lịch, các nghiên cứu còn chỉ ra rằng sức chịu tải môi trường là một trong những vấn đề then chốt trong quản lý và phát triển du lịch bền vững. "Sức tải môi trường" (environmental carrying capacity) là số lượng tối đa các sinh vật (mật độ), hoặc số lượng tối đa các hoạt động phát triển của một khu vực nào đó có thể chịu được, hoặc tổng sản lượng tối đa của một khu vực nào đó có thể sản xuất ra mà khối lượng chất thải từ các hoạt động này

không vượt quá năng lực tự làm sạch của môi trường khu vực đó, tức là nằm trong giới hạn cho phép của quy chuẩn môi trường (Catton, 1986).

Pearce (1989) quan niệm rằng, sức tải du lịch là chuẩn mực của các hệ thống tự nhiên, môi trường và kinh tế xã hội ngoài trời bão hòa (khả năng chịu đựng vật chất), thiếu năng lực môi trường (khả năng chịu đựng môi trường) hoặc chất lượng suy giảm sự hài lòng của khách du lịch (nhận thức hoặc khả năng chịu đựng tâm lý). Papageorgiou & Brotherton (1999) nhấn mạnh rằng trọng tâm của mọi định nghĩa về sức tải du lịch là ý tưởng duy trì tính toàn vẹn của cơ sở tài nguyên cũng như cung cấp trải nghiệm giải trí chất lượng cao cho khách du lịch.

Như vậy, có thể hiểu rằng sức tải du lịch là những giới hạn của hệ thống cơ sở vật chất kỹ thuật du lịch, cơ sở hạ tầng, hay tài nguyên du lịch của một điểm đến du lịch có thể chấp nhận với số lượng khách du lịch. Hiểu một cách đơn giản thì sức tải du lịch được đề cập trong bài viết này là sức tải vật lý. Bên cạnh đó, sức tải môi trường là giới hạn mà môi trường tại điểm đến du lịch có thể chấp nhận được với số lượng khách du lịch mà ở đó các tác động của hoạt động du lịch không ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường của điểm đến du lịch.

3.2. *Khái quát về Khu du lịch sinh thái Thung Nham*

- Về vị trí địa lý: Khu du lịch sinh thái Thung Nham nằm ở cực Tây xã Ninh Hải, huyện Hoa Lư, cách trung tâm TP. Ninh Bình 14 km. Thung Nham là nơi tiếp giáp giữa huyện Hoa Lư với các huyện: Gia Viễn, Nho Quan và TP. Tam Điệp. Xã Ninh Hải có diện tích là 21,90 km².

- Về địa hình được chia làm 2 vùng chủ yếu: Vùng bán sơn địa và vùng đồng bằng. Vùng bán sơn địa bao gồm các đồi núi thấp và trung bình đan xen trong các cánh đồng thuộc khu vực phía Nam huyện Hoa Lư, cao độ tự nhiên từ 2,0-120,0m. Hướng dốc nền về sông Hệ Dường và sông Bến Đàng. Vùng đồng bằng chia làm 2 khu vực bao gồm phía Bắc sông Sào Khê có địa hình bằng phẳng, hướng nền dốc thoải từ Bắc xuống Nam nằm trong đê sông Hoàng Long (cao độ đê 5,0-6,2m). Vùng đồng bằng phía Nam sông Sào Khê có địa hình tương đối bằng phẳng, xen kẽ nhiều vùng thấp trũng. Cao độ tại khu vực canh tác khoảng 0,5-1,8m. Cao độ các khu vực làng xóm $\geq 2,8m$, địa hình có hướng dốc dần từ Tây sang Đông và từ Bắc xuống Nam với độ dốc địa hình khoảng 0,4-1% (Sở NN&PTNT Ninh Bình, 2015).

- Về thủy văn: Tại khu vực Thung Nham có hệ thống sông ngòi khá dày đặc, với hai sông chính là sông Đáy, Hoàng Long và một số sông khác như: Sông Vân, sông Vạc, sông Sào Khê, sông Chanh, sông Hệ Dường và sông Bến Đàng. Dòng chảy tại khu vực

ngiên cứu là sông Bến Đàng. Sông Bến Đàng bắt nguồn từ sông Chôm ở Nho Quan (phía Tây vùng) chảy về huyện Yên Mô rồi đổ vào sông Vạc ở lưu vực xã Khánh Dương phía Đông vùng. Mặt sông về mùa kiệt rộng từ 30-40m, cao trình đáy từ -2,6÷-1m.

- Về đa dạng sinh học: Khu du lịch sinh thái Thung Nham nằm trong khu rừng đặc dụng Hoa Lư. Vườn chim Thung Nham trải rộng trên diện tích hơn 300 ha, là nơi cư trú của khoảng 40.000 con, khoảng 5.000 tổ chim các loại, thuộc 46 loài chim. Vườn chim là nơi cư trú và sinh sống của đa dạng các loại chim như cò, vạc, diệp, le le, mòng két, chích chòe lửa, cho tới sáo đá... Điều đặc biệt ở vườn chim là có hai loài chim đặc biệt quý hiếm được ghi trong sách Đỏ là Hạng Hạc và Phượng Hoàng, một trong những linh vật nằm trong bộ tứ linh Long-Ly-Quy-Phượng. Đồng thời Thung Nham cũng là nơi cư trú của 109 loài thực vật, 150 loài động vật, trong đó có 58 loài cá, 7 loài ếch nhái, 10 loài có vú... rất cần được bảo tồn và phát triển (Sở NN&PTNT Ninh Bình, 2015).

- Về loại hình và sản phẩm du lịch: Khu du lịch sinh thái Thung Nham là khu du lịch rộng lớn có rất nhiều danh lam thắng cảnh đẹp với nhiều dịch vụ tham quan khám phá đặc trưng của Ninh Bình. Bao gồm: Trải nghiệm ngồi thuyền khám phá vườn chim tự nhiên; Tham quan hệ thống hang động (Động Vái Giời, Hang Bụt, Động Tiên Cá); Tham quan cụm tâm linh chiêm bái (Cây đa di chuyển nghìn năm, Đền Gối Đại, Linh Thần Miếu); Tham quan thiên đường hoa Thung Nham, vườn ươm, vườn rau và miệt vườn. Bên cạnh đó, du khách cũng có thể trải nghiệm dịch vụ du lịch bổ trợ nằm trong khuôn viên thanh bình của Khu du lịch sinh thái Thung Nham: Khu nghỉ dưỡng và chăm sóc sức khỏe; Nhà sàn tập thể với thiết kế thân thiện môi trường, hài hòa với cảnh quan thiên nhiên; Trải nghiệm khu ẩm thực: Nhà hàng, Hill Coffee, Jade Bar; Hồ bơi ngoài trời. Giá vé tham quan Thung Nham đang được niêm yết dành cho người lớn là 150.000 đồng/vé và trẻ em là 100.000 đồng/vé. Miễn vé tham quan đối với du khách từ 80 tuổi và người khuyết tật.

Các tuyến tham quan:

- Tuyến tham quan thuyền Hang Bụt: Chiều dài 500m, di chuyển bằng thuyền lướt đi và lướt về khoảng 30 phút.

- Tuyến tham quan vườn chim: Chiều dài 1 km, di chuyển bằng thuyền lướt đi và lướt về khoảng 45 phút.

- Động Vái Giời: Leo núi, hang động khô, thời gian tham quan khoảng 1 tiếng.

- Động Tiên Cá: Đi bộ trong lòng hang xuyên thủy trên hệ thống cầu, thời gian tham quan khoảng 30 phút.

- Các địa điểm tham quan khác: Di chuyển bằng tuyến đường bộ, đạp xe đạp hoặc thuê dịch vụ xe điện.

- Về kết quả kinh doanh du lịch: Loại hình du lịch đang khai thác tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham: Dưới sự ưu đãi của thiên nhiên ban tặng cho khu vực này và định hướng phát triển du lịch của địa phương, loại hình du lịch đang khai thác tại đây chủ yếu là loại hình du lịch sinh thái. Khi tham quan tuyến du lịch này, du khách được hòa mình vào thiên nhiên hoang sơ, với cách tham quan thụ động (ngồi trên thuyền trải nghiệm ngắm cảnh và chỉ dùng chân ở các điểm check in), đặc biệt là được tham quan vườn chim nên gần như không có tác động của con người tới cảnh quan nơi đây. Cách thức tương tác giữa khách du lịch và thiên nhiên cũng chính là phương thức bảo tồn bền vững, mang lại sự hài hòa giữa bảo tồn và phát triển, đồng thời duy trì cuộc sống của cộng đồng địa phương.

Trong giai đoạn 2018-2022, tình hình phát triển du lịch tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham đã có sự tăng trưởng rõ rệt theo từng năm. Trước khi xảy ra đại dịch COVID-19 năm 2018, số lượng khách tham quan đã tăng từ 196.879 lên 280.365 năm 2019; doanh thu tăng từ 23.032.936.200 tỉ đồng lên 28.002.882.139 tỉ đồng; giai đoạn 2020-2021 do ảnh hưởng của dịch COVID-19 khu du lịch đã chịu ảnh hưởng về số lượng khách và doanh thu du lịch. Đến năm 2022, khi có sự phục hồi quay trở lại, số lượng khách đã tăng từ 45.075 năm 2021 lên 157.705 năm 2022. Cho đến nay, thời điểm lễ, Tết, lượng khách đạt khoảng 6.000 người. Doanh thu du lịch tăng vọt đạt 40.385.875.218 tỉ đồng, gần gấp đôi so với năm 2018, cao nhất trong vòng 5 năm trở lại đây. Điều đáng chú ý là mức chi tiêu bình quân của khách đã tăng trưởng liên tục, năm 2019 tuy lượng khách cao hơn năm 2022 nhưng mức chi tiêu bình quân chỉ đạt 99.880 đồng/người, năm 2022 mức chi tiêu bình quân đã tăng gấp 2,5 lần so với năm 2019 đạt 256.085 đồng/người.

Bảng 1. Doanh thu du lịch tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham giai đoạn 2018-2022

Chỉ tiêu	Tổng doanh thu	Số lượng khách	Chỉ tiêu bình quân
Năm 2018	23.032.936.200	196.879	116.990
Năm 2019	28.002.882.139	280.365	99.880
Năm 2020	15.067.653.725	125.957	119.625
Năm 2021	7.729.126.626	45.075	171.473
Năm 2022	40.385.875.218	157.705	256.085

(Nguồn: Báo cáo kinh doanh của Công ty CPDV&TMDL Doanh Sinh, 2023)



3.3. Đánh giá sức chịu tải du lịch tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham

Sức tải du lịch tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham là chỉ số về số lượng người mà khu du lịch có thể “nuôi dưỡng” tức là phục vụ trong cùng một thời điểm tham quan. Theo đó, nghiên cứu đã tiến hành phương pháp phỏng vấn và quan sát hoạt động tham quan của khách du lịch Khu du lịch sinh thái tại Thung Nham.

Áp dụng công thức tính $C_{st} = (A/a) \cdot (T/t) = AT/at$
 Trong đó:

A - Diện tích cho sử dụng hoạt động du lịch tại điểm đến du lịch

a - Tiêu chuẩn diện tích cho 1 du khách theo phân hạng tiêu chuẩn

T - thời gian mở cửa điểm du lịch

t - thời gian dành cho 1 du khách sử dụng.

Kết quả điều tra ghi nhận các chỉ số tại một số điểm đón khách như sau:

- Tại điểm tham quan miệt vườn: Diện tích khoảng 2.000m², diện tích tối thiểu sử dụng cho một khách du lịch là 2m². Thời gian mở cửa khu du lịch là 8 giờ, thời gian tham quan miệt vườn là 2 giờ. Sức tải du lịch tại miệt vườn là: $C_{MV} = (2.000/2) \times (8/2) = 4.000$ người/ngày.

- Tại điểm tham quan vườn hoa: Diện tích 500m², diện tích tối thiểu sử dụng cho một khách du lịch là 2m². Thời gian mở cửa khu du lịch là 8 giờ, thời gian tham quan vườn hoa là 0,5 giờ. Sức tải du lịch tại vườn hoa là: $C_{VH} = (500/2) \times (8/0,5) = 4.000$ người/ngày.

- Tại đền Gối Đai và cây đa di chuyển: Diện tích khoảng 200m², diện tích tối thiểu sử dụng cho một khách du lịch là 2m². Thời gian mở cửa khu du lịch là 8 giờ, thời gian tham quan đền Gối Đai và cây đa di chuyển là 0,25 giờ. Sức tải du lịch tại đền Gối Đai và cây đa di chuyển là: $C_{DG} = (200/2) \times (8/0,25) = 3.200$ người/ngày.

- Thời gian dành cho 1 khách tham quan trong Khu du lịch sinh thái theo quan sát của nhóm nghiên cứu tối đa 1,25 giờ/khách (30 phút tham quan Hang Bụt, 45 phút tham quan vườn chim).

- Tại bến thuyền Hang Bụt, chiều dài đò là 5m. Theo quy định của Công ty Cổ phần dịch vụ Thương mại và Du lịch Doanh Sinh thì khoảng cách đảm bảo an toàn giữa các thuyền là 3m, số lượng khách tối đa ngồi trên thuyền là 6 người. Thời gian tham quan tuyến Hang Bụt 30 phút. Chiều dài tuyến tham quan Hang Bụt là 1.000m.

Vậy sức tải du lịch trên tuyến Hang Bụt là: $C_{HB} = (1.000/8) \times (8/0,5) = 2.000$ chuyến/ngày. Với số người tối đa trên thuyền là 6 người. Suy ra, sức chứa

du lịch tại tuyến Hang Bụt là: $C_{HB} = 2.000 \times 6 = 12.000$ người/ngày.

- Tại bến thuyền vườn chim, chiều dài đò là 7m. Theo quy định của Công ty Cổ phần dịch vụ Thương mại và Du lịch Doanh Sinh thì khoảng cách đảm bảo an toàn giữa các thuyền là 3m, số lượng khách tối đa ngồi trên thuyền là 9 người (Số lượng khách tối đa trên 1 thuyền: Đối với khách Việt Nam là 12 người, khách quốc tế là khoảng 6 người. Vậy lấy trung bình của cả khách quốc tế và Việt Nam là khoảng 9 người/1 thuyền). Thời gian tham quan tuyến vườn chim khoảng 45 phút. Chiều dài tuyến vườn chim là 2.000m.

Vậy sức tải du lịch trên tuyến vườn chim là: $C_{VC} = (A/a) \times (T/t) = (2.000/10) \times (8/0,75) = 2.133$ chuyến/ngày. Với số lượng người tối đa trên thuyền là 9 người. Suy ra, sức chứa du lịch tại tuyến vườn chim là: $C_{VC} = 2133 \times 9 = 19.200$ người/ngày.

- Tuyến đi bộ vườn chim: Chiều dài tuyến đi bộ là 4.000m, khoảng cách tối thiểu giữa các đoàn khách 100m (theo Quyết định số 02/2003/NQ-BTNMT ngày 29/7/2003 của Bộ trưởng Bộ TN&MT về việc ban hành quy chế BVMT trong lĩnh vực du lịch), thời gian mở cửa khu du lịch là 8 giờ, thời gian tham quan là 1 giờ. Sức tải du lịch tại tuyến đi bộ vườn chim là: $C_{DB} = (4.000/100) \times (8/1) = 320$ người/ngày. Mỗi đoàn khách trung bình khoảng 5 người, suy ra $C_{DB} = 320 \times 5 = 1.600$ người/ngày.

Như vậy, theo tính toán sức tải du lịch tại các khu vực tham quan trên thuyền và các điểm tham quan, vui chơi giải trí trên bờ của Khu du lịch sinh thái Thung Nham, cụ thể tại Bảng 2.

Như vậy, từ hiện trạng diện tích, chiều dài tuyến, kích thước đò, khoảng cách từ điểm bán vé đến bến

Bảng 2. Tổng hợp tính toán về sức tải du lịch tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham

	PCC (khách)	A (m ²) (Diện tích sử dụng)	a (m ²)	Thời gian tham quan (t)	Rf (T/t)
Miệt vườn	4.000	2.000	2	2	4
Vườn hoa	4.000	500	2	0,5	16
Đền Gối Đai, cây đa	3.200	200	2	0,25	32
Tuyến Hang Bụt	12.000	1.000	8	0,5	16
Tuyến vườn chim	19.200	2.000	10	0,75	10,67
Tuyến đi bộ vườn chim	1.600	4.000	100	1	8,00
Tổng					44.000

thuyền, lượng khách trên một chuyến đò, thời gian đón tiếp khách và thời gian khách trải nghiệm trên tuyến, sức chịu tải du lịch tối đa tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham là 44.000 người/ngày. Trên thực tế, ngoài tham quan hai tuyến du lịch trên, du khách khi đến với Khu du lịch sinh thái Thung Nham còn có thể tham gia nhiều hoạt động khác như tham quan động Vái Giời, động Tiên Cá, Đảo lửa... cùng các dịch vụ trải nghiệm khác như bơi, tham quan khuôn viên. Do vậy, với số lượng khách đến Khu du lịch sinh thái Thung Nham hiện tại là khoảng gần 12.000 người/khách vào dịp nghỉ lễ 2/9, thì chưa đạt đến ngưỡng chịu tải du lịch tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham.

Hệ thống nhà vệ sinh, bãi đỗ xe, ki ốt bán hàng

- Hệ thống nhà vệ sinh: Khu du lịch sinh thái Thung Nham có 94 phòng vệ sinh nam - nữ, với tổng số 9 điểm vệ sinh công cộng, được bố trí tại các điểm tập trung khách tham quan như gần khu vực bến thuyền, gần khu vui chơi. Bên cạnh đó, khu vực phòng nghỉ, nhà sàn cộng đồng đều có nhà vệ sinh khép kín. Các nhà vệ sinh này được trang bị các thiết bị vệ sinh đảm bảo phục vụ nhu cầu của khách du lịch tham quan. Do đó, hệ thống nhà vệ sinh hiện đã đáp ứng được nhu cầu của du khách.

- Hệ thống điểm bán hàng: Khu du lịch có 8 điểm bán hàng tại Bến xe, Hang Bụt, Cầu Hoa, nhà trưng bày, miệt vườn, bến thuyền, vườn chim, Đảo hoa; 1 tiệm cho thuê trang phục; 6 vị trí công cộng bố trí

Bảng 3. Kết quả phân tích chất lượng môi trường không khí xung quanh

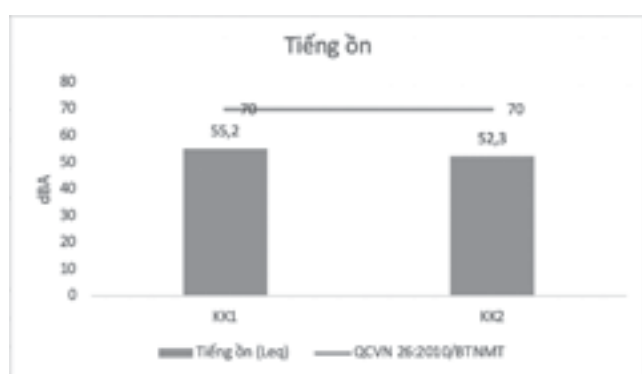
TT	Thông số	Đơn vị	Phương pháp	KK1	KK2	QCVN 05: 2023/ BTNMT (TB 1h)
1	Nhiệt độ	°C	QCVN 46:2012 / BTNMT	27,2	27,1	-
2	Độ ẩm	%	QCVN 46:2012 / BTNMT	83,7	84,5	-
3	CO	µg/m ³	MTX. PT.KK-05	< LOQ (4.500)	< LOQ (4.500)	30.000
4	SO ₂	µg/m ³	TCVN 5971:1995	< LOQ (30)	< LOQ (30)	350
5	Bụi lơ lửng (TSP)	µg/m ³	TCVN 5067:1995	KPH (MDL = 15)	KPH (MDL = 15)	300
6	Tiếng ồn (Leq)	dBA	TCVN 7878 -2:2010	55,2	52,3	70

cây bán hàng tự động để phục vụ nhu cầu của khách hàng. Việc bố trí các điểm bán hàng trong Khu du lịch hiện đang phù hợp và đáp ứng các nhu cầu của khách du lịch.

- Hệ thống bãi đỗ xe: Khu du lịch có 1 bãi đỗ xe tập trung với diện tích khoảng 5.000m², áp dụng cho tiêu chuẩn Việt Nam, diện tích tối thiểu cho 1 ô tô là 25m²/xe con (4-7 chỗ ngồi). Do vậy, với diện tích hiện tại chứa được tối đa 200 xe ô tô con dựa trên công thức tính ($C_{bx} = S_t / S_{tc}$), trong đó: C_{bx} - Sức chứa bãi xe, S_t - Tổng diện tích bãi xe, S_{tc} - Diện tích tiêu chuẩn cho xe con. Đối với xe 29 và 45 chỗ sức chứa tối đa khoảng 100-150 xe. Trên thực tế, các ngày lễ, tết cao điểm tăng cường khu vực đỗ xe dọc tuyến từ cổng bán vé số 1 vào cổng 2 với chiều dài 2 km, do đó hiện tại sức chứa của bãi xe Khu du lịch sinh thái Thung Nham đảm bảo cho hoạt động du lịch và có thể đảm bảo sức tải về sức chứa. Tuy nhiên, với tình trạng bị nghẽn cục bộ tại điểm phân luồng khách, Khu du lịch cần có kế hoạch phân luồng, quay đầu xe phù hợp hơn.

Nhóm nghiên cứu đã tiến hành phương pháp quan trắc và tính toán sức chịu tải về môi trường trong Khu du lịch sinh thái Thung Nham. Để quan trắc chỉ số về chất lượng không khí, 2 mẫu không khí đã được tại khu vực vườn chim Thung Nham và tại khu vực bến thuyền đi vườn chim. Các kết quả được so sánh và đối chiếu với quy chuẩn 05:2023/BTMT về chất lượng không khí. Kết quả quan trắc chất lượng không khí tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham, cụ thể tại Bảng 3.

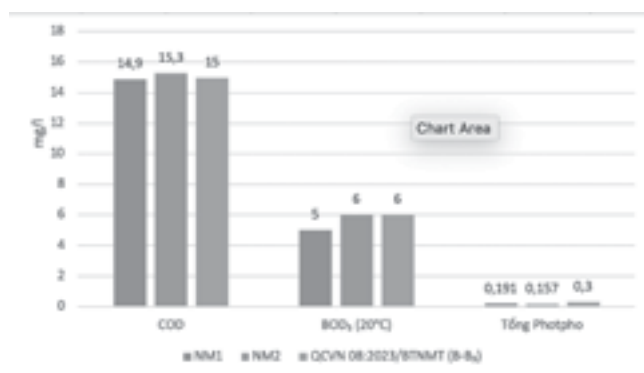
Như vậy, qua kết quả quan trắc cho thấy nồng độ các chất ô nhiễm không khí tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham (Mẫu KK1, KK2) không vượt quá QCVN 05:2023/BTNMT (TB 1h): Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh - Trung bình 1 giờ. Ngoài ra, nhóm nghiên cứu đã thực hiện lấy mẫu quan trắc về chỉ số nước mặt tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham. Các mẫu nước mặt được



▲ Hình 1. Đồ thị biểu thị kết quả giá trị thông số của không khí xung quanh tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham so sánh với quy chuẩn

Bảng 4. Kết quả phân tích chất lượng môi trường nước mặt

TT	Thông số	Đơn vị	Phương pháp	NM1	NM2	QCVN 08:2023/BTNMT (B-B ₃)
1	Nhiệt độ	-	TCVN 6492:2011	25,2	26,1	-
2	pH	mg/L	TCVN6001-1:2008	7,42	7,52	6,0-8,5
3	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/L	TCVN 6625:2000	15,5	< LOQ (16)	≤ 15
4	Oxy hòa tan (DO)	mg/L	MTX.QTHT-N-08	4,6	4,5	≥ 5,0
5	COD	mg/L	TCVN 6179-1:1996	14,9	15,3	≤ 15
6	BOD ₅ (20°C)	mg/L	TCVN 6637:2000	5	6	≤ 6
7	Amoni (NH ₄ ⁺ tính theo N)	mg/L	SMEWW 4500-NO3-E:2017	0,15	0,17	0,3
8	Tổng Nitơ	mg/L	TCVN 6202:2008	< LOQ (3)	< LOQ (4,5)	≤ 1,5
9	Tổng Photpho	mg/L	SMEWW 5520B&F:2017	0,191	0,157	≤ 0,3
10	Coliform	mg/L	TCVN 6622-1:2009	2.400	2.800	≤ 5.000
11	Nitrat (NO ₃ ⁻ tính theo N)	MPN/100ml	TCVN 6187-2:1996	0,338	0,314	-



▲ Hình 2. Đồ thị so sánh chất lượng nước mặt tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham với quy chuẩn

lấy tại khu vực bến thuyền và khu vực tiếp nhận nước thải vườn chim Thung Nham. Các kết quả quan trắc được so sánh với quy chuẩn QCVN 08:2023/BTNMT về chất lượng nước mặt.

Qua phân tích các chỉ số về môi trường trong Khu du lịch Thung Nham, chỉ số không khí vẫn đảm bảo và phù hợp với các quy chuẩn của Việt Nam, điều này thể hiện rằng các hoạt động của du lịch ít tác động đến môi trường trong vùng lõi di sản bao gồm các tác động tiếng ồn đến sinh cảnh, động vật, con người...

Về chỉ số nước mặt trong Khu du lịch sinh thái Thung Nham với 11 chỉ số trong đó các chỉ số về nhiệt độ, độ pH, BOD₅, Amoni, tổng Photpho, Coliform, Nitrat, đều trong ngưỡng cho phép theo tiêu chuẩn QCVN 08:2023/BTNMT của Việt Nam. Tuy nhiên, một số chỉ số TSS, DO, COD, Tổng N gần đến mức chạm ngưỡng hoặc vượt quá tiêu chuẩn không nhiều. Dựa trên kết quả quan trắc, thời điểm quan trắc và các hoạt động đang diễn ra trong Khu du lịch sinh

thái Thung Nham, việc chạm giới hạn cho phép của một số chỉ tiêu có thể do nguyên nhân sau:

- Về chỉ số Tổng N tăng nhưng không quá cao do nhiều nguyên nhân, trong đó có thể xuất phát từ hiện tượng gia tăng phát tán nguồn phân chim và các loại tảo, rong rêu trong nước tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham. Một phần, khu vực vườn chim có tải lượng chất thải từ chim lớn, gây nên sự suy giảm lượng oxy trong nước, dẫn đến việc có thể ảnh hưởng đến hiện tượng các loài động vật dưới nước như nước có mùi hôi, tanh... Tuy nhiên mặt khác, điều này minh chứng môi trường sống của các loài chim đang được bảo vệ tốt và số lượng ngày càng tăng theo thời gian.

Để khắc phục vấn đề này, Khu du lịch sinh thái Thung Nham đã sử dụng biện pháp sinh học sử dụng bèo hoa dâu để hấp thụ và xử lý một phần phân chim, tuy nhiên diện tích có thể chưa đủ lớn. Vì vậy, trong thời gian tới Khu du lịch có thể áp dụng các biện pháp sinh học trong cải thiện nguồn nước như xử lý nitrat hóa, khơi thông thoáng nguồn nước, dọn dẹp rong rêu... tạo điều kiện cho các loài sinh vật dưới nước phát triển, từ đó nồng độ N trong nước sẽ giảm và phù hợp với ngưỡng cho phép. Bên cạnh đó, trồng thêm các loài cây chịu nước như cây trầm để làm nơi cư ngụ cho chim, bổ sung bèo hoa dâu tại khu vực vườn chim nhằm xử lý tại chỗ phần nào nguồn phân thải từ chim.

- Về chỉ số DO, COD, TSS trong nước chạm ngưỡng cho phép có thể xuất phát nguyên nhân từ việc gia tăng của bùn đất trong nước, hiện tượng các sinh vật chết trong nước... dẫn đến chỉ số DO, COD, TSS tăng lên gây nên một số hiện tượng như thiếu oxy trong nước, nước có mùi hôi, hoặc bị đục. Nguyên

nhân chính có thể do thời tiết vì trước thời điểm lấy mẫu 1 ngày trời mưa rất to dẫn đến lớp bùn đất tại khu vực đồi núi xung quanh bị rửa trôi, xói mòn dẫn đến hiện tượng trên, đồng thời sông Bến Đàng lưu thông trong Khu du lịch sinh thái Thung Nham. Vì vậy, các chỉ tiêu trên tuy chạm ngưỡng nhưng không đáng ngại và không phải phát sinh từ hoạt động du lịch trong Khu du lịch sinh thái Thung Nham.

4. Khuyến nghị giải pháp và kết luận

4.1. Khuyến nghị giải pháp

- *Giải pháp về BVMT:* Khuyến khích, hỗ trợ các doanh nghiệp sử dụng năng lượng sạch, năng lượng tái tạo như năng lượng mặt trời, năng lượng gió, sử dụng công nghệ sạch... để giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Xây dựng chế tài xử phạt về môi trường dành cho du khách và người lao động tại các doanh nghiệp. Kiểm soát các công tác về xử lý nước thải nhằm đảm bảo xử lý nước thải trước khi thải ra môi trường. Kiểm soát rò rỉ và chất thải, đảm bảo rằng không có chất thải nguy hại hoặc rò rỉ từ các nguồn khác nhau như trang trại, cơ sở công nghiệp, hoặc công trình xây dựng ảnh hưởng tới khu du lịch. Bên cạnh đó, các biện pháp kiểm soát rò rỉ và quản lý chất thải cần được thực hiện.

- *Giải pháp về cơ sở hạ tầng và vật chất kỹ thuật du lịch:* Nâng cấp bãi đỗ xe, trạm đón tiếp khách rộng hơn và quy hoạch lại không gian bên trong, bao gồm quầy dịch vụ, quầy ăn uống, quầy thông tin... để đáp ứng nhu cầu du khách và giảm thiểu ùn tắc ở không gian ngoài trời vào những mùa cao điểm. Xây dựng phương án vận chuyển khách bằng xe điện, các phương tiện thân thiện môi trường kết nối với bãi đỗ xe vào khu du lịch để giảm ùn tắc của các phương tiện giao thông cục bộ đến khu du lịch tại các trục đường chính tại thôn Hải Nham. Nâng cấp hệ thống cấp thoát nước nhằm hạn chế tình trạng ngập cục bộ vào mùa mưa, đặc biệt tại khu vực miệt vườn và những nơi đất trũng.

- *Giải pháp về tăng cường năng lực quản lý bền vững du lịch phù hợp với sức tải du lịch:* Xây dựng phương án, kế hoạch BVMT và hệ sinh thái bằng cách thường xuyên theo dõi, đánh giá tác động môi trường của dự án, chú ý đến khả năng chịu tải của khu du lịch, tránh gây tiếng ồn làm ảnh hưởng đến đời sống của các loài động, thực vật trên cạn cũng như thủy sinh trong khu vực. Xây dựng các phương án về phân luồng khách du lịch đối với các thời gian cục bộ đông khách đến khu du lịch. Phương án phân luồng giao thông, kết hợp vận chuyển khách nhằm giảm áp lực đến giao thông trong khu vực, sử dụng các phương tiện vận chuyển khách du lịch thân thiện với môi trường. Xây dựng các phương án, kế hoạch trong quản lý rác thải, chất thải từ du lịch, kiểm soát,

theo dõi chặt chẽ trong quá trình kinh doanh du lịch. Tiến hành theo dõi các chỉ số về nước, không khí... báo cáo kết quả cho các cơ quan chức năng.

- *Giải pháp giám sát và đánh giá hoạt động du lịch:* Tăng cường phối hợp liên kết giữa doanh nghiệp quản lý khu du lịch với các cơ quan quản lý nhà nước về môi trường tỉnh Ninh Bình trong thiết lập và vận hành hệ thống quan trắc môi trường định kỳ tại Thung Nham. Định kỳ hàng năm, khu du lịch phối hợp với cơ quan quản lý địa phương xây dựng báo cáo kết quả hoạt động du lịch để trình cơ quan có thẩm quyền xem xét. Tăng cường thêm kênh đối thoại với du khách bằng cách bổ sung hòm thư góp ý online và hòm thư góp ý trực tiếp tại khu vực bán vé/dịch vụ hướng dẫn để thu thập ý kiến đóng góp, từ đó nâng cao chất lượng dịch vụ. Cần thiết kế và triển khai chương trình giám sát thường xuyên hoặc đột xuất để theo dõi hoạt động du lịch cũng như BVMT nước, không khí tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham. Các biện pháp này giúp nắm bắt thông tin và dữ liệu về chất lượng nước để đưa ra quyết định và điều chỉnh khi cần thiết.

4.2. Kết luận

Khu du lịch sinh thái Thung Nham là khu du lịch được đầu tư bài bản khai thác du lịch dựa trên các nguyên tắc bảo tồn thiên nhiên của vùng lõi di sản. Các hoạt động du lịch được doanh nghiệp đầu tư kinh doanh và quản lý chặt chẽ, hài hòa giữa các lợi ích về kinh tế và bảo tồn, lợi ích của doanh nghiệp và cộng đồng địa phương. Đánh giá về sức chịu tải du lịch cho thấy nằm trong giới hạn cho phép và số lượng khách như hiện tại là trong ngưỡng chấp nhận được. Về môi trường, một số chỉ số các chất trong môi trường nước chạm ngưỡng cho phép, tuy nhiên các chỉ số này xuất phát từ nhiều nguyên nhân khách quan từ môi trường tự nhiên và tại thời điểm quan trắc. Mặt khác, việc quản lý môi trường luôn được chính quyền địa phương, doanh nghiệp tuân thủ và thực hiện theo các quy định của luật pháp. Đồng thời, trong thời gian tới, chính quyền địa phương và doanh nghiệp cũng cần xây dựng giải pháp cụ thể trong việc quản lý, BVMT, giảm thiểu các rủi ro gây ô nhiễm môi trường trong Khu du lịch sinh thái Thung Nham và vùng lõi di sản. Nghiên cứu về sức tải du lịch tại Khu du lịch sinh thái Thung Nham bước đầu đã đánh giá được sức tải vật lý và sức tải môi trường tại Khu du lịch này. Tuy nhiên, việc áp dụng các phương pháp, kỹ thuật trong đánh giá sức tải du lịch như sức tải về xã hội, sức tải tâm lý... của cư dân địa phương và khách du lịch chưa được thực hiện, do vậy từ nghiên cứu này mở ra hướng nghiên cứu mới và cần thiết trong thực hiện các nghiên cứu về sức tải du lịch đối với các điểm đến du lịch ở Việt Nam ■



TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Amalina, A. (2018). *Capacity Management and Tourism Distribution Channels: The Case of the Brazilian National Park of Fernando de Noronha, a World Heritage Site*, *Journal of Park and Recreation Administration*, 36(3):63-81. doi: 10.18666/JPra-2018-V36-I3-8341.
2. Báo cáo kinh doanh của Công ty CPDV&TMDL Doanh Sinh, 2023.
3. Bendewald, M. & Zhai, Z.Q. (2013) *Using Carrying Capacity as a Baseline for Building Sustainability Assessment*. *Habitat International*, 37, 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2011.12.021>.
4. Boniface, B. G., & Cooper, C. (1994). *The Geography of Travel and Tourism*. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd.
5. Catton, W., (1986). *Carrying Capacity and the Limits to Freedom*. Paper Prepared for Social Ecology Session 1. XI World Congress of Sociology, New Delhi, India.
6. Ceballos-Lascuráin, H. (1996). *Tourism, ecotourism, and protected areas: the state of nature-based tourism around the world and guidelines for its development*. IV World Congress on National Parks and Protected Areas, IUCN, Protected Areas Programme.
7. Chamberlain K. (1997). *Carrying capacity, UNEP Industry and Environment 8 (January-June 1997)*, UNEP, Paris.
8. Cifuentes A. M. (1992). *Determinacion de Capacidad de Carge Turistica en Areas Protegidas CATIE*. Turrialba, Costa Rica.
9. Clark J. (1997). *Coastal Zone Management Handbook*. Lewis Publishers, Boca Raton.
10. Coccossis, H., & Parpairis, A. (1992). *Tourism and the Environment: Some Observations on the Concept of Carrying Capacity*. In *Tourism and the Environment* (Eds. Briassoulis, H., and Van Der Straaten, J.). (2nd ed., 1992). New York: Kluwer.
11. Davlatova, O. (2022). *Pilgrimage tourism in the world economy: features and development tendencies*. *Builders Of The Future*, 2(02), 189-194. <https://doi.org/10.37547/builders-v2-i2-28>.
12. Dhondt, A. A. (1988). *Carrying capacity: A confusing concept*. *Acta Oecologica*, 9, 337-346.
13. Fragkoy, D. & Sinou, M. (2022). *The environmental impact of tourism and their effect on the cultural heritage*, 16th International Conference on Environmental Science and Technology, Rhodes, Greece, 4 to 7 September 2019. doi: 10.30955/gnc2019.00317.
14. Hens, L. (1998), *Tourism and Environment*, M.Sc. Course, Free University of Brussel, Belgium.
15. McIntyre, G. (1993). *Sustainable Tourism Development: Guide for Local Planners*, World Tourism Organization, Madrid.
16. Papageorgiou, K. & Brotherton, I. (1999). *A Management Planning Framework Based on Eco logical, Perceptual and Economic Carrying Capacity: The Case of Vicos-Aoos National Park, Greece*, *Journal of Environmental Management*, 56(2): 71-284.
17. Pearce, D. (1989). *Tourist Development*. Wiley, New York.
18. Santos PLA, Brilha J. (2023). *Areview on tourism carrying capacity assessment and a proposal for its application on geological sites*. *Geoheritage* 15(2). DOI: 10.1007/s12371-023-00810-3.
19. Sharma, R. (2023). *Reinforcing Tourism Carrying Capacity Assessments*. *Advances in hospitality, tourism and the services industry (AHTSI) book series*, 185-211. doi: 10.4018/978-1-6684-6796-1.ch008.
20. Sở NN&PTNT (2015), *Báo cáo Quy hoạch Bảo tồn và Phát triển rừng bền vững các khu rừng đặc dụng tỉnh Ninh Bình quân lý đến năm 2020*, Ninh Bình.

NGHIÊN CỨU HOẠT TÍNH SINH HỌC CỦA VI NẤM NỘI SINH TRÊN CÂY THẠCH TÙNG JAVANICA (*HUPERZIA JAVANICA*)

TRINH THỊ THU HÀ¹, PHẠM THANH HÀ¹,
HOÀNG THỊ YẾN¹, LÊ THỊ MINH THÀNH^{1*}

¹Viện Công nghệ sinh học,
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Tóm tắt:

Việc ứng dụng các chủng vi sinh vật (VSV) hữu ích cũng như các sản phẩm thứ cấp của chúng trong chuỗi sản xuất chăn nuôi, trồng trọt, công nghiệp thực phẩm tuần hoàn, xanh-bền vững đang được phát triển rộng rãi. Nghiên cứu này nhằm mục đích tuyển chọn được các chủng nấm nội sinh trên cây Thạch tùng javanica Việt Nam có khả năng sinh đa enzym ngoại bào và đa kháng các VSV gây bệnh bằng phương pháp xác định khả năng sinh enzym ngoại bào của các chủng vi nấm và khuếch tán trên đĩa thạch. Kết quả cho thấy, 9 chủng nghiên cứu đều có khả năng sinh từ 1-5 loại enzym và ức chế từ 1-5 loài VSV gây bệnh với hoạt tính tiềm năng; 2 chủng TLC11 và TLC9 sinh 4÷5 enzym (cellulase, lipase, protease, phosphatase, β -galactosidase) với đường kính vòng thủy phân cao nhất 22÷25 mm (protease) và 20÷23 mm (lipase); chủng TLC13 ức chế cả 5 chủng VSV kiểm định (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albican*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*) với hoạt tính cao nhất với 3 loài *B. cereus* (24±1,2 mm), *P. aeruginosa* (26±1,1 mm) và *C. albican* (36±1,5 mm); 2 chủng TLC10 và TLC19 kháng 4/5 VSV kiểm định ngoại trừ *S. aureus* (TLC10) và *E. coli* (TLC19). Các chủng này sẽ là nguồn nguyên liệu tiềm năng trong các nghiên cứu sâu hơn nhằm hướng tới có thể ứng dụng xa hơn trong các lĩnh vực sản xuất nông - công - ngư nghiệp bền vững.

Từ khóa: *Hoạt tính sinh học, Thạch tùng javanica, vi nấm nội sinh, enzym ngoại bào, đối kháng vi sinh vật.*

Ngày nhận bài: 14/3/2024; Ngày sửa chữa: 2/4/2024;
Ngày duyệt đăng: 12/4/2024.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, nền kinh tế tuần hoàn cũng như nền kinh tế xanh, tăng trưởng xanh là mô hình kinh tế hướng tới sử dụng hiệu quả, tiết kiệm tài nguyên, tái chế chất thải góp phần mang lại hiệu quả kinh tế và bền vững môi

Biological activity research of endophytic fungi on *Huperzia javanica* plant with application orientation in the circular economy

Abstract:

The application of beneficial microorganisms as well as their secondary products in the livestock, agriculture, and food industry supply chains for sustainable green production is a developing trend. The research direction of selecting multi-activity strains to enhance the effectiveness of practical applications has been receiving attention. This study aims to select endophytic fungal strains on *Huperzia javanica* plant in Vietnam that have the ability to produce multi-extracellular enzymes and multi-resistance to pathogenic microorganisms by determining enzyme activity and testing antimicrobial activity. The results showed the following: (1) All 9 strains have the ability to produce 1 to 5 types of enzymes and inhibit 1 to 5 pathogenic microorganisms with potential activities; Strains TLC11 and TLC9 produce 4÷5 enzymes (cellulase, lipase, protease, phosphatase and β -galactosidase) with the highest hydrolysis zone diameters of 22÷25 mm (protease) and 20÷23 mm (lipase); (2) Strain TLC13 inhibits all 5 tested microbial strains *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albican*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*) with the highest activity against 3 species *B. cereus* (24±1.2 mm), *P. aeruginosa* (26±1.1 mm) and *C. albican* (36±1.5 mm); Strains TLC10 and TLC19 are resistant against 4/5 tested microorganisms except *S. aureus* (TLC10) and *E. coli* (TLC19). These strains could be a potential sources for further in-depth research aiming to expand their applications in sustainable agriculture, aquaculture, and industry production fields.

Keywords: *Biological activity, Huperzia javanica, endophytic fungi, extracellular enzyme, antimicrobial.*

JEL Classifications: N50, N53, N57, O13.

trường. Kinh tế tuần hoàn được xem là xu thế tất yếu của thời đại và là cuộc cách mạng công nghiệp xanh của thế kỷ 21. Theo đó, phát triển nền nông nghiệp - công nghiệp chế biến xanh, bền vững đang được Chính phủ chú trọng phát triển (Quyết định số 687/QĐ-TTg



ngày 7/6/2022 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Đề án Phát triển kinh tế tuần hoàn ở Việt Nam và Quyết định số 882/QĐ-TTg ngày 22/7/2022 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Kế hoạch hành động quốc gia về tăng trưởng xanh giai đoạn 2021-2030). Việc ứng dụng các chủng VSV hữu ích (vi khuẩn, vi nấm, xạ khuẩn, nấm men...) cũng như các sản phẩm thứ cấp của chúng trong chuỗi sản xuất chăn nuôi, trồng trọt và công nghiệp chế biến thực phẩm tuần hoàn, xanh, bền vững là hướng ứng dụng đang được phát triển rộng rãi (nâng cao sức khỏe, năng suất, chất lượng cây trồng, vật nuôi, sản phẩm sau thu hoạch; xử lý nước-chất thải, phế phụ phẩm nông - công nghiệp thành các sản phẩm hữu ích như phân bón, thức ăn chăn nuôi, vật liệu tự nhiên, nước tưới tiêu...). Trong đó, các chủng VSV có khả năng sinh tổng hợp các enzym ngoại bào (xellulose, proteinase, lipase, amylase...) và kháng vi khuẩn gây bệnh (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*...) như vi khuẩn *Bacillus subtilis*, *B. megaterium*, *Lactobacillus casei*, *L. plantarum*, *Rhodopseudomonas*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Enterobacter*...; xạ khuẩn *Streptomyces*, *Actinomyces*...; vi nấm *Trichoderma harzianum*, *Aspergillus tubingensis*... đã được sử dụng phổ biến nhằm thay thế, giảm thiểu lượng thức ăn, phân bón, thuốc kháng sinh và các chất hóa học khác (Sindhu và cs, 2018; Inamuddin và cs, 2022).

Tuy nhiên, để tăng cường hiệu quả ứng dụng trong thực tế thì việc nghiên cứu tuyển chọn các chủng đa hoạt tính là cần thiết. Vi nấm nội sinh (VNNS) thực vật (đặc biệt là ở cây thảo dược) đại diện cho một trong những lựa chọn thay thế đầy tiềm năng vì chúng đã chứng tỏ được hiệu quả cao trong việc sản xuất các chất chuyển hóa có hoạt tính sinh học mới, không chỉ có đặc tính kháng khuẩn mà còn có hoạt tính sinh học khác trên phạm vi rộng. Các loài này sống trong các mô và cơ quan khác nhau của cây khỏe mạnh ở một giai đoạn nhất định hoặc tất cả các giai đoạn trong vòng đời của chúng, ngoài khả năng có thể sinh tổng hợp các hợp chất có hoạt tính sinh học tương ứng cây chủ, chúng còn có thể sinh các chất có hoạt tính khác (enzyme, chất kháng khuẩn, protein, alcaloit, polyketit...) có tác dụng giúp cây chủ tăng sinh trưởng, ức chế bệnh tật, chống chịu mặn - hạn hán - nhiệt độ cũng như có thể ứng dụng trong các ngành công nghiệp thực phẩm, nông - ngư nghiệp, môi trường và dược phẩm (Daniel và cs, 2022; Fatima và cs, 2022; Cripwell và cs, 2021; Lu và cs, 2021; Jouda và cs, 2014).

Thạch tùng javanica (*H. javanica*) là loài cây dược liệu quý (hiện đang trong diện bảo tồn) thuộc họ Thông đất (*Lycopodiaceae*) được biết đến trong hỗ trợ điều trị một số bệnh về thần kinh, phong tê thấp, viêm gan, tiêu chảy... *H. javanica* ưa ẩm và bóng mát, mọc trên đất ẩm có tầng dày và nhiều mùn, ở độ cao 1.000-

1.500m; phân bố ở Trung Quốc, Ấn Độ, Nhật Bản và Việt Nam (Sun và cs, 2015). Đã có nhiều công bố nghiên cứu về hoạt tính sinh học của các chủng VNNS ở các cây dược liệu khác, tuy nhiên, các nghiên cứu trên cây *H. javanica* hầu như chưa có. Nghiên cứu này tập trung vào việc khảo sát, tuyển chọn các chủng VNNS cây Thạch tùng javanica Việt Nam có khả năng sinh đa enzym và đa kháng VSV gây bệnh với mục tiêu hướng tới các nghiên cứu, khai thác ứng dụng xa hơn trong thực tế sản xuất nông - công - ngư nghiệp - dược phẩm tuần hoàn và bền vững, góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Trong nghiên cứu trước đây, 9 chủng VNNS đã được phân lập và tuyển chọn từ cây Thạch tùng javanica phân bố tại Hà Giang (Việt Nam) có khả năng sinh tổng hợp hoạt chất dược phẩm huperzine (là một alcaloit hỗ trợ trong điều trị bệnh sa sút trí tuệ, đặc biệt là bệnh Alzheimer). Trong nghiên cứu này, các chủng được tiếp tục nghiên cứu sâu hơn về các đặc tính sinh học khác nhằm khảo sát và tuyển chọn được chủng đa sinh tổng hợp enzym và đa kháng VSV gây bệnh hướng tới các ứng dụng khác trong sản xuất nông - công - ngư nghiệp - dược phẩm tuần hoàn và bền vững. Các chủng bao gồm: *Neurospora calospora* TLC9, *N. calospora* TLC10, *N. calospora* TLC11, *Schizophyllum commune* TLC12, *Epicoccum sorghinum* TLC13, *Alternaria tenuissima* TLC14, *Daldinia* sp. TLC19, *Cephalotrichum* sp. TLC20, *Schizophyllum* sp. TLC22. Các chủng VSV kiểm định: *E. coli* (ATCC 25922), *S. aureus* (ATCC 33591), *C. albican* (ATCC 10231), *B. cereus* (ATCC 11778), *P. aeruginosa* (ATCC 27853) do Trung tâm Giống và Bảo tồn nguồn gen VSV, Viện Công nghệ sinh học cung cấp.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp xác định khả năng sinh enzym ngoại bào của các chủng vi nấm

Xác định khả năng sinh amylase

Các chủng vi nấm được nuôi trên môi trường dịch thể PDB ở 28°C trong 5-7 ngày. Chuẩn bị đĩa môi trường cơ chất chứa agar 20 g/l có bổ sung 1% tinh bột, khoan các giếng có đường kính 8 mm, mỗi giếng bổ sung 100 µl dịch ngoại bào vi nấm. Đối chứng âm là môi trường PDB không nuôi cấy vi nấm. Giữ đĩa ở 4°C qua đêm cho enzym khuếch tán vào môi trường. Ủ tiếp ở 37°C trong khoảng 24 giờ để enzym hoạt động. Hoạt độ tương đối của enzym được xác định dựa trên hiệu số D-d (mm). Trong đó D là đường kính vòng phân giải (mm), d là đường kính lỗ thạch (mm). D-d > 25 mm: hoạt tính enzym rất mạnh; D-d = 20-25 mm: hoạt tính enzym mạnh; D-d = 10-20 mm: hoạt tính enzym trung

bình; D-d < 10 mm: hoạt tính enzym yếu. Thí nghiệm lặp lại 3 lần.

Xác định khả năng sinh protease, xellulase, lipase và phosphatase

Tiến hành tương tự phương pháp xác định khả năng sinh amylase của các chủng vi nấm với môi trường cơ chất bổ sung 1% casein, carboxyl methyl cellulose (CMC), Tributylin và $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ để xác định khả năng sinh các enzym tương ứng protease, xellulase, lipase và phosphatase.

Xác định hoạt tính enzym β -galactosidase

X-gal hòa trong dimethyl sulphoxide đạt nồng độ 20 $\mu\text{g}/\text{mL}$, bảo quản trong tối ở -20°C . Môi trường PDA sau khi hấp vô trùng được đổ đĩa, sau đó gạt đều 50 μl chỉ thị X-gal trên bề mặt môi trường PDA thạch đĩa. Cấy chấm điểm các chủng VNNS trên môi trường thạch đĩa có chỉ thị X-gal. Nuôi ở tủ ấm 28°C trong 3-10 ngày, các chủng nấm nội sinh tạo màu xanh da trời trên đĩa chỉ thị là các chủng có khả năng sinh tổng hợp enzym β -galactosidase. Thí nghiệm lặp lại 3 lần.

2.2.2. Phương pháp khuếch tán trên đĩa thạch

Hoạt tính kháng VSV kiểm định được xác định theo phương pháp khuếch tán trên đĩa thạch. Các chủng vi nấm nghiên cứu được nuôi lắc trong môi trường PDB 5-7 ngày, thu dịch chiết nấm. Nhỏ 100 μl dịch chiết nấm vào mỗi giếng được tạo trên đĩa môi trường LBA đã được cấy chủng VSV kiểm định. Giếng nhỏ môi trường PDB được sử dụng làm đối chứng âm, đối chứng dương là giếng nhỏ kháng sinh ampicillin nồng độ 1 mg/ml. Đĩa được giữ ở 4°C trong 2-4 giờ để enzym khuếch tán vào môi trường, sau đó ủ đĩa ở 37°C trong 24 giờ. Hoạt tính kháng khuẩn được xác định bằng đường kính của vòng vô khuẩn D-d (mm), trong đó: D là đường kính vòng vô khuẩn, d là đường kính giếng. Thí nghiệm lặp lại 3 lần.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Khả năng sinh enzym của các chủng VNNS

9 chủng VNNS được thử nghiệm khả năng sinh 6 enzym ngoại bào, bao gồm cellulose, lipase, protease, amylase, phosphatase và β -galactosidase.

Khả năng sinh enzym ngoại bào của 9 chủng vi nấm nghiên cứu được thể hiện trong Bảng 1, Hình 1 và Hình 2 cho thấy, tất cả 9 chủng đều có khả năng sinh từ 1 đến 5 loại enzym thử nghiệm; trong đó, số chủng có khả năng sinh lipase và protease chiếm tỷ lệ cao nhất với 7 chủng (77,77%), tiếp đến là số chủng sinh cellulose (6 chủng; 66,66%), số chủng sinh phosphatase chiếm tỷ lệ 33,33% (3 chủng), 2 chủng sinh β -galactosidase (tỷ lệ 22,22%) và chỉ duy nhất 1 chủng TLC10 sinh amylase (11,11%) với hoạt tính thấp. Trong số các enzym do các chủng nghiên cứu sinh ra, protease là hoạt tính được thể hiện mạnh nhất ở các chủng nấm, 3 chủng (TLC9, TLC11 và TLC12) có đường kính vòng thủy phân từ 20÷25 mm, 4 chủng (TLC13, TLC14, TLC20 và TLC22) đường kính vòng thủy phân trên 25 mm. Trong 7 chủng sinh lipase, 6 chủng (TLC9, TLC10, TLC11, TLC14, TLC19 và TLC22) có hoạt tính lipase mạnh (đường kính vòng thủy phân từ 20÷25 mm).

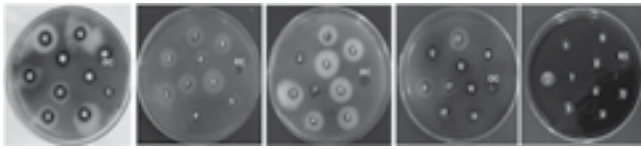
Khi nuôi vi nấm trên môi trường có chất chỉ thị X-gal, các chủng bắt màu xanh cho thấy có khả năng sinh β -galactosidase. Chủng có thời gian bắt màu nhanh, có màu đậm sẽ có khả năng sinh β -galactosidase cao hơn. Trong 3 chủng có hoạt tính sinh β -galactosidase, chủng TLC14 có khuẩn lạc chuyển màu xanh trong thời gian hình thành khuẩn lạc rất ngắn (sau 2 ngày nuôi cấy), khả năng bắt màu mạnh chứng tỏ có khả năng sinh β -galactosidase cao. Trong khi đó 2 chủng còn lại (TLC11 và TLC20) khuẩn lạc chuyển màu xanh chậm hơn (sau 3 ngày nuôi cấy) và độ bắt màu của các khuẩn lạc không đồng đều nên có thể có khả năng sinh β -galactosidase không cao.

Bảng 1. Khả năng sinh enzym của các chủng vi nấm nghiên cứu

TT	Chủng	Hoạt tính enzym (mm)					
		Cellulase	Lipase	Protease	Phosphatase	Amylase	β -galactosidase
1	TLC9	12±0,9	20±1,4	25±1,5	8±0,7	-	-
2	TLC10	4±0,6	23±1,2	-	-	5±0,6	-
3	TLC11	9±0,8	23±1,1	22±1,2	6±0,5	-	+
4	TLC12	7±0,5	-	22,5±1,2	-	-	-
5	TLC13	-	-	31±1,6	-	-	-
6	TLC14	-	28±1,7	32±1,5	-	-	+
7	TLC19	3±0,3	25±1,5	-	3±0,3	-	-
8	TLC20	-	10±0,9	34±1,7	-	-	+
9	TLC22	11±0,9	24,5±1,2	28±1,3	-	-	-
10	ĐC (-)	-	-	-	-	-	-



▲ Hình 1. Các chủng nấm có khả năng sinh β -galactosidase



▲ Hình 2. Khả năng sinh tổng hợp enzym của các chủng vi nấm (1. TLC9, 2. TLC10, 3. TLC11, 4. TLC12, 5. TLC13, 6. TLC14, 7. TLC19, 8. TLC20, 9. TLC22, ĐC (-): đối chứng âm)

Trong 6 enzym thử nghiệm, chủng TLC11 cho khả năng sinh 5/6 loại ngoại trừ enzym amylase; tiếp theo là chủng TLC9 sinh 4/5 loại enzym; 4 chủng sinh 3 loại enzym là TLC10, TLC19, TLC20 và TLC22 và chủng TLC13 duy nhất chỉ sinh mạnh 1 loại enzym protease với vòng hoạt lực $31 \pm 1,6$ mm. Đáng chú ý, 3 chủng TLC9, TLC10 và TLC11 cùng là loài *N. calospora* nhưng cho khả năng sinh enzym khác nhau.

Theo các nghiên cứu trước đây, enzym là chất xúc tác sinh học hơn 5.000 loại phản ứng hóa sinh giúp thúc đẩy quá trình trao đổi chất trong tế bào xảy ra nhanh. Quá trình chuyển hóa của VSV sản sinh ra các loại enzym khác nhau và là nguồn thu lớn của các enzym tự nhiên. Protease là một trong 3 nhóm enzym công nghiệp lớn nhất, chiếm khoảng 60% tổng doanh số enzym toàn cầu; hàng trăm protease đã được thương mại hóa và sử dụng trong chất tẩy rửa, chế biến thực phẩm, phụ gia thức ăn chăn nuôi, chế biến da, xử lý chất thải, dược lý và sản xuất thuốc (Sindhu và cs, 2018). Cellulase là enzym quan trọng cả trong công nghiệp và tự nhiên, đóng vai trò chính trong chu trình các-bon toàn cầu. Quá trình thủy phân bằng cellulase có thể phục vụ mục đích “kép”: giảm chất thải thực vật, chuyển đổi sinh học thành nhiên liệu và thu hẹp sự phụ thuộc ngày càng tăng vào hóa thạch nhiên liệu, sử dụng trong công nghiệp bột giấy, thực phẩm, rượu vang... Một số VNNS sinh cellulose như *Pestalotiopsis* sp., *Microsphaeropsis* sp., *Sclerocystis* sp., *Cephalosporium* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus* sp., *Penicillium chrysogenum*, *Xylaria* sp... đã được phân lập từ các cây *Acanthus ilicifolius*, *Zea mays*, *Sabina chinensis*, *Taxus chinensis*, *Keteleeria evelyniana*, *Pinus massoniana*... (Fatima và cs, 2022; Sindhu và cs, 2018). Amylase là enzym thủy phân liên kết alpha của các polysaccharide tạo glucose và maltose; được ứng dụng trong thực phẩm, đồ uống, y tế và được sản xuất tự nhiên bởi nhiều loài nấm khác

nhau; trong đó có các loài VNNS *P. microspore*, *A. oryzae* và *P. chrysogenum* trong các cây *Rhizophora mucronata*, *Avicennia ofcinalis*, *A. marina* và *Asclepias sinaica* (Fatima và cs, 2022; Cripwell và cs, 2021). Lipase là enzym phân hủy chất béo trung tính thành axit béo tự do và glycerol, có ứng dụng lớn trong ngành công nghiệp thực phẩm: làm tăng năng suất chế biến dầu thực vật, tăng hương thơm trong công nghiệp làm bánh và sữa. Nguồn lipase tốt nhất là được khai thác từ nhiều loài nấm như *Rhizopus*, *Mucor*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Humicola*; ngoài ra có các loài VNNS *R. oryzae*, *Cercospora kikuchii*, *Lasiodiplodia theobromae* từ các cây *Tithonia diversifolia* và *Cocos nucifera* (Fatima và cs, 2022; Sindhu và cs, 2018). Khả năng sử dụng phosphate không hòa tan trong đất có thể được cải thiện bằng cách sử dụng enzym phosphatase giúp cây trồng sinh trưởng và phát triển tốt hơn; Fitriyana và Ainy (2019) đã phân lập được chủng VNNS từ rễ cây *R. mucronate* có hoạt tính phosphatase. β -galactosidase là một exoglycosidase có tác dụng thủy phân liên kết β -glycosid được hình thành giữa galactose và phần hữu cơ của nó; β -galactosidase được sử dụng trong các sản phẩm từ sữa như sữa chua, kem chua và một số loại pho mát được xử lý bằng enzym để phân hủy bất kỳ loại đường lactose nào trước khi tiêu thụ cho con người (Eriana và cs, 2000).

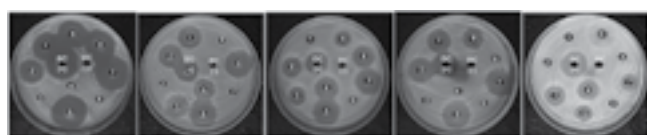
Các kết quả nghiên cứu về các loài VNNS cây *H. javanica* có khả năng sinh các enzym trên là hầu như chưa có công bố. Các kết quả khả quan này cho thấy đây có thể là nguồn nguyên liệu cho các nghiên cứu sâu hơn để có thể thu được hiệu suất cao các enzym tự nhiên nhằm hướng tới các ứng dụng trong sản xuất nông - công - ngư nghiệp bền vững như ứng dụng trong tạo thức ăn chăn nuôi, xử lý phế phụ phẩm nông - công - ngư nghiệp thành phân bón hữu cơ phục vụ trồng trọt và thay thế phân hóa học cải tạo đất...

3.2. Khả năng kháng VSV gây bệnh của các chủng vi nấm nghiên cứu

Đánh giá khả năng kháng VSV gây bệnh của 9 chủng vi nấm nghiên cứu với 5 chủng VSV kiểm định, bao gồm: 2 chủng vi khuẩn gram dương (*B. cereus*, *S. aureus*), 2 chủng vi khuẩn gram âm (*E. coli*, *P. aeruginosa*) và 1 chủng nấm men *C. albicans*. Kết quả thể hiện ở Bảng 2 và Hình 3. cho thấy, 7 chủng nấm (77,77%) có khả năng kháng vi khuẩn *B. cereus*; 6 chủng (66,66%) kháng vi khuẩn *E. coli* cũng như kháng nấm men *C. albicans*; 5 chủng (55,55%) kháng vi khuẩn *P. aeruginosa*; 4 chủng có khả năng kháng *S. aureus*. Các chủng đều có hoạt tính tiềm năng kháng VSV gây bệnh kiểm định có đường kính vùng ức chế dao động từ $9 \pm 0,4$ đến $37 \pm 1,4$ mm. Trong đó, chủng TLC13 có khả năng ức chế cả 5 chủng VSV kiểm định thử nghiệm với hoạt tính gần như cao nhất với 3 loài VSV kiểm định từ $24 \pm 1,2$ mm (*B. cereus*), $26 \pm 1,1$ mm (*P. aeruginosa*)

Bảng 2. Khả năng kháng VSV gây bệnh của các chủng nấm nghiên cứu

TT	Chủng vi nấm	Vùng ức chế sự phát triển của VSV gây bệnh kiểm định (mm)				
		Vi khuẩn G (+)		Vi khuẩn G (-)		Nấm men
		B. cereus	S. aureus	E. coli	P. aeruginosa	C. albican
1	TLC9	-	-	16±0,9	20±1,1	28±1,4
2	TLC10	15±0,5	-	17±0,4	23±0,9	17,5±0,3
3	TLC11	13±0,4	15±0,6	-	-	-
4	TLC12	17±0,5	16±0,7	14±0,4	-	-
5	TLC13	24±1,2	13±0,6	16±0,5	26±1,1	36±1,5
6	TLC14	-	-	26±0,9	-	-
7	TLC19	22±0,9	12±0,3	-	25,5±1,2	37±1,4
8	TLC20	18±0,8	-	25±1,2	-	33±1,3
9	TLC22	9±0,4	-	-	18±0,9	28±1,2
10	ĐC (+)	18±0,8	24±1,1	16±0,5	23±1,2	36±1,3
11	ĐC (-)	-	-	-	-	-



▲ Hình 3. Khả năng kháng VSV gây bệnh kiểm định *C. albican*, *E. coli*, *B. cereus*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* của các chủng nấm (1. TLC9, 2. TLC10, 3. TLC11, 4. TLC12, 5. TLC13, 6. TLC14, 7. TLC19, 8. TLC20, 9. TLC22, ĐC (-): đối chứng âm, ĐC (+): đối chứng dương)

và 36±1,5 mm (*C. albican*); 2 chủng TLC10 và TLC19 đều có khả năng kháng 4/5 VSV kiểm định, chủng TLC19 kháng mạnh với *B. cereus*, *P. aeruginosa* và *C. albican*; 4 chủng kháng 3/5 VSV thử nghiệm và chủng chỉ kháng duy nhất 1 loại VSV *E. coli* là chủng TLC14.

Từ lâu, các chất kháng sinh có nguồn gốc từ nấm sợi đã được con người biết đến và ứng dụng hiệu quả trong trị bệnh cho người, vật nuôi, cây trồng. Việc tìm kiếm chất kháng sinh mới có nguồn gốc tự nhiên từ các VSV đang được quan tâm. Theo Balick and Cox, năm 1996, trong 119 loại hợp chất hóa học có ít nhất 90 loại có nguồn gốc từ thực vật, đây là các loại thuốc đang được sử dụng ngày càng nhiều ở các quốc gia. Chủng nấm *Nigrospora sphaerica* URM-6060 phân lập từ lá cây thuốc *Indigofera suffruticosa* tạo ra hoạt chất sinh học có tiềm năng được phẩm như tanin thủy phân, alkaloid, dẫn xuất cinnamic có hoạt tính kháng khuẩn với cả vi khuẩn Gram (-) và Gram (+) (Santos và cs, 2015). Jouda và cs (2014) đã phân lập được ba polypeptide là penealidins A-C (134-136) có hoạt tính chống lại *Acinetobacter* sp. và *E. coli* từ nấm nội sinh *Penicillium* sp. CAMMC64 phân lập từ lá cây *Garcinia nobilis* (Clusiaceae) phân bố tại Camorun. Chiết xuất của các chủng VNNS *E. nigrum*, *F. Tricinctum* và *Phoma* sp. phân lập từ các cây *Dendrobium devonianum* và *D. thyrsoflorum* có khả năng kháng lại

các vi khuẩn *B. subtilis*, *C. albicans*, *E. coli* và *S. aureus*; chủng *Alternaria* sp., *Bjerkandera* sp., *Diaporthe* sp., *Penicillium* sp. và *Xylaria* sp. phân lập từ cây *Schinus terebinthifolius* có khả năng kháng lại *C. albicans*, *P. aeruginosa* và *S. Aureus* (Daniel và cs, 2022).

Các nghiên cứu về các loài VNNS kháng VSV gây bệnh ở cây *H. javanica* chưa có công bố. Các chủng VNNS có phổ kháng rộng và hoạt lực kháng tiềm năng như TLC13, TLC19 và TLC10 có thể sẽ là nguồn nguyên liệu tiềm năng cho việc tìm kiếm và phát hiện các hoạt chất kháng khuẩn mới có thể ứng dụng trong đời sống con người như trong lĩnh vực chăn nuôi, bảo quản chế biến sau thu hoạch...

4. Kết luận

Nghiên cứu ứng dụng các chủng VNNS thực vật (đặc biệt là VNNS ở các cây thảo dược) trong kinh tế tuần hoàn là một hướng nghiên cứu tiềm năng. Các nghiên cứu về VNNS cây Thạch tùng *javanica* có khả năng sinh enzyme và kháng VSV gây bệnh hiện chưa có công bố. Nghiên cứu này đã sàng lọc và tuyển chọn được một số chủng VNNS cây Thạch tùng *javanica* Việt Nam có khả năng sinh tổng hợp đa enzyme ngoại bào và đa kháng VSV gây bệnh. Trong 6 enzyme thử nghiệm, chủng TLC11 cho khả năng sinh 5/6 loại ngoại trừ enzyme amylase; tiếp theo là chủng TLC9 sinh 4/5 loại enzyme; 4 chủng sinh 3 loại enzyme là TLC10, TLC19, TLC20 và TLC22. Protease và lipase là 2 hoạt tính được thể hiện mạnh nhất ở các chủng sinh hoạt tính, có đường kính vòng thủy phân từ 22÷34 mm (protease) và 20÷28 mm (lipase). Trong 5 loại VSV gây bệnh kiểm định, chủng TLC13 ức chế cả 5 chủng VSV kiểm định với hoạt tính gần như cao nhất với 3 loài *B. cereus* (24±1,2 mm), *P. aeruginosa* (26±1,1 mm) và *C. albican* (36±1,5 mm); 2 chủng TLC10 và TLC19 kháng 4/5 VSV kiểm định ngoại trừ *S. aureus* (TLC10) và *E. coli* (TLC19); 4 chủng kháng 3/5 VSV thử nghiệm. Các



chủng nghiên cứu có khả năng sinh các enzym ngoại bào với hoạt tính mạnh, có phổ kháng VSV gây bệnh tương đối rộng với hoạt lực ức chế tiềm năng là TLC9, TLC11, TLC13, TLC10, TLC19. Các chủng này sẽ là nguồn nguyên liệu tiềm năng ứng dụng trong các lĩnh vực của ngành nông - công - ngư nghiệp - dược phẩm bền vững. Tuy nhiên, cần tiếp tục có các nghiên cứu sâu hơn như xác định các hoạt chất kháng khuẩn, hoạt lực của các chất kháng khuẩn và enzym ngoại bào, các

điều kiện lên men tăng năng suất và thu nhận enzym/ chất kháng khuẩn cũng như các thử nghiệm ứng dụng chúng trong thực tiễn, từ đó đưa ra giải pháp ứng dụng cụ thể cho từng ngành nghề như chăn nuôi, trồng trọt, bảo quản chế biến sau thu hoạch, công nghiệp thực phẩm và xử lý môi trường.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được hỗ trợ kinh phí từ đề tài hợp phần trọng điểm cấp Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, mã số TĐCNSH.04/20-22■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Balick M and Cox PA (1996). *Plants, People, and Culture: A Scientific American Library Volume*. Freeman, New York. 228 pages. ISBN: 0-7167-5061-9.
- Cripwell RA, Heber WZ, Viljoen-Bloom M (2021). *Fungal Biotechnology: Fungal Amylases and Their Applications*. Volume 2, p. 326-336.
- Daniel JC, Enzo AP, Simon EM, Bitá Z (2022). *Exploring the promise of endophytic fungi: a review of novel antimicrobial compounds*. *Microorganisms* 10, 1990 (1-22). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10101990>.
- Fatima B, Anu G, Vasundhara M, Sudhakara RM (2022). *Endophytic fungi: a potential source of industrial enzyme producers*. *Biotech* 12 (86): 1-17. <https://doi.org/10.1007/s13205-022-03145-y>.
- Fitriyana H and Ainy EQ (2019). *Cultivable Endophytic Fungi Producing Phosphatase of Rhizophora mucronate*. *J. Phys.: Conference Series*, DOI 10.1088/1742-6596/1594/1/012002.
- Inamuddin, Mohd IA, Ram P (2022). *Application of Microbes in Environmental and Microbial Biotechnology*. Publisher: Springer Singapore, Edition No 1, p. IX-736.
- Jouda JB, Kusari S, Lamshöft M, Mouafo TF, Douala MC, Wandji J, Spitteller M (2014). *Penialidins A-C with strong antibacterial activities from *Penicillium* sp., an endophytic fungus harboring leaves of *Garcinia nobilis**. *Fitoterapia*. 98:209-214. doi: 10.1016/j.fitote.2014.08.011.
- Lu Z, Ma Y, Xiao L, Yang H and Zhu D (2021). *Diversity of Endophytic Fungi in *Huperzia serrata* and Their Acetylcholinesterase Inhibitory Activity*. *Sustainability* 13, 12073. <https://doi.org/10.3390/su132112073>.
- Quyết định số 882/QĐ-TTg ngày 22/7/2022 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Kế hoạch hành động quốc gia về tăng trưởng xanh giai đoạn 2021-2030.
- Quyết định số 687/QĐ-TTg ngày 7/6/2022 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Đề án Phát triển kinh tế tuần hoàn ở Việt Nam.
- Santos IP, Silva LCN, Silva MV, Araújo JM, Cavalcanti MS, Lima VLM (2015). *Antibacterial activity of endophytic fungi from leaves of *Indigofera suffruticosa* Miller (Fabaceae)*. *Front. Microbiol.* 6:350. doi: 10.3389/fmicb.2015.00350.
- Sindhu R, Binod P, Sabeela BU, Amith A, Anil KM, Aravind M, Sharrel R, Ashok P (2018). *Applications of Microbial Enzymes in Food Industry*. *Food Technol Biotechnol.* 56(1): 16-30.
- Sun BY, 2015. *Lycopodiaceae* In: Park CW, editors. *Flora of Korea*, vol. 1 Incheon, South Korea: National Institute of Biological Resources; p. 13-16.

PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ BỀN VỮNG DỰA TRÊN MÔ HÌNH KINH TẾ TUẦN HOÀN: KINH NGHIỆM QUỐC TẾ VÀ KHUYẾN NGHỊ CHO VIỆT NAM

NGUYỄN THỊ THỰC¹, NGUYỄN THỊ HUYỀN NHUNG²

¹Viện Nghiên cứu Phát triển bền vững Vùng

²Học viện Phụ nữ Việt Nam

Tóm tắt:

Ứng dụng mô hình kinh tế tuần hoàn (KTTH) trong phát triển đô thị bền vững đã và đang được coi như một giải pháp hữu hiệu tại nhiều đô thị trên thế giới khi phải đối mặt với những áp lực ngày càng lớn về phát triển kinh tế, cân bằng xã hội, bảo vệ môi trường và sử dụng hợp lý tài nguyên. Nghiên cứu sử dụng các phương pháp tổng hợp tài liệu, phân tích kinh nghiệm ứng dụng KTTH thành công của một số đô thị như Thẩm Quyển (Trung Quốc) và Tokyo (Nhật Bản), cũng như đánh giá thực trạng, điều kiện thực tiễn tại các đô thị trong nước, từ đó đưa ra một số khuyến nghị nhằm cải thiện, nâng cao hiệu quả của việc ứng dụng mô hình KTTH trong phát triển các đô thị tại Việt Nam theo hướng bền vững.

Từ khóa: KTTH tại đô thị, đô thị tuần hoàn, phát triển đô thị dựa trên KTTH.

Ngày nhận bài: 28/2/2024; Ngày sửa chữa: 27/3/2024;
Ngày duyệt đăng: 16/4/2024.

1. Đặt vấn đề

Đô thị là trung tâm của các hoạt động kinh tế - văn hóa - chính trị - xã hội của mỗi địa phương, mỗi quốc gia, vì vậy đô thị cũng là nơi tập trung vốn, lực lượng sản xuất và đi đầu trong các chuyển đổi phát triển kinh tế - xã hội. Năm 2022, đã có khoảng 4,2 tỷ người sống ở các đô thị trên thế giới. Dự báo đến năm 2050, con số này sẽ là 2/3 dân số toàn cầu và 64% dân số tại các nước châu Á. Ước tính 80% GDP toàn cầu sẽ đến từ các đô thị và là khu vực tiêu thụ đến 60% năng lượng trên toàn thế giới (Huy Toàn, 2021). Bên cạnh đó, theo Báo cáo mới nhất về thành phố và biến đổi khí hậu (BĐKH), khu vực đô thị trên toàn cầu chỉ chiếm 2% diện tích lãnh thổ nhưng phải chịu trách nhiệm cho 70% lượng phát thải khí nhà kính mỗi năm⁽¹⁾.

(1) <https://www.iberdrola.com/sustainability/sustainable-cities>

Sustainable urban development based on the circular economy model: International experiences and recommendations for Vietnam

Abstract:

The application of the circular economy model in sustainable urban development is being considered as an effective solution in many cities around the world when facing pressures on economic development, social balance, environmental protection, and rational resource utilization. By studying successful experiences of applying the circular economy model in some cities such as Shenzhen (China) and Tokyo (Japan), as well as analyzing and evaluating the practical conditions in domestic cities, the article provides some recommendations to improve and enhance the effectiveness of applying the circular economy model in the development of cities in Vietnam towards sustainability.

Keywords: Circular economy in urban areas, urban circulation, urban development based on circular economy.

JEL Classifications: Q56, R00, R28.

Những con số cho thấy, khu vực đô thị đã, đang và tiếp tục là vùng động lực, từ đó lan tỏa sự thịnh vượng ra các khu vực lân cận đồng thời là khu vực sử dụng nhiều tài nguyên nhất trên thế giới. Tuy vậy, sự phát triển của rất nhiều đô thị ở nhiều quốc gia trên thế giới đang phải đối mặt với những bất cập về tình trạng thiếu sự gắn kết giữa các hệ thống, mô hình sản xuất - tiêu dùng chưa hiệu quả, mức hao tổn tài nguyên, năng lượng và phát thải lớn. Các yếu tố này tác động đồng thời đẩy tình trạng ô nhiễm đến mức báo động kéo dài. Việc phát triển các đô thị sinh thái, đô thị bền vững trên thế giới dựa trên mô hình KTTH được áp dụng tại nhiều quốc gia như châu Âu (EU), Nhật Bản, Trung Quốc... là một trong những giải pháp mang tính đột phá, mang lại hiệu quả phát triển bền vững.

Theo các nghiên cứu như Schroeder và cs, 2015, Merli và cs 2017, Meng và cs, 2021, Henrysson và cs,



2022... việc ứng dụng KTTH ở đô thị có thể được thực hiện đồng thời các giải pháp ở cả 3 cấp độ nhằm thu được những hiệu quả tối ưu nhất, do đô thị thường là một hệ thống có quy mô rộng lớn và phức tạp. Ở cấp vi mô, mô hình KTTH được thực hiện trong các nhà máy, doanh nghiệp, cơ sở sản xuất, cơ sở dịch vụ và từng hộ dân cư đô thị với các giải pháp sản xuất sạch hơn, phân loại, giảm thiểu, tái sử dụng, tái chế rác thải... Ở cấp trung bình, KTTH được áp dụng trong các khu công nghiệp (KCN), cụm công nghiệp (CCN), cụm dân cư, tòa nhà... với các giải pháp như cộng sinh công nghiệp, cộng sinh đô thị... Đối với cấp vĩ mô, các giải pháp KTTH sẽ kết nối và vận hành cả hệ thống đô thị như: cộng sinh công nghiệp - đô thị, phát triển hạ tầng cơ sở chung, hạ tầng kết nối không gian...

Như vậy, việc ứng dụng KTTH để giải quyết đồng thời các vấn đề ở tất cả các cấp độ sẽ giúp các khu vực đô thị phát triển kinh tế bền vững, tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên; tạo động lực, khuyến khích cho sự đổi mới, tăng trưởng việc làm... Bài viết giới thiệu về kinh nghiệm quốc tế phát triển đô thị bền vững dựa trên mô hình KTTH, đồng thời phân tích thực trạng của hệ thống đô thị của Việt Nam hiện nay, từ đó đưa ra các khuyến nghị nhằm thúc đẩy phát triển KTTH tại khu vực đô thị ở Việt Nam.

2. Kinh nghiệm quốc tế về phát triển đô thị bền vững

2.1. Thâm Quyến (Trung Quốc)

Sự phát triển của cơ sở hạ tầng đô thị như hệ thống giao thông, các tòa nhà cao ốc... là đặc điểm cơ bản của hệ thống đô thị. Việc xây dựng và vận hành các hệ thống này chiếm chi phí rất lớn về nguyên vật liệu, năng lượng, nhân lực. Ứng dụng mô hình KTTH trong quá trình xây dựng và vận hành, đặc biệt là tham gia vào quá trình thiết kế, quy hoạch ngay từ ban đầu sẽ giúp giảm chi phí đầu tư, quản lý, mở rộng chức năng sử dụng... đồng thời tạo hiệu quả tối ưu cho việc sử dụng các hạng mục. Thâm Quyến (Trung Quốc) là TP đi đầu trong việc phát triển Công trình xanh (CTX) ở Trung Quốc từ năm 2008 (UNEP, 2021). Năm 2018, Hội đồng Nhà nước Trung Quốc đã phê duyệt thành lập Khu trình diễn đổi mới sáng tạo quốc gia để thực hiện Chương trình nghị sự 2030. Thâm Quyến là một trong những TP đầu tiên được chọn để thực hiện thí điểm, với chủ đề "Phát triển bền vững siêu đô thị do đổi mới". Các dự án của TP chủ yếu tập trung về các lĩnh vực như: ứng dụng khoa học công nghệ, trí tuệ nhân tạo phát triển hạ tầng; quản trị thông minh; xử lý nước thải tổng hợp; sử dụng chất thải toàn diện; phục hồi sinh thái; sử dụng hiệu quả tài nguyên, môi trường thông minh, toàn diện và bền vững.



▲ Thâm Quyến là TP đi đầu trong việc phát triển CTX ở Trung Quốc

Đến nay, TP này đã trở thành một trong những TP có quy mô và mật độ CTX lớn nhất cả nước với hơn 1.000 công trình, với tổng diện tích gần 100 triệu m². Không những vậy, Thâm Quyến còn hình thành được các CCN công trình xanh, với quy mô đầu tư 100 tỷ nhân dân tệ. Để xanh hóa các hạ tầng đô thị, một loạt giải pháp đã được thực hiện tổng thể trên các lĩnh vực khác nhau, cụ thể:

Sử dụng năng lượng các công sở

Năm 2011, Thâm Quyến là một trong những TP đầu tiên trong cả nước tiến hành thí điểm triển khai dự án tiết kiệm năng lượng các công trình công cộng, theo hướng dẫn của Bộ Nhà ở và Phát triển Đô thị - Nông thôn và Bộ Tài chính. Việc cải tạo chủ yếu tập trung vào các công trình văn phòng, y tế và cơ sở hạ tầng chăm sóc sức khỏe, trung tâm mua sắm, siêu thị và khách sạn. Một số hạng mục cải tạo bao gồm: đầu tư thay thế cửa sổ hai lớp nâng cao khả năng cách cách nhiệt, thay hệ thống đèn chiếu sáng sử dụng năng lượng tái tạo... Tính đến năm 2018, 187 dự án công trình công cộng tiết kiệm năng lượng đã được thực hiện, với diện tích cải tạo là 8,32 triệu m². Sau khi hoàn thành, dự án đã tiết kiệm 80 triệu kWh mỗi năm, giảm 76.000 tấn các bon dioxide hàng năm.

Phát triển hạ tầng năng lượng tái tạo

Năm 2009, Thâm Quyến trở thành một trong những TP thí điểm sản xuất và sử dụng năng lượng tái tạo đầu tiên trong các công trình dân dụng đô thị chủ yếu bằng năng lượng mặt trời, cả năng lượng sinh khối và năng lượng địa nhiệt. Diện tích của các tòa nhà sử dụng năng lượng mặt trời ở Thâm Quyến đã tăng hơn 2 lần từ năm 2016 và đạt 15 triệu vào năm 2018. Các dự án sản xuất nước nóng sử dụng năng lượng mặt trời đã giúp tiết kiệm hàng năm

19.000 tấn than, giảm 47.000 tấn khí thải CO₂, 383,1 tấn khí thải SO₂ và 191,6 tấn bụi dạng hạt.

Nhằm hạn chế ô nhiễm không khí và hỗ trợ phát triển bền vững, năm 2011, Thâm Quyển đã thúc đẩy các phương tiện sử dụng năng lượng mới bằng cách áp dụng mô hình “tách điện phương tiện, tài trợ cho thuê, sạc và bảo trì tích hợp”. Cùng năm đó, TP cũng xây dựng 81 trạm hỗ trợ sạc nhanh và lắp đặt gần 3.000 trạm sạc chậm cho ô tô cá nhân, giúp hình thành mạng lưới thu phí phủ sóng toàn thành phố. Thâm Quyển cũng đẩy nhanh việc xây dựng các tiêu chuẩn kỹ thuật, ban hành các hướng dẫn như Thông số kỹ thuật của Hệ thống sạc xe điện Thâm Quyển. TP cũng đã ban hành nhiều chính sách chẳng hạn như các biện pháp thúc đẩy và ứng dụng phương tiện năng lượng mới. Hơn nữa, TP còn đưa ra 18 tiêu chuẩn kỹ thuật địa phương. Từ năm 2016, Thâm Quyển liên tục cải tiến các chính sách hỗ trợ, tìm tòi, quảng bá và áp dụng các chính sách mới, như: Chính sách về Khuyến mãi và Ứng dụng (2016), Chính sách Hỗ trợ Tài chính về Khuyến khích và Ứng dụng Xe Năng lượng Mới (2017) và Kế hoạch công tác thúc đẩy và ứng dụng phương tiện năng lượng mới Thâm Quyển (2016-2020) (UNDP, 2022).

Quản lý chất thải

Tính đến năm 2018, TP đã xây dựng 5 dự án quản lý chất thải toàn diện, với tổng công suất là 5,2 triệu tấn. Đến năm 2019, TP đã xây dựng 15 cơ sở tái chế chất thải xây dựng, với tổng công suất xử lý là 14,65 triệu tấn/năm (Li, et al, 2019). Việc đầu tư các hạ tầng quản lý chất thải đồng bộ cả đường thủy và đường bộ đã giúp chất thải được tái chế, tái sử dụng toàn diện, chôn lấp đúng kỹ thuật với hệ thống thiết bị quản lý, theo dõi thống kê được số hóa nhằm cập nhật và theo dõi chuỗi số liệu một cách nhanh chóng.

Đối với rác thải sinh hoạt, với diện tích chưa đầy 2.000 m² và lượng xả thải hơn 20.000 tấn rác thải sinh hoạt mỗi ngày là một áp lực rất lớn đối với Thâm Quyển. TP đã tích cực triển khai việc phân loại rác mang tính thực tế, có thể nhân rộng và quảng bá. Phân loại rác sao cho có thể thu giữ dòng chất thải để tái chế, làm phân bón và giảm thiểu việc chôn lấp.

Đối với các loại rác thải có thể tái chế sẽ được các doanh nghiệp chuyên biệt sử dụng thu gom, phân phối trở lại cho các nhà máy, khu công nghiệp sử dụng vật liệu tái chế. Các sản phẩm sử dụng vật liệu tái chế sẽ được kiểm tra độ an toàn cho người sử dụng và có chính sách ưu tiên sử dụng đối với một số nhóm đối tượng đặc biệt. Bên cạnh vật liệu tái chế, các vật liệu xây dựng khác có lượng khí thải các bon thấp hơn hoặc hiệu suất năng lượng và tài nguyên cao hơn cũng được đưa vào danh sách trắng các vật liệu xây dựng xanh được chứng nhận.

Năm 2000, với tư cách là một trong tám TP thí điểm đầu tiên ở Trung Quốc, Thâm Quyển bắt đầu thực hiện việc phân loại và tái chế pin đã qua sử dụng, giấy thải và nhựa thải, tạo thành hệ thống sơ bộ để phân loại rác. Kể từ năm 2011, Thâm Quyển thực hiện phân loại và tái chế rác thải, tập trung vào việc phân loại rác thải từ nhà bếp gia đình rác thải và phân cấp xử lý trong các cơ sở nhỏ.

Kể từ khi ban hành và thực hiện các biện pháp về phân loại và giảm thiểu rác sinh hoạt và ứng dụng toàn diện từ năm 2015, Thâm Quyển đã thành lập “Mô hình Thâm Quyển” để phân loại rác tích hợp với các biện pháp chuyển hướng, khuyến khích tái chế rác thải, giám sát hiệu quả và chia sẻ trách nhiệm. Quá trình này bao gồm nhiều giai đoạn, từ việc giảm đáng kể chất thải tại nguồn, chuyển hướng, phân loại ngược dòng, cũng như phân loại rác khô và rác ướt ở giai đoạn giữa và hiện thực hóa toàn diện các mục tiêu phát triển bền vững vào cuối chu kỳ (UNDP, 2022).

Tiết kiệm và tái chế nước

Trong các cơ sở hạ tầng như các tòa nhà đều được trang bị thiết bị tiết kiệm nước. Hệ thống tái chế nước cho các CTX ở Thâm Quyển cũng có thể giảm bớt gánh nặng sử dụng nước của TP. Nước được sử dụng để tưới cây cảnh quan trong hoặc xung quanh các CTX chủ yếu là nước mưa được thu gom từ các mái nhà, tiết kiệm khoảng 45.700 tấn nước hàng năm và được bổ sung bằng nước tái chế.

Giải pháp kỹ thuật số

Theo Viện Khoa học Xã hội Trung Quốc năm 2018, trình độ phát triển TP thông minh của Thâm Quyển đạt 76.339 điểm, đứng đầu Trung Quốc. Thâm Quyển đã phát triển một mạng lưới quản trị thông minh trong hầu hết mọi lĩnh vực của đời sống xã hội, trong đó bao gồm các hoạt động quan trắc, giám sát, cảnh báo tự động với hầu hết các hệ thống sử dụng tài nguyên như điện năng, nước cấp, nước thải, chất thải rắn... Đây là nền tảng quan trọng nhằm thực hành KTTH của TP.

2.2. Tokyo (Nhật Bản)

Nhật Bản coi là một điển hình của cách tiếp cận KTTH ở cấp độ rộng nhất kể từ năm 1991. Việc thực hiện KTTH chủ yếu được thực hiện ở ba cấp độ: doanh nghiệp, KCN và đặc biệt là xã hội. Thực hành KTTH ở Nhật Bản thậm chí có thể được mô tả như một “lối sống, khiến nó không chỉ là một hành vi kinh tế mà còn là một hành vi xã hội”.

Từ năm 1991, Nhật Bản đã bắt đầu xây dựng các quy định pháp lý nhằm đưa nước này trở thành một “xã hội dựa trên việc tái chế”, hiểu rộng hơn là xã hội tuần hoàn với phát triển KTTH là một biện pháp. Trải qua 4 phiên bản vào các năm 2002, 2008, 2013

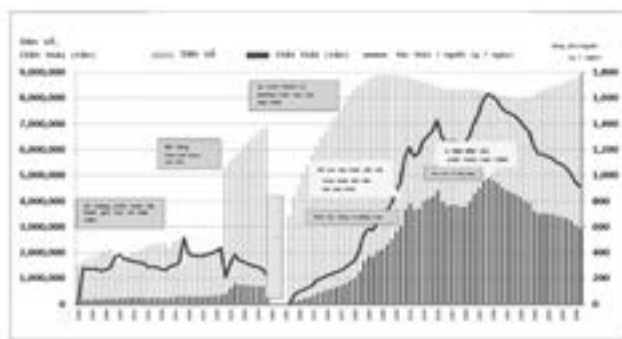
và 2018, Luật cơ bản về xây dựng xã hội dựa trên tái chế ngày càng hoàn thiện, với nhiều chính sách thúc đẩy KTTH được sửa đổi, bổ sung (Takashi Hongo, 2016). Một số nội dung chính của Luật, bao gồm:

Bảng 1. Nội dung cơ bản của Luật cơ bản về xây dựng xã hội dựa trên tái chế

4 nhóm nội dung chính	
- Lưu thông tài nguyên trong toàn bộ vòng đời	
- Tăng cường các hành động ở thượng nguồn lưu thông	
- Mở rộng việc sử dụng vật liệu tái chế, thiết kế cho môi trường, mô hình hóa bằng công nghệ 3D...	
- Xúc tiến và đánh giá hoạt động kinh doanh liên quan đến KTTH	
Các lĩnh vực ưu tiên	Mục tiêu hướng tới
Với chất thải nhựa	Giảm sử dụng hộp, bao bì và đồ nhựa dùng một lần để giảm tác động môi trường; thu gom và tái chế nhựa đã qua sử dụng hoặc không sử dụng một cách triệt để và hiệu quả; tăng cường tính thực tiễn của nhựa sinh học và thúc đẩy sử dụng các giải pháp thay thế cho nhựa có nguồn gốc từ nhiên liệu hóa thạch.
Với sinh khối	Giảm thiểu chất thải thực phẩm, các biện pháp chống tái chế chất thải thực phẩm không phù hợp và nỗ lực hướng tới việc tái chế thực phẩm hợp lý
Với kim loại	Thúc đẩy thu gom và tái chế các thiết bị gia dụng nhỏ
Với đá và vật liệu xây dựng	Giảm xây dựng và phá dỡ chất thải bằng cách kéo dài tuổi thọ các công trình xây dựng

Dựa trên nền tảng cơ bản nhất là giảm thiểu, tái sử dụng, tái chế, nền KTTH ở Nhật Bản đã ứng dụng một hệ thống các sáng kiến đa dạng trong mọi hoạt động sản xuất cũng như sinh hoạt của cộng đồng; đơn cử như trong quá trình quản lý chất thải, với mục tiêu biến chất thải đô thị thành tài nguyên tại thủ đô Tokyo.

Vào những năm 1970, Chính quyền Thủ đô Tokyo đã phải đối mặt với một cuộc xung đột giữa



▲ Hình 1. Lượng chất thải phát sinh tại Tokyo mỗi ngày (Takashi Hongo, 2016)

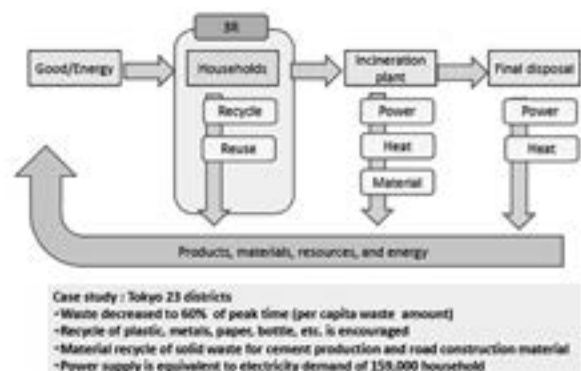


▲ Một góc đường phố Tokyo, Nhật Bản

các TP về xử lý rác thải đô thị. Bởi vì rác thải đô thị được đổ tại các bãi chôn lấp ở vịnh Tokyo, những người dân sống gần các bãi rác này phải chịu đựng những phiền toái về môi trường và giao thông đông đúc do xe chở rác gây ra. TP đã đưa ra một sáng kiến mới là ngoài chôn lấp, 3R cần phải được thực hiện.

Cùng với sự phát triển của kinh tế, lượng rác thải điện tử nhiều hơn và Nhật Bản nhận thấy những cơ hội lớn trong việc tách được các loại kim loại có giá trị như vàng, đồng, coban, kim loại hiếm. Các nguyên tố đất hiếm được tách ra từ chất thải điện tử đô thị, phần còn lại có thể đốt để tạo ra điện, bán lại cho chính quyền đô thị. Chúng được coi như các “mỏ đô thị”.

Việc quản lý chất thải được Nhật Bản giao cho chính quyền TP, do ngân sách hạn hẹp nên chính



▲ Hình 2. Sơ đồ dòng luân chuyển vật chất trong đốt chất thải thành điện sau khi đã phân loại, tái sử dụng (Takashi Hongo 2016)

quyền kêu gọi sự hợp tác từ lĩnh vực tư nhân thông qua các hợp đồng hợp tác công tư. Đặc biệt, trong lĩnh vực xây dựng và vận hành các nhà máy sản xuất điện từ rác thải đô thị rất phổ biến ở Nhật Bản thời kỳ này. Hơn 300 đốt rác thải tạo ra điện với tổng công suất 1.700 Mw (tương đương với công suất phát của 17 tổ máy của một nhà máy điện hạt nhân).

Các nhà máy đốt rác sử dụng nhiệt sinh ra từ việc đốt chất thải để sản xuất điện và nước nóng nhằm giảm chi phí mua điện và nhiên liệu. Lượng điện dư thừa sẽ được bán cho các công ty điện lực. Tất cả các nhà máy đều bán điện và bán nhiệt thông qua nước nóng và các tiện ích khác. Nước nóng được điều áp và vẫn ở dạng lỏng ở nhiệt độ trên 100°C. Trong năm tài chính 2014, tổng cộng 1126,6 triệu kWh điện đã được tạo ra, trong đó 587,4 triệu kWh được bán bởi tất cả các nhà máy đốt rác, tạo ra thu nhập 10.406,1 triệu yên. Ngoài ra, 526.000 GJ nhiệt đã được bán, tạo ra doanh thu 187,7 triệu yên.

Để đảm bảo hoạt động an toàn và ổn định của các nhà máy đốt rác, chất thải đầu vào phải được kiểm tra, giám sát. Việc kiểm tra thường xuyên chất thải đầu vào cũng được tiến hành tại tất cả các nhà máy đốt rác với sự phối hợp của 23 TP. Toàn bộ nhà máy đốt rác được điều khiển và giám sát từ phòng điều khiển trung tâm, nơi thông tin từ mỗi cơ sở được gửi đến hệ thống máy tính lớn và có thể được theo dõi trên màn hình.

Không chỉ tạo ra điện, tro của quá trình đốt rác thải cũng tiếp tục được tuần hoàn bằng các cách khác nhau. Tro đốt rác thải thông thường được tách thành 2 loại: tro đáy và tro bay. Tro đáy là chất kết dính rơi xuống đáy lò đốt, còn tro bay là bồ hóng và bụi được thu gom bằng túi lọc và các thiết bị khác. Một trong những sáng kiến tuần hoàn phổ biến được áp dụng tái chế tro đáy thành vật liệu xi măng. Tro đáy do các nhà máy đốt tạo ra được vận chuyển đến các nhà máy xi măng tư nhân và được sử dụng thay thế đất sét trong sản xuất xi măng Portland, loại xi măng phổ biến nhất và được sử dụng rộng rãi ở Nhật Bản. Một cách khác để tái chế tro đáy là nung chảy ở nhiệt độ cao trên 1.200°C rồi làm nguội nhanh. Quá trình này biến tro thành chất cát gọi là xỉ, có thể tích gần bằng một nửa so với tro ban đầu và khoảng 1/40 kích thước ban đầu là chất thải. Quá trình tạo xỉ còn phân hủy dioxin và giữ lại các kim loại nặng bên trong, giúp sử dụng an toàn và hiệu quả trong vật liệu xây dựng (Ayush Parajuli, 2022).

3. Cơ hội, triển vọng và thách thức cho Việt Nam khi áp dụng KTTH tại khu vực đô thị

Việt Nam đang trong quá trình thực hiện các mục tiêu phát triển bền vững SDGs và KTTH đã được lựa chọn để thực hiện các mục tiêu trên. Việc cụ thể

hóa khái niệm KTTH tại Luật BVMT năm 2020 đã lồng ghép KTTH vào hầu hết các chính sách phát triển quan trọng. Theo đó, Đề án phát triển KTTH ở Việt Nam (Quyết định 687/QĐ-TTg ngày 7/6/2022) đã được Chính phủ ban hành. Cùng với đó, đã xây dựng kế hoạch thực hiện KTTH trên tất cả các tỉnh, thành trên cả nước cho thấy những quyết tâm lớn trong việc ứng dụng KTTH trong phát triển KT - XH của Việt Nam. Khu vực đô thị cùng với với các đặc trưng của nó, sẽ trở thành một trong những trung tâm của KTTH tại Việt Nam. Đây sẽ vừa là cơ hội vừa là thách thức đối với khu vực đô thị.

Cơ hội đối với Việt Nam

KTTH đã trở thành xu hướng toàn cầu, với những lợi ích rõ ràng cả về KT - XH và môi trường đã được nhiều quốc gia trên thế giới áp dụng hiệu quả. Việc ứng dụng KTTH trong các đô thị Việt Nam sẽ kì vọng tạo ra những thay đổi lớn về bản chất của đô thị, từ chất lượng môi trường, hạ tầng KT - XH, đến cải thiện mối quan hệ giữa các khu vực trong đô thị hướng tới cải thiện chất lượng đô thị, từng bước hình thành các đô thị sinh thái, đô thị thông minh.

Khung pháp lý thúc đẩy ứng dụng KTTH trong các chính sách phát triển KT - XH nói chung và tại đô thị nói riêng khá toàn diện, bao hàm cả chu trình vận động của vật chất từ sản xuất, thương mại, dịch vụ - tiêu dùng - xả thải, từ góc độ kỹ thuật, đến điều chỉnh hành vi. Điều này cho thấy, tính bao quát rộng của mô hình KTTH. Nếu các mục tiêu phát triển bền vững, tăng trưởng xanh là đích đến trong chính sách phát triển KT - XH hiện nay thì KTTH chính là một trong những giải pháp hữu ích được lựa chọn. Trong đô thị các chính sách ứng dụng KTTH cũng là con đường để thực hiện các mục tiêu xây dựng đô thị sinh thái, đô thị bền vững, đô thị các bon thấp tại Việt Nam trong thời gian tới.

Việc đưa KTTH vào các chủ trương, chính sách của Đảng, Nhà nước và Dự thảo Kế hoạch hành động quốc gia thực hiện KTTH đang được Bộ TN&MT xây dựng sẽ là căn cứ quan trọng, giúp đẩy mạnh các hoạt động lồng ghép KTTH vào chính sách phát triển của nước ta, đặc biệt là giai đoạn 2021- 2025, tầm nhìn 2050. Điều này cho thấy, những nỗ lực và kỳ vọng của Việt Nam trong việc thúc đẩy hoạt động phát triển nhằm xanh hóa toàn bộ nền kinh tế nói chung và của khu vực đô thị nói riêng.

Hệ thống các chính sách thúc đẩy sản xuất sạch hơn, xanh hóa sản xuất; khai thác, sử dụng hợp lý và tiết kiệm tài nguyên trong sản xuất và tiêu dùng đô thị được triển khai xuyên suốt; tích hợp đa dạng trong các chính sách phát triển chung, chính sách phát triển các ngành, lĩnh vực tạo ra những chuyển biến quan trọng trong nhận thức các bên liên quan và kết quả nhất định trong quá trình sản xuất, kinh doanh.



Các chính sách quản lý, xử lý chất thải ngày càng được thúc đẩy mạnh hơn theo hướng khuyến khích, hỗ trợ, thậm chí bắt buộc các hoạt động phân loại rác thải tại nguồn, giảm thiểu xả thải thông qua các công cụ kinh tế, đòi hỏi các trách nhiệm của nhà sản xuất và người tiêu dùng ngày càng cao hơn... giúp thắt chặt và ngăn chặn hiệu quả hơn các hoạt động xả thải hoặc tác động tiêu cực đến môi trường.

Các chính sách xanh hóa lối sống, thay đổi nhận thức và hành vi của người tiêu dùng hướng tới KTTH được chú trọng trong hầu hết các chính sách, giúp tạo nên sự thay đổi về nhận thức của người dân, giúp KTTH dịch chuyển dần từ biện pháp bắt buộc sang thái độ tự nguyện trong mọi hoạt động của đời sống xã hội.

Với lợi ích của người đi sau, việc triển khai KTTH tại Việt Nam nói chung, khu vực đô thị nói riêng là một thuận lợi vô cùng lớn trong việc thừa kế những thành tựu, lường trước những khó khăn, chuẩn bị đầy đủ các điều kiện để triển khai ứng dụng KTTH, nhằm sớm tạo ra những bước chuyển tích cực.

Việt Nam nói chung và khu vực đô thị nói riêng đã và đang trong quá trình nghiên cứu đẩy mạnh đổi mới công nghệ, xây dựng các quốc gia số, đô thị số. Đây là một cơ hội tốt để KTTH phát triển. Sự kết hợp giữa KTTH và chuyển đổi số được kì vọng sẽ tạo ra những bước ngoặt trong tư duy, phương thức quản trị và phát triển ở quy mô đô thị và cả cộng đồng.

Việt Nam đang trong quá trình thực hiện các mục tiêu phát triển bền vững (SDGs), việc ứng dụng KTTH trong thời gian tới kỳ vọng sẽ đạt được các mục tiêu bền vững tại các đô thị Việt Nam.

Một số thách thức

Bên cạnh những cơ hội, việc ứng dụng KTTH để phát triển đô thị thực tế cũng đối mặt với không ít các thách thức như:

Việc vận dụng và chuyển đổi một mô hình phát triển KTXH mới thay thế cho một mô hình truyền thống là một vấn đề phức tạp, đối diện với nhiều thách thức về hành lang pháp lý, nguồn lực thực hiện, cơ chế thực thi cho đến sự phối hợp, điều chỉnh hợp lý trong cả hệ thống văn bản pháp quy, cũng như tham gia của các bên liên quan.

Hành lang pháp lý về KTTH trong khu vực đô thị chưa hoàn thiện. Tuy đã có những nỗ lực lớn trong việc lồng ghép và cụ thể hóa các nội dung KTTH vào trong các chính sách phát triển đô thị thời gian qua nhưng nhiều chính sách hiện mới chỉ điều chỉnh mang tính nguyên tắc, định hướng và chưa có hướng dẫn đầy đủ, đồng bộ. Việc hoàn thiện hệ thống các nội hàm, tiêu chuẩn, thể chế, cơ chế thực thi, giám sát, đánh giá... cho từng ngành, lĩnh vực đòi hỏi còn phải đầu tư nhiều nguồn lực và thời gian.

Mô hình KTTH nhấn mạnh vào việc sử dụng các giải pháp giảm thiểu, tái chế, tái sử dụng... theo thiết kế từ ban đầu và chủ động quản lý “dòng tuần hoàn của vật chất” theo chu kỳ từ đầu vào sản xuất - phân phối - tiêu dùng - thải bỏ của vật chất để vật chất được sử dụng một cách đồng bộ, hiệu quả và an toàn nhất. KTTH không bao gồm việc ứng dụng các giải pháp giảm thiểu, tái chế hay tái sử dụng một cách đơn lẻ, rời rạc. Tuy nhiên, đến hiện tại, tính thực hiện đồng bộ này của KTTH chưa được nêu rõ trong khái niệm và các tiêu chí.

Việc thực hiện song song cùng lúc nhiều mục tiêu như xây dựng đô thị tăng trưởng xanh, đô thị thông minh bền vững, đô thị các bon thấp... cho thấy những nỗ lực ở nhiều khía cạnh khác nhau nhằm thúc đẩy sự phát triển của khu vực đô thị theo hướng bền vững. Tuy nhiên, cũng gây xé lẻ các nguồn lực trong quá trình thực hiện.

Mặc dù, thực tế ứng dụng KTTH vẫn đang được triển khai tại các đô thị, nhưng còn ở quy mô nhỏ, chưa tạo ra những hiệu ứng mạnh mẽ trong cộng đồng và toàn bộ nền kinh tế. Hoạt động phân loại, tái chế, tái sử dụng tại đô thị hoàn toàn mang tính tự phát. Việc thúc đẩy các hoạt động là điều kiện bắt buộc đối với KTTH, nhưng không hề dễ dàng, đòi hỏi những nỗ lực lớn để thực hiện.

Hạ tầng cho quản lý chất thải, không gian cần thiết cho các thiết kế xanh, thiết kế cộng sinh đô thị bị hạn chế, đặc biệt là các đô thị lớn, đô thị hiệu hữu với mật độ tập trung dân cao và không còn không gian cho phát triển.

Trong khi đó, việc áp dụng KTTH trong các khu vực đô thị còn đòi hỏi đầu tư lớn về nguồn lực tài chính, công nghệ, nhân lực chất lượng cao... Cả hai yếu tố này đều không phải là thế mạnh đối với các đô thị ở Việt Nam hiện nay.

4. Một số khuyến nghị nhằm thúc đẩy phát triển KTTH tại khu vực đô thị ở Việt Nam

Từ kinh nghiệm của các nước, những cơ hội và thách thức trên, để thúc đẩy ứng dụng KTTH nhằm phát triển đô thị bền vững tại Việt Nam, Chính phủ cần đẩy nhanh quá trình đánh giá, rà soát các quy định pháp luật hiện hành, nghiên cứu thêm các kinh nghiệm về quản lý cũng như phương án triển khai KTTH thực tiễn để dẫn điều chỉnh hoàn thiện hệ thống chính sách cũng như các phương án áp dụng hiệu quả trong từng lĩnh vực, cụ thể như:

Thứ nhất, trong lĩnh vực sản xuất - kinh doanh, cần siết chặt hơn các chính sách quản lý đối với các khu, CCN, làng nghề, hộ sản xuất trong khu vực đô thị không đảm bảo các tiêu chuẩn về môi trường; có chính sách khuyến khích các mô hình sản xuất, kinh doanh theo KTTH; ban hành chính sách phù hợp



▲ Khu đô thị Phú Mỹ Hưng, TP. Hồ Chí Minh

phát triển các nguồn năng lượng tái chế; đẩy mạnh công nghiệp tái chế, biến rác thải thành tài nguyên, chính sách về trách nhiệm mở rộng của nhà sản xuất.

Thứ hai, về chính sách phát triển hạ tầng đô thị, đối với việc phát triển các đô thị mới, cần thiết có sự thiết kế, quy hoạch từ đầu theo hướng sinh thái, tuần hoàn. Còn các đô thị hiện hữu cần điều chỉnh các chính sách điều chỉnh phù hợp theo hướng kéo dẫn ra các vùng

ngoại vi, phát triển hoàn thiện hệ thống giao thông công cộng kết nối giữa vùng lõi và các vùng lân cận...; đầu tư phát triển hạ tầng số, tích hợp, mở rộng các chức năng của các hạ tầng cơ sở nhằm phát triển các hạ tầng xanh, CTX; huy động các nguồn lực tham gia vào quá trình phát triển đô thị theo hướng tuần hoàn; xây dựng cơ chế thực thi, giám sát, đánh giá nhằm nâng cao hiệu quả thực hiện.

Thứ ba, về quản lý chất thải khu dân cư, cần giải quyết các vấn đề bất cập trong phân loại chất thải tại nguồn, cơ chế thu gom, chính sách phí, thuế môi trường cho thu gom; cơ chế thu hút các bên liên quan trong quá trình thực hiện, đặc biệt đối với chất thải rắn đô thị; tăng cường giáo dục, truyền thông, nâng cao nhận thức về KTTH, thực hành 3R, quy định xử phạt hành chính liên quan...; học tập kinh nghiệm của các nước về việc xây dựng một xã hội tái chế, văn hóa tái chế, về thay đổi thói quen; xây dựng các hướng dẫn và chính sách về tiêu dùng bền vững, thực hành tiêu dùng bền vững...■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bocken, N., de Pauw, I., Bakker, C. and van der Grinten, B., 2016. Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), pp.308-320. <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>.
2. Bonciu, F., 2014. The European Economy: from a linear to a circular economy. *Rom. J. Eur. Aff.* 14 (4), 78e91.
3. Huy Toàn, 2021. Xây dựng Đô thị thông minh tại Bình Thuận. <https://baobinhthuan.com.vn/xay-dung-do-thi-thong-minh-tai-binh-thuan-khan-truong-thoi-48421.html>.
4. Henrysson, M., Papageorgiou, A., Björklund, A., Vanhuysse, F., Sinha, R. (2022) Monitoring progress towards a circular economy in urban areas: An application of the European Union circular economy monitoring framework in Umeå municipality.
5. Hongo T. (2016). Circular Economy Potential and Public-Private Partnership Models in Japan. Mitsui Global Strategic Studies Institute.
6. Parajuli, A. 2022. Waste Management in Tokyo, Japan. <https://www.researchgate.net/publication/294207222>.
7. Meng, M., Wen, Z., Luo, W. and Wang, S., 2021. Approaches and Policies to Promote Zero-Waste City Construction: China's Practices and Lessons. *Sustainability*, 13(24), p.13537. DOI:10.3390/su132413537.
8. <https://www.iberdrola.com/sustainability/sustainable-cities>.
9. Merli, R., Preziosi, M., & Acampora, A. (2018). How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 178, 703-0722. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.112>.
10. Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. (2018). The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals. *Journal of Industry Ecology*, 23(1), 77-95. <https://doi.org/10.1111/jiec.12732>.
11. United Nations Environment Programme (2021), *Scaling Up Circular Economy through Sustainable Infrastructure: Case Studies from China, Japan and Korea*.
12. UNDP, 2022. Shenzhen SDG report 2021. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-06/%5BENG%5D%20Shenzhen%20SDG%20report%20-%20full%20report_updated.pdf.



MÔ HÌNH ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ FENTON TĂNG SÔI XỬ LÝ VÀ TÁI SỬ DỤNG NƯỚC THẢI DỆT NHUỘM THEO HƯỚNG TUẦN HOÀN TẠI VIỆT NAM

NGUYỄN THỊ XUÂN HỒNG¹, LÊ VĂN GIANG¹

¹ Viện Tài nguyên và Môi trường, Đại học Quốc gia Hà Nội

1. Nguy cơ tác động tới môi trường do hoạt động sản xuất ngành dệt nhuộm ở Việt Nam

Dệt nhuộm là một trong những ngành công nghiệp lớn và có truyền thống lâu đời ở Việt Nam. Cho đến nay, các sản phẩm dệt may đã tạo được vị thế trên thị trường trong và ngoài nước. Năm 2020, ngành dệt may đánh dấu mốc quan trọng khi nằm trong top 3 nước xuất khẩu cao nhất trên thế giới, chỉ sau Trung Quốc và Ấn Độ [1], với kim ngạch xuất khẩu đạt khoảng 32,5 tỷ USD, chiếm khoảng 13% tổng sản phẩm công nghiệp của quốc gia, tăng hơn 7,5% so với năm 2018. Trong đó, sản xuất vải dệt chiếm khoảng 62%, sản xuất vải nhuộm chiếm khoảng 37% và sản xuất sợi chỉ chiếm khoảng 1%. Trong năm 2015, số lượng doanh nghiệp ngành dệt may là hơn 8.770 doanh nghiệp, trong đó có khoảng 30 doanh nghiệp có quy mô > 5.000 người. Lực lượng lao động trong ngành có khoảng 1,6 triệu người, chiếm hơn 12 % lao động khu vực công nghiệp và gần 5% tổng lực lượng lao động cả nước.

Bên cạnh những tác động tích cực, vấn đề ô nhiễm môi trường do các hoạt động sản xuất của ngành dệt nhuộm cũng rất đáng báo động. Do đặc thù sử dụng nhiều nước trong các giai đoạn sản xuất như tiền xử lý, tẩy trắng, nhuộm và in, đòi hỏi khoảng 100 - 200 lít nước cho mỗi kg sản phẩm dệt, tổng lượng nước thải phát sinh có biên độ dao động lớn từ 16 đến 900 m³/tấn sản phẩm [1]. Ngoài ra, lượng nước tiêu thụ cho lĩnh vực nhuộm cũng rất lớn, điển hình nhất là nhuộm vải cotton cần 80-240 m³ nước/tấn sản phẩm, vải cotton dệt thoi cần 70-180 m³ nước/tấn sản phẩm, sản xuất len cần m³ nước/tấn sản phẩm và vải polyacrylic cần hơn 10-70 m³ nước/tấn sản phẩm [2]. Theo số liệu thống

kê, toàn ngành dệt nhuộm thải ra môi trường trung bình khoảng 70 triệu m³ nước thải/năm, tùy vào loại hóa chất sử dụng như phẩm nhuộm, chất hoạt động bề mặt, chất điện ly, chất ngưng, chất tạo môi trường, tinh bột, men, chất oxy hóa... mà nước thải dệt nhuộm có những thành phần, tính chất khác nhau được miêu tả chi tiết ở Bảng 1.

Báo cáo tổng quan thị trường nguyên phụ liệu ngành dệt nhuộm trong 6 tháng đầu năm 2021, ngành dệt may Việt Nam tiêu thụ gần 80% tổng sản lượng 100.000 tấn thuốc nhuộm do nhu cầu cao về polyester và bông trên toàn cầu [1]. Những thuốc nhuộm này có trong nước thải sẽ ảnh hưởng nghiêm trọng đến chức năng quang hợp ở thực vật, tác động đến đời sống thủy sinh do ngăn cản sự xâm nhập của ánh sáng mặt trời, làm giảm khả năng tạo ra thức ăn và oxy của tảo. Gây tử vong cho một số sinh vật sống ở biển do xuất hiện của các kim loại nặng nồng độ cao và các hợp chất có gốc clorua. Ngoài ra, còn có thuốc nhuộm hoạt tính chủ yếu được sử dụng để tạo màu cho sợi xenlulo và được xác định là chất có khả năng gây ung thư và gây đột biến [3]. Thuốc nhuộm Azo là loại thuốc nhuộm được sử dụng phổ biến nhất trong ngành dệt may và những loại thuốc nhuộm này là chất tạo màu khó phân hủy, thậm chí có khả năng gây ung thư và độc hại, việc thải chúng ra môi trường gây ra các vấn đề nghiêm trọng về môi trường, thẩm mỹ và sức khỏe. Thuốc nhuộm cũng được phát hiện có tác dụng cản trở một số hoạt động xử lý nước thải đô thị bằng tia cực tím...[4].

Bảng 1. Thành phần của nước thải dệt nhuộm

Thành phần	Đơn vị	Nồng độ
pH	-	2 - 14
COD	mg/L	60 - 5000
BOD ₅	mg/L	20 - 3000
PO ₄ ³⁻	mg/L	10 - 1800
SO ₄ ²⁻	mg/L	< 5
Độ màu	Pt-Co	40 - 5000
Lưu lượng	m ³ /tấn sản phẩm	4 - 4000



▲ Hình 1. Nước thải dệt nhuộm chưa qua xử lý xả thẳng ra ngoài môi trường

Các loại thuốc nhuộm mới nổi có thành phần, cấu trúc dạng vòng thơm và dị vòng thường có tính ổn định cao nhưng gây khó khăn hơn khi bị phân hủy, được đặc trưng bởi giá trị cao về nhu cầu oxy hóa học, tổng lượng cacbon hữu cơ và màu sắc đậm, chứa thuốc nhuộm hòa tan và không hòa tan mà khi gộp lại trong một nước thải sẽ khó loại bỏ hoặc khử màu [5]. Việc khoáng hóa thuốc nhuộm và các hợp chất hữu cơ sẽ gây ra độc tính của nước thải, đây là thách thức rất lớn.

2. Mô hình ứng dụng công nghệ Fenton tăng sôi xử lý và tuần hoàn nước thải dệt nhuộm

Sự tăng trưởng nhanh chóng của các cơ sở sản xuất dệt nhuộm dẫn đến sự gia tăng tương ứng về khối lượng nước thải, là nguyên nhân trực tiếp gây ô nhiễm môi trường nếu không được xử lý đúng cách trước khi thải bỏ. Nước thải đã qua xử lý có thể được sử dụng cho các mục đích khác nhau như tưới tiêu cho nông nghiệp, cung cấp nước cho các ao hồ cảnh quan, nước làm mát trong các nhà máy điện hoặc dùng cho mục đích làm sạch chung công cộng. Việc tái sử dụng nước đã qua xử lý có thể tiết kiệm chi phí sản xuất bằng cách tái sử dụng lại nước sạch cho các quá trình sản xuất và do đó giảm việc sử dụng nước từ môi trường, từ đó làm tăng trữ lượng nước tự nhiên, điều hòa được quy trình nước trong hệ sinh thái và cung cấp nước sạch cho cuộc sống con người khi cần thiết, đảm bảo an ninh nguồn nước quốc gia và khu vực [6].

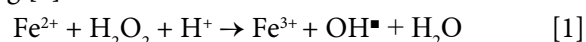
Việc xử lý nước thải từ bể nhuộm dệt đang gặp nhiều thách thức do màu sắc đậm và nồng độ cao của

Bảng 2. So sánh các công nghệ xử lý tiên tiến của nước thải dệt nhuộm

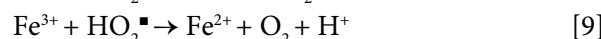
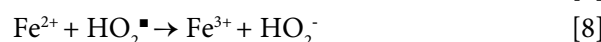
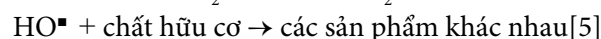
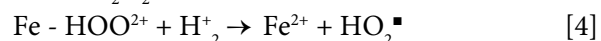
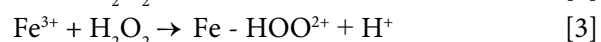
Công nghệ	Hiệu suất loại bỏ COD (%)	Chi phí đầu tư (US\$/m ³)	Chi phí vận hành (US\$/m ³)	Lưu ý
Tách màng	90-95	50-1100	0,4-1,0	Chỉ xử lý với nước thải có nồng độ thấp
Hấp phụ bằng than hoạt tính	20-75	260-430	0,3-1,1	Than hoạt tính phải được tái sinh
Kết tủa hóa học	20-50	60-140	0,1-0,4	Bùn thải phải được xử lý
Oxy hóa bằng Ozone	30-60	570-1100	0,7-1,0	O ₂ thải ra phải được xử lý
Fenton	65-85	60-140	0,3-0,7	Bùn thải phải được xử lý
Fenton tăng sôi (FBF)	70-90	60-200	0,25-0,4	Bùn thải giảm 70% so với phương pháp Fenton

nhu cầu oxy hóa học. Hiện nay, các phương pháp xử lý thuốc nhuộm dệt chủ yếu là bằng phương pháp vật lý và hóa học. Hầu hết, các phương pháp loại bỏ thuốc nhuộm hóa lý đều đắt tiền, có tính linh hoạt hạn chế, bị ức chế rất nhiều bởi các thành phần nước thải khác và hoặc tạo ra các sản phẩm thải phải được xử lý trước khi thải bỏ, do đó việc sử dụng ở quy mô công nghiệp còn rất hạn chế. Là một giải pháp thay thế, công nghệ xử lý Fenton tăng sôi (FBF) là một phương pháp tương đối rẻ tiền để loại bỏ thuốc nhuộm khỏi nước thải. FBF là quá trình oxy hóa nâng cao cải tiến trong bể phản ứng tăng sôi, khác với công nghệ Fenton truyền thống đã được sử dụng trong những năm gần đây để loại bỏ các chất ô nhiễm độc hại và khó phân hủy [7]. Bảng 2 thể hiện sự so sánh các công nghệ xử lý nước thải công nghiệp tiên tiến khác nhau.

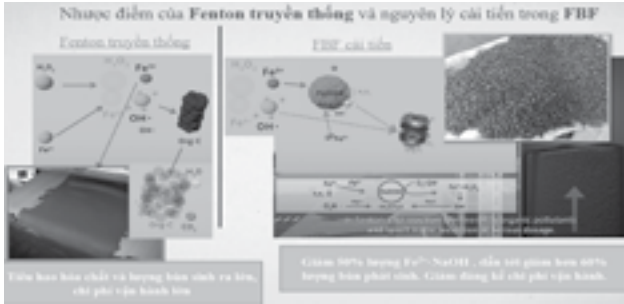
Trong số các phương pháp oxy hóa bậc cao khác nhau, quy trình FBF (H₂O₂/Fe²⁺) đã xử lý hiệu quả các chất ô nhiễm hữu cơ khác nhau. Thuốc thử Fenton là hỗn hợp của H₂O₂ và ion sắt và được sử dụng ở điều kiện pH axit (3-5), tạo ra các gốc hydroxyl theo phản ứng [8]:



Việc sử dụng các quy trình FBF có thể dẫn đến sự khoáng hóa hoàn toàn một số hợp chất hữu cơ, chuyển chúng thành CO₂, H₂O và các ion vô cơ. Các phản ứng sau có thể xảy ra trong quá trình Fenton:



Tuy nhiên, nhược điểm lớn của quá trình Fenton truyền thống là tạo ra một lượng lớn bùn sắt cần phải xử lý thêm. Nhược điểm này có thể được giải quyết bằng cách sử dụng oxit sắt trong lò phản ứng tăng sôi làm chất xúc tác oxy hóa các chất ô nhiễm hữu cơ. Trong quy trình FBF, lượng kết tủa của hydroxit sắt xấp xỉ bị giảm khi sản phẩm thủy phân sắt của phản ứng Fenton kết tinh và phát triển trên bề mặt chất mang. Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng quy trình FBF có hiệu suất tốt hơn quy trình Fenton thông thường hoặc các quy trình khác dựa trên quy trình Fenton. Một báo cáo kết quả thực nghiệm từ TS. Anotai và cộng sự nhận thấy rằng FBF có độ khoáng hóa anilin cao hơn electro-Fenton [9]. Để loại bỏ chất ô nhiễm hữu cơ và sắt, FBF có thể đạt hiệu suất cao. Trong một nghiên cứu khác, FBF có hiệu suất tốt hơn so với quy trình Fenton truyền thống trong việc loại bỏ 2,4-dichlorophenol [10]. Quá trình oxy hóa được cải thiện trong FBF sẽ dẫn đến việc



▲ Hình 2. So sánh công nghệ Fenton truyền thống và Fenton tăng sôi cải tiến

giảm sự hình thành bùn là do các quá trình khác nhau xảy ra đồng thời: (1) quá trình oxy hóa hóa học đồng nhất (H_2O_2/Fe^{2+}), (2) quá trình oxy hóa hóa học không đồng nhất (H_2O_2 /iron oxide), (3) kết tinh tăng sôi và (4) hòa tan các oxit sắt có tính khử. Do đó, có thể xử lý triệt để các chất hữu cơ khó phân hủy và các hợp chất gây ô nhiễm khác.

Ưu điểm của công nghệ Fenton tăng sôi cải tiến này là:

Tính linh hoạt: Trong quá trình vận hành nếu tính chất nước thải đầu vào có sự thay đổi, COD biến động tăng, giảm chỉ cần điều chỉnh lưu lượng hóa chất Fe^{2+} và H_2O_2 .

Vận hành đơn giản: Chỉ cần điều chỉnh lưu lượng hóa chất và kiểm soát pH phản ứng. Các quá trình này có thể dễ dàng cài đặt tự động.

Tính oxy hóa mạnh: Ôxy hóa tốt các hộ chất khó phân hủy như vinyl chloride, BTEX, chlorobenzene, 1,4-Dioxane, aldehyde, pentachlorophenol, polychlorinated biphenyl, TCE, DCE, PCE, EDTA, MTBE, MEK, vv.

Tính kinh tế: Giảm 50% Fe^{2+} , NaOH tiêu thụ, giảm 60% lượng bùn sau quá trình, chi phí vận hành giảm đáng kể so với Fenton cũ dạng bể.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phương Thanh, Tổng quan thị trường nguyên phụ liệu 6 tháng đầu năm 2021, Vinatex, ngày 20/7/2021.
2. Thanh Doan, Tổng quan ngành Dệt Nhuộm tại Việt Nam, Tran Hiep Thanh Textile, ngày 6/5/2023.
3. C.R. Holkar, A.J. Jadhav, D.V. Pinjari, N.M. Mahamuni, A.B. Pandit, A critical review on textile wastewater treatments: Possible approaches, *Journal of Environmental Management*, 182 (2016) 351-366.
4. M.M. Bello, A.A. Abdul Raman, A. Asghar, A review on approaches for addressing the limitations of Fenton oxidation for recalcitrant wastewater treatment, *Process Safety and Environmental Protection*, 126 (2019) 119-140.
5. Q.Q. Cai, B.C.Y. Lee, S.L. Ong, J.Y. Hu, Fluidized-bed Fenton technologies for recalcitrant industrial wastewater treatment—Recent advances, challenges and perspective, *Water Research*, 190 (2021) 116692.



▲ Hình 3. Dự án xử lý tuần hoàn và tái sử dụng nước thải dệt nhuộm bằng công nghệ FBF tại Việt Nam

Nước thải sau khi xử lý bằng FBF đạt cột A, QCVN 40:2011 và có thể tuần hoàn tái sử dụng cho các mục đích khác nhau.

Công nghệ phản ứng Fenton tăng sôi là một giải pháp khả thi có thể áp dụng tại Việt Nam để thúc đẩy tuần hoàn và tái sử dụng nước thải từ ngành dệt nhuộm. Trong bối cảnh suy giảm tài nguyên nước tự nhiên do hạn hán và gia tăng dân số, việc tận dụng nước thải cho các quá trình vận hành khác sẽ trở nên cực kỳ quan trọng. Tái sử dụng nước thải một cách hiệu quả không chỉ giúp tiết kiệm tài nguyên nước mà còn làm cho quá trình sản xuất trong ngành dệt nhuộm trở nên sạch hơn và bền vững hơn. Đây cũng là một yếu tố quan trọng hướng đến mục tiêu sản xuất sạch hơn, giảm lượng thải phát sinh và thúc đẩy phát triển bền vững của ngành công nghiệp này.

Như vậy, việc áp dụng công nghệ phản ứng Fenton tăng sôi không chỉ là một giải pháp kỹ thuật mà còn là một cam kết của Việt Nam trong việc xử lý vấn đề ô nhiễm môi trường và bảo vệ tài nguyên nước trong tương lai. Đồng thời, việc thúc đẩy sự phát triển và áp dụng các công nghệ xanh sẽ góp phần vào sự bền vững của nền kinh tế và môi trường sống của cộng đồng.

6. Liou, M.J., Lu, M.C. and Chen, J.N. (2004), "Oxidation of TNT by photo-Fenton process", *Chemosphere* 57, 107-1114.
7. Brillas, E., Sirés, I. and Oturan, M.A. (2009), "Electro-Fenton process and related electrochemical technologies based on Fenton's reaction chemistry", *Chemical Reviews* 109, 6570- 6631.
8. Chou, S. and Huang, C. (1999), "Application of a supported iron oxyhydroxide catalyst in oxidation of benzoic acid by hydrogen peroxide", *Chemosphere* 38, 2719-2731.
9. Anotai, J., Su, C.C., Tsai, Y.C. and Lu, M.C. (2010), "Effect of hydrogen peroxide on aniline oxidation by electro-Fenton and fluidized-bed Fenton process", *Journal of Hazardous Materials* 183, 888-893
10. Muangthai, I., Ratanatamsakul, C. and Lu, M-C. (2010), "Removal of 2,4-dichlorophenol by fluidized-bed fenton process", *Sustainable Environment Research* 20(5), 325-331 325.

TÁI SỬ DỤNG CHẤT THẢI TRONG KHU CÔNG NGHIỆP SINH THÁI, HƯỚNG TỚI NỀN KINH TẾ TUẦN HOÀN

NGUYỄN THỊ NGỌC ÁNH¹, NGUYỄN THỊ THU HÀ¹, NGUYỄN ANH TUẤN¹

¹Viện Chiến lược, Chính sách tài nguyên và môi trường

1. Đặt vấn đề

Khu công nghiệp sinh thái (KCNST) là một mô hình của nền kinh tế tuần hoàn, hướng đến một nền kinh tế khép kín. Theo đó, rác thải đầu ra của ngành này thành nguồn tài nguyên đầu vào của ngành khác hay tuần hoàn trong nội tại của một doanh nghiệp (DN), góp phần giảm thiểu chất thải ra môi trường và nâng cao hiệu quả kinh tế cho các hoạt động sản xuất trong khu công nghiệp (KCN).

Theo Nghị định số 35/2022/NĐ-CP ngày 28/5/2022 của Chính phủ quy định về quản lý KCN và khu kinh tế (KKT), “KCNST là KCN, trong đó DN trong KCN tham gia vào hoạt động sản xuất sạch hơn và sử dụng hiệu quả tài nguyên, có sự liên kết, hợp tác trong sản xuất để thực hiện hoạt động cộng sinh công nghiệp; đáp ứng các tiêu chí quy định tại Nghị định này”. Các DN trong KCN hợp tác để sử dụng chung các công trình kết cấu hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng xã hội, dịch vụ, nguyên liệu, vật liệu và các yếu tố đầu vào phục vụ sản xuất; tái sử dụng nguyên liệu, vật liệu, nước, năng lượng dư thừa, chất thải, phế liệu để giảm chi phí, nâng cao hiệu quả hoạt động và khả năng cạnh tranh. Các DN trong KCN được hợp tác với bên thứ ba để thực hiện cộng sinh công nghiệp. Mô hình KCN truyền thống vận hành theo quy trình, phát sinh nhiều chất thải. Trong khi đó, mô hình KCNST vận hành theo hệ thống khép kín trên nguyên tắc: cộng sinh công nghiệp, thực hiện trao đổi chất, tái sinh, tái chế, tuần hoàn năng lượng và vật chất nhằm giảm thiểu chất thải, đem lại lợi ích kinh tế, đồng thời đạt được hiệu quả môi trường. Bài báo giới thiệu tổng quan về tái sử dụng chất thải trong KCNST tại một số quốc gia và gợi ý cho Việt Nam.

2. Tái sử dụng chất thải trong KCNST tại một số quốc gia trên thế giới

2.1. Hàn Quốc

Năm 2003, Trung tâm Sản xuất sạch quốc gia Hàn Quốc (KNCPC) khởi công KCNST quốc gia, thể hiện những nỗ lực của Bộ Thương mại, Công nghiệp và Kinh tế (MOTIE) nhằm thúc đẩy phát triển đổi mới sáng tạo trong lĩnh vực công nghiệp, đồng thời đạt được các mục tiêu bền vững về môi trường [1]. Chương trình KCNST chưa đạt được nhiều thành công trong vài năm đầu, tuy nhiên giai đoạn thứ hai (2010-2014) đã được cải thiện

đáng kể, với 146/221 dự án nghiên cứu và phát triển (R&D) đã được vận hành, lựa chọn trong tổng số 346 đề xuất. Tính đến năm 2015, Tổng Công ty Khu phức hợp công nghiệp Hàn Quốc (KICOX) đã nhận được tổng số 595 đề xuất dự án, trong đó có 388 dự án được tài trợ để tiếp tục nghiên cứu và phát triển (R&D) và sau đó 197 dự án đã được xây dựng.

Bên cạnh những lợi ích về kinh tế, xã hội, các chương trình đã đạt được hiệu quả về môi trường, cụ thể: Tiết kiệm 1,35 triệu tấn năng lượng sử dụng, giảm 6,48 triệu tấn lượng khí thải CO₂ và 1,09 triệu tấn chất độc hại các khí như SO_x và NO_x. Ngoài ra, 74,13 triệu tấn nước đã được tiết kiệm, 5,21 triệu tấn phụ phẩm và chất thải được tái sử dụng. Chính phủ Hàn Quốc cũng ước tính tổng lợi ích của các KCNST vượt xa so với Chính phủ đầu tư [1].

Ulsan Mipo và Onsan là một phần sáng kiến KCNST của Hàn Quốc nhằm tìm cách biến các khu phức hợp công nghiệp truyền thống thành các KCNST bền vững. Mục tiêu chính của sáng kiến KCNST Ulsan là thành lập Trung tâm Sinh thái Ulsan, đổi mới và cải tạo khu phức hợp công nghiệp Ulsan Mipo-Onsan thành KCNST bằng cách ứng dụng cộng sinh công nghiệp một cách hệ thống. Trung tâm Sinh thái Ulsan thành lập năm 2007, trực thuộc Tổng Công ty Khu phức hợp công nghiệp Hàn Quốc (KICOX). Nỗ lực của Trung tâm sinh thái đối với quá trình chuyển đổi KCNST Ulsan là thiết lập 10 mạng lưới cộng sinh công nghiệp trong thời gian 3 năm (2006-2008) [2].

Các công ty ở Ulsan Mipo và Onsan đã đầu tư khoảng 520 triệu USD vào việc sử dụng năng lượng, cộng sinh công nghiệp, quản lý chất thải và các cải tiến thân thiện với môi trường. Đến nay, khoản đầu tư này đã tiết kiệm 554 triệu USD, trong khi các công ty trong KCNST tạo ra doanh thu 91,5 tỷ USD. Được thúc đẩy bởi khoản đầu tư 14,8 triệu USD của Chính phủ, các công ty trong khu vực đã giảm lượng khí thải CO₂ (năm 2015-2016) xuống 665.712 tấn, tái sử dụng 79.357 tấn nước và tiết kiệm 279.761 tấn dầu tương đương khi sử dụng năng lượng. Những thay đổi này đã tăng cường mối quan hệ với cộng đồng địa phương bằng cách cải thiện hình ảnh về các KCN gây ô nhiễm. KCN Ulsan Mipo và Onsan là một mô hình mà các KCNST có thể vượt qua những thách thức liên quan đến phát triển công nghiệp toàn diện và bền vững [3].



2.2. Trung Quốc

Trung Quốc đã phát triển tổng hợp các ngành công nghiệp khác nhau bằng cách thúc đẩy chuyển đổi tuần hoàn và xây dựng KCNST, KCN xanh. Các KCN Caofeidian, khu phát triển kinh tế Yeji, KCNST quốc gia Guigang là mô hình của Trung Quốc về cộng sinh công nghiệp.

KCN Caofeidian cộng sinh công nghiệp giữa khử mặn thép và nước biển. Caofeidian đã dần thiết lập một hệ thống kinh tế tuần hoàn bao trùm toàn khu vực và lan rộng ra các khu vực xung quanh bằng cách hình thành chuỗi ngành kinh tế tuần hoàn, thúc đẩy xây dựng các dự án trọng điểm, nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên và năng lượng, đồng thời phát triển các ngành công nghiệp mới nổi mang tính chiến lược. Nhờ chuyển đổi tuần hoàn, tỷ lệ sản lượng tài nguyên của KCN đã tăng 162,2%, tỷ lệ sử dụng toàn diện chất thải rắn công nghiệp đạt 97,5% và tỷ lệ tái sử dụng nước công nghiệp đạt 94,1%.

Theo nguyên tắc tái sử dụng, tái chế, KCN Caofeidian đã giới thiệu các dự án bổ sung, mở rộng và hình thành một mạng lưới tuần hoàn vật liệu và năng lượng tương đối hoàn chỉnh trong ngành thép. Xi sắt trong luyện thép, phế liệu thép từ quá trình luyện, cán thép được tái chế làm nguyên liệu thô. Xi kềm được đưa trở lại nhà máy luyện để nấu chảy lại, xỉ hắc ín và bùn xử lý sinh hóa được trộn vào than cốc để tái sử dụng nhằm tái chế chất thải. Hơi nhiệt thải, hơi thải của các tổ máy phát điện và nước xỉ lò cao có thể được sử dụng làm nguồn nhiệt ở nhiệt độ thấp để cung cấp năng lượng cho các thiết bị khử mặn nước biển đa tác dụng, tạo ra sức mạnh tổng hợp giữa công nghiệp thép và các dự án khử mặn nước biển.

KCN Caofeidian đã đạt được mục tiêu tái chế vật liệu, sử dụng năng lượng trong ngành thép và giữa các ngành liên quan, tạo ra sự cộng sinh giữa ngành thép và khử mặn nước biển.

Khu phát triển kinh tế Yeji cộng sinh công nghiệp giữa chế biến tre và sản xuất điện sinh khối. Với mục tiêu trở thành cụm công nghiệp, thị trường tập trung và khu đô thị tương lai, Yeji đã thực hiện chuyển đổi tuần hoàn vào xây dựng cơ sở hạ tầng, xúc tiến dự án và cải thiện dịch vụ, mang lại sự phát triển hồi sinh cho khu vực. Nhờ chuyển đổi tuần hoàn, tỷ lệ sản lượng tài nguyên của khu vực năm 2017 tăng 2,8% so với năm 2014, tỷ lệ sử dụng toàn diện chất thải rắn công nghiệp tăng 60% và tỷ lệ tái sử dụng nước công nghiệp tăng 100%. Khu phát triển kinh tế Yeji xây dựng một chuỗi ngành kinh tế tuần hoàn, như chế biến gỗ thô, tái sử dụng tàn dư khai thác rừng, tái sử dụng tre, dư lượng chế biến gỗ, tái chế chất thải sản phẩm gỗ và tre. Điều này không chỉ mở rộng chuỗi công nghiệp chế biến gỗ và tre công nghiệp mà còn đạt được 100% việc sử dụng chế biến dư lượng và

chất thải khác được tạo ra từ việc xử lý đồ nội thất, tạo thành một mô hình kinh tế tuần hoàn cho chế biến và sử dụng gỗ, tre.

KCNST quốc gia Guigang tích cực thực hiện đổi mới trong quản lý môi trường, tìm hiểu cách thức quản lý ô nhiễm của bên thứ ba, xây dựng một chuỗi công nghiệp để phân loại việc sử dụng tài nguyên trong khu vực, cung cấp các dịch vụ chuyên biệt để áp dụng các chính sách, quy chuẩn và tiêu chuẩn sản xuất sạch trong KCN; cung cấp tư vấn, đào tạo liên tục về BVMT, sản xuất sạch, cải thiện các dịch vụ quản lý môi trường tổng thể trong KCN. Lấy hoạt động sản xuất đường mía làm hoạt động cốt lõi, khu đã hình thành một chuỗi công nghiệp sinh thái để sản xuất cồn từ mật mía phế thải, sản xuất giấy từ bã mía và tạo ra điện từ ống bã mía. Chuỗi công nghiệp sinh thái bao gồm sáu phân đoạn: ruộng mía, sản xuất đường, sản xuất rượu, sản xuất giấy, đồng phát nhiệt điện và xử lý môi trường toàn diện. Sự phụ thuộc lẫn nhau và cộng sinh giữa các phân đoạn định vị chúng ở thượng nguồn và hạ nguồn trong chuỗi công nghiệp sinh thái, và quá trình sản xuất “tài nguyên-sản phẩm-tái tài nguyên” thể hiện một chu trình nguyên liệu tuần hoàn [4].

2.3. Châu Âu

Các tiêu chí quan trọng để đánh giá mức độ phù hợp của các ngành đối với cộng sinh công nghiệp là: Khối lượng chất thải/sản phẩm phụ/nguyên liệu thô; Sự phức tạp của chất thải; Giá trị của chất thải/sản phẩm phụ/nguyên liệu thô; Tiếp cận nguồn nguyên liệu thô; Khả năng ứng dụng chất thải/sản phẩm phụ/nguyên liệu thô làm đầu vào cho các quy trình công nghiệp khác [5]. Trên thực tế, việc triển khai tái sử dụng chất thải tại châu Âu được thể hiện ở một số ngành, cụ thể:

Công nghiệp thực phẩm (sản xuất các sản phẩm thực phẩm): Với quy mô lớn của ngành, lượng phụ phẩm và phế liệu là đáng kể, điều này làm tăng tiềm năng cộng sinh giữa các công ty. Ví dụ về trao đổi chất thải giữa các ngành công nghiệp bao gồm: nấm men từ sản xuất insulin được sử dụng làm thức ăn gia súc (Kalundborg, Đan Mạch); mạng lưới cộng sinh của Tập đoàn Guitang được xây dựng dựa trên sản xuất đường và bao gồm cả sản xuất rượu; ngũ cốc từ nhà máy bia được sử dụng để trồng nấm (Tunweni, Namibia); nhà sản xuất sợi thủy tinh sử dụng polyme đậu nành và lông gà làm nguyên liệu (BPS, Mỹ).

Công nghiệp giấy và bột giấy (sản xuất giấy và các sản phẩm từ giấy): Chất thải của ngành công nghiệp giấy và bột giấy được dự báo sẽ trở thành vấn đề môi trường cần được quan tâm. Bột giấy để làm giấy được sản xuất từ sợi nguyên sinh bằng phương pháp hóa học, cơ học hoặc có thể được sản xuất bằng cách nghiền lại giấy đã thu hồi. Các ví dụ về cộng sinh công

nghiệp như: bùn giấy được sử dụng trong sản xuất xi măng (Taiheiyō, Nhật Bản); tám cơ sở tiếp nhận giấy phế liệu làm nguyên liệu đầu vào (Nanjangud, Ấn Độ...)

Công nghiệp xi măng (sản xuất xi măng, vôi và thạch cao): Xi măng là nguyên liệu cơ bản để xây dựng và xây dựng công trình dân dụng. Với việc thay đổi thực tiễn công nghiệp, các nguyên liệu thô và nhiên liệu thông thường cho ngành xi măng được thay thế bằng chất thải hoặc sinh khối phù hợp sử dụng trong quá trình sản xuất xi măng là yêu cầu cần thiết. Ở Styria - Áo, thạch cao của nhà máy điện được sử dụng trong sản xuất xi măng; tại nhà máy sản xuất xi măng Taiheiyō ở Nhật Bản có rất nhiều loại vật liệu như xỉ sắt phế liệu, ôxít sắt, lốp xe đã qua sử dụng, nhựa phế thải, bùn giấy, cát đúc thải và bùn thải. Các sản phẩm phụ của quá trình sản xuất xi măng cũng được sử dụng trong các ngành công nghiệp khác như ở Kwinana, Australia, xi măng và bụi lò vôi được sử dụng để ổn định đường và xử lý đất.

Ngành công nghiệp kim loại màu (sản xuất sắt, thép cơ bản và sắt): Nguyên liệu thô chiếm khoảng 70% tổng chi phí trong ngành thép, trong đó khoảng 40% là quặng sắt với một phần đáng kể được nhập khẩu. Khoảng 45% thép ở châu Âu được sản xuất bằng thép phế liệu. Nhiều ví dụ trên thế giới minh chứng ngành công nghiệp kim loại màu có vai trò quan trọng trong các cụm công nghiệp công nghiệp. Điển hình như xỉ thép được sử dụng để sản xuất vật liệu xây dựng (Styria, Áo); xử lý đất, trung hòa nước axit, thay thế xi măng, sản xuất nhôm và vật liệu xây dựng (Kwinana, Australia); làm nguyên liệu sản xuất xi măng (Taiheiyō, Nhật Bản). Cát đúc phế thải được sử dụng trong sản xuất xi măng (Styria, Áo và Taiheiyō, Nhật Bản) và trong sản xuất các khối bê tông, gạch (Midlands, Vương quốc Anh)...

Ngành xây dựng: Xây dựng là ngành tiêu thụ chính các sản phẩm trung gian như nguyên liệu thô, hóa chất, thiết bị điện và điện tử, có tiềm năng kết hợp các sản phẩm phụ/phế liệu và tái sử dụng vật liệu xây dựng lớn. Hầu hết vật liệu được trao đổi bao gồm vật liệu xây dựng và vật liệu phá dỡ. Nhiều ví dụ về trao đổi vật liệu với các ngành công nghiệp khác bao gồm: xỉ thép được sử dụng để sản xuất vật liệu xây dựng (Styria, Áo); xi măng và bụi lò vôi dùng để ổn định đường (Kwinana, Australia); thạch cao phế thải dùng trong sản xuất xi măng (Taiheiyō, Nhật Bản); tro nhà máy điện dùng làm đường và các công trường xây dựng khác làm vật liệu tổng hợp (Guayama, Puerto Rico); bùn thải từ nhà máy điện dùng trong xây dựng đường (Kalundborg, Đan Mạch); cát đúc được sử dụng trong sản xuất khối bê tông, gạch (Midlands, Vương quốc Anh); lốp xe cao su được sử dụng để xây dựng đường xe buýt (Cambridge, Vương quốc Anh).

3. Đánh giá

Việc phát triển công nghiệp tại các quốc gia trên thế giới đang phải đối mặt với các vấn đề về ô nhiễm môi trường, lãng phí tài nguyên và năng lượng. Mô hình KCNST là mô hình KCN hướng tới mục tiêu phát triển kinh tế gắn với BVMT. Cộng sinh công nghiệp giúp sử dụng hiệu quả các dòng chất thải và giảm tác động môi trường tổng thể của KCN. Kết quả triển khai tại một số quốc gia cho thấy thách thức khi chuyển đổi các KCN hiện hữu sang mô hình KCNST sẽ tốn kém chi phí tái cấu trúc cơ sở hạ tầng, chi phí DN nâng cấp công nghệ, chi phí cho vấn đề xử lý rác thải, môi trường... Việc phân tích các dòng thải giúp xác định tiềm năng cộng sinh công nghiệp thông qua nghiên cứu chi tiết về nguồn gốc của từng dòng chất thải chính, tính khả thi (khối lượng, độ phức tạp) và khả năng tái sử dụng của nó. Các nghiên cứu cũng cho thấy, các lĩnh vực như nông, lâm, ngư nghiệp, điện, nước, quản lý và tái chế chất thải nằm trong số những lĩnh vực tiềm năng trong cộng sinh công nghiệp. Các dòng chất thải khác nhau được trao đổi trong những trường hợp này được nhóm thành các loại, chẳng hạn như chất hữu cơ; chất dẻo và cao su; gỗ; kim loại; phi kim loại, giấy, nhiệt thải và hơi nước; tro, nước và nước thải; hóa chất; bùn thải; dầu thải; và những loại khác.

Tại Việt Nam, vấn đề thúc đẩy kinh tế tuần hoàn, tái sử dụng chất thải ở các cơ sở sản xuất, kinh doanh cũng được quy định trong các văn bản pháp luật. Tại khoản 3, Điều 142, Luật BVMT năm 2020 quy định “Cơ sở sản xuất, kinh doanh, dịch vụ có trách nhiệm thiết lập hệ thống quản lý và thực hiện biện pháp để giảm khai thác tài nguyên, giảm chất thải, nâng cao mức độ tái sử dụng và tái chế chất thải ngay từ giai đoạn xây dựng dự án, thiết kế sản phẩm, hàng hóa đến giai đoạn sản xuất, phân phối”. Khoản 3 Điều 47 của Nghị định số 08/2022/NĐ-CP cũng quy định về BVMT đối với khu sản xuất, kinh doanh, dịch vụ tập trung: “Khuyến khích việc tái sử dụng chất thải, áp dụng công nghệ sản xuất sạch hơn, tiết kiệm năng lượng, cộng sinh công nghiệp và kinh tế tuần hoàn”. Ngoài ra, mô hình KCNST đã được Chính phủ nêu rõ tại Nghị định số 35/2022/NĐ-CP 28/5/2022 quy định về quản lý KCN và KKT, các quy định liên quan đến kinh tế tuần hoàn tại Luật BVMT và các văn bản hướng dẫn Luật.

Thực tế hiện nay, tính đến hết năm 2022, cả nước có 265/291 KCN có công trình xử lý nước thải tập trung (đạt tỷ lệ 91%) [6]. Đối với các KCN còn lại, các DN, cơ sở sản xuất trong KCN đã tự đầu tư hệ thống xử lý nước thải đạt QCVN trước khi xả ra môi trường [7]. Tuy nhiên, tại các KCN truyền thống hiện nay, cộng đồng các KCN trong cùng địa phương còn thiếu tính liên kết, hợp tác trong công tác quản lý môi trường cũng như kết nối với các KCN tại những địa phương lân cận. Nội bộ các DN trong cùng KCN cũng



chưa tận dụng hết các lợi thế của nhau để thực hiện cộng sinh công nghiệp, tận dụng phế thải, tiết kiệm tài nguyên, tối ưu hóa việc sử dụng, tái sử dụng các yếu tố đầu ra, đầu vào như nguyên vật liệu, nước, năng lượng, chất thải, phế liệu...

Với mục tiêu công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, Việt Nam đã và đang chú trọng đầu tư và phát triển các KCN. Hiện nay, chuyển đổi từ KCN truyền thống sang KCNST ở nước ta mới được thực hiện thí điểm tại một số KCN ở Đà Nẵng, Ninh Bình, Cần Thơ, Hải Phòng, Đồng Nai, TP. Hồ Chí Minh. Quá trình chuyển đổi KCN truyền thống sang KCNST có những kết quả tích cực nhưng cũng còn nhiều khó khăn, thách thức. Việc thực hiện các sáng kiến KCNST cần nguồn vốn đầu tư, trong khi đối tượng DN nhỏ và vừa trong KCN còn gặp khó khăn trong tiếp cận nguồn tín dụng ưu đãi do thủ tục khắt khe, lãi suất đang có xu hướng tăng cao, thời hạn vay ngắn. Việt Nam chưa có cơ chế tài chính ưu đãi riêng cho dự án đầu tư thực hiện các sáng kiến KCNST [8]. Việc tận thu, tái chế, tái sử dụng chất thải rắn trong KCN còn nhiều rào cản do các quy định về quản lý chất thải, đặc biệt là chất thải nguy hại. Chưa có cơ chế chia sẻ thông tin để giúp các DN kết nối, khám phá cơ hội cộng sinh tiềm năng. Quy định cụ thể về việc loại chất thải được phép tái sử dụng và hướng dẫn cụ thể cho việc tái sử dụng giữa các DN trong KCN chưa được xây dựng...

Với số lượng lớn KCN tại Việt Nam, việc áp dụng cách tiếp cận KCNST, tham gia các liên kết cộng sinh công nghiệp, chuyển đổi, xây dựng mới các KCNST không chỉ mang lại lợi ích kinh tế và xã hội tại các DN trong các KCNST, mà còn mang lại lợi ích cho cả người lao động và cộng đồng dân cư thông qua việc

giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Các DN tham gia có thể tận dụng lợi ích trực tiếp của KCNST trong hiệu quả sử dụng tài nguyên, xử lý chất thải, giảm thiểu rủi ro môi trường dẫn đến tiết kiệm chi phí và tăng khả năng cạnh tranh. Người lao động được nâng cao năng lực, kỹ năng làm việc, cải thiện điều kiện làm việc, nâng cao mức sống. Đặc biệt, việc thúc đẩy phát triển KCN theo hướng sinh thái sẽ huy động nguồn lực lớn từ khu vực tư nhân cho các giải pháp công nghiệp xanh, đảm bảo an ninh năng lượng, đóng góp đáng kể vào nỗ lực ứng phó với biến đổi khí hậu của Việt Nam, thúc đẩy tăng trưởng xanh, kinh tế tuần hoàn, thể hiện quyết tâm chính trị của Chính phủ Việt Nam trong việc thực hiện các cam kết phát triển bền vững.

Để có thể triển khai tái sử dụng chất thải trong KCNST như Hàn Quốc, Trung Quốc hay một số quốc gia khu vực châu Âu, Việt Nam cần ưu tiên một số vấn đề sau:

- Xây dựng chính sách, hướng dẫn liên quan đến KCNST, trong đó có cơ chế, chính sách ưu đãi để thúc đẩy KCNST.

- Nghiên cứu, xây dựng hướng dẫn tái sử dụng chất thải trong KCNST, trong đó làm rõ loại hình/danh mục chất thải có thể thay thế làm nguyên liệu sản xuất; quy trình hướng dẫn tái sử dụng chất thải.

- Xây dựng cơ chế chia sẻ thông tin, dữ liệu, kết nối liên thông giữa các DN trong KCNST và giữa các KCN để mở rộng cơ hội cộng sinh công nghiệp, tái sử dụng chất thải, tiết kiệm tài nguyên, nguyên vật liệu đầu vào cho quá trình sản xuất.

- Truyền thông, nâng cao nhận thức của DN về lợi ích của việc chuyển đổi sang mô hình KCNST ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Eunice Jieun Kim, 2017, *Case Study Greening Industrial Parks - A Case Study on South Korea's EcoIndustrial Park Program*.
2. Hung-Suck Park, 2008, *Case study: Eco-industrial Park in Ulsan, Republic of Korea, Project "Eco-Efficient and sustainable urban infrastructure development in Asia and Latin America"*.
3. <https://moderndiplomacy.eu/2018/01/25/eco-industrial-parks-emerge-effective-approach-sustainable-growth/>.
4. Kai Zhao, 2021, *Industrial symbiosis: practices in China's industrial parks, Special Issue 23/2021: Industry and Waste : Toward the Circular Economy, p.54-59*.
5. EC, 2015, *Analysis of certain waste streams and the potential of Industrial Symbiosis to promote waste as a resource for EU Industry*.
6. Công văn số 2044/BCT-ATMT ngày 10/4/2023 của Bộ Công Thương.
7. Chính phủ, 2023. Báo cáo số 208/BC-CP về công tác BVMT năm 2022.
8. <https://kinhtevdubao.vn/phat-trien-khu-cong-nghiep-sinh-thai-xu-huong-tat-yeu-huong-toi-phat-trien-ben-vung-25729.html>.

VỎ NHỰA (PLASTICRUST) VÀ THÁCH THỨC CỦA Ô NHIỄM NHỰA: NGUYÊN NHÂN, HẬU QUẢ VÀ CÁC GIẢI PHÁP PHÒNG NGỪA HƯỚNG ĐẾN BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

NGUYỄN MINH KỶ¹, HOÀNG TUẤN DŨNG²
ĐẶNG KIM CHI³

¹Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh

²Trường Hóa và Khoa học Sự sống, Đại học Bách khoa Hà Nội

³Hội Bảo vệ Thiên nhiên và Môi trường Việt Nam

1. Đặt vấn đề

Ô nhiễm nhựa là vấn đề toàn cầu, ngày càng trở nên nghiêm trọng, gây tác động tiêu cực lớn đối với môi trường biển và cuộc sống trên Trái đất [1]. Hàng năm, hàng triệu tấn nhựa được sản xuất, sử dụng và một lượng lớn rác thải nhựa kết thúc trong đại dương. Nhựa không phân hủy nhanh chóng mà tạo ra các hạt nhựa siêu nhỏ và gây ra ô nhiễm môi trường. Hậu quả khiến động và thực vật biển bị ảnh hưởng, đối mặt với nguy cơ nuốt phải hoặc bị mắc kẹt trong vẩn nạn rác thải nhựa. Bên cạnh đó, nhựa còn có thể phát ra các chất hóa học độc hại, ảnh hưởng đến sinh quyển biển và con người khi nhựa, chất độc hại xâm nhập vào các chuỗi thức ăn.

Một trong những hậu quả đáng chú ý của ô nhiễm nhựa, đó là sự hình thành loại nhựa mới hay còn được biết đến là "plasticrust - vỏ nhựa". Hiện tượng này được đặt tên là "plasticrust," từ sự kết hợp giữa "plastic" (nhựa) và "crust" (lớp vỏ). Plasticrust là thuật ngữ được sử dụng để mô tả hiện tượng khi các hạt nhựa bị dính chặt vào lớp vỏ của đá hoặc các cấu trúc tự nhiên tương tự khác. Vết vỏ nhựa xuất hiện dưới dạng một lớp phủ trên các bãi thủy triều do tác động của môi trường [2]. Chúng ám chỉ đến các mảnh vụn nhựa được phủ trải dài trên các bãi đá được tìm thấy dọc theo đường bờ thủy triều. Điều này thường xuyên xảy ra ở các vùng biển hoặc khu vực gần bờ biển, nơi lớp vỏ nhựa bám chặt vào bề mặt đá.

Plasticrust được biết đến lần đầu tiên khi các nhà nghiên cứu tại Đại học Lisbon, Bồ Đào Nha phát hiện ra hiện tượng này trên bờ biển đảo Madeira [3]. Những lớp vỏ nhựa này thường được hình thành thông qua tác động của sóng và thời tiết, khiến chúng liên kết với các vật dụng có nguồn gốc từ nhựa, tạo thành một lớp mỏng màu trắng hoặc đục trên bề mặt đá. Hiện tượng này là một biểu hiện rõ ràng của tác động ô nhiễm nhựa trong môi trường biển và làm nổi bật về ô nhiễm nhựa toàn cầu. Các phân tích ban đầu đã chỉ ra những lớp vỏ nhựa chủ yếu được hình thành từ polyethylene (PE), polypropylene (PP) - một trong những chất liệu phổ biến được sử dụng trong nhiều sản phẩm nhựa, đặc biệt là túi nhựa và vỏ bọc thực phẩm trong thời đại ngày nay [2, 3]. Sự xuất hiện nhiều

loại plasticrust chủ yếu từ PE, PP là tín hiệu của việc sử dụng chất liệu này và mức độ báo động của ô nhiễm nhựa trong môi trường biển.

Plasticrust không chỉ là một hiện tượng làm giảm giá trị cảnh quan, mà còn là một mối đe dọa đáng kể cho hệ sinh thái biển, khi những lớp nhựa này có thể trở thành một phần của chuỗi thức ăn và tạo ra hậu quả khó lường. Do đó, nhu cầu bức thiết cập nhật thông tin để biết thêm chi tiết về plasticrust. Bài viết làm sáng tỏ về thực trạng diễn biến, nguyên nhân, hậu quả, các giải pháp nhằm giảm thiểu tác động tiêu cực của ô nhiễm nhựa và plasticrust, hướng đến BVMT.

2. Hiện trạng plasticrust

Theo báo cáo từ nhiều quốc gia, những loại nhựa mới này chủ yếu được quan sát tại các khu vực ven biển với sự phân bố rộng rãi (Bảng 1). Plasticrust được phát hiện lần đầu tiên ở Đại Tây Dương (đảo Madeira) [3], sau đó được tìm thấy ở biển Địa Trung Hải (đảo Giglio) [4], trên các bãi biển ở Peru [5] và bờ biển Caribbean của Colombia [6] cho thấy sự hiện diện của chúng phổ biến trong môi

Bảng 1. Tóm tắt các nghiên cứu về plasticrust

Quốc gia	Địa điểm	Polymers	Kích thước/ Mật độ	Tham khảo
Bồ Đào Nha	Đảo núi lửa Madeira	Polyethylene (PE)	0,77 ± 0,1 mm	[3]
Italy	Đảo Giglio	Polyethylene (PE)	0,5–0,7 mm	[4]
Đại Tây Dương, vùng thuộc Bồ Đào Nha	Đảo Madeira	High-density polyethylene (HDPE), polypropylene (PP)	Đa dạng	[8]
Peru	Bãi biển Peru	High-density polyethylene (HDPE), polypropylene (PP)	N/A	[5]
Colombia	Bờ biển Caribbean	Polyester (PES), polyethylene (PE), copolymers	Tích lũy	[6]
Ấn Độ	Đảo Andaman	Polyvinyl chloride (PVC)	2,87 × 0,61 cm	[9]
Nhật Bản	Biển Nhật Bản	Polyethylene (PE), polyester (PES)	7,65 ± 1,76 plasticrusts/ quadrat	[7]



trường sống ven biển. Các polymer chiếm ưu thế được xác định trong plasticrust bao gồm polypropylene (PP), polyethylene (PE), high-density polyethylene (HDPE) và polyester (PES).

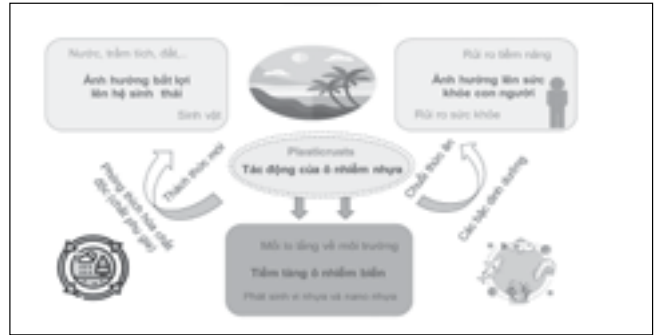
Sự phổ biến và kích thước của plasticrust thay đổi tùy theo địa điểm khảo sát. Chi tiết hơn, mật độ trung bình của plasticrust được khảo sát gần đây ở biển Nhật Bản là 7,65 plasticrusts/quadrat (dao động từ 1–30 plasticrusts/quadrat) [7]. Trong các cuộc khảo sát đó, đa số plasticrust quan sát được gồm màu xanh lam (58,5%), màu xanh lá canh (25,4%), và sau đó là màu đỏ (16,2%). Về kích thước, kết quả trên đảo núi lửa Madeira, plasticrust có chiều dài trung bình là $0,77 \pm 0,1$ mm, trong khi ở đảo Giglio, chúng dao động từ 0,5 đến 0,7 mm. Nhìn chung, ô nhiễm nhựa trở thành khó khăn và thách thức mang tính toàn cầu và plasticrust chỉ ra sự ô nhiễm nhựa lan rộng và tác động của nó đối với môi trường ven biển. Các kết quả về hiện trạng plasticrust mang lại bằng chứng quý giá về sự hình thành và tác động của loại nhựa mới được phát hiện ở các khu vực ven biển, thúc đẩy cuộc thảo luận về quá trình hình thành và tác động của chúng đối với hệ sinh thái biển.

3. Nguyên nhân hình thành và hậu quả của plasticrust

3.1. Nguyên nhân

Nguyên nhân hình thành "plasticrust" hoặc lớp vỏ nhựa trên bề mặt đá thường liên quan đến sự tương tác giữa các mảnh nhựa và môi trường biển, đặc biệt là ở khu vực gần bờ biển. Các nguyên nhân chính bao gồm như tương tác sóng biển, quá trình phong hóa do thời tiết và sự nóng chảy các mảnh nhựa [2]. Sóng biển và các điều kiện thời tiết có thể tạo ra sự mài mòn, nhấn chìm các hạt nhựa vào các kẽ đá, dính bám trên bề mặt đá. Điều này tạo điều kiện cho sự kết hợp giữa nhựa và bề mặt các gềnh đá. Sự chuyển động của sóng và nước biển có thể tác động cơ học lên các mảnh nhựa, làm cho chúng bị trầy và giữ chặt vào bề mặt đá.

Ngoài ra, De-la-Torre, et al. [5] đưa ra bằng chứng thuyết phục cho thấy sự lắng đọng nhựa nóng chảy vào các kẽ đá có thể đóng vai trò là con đường bổ sung để hình thành "plasticrust". Sự mài mòn và hao mòn là những cơ chế vật lý quan trọng đóng vai trò then chốt trong việc tạo ra plasticrust [6]. Như vậy, sự hình thành các cấu trúc nhựa mới này có nguyên nhân sâu xa do các hoạt động của con người, chẳng hạn như đốt chất thải, tạo ra các dạng vật liệu nhân tạo mới, đặc biệt chứa thành phần nhựa [10]. Quá trình hình thành plasticrust không diễn ra ngay lập tức mà đòi hỏi thời gian và điều kiện môi trường phù hợp. Tương tác giữa nhựa và môi trường biển cần thời gian để tạo ra một lớp vỏ nhựa ở mặt đá. Sự có mặt của chất thải nhựa trong môi trường biển, hậu quả của ô nhiễm nhựa, là yếu tố chính thúc đẩy quá trình hình thành plasticrust. Hiểu rõ hơn về cơ chế này có thể giúp cải thiện công tác quản lý và giảm thiểu ô nhiễm nhựa trong môi trường biển.



▲ Hình 1. Tác động tiềm ẩn của plasticrust đến hệ sinh thái và rủi ro sức khỏe [2].

3.2. Hậu quả

Hậu quả của hiện tượng "plasticrust" và ô nhiễm nhựa nói chung có thể gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường biển và con người (Hình 1). Plasticrust và ô nhiễm nhựa có thể ảnh hưởng đến động và thực vật biển bằng cách làm giảm ánh sáng mặt trời và tạo ra một môi trường kín. Điều này có thể gây ảnh hưởng đến sinh sản, tìm kiếm thức ăn, và các hoạt động sinh học khác của hệ sinh thái biển. Liên quan đến nguy cơ độc hại, nhựa có thể phát thải (phóng thích) các chất hóa học độc hại khi bị mài mòn hoặc tiếp xúc với các điều kiện môi trường khác nhau. Các hợp chất này có thể nhập vào thức ăn của cá và các sinh vật biển khác, gây nguy cơ độc hại cho cả hệ sinh thái và người tiêu thụ. Đối với sức khỏe con người, nhựa có chứa các chất độc hại (phụ gia) có thể tích lũy vào chuỗi thức ăn biển, tác động đến sức khỏe của con người trong quá trình tiêu thụ các sản phẩm từ đại dương.

Plasticrust cũng có thể gây mất mát sinh quyển biển do tác động tiêu cực đến các sinh vật và cộng đồng sinh quyển trên bề mặt đá. Về các tác động kinh tế, ô nhiễm nhựa và plasticrust có thể tác động mạnh đến ngành cá, du lịch và các ngành nghề khác liên quan đến môi trường biển. Việc giảm giá trị sinh thái của vùng biển có thể tạo ra các vấn đề kinh tế cho các cộng đồng dựa vào nguồn lợi từ biển.

Các mảnh nhựa hay plasticrust khi bị phân hủy, vỡ nhựa có thể hình thành các hạt vi nhựa (microplastics) và nanoplastics vào môi trường xung quanh. Những hạt nhựa kích thước micro và nano gây ra rủi ro sinh thái nghiêm trọng vì chúng bền vững trong các hệ sinh thái, có khả năng gây hại cho hệ động thực vật thủy sinh và xâm nhập vào chuỗi thức ăn, ảnh hưởng sức khỏe con người. Bởi vậy, việc đề xuất các chiến lược để giảm thiểu tác động của loại nhựa mới nổi và nguồn gốc của chúng là cần thiết.

4. Các giải pháp phòng ngừa giảm thiểu ô nhiễm nhựa hướng đến BVMT biển

Để giải quyết vấn đề của ô nhiễm nhựa và plasticrust, cần triển khai các giải pháp toàn cầu và có hệ thống. Các biện pháp như giảm lượng nhựa tiêu thụ, tái chế, và quản lý chất thải hiệu quả rất quan trọng. Các nỗ lực toàn cầu để BVMT sẽ thúc đẩy giảm thiểu các tác động tiêu cực.

Nhận thức mới về sự hình thành loại nhựa “plasticrust” với những mối đe dọa đáng kể đối với môi trường, sinh thái biển đóng vai trò quan trọng. Điều này đòi hỏi sự chung tay của các tổ chức, chính phủ, doanh nghiệp và cộng đồng.

Nhằm quản lý hiệu quả có tính chiến lược, trước hết cần hạn chế sử dụng và tiêu thụ sản phẩm nhựa thông qua việc tăng cường giáo dục cộng đồng về tác động của nhựa đối với môi trường và sức khỏe. Giảm thiểu sử dụng nhựa có thể đạt được bởi việc khuyến khích các sản phẩm thay thế thân thiện với môi trường. Điều này đồng nghĩa ưu tiên hỗ trợ nghiên cứu và phát triển các vật liệu thân thiện mới, dễ phân hủy hơn và ít gây tác động tiêu cực sau thải bỏ. Nâng cao năng lực tăng cường tái chế, tái sử dụng như phát triển cơ sở hạ tầng tái chế và các chương trình tái sử dụng nhằm giảm lượng thải nhựa sản xuất mới. Khuyến khích sử dụng sản phẩm tái chế, tái sử dụng để giảm áp lực lên nguồn nguyên liệu mới. Do đó, cần chú trọng tăng cường hệ thống quản lý chất thải để đảm bảo sự thu gom, xử lý và tái chế chất thải nhựa hiệu quả.

Đối với việc giảm thiểu tác động môi trường của hiện tượng plasticrust đòi hỏi cần phải thực hiện đa dạng các biện pháp phòng ngừa. Các loại nhựa được quan sát bao gồm polyethylene (PE), một trong những loại nhựa phổ biến nhất, được sử dụng trong công nghiệp bao bì, vật liệu xây dựng và các thiết bị y tế. Tương tự, các loại nhựa tổng hợp như high-density polyethylene (HDPE) và polypropylene (PP) thường dùng làm hộp đựng, đồ chơi và các sản phẩm khác. Từ đó minh họa nhiều nguồn khác nhau góp phần gây ra hiện tượng vỏ nhựa – có nguồn gốc từ ô nhiễm nhựa, chúng có thể bắt nguồn từ vật liệu đóng gói, hoạt động hàng hải và quá trình đốt cháy rác thải. Hậu quả xuất hiện hiện tượng vỏ nhựa trên bề mặt đá ven biển chỉ rõ tác động môi trường tiềm tàng của ô nhiễm nhựa. Chính vì vậy, điều quan trọng cần đề ra chính sách và chiến lược dựa trên bằng chứng để giảm thiểu ô nhiễm nhựa và BVMT hệ sinh thái biển. Việc thực hiện các chiến lược quản lý chất thải hiệu quả sẽ đóng vai trò quan trọng đảm

bảo các biện pháp kiểm soát giảm thiểu chất thải nhựa, qua đó hạn chế và phòng ngừa sự hình thành hiện tượng plasticrust. Điều này có thể đạt được thông qua sự kết hợp nhiều phương pháp tiếp cận, bao gồm thúc đẩy luật pháp và quy định, sáng kiến nâng cao hoạt động tái chế, thực hiện các biện pháp kỹ thuật, tăng cường giám sát và nâng cao nhận thức của công chúng về tác hại của plasticrust.

Đối với người tiêu dùng cần nâng cao nhận thức, thái độ và hành vi tiêu dùng có trách nhiệm thông qua các chiến dịch giáo dục, trong đó nhấn mạnh việc sử dụng sản phẩm có thể tái chế, giảm thiểu đóng gói và thực hiện các biện pháp tiết kiệm nhựa. Bên cạnh đó, Nhà nước cùng với doanh nghiệp phát triển các ứng dụng và công nghệ mới giúp giảm ô nhiễm nhựa và tạo ra sản phẩm thân thiện với môi trường. Các quốc gia, tổ chức quốc tế và doanh nghiệp cần có sự phối hợp trong việc giảm thiểu dòng chảy của rác thải nhựa vào đại dương. Để có thể thực hiện các giải pháp trên cần có sự hợp tác rộng rãi giữa các bên liên quan, từ Chính phủ đến doanh nghiệp và cộng đồng nhằm giảm thiểu tác động của plasticrust và ô nhiễm nhựa đối với môi trường, sức khỏe con người.

5. Kết luận

Plasticrust là vấn đề cụ thể, điển hình của tác động của ô nhiễm nhựa, là minh chứng rõ ràng về những thách thức lớn mà nhân loại đang đối mặt trong việc BVMT biển. Ô nhiễm nhựa và plasticrust không chỉ gây hậu quả cho động và thực vật biển, mà còn tạo ra những vấn đề đa chiều, từ kinh tế đến sức khỏe con người. Để giải quyết vấn đề này, sự hợp tác và nỗ lực toàn cầu là cần thiết. Cần có những biện pháp quyết liệt để giảm sử dụng nhựa, tăng cường tái chế, tái sử dụng, quản lý chất thải hiệu quả, khuyến khích sự đổi mới trong nghiên cứu và phát triển về vật liệu thân thiện môi trường. Tuy nhiên, vấn đề này không chỉ là trách nhiệm của các cơ quan Chính phủ hay doanh nghiệp, mà còn là của mỗi cá nhân. Thái độ tiêu dùng có trách nhiệm, sự chấp nhận của các biện pháp tiết kiệm nhựa và quyết tâm thay đổi lối sống cá nhân là chìa khóa để đảm bảo tương lai bền vững cho hành tinh chúng ta ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyen, M.-K., Rakib, M.R.J., Lin, C., Hung, N.T.Q., Le, V.-G., Nguyen, H.-L., Malafaia, G., and Idris, A.M. (2023). A comprehensive review on ecological effects of microplastic pollution: An interaction with pollutants in the ecosystems and future perspectives. *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 168, 117294.
2. Nguyen, M.-K., Rakib, M.R.J., Nguyen, H.-L., Lin, C., Malafaia, G., and Idris, A.M. (2024). A mini-review on plasticrusts: occurrence, current trends, potential threats, and recommendations for coastal sustainability. *Environmental Monitoring and Assessment* 196, 137.
3. Gestoso, I., Cacabelos, E., Ramalhosa, P., and Canning-Clode, J. (2019). Plasticrusts: A new potential threat in the Anthropocene's rocky shores. *Science of The Total Environment* 687, 413-415.
4. Ehlers, S.M., and Ellrich, J.A. (2020). First record of 'plasticrusts' and 'pyroplastic' from the Mediterranean Sea. *Marine pollution bulletin* 151, 110845.
5. De-la-Torre, G.E., Pizarro-Ortega, C.I., Dioses-Salinas, D.C., Rakib, M.R.J., Ramos, W., Pretell, V., Ribeiro, V.V., Castro, Í.B., and Dobaradaran, S. (2022). First record of plastiglomerates, pyroplastics, and plasticrusts in South America. *Science of The Total Environment* 833, 155179.
6. Rangel-Buitrago, N., Ochoa, F.L., Rodríguez, R.D.B., Moreno, J.B., Trilleras, J., Arana, V.A., and Neal, W.J. (2023). Decoding plastic pollution in the geological record: A baseline study on the Caribbean Coast of Colombia, north South America. *Marine Pollution Bulletin* 192, 114993.
7. Ellrich, J.A., Furukuma, S., and Ehlers, S.M. (2023). Plasticrust generation and degeneration in rocky intertidal habitats contribute to microplastic pollution. *Science of The Total Environment* 876, 162787.
8. Ehlers, S.M., Ellrich, J.A., and Gestoso, I. (2021). Plasticrusts derive from maritime ropes scouring across raspy rocks. *Marine Pollution Bulletin* 172, 112841.
9. Goswami, P., and Bhadury, P. (2023). First record of an Anthropocene marker plastiglomerate in Andaman Island, India. *Marine Pollution Bulletin* 190, 114802.
10. Corcoran, P.L., and Jazvac, K. (2020). The consequence that is plastiglomerate. *Nature Reviews Earth & Environment* 1, 6-7.



THỨC ĐẨY HOẠT ĐỘNG TÁI CHẾ: CẦN NHẮC VÀ GỢI Ý CHÍNH SÁCH

HỒ QUỐC THÔNG¹

¹Viện Kinh tế Môi trường Đông Nam Á

Bài viết này nhấn mạnh việc tái chế là trụ cột quan trọng trong phát triển kinh tế xanh và kinh tế tuần hoàn. Tái chế giúp giảm thiểu rác thải, tiết kiệm tài nguyên và tạo giá trị kinh tế. Tuy nhiên, thành công của tái chế phụ thuộc vào sự kết hợp giữa thị trường, công nghệ tiên tiến và thay đổi hành vi. Bài viết cũng nhấn mạnh vai trò của Chính phủ trong việc thiết lập chính sách, khuyến khích tái chế thông qua các công cụ pháp lý, thị trường và hành vi. Qua đó đề xuất các chính sách cho Việt Nam, như phát triển thị trường tái chế bền vững, cải thiện hạ tầng, thúc đẩy sự tham gia của cá nhân có ảnh hưởng xã hội và đánh giá toàn diện tác động của chính sách tái chế.

1. Bối cảnh tái chế và các nỗ lực

Trong bối cảnh toàn cầu hóa, việc chuyển đổi sang nền kinh tế xanh và phát triển kinh tế tuần hoàn đang trở thành một xu hướng tất yếu và tái chế là một trong những trụ cột chính. Tái chế không những giúp giảm thiểu lượng rác thải ra môi trường, tiết kiệm nguồn tài nguyên, giảm phát thải các-bon, mà còn tạo ra giá trị kinh tế từ những vật liệu đã qua sử dụng. Các chính sách và sáng kiến tái chế đang được nhiều quốc gia, doanh nghiệp và tổ chức phi lợi nhuận tích cực triển khai, nhằm khuyến khích người tiêu dùng và các bên liên quan tham gia vào chuỗi giá trị tái chế. Điều này không chỉ góp phần vào mục tiêu BVMT mà còn hướng tới một nền kinh tế bền vững, nơi mọi nguồn lực được sử dụng một cách hiệu quả và có trách nhiệm.

Tuy nhiên, việc thực hiện thành công hoạt động tái chế không phải là một nhiệm vụ dễ dàng mà đòi hỏi sự kết hợp chặt chẽ giữa nhiều yếu tố khác nhau như: thị trường, công nghệ tiên tiến và hành vi tích cực từ các bên liên quan. Thị trường tái chế cần được hỗ trợ bởi cơ chế giá cả hợp lý, hay động cơ kinh tế đủ mạnh để khuyến khích việc thu gom và xử lý chất thải một cách hiệu quả. Công nghệ tái chế mới và tiên tiến đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao hiệu quả của quá trình tái chế, từ việc phân loại rác thải đến tái chế thành sản phẩm mới. Bên cạnh đó, việc thay đổi hành vi và tăng cường nhận thức của người tiêu dùng, doanh nghiệp và các tổ chức là yếu tố không thể thiếu, giúp

tạo ra một chuỗi giá trị tái chế bền vững. Chỉ khi các yếu tố này được kết hợp một cách hiệu quả, mục tiêu về một nền kinh tế xanh, bền vững và thân thiện với môi trường mới có thể được thực hiện thành công.

Trên thực tế, mặc dù việc BVMT là mối quan tâm chung của toàn xã hội, tuy nhiên, các doanh nghiệp khi tham gia vào hoạt động tái chế thường chủ yếu hướng tới mục tiêu kinh tế cá nhân. Điều này phản ánh một thực trạng rằng, giữa lợi ích cộng đồng và lợi ích cá nhân có thể xảy ra sự đánh đổi, nơi mục tiêu kinh doanh và mục tiêu môi trường không đi đôi với nhau. Điều này đặt ra vai trò của Chính phủ, thông qua việc thiết lập chính sách đối với quy định pháp lý, công cụ thị trường và cơ chế khuyến khích nhằm đảm bảo rằng hoạt động tái chế không chỉ đem lại lợi ích kinh tế cho doanh nghiệp mà còn góp phần vào mục tiêu BVMT chung. Sự can thiệp này có thể bao gồm việc tạo điều kiện cho sự phát triển của thị trường tái chế bền vững, cũng như tăng cường nâng cao nhận thức và trách nhiệm xã hội của doanh nghiệp đối với môi trường.

Tại Việt Nam, sự nỗ lực của Chính phủ và cộng đồng trong việc thúc đẩy tái chế cho các loại rác thải khác nhau là đáng kể. Cụ thể, Bộ TN&MT đã ban hành các quy định về tỷ lệ tái chế bắt buộc cho nhiều loại chất thải, ví dụ giấy carton, nhựa, kim loại và thủy tinh. Các chính sách và chiến dịch thông tin, truyền thông về trách nhiệm mở rộng của nhà sản xuất được triển khai mạnh mẽ. Tuy nhiên, với thách thức môi trường ngày càng lớn và lượng rác thải ngày càng tăng, hoạt động tái chế vẫn còn nhiều bất cập. Để đạt được mục tiêu kinh tế bền vững và giảm các tác động tiêu cực đến môi trường, hoạt động tái chế đòi hỏi nhiều chính sách phối hợp, cũng như đánh giá kỹ lưỡng về hiệu quả thực thi và kinh tế của từng chính sách.

2. Một số gợi ý chính sách cho hoạt động tái chế tại Việt Nam

Một là, cần nhận thức rằng tái chế là hoạt động quan trọng, nhưng tái chế không phải là “lá bùa hộ mệnh”



thúc đẩy kinh tế xanh. Tái chế giúp nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên nói chung và giải quyết một vấn đề môi trường nào đó. Tuy nhiên, hoạt động tái chế có thể gây nên vấn đề môi trường khác. Ví dụ, tái chế nhựa tạo ra lợi ích kinh tế cho đơn vị tái chế và việc làm cho xã hội nhưng tái chế với công nghệ lạc hậu có thể gây nên ô nhiễm không khí và nguồn nước. Vì vậy, tái chế cần đặt trong một bối cảnh môi trường chung và công nghệ tiên tiến để tránh hiện tượng giải quyết một vấn đề môi trường nhưng lại tạo ra vấn đề môi trường khác.

Hai là, thúc đẩy hoạt động tái chế nói riêng và BVMT nói chung một chính sách đơn thuần là không đủ trong khi đó tính hiệu quả của chính sách cũng cần được chú trọng. Để đạt được mục tiêu tái chế bền vững và hiệu quả các chính sách về môi trường như phân loại rác tại nguồn, quy định về trách nhiệm mở rộng của nhà sản xuất là những nhóm chính sách có tính tương hỗ lẫn nhau rất cao. Việc triển khai các quy định pháp lý hay công cụ thị trường như thuế hay trợ cấp thường yêu cầu lượng lớn nguồn lực. Chính phủ cần cân nhắc đồng bộ các công cụ hành vi như truyền thông hay sự tham gia của người nổi tiếng thúc đẩy các sáng kiến môi trường hay nâng cao nhận thức - nhóm công cụ hành vi thường có chi phí thực thi giám sát thấp hơn nhóm công cụ pháp lý và thị trường.

Ba là, vấn đề thu gom tái chế phụ một cách bền vững phụ thuộc rất lớn vào động cơ kinh tế của các bên liên quan. Để thu hút được sự tham gia của lĩnh vực tư nhân thì hoạt động thu gom tái chế phải mang lại đủ lợi ích kinh tế cho các bên tham gia vào chuỗi giá trị tái chế. Tạo ra thị trường cho vật liệu tái chế là chiến lược lâu dài và bền vững mà Chính phủ cần đánh giá và đặt ra thứ tự ưu tiên trong điều kiện nguồn lực hạn chế. Ví dụ, để thúc đẩy hoạt động tái chế bao bì thủy tinh, lợi ích kinh tế của người thu gom, vận chuyển và tái chế phải đủ lớn để bù đắp chi phí cơ hội của một ngày công và các nguồn lực khác mà các bên liên quan bỏ ra. Thực tế, rác thải thủy tinh chưa có thị trường hoặc còn rất yếu do thu nhập từ vật liệu thủy tinh thu gom thấp hơn nhiều so với giá nhân công của người thu gom. Vì vậy, vấn đề tái chế thủy tinh gặp rất nhiều khó khăn. Để giải quyết được điều này, trách nhiệm của người tiêu dùng là chi trả thêm, nhà sản xuất sử dụng bao bì thủy tinh là giảm lợi ích và Chính phủ là xây dựng cơ chế để tạo ra một thị trường cho rác thải thủy tinh. Chính phủ có thể huy động nguồn lực để đầu tư hạ tầng tái chế, trang thiết bị cần thiết để giảm chi phí thu gom và vận chuyển hay trợ cấp tái chế hướng tới lợi ích kinh tế đủ lớn cho các bên liên quan trong chuỗi giá trị tái chế.

Bên cạnh đó, những rác thải như bao bì giấy carton vốn dĩ đã có thị trường - nghĩa là vấn đề thu gom và tái chế bao bì giấy carton tạo lợi ích kinh tế đủ mạnh để thúc đẩy các bên liên quan tham gia. Trong những trường hợp tương tự như thế này, Chính phủ đảm bảo



▲ Triển khai "Dự án hồi sinh rác thải nhựa" do Unilever Việt Nam và hai đối tác chiến lược VietCycle và Duy Tân tổ chức hướng đến thúc đẩy mô hình kinh tế tuần hoàn

duy trì cơ chế để thị trường vận hành. Tuy nhiên, sự vận hành của thị trường là trạng thái động và có thể tồn tại những mặt trái mà người mua và người bán có thể không chịu trách nhiệm chi phí xã hội mà họ tạo ra. Đây là vấn đề chung của hầu hết các thị trường hàng hóa dịch vụ khác nhau.

Bốn là, Chính phủ cần nhắc nhở công cụ hành vi - thường hiệu quả về chi phí, để thúc đẩy nhu cầu về sản phẩm có nguồn gốc tái chế phù hợp. Một trong những công cụ hành vi đã được kiểm chứng và ứng dụng ở nhiều quốc gia là kêu gọi sự tham gia của người nổi tiếng tham gia vào các sáng kiến môi trường. Đối với vấn đề tái chế, Chính phủ cần nhắc nhở lồng ghép các chiến dịch truyền thông có sự tham gia của người nổi tiếng trong việc ủng hộ hành vi tiêu dùng xanh và có trách nhiệm. Nỗ lực của Chính phủ cùng với những người có ảnh hưởng trong xã hội cần được nhân rộng hướng tới những sản phẩm, dịch vụ và nhà sản xuất có trách nhiệm môi trường, ví dụ như tỷ lệ tái chế cao. Tuy nhiên, hệ thống chứng nhận sản phẩm xanh và sản phẩm tái chế cần được đảm bảo tính khoa học và khách quan.

Năm là, khi đánh giá hoạt động tái chế nói riêng hay một chính sách môi trường cần đo lường tác động một cách toàn diện để có cơ sở cho các chính sách trong tương lai. Một chính sách thường có những tác động tích cực và tiêu cực. Tác động của của một chính sách không dừng lại ở những kết quả cụ thể như lượng vật liệu được tái chế hay tỷ lệ tái chế đạt được. Chính sách tái chế tốt có thể giúp tạo ra một ngành công nghiệp mới, ví dụ tái chế thủy tinh, tạo thị trường mới và việc làm cho xã hội. Chính sách tái chế bền vững giúp cải thiện chất lượng môi trường, nâng cao ý thức BVMT hay ý thức cộng đồng cho xã hội. Rộng hơn, một chính sách môi trường tốt còn tạo ra niềm tin của cộng đồng cho Chính phủ. ■



QUY ĐỊNH VỀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG, ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TRONG LĨNH VỰC KHOÁNG SẢN Ở VIỆT NAM

NGUYỄN THỊ THU HÀ¹, NGUYỄN SỸ LINH¹, VŨ HOÀNG THÙY DƯƠNG¹

¹Viện Chiến lược, Chính sách tài nguyên và môi trường

Các quy định về bảo vệ môi trường (BVMT) và ứng phó với BĐKH nói chung đã được đề cập khá cụ thể trong Luật BVMT năm 2020 cũng như các văn bản hướng dẫn Luật. Kết quả rà soát một số chính sách, pháp luật về BVMT và ứng phó với BĐKH trong lĩnh vực khoáng sản cho thấy, trước khi ban hành Nghị quyết số 24-NQ/TW về chủ động ứng phó với BĐKH, tăng cường công tác quản lý tài nguyên và BVMT (tháng 6/2013), các nội dung chủ yếu đề cập đến yêu cầu về BVMT mà chưa đề cập đến định hướng, mục tiêu và giải pháp liên quan đến ứng phó với BĐKH. Trong giai đoạn sau năm 2013, đã có một số định hướng, quan điểm về ứng phó với BĐKH được đề cập trong phần quan điểm chỉ đạo và phần mục tiêu chung của Chiến lược, Quy hoạch thuộc lĩnh vực khoáng sản. Tuy nhiên, chưa có yêu cầu và quy định cụ thể liên quan đến BVMT và ứng phó với BĐKH gắn với từng giai đoạn của hoạt động khoáng sản. Vì vậy, bên cạnh việc thực hiện các quy định chung về BVMT và ứng phó với BĐKH, để hoạt động khoáng sản gắn với BVMT và chủ động ứng phó với BĐKH cần có yêu cầu cụ thể được lồng ghép, xem xét trong từng giai đoạn của công tác quản lý khoáng sản gồm (i) Quy hoạch, điều tra và đánh giá khoáng sản; (ii) Cấp phép thăm dò và khai thác; (iii) Khai thác khoáng sản và (iv) Cải tạo, phục hồi môi trường sau khai thác. Bài viết trình bày tóm tắt kết quả rà soát, phân tích và đánh giá một số chính sách, văn bản quy phạm pháp luật (VBQPPL) có nội dung, yêu cầu về BVMT và ứng phó với BĐKH liên quan đến quản lý hoạt động khoáng sản tại Việt Nam và đề xuất nội dung, yêu cầu về BVMT và ứng phó với BĐKH cần xem xét, lồng ghép trong Dự thảo Luật Địa chất và Khoáng sản và các văn bản chính sách, pháp luật liên quan khác.

1. Đặt vấn đề

Luật BVMT năm 2020 đã xác định rõ đối tượng phải thực hiện đánh giá môi trường chiến lược, trong đó yêu cầu đánh giá tác động môi trường, năng lực ứng phó với BĐKH đối với các phương án phát triển thể hiện tương đối rõ ràng [11]. Tuy nhiên, quy định này chủ yếu áp dụng đối với chiến lược và quy hoạch quốc gia, chưa thể hiện rõ trong quá trình xây dựng các VBQPPL, đặc biệt trong lĩnh vực khoáng sản.

Hiện nay, ở Việt Nam, các quy định về BVMT, ứng phó với BĐKH chung đã được xây dựng và ban hành nhưng chưa có phân tích đánh giá tình hình áp dụng các quy định này trong hoạt động khoáng sản ở Việt Nam. Báo cáo Tổng kết, đánh giá 10 năm thực hiện Luật Khoáng sản năm 2010, đề xuất sửa đổi, bổ sung Luật Khoáng sản đã chỉ ra “Các mỏ khoáng sản thường nằm ở vùng núi, vùng sâu, vùng xa, cơ sở hạ tầng, giao thông kém phát triển, trong khi lực lượng cán bộ làm công tác thanh tra, kiểm tra chuyên ngành khoáng sản với số lượng không đủ để đáp ứng yêu cầu; phương tiện, thiết bị công nghệ hỗ trợ để phục vụ công tác thanh tra, kiểm tra cũng như giám sát hoạt động khoáng sản, BVMT trong khai thác khoáng sản còn rất

thiếu và chưa đáp ứng yêu cầu” [2]. Ngoài ra, Báo cáo cũng chỉ ra “do chưa có cơ chế khuyến khích, hỗ trợ các doanh nghiệp tham gia hoạt động khoáng sản về vốn, công nghệ, thiết bị nên phần lớn doanh nghiệp còn có quy mô trung bình và nhỏ, năng lực về vốn còn hạn chế; việc sử dụng tổng hợp, tiết kiệm, hiệu quả khoáng sản trong khai thác, chế biến, sản xuất, sử dụng, tái sử dụng, tái chế và quản lý chất thải chưa thực hiện tốt, chưa thực hiện đầy đủ nghĩa vụ BVMT trong khai thác, đảm bảo mục tiêu bảo tồn và phát triển”. Theo đó, nội dung đề nghị bổ sung cần thể hiện trong nguyên tắc hoạt động khoáng sản phải gắn với BVMT và thích ứng với BĐKH. Bên cạnh đó, một trong những nội dung cần chỉnh sửa để phù hợp với luật chuyên ngành là Bản cam kết BVMT.

Bài viết trình bày tóm tắt kết quả rà soát, phân tích và đánh giá một số chính sách, VBQPPL có nội dung, yêu cầu về BVMT và ứng phó với BĐKH liên quan đến quản lý hoạt động khoáng sản tại Việt Nam, nhận diện khoảng trống và đề xuất nội dung, yêu cầu về BVMT và ứng phó với BĐKH cần xem xét, lồng ghép trong Dự thảo Luật Địa chất và Khoáng sản cùng các văn bản chính sách, pháp luật liên quan khác.

2. Chính sách, pháp luật về BVMT và ứng phó với BĐKH liên quan đến hoạt động khoáng sản tại Việt Nam

Quy định về BVMT và ứng phó với BĐKH trong hoạt động khoáng sản đã được lồng ghép trong một số VBQPPL lĩnh vực khoáng sản và trong các hệ thống pháp luật chuyên ngành khác như môi trường, đất đai, lâm nghiệp, đầu tư...

Trong lĩnh vực khoáng sản, sau 10 năm triển khai thực hiện Luật Khoáng sản năm 2010, hệ thống các VBQPPL quy định chi tiết, hướng dẫn thi hành Luật Khoáng sản năm 2010 đã được ban hành tương đối đầy đủ, đồng bộ, thống nhất, tạo cơ sở pháp lý góp phần nâng cao hiệu lực, hiệu quả quản lý nhà nước về khoáng sản [2]. Tuy nhiên, theo kết quả rà soát của nhóm nghiên cứu, các văn bản xây dựng trước khi Nghị quyết số 24-NQ/TW ngày 3/6/2013 của Ban Chấp hành Trung ương khóa XI về chủ động ứng phó với BĐKH, tăng cường quản lý tài nguyên và BVMT ban hành, hầu như không đề cập đến yêu cầu về ứng phó với BĐKH trong hoạt động khoáng sản [1]. Vì vậy, quan điểm, mục tiêu và giải pháp của các chính sách, pháp luật này chưa xem xét, đề cập hay lồng ghép nội dung liên quan đến ứng phó với BĐKH. Kết quả rà soát cũng cho thấy, hiện nay, chỉ có một số ít chính sách và VBQPPL về khoáng sản có đề cập hay lồng ghép quy định về ứng phó với BĐKH trong hoạt động khoáng sản, cụ thể như sau:

(1) Quy hoạch điều tra cơ bản địa chất về khoáng sản thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 (Quyết định số 680/QĐ-TTg ngày 10/6/2023 của Thủ tướng Chính phủ): Ứng phó với BĐKH đã được đưa vào trong định hướng hoạt động điều tra cơ bản địa chất về khoáng sản, đó là “Điều tra cơ bản địa chất về khoáng sản tại các khu vực chịu tác động lớn của BĐKH và nước biển dâng” [14]. Tuy nhiên, đây mới chỉ là định hướng cho hoạt động điều tra cơ bản địa chất về khoáng sản tại các khu vực chịu tác động của BĐKH và nước biển dâng mà chưa thể hiện được các yêu cầu liên quan đến giảm phát thải KNK như khả năng lưu giữ các-bon, khoáng sản cho ngành các ngành công nghiệp các-bon thấp (đất hiếm, địa nhiệt...).

(2) Nghị định của Chính phủ về quản lý cát, sỏi, lòng sông và bảo vệ lòng, bờ, bãi sông (Nghị định số 23/2020/NĐ-CP ngày 24/2/2020) đã quy định “Các yêu cầu về BVMT; bảo vệ lòng, bờ, bãi sông; phòng, chống thiên tai và ứng phó với BĐKH trong vùng” là một trong các nội dung quản lý cát, sỏi lòng sông trong quy hoạch vùng. Đồng thời, Nghị định cũng đưa ra quy định “Nội dung đánh giá tác động tới lòng, bờ, bãi sông là một phần trong báo cáo đánh giá tác động môi trường của dự án”. Việc đánh giá được thực hiện với các phương án thực hiện tương ứng với từng kịch bản về dòng chảy lũ, kiệt khác nhau, bao gồm cả kịch bản

bất lợi nhất trong điều kiện BĐKH và nước biển dâng [4]. Đây được xem là một trong những quy định cụ thể trong lĩnh vực khoáng sản có đề cập đến vấn đề BĐKH, đặc biệt là các khía cạnh bất lợi trong điều kiện BĐKH, tuy nhiên, chưa có quy định liên quan đến việc sử dụng trang thiết bị ít phát thải, sử dụng nhiên liệu thân thiện với môi trường trong hoạt động khai thác cát, sỏi...

(3) Chiến lược địa chất, khoáng sản và công nghiệp khai khoáng đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 (Quyết định số 334/QĐ-TTg ngày 1/4/2023 của Thủ tướng Chính phủ): Thích ứng với BĐKH là một trong những quan điểm chỉ đạo của Chiến lược đối với công tác quy hoạch điều tra cơ bản địa chất, khoáng sản, thăm dò, khai thác, chế biến, sử dụng khoáng sản. Chiến lược cũng đưa ra mục tiêu “Quản lý chặt chẽ, sử dụng tiết kiệm, hiệu quả tài nguyên khoáng sản; đầu tư công nghệ khai thác, chế biến khoáng sản, hình thành công nghiệp khai khoáng tiên tiến, hiện đại gắn với BVMT, mô hình kinh tế tuần hoàn, kinh tế xanh, thích ứng với BĐKH và hướng tới mục tiêu đạt mức trung hòa các-bon” [13]. Tuy nhiên, vấn đề ứng phó với BĐKH mới chỉ được lồng ghép trong quan điểm chỉ đạo và mục tiêu tổng quát mà chưa thể hiện trong mục tiêu cụ thể, định hướng phát triển và nhiệm vụ giải pháp chủ yếu.

Bên cạnh đó, quy định liên quan đến BVMT, ứng phó với BĐKH trong lĩnh vực khoáng sản được quy định tại VBQPPL về môi trường, đất đai, lâm nghiệp, đầu tư... Chính sách, pháp luật chung về môi trường đã có một số quy định về BVMT và ứng phó với BĐKH trong lĩnh vực khoáng sản. Luật BVMT năm 2020 quy định các quy hoạch khoáng sản cấp vùng, cấp quốc gia phải tiến hành đánh giá môi trường chiến lược (ĐMC) và được cơ quan nhà nước có thẩm quyền thẩm định và kết quả thẩm định này là căn cứ để phê duyệt quy hoạch khoáng sản. Các dự án khai thác khoáng sản phải tiến hành lập báo cáo đánh giá tác động môi trường (ĐTM), quyết định phê duyệt báo cáo ĐTM là căn cứ để cấp có thẩm quyền cấp giấy phép khai thác khoáng sản [11].

Thông tư số 02/2022/TT-BTNMT ngày 10/1/2022 quy định chi tiết một số điều của Luật BVMT năm 2020 quy định nội dung của báo cáo ĐMC liên quan đến BVMT và ứng phó với BĐKH [3]. Theo đó, báo cáo ĐMC phải bao gồm các nội dung: (i) Xác định các vấn đề môi trường chính; (ii) Đánh giá, dự báo xu hướng của các vấn đề môi trường chính; (iii) Đánh giá, dự báo tác động của BĐKH; (iv) Phân tích về sự phù hợp của quan điểm, mục tiêu Chiến lược với quan điểm, mục tiêu, chính sách về BVMT và phát triển bền vững; (v) Giải pháp duy trì xu hướng tích cực, giảm thiểu xu hướng tiêu cực của các vấn đề môi trường chính; (vi) Định hướng BVMT...

Ở cấp độ dự án, nội dung đánh giá tác động môi trường (ĐTM) liên quan đến BVMT được quy định



▲ Khai thác than tại Công ty Cổ phần than Vàng Danh (Quảng Ninh)

gồm: (i) Phương pháp đánh giá tác động môi trường; (ii) Sự phù hợp của dự án với quy hoạch BVMT quốc gia, quy định của pháp luật về BVMT (iii) Đánh giá việc lựa chọn công nghệ, hạng mục công trình và hoạt động của dự án đầu tư có khả năng tác động xấu đến môi trường; (iv) Đánh giá hiện trạng môi trường; nhận dạng các đối tượng bị tác động, yếu tố nhạy cảm về môi trường nơi thực hiện dự án đầu tư; (v) Nhận dạng, đánh giá, dự báo các tác động môi trường chính, chất thải phát sinh theo các giai đoạn của dự án đầu tư đến môi trường; (vi) Công trình, biện pháp thu gom, lưu giữ, xử lý chất thải; (vii) Biện pháp giảm thiểu tác động tiêu cực khác của dự án đầu tư đến môi trường; (viii) Phương án cải tạo, phục hồi môi trường (nếu có); (ix) Phương án bồi hoàn đa dạng sinh học (nếu có); (x) Phương án phòng ngừa, ứng phó sự cố môi trường; (xi) Chương trình quản lý và giám sát môi trường.

Đối với hoạt động thăm dò, khai thác, chế biến khoáng sản và hoạt động dầu khí, theo Điều 67 Luật BVMT năm 2020, yêu cầu về BVMT quy định tổ chức, cá nhân tiến hành thăm dò, khai thác, chế biến khoáng sản phải có phương án phòng ngừa, ứng phó sự cố môi trường và thực hiện các yêu cầu về bảo vệ, cải tạo và phục hồi môi trường sau đây: (i) Thu gom, xử lý nước thải theo quy định; (ii) Thu gom, xử lý chất thải rắn theo quy định về quản lý chất thải rắn; (iii) Có biện pháp ngăn ngừa, hạn chế việc phát tán bụi, xả khí thải và tác động xấu khác đến môi trường xung quanh; (iv) Có phương án cải tạo, phục hồi môi trường và tiến hành cải tạo, phục hồi môi trường trong hoạt động khai thác khoáng sản; (v) Ký quỹ BVMT [11].

Cụ thể hóa quy định trong Luật BVMT năm 2020, Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10/1/2022 của Chính phủ quy định, các cơ sở hoạt động khoáng sản có tổng lượng tiêu thụ năng lượng hằng năm từ 1.000 tấn dầu tương đương (TOE) trở lên phải thực hiện kiểm kê phát thải khí nhà kính (KNK) định kỳ 2 năm,

bắt đầu từ năm 2027 [5]. Quyết định số 01/2022/QĐ-TTg ngày 18/1/2022 của Thủ tướng Chính phủ ban hành danh mục các cơ sở phát thải KNK phải thực hiện kiểm kê phát thải KNK định kỳ, trong đó có nhiều cơ sở hoạt động trong lĩnh vực khoáng sản gồm cả khai thác và chế biến khoáng sản. Các cơ sở phát thải thuộc danh mục này phải thực hiện kiểm kê KNK định kỳ 2 năm, xây dựng và duy trì hệ thống cơ sở dữ liệu phát thải KNK, đồng thời phải xây dựng, thực hiện kế hoạch giảm nhẹ phát thải KNK hằng năm, thực hiện lồng ghép hoạt động giảm nhẹ phát thải KNK với chương trình quản lý chất lượng, chương trình sản xuất sạch hơn, chương trình BVMT của cơ sở [12].

Luật Lâm nghiệp năm 2017 quy định các hành vi bị nghiêm cấm trong hoạt động lâm nghiệp. Liên quan đến hoạt động khoáng sản, hành vi bị nghiêm cấm là “Khai thác tài nguyên thiên nhiên, tài nguyên khoáng sản, môi trường rừng trái quy định của pháp luật; xây dựng, đào, bới, đắp đập, ngăn dòng chảy tự nhiên và các hoạt động khác trái quy định của pháp luật làm thay đổi cấu trúc cảnh quan tự nhiên của hệ sinh thái rừng” [8].

Luật Đất đai năm 2013 đưa ra những quy định về BVMT, xử lý chất thải trong khu vực hoạt động khoáng sản, khu vực xung quanh và quy định về việc hoàn trả lại trạng thái lớp đất mặt sau khai thác, nhưng chưa có quy định về ứng phó với BĐKH trong việc sử dụng đất cho hoạt động khoáng sản [7].

Bên cạnh các quy định trực tiếp về BVMT, ứng phó với BĐKH, các quy định liên quan đến phát triển công nghệ, hiện đại hóa trang thiết bị máy móc, nâng cao tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật trong thăm dò, điều tra và khai thác khoáng sản có thể được coi là những quy định gián tiếp liên quan đến BVMT, ứng phó với BĐKH. Ví dụ, Luật Đầu tư năm 2020 [10] và Luật Đầu tư công năm 2019 [9] đều có quy định về lựa chọn công nghệ, kỹ thuật trong các chương trình, dự án đầu tư nhằm loại bỏ công nghệ lạc hậu, gây ô nhiễm môi trường và thâm dụng nhiều nguyên liệu, tài nguyên. Trong đó, yêu cầu việc giải trình về phương án lựa chọn công nghệ, kỹ thuật và thiết bị phải được trình bày trong nội dung báo cáo đề xuất chủ trương đầu tư, báo cáo nghiên cứu tiền khả thi và báo cáo khả thi. Trên thực tế, công nghệ, kỹ thuật và thiết bị sử dụng có ảnh hưởng lớn tới lượng phát thải KNK hình thành trong các quá trình xây dựng, sản xuất và kinh doanh. Như vậy, xét về bản chất, pháp luật về đầu tư đã gián tiếp có những quy định liên quan đến BVMT, giảm phát thải KNK thông qua việc quy định, kiểm soát về công nghệ, kỹ thuật và thiết bị trong phê duyệt, thẩm định các chương trình, dự án đầu tư. Tuy nhiên, hiện nay, chưa có danh mục công nghệ khuyến khích áp dụng hoặc danh mục công nghệ không được áp dụng trong các dự án khai thác, chế biến khoáng sản khác nhau.

Kết quả phân tích, rà soát cho thấy quy định về đánh giá môi trường chiến lược (ĐMC) và đánh giá tác động môi trường (ĐTM) là công cụ chính được sử dụng để thực hiện yêu cầu BVMT và ứng phó với BĐKH trong lĩnh vực khoáng sản. Nội dung, yêu cầu về quản lý và BVMT, ứng phó với BĐKH trong báo cáo ĐMC và nội dung, yêu cầu về quản lý và BVMT trong báo cáo ĐTM hiện nay đã được hướng dẫn chi tiết tại Nghị định số 08/2022/NĐ-CP [5] và Thông tư số 02/2022/TT-BTNMT [3]. Tuy nhiên, Luật Khoáng sản năm 2010 và các văn bản hướng dẫn thi hành Luật chưa có quy định cụ thể về ứng phó với BĐKH trong lĩnh vực khoáng sản, đặc biệt là các yêu cầu cụ thể về thích ứng với BĐKH và giảm nhẹ phát thải KNK trong hoạt động khoáng sản. Ví dụ, ở cấp độ dự án đầu tư khai thác khoáng sản tại các khu vực nhạy cảm, có rủi ro về khí hậu cao... chưa có các quy định cụ thể cho việc ứng phó hay yêu cầu đảm bảo quá trình khai thác không làm suy giảm khả năng chống chịu của hệ thống tự nhiên (bờ sông, sườn dốc, bãi bồi...) và hạ tầng xã hội (hệ thống đường giao thông, đường truyền tải điện, đường dây viễn thông...) tại các khu vực dự kiến khai thác cũng như các yêu cầu về phát thải KNK hay tiêu chuẩn khí thải đối với phương tiện khai thác, vận chuyển khoáng sản. Luật Khoáng sản năm 2010 và Luật BVMT năm 2020 quy định các dự án khai thác khoáng sản phải tiến hành lập báo cáo đánh giá tác động môi trường (ĐTM), quyết định phê duyệt báo cáo ĐTM là căn cứ để cấp có thẩm quyền cấp giấy phép khai thác khoáng sản. Tuy nhiên, theo văn bản hướng dẫn thực hiện ĐTM thì nội dung của báo cáo ĐTM chưa có nội dung liên quan đến ứng phó với BĐKH, đặc biệt là các yêu cầu liên quan đến giảm phát thải KNK.

Như vậy, dù các quy định về môi trường nói chung và các quy định của lĩnh vực khoáng sản nói riêng đã đề ra các yêu cầu BVMT và nguyên tắc về ứng phó với BĐKH đối với hoạt động khoáng sản, tuy nhiên các quy định này vẫn chưa thể hiện rõ đối với từng giai đoạn trong chuỗi quản lý hoạt động khoáng sản từ quy hoạch, cấp phép, khai thác và cải tạo, phục hồi sau khai thác. Đặc biệt là các nội dung, yêu cầu liên quan đến ứng phó với BĐKH.

3. Đề xuất một số nội dung, yêu cầu về BVMT và ứng phó với BĐKH trong lĩnh vực khoáng sản

Để đảm bảo công tác BVMT và ứng phó với BĐKH trong hoạt động khoáng sản được thực hiện một cách hiệu quả và phù hợp với xu hướng mới trên thế giới, các quy định và yêu cầu về BVMT, thích ứng với BĐKH và giảm phát thải KNK cần gắn với từng giai đoạn trong giai đoạn quản lý hoạt động khoáng sản cũng như theo khu vực khai thác. Dự án Luật Địa chất và Khoáng sản đang được hoàn thiện xin ý kiến các bên liên quan để trình Quốc hội xem xét thông qua trong năm 2024. Theo đó, các nội dung và quy định về BVMT và ứng

phó với BĐKH cần được xem xét, lồng ghép trong các quy định liên quan đến lĩnh vực địa chất và khoáng sản, cụ thể gồm:

Đối với giai đoạn quy hoạch, điều tra và đánh giá khoáng sản

Việc xem xét, đánh giá các vấn đề môi trường và BĐKH trong quy hoạch, điều tra khoáng sản được thực hiện thông qua đánh giá môi trường chiến lược (ĐMC). Trên cơ sở hướng dẫn chung về ĐMC hiện nay, ĐMC đối với quy hoạch khoáng sản cần bổ sung một số nội dung sau:

Thứ nhất, xem xét các nội dung của Quy hoạch BVMT quốc gia, đặc biệt là nội dung liên quan đến phân vùng môi trường để xác định các khu vực nhạy cảm về môi trường từ đó xác định được các vấn đề môi trường cần lưu ý khi thực hiện quy hoạch khoáng sản.

Thứ hai, khoáng sản thường phân bố tại các khu vực có hệ sinh thái tự nhiên còn nguyên vẹn, đặc biệt là hệ sinh thái rừng tự nhiên, hệ sinh thái đất ngập nước có tầm quan trọng quốc tế... có mức độ đa dạng sinh học cao nên trong quá trình xây dựng quy hoạch khoáng sản cần xem xét, phân tích chi phí đánh đổi (giữa môi trường và kinh tế) để xem xét, phân định các khu vực cấm khai thác, khu vực hạn chế khai thác hay khu vực được khai thác khoáng sản. Quy trình này cần có sự tham vấn các bên liên quan (cơ quan quản lý về môi trường, cơ quan quản lý hoạt động khoáng sản, các nhà khoa học, các tổ chức xã hội nghề nghiệp...) để đưa ra lựa chọn phù hợp, có sự đồng thuận cao.

Thứ ba, ngoài việc phân định khu vực cấm khai thác, khu vực hạn chế khai thác hay khu vực được khai thác khoáng sản, trong quy hoạch khoáng sản cũng cần đề ra các yêu cầu về công nghệ, phương án khai thác và cam kết BVMT cao hơn so với quy định tại các khu vực có mức độ nhạy cảm về môi trường cao như tại khu vực khai thác thuộc diện tích rừng tự nhiên, vùng sinh thủy của các dòng sông nơi cung cấp nguồn nước sinh hoạt và sản xuất chính cho người dân hay tại các khu vực đất ngập nước ven biển có giá trị đa dạng sinh học cao và có vai trò quan trọng trong hạn chế tác động của bão, sóng thần...

Đối với giai đoạn cấp phép thăm dò và khai thác

Hiện nay, các quy định về cấp phép khai thác khoáng sản chủ yếu mới đề cập đến phương án kỹ thuật khai thác, năng lực tổ chức thăm dò hoặc khai thác khoáng sản mà chưa có các quy định liên quan đến năng lực quản lý môi trường, xử lý sự cố môi trường. Vì vậy, trong hồ sơ đăng ký cấp phép thăm dò và khai thác khoáng sản, đặc biệt tại các khu vực nhạy cảm về môi trường cao và loại khoáng sản khi khai thác có nhiều tác động tiêu cực đến môi trường (Ví dụ: sử dụng nhiều nước, sử dụng hóa chất độc



hại, tạo ra nhiều chất thải...) cần bổ sung yêu cầu thể hiện năng lực quản lý môi trường và khả năng xử lý sự cố môi trường đối với tổ chức, cá nhân xin cấp phép thăm dò và khai thác. Bên cạnh đó, yêu cầu về công nghệ khai thác ít phát thải KNK cũng cần được đề cập nhằm thúc đẩy, khuyến khích các đơn vị xin cấp phép chuẩn bị các phương án khai thác ít tác động đến môi trường và có trách nhiệm với hệ thống khí hậu (trong đó đề cập đến công nghệ các-bon thấp).

Đối với giai đoạn khai thác khoáng sản

Đối với các dự án khai thác khoáng sản tại các khu vực nhạy cảm về môi trường (dựa vào phân vùng môi trường), quy mô khai thác lớn và loại khoáng sản khi khai thác sử dụng nhiều hóa chất, vật liệu có khả năng gây ô nhiễm môi trường cao thì cần yêu cầu xây dựng báo cáo ĐTM chi tiết và tổ chức thẩm định báo cáo ĐTM theo quy trình riêng nhằm đảm bảo các rủi ro, tác động môi trường được hạn chế tối đa. Hiện nay, trong Dự thảo Luật Địa chất và Khoáng sản mới chỉ đề cập tuân thủ các quy định của pháp luật về BVMT nói chung mà chưa đề cập yêu cầu riêng, đặc biệt là các yêu cầu liên quan đến yêu cầu giảm phát thải KNK (Ví dụ: đối với các phương tiện cơ giới có sử dụng nhiên liệu

hóa thạch trong khai thác và vận chuyển khoáng sản) cũng như yêu cầu về phương án khai thác ít tác động, ảnh hưởng đến khả năng chống chịu và năng lực thích ứng với biến đổi của hệ thống tự nhiên và hạ tầng xã hội tại khu vực khai thác khoáng sản.

Đối với giai đoạn cải tạo, phục hồi môi trường sau khai thác

Cần có quy định và hướng dẫn cụ thể việc thực hiện cải tạo, phục hồi môi trường sau khai thác đối với từng loại hình dự án (loại khoáng sản, quy mô, khu vực khai thác...) để đảm bảo hạn chế tối đa tác động tiêu cực đến môi trường khi dự án kết thúc cũng như hạn chế sử dụng nguồn ngân sách nhà nước nhằm thực hiện việc phục hồi (Ví dụ: về nguyên tắc khu vực nhạy cảm môi trường cao thì cần có mức ký quỹ phục hồi môi trường nhiều hơn so với các khu vực khác; công nghệ, phương pháp khai thác càng hiện đại thì mức ký quỹ càng thấp). Bên cạnh đó, cần có yêu cầu cung cấp thông tin về tiềm năng sử dụng khu vực khai thác khoáng sản cho việc lưu trữ các-bon, góp phần thực hiện yêu cầu về mục tiêu đạt mức phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ban Chấp hành Trung ương, (2013). Nghị quyết số 24-NQ/TW của Ban Chấp hành Trung ương khóa XI về chủ động ứng phó với BĐKH, tăng cường quản lý tài nguyên và BVMT.
2. Bộ TN&MT, (2022). Báo cáo Tổng kết, đánh giá 10 năm thực hiện Luật Khoáng sản năm 2010, đề xuất sửa đổi, bổ sung Luật Khoáng sản.
3. Bộ TN&MT, (2022). Thông tư số 02/2022/TT-BTNMT ngày 10/1/2022 quy định chi tiết một số điều của Luật BVMT năm 2020.
4. Chính phủ, (2020). Nghị định số 23/2020/NĐ-CP quy định về quản lý cát, sỏi lòng sông và bảo vệ lòng, bờ, bãi sông.
5. Chính phủ, (2022). Nghị định số 08/2022/NĐ-CP quy định chi tiết một số điều của Luật BVMT.
6. Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam, (2010). Luật Khoáng sản năm 2010 (Luật số 60/2010/QH12).
7. Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam, (2013). Luật Đất đai năm 2013 (Luật số 45/2013/QH13).
8. Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam, (2017). Luật Lâm nghiệp năm 2017 (Luật số 16/2017/QH14).
9. Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam, (2019). Luật Đầu tư công năm 2019 (Luật số 39/2019/QH14).
10. Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam, (2020). Luật Đầu tư năm 2020 (Luật số 61/2020/QH14).
11. Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam, (2020). Luật BVMT năm 2020 (Luật số 72/2020/QH14).
12. Thủ tướng Chính phủ, (2022). Quyết định số 01/2022/QĐ-TTg ban hành danh mục các cơ sở phát thải KNK phải thực hiện kiểm kê phát thải KNK định kỳ.
13. Thủ tướng Chính phủ, (2023). Quyết định số 334/QĐ-TTg phê duyệt Chiến lược địa chất, khoáng sản và công nghiệp khai khoáng đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.
14. Thủ tướng Chính phủ, (2023). Quyết định số 680/QĐ-TTg phê duyệt Quy hoạch điều tra cơ bản địa chất về khoáng sản thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

KINH NGHIỆM TRONG XÂY DỰNG TỔ CHỨC, BỘ MÁY CƠ QUAN QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI CỦA MỘT SỐ QUỐC GIA TRÊN THẾ GIỚI

TÔ NGỌC VŨ¹, TRẦN THỊ VÂN²

¹Viện Chiến lược, Chính sách tài nguyên và môi trường

²Trường Đại học Kinh tế Nghệ An

Tổ chức bộ máy quản lý nhà nước về đất đai bao gồm hệ thống những quy định về chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn, cơ cấu tổ chức của bộ máy và mối liên hệ giữa các bộ phận trong bộ máy nhằm làm cho bộ máy đó hoạt động có hiệu quả. Kinh nghiệm của một số quốc gia trên thế giới cho thấy vai trò của một tổ chức, bộ máy hiệu quả, tinh gọn trên cơ sở vận hành đồng bộ cơ sở dữ liệu đất đai cấp Trung ương và địa phương phục vụ quản lý nhà nước và bảo đảm điều kiện cung cấp dữ liệu cho nhu cầu hoạt động kinh tế - xã hội. Đây sẽ là cơ sở cho Việt Nam trong quá trình sắp xếp, kiện toàn hệ thống cơ quan quản lý nhà nước về đất đai.

1. Tổ chức, bộ máy quản lý đất đai tại một số quốc gia

1.1. Hàn Quốc

Hàn Quốc là quốc gia có hệ thống pháp luật đất đai tương đối hoàn chỉnh với 8 Luật, Bộ Luật có liên quan và tổ chức, bộ máy hợp lý, hiện đại. Trong đó, cơ quan quản lý cấp Trung ương là Bộ Đất đai, Hạ tầng và Giao thông, dưới Bộ là Vụ Chính sách đất đai với 5 bộ phận chuyên môn (Hình 1). Đây là tổ chức có chức năng tham mưu, giúp Bộ Đất đai, Hạ tầng và Giao thông quản lý nhà nước và tổ chức thực thi pháp luật về đất đai trong phạm vi toàn quốc.

Vụ Chính sách đất đai: Có chức năng quản lý về giao dịch đất đai (chuyển quyền), công nhận quyền đối với đất và bồi thường về đất, phát triển quỹ đất, điều tra và công bố về xu thế thị trường đất đai và thay đổi giá đất.

Vụ Định giá bất động sản: Thẩm định giá đất, công bố mức giá chuẩn nhà ở, giá đất của từng khu vực cụ thể,

quản lý về thẩm định giá, hướng dẫn và giám sát Ban thẩm định giá đất Hàn Quốc.

Vụ Kinh doanh bất động sản: Môi giới bất động sản, quỹ đầu tư bất động sản (tài chính bất động sản), phát triển bất động sản, đất đối với người nước ngoài, xây dựng báo cáo về giá đất thị trường.

Vụ Phát triển Quỹ đất: Dự thảo chính sách đối với đất công, quy hoạch đất, quản lý và phát triển các điều khoản luật về thúc đẩy phát triển quỹ đất, thiết lập và kiểm soát quy hoạch đất ngắn hạn và dài hạn đối với kế hoạch hỗ trợ đất, phát triển nhà ở xã hội ở các khu vực, vận hành các dự án có sự tham gia của nhà nước và tư nhân.

Vụ Phát triển đô thị mới: Thiết lập hệ thống và chính sách phát triển đô thị mới, lựa chọn địa điểm xây dựng các khu đô thị mới, có biện pháp ngăn ngừa đầu cơ tích trữ bất động sản tại các khu vực đô thị mới, chính sách bồi thường thu hồi đất cho người dân ở các khu vực này, công bố về hệ thống quy hoạch đô thị mới, quy hoạch phát triển khu đô thị.

Bên cạnh các cơ quan quản lý nhà nước, Chính phủ Hàn Quốc quyết định thành lập một số đơn vị, chi nhánh có chức năng, nhiệm vụ liên quan đến quản lý đất đai như: Viện Đào tạo Đất đai, Hạ tầng và Giao thông vận tải hay Tòa án đất đai cấp Trung ương.

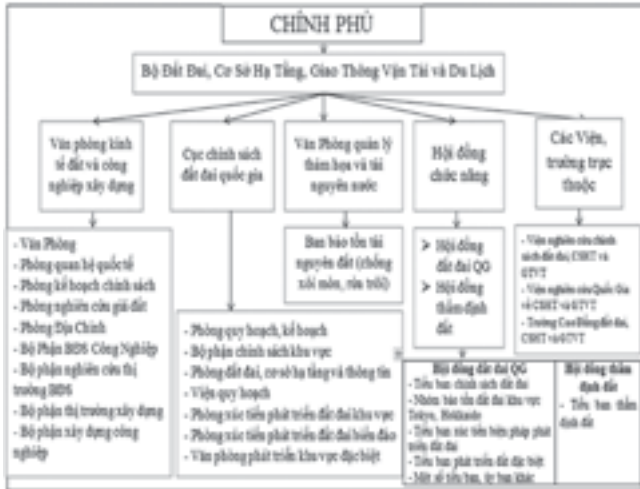
1.2. Nhật Bản

Theo quy định về quyền sở hữu trong Hiến pháp năm 1946, Luật Dân sự 1896 công nhận quyền sở hữu tư nhân về đất đai, tuy vậy, “quyền sở hữu đất đai tư nhân phải chịu các nguyên tắc của phúc lợi công cộng” và “có thể được sử dụng cho phúc lợi công cộng khi bồi thường”. Theo Luật Đất đai năm 1989, Nhà nước và địa phương chịu trách nhiệm toàn diện về xây dựng và thực hiện các quy định phù hợp với các nguyên tắc cơ bản về đất đai. Tại Nhật Bản, Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng,



▲ Hình 1. Cơ cấu tổ chức bộ máy quản lý đất đai cấp Trung ương của Hàn Quốc

Nguồn: Bộ Đất đai, cơ sở hạ tầng và giao thông Hàn Quốc – www.molit.go.kr (2024)



▲ Hình 2. Mô hình quản lý đất đai của Nhật Bản
 Nguồn: Cổng thông tin điện tử của Bộ Cơ sở hạ tầng, Đất đai, Giao Thông Vận Tải và Du lịch Nhật Bản - <http://www.mlit.go.jp/>

Giao thông vận tải và Du lịch là cơ quan đại diện cho Chính Phủ nhằm quản lý các hoạt động có liên quan đến đất đai cấp Trung Ương, tương ứng như vậy sẽ có các Sở, Cục, Văn phòng quản lý đất đai tại địa phương. Nhà nước và địa phương sẽ có sự phối hợp trong ban hành, thực thi chính sách, thủ tục hành chính và thống nhất quản lý về đất đai.

Các cơ quan trực thuộc Bộ được phân cấp nhiệm vụ rõ ràng, cụ thể:

Văn phòng kinh tế đất và công nghiệp xây dựng: Trực tiếp quản lý tất cả các vấn đề liên quan đến sự phối hợp tổng thể giữa đất đai và công trình công nghiệp xây dựng khác; Giám sát chặt chẽ quá trình thu hồi đất công cộng; Điều chỉnh và hướng dẫn việc lập quy hoạch, kế hoạch mua lại đất công cộng cần thiết của các doanh nghiệp có nhu cầu sử dụng...

Cục chính sách đất đai quốc gia: Chịu trách nhiệm chính trong xây dựng và điều chỉnh tổng thể vấn đề có liên quan đến đất như sử dụng, quy hoạch, kế hoạch và bảo tồn đất, phụ trách hợp tác quốc tế về quản lý đất đai.

Văn phòng quản lý thảm họa và tài nguyên nước: Có nhiệm vụ quản lý đất đai tại các lưu vực sông, đặc biệt là chịu trách nhiệm trực tiếp về bảo vệ đất, chống xói mòn, rửa trôi, sạt lở tại các khu vực gần các con sông, đảm bảo sử dụng đúng quy định đối với công trình bảo vệ đất và phòng chống thiên tai.

Hội đồng đất đai quốc gia: Thực hiện các quy định hoạch định chính sách, nghiên cứu đề tài và bảo tồn - phát triển tài nguyên đất; Xây dựng và sửa đổi các đạo luật Quốc gia về quy hoạch không gian, các bộ luật về quy hoạch sử dụng đất, quy hoạch khu đô thị Tokyo; Luật duy trì và phát triển các khu vực đô thị của Tokyo, khu bảo tồn Kinki; Luật phát triển vùng và khu vực đô thị vùng ChuBu.

Hội đồng thẩm định giá đất có nhiệm vụ nghiên cứu về các vấn đề liên quan đến giá đất nói chung, thông báo công khai giá đất tại các địa phương và đưa ra chính sách hợp lý để thẩm định giá đất đai, bất động sản.

Tại địa phương, Nhật Bản có hệ thống chính quyền khá phức tạp. Theo Luật Tự trị địa phương, chính quyền địa phương ở Nhật Bản được chia thành hai loại: Thông thường và đặc biệt. Chính quyền thông thường bao gồm hai cấp: Cấp Tỉnh và cấp Hạt. Chính quyền đặc biệt bao gồm: Chính quyền các đặc khu, chính quyền hợp tác giữa các hạt, chính quyền khu quản lý tài sản và chính quyền hiệp hội phát triển địa phương.

1.3. Malaixia

Malaixia là một quốc gia nằm trong khu vực Đông Nam Á với Việt Nam. Lịch sử phát triển của Malaixia đã trải qua những giai đoạn phân chia và hợp nhất các phần lãnh thổ. Trong vài thập kỷ gần đây, nền kinh tế của Malaixia đã có những tiến bộ đáng kể và đưa Malaixia trở thành một quốc gia có tốc độ phát triển nhanh trên thế giới. Để đạt được thành tựu này, công tác quản lý đất đai hợp lý và hiệu quả đã góp một phần không nhỏ.

Ở cấp Nhà nước (liên bang), Bộ Đất đai và Hợp tác phát triển là cơ quan quản lý nhà nước về đất đai và đo đạc - bản đồ trên toàn lãnh thổ Malaixia. Chức năng của Bộ là thiết lập sự quản lý tốt nhất về đất đai và đo đạc - bản đồ, đồng thời tiến hành phát triển đất mới (khai hoang) và phát triển phong trào hợp tác để hỗ trợ cho Chính phủ.

Malaixia là một quốc gia theo chế độ quân chủ lập hiến liên bang với 13 bang và 2 vùng Liên bang. Trong quản lý đất đai, Malaixia có 3 cấp quản lý gồm: Cấp Liên bang, cấp Bang và cấp Quận. Trong đó: Cấp Liên bang bao gồm: Hội đồng Đất đai Nhà nước; Bộ Đất đai và Hợp tác phát triển; Tổng cục Đất đai và Hầm mỏ; Tổng cục Đo đạc và Bản đồ. Cấp Bang gồm: Chính quyền Bang; Cục Đất đai và Hầm mỏ Bang; Cục Đo đạc Bang và cấp Quận có cán bộ quản lý đất đai Quận.



▲ Hình 3. Sơ đồ tổ chức của Bộ Đất đai và Hợp tác Malaixia
 Nguồn: Chính sách và tình hình sử dụng đất đai của liên bang Malaixia - Chu Tuấn Tú – Ban Tổ chức - Cán bộ Chính phủ

Nhìn chung, cơ cấu quản lý đất đai ở các bang đều thể hiện trên hai cấp là cấp bang và cấp khu vực (quận, huyện). Tại cấp Bang là Cục Đất đai và Mỏ (State Land and Mines Department), do Giám đốc đứng đầu với các cơ quan hỗ trợ về chuyên môn như Cục Nghiên cứu và Bản đồ. Cấp khu vực là các Văn phòng Đất đai (Land Office) quận, huyện, đứng đầu là các Trưởng phòng.

Công nghệ thông tin đã và đang đóng một vai trò quan trọng trong sự phát triển của Malaixia nói chung và ngành quản lý đất đai, đo đạc bản đồ nói riêng. Malaixia là một trong một số ít nước đã đưa vào vận hành Cơ sở hạ tầng thông tin địa lý (National Spatial Data Infrastructure). Hiện nay, Malaixia đang từng bước xây dựng và đưa vào hoạt động các hệ thống thông tin đất đai (NaLIS), hệ thống đăng ký đất đai, các Cơ sở dữ liệu về đất đai, bản đồ và thông tin hỗ trợ (như Digital Cadastral Data Base). Các thông tin kỹ thuật và pháp lý về đất đai được cung cấp kịp thời và chính xác làm cho công tác quản lý trở nên hiệu quả. Nhờ có các mạng máy tính mà các cơ quan nhà nước, doanh nghiệp, người dân đều có thể truy cập và sử dụng được thông tin đất đai. Một mặt, điều này giúp công tác quản lý hiệu quả, các giao dịch đất đai thuận tiện, nhanh chóng và an toàn pháp lý cao, mặt khác đây là nguồn thu không nhỏ cho ngân sách.

2. Bài học kinh nghiệm trong xây dựng bộ máy quản lý đất đai tại Việt Nam

Qua tìm hiểu mô hình quản lý đất đai của một số quốc gia trên thế giới, có thể rút ra một số bài học cho Việt Nam như:

Về vai trò của Nhà nước, do thể chế chính trị có nhiều sự khác biệt nên mỗi quốc gia sẽ có mô hình tổ chức bộ máy khác nhau nhưng tựu chung lại thì Nhà Nước chỉ đóng vai trò là một trong những cơ quan quản lý đất đai, các nhiệm vụ còn lại được giao cho chính quyền địa phương và tổ chức tư nhân khác. Do đó, nhiệm vụ của các cơ quan quản lý nhà nước là nghiệm thu và tổng hợp kết quả, từ đó có những chính sách phù hợp trong sử dụng đất của từng khu vực nhất định... Như vậy, Nhà nước giảm được áp lực công việc, trong khi đó các tổ chức tư nhân được tạo điều kiện để thực hiện nhiệm vụ được giao. Đây chính là bài học cốt lõi cho Việt Nam trong cải tổ các cơ quan hành chính công và bộ máy chính quyền đang có dấu hiệu ngày càng nặng nề, hoạt động thiếu hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nghị quyết số 18-NQ/TW, ngày 16/6/2022, Hội nghị lần thứ năm Ban Chấp hành Trung ương Đảng khóa XIII về tiếp tục đổi mới, hoàn thiện thể chế, chính sách, nâng cao hiệu lực, hiệu quả quản lý và sử dụng đất, tạo động lực đưa nước ta trở thành nước phát triển có thu nhập cao.
2. Quốc Hội nước CHXHCN Việt Nam Khóa XV (2024), Luật Đất đai.

Về chuyên môn hóa trong quản lý đất đai, mô hình thống nhất từ Trung ương xuống cấp tỉnh của Nhật Bản có thể định hướng cho việc chuyển đổi cơ cấu tổ chức, bộ máy của Việt Nam. Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng, Giao thông vận tải và Du lịch là cơ quan trực thuộc Chính phủ duy nhất được giao nhiệm vụ quản lý đất đai ở cấp Trung ương. Tại địa phương, với đặc thù là phân chia đất nước theo 2 cấp riêng biệt là tỉnh và hạt nhưng các đơn vị này đều hoạt động độc lập và có các cơ quan chuyên trách là các văn phòng đất đai, cơ sở hạ tầng quản lý các vấn đề có liên quan. Một trong những ưu điểm mà mô hình quản lý ở Nhật Bản mang lại đó chính là nhóm các ngành có liên quan với nhau thành một đơn vị quản lý. Bộ Đất Đai, Cơ sở hạ tầng, Giao thông vận tải và Du lịch còn chịu trách nhiệm đến các công trình thiết yếu trên đất như hệ thống cơ sở hạ tầng và giao thông, du lịch, tài nguyên nước. Do vậy, quá trình lập quy hoạch – kế hoạch sử dụng đất các cấp sẽ được chuyên môn hóa và đơn giản hóa hơn nhiều do chỉ cần duy nhất một cơ quan chịu trách nhiệm chính, không chỉ ở cấp Trung ương mà còn ở địa phương. Bên cạnh đó, người dân sẽ dễ dàng tiếp cận các thủ tục hành chính công đến đất và tài sản trên đất tại các cơ quan chính quyền có liên quan. Lợi ích từ chuyên môn hóa các cơ quan hành chính là rất lớn, đóng góp vào sự hoạt động hiệu quả của mô hình quản lý đất đai.

Thể chế hóa Nghị quyết số 18-NQ/TW Hội nghị lần thứ 5 Ban Chấp hành Trung ương khóa XIII, Luật Đất đai (sửa đổi) được Quốc hội khóa XV thông qua đã có sự phân tách rõ ràng về chuyên môn giữa Trung ương và địa phương đi cùng với cơ cấu tổ chức thống nhất theo ngành dọc cũng như xác định đầy đủ chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn của từng cơ quan. Tuy nhiên, để đạt được mục tiêu quản lý tinh gọn, hiệu lực, hiệu quả, hệ thống tổ chức cùng với hệ thống thông tin đất đai thống nhất cần được xác lập với mục tiêu vận hành đồng bộ cơ sở dữ liệu đất đai cấp Trung ương và cấp địa phương phục vụ quản lý nhà nước, bảo đảm điều kiện cung cấp dữ liệu cho nhu cầu hoạt động kinh tế, xã hội, an ninh quốc phòng của Việt Nam. Hệ thống cần phải đảm bảo các nội dung quản lý nhà nước tập trung vào 3 nhóm vấn đề, gồm: Hệ thống quản lý địa chính – quyền của người sử dụng đất, hệ thống quản lý giá đất và hệ thống quản lý quy hoạch trên cơ sở áp dụng khoa học công nghệ tiên tiến để lưu trữ, quản lý ■

3. Chu Tuấn Tú - Ban Tổ chức - Cán bộ Chính phủ (2009) Chính sách và tình hình sử dụng đất đai của liên bang Malaixia.
4. TS. Hee-Nam Jung - Giám đốc, Trung tâm Chính sách Đất đai, Viện Nghiên cứu Định cư Hàn Quốc, Chính sách đất đai của Hàn Quốc đối với vấn đề quy hoạch, phát triển quỹ đất và đền bù đất.
5. Cổng thông tin điện tử của Bộ Cơ sở hạ tầng, Đất đai, Giao thông vận tải và Du lịch Nhật Bản - <http://www.mlit.go.jp/>.
6. Cổng thông tin điện tử của Bộ Đất đai, cơ sở hạ tầng và giao thông Hàn Quốc - www.molit.go.kr.



THỨC ĐẨY CHI TRẢ DỊCH VỤ HỆ SINH THÁI BIỂN VÀ ĐẤT NGẬP NƯỚC TẠI VIỆT NAM

TRẦN THỊ THU HÀ¹, HOÀNG THU THỦY², NGUYỄN VĂN SÂN³

¹Viện Nghiên cứu Sinh thái và Môi trường rừng, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

²Cán bộ Chương trình của UNDP

³Tư vấn Chính sách, dự án BET-Net II

Chi trả dịch vụ hệ sinh thái (DVHST) tự nhiên tại Việt Nam đã được thể chế hóa tại Điều 138 Luật BVMT năm 2020. Theo đó “tổ chức, cá nhân sử dụng DVHST tự nhiên trả tiền cho tổ chức, cá nhân cung ứng giá trị môi trường, cảnh quan do hệ sinh thái (HST) tự nhiên tạo ra để bảo vệ, duy trì và phát triển HST tự nhiên”. Các quy định đối với việc triển khai chi trả DVHST tự nhiên tại Việt Nam cũng được nêu cụ thể tại Nghị định số 08/2022/NĐ-CP ngày 10/1/2022 của Chính phủ quy định chi tiết một số điều của Luật BVMT. Cụ thể, các loại DVHST tự nhiên được áp dụng chi trả gồm các DVHST đất ngập nước (ĐNN), biển, núi đá và hang động thuộc di sản thiên nhiên và HST công viên địa chất phục vụ cho mục đích kinh doanh, du lịch, giải trí và nuôi trồng thủy sản (NTTS). Đối tượng phải thực hiện chi trả bao gồm các cơ sở kinh doanh du lịch giải trí và cơ sở NTTS được hưởng lợi từ các loại DVHST tự nhiên. Mức chi trả được thiết lập dựa trên thỏa thuận giữa bên cung ứng DVHST và bên hưởng lợi DVHST nhưng không nhỏ hơn 1% doanh thu của các cơ sở phải thực hiện chi trả. Sau khi Nghị định số 08/2022/NĐ-CP có hiệu lực, Chương trình phát triển Liên hợp quốc (UNDP-Việt Nam), trong khuôn khổ dự án BET-Net II, đã phối hợp với các bên liên quan và đơn vị tư vấn để thực hiện các hoạt động nghiên cứu nhằm đánh giá thực trạng thúc đẩy thực hiện chi trả DVHST tự nhiên, tập trung vào HST biển và ĐNN tại Việt Nam.

1. Một số kết quả rà soát, tổng hợp về chi trả DVHST tự nhiên trên thế giới và bài học cho Việt Nam

Kết quả rà soát, tổng hợp các thực hành về chi trả DVHST tự nhiên trên thế giới cho thấy:

Cơ chế chi trả DVHST tự nhiên trên thế giới khá đa dạng và linh hoạt, áp dụng với nhiều loại DVHST khác nhau thuộc 4 nhóm DVHST (gồm: dịch vụ cung cấp, dịch vụ điều tiết, dịch vụ văn hóa và dịch vụ hỗ trợ), được triển khai ở các quy mô khác nhau (cấp quốc tế, cấp quốc gia, cấp lưu vực và cấp địa phương), với các hình thức chi trả khác nhau (chi trả trực tiếp dựa trên cơ chế thỏa thuận tự nguyện giữa bên cung ứng và bên sử dụng DVHST; chi trả gián tiếp thông qua bên thứ ba và cơ chế chi trả khác như cơ chế mua bán

phát thải, cơ chế phát triển sạch và cơ chế đồng thực hiện), cơ chế chi trả khác nhau (cơ chế chi trả công trong đó Chính phủ thay mặt cho nhiều bên hưởng lợi từ DVHST chi trả cho bên cung ứng DVHST); cơ chế chi trả tư trong đó các cá nhân, tổ chức hưởng lợi từ DVHST thỏa thuận và ký hợp đồng chi trả trực tiếp cho bên cung ứng DVHST; cơ chế chi trả công-tư kết hợp, trong đó Chính phủ và các tổ chức cá nhân đồng thực hiện chi trả để đảm bảo việc cung ứng DVHST không bị gián đoạn.

Các mô hình chi trả DVHST được triển khai rộng rãi đối với các DVHST rừng nhưng khá hạn chế đối với các DVHST biển và DVHST ĐNN do quyền sở hữu tài nguyên và DVHST của các HST này chưa rõ ràng. Bên cạnh đó, các nghiên cứu liên quan đến định lượng, định giá, xác định các yếu tố tác động đến khả năng cung cấp DVHST biển còn thiếu và yếu. Ngoài ra, do tính chất linh hoạt của môi trường biển, các nguồn tài nguyên có thể nhanh chóng di chuyển qua nhiều hệ thống quản trị khác nhau và đổi chủ, gây khó khăn cho việc xác định bên cung ứng dịch vụ. Hiện nay trên thế giới có một số mô hình chi trả DVHST biển gồm: (i) sử dụng ngân sách của Chính phủ để cho những người sở hữu tài nguyên biển/ven biển duy trì hoặc cải thiện DVHST; (ii) cá nhân, tổ chức tư nhân được hưởng lợi từ việc sử dụng DVHST biển ký hợp đồng và chi trả trực tiếp cho bên cung ứng DVHST; (iii) Quỹ Bảo tồn/Quỹ Ủy thác tài trợ cho hoạt động của các khu bảo tồn (KBT) biển được thành lập để phục vụ cho việc bảo tồn tài nguyên biển tại các địa phương. Đối với HST ĐNN, hiện mới chỉ có một vài mô hình chi trả của khách du lịch đối với dịch vụ duy trì cảnh quan hoặc các Quỹ Bảo tồn/Quỹ Ủy thác tài trợ cho việc bảo tồn thiên nhiên, bảo tồn đa dạng sinh học tại các vùng ĐNN.

Một số bài học kinh nghiệm về chi trả DVHST trên thế giới có thể hỗ trợ cho việc xây dựng, thiết kế và thực hiện chi trả DVHST biển và ĐNN tại Việt Nam bao gồm: (i) về mặt pháp lý và thể chế, cần có một khung pháp lý vững chắc cho phép xác định rõ bên mua và bên bán DVHST và bảo vệ quyền lợi của bên mua và bên bán thông qua hệ thống giám sát, đánh giá minh bạch, có sự tham gia của các bên trong đó có cơ quan



▲ Vườn quốc gia Xuân Thủy là nơi có hoạt động NTTS gắn liền với rừng ngập mặn

đại diện cho Chính phủ; (ii) về mặt khoa học, cơ chế chi trả DVHST cần được xây dựng dựa trên các kết quả nghiên cứu khoa học, chẳng hạn, mức chi trả cần được xác định dựa trên các nghiên cứu định lượng cung và cầu tài nguyên hay cơ chế chi trả DVHST chỉ nên được triển khai nếu có cơ sở vững chắc chỉ ra rằng đây là phương pháp hiệu quả nhất với chi phí tối ưu nhất để đạt được các mục tiêu về cung ứng, sử dụng tài nguyên; (iii) về mặt thực tiễn, cơ chế chi trả DVHST chỉ nên triển khai tại những nơi mà quyền sử dụng/sở hữu tài nguyên đã được thiết lập rõ ràng; cơ chế chi trả DVHST cần được xây dựng phù hợp với điều kiện thực tế tại các địa phương và hướng tới các đối tượng chi trả có tiềm lực về kinh tế; cần thực hiện tốt hoạt động nâng cao nhận thức để nhận được sự đồng thuận và thu hút được sự tham gia của các bên liên quan.

Tại Việt Nam, kết quả rà soát, tổng hợp các thực hành và bài học kinh nghiệm về chi trả DVHST tự nhiên cho thấy, để có thể triển khai cơ chế chi trả DVHST biển và ĐNN tại Việt Nam cần:

Một là, nhận được sự quan tâm và vào cuộc từ các bên liên quan: Chính phủ, các cơ quan Trung ương, các cơ quan chuyên môn cùng cấp ủy, chính quyền địa phương cần quan tâm và có quyết tâm chính trị cao, nhất quán trong chỉ đạo, điều hành, phối hợp chặt chẽ trong quá trình tổ chức triển khai chi trả DVHST trên quy mô toàn quốc.

Hai là, thiết lập được một hệ thống Quỹ Ủy thác (tương tự như Quỹ Bảo vệ và Phát triển rừng) với cơ chế vận hành phù hợp để thực hiện thu, chi điều phối,

kiểm tra, giám sát nguồn tài chính từ chi trả DVHST một cách hiệu quả.

Ba là, triển khai tốt công tác truyền thông để nâng cao nhận thức toàn xã hội về vai trò của DVHST trong các hoạt động sản xuất và kinh doanh để các bên liên quan, đặc biệt là các đối tượng cần thực hiện chi trả DVHST tiềm năng có nhận thức đúng đắn về chi trả DVHST, qua đó tăng cường sự sẵn sàng của các bên trong việc tham gia cơ chế chi trả DVHST.

Bốn là, sử dụng có hiệu quả sự hỗ trợ kỹ thuật và tài chính của các tổ chức quốc tế trong việc thực hiện các nghiên cứu cơ sở, triển khai thí điểm, nâng cao năng lực thực hiện chi trả DVHST cho các bên liên quan.

2. Khó khăn, thách thức trong triển khai chi trả DVHST biển và ĐNN tại Việt Nam

Kết quả rà soát cơ sở pháp lý, tham vấn các bên liên quan và khảo sát thực tế tại một số Vườn quốc gia, biển và ĐNN tại Việt Nam cho thấy, các rào cản đối với việc triển khai chi trả DVHST biển và ĐNN bao gồm:

Một là, chưa có quy định chi trả đối với nhiều DVHST biển và ĐNN như cung ứng thực phẩm, nguồn lợi thủy sản; phòng hộ, giảm nhẹ tác động của thiên tai; làm sạch không khí, làm sạch nước; hỗ trợ giao thông, vận tải; hấp thụ các-bon; dịch vụ bảo tồn đa dạng sinh học...

Hai là, trong phạm vi các KBT biển và ĐNN, hoạt động du lịch sinh thái (DLST) và NTTS được triển khai rất hạn chế, quy mô nhỏ, doanh thu không đáng kể; các hoạt động triển khai bên ngoài ranh giới nhiều hơn nhưng lại khó xác định mức độ ảnh hưởng/đóng góp



của các DVHST đối với kết quả kinh doanh của các hoạt động. Tại một số nơi có hoạt động NTTS trong phạm vi ĐNN như tại các Vườn quốc gia: Xuân Thủy, Cần Giờ, Đất Mũi, hoạt động NTTS thường gắn liền với rừng ngập mặn; theo quy định, sẽ trở thành đối tượng áp dụng cơ chế chi trả dịch vụ môi trường rừng. Tại một số nơi có hoạt động kinh doanh DLST như Vịnh Nha Trang, Vườn quốc gia Côn Đảo, biển Cù Lao Chàm... thì Ban Quản lý là đơn vị khai thác du lịch chính và sẽ không phải thực hiện chi trả.

Ba là, số lượng KBT biển và ĐNN (bên cung ứng DVHST biển và ĐNN) còn tương đối ít (11 biển/3.260 km đường bờ biển và 48 ĐNN/301 vùng ĐNN quan trọng); trong khi đó năng lực và thẩm quyền của nhiều Ban Quản lý KBT biển và ĐNN còn hạn chế trong việc xây dựng và triển khai chi trả DVHST.

Bốn là, các tổ chức, cá nhân kinh doanh DLST và NTTS trong các KBT biển và ĐNN thường có quy mô hoạt động nhỏ lẻ, không đăng ký, không khai báo với chính quyền, doanh thu không ổn định... nên không có căn cứ ước tính mức chi trả mà cá nhân, hộ gia đình phải thực hiện chi trả.

Năm là, hiện chưa có quy định xử phạt đối các tổ chức, cá nhân không hoặc chậm thực hiện chi trả DVHST.

Bài học kinh nghiệm trong việc triển khai cơ chế chi trả dịch vụ môi trường rừng cho thấy, cần phải thành lập được một hệ thống quỹ độc lập (Quỹ Bảo vệ và Phát triển rừng) nhằm kết nối, thúc đẩy đàm phán giữa bên cung ứng và bên sử dụng dịch vụ môi trường rừng, thực hiện thu, chi, điều phối nguồn thu... Quy định chi trả DVHST qua hệ thống Quỹ BVMT chưa thực sự hợp lý do Quỹ phải kiêm nhiệm nhiều chức năng khác nhau và hoạt động của Quỹ còn nhiều bất cập, khó có khả năng hỗ trợ cho việc triển khai chi trả DVHST như Quỹ Bảo vệ và Phát triển rừng. Bên cạnh đó, việc thiết lập mức chi trả DVHST trong lĩnh vực kinh doanh DLST và NTTS dựa trên cơ sở thỏa thuận, tự nguyện giữa bên cung ứng và bên sử dụng DVHST rất khó triển khai trong thực tế vì hầu hết các bên đều không có đủ thông tin, năng lực và ở nhiều địa phương là không bình đẳng về vị thế để tham gia vào quá trình đàm phán. Trong khi đó, việc thiết lập mức chi trả DVHST dựa trên doanh thu của các

tổ chức, cá nhân sử dụng DVHST cũng không đơn giản, đa số tổ chức, cá nhân sử dụng DVHST sản xuất, kinh doanh ở quy mô nhỏ, không sử dụng hóa đơn, không có nghĩa vụ phải thực hiện khai báo về doanh thu và nếu có khai báo thì đa số thông tin, số liệu khai báo là không chính xác. Ngoài ra, quy định chuyển phần tiền chi trả DVHST chưa sử dụng hết của các Ban Quản lý KBT thiên nhiên hoặc các tổ chức được giao quản lý, bảo vệ và duy trì phát triển HST tự nhiên cho Quỹ BVMT tỉnh/Quỹ BVMT Việt Nam để điều phối, sử dụng cho mục đích bảo vệ, duy trì và phát triển HST tự nhiên khác trên địa bàn tỉnh không thể hiện đúng bản chất và nguyên tắc của cơ chế chi trả DVHST (người cung ứng dịch vụ là người được nhận chi trả) và có thể gây ra các thách thức về tính minh bạch trong việc sử dụng nguồn tiền chi trả DVHST. Hiện chưa có quy định quản lý nguồn tiền chi trả DVHST theo hình thức chi trả trực tiếp; chưa có quy định/hướng dẫn liên quan đến việc kiểm tra, giám sát, công khai tài chính đối với nguồn thu từ chi trả DVHST.

2. Đề xuất thúc đẩy chi trả DVHST biển và ĐNN tại Việt Nam

Các đề xuất nhằm thúc đẩy chi trả DVHST biển và ĐNN tại Việt Nam được rút ra gồm:

Một là, nâng cao nhận thức cho các bên liên quan về chi trả DVHST biển và ĐNN: Do cơ sở pháp lý về chi trả DVHST biển và ĐNN mới được hoàn thiện trong thời gian gần đây nên hầu hết các bên liên quan (kể cả bên cung ứng là các Vườn quốc gia/KBT biển và ĐNN lẫn bên sử dụng DVHST là các cơ sở kinh doanh DLST và NTTS) đều chưa nắm bắt được nội dung cũng như quy định cụ thể đối với chi trả DVHST biển và ĐNN.

Hai là, nâng cao năng lực cho các bên liên quan (đặc biệt là bên cung ứng DVHST) trong việc xây dựng Đề án Chi trả DVHST, trong đó chú trọng vào việc định lượng, định giá, lập bản đồ hiện trạng các DVHST.

Ba là, xây dựng Đề án và triển khai thí điểm chi trả DVHST biển/ven biển và ĐNN nhằm cung cấp thông tin thực tiễn giúp thu hẹp các khoảng trống và gỡ bỏ rào cản trong khung pháp lý về chi trả DVHST biển/ven biển và ĐNN, tạo điều kiện cho việc triển khai chi trả DVHST biển và ĐNN trong thực tế... ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ezzine-de-Blas D., Wunder S., Ruiz-Pérez M. & del Pilar Moreno-Sanchez R. (2016). Các mô hình toàn cầu trong việc thực hiện chi trả dịch vụ môi trường. *PloS one*, 11(3), e0149847.
2. Smith S. và cộng sự (2013). *Chi trả cho các dịch vụ HST: Hướng dẫn thực hành tốt nhất*, Defra, London [Smith, S., Rowcroft, P., Everard, M., Couldrick, L., Reed, M., Rogers, H., Quick, T., Eves, C. and White, C. (2013). *Payments*

for Ecosystem Services: A Best Practice Guide. Defra, London.

3. Salzman J., Bennett G., Carroll N., Goldstein A. & Jenkins M. (2018). *Hiện trạng toàn cầu và xu hướng chi trả cho các DVHST. Tính bền vững của thiên nhiên*, 1(3), 136-144.
4. Winrock International (2020b). *Báo cáo chuyên đề "Tổng kết 10 năm thực hiện chính sách chi trả dịch vụ môi trường rừng giai đoạn 2011-2020 và định hướng phát triển giai đoạn 2021-2030"*, Dự án Rừng và Đồng bằng, Việt Nam.

ỨNG DỤNG CHUYỂN ĐỔI SỐ TRONG SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP ĐÔ THỊ ĐỂ GÓP PHẦN GIẢI QUYẾT CÁC VẤN ĐỀ VỀ MÔI TRƯỜNG

ĐỖ MINH PHƯƠNG¹, CHU ĐIỂM HÀNG¹

¹Trung tâm Chuyển đổi số và Thống kê nông nghiệp, Bộ NN&PTNN

Trong bối cảnh cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0 và xu thế chuyển đổi số (CDS) đang diễn ra mạnh mẽ, việc ứng dụng các công nghệ số, trí tuệ nhân tạo (AI) được coi là giải pháp khả thi để giúp nông nghiệp đô thị (NNĐT) Việt Nam tăng năng suất, chất lượng sản phẩm và hiệu quả kinh tế, hướng đến mục tiêu phát triển bền vững (PTBV). Bài báo tập trung nghiên cứu vai trò của CDS và ứng dụng AI để phát triển bền vững (PTBV) nông nghiệp tại các vùng đô thị ở Việt Nam trong bối cảnh quá trình đô thị hóa diễn ra nhanh chóng. Nghiên cứu sử dụng phương pháp kết hợp giữa phân tích dữ liệu thống kê và nghiên cứu tổng quan để đánh giá các yếu tố tác động đến sự phát triển của NNĐT ở khu vực đô thị Việt Nam. Kết quả phân tích cho thấy, những khó khăn, thách thức mà NNĐT đang phải đối mặt là thiếu đất canh tác, vốn đầu tư lớn, giá thành sản phẩm cao so với sản xuất truyền thống, ô nhiễm môi trường làm giảm năng suất, hiệu quả sản xuất, chất lượng nông sản... Trong khi đó, nhu cầu cung cấp lương thực, thực phẩm tươi sạch cho cư dân đô thị ngày càng tăng; nhiều cư dân sẵn sàng trả giá cao cho những nông sản tươi sạch, có truy xuất nguồn gốc rõ ràng. Vì vậy, CDS và ứng dụng các công nghệ số mới như IoT, AI, Big Data trong hoạt động sản xuất NNĐT sẽ giúp nâng cao năng suất, chất lượng sản phẩm và hiệu quả kinh tế, BVMT.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, quá trình đô thị hóa diễn ra nhanh trên toàn cầu đã và đang đặt ra nhu cầu đẩy mạnh phát triển nông nghiệp tại các vùng đô thị để đảm bảo an ninh lương thực và cung ứng đủ nguồn thực phẩm cho cư dân đô thị. Theo Ngân hàng Thế giới (WB), tỷ lệ đô thị hóa toàn cầu đạt 56,2% (năm 2021), dự kiến tăng lên hơn 60% vào năm 2030 (World Bank, 2022). Riêng tại Việt Nam, tỷ lệ đô thị hóa đã đạt 38,4% (năm 2019) và được dự báo tăng lên 45% vào năm 2025 (World Bank, 2022). Quá trình đô thị hóa làm gia tăng áp lực lên hệ thống cung cấp lương thực, thực phẩm cho các khu vực đô thị, đặc biệt là nhu cầu về rau quả, trái cây tươi sạch. Trong Chương trình CDS quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030, nông nghiệp được xem là một trong 8 lĩnh vực được ưu tiên ứng dụng CDS và tính đến thời điểm hiện tại, quá trình này đã đạt những thành tựu nhất định, song vẫn còn tồn tại nhiều thách thức như mức độ cơ giới hóa thấp; công nghệ hạn chế, hoạt động canh tác, sản xuất vẫn còn được thực hiện dựa trên kinh nghiệm của nông dân...

Bên cạnh đó, phát triển nông nghiệp tại các vùng đô thị luôn đối mặt với nhiều khó khăn, thách thức, hạn chế như thiếu đất canh tác, vốn đầu tư lớn, giá thành sản phẩm cao so với sản xuất truyền thống, ô nhiễm môi trường do khí thải, nước thải sinh hoạt, giao thông... Theo số liệu từ Tổng cục Thống kê, diện tích đất nông nghiệp tại các thành phố lớn như Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh đã giảm lần lượt 30% và 25% trong vòng 10 năm qua do quá trình đô thị hóa. Điều này khiến việc trồng

trọt tại khu vực đô thị trở nên hạn chế (Nguyen, T.T, 2022). Điều kiện sản xuất ở đô thị khác xa so với sản xuất nông nghiệp truyền thống ở nông thôn; cùng với tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu (BĐKH) đã làm giảm năng suất, chất lượng sản phẩm và hiệu quả kinh tế của NNĐT. Dữ liệu từ Cục Môi trường cho thấy, lượng khí thải, nước thải tại các thành phố lớn cao hơn 1,5 - 2 lần so với khu vực nông thôn, ảnh hưởng không nhỏ tới chất lượng sản phẩm nông nghiệp (Tran, M.D., 2021). Như vậy, mặc dù tầm quan trọng của NNĐT đã được nhìn nhận, nhưng lĩnh vực này vẫn chưa phát triển mạnh mẽ và bền vững ở nhiều địa phương.

Trong bối cảnh Cách mạng công nghiệp 4.0 và xu thế CDS đang diễn ra mạnh mẽ, việc ứng dụng các công nghệ số, AI được coi là giải pháp khả thi để giúp NNĐT Việt Nam tăng năng suất, chất lượng sản phẩm và hiệu quả kinh tế, hướng đến mục tiêu PTBV. Theo Báo cáo năm 2022 của Tổng cục Thống kê, tỷ lệ doanh nghiệp sản xuất nông nghiệp ứng dụng công nghệ số ở Việt Nam mới chỉ đạt 3,8% (Tổng cục Thống kê, 2022), con số này cho thấy tiềm năng to lớn của việc CDS trong nông nghiệp nói chung, NNĐT nói riêng tại Việt Nam khi ứng dụng các công nghệ mới như IoT, AI, robot tự động hóa, AI... Do đó, việc ứng dụng CDS và AI trở thành yêu cầu cấp bách, nhằm thúc đẩy sự PTBV của NNĐT, góp phần đảm bảo cung cấp đủ nguồn lương thực, thực phẩm an toàn cho các khu vực đô thị Việt Nam.

CDS trong nông nghiệp là quá trình ứng dụng các công nghệ kỹ thuật số từ sản xuất đến chế biến, phân phối, tiêu thụ sản phẩm nông nghiệp. Điểm khác biệt



ơ bản giữa nông nghiệp số và nông nghiệp truyền thống chính là việc áp dụng các công nghệ kỹ thuật số (Big Data, điện toán đám mây (cloud computing), IoT...) vào toàn bộ hoạt động của ngành, làm thay đổi cách thức quản lý, sản xuất, tiêu thụ sản phẩm từ truyền thống sang hiện đại và thông minh. CDS mang lại cho ngành nông nghiệp nhiều lợi ích như giúp giảm thiểu rủi ro, thiệt hại do BĐKH; giúp nông dân kết nối trực tiếp với người tiêu dùng; nâng cao năng suất lao động; tăng cường chất lượng sản phẩm nông nghiệp. Hơn nữa, CDS giúp giám sát chặt chẽ đầu vào của vật tư nông nghiệp, đảm bảo truy xuất nguồn gốc, làm cho người tiêu dùng tin tưởng hơn vào chất lượng nông sản và sẵn sàng trả giá cao cho những nông sản tươi sạch này. Nghiên cứu của Phạm H. L. (2022) cho thấy, người tiêu dùng tại các thành phố lớn như Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh sẵn sàng trả thêm 20 - 30% giá so với giá thị trường cho các sản phẩm rau, củ, quả sạch, an toàn được sản xuất tại khu vực đô thị. Điều này phản ánh nhu cầu ngày càng cao của người tiêu dùng đô thị về chất lượng, an toàn vệ sinh thực phẩm.

Xuất phát từ những lý do trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm phân tích thực trạng, đánh giá tiềm năng và đề xuất các giải pháp góp phần thúc đẩy CDS trong NNĐT tại Việt Nam, từ đó thúc đẩy sự PTBV của ngành nông nghiệp đô thị, đảm bảo an ninh lương thực cho các khu vực đô thị. Đây là vấn đề mới, có ý nghĩa quan trọng về mặt lý luận và thực tiễn, đáp ứng nhu cầu cấp thiết của quá trình đô thị hóa ở Việt Nam.

2. Tình hình đô thị hóa và thực trạng NNĐT tại Việt Nam

2.1. Thực trạng NNĐT Việt Nam hiện nay

Quá trình đô thị hóa tại Việt Nam những năm gần đây diễn ra với tốc độ nhanh chóng. Theo số liệu của Tổng cục Thống kê, tỷ lệ đô thị hóa ở Việt Nam vào năm 1999 mới đạt 23,7% nhưng đến năm 2019 đã tăng lên 38,4% (Tổng cục Thống kê, 2020). Các nghiên cứu của WB dự báo đến năm 2025, tỷ lệ đô thị hóa tại Việt Nam sẽ đạt khoảng 45% (World Bank, 2022). Sự tăng trưởng nhanh chóng dân số đô thị kéo theo nhu cầu lương thực, thực phẩm tăng cao tại các khu vực đô thị, đặc biệt là sản phẩm rau quả tươi sạch.

Sự gia tăng dân số đô thị diễn ra nhanh chóng đã và đang tạo ra những thách thức lớn về cơ sở hạ tầng, nhà ở, giao thông vận tải, môi trường sinh thái và cung cấp dịch vụ công, đặc biệt, nhu cầu về lương thực, thực phẩm tăng cao tại các thành phố lớn là vấn đề cần được quan tâm. Hơn nữa, sự gia tăng dân số kèm theo xu hướng tiêu dùng xanh, lối sống lành mạnh đã khiến nhu cầu về sản phẩm rau quả tươi sạch tăng mạnh tại các khu vực đô thị.

NNĐT đang đóng vai trò rất quan trọng trong việc đảm bảo nguồn cung cấp lương thực, thực phẩm tươi

sạch cho cư dân tại các khu vực đô thị của Việt Nam, tuy nhiên, lĩnh vực này cũng đang phải đối mặt với nhiều khó khăn, thách thức. Trong bài viết “Thực trạng và giải pháp phát triển NNĐT tại Việt Nam”, đăng trên Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, tác giả Lê Quang Trí (2020) đã chỉ ra một số vấn đề nổi cộm của NNĐT như thiếu đất canh tác, ô nhiễm môi trường đô thị ngày càng nghiêm trọng, công nghệ sản xuất còn lạc hậu, năng lực ứng phó với BĐKH còn hạn chế (Lê Quang Trí, 2020).

Bên cạnh đó, một số nghiên cứu khác như “Thực trạng và giải pháp phát triển NNĐT tại TP. Hồ Chí Minh” của Nguyễn Thị Dương và cộng sự (2021) cũng chỉ ra rằng, quy mô sản xuất NNĐT hiện nay nhỏ lẻ, manh mún, thiếu các giải pháp sản xuất ứng dụng công nghệ cao (CNC) nên năng suất, chất lượng sản phẩm chưa đáp ứng được nhu cầu ngày càng cao của thị trường đô thị (Nguyễn Thị Dương và nnk., 2021). Những nghiên cứu này cũng chỉ ra thêm một số khó khăn khác của NNĐT như thiếu nguồn nhân lực chất lượng cao; kỹ năng quản lý hạn chế; chính sách hỗ trợ chưa đồng bộ; liên kết sản xuất - tiêu thụ yếu kém... đặc biệt, vấn đề khan hiếm quỹ đất sản xuất NNĐT do áp lực của quá trình đô thị hóa là một trong những thách thức lớn nhất mà lĩnh vực này đang phải đối mặt.

2.2. Tác động của phát triển NNĐT lên môi trường

Mặc dù mang lại nhiều lợi ích về an ninh lương thực và tính bền vững cho các khu vực đô thị, nhưng NNĐT cũng gây ra nhiều tác động lên môi trường. Theo nghiên cứu của Goldstein et al. (2016), các hoạt động canh tác và chăn nuôi tại khu vực đô thị làm tăng lượng phát thải khí nhà kính như khí metan từ phân gia súc; khí carbon dioxide từ việc đốt nhiên liệu hóa thạch cho sưởi ấm và năng lượng. Ngoài ra, việc sử dụng phân bón hóa học và thuốc trừ sâu quá mức hoặc không đúng cách dẫn đến ô nhiễm đất và nước, như đã được chỉ ra trong nghiên cứu của Wortman và Lovell (2013). Việc mở rộng diện tích trồng trọt, chăn nuôi cũng làm suy giảm đa dạng sinh học bởi sẽ phá hủy môi trường sống của các loài động, thực vật hoang dã, điều này được nhấn mạnh trong nghiên cứu của Sushinsky et al. (2017). Hơn nữa, các hoạt động NNĐT tiêu thụ nhiều năng lượng và nước cho việc tưới tiêu, sưởi ấm nhà kính (Theo Kulak et al. 2013).

2.3. Ứng dụng CDS trong phát triển NNĐT góp phần giảm thách thức lên môi trường

Việc áp dụng CDS trong NNĐT có thể đóng vai trò quan trọng trong việc giảm thiểu các thách thức môi trường này. Nghiên cứu của Befort et al. (2019) đã chỉ ra rằng, ứng dụng nông nghiệp thông minh giúp tối ưu hóa quá trình sản xuất, từ đó giảm lượng khí nhà kính phát thải. Hệ thống tưới tiêu tự động hóa và quản lý chất thải chăn nuôi hiệu quả hơn cũng góp phần làm

giảm phát thải metan, theo nghiên cứu của Lipper et al. (2014). Bên cạnh đó, CDS cho phép áp dụng phương pháp trồng trọt thân thiện với môi trường như nông nghiệp hữu cơ, làm giảm sử dụng phân bón hóa học và thuốc trừ sâu, đồng thời xử lý nước thải hiệu quả, nhằm ngăn chặn ô nhiễm đất và nước, như đề cập của Fritsch và Friesen (2002). Công nghệ nông nghiệp đa canh cũng góp phần làm tăng giá trị đa dạng sinh học bằng cách tạo ra môi trường sống đa dạng cho các loài khác nhau, điều này được thể hiện trong kết quả nghiên cứu của Lovell (2010). Cuối cùng, ứng dụng CDS giúp tiết kiệm năng lượng, nước sạch thông qua hệ thống chiếu sáng, tưới tiêu tự động và sử dụng công nghệ mái nhà thông minh, tận dụng năng lượng tái tạo... (Theo nghiên cứu của Shimizu et al., 2013).

3. Ứng dụng CDS trong NNĐT trên thế giới và tại Việt Nam

3.1. Trên thế giới

Trên thế giới, nhiều quốc gia đã ghi nhận những thành công trong việc ứng dụng CDS và AI vào lĩnh vực NNĐT. Tại Hà Lan - Cường quốc nông nghiệp lớn thứ hai thế giới, với mô hình nông nghiệp thông minh (smart farming) dựa trên ứng dụng công nghệ tiên tiến như Internet of Things (IoT), Big Data, AI đã mang lại hiệu quả đáng kinh ngạc. Theo Báo cáo năm 2019 của Tổ chức đầu tư nông nghiệp Agfunder, năng suất nông nghiệp của Hà Lan cao gấp 10 lần so với hình thức canh tác truyền thống trên cùng diện tích đất (Agfunder, 2019). Thành công này là nhờ vào việc ứng dụng rộng rãi các hệ thống tưới tiêu, giám sát, kiểm soát điều kiện môi trường tự động hóa thông qua công nghệ IoT, cảm biến kỹ thuật số và phân tích dữ liệu. Nông dân Hà Lan cũng đã áp dụng các kỹ thuật trồng cây trong nhà kính, sử dụng đèn LED thay vì ánh sáng mặt trời để tối ưu hóa điều kiện sinh trưởng của cây trồng. Các mô hình trang trại thông minh này không chỉ nâng cao năng suất mà còn giúp tiết kiệm đáng kể nguồn nước, phân bón và giảm lượng khí thải các-bon.

Israel là một trong những quốc gia rất thành công trong việc áp dụng các giải pháp trồng rau thủy canh sử dụng công nghệ tưới tiêu tự động qua hệ thống thiết bị IoT. Theo Bộ Nông nghiệp Mỹ, công nghệ trồng thủy canh thông minh này giúp tiết kiệm tới 90% lượng nước so với canh tác truyền thống (USDA, 2021). Các nhà máy sản xuất rau thủy canh quy mô lớn tại Israel sử dụng hệ thống tưới nhỏ giọt, cảm biến môi trường và phần mềm để điều khiển chính xác lượng nước, dinh dưỡng cung cấp cho cây. Kết quả là đất nước này đã vươn lên trở thành một trong những quốc gia xuất khẩu nông sản thủy canh lớn nhất thế giới.

Những thành công kể trên cho thấy, tiềm năng to lớn của việc ứng dụng công nghệ số và AI vào sản xuất nông nghiệp, nhất là NNĐT, góp phần nâng cao năng

suất, hiệu quả sử dụng đất đai, nước và đảm bảo an ninh lương thực cho các khu vực đô thị ngày càng đông dân cư.

3.2. Tại Việt Nam

Ở Việt Nam, quá trình ứng dụng CDS và AI vào lĩnh vực nông nghiệp nói chung, NNĐT nói riêng vẫn còn nhiều hạn chế và chưa phổ biến. Mặc dù đã có một số mô hình ứng dụng CNC trong sản xuất NNĐT, được thí điểm triển khai tại các thành phố lớn như TP. Hồ Chí Minh, Hà Nội áp dụng trồng rau thủy canh trong nhà kính, nhà màng thông minh ứng dụng hệ thống cảm biến và điều khiển tự động, song quy mô vẫn còn ở mức nhỏ lẻ, manh mún (Trần Thị Phương Loan, 2022).

Việc ứng dụng công nghệ Internet vạn vật (IoT) để tự động hóa hệ thống tưới tiêu, giám sát và điều khiển yếu tố môi trường như nhiệt độ, độ ẩm trong các mô hình sản xuất NNĐT cũng chưa được áp dụng rộng rãi mặc dù đã có hướng dẫn và khuyến nghị từ nghiên cứu của Vũ Đình Khoa và cộng sự, công bố năm 2020 (Vũ Đình Khoa và nnk., 2020).

Theo đánh giá trong bài viết “Tầm nhìn và định hướng ứng dụng AI trong nông nghiệp tại Việt Nam” của Đỗ Năng Vinh (2021), việc ứng dụng AI vào nông nghiệp Việt Nam hiện vẫn đang ở giai đoạn sơ khai (Đỗ Năng Vinh, 2021). Các lĩnh vực ứng dụng chủ yếu mới chỉ tập trung vào việc xử lý hình ảnh để hỗ trợ chẩn đoán bệnh, dịch hại và chăm sóc cây trồng. Những ứng dụng AI tiên tiến hơn như robot nông nghiệp thông minh, phân tích dữ liệu lớn hỗ trợ ra quyết định vẫn còn khá xa lạ.

Tương tự, trong nghiên cứu của Phạm Thị Huệ và cộng sự (2022), các tác giả nhận định rằng, tỷ lệ hộ nông dân đô thị sử dụng công nghệ số trong sản xuất vẫn còn rất thấp, chỉ khoảng 12,8% (Phạm Thị Huệ và nnk., 2022). Các ứng dụng công nghệ chủ yếu mới chỉ dừng lại ở việc sử dụng phần mềm, ứng dụng di động hỗ trợ kiểm soát, điều khiển tưới tiêu và theo dõi chăm sóc cây trồng thủ công.

Bài viết “Khó khăn trong ứng dụng CNC vào NNĐT tại Việt Nam” của tác giả Nguyễn Văn Thành (2021) cũng chỉ ra một số nguyên nhân chính dẫn đến tình trạng chậm CDS trong lĩnh vực NNĐT như chi phí đầu tư ban đầu lớn; trình độ nhận thức và năng lực làm chủ công nghệ của người nông dân còn hạn chế; thiếu chính sách hỗ trợ phù hợp (Nguyễn Văn Thành, 2021).

Thực tế cho thấy, đa số các hộ sản xuất nông nghiệp trong đô thị tại Việt Nam hiện nay vẫn đang áp dụng các phương pháp sản xuất truyền thống với công nghệ thấp, phụ thuộc nhiều vào nguồn nhân lực lao động thủ công. Các mô hình ứng dụng CNC như nhà kính thông minh, tưới tiêu tự động, sử dụng robot, phân tích dữ liệu lớn và AI để hỗ trợ quyết định còn rất hiếm gặp. Tổng quát lại, mức độ ứng dụng công nghệ số và AI vào



sản xuất NNĐT của Việt Nam hiện vẫn rất khiêm tốn, chưa tương xứng với tiềm năng và những lợi ích thiết thực mà nó đem lại.

4. Đề xuất giải pháp

Trên cơ sở nhận diện các vấn đề và thực trạng của NNĐT, đồng thời khai thác tiềm năng của công nghệ số và AI, nhóm tác giả đề xuất một số giải pháp nhằm PTBV NNĐT, đáp ứng nhu cầu cung cấp lương thực, thực phẩm sạch cho cư dân các đô thị tại Việt Nam trong tương lai.

Phát triển các mô hình sản xuất NNĐT CNC ứng dụng CDS và AI

Trước hết, cần phát triển các mô hình sản xuất NNĐT CNC trên cơ sở ứng dụng các công nghệ CDS, AI tiên tiến. Cụ thể:

- **Mô hình nhà kính thông minh:** Xây dựng nhà kính sản xuất rau củ, trái cây áp dụng công nghệ IoT để tự động điều khiển các yếu tố đầu vào như nhiệt độ, ánh sáng, độ ẩm, tưới nước, bón phân qua hệ thống cảm biến và điều khiển thông minh. Ứng dụng AI, Big Data để theo dõi, phân tích, tối ưu hóa điều kiện tăng trưởng của cây trồng, đồng thời phát hiện sớm dấu hiệu bất thường để xử lý kịp thời. Mô hình này giúp tăng năng suất, nâng cao chất lượng sản phẩm và hiệu quả sử dụng tài nguyên đầu vào.

- **Hệ thống tưới tiêu, bón phân tự động:** Triển khai mô hình tưới tiêu, bón phân tự động dựa trên hệ thống điều khiển IoT, kết hợp với thuật toán AI để tính toán, điều chỉnh lượng nước, phân bón cần thiết cho từng đối tượng cây trồng, giai đoạn sinh trưởng khác nhau. Giải pháp này giúp tiết kiệm nguồn nước, phân bón, đồng thời tối ưu hóa khâu tưới tiêu, bón phân để nâng cao năng suất.

- **Hệ thống giám sát, phát hiện dịch bệnh:** Xây dựng hệ thống camera giám sát và phân tích ảnh thông minh dựa trên AI để phát hiện sớm dấu hiệu bệnh tật trên cây trồng. Kết hợp mô hình dự báo thời tiết, độ ẩm để cảnh báo rủi ro và đưa ra hướng xử lý kịp thời, phòng ngừa hiệu quả các đợt dịch bệnh. Ngoài ra, hệ thống cũng phân tích dữ liệu về mật độ côn trùng, sâu bệnh, nhằm kiểm soát triệt để.

Ứng dụng blockchain để xây dựng hệ thống truy xuất nguồn gốc sản phẩm

Bên cạnh việc nâng cao năng suất, chất lượng sản phẩm, vấn đề bảo đảm an toàn vệ sinh thực phẩm cũng đóng vai trò quan trọng trong phát triển NNĐT. Do vậy, cần xây dựng hệ thống truy xuất nguồn gốc các sản phẩm nông nghiệp dựa trên công nghệ tiên tiến như blockchain.

Blockchain giúp lưu trữ và liên kết các thông tin, dữ liệu trong toàn bộ chuỗi cung ứng từ khâu sản xuất, thu hoạch, vận chuyển, chế biến đến khi tiêu thụ ở

người tiêu dùng. Điều này giúp kiểm soát chặt chẽ quá trình sản xuất, tuân thủ yêu cầu về an toàn thực phẩm, đảm bảo chất lượng, tính minh bạch và truy xuất được nguồn gốc của sản phẩm.

Hình thành chuỗi sản xuất, cung ứng thực phẩm hữu cơ cho đô thị

Trên cơ sở ứng dụng các mô hình sản xuất NNĐT CNC với AI và hệ thống truy xuất nguồn gốc blockchain như đã nêu trên, có thể hình thành chuỗi cung ứng sản phẩm nông nghiệp hữu cơ chất lượng cao cho các đô thị lớn như Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh, Đà Nẵng...

Chuỗi cung ứng được thiết kế dựa trên mô hình “từ trang trại đến bàn ăn”, kết nối trực tiếp người sản xuất với người tiêu dùng thông qua hệ thống phân phối thông minh, điều này giúp đảm bảo sản phẩm rau quả, trái cây luôn tươi sạch, đạt chuẩn hữu cơ, an toàn vệ sinh thực phẩm và có nguồn gốc rõ ràng, được truy xuất bằng blockchain.

Sản phẩm hữu cơ, sạch từ NNĐT CNC phù hợp với xu hướng tiêu dùng xanh của người dân khu vực đô thị hiện nay, đồng thời, đảm bảo an ninh lương thực, tăng cường sức khỏe cho cư dân đô thị.

5. Lộ trình CDS

Để triển khai thực hiện đồng bộ, hiệu quả các giải pháp nêu trên với sự ứng dụng CDS và AI, nhằm PTBV nền nông nghiệp tại các vùng đô thị ở Việt Nam trong thời gian tới, nghiên cứu đề xuất lộ trình cụ thể gồm hai giai đoạn.

Giai đoạn 2023 - 2025

Trong giai đoạn này, tập trung ban hành các đề án, chương trình nghiên cứu và triển khai thực nghiệm các giải pháp ứng dụng CDS, AI trong NNĐT; hình thành các mô hình điểm về sản xuất rau, hoa, trái cây CNC trong nhà kính, nhà màng thông minh tại các thành phố lớn. Đồng thời, triển khai thí điểm giải pháp hệ thống tưới tiêu, bón phân tự động, hệ thống giám sát, phòng trừ dịch bệnh dựa trên IoT, AI và một số công nghệ tiên tiến khác; xây dựng hệ thống truy xuất nguồn gốc sản phẩm nông nghiệp bằng công nghệ blockchain tại các mô hình điểm.

Giai đoạn 2026 - 2030

Nhân rộng, phát triển quy mô các mô hình sản xuất NNĐT CNC ứng dụng CDS, AI triển khai trong giai đoạn trước trên phạm vi cả nước; xây dựng hệ thống chuỗi cung ứng rau quả, thực phẩm hữu cơ tại các đô thị lớn như Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh, Đà Nẵng... với mô hình “từ trang trại đến bàn ăn”. Cùng với đó, thực hiện các giải pháp logistics thông minh ứng dụng IoT, AI, nhằm tối ưu hóa việc vận chuyển, phân phối sản phẩm từ nông trại đến tay người tiêu dùng đô thị; phát triển các ứng dụng thương mại điện tử, nền tảng số để kết nối trực tiếp nông dân sản xuất với người tiêu dùng

đô thị; tiếp tục nghiên cứu, đổi mới sáng tạo ứng dụng các công nghệ mới như AI, Big Data, robot tự động hóa trong NNĐT.

6. Kết luận

Quá trình đô thị hóa nhanh chóng tại các đô thị lớn ở Việt Nam đang đặt ra nhu cầu cấp thiết phải đẩy mạnh phát triển NNĐT để đảm bảo an ninh lương thực, cung cấp đủ nguồn thực phẩm tươi sạch cho cư dân. Tuy nhiên, điều kiện sản xuất khắc nghiệt và công nghệ lạc hậu khiến NNĐT gặp nhiều khó khăn, thách thức trong việc hướng đến mục tiêu PTBV.

Trong bối cảnh cuộc Cách mạng Công nghiệp 4.0 và xu thế CDS đang diễn ra mạnh mẽ, ứng dụng các công nghệ mới như IoT, AI, Big Data hay blockchain sẽ là giải pháp hiệu quả giúp nâng cao năng suất, chất lượng và bảo đảm vệ sinh an toàn thực phẩm cho các

sản phẩm từ NNĐT. Nghiên cứu này đã đề xuất một số giải pháp cụ thể về mô hình nhà kính thông minh, hệ thống tưới tiêu, phòng trừ sâu bệnh tự động, hệ thống truy xuất nguồn gốc... dựa trên ứng dụng AI, đồng thời, lộ trình thực hiện trong giai đoạn 2023 - 2030 cũng được đề ra.

Do hạn chế về mặt dữ liệu và bảo mật thông tin, nghiên cứu chưa thể đưa ra các phân tích sâu về thực trạng ứng dụng CDS và AI trong NNĐT tại Việt Nam, mà chỉ mới dừng lại ở việc nghiên cứu tổng quan.

Hy vọng với nỗ lực ứng dụng CDS và những công nghệ tiên tiến nhất, lĩnh vực NNĐT tại Việt Nam sẽ có bước phát triển đột phá, trở thành đầu tàu dẫn dắt CDS cho ngành nông nghiệp cả nước, đáp ứng nhu cầu lớn về lương thực, thực phẩm tươi sạch cho cư dân đô thị, góp phần thúc đẩy quá trình đô thị hóa bền vững và BVMT■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- World Bank (2022). Urban population data. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS>.
- World Bank (2022). Vietnam's Urbanization at a Rising Bút High-Density Costs. <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2022/3/28/viet-nam-s-urbanization-at-a-rising-bút-high-density-costs>.
- Tổng cục Thống kê (2022). Niên giám Thống kê 2021.
- Tổng cục Thống kê (2020). Tỷ lệ đô thị hóa phân theo năm. <https://www.gso.gov.vn>.
- Lê Quang Trí (2019). Thực trạng và giải pháp phát triển NNĐT ở Việt Nam. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 55 (3B), 237 - 246.
- Nguyễn Thị Dương và cộng sự (2021). Nghiên cứu thực trạng phát triển NNĐT tại TP. Cần Thơ. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 63 (2), 111 - 121.
- Goldstein, B., Hauschild, M., Fernandez, J., & Birkved, M. (2016). Urban versus conventional agriculture, taxonomy of resource profiles: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36 (1), 9.
- Wortman, S. E., & Lovell, S. T. (2013). Environmental challenges threatening the growth of urban agriculture in the United States. *Journal of Environmental Quality*, 42 (5), 1283 - 1294.
- Sushinsky, J. R., Rhodes, J. R., Possingham, H. P., Gill, T. K., & Fuller, R. A. (2017). How should we grow cities to minimize their biodiversity impacts?. *Global change biology*, 23 (2), 401 - 412.
- Kulak, M., Graves, A., & Tardniji, J. (2013). Life cycle assessment of urban and peri-urban agriculture: a review. *Sustainability in Environment*, 1 (1), 1 - 15.
- Befort, N., Fischer, M., & Tiwari, B. N. (2019). Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI) use in Agriculture. *White Paper*, CTA.
- Lipper, L., Thornton, P., Campbell, B. M., Baedeker, T., Braimoh, A., Bwalya, M., ... & Torquebiau, E. F. (2014). Climate-smart agriculture for food security. *Nature climate change*, 4 (12), 1.068 - 1.072.
- Fritsch, D., & Friesen, J. (2002). Integrated crop management for sustainable urban agriculture. *The Development of Plant Based Medicine: Conservation, Efficacy and Safety. Studies in Natural Products Chemistry*, 29, 91 - 113.
- Lovell, S. T. (2010). Multifunctional urban agriculture for sustainable land use planning in the United States. *Sustainability*, 2(8), 2499 - 2522.
- Shimizu, N., Son, D. H., Kawamura, H., & Nakamura, Y. (2013). Greenhouse production systems by the urban agriculture: effective use of renewable energy resources for sustainable plant production. *Sustainable Agriculture: Plant Growth State and Air Pollutants*, 205 - 223.
- Agfunder (2019). Netherlands Proves lớn lên Things with Precision Agriculture. <https://agfundernews.com>
- USDA (2021). Using Smart Irrigation Systems to Nourish Agriculture in Israel. <https://www.usda.gov>
- Trần Thị Phương Loan (2022). Thực trạng phát triển NNĐT ứng dụng CNC tại Việt Nam. Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, 38 (3), 73 - 84.
- Vũ Đình Khoa và cộng sự (2020). Nghiên cứu ứng dụng IoT trong tưới tiêu thông minh cho mô hình NNĐT. Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng, 2 (1), 34 - 40.
- Đỗ Năng Vinh (2021). "Tầm nhìn và định hướng ứng dụng AI trong nông nghiệp tại Việt Nam". Tạp chí Công nghệ Thông tin và Truyền thông, số 4 (65).
- Phạm Thị Huệ, Nguyễn Văn Tuấn, Trần Thị Lan Anh (2022). "Thực trạng ứng dụng công nghệ số trong NNĐT tại Việt Nam". Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, số 2/2022.
- Nguyễn Văn Thành (2021). "Khó khăn trong ứng dụng CNC vào NNĐT tại Việt Nam". Tạp chí CDS, số 8/2021.
- Nguyen, T.T., 2022. Thách thức và giải pháp phát triển nông nghiệp thông minh tại khu vực đô thị Việt Nam. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp, 34 (2), 45 - 52.
- Tran, M.D., 2021. Đầu tư cơ sở hạ tầng cho phát triển nông nghiệp thông minh tại các đô thị lớn. Tạp chí Kinh tế và Phát triển, 25(4), 12 - 19.
- Phạm, H.L., 2022. Tiềm năng phát triển nông nghiệp đô thị thông minh tại Việt Nam. Tạp chí Kinh tế Nông nghiệp, 24 (4), 58 - 65.



ISSN: 2615 - 9597

TẠP CHÍ Môi trường

VIỆN CHIẾN LƯỢC, CHÍNH SÁCH TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG - BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
INSTITUTE OF STRATEGY AND POLICY ON NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT - MONRE

THẺ LỆ VIẾT VÀ ĐĂNG BÀI TRÊN TẠP CHÍ MÔI TRƯỜNG

Tạp chí Môi trường trực thuộc Viện Chiến lược, Chính sách tài nguyên và môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường có chức năng chính là giới thiệu, công bố các thông tin khoa học; công trình nghiên cứu khoa học về chiến lược, chính sách thuộc lĩnh vực tài nguyên và môi trường.

1. Yêu cầu chung

Bài viết gửi đăng Tạp chí Môi trường phải là bài viết chưa từng được công bố trên bất kỳ tạp chí khoa học nào trước đó. Tác giả có trách nhiệm không gửi đăng bản thảo bài viết trên tạp chí khác khi chưa có quyết định từ chối của Ban biên tập Tạp chí. Tác giả phải chịu trách nhiệm về nội dung bài gửi đăng, tính chính xác của các trích dẫn trong bài viết, tính hợp pháp và bản quyền của bài viết.

Các bài viết gửi đăng phải được viết bằng ngôn ngữ tiếng Việt nếu gửi đăng trên Tạp chí bản tiếng Việt và là ngôn ngữ tiếng Anh nếu gửi đăng trên Tạp chí bản tiếng Anh. Bài viết phải được soạn thảo bằng phần mềm Microsoft Word, font chữ Times New Roman, cỡ chữ 13, giãn dòng 1.5; lề trên 2,5 cm; lề dưới 2,5 cm; lề trái 3 cm; lề phải 2 cm; có độ dài bài viết không quá 6.000 từ.

Bài viết gửi về Tòa soạn dưới dạng file mềm và bản in, có thể gửi trực tiếp tại Tòa soạn hoặc gửi qua hộp thư điện tử. Cuối bài tác giả ghi rõ thông tin về tác giả gồm: Họ tên, học hàm, học vị, chức vụ, địa chỉ cơ quan làm việc, thông tin liên lạc của tác giả (điện thoại, email) để Tạp chí tiện liên hệ.

2. Nội dung bài đăng

- **Tóm tắt bài viết (Abstract):** Tác giả viết ngắn gọn thành một đoạn văn (từ 100 đến 150 từ), phản ánh khái quát những nội dung chính trong bài viết và thể hiện đầy đủ các mặt: (i) Tầm quan trọng và mục đích của nghiên cứu; (ii) Phương pháp nghiên cứu sử dụng; (iii) Những kết quả chính của nghiên cứu. Đối với các bài viết tiếng Việt, tác giả cung cấp thêm tên bài và phần tóm tắt (bao gồm cả từ khóa) dịch sang tiếng Anh (yêu cầu không sử dụng công cụ dịch tự động) và được trình bày ngay dưới phần tóm tắt tiếng Việt.

- **Từ khóa (Keywords):** Tác giả cần đưa ra 3 đến 5 từ khóa của bài viết theo thứ tự alphabet và thể hiện đặc trưng cho chủ đề của bài viết.

- **Giới thiệu hoặc đặt vấn đề (Introduction):** Phần này cần thể hiện: (i) Lý do thực hiện nghiên cứu và tầm quan

trọng của chủ đề nghiên cứu (có ý nghĩa như thế nào về mặt lý luận và thực tiễn); (ii) Xác định vấn đề nghiên cứu, đặc biệt làm rõ tính mới của nghiên cứu; (iii) Nội dung chính mà bài viết sẽ tập trung giải quyết.

- **Đối tượng và phương pháp nghiên cứu (Theoretical framework and Methods):** (i) Trình bày rõ tổng quan nghiên cứu và cơ sở lý thuyết liên quan; (ii) Khung lý thuyết hoặc khung phân tích sử dụng trong bài viết (nếu có); (iii) phương pháp nghiên cứu; (iv) mô tả địa điểm nghiên cứu (nếu có).

- **Kết quả và thảo luận (Results and discussion):** (i) Diễn giải, phân tích các kết quả phát hiện mới; (ii) Rút ra mối quan hệ chung, mối liên hệ giữa kết quả nghiên cứu của tác giả với những phát hiện khác trong các nghiên cứu trước đó.

Đối với một số bài viết mang tính chất tư vấn, phản biện chính sách, ý kiến chuyên gia cần tập trung đánh giá thực trạng vấn đề nghiên cứu (đánh giá thành tựu, hạn chế và nguyên nhân...).

- **Kết luận hoặc (và) khuyến nghị giải pháp (Conclusions or/and policy implications):** Tùy theo mục tiêu nghiên cứu, các bài viết cần có kết luận và đưa ra giải pháp hay khuyến nghị cho các nhà quản lý doanh nghiệp và/hoặc các nhà hoạch định chính sách xuất phát từ kết quả nghiên cứu.

- **Lời cảm ơn (nếu có)...**

- **Tài liệu tham khảo (Reference):** Việc thể hiện các trích dẫn tài liệu tham khảo có ý nghĩa quan trọng trong việc đánh giá độ chuyên sâu và tính nghiêm túc của nghiên cứu. Vì vậy, trích dẫn tài liệu tham khảo phải được trình bày đúng quy chuẩn. Trích dẫn tài liệu tham khảo được chia làm 2 dạng chính: Trích dẫn trong bài (in-textreference) và Danh mục tài liệu tham khảo (reference list). Danh mục tài liệu tham khảo được đặt cuối cùng bài viết, mỗi trích dẫn trong bài viết (intextreference) nhất thiết phải tương ứng với danh mục nguồn tài liệu được liệt kê trong danh sách tài liệu tham khảo ■

Mọi chi tiết xin liên hệ: Tạp chí Môi trường

› **Địa chỉ:** Tầng 7, Lô E2, Phố Dương Đình Nghệ, Phường Yên Hòa, Cầu Giấy, Hà Nội

› **Điện thoại:** 024. 61281446 - **Fax:** 024.39412053

› **Website:** tapchimoitruong.vn

› **Email:** tapchimoitruongtcm@vea.gov.vn

📍 **Địa chỉ:** 479 Hoàng Quốc Việt - Bắc Từ Liêm - Hà Nội

✉ **Email:** info@isponre.gov.vn 📞 **Tel:** 02437.931.629

Viện trưởng: PGS.TS. Nguyễn Đình Thọ

Phó Viện trưởng: TS. Nguyễn Trung Thắng - TS. Mai Thanh Dung - TS. Nguyễn Minh Trung

Viện Chiến lược, Chính sách tài nguyên và môi trường là đơn vị sự nghiệp khoa học và công nghệ công lập trực thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường, có chức năng giúp Bộ trưởng nghiên cứu, đề xuất, xây dựng chiến lược, chính sách về các lĩnh vực thuộc phạm vi quản lý nhà nước của Bộ; thực hiện nghiên cứu khoa học, cung cấp các dịch vụ công, tư vấn, đào tạo về quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu theo quy định của pháp luật.

Viện Chiến lược, Chính sách tài nguyên và môi trường có tư cách pháp nhân, có con dấu và tài khoản riêng; có trụ sở tại thành phố Hà Nội; hoạt động theo cơ chế tự chủ của tổ chức khoa học và công nghệ công lập.

CƠ CẤU TỔ CHỨC

Phòng chức năng:

- Văn phòng
- Phòng Khoa học và Hợp tác quốc tế

Ban nghiên cứu:

- Ban Tổng hợp và Dự báo chiến lược
- Ban Kinh tế Tài nguyên và môi trường
- Ban Môi trường và Phát triển bền vững
- Ban Đất đai
- Ban Địa chất, Khoáng sản và Tài nguyên nước
- Ban Biến đổi Khí hậu và các vấn đề toàn cầu

Đơn vị sự nghiệp:

- Trung tâm Tư vấn, Đào tạo và Dịch vụ tài nguyên và môi trường
 - Trung tâm Phát triển và Ứng dụng khoa học công nghệ về đất đai
- Tạp chí Môi trường

NHIỆM VỤ VÀ QUYỀN HẠN

1. Xây dựng, trình Bộ trưởng phê duyệt kế hoạch hoạt động dài hạn, 5 năm, hằng năm của Viện; tổ chức thực hiện sau khi được phê duyệt.

2. Về chiến lược, chính sách

a) Nghiên cứu cơ sở lý luận, tổng kết thực tiễn, kinh nghiệm trong nước và quốc tế về quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu và các vấn đề kinh tế, xã hội có liên quan phục vụ công tác xây dựng chiến lược, chính sách đối với các lĩnh vực thuộc phạm vi quản lý nhà nước của Bộ;

b) Nghiên cứu, đề xuất cơ chế, chính sách trong quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu; cơ chế phối hợp liên ngành, liên vùng, cơ chế giải quyết tranh chấp, xung đột, cơ chế huy động và sử dụng nguồn lực để quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu; nghiên cứu, đề xuất việc kiện toàn tổ chức bộ máy quản lý nhà nước ngành tài nguyên và môi trường;

c) Đề xuất, xây dựng, thử nghiệm các mô hình, công cụ, cơ chế, chính sách mới trong quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu.

3. Về dự báo chiến lược

a) Thực hiện điều tra, đánh giá, tổng kết thực tiễn, dự báo, xây dựng chiến lược phát triển ngành và các lĩnh vực theo phân công của Bộ trưởng;

b) Thực hiện dự báo chiến lược về xu hướng, diễn biến đối với các lĩnh vực thuộc phạm vi quản lý của Bộ.

4. Chủ trì hoặc tham gia xây dựng quy hoạch, kế hoạch, văn bản quy phạm pháp luật, tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật, định mức kinh tế - kỹ thuật, hướng dẫn kỹ thuật về tài nguyên và môi trường theo phân công của Bộ trưởng.

5. Tổ chức thực hiện các chương trình, nhiệm vụ khoa học và công nghệ; tham gia thẩm định, xét duyệt các chương trình, đề tài nghiên cứu theo phân công của Bộ trưởng.

6. Hằng năm cập nhật các vấn đề mới, bổ sung kinh nghiệm quốc tế, phát hiện các bất cập về chiến lược, chính sách liên quan đến quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu do Bộ trưởng phân công.

7. Nghiên cứu, đề xuất chiến lược, cơ chế, chính sách về hợp tác quốc tế trong các lĩnh vực thuộc phạm vi quản lý nhà nước của Bộ; thực hiện hợp tác, đối thoại chính sách với các nước, tổ chức quốc tế và quản lý, triển khai các nhiệm vụ hợp tác với nước ngoài; thực hiện các chương trình, dự án hợp tác quốc tế theo phân công của Bộ trưởng.

8. Cung cấp các dịch vụ về đánh giá tác động, phản biện về tài nguyên và môi trường đối với các chiến lược, chính sách, quy hoạch và kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội, ngành, lĩnh vực; nghiên cứu khoa học, phát triển, ứng dụng và chuyển giao công nghệ, tư vấn, đào tạo, bồi dưỡng về quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu; tư vấn về đánh giá môi trường chiến lược, đánh giá tác động môi trường theo nhu cầu xã hội; đào tạo trình độ tiến sỹ về các chuyên ngành được cơ quan có thẩm quyền cấp phép.

9. Tổ chức thu thập, tổng hợp, xử lý, xây dựng cơ sở dữ liệu, cung cấp thông tin; biên tập, in ấn và phát hành các kết quả nghiên cứu của Viện, các ấn phẩm liên quan đến chiến lược, chính sách về các lĩnh vực thuộc phạm vi quản lý của Bộ theo quy định của pháp luật.

10. Thường trực Hội đồng Tư vấn chính sách tài nguyên và môi trường.

11. Quản lý tổ chức, vị trí việc làm, số lượng người làm việc; công chức, viên chức, người lao động thuộc Viện theo quy định của pháp luật và theo phân công của Bộ trưởng; quản lý tài chính, tài sản; thực hiện trách nhiệm của đơn vị dự toán cấp III đối với các đơn vị trực thuộc Viện theo quy định của pháp luật; thống kê, báo cáo định kỳ và đột xuất về tình hình thực hiện nhiệm vụ được giao.

12. Thực hiện các nhiệm vụ khác do Bộ trưởng phân công.