



ISSN 1859-4794

TẠP CHÍ

KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ Việt Nam

**Vietnam Journal of
Science and Technology - MOST**

B

Tập 62 - Số 8 - Tháng 8 năm 2020

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

Nguyễn Văn Hiệu - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
Nguyễn Việt Anh - Trường Đại học Xây dựng
Bùi Chí Bửu - Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp Miền Nam
Vũ Dũng - Hội Tâm lý học Việt Nam
Trần Thọ Đạt - Trường Đại học Kinh tế Quốc dân
Nguyễn Đình Đức - Trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc gia Hà Nội
Vũ Minh Giang - Đại học Quốc gia Hà Nội
Trương Nam Hải - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
Từ Quang Hiến - Trường Đại học Nông lâm Thái Nguyên
Phạm Huy Khang - Trường Đại học Giao thông Vận tải
Phạm Gia Khánh - Chủ tịch Hội Ghép tạng Việt Nam
Hồ Đắc Lộc - Trường Đại học Kỹ thuật Công nghệ TP Hồ Chí Minh
Nguyễn Thị Mỹ Lộc - Trường Đại học Giáo dục - Đại học Quốc gia Hà Nội
Bành Tiến Long - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội
Lê Quan Nghiệm - Đại học Y Dược TP Hồ Chí Minh
Mai Trọng Nhuận - Đại học Quốc gia Hà Nội
Nguyễn Thanh Phương - Trường Đại học Cần Thơ
Nguyễn Thanh Thủy - Trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc gia Hà Nội
Phạm Hùng Việt - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội

TỔNG BIÊN TẬP

Đặng Ngọc Bảo

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP

Nguyễn Thị Hải Hằng
Nguyễn Thị Hương Giang

TRƯỞNG BAN BIÊN TẬP

Phạm Thị Minh Nguyệt

TRƯỞNG BAN TRỊ SỰ

Lương Ngọc Quang Hưng

TRÌNH BÀY

Đinh Thị Luận

EDITORIAL COUNCIL

Nguyen Van Hieu - Vietnam Academy of Science and Technology
Nguyen Viet Anh - National University of Civil Engineering
Bui Chi Bui - Institute of Agricultural Science for Southern Vietnam
Vu Dung - Vietnam Association of Social Psychology
Tran Tho Dat - National Economics University
Nguyen Dinh Duc - University of Engineering and Technology - Vietnam National University, Hanoi
Vu Minh Giang - Vietnam National University, Hanoi
Truong Nam Hai - Vietnam Academy of Science and Technology
Tu Quang Hien - Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry
Pham Huy Khang - University of Transport and Communications
Pham Gia Khanh - President of Vietnam Society of Organ Transplantation
Ho Duc Loc - Ho Chi Minh City University of Technology
Nguyen Thi My Loc - University of Education, Vietnam National University, Hanoi
Banh Tien Long - Hanoi University of Science and Technology
Le Quan Nghiem - University of Medicine and Pharmacy of Ho Chi Minh City
Mai Trong Nhuan - Vietnam National University, Hanoi
Nguyen Thanh Phuong - Can Tho University
Nguyen Thanh Thuy - University of Engineering and Technology - Vietnam National University, Hanoi
Pham Hung Viet - VNU University of Science

EDITOR-IN-CHIEF

Dang Ngoc Bao

DEPUTY EDITORS

Nguyen Thi Hai Hang
Nguyen Thi Huong Giang

HEAD OF EDITORIAL BOARD

Pham Thi Minh Nguyet

HEAD OF ADMINISTRATION

Luong Ngoc Quang Hung

ART DIRECTOR

Dinh Thi Luan

TÒA SOẠN

113 Trần Duy Hưng - Cầu Giấy - Hà Nội
Tel: (84.24) 39436793; Fax: (84.24) 39436794
Email: khcnvn@most.gov.vn
Tạp chí điện tử: b.vjst.vn

EDITORIAL OFFICE

113 Tran Duy Hung Str. - Cau Giay Dist. - Hanoi
Tel: (84.24) 39436793; Fax: (84.24) 39436794
Email: khcnvn@most.gov.vn
E-journal: b.vjst.vn

GIẤY PHÉP XUẤT BẢN

Số 1153/GP-BTTTT ngày 26/7/2011
Số 2528/GP-BTTTT ngày 26/12/2012
Số 592/GP-BTTTT ngày 28/12/2016
Giá: 18000^d

PUBLICATION LICENCE

No.1153/GP-BTTTT 26th July 2011
No.2528/GP-BTTTT 26th December 2012
No.592/GP-BTTTT 28th December 2016

Phân chia địa tầng Pliocen - Đệ tứ ở phía đông thềm lục địa Việt Nam trên cơ sở tài liệu trùng lỗ và tảo vôi

Nguyễn Thị Thắm*, Nguyễn Văn Sử, Tạ Thị Hòa, Mai Hoàng Đảm, Nguyễn Hoài Chung

Viện Dầu khí Việt Nam

Ngày nhận bài 22/1/2020; ngày chuyển phản biện 3/2/2020; ngày nhận phản biện 12/3/2020; ngày chấp nhận đăng 23/3/2020

Tóm tắt:

Hóa thạch trùng lỗ (foraminifera) và tảo vôi (calcareous nannofossil) được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu sinh địa tầng trầm tích biển do chúng tiến hóa nhanh và phân bố rộng. Qua nhiều năm nghiên cứu các trầm tích Pliocen - Đệ tứ ở phía đông thềm lục địa Việt Nam thông qua các giếng khoan thăm dò dầu khí, nhóm tác giả nhận thấy hai nhóm sinh vật trên thực sự là công cụ hiệu quả để phân chia chi tiết địa tầng các trầm tích này. Các giếng khoan A, B, C, D, E và F được chọn đại diện cho khu vực nghiên cứu. Áp dụng các tiêu chuẩn phân đối trùng lỗ trôi nổi “N” Blow, “PL” & “PT” Wade và nnk; tiêu chuẩn phân đối tảo vôi “NN” Martinii, “CNPL” Backman và nnk, bảng phân chia địa tầng và các đối sinh vật cho các trầm tích Pliocen - Đệ tứ ở phía đông thềm lục địa Việt Nam đã được đưa ra. Theo nghiên cứu, trầm tích Pliocen sớm được giới hạn trong các đối trùng lỗ PL1-PL3/phần trên N18-N19, tương ứng với các đối tảo vôi CNPL1-CNPL3/NN12-NN15. Trầm tích Pliocen muộn gồm các đối trùng lỗ PL4-PL6/N20-N21, tương ứng với các đối tảo vôi CNPL4-CNPL6/NN16-NN18. Trầm tích Pleistocen sớm đặc trưng bởi phụ đối trùng lỗ trôi nổi PT1a/phần dưới N22, tương ứng với các đối tảo vôi CNPL6-CNPL10/NN19. Trầm tích Pleistocen muộn - Holocen gồm phụ đối trùng lỗ trôi nổi PT1b và đối tảo vôi CNPL11/NN20-NN21. Kết quả cho thấy sự phù hợp của phân chia địa tầng ở khu vực nghiên cứu với các tiêu chuẩn phân đối chuẩn trong giai đoạn Pliocen - Đệ tứ ở vùng biển Thái Bình Dương và vĩ độ thấp. Đây là tiền đề áp dụng cho các nghiên cứu và liên kết địa tầng ở thềm lục địa Việt Nam và các khu vực lân cận.

Từ khóa: đông thềm lục địa Việt Nam, Pliocen - Đệ tứ, tảo vôi, trùng lỗ trôi nổi.

Chỉ số phân loại: 1.5

Giới thiệu chung

Thềm lục địa Việt Nam có diện tích rộng hơn 1 triệu km² [1], được xem là vùng có cấu trúc địa chất phức tạp và chứa nhiều tiềm năng khoáng sản [2, 3]. Trong những năm gần đây, các trầm tích Pliocen - Đệ tứ ở thềm lục địa Việt Nam đã thu hút sự quan tâm đặc biệt của các nhà địa chất bởi tiềm năng các khoáng sản rắn và phi kim chứa trong chúng [2-4]. Để công tác tìm kiếm thăm dò các khoáng sản này đạt hiệu quả cao, bên cạnh việc nghiên cứu các đặc điểm địa chất, kiến tạo khu vực thì việc phân chia và liên kết địa tầng các tập trầm tích cũng đóng một vai trò hết sức quan trọng.

Cho đến nay, một số công trình nghiên cứu địa tầng trong các trầm tích Pliocen - Đệ Tứ đã đóng góp đáng kể trong việc phân chia địa tầng trầm tích Pliocen - Đệ tứ, điển hình như các công trình nghiên cứu của Trần Nghi và nnk (2010, 2014) [5, 6], Mai Thanh Tân và nnk (2013) [7], Đinh Xuân Thành (2016) [8]. Tuy nhiên, hầu hết các nghiên cứu này đều tập trung vào việc minh giải tài liệu địa chấn và

tổng hợp các tài liệu địa chất khu vực. Công tác tổng hợp và minh giải các tài liệu phân tích mẫu, đặc biệt là tài liệu cổ sinh chưa được quan tâm đúng mức. Do vậy, các kết quả nghiên cứu địa tầng và liên kết đặc điểm địa chất các trầm tích này phần nào vẫn còn gặp nhiều khó khăn và hạn chế.

Các hóa thạch cổ sinh đóng một vai trò quan trọng trong nghiên cứu địa tầng, khôi phục cổ môi trường trầm tích và các bối cảnh kiến tạo liên quan [9]. Trong đó, tảo vôi và trùng lỗ được xem là hai nhóm sinh vật rất hữu ích do chúng phân bố rộng và có tính nhạy cảm cao với sự thay đổi khí hậu và mực nước biển. Do vậy, việc kết hợp nghiên cứu sự phân bố của các hóa thạch này trong trầm tích giúp các nhà địa chất đánh giá được sự thay đổi về địa tầng, khí hậu và đi kèm với các dấu hiệu hình thành khoáng sản có liên quan.

Trải qua hơn 40 năm nghiên cứu cổ sinh địa tầng ở các giếng khoan thăm dò dầu khí trên thềm lục địa Việt Nam, chúng tôi đã có một dữ liệu khá hoàn chỉnh về các hóa thạch trùng lỗ trôi nổi và tảo vôi trong trầm tích Pliocen - Đệ tứ ở

*Tác giả liên hệ: Email: thamnt@vpi.pvn.vn

Pliocene - Quaternary biostratigraphy in the east of Vietnam continental shelf based on the calcareous nannofossil and foraminifera documents

Thi Tham Nguyen*, Van Su Nguyen, Thi Hoa Ta, Hoang Dam Mai, Hoai Chung Nguyen

Vietnam Petroleum Institute

Received 22 January 2020; accepted 23 March 2020

Abstract:

Foraminifera and calcareous nannofossil are widely used in the marine biostratigraphy study due to their rapid evolution and wide distribution. Through many years of studying Pliocene - Quaternary in the east of the Vietnam continental shelf via oil and gas exploration wells, the authors found that these two fossil groups were really effective tools for dividing details these sediments. The A, B, C, D, E, and F wells were chosen as a representative for the study area. Following the standard zonal schemes of planktonic foraminifera "N" Blow, "PL" & "PT" Wade, et al.; the standard zonal schemes of calcareous nannofossil "NN" Martini and "CNPL" Backman, et al., the Pliocene - Quaternary biostratigraphic framework in the studied area were established. In this study, the early Pliocene sediments were limited to the foraminifera zone PL1-PL3/upper N18-N19, corresponding to the nannofossil zone CNPL1-CNPL3/NN12-NN15. The late Pliocene sediments consisted of the foraminifera zone PL4-PL6/N20-N21, corresponding to the nannofossil zone CNPL4-CNPL6/NN16-NN18. The early Pleistocene sediments were characterised by foraminifera subzone PT1a/the lower N22, approximate to the nannofossil zone CNPL7-CNPL10/NN19. The late Pleistocene sediments include the foraminifera subzone PT1b/the upper N22 and nannofossil zone CNPL11/NN20-NN21. The results exhibited that the suitability of stratigraphic division in the studied area with the standard zonal schemes in the Pliocene - Quaternary period in Pacific and low - latitude oceans. This is a premise to apply for the stratigraphic study and correlation in the Vietnam continental shelf and adjacent areas.

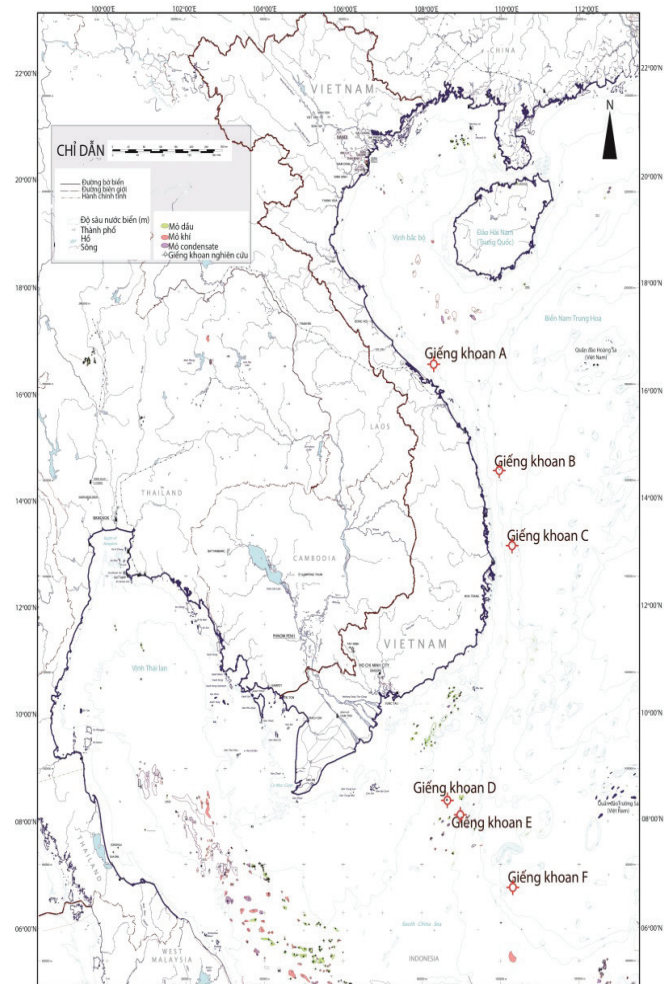
Keywords: calcareous nannofossil, east of Vietnam continental shelf, planktonic foraminifera, Pliocene - Quaternary.

Classification number: 1.5

khu vực này. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày các kết quả nghiên cứu hóa thạch trùng lỗ trôi nổi và tảo vôi trong trầm tích Pliocen - Đệ tứ tại một số giếng khoan ở khu vực phía đông thềm lục địa Việt Nam dựa theo các tiêu chuẩn phân đới ở vùng biển Thái Bình Dương và vĩ độ thấp. Qua đó, nhóm tác giả thiết lập sơ đồ phân chia các đới, phụ đới trùng lỗ trôi nổi và tảo vôi dựa trên các dữ kiện hóa thạch chỉ đạo trong trầm tích Pliocen - Đệ tứ, góp phần làm sáng tỏ bức tranh địa tầng khu vực, đồng thời làm tiền đề để áp dụng cho các nghiên cứu địa tầng trong khu vực và các vùng lân cận.

Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

Dữ liệu trình bày trong nghiên cứu này gồm kết quả phân tích hóa thạch trùng lỗ và tảo vôi thu thập ở 6 giếng khoan, thuộc nhiều bề trầm tích khác nhau đặc trưng cho khu vực phía đông thềm lục địa Việt Nam, vị trí các giếng được thể hiện trong hình 1. Các giếng khoan được ký hiệu A, B, C, D, E và F, sắp xếp lần lượt theo thứ tự từ bắc xuống nam.



Hình 1. Sơ đồ khu vực nghiên cứu và vị trí các giếng khoan đại diện.

Tổng số mẫu phân tích ở nghiên cứu này là 290, trong đó 210 mẫu phân tích hóa thạch trùng lỗ và 290 mẫu phân tích hóa thạch tảo vôi, đa phần đều là mẫu vụn. Giếng khoan A có 35 mẫu trong khoảng độ sâu 1.058-2.800 m; giếng khoan B có 35 mẫu trong khoảng độ sâu 600-820 m; giếng khoan C có 44 mẫu trong khoảng độ sâu 515-1.350 m; giếng khoan D có 42 mẫu trong khoảng độ sâu 248-932 m; giếng khoan E có 89 mẫu trong khoảng độ sâu 235-2.011 m; và giếng khoan F có 45 mẫu trong khoảng độ sâu 1.700-2.050 m. Tại mỗi giếng khoan, số lượng mẫu phân tích trùng lỗ và tảo vôi hầu hết giống nhau, ngoại trừ giếng khoan A (39 mẫu phân tích trùng lỗ, 89 mẫu phân tích tảo vôi) và giếng khoan F (15 mẫu phân tích trùng lỗ, 45 mẫu phân tích tảo vôi), các mẫu được lấy cách nhau 10 đến 20 m.

Các mẫu phân tích hóa thạch trùng lỗ trôi nổi được gia công theo phương pháp rửa mẫu [10]: cân 30 g trầm tích và cho vào cốc; cho từ từ dung dịch H_2O_2 30% vào cốc; ngâm mẫu ở nhiệt độ phòng, để qua đêm hoặc lâu hơn đến khi vật liệu hữu cơ bị oxy hóa và sét tách ra hoàn toàn; rửa sạch bằng nước qua hệ thống rây 63 μ m-1 mm; sấy khô mẫu bằng tủ sấy ở nhiệt độ 60-80°C; cân khối lượng mẫu còn lại sau khi đã sấy khô; gói mẫu và ghi thông tin. Phần mẫu sau khi gia công sẽ được quan sát dưới kính hiển vi soi nổi Zeiss Stereo Discovery V12 và V20. Các hóa thạch trùng lỗ được xác định dựa theo hệ thống nhận diện của các tác giả Kennett & Srinivasan (1983) [11], Bolli & Saunders (1985) [12]. Hình ảnh các hóa thạch được chụp ở nhiều độ phóng đại khác nhau (10 đến 100 lần) bằng máy ảnh kỹ thuật số AxioCam MRC5 và phần mềm AxioVision 4.9.1.

Các mẫu phân tích hóa thạch tảo vôi được gia công theo phương pháp phết mẫu lên bản kính [10, 13]: cho một lượng nhỏ trầm tích lên bản kính và nghiền nhỏ; nhỏ vào vài giọt nước cất; dùng tăm thẳng trộn đều để tạo thành thể vụn; trải đều thể vụn thành lớp mỏng trên bề mặt bản kính; sấy khô trên bếp điện trong vài phút ở nhiệt độ 60-80°C; cho nhựa Canada vào tấm kính phủ và áp vào phần mẫu trên bản kính; đun nóng để phần nhựa gắn chặt ra; để nguội và làm sạch lát mỏng bằng cồn và xà phòng; ghi thông tin mẫu lên lát mỏng. Các lát mỏng được quan sát dưới kính hiển vi phân cực Zeiss Axio Imager A2 và A2m. Xác định tên hóa thạch dựa theo hệ thống phân loại và nhận dạng của Young (1998, 2020) [14, 15]. Hình ảnh các hóa thạch được chụp ở độ phóng đại 1.000 lần (sử dụng vật kính 100x, kèm dầu nhúng) bằng máy ảnh kỹ thuật số AxioCam MRC5 và phần mềm AxioVision 4.9.1.

Phân chia địa tầng và các đới sinh vật thường được dựa vào sự xuất hiện đầu tiên/nóc (top), sự xuất hiện sau cùng/đáy (base), sự xuất hiện phổ biến hoặc xuất hiện cực thịnh của các loài hóa thạch chỉ đạo trong giếng khoan theo chiều sâu từ trên xuống dưới. Dựa theo nguyên tắc này, nhiều tiêu chuẩn phân chia đới đã được công bố và áp dụng cho các nghiên cứu hóa thạch trùng lỗ và tảo vôi ở vùng biển vĩ độ thấp và Thái Bình Dương. Những năm trước đây, các nhà

nghiên cứu sinh địa tầng chủ yếu áp dụng tiêu chuẩn phân đới trùng lỗ trôi nổi “N” Blow (1969) [16], tiêu chuẩn phân đới tảo vôi “NN” Martinii (1971) và “CN” Okady & Burkry (1980) [14, 17]. Các tiêu chuẩn này đã mang lại hiệu quả cao cho các nghiên cứu sinh địa tầng. Tuy vậy, nhiều đới có địa tầng còn tương đối dài, ngoài ra một số ranh giới địa tầng còn nằm lệch khá lớn so với ranh giới đới. Để khắc phục những hạn chế này, trong những năm gần đây, các nhà cổ sinh đã nghiên cứu và công bố tiêu chuẩn phân chia đới chi tiết hơn cho các trầm tích Kainozoi nói chung và Pliocen - Đệ tứ nói riêng, điển hình là tiêu chuẩn phân đới trùng lỗ “PL” & “PT” Wade, et al. (2011) [18] và tiêu chuẩn phân đới tảo vôi “CNPL” Backman, (2012) [19]. Trong bài báo này, các tác giả sử dụng kết hợp tiêu chuẩn phân chia đới trùng lỗ trôi nổi “N” và “PL” & “PT”; tiêu chuẩn phân đới tảo vôi “NN” và “CNPL” để nghiên cứu địa tầng Pliocen - Đệ tứ ở khu vực.

Kết quả nghiên cứu

Nhìn chung, phức hệ hóa thạch trùng lỗ và tảo vôi trong trầm tích Pliocen - Đệ tứ ở các giếng khoan nghiên cứu được bảo tồn tốt, rất phong phú và tính đa dạng loài cao. Kết quả phân tích đã tìm thấy 13 dữ kiện hóa thạch chỉ đạo trùng lỗ, 16 dữ kiện hóa thạch chỉ đạo tảo vôi. Áp dụng các hệ thống phân đới tiêu chuẩn, trầm tích Pliocen - Đệ tứ khu vực phía đông thềm lục địa Việt Nam được chia thành 7 đới trùng lỗ trôi nổi theo tiêu chuẩn Wade, et al. (2011), ký hiệu PL1-PL6 và PT1; 4 đới trùng lỗ trôi nổi theo tiêu chuẩn Blow (1969), ký hiệu N19-N22; 11 đới tảo vôi theo tiêu chuẩn Backman, et al. (2012), ký hiệu CNPL1-CNPL11; và 10 đới tảo vôi theo tiêu chuẩn Martinii (1971), ký hiệu NN12-NN21. Theo thứ tự tuổi trầm tích từ cổ tới trẻ, đặc trưng các đới được mô tả chi tiết như dưới đây:

Pliocen sớm

Trùng lỗ trôi nổi: trầm tích Pliocen sớm được chia thành 3 đới trùng lỗ trôi nổi PL1-PL3 tương ứng với phần trên của đới N18-N20.

Đới PL1: nóc của đới PL1 được xác định bởi top *Globoturborotalia nepenthes*, đáy của đới này được xác định bởi base *Globorotalia tumida* và base *Globoquadrina dehiscens*.

Đới PL2: nóc của đới PL2 được xác định bởi top *Globorotalia margaritae* và đáy của đới này được xác định bởi top *Globoturborotalia (Globigerina) nepenthes*.

Đới PL3: nóc đới PL3 được giới hạn bởi top *Sphaeroidinellopsis seminulina*, top *Pulleniatina primalis*, top *Globorotalia pleisiotumida* và đáy của đới PL3 được xác định bởi top *Globorotalia margaritae*.

Tảo vôi: trầm tích Pliocen sớm gồm 3 đới tảo vôi CNPL1-CNPL3 tương ứng với 4 đới NN12-NN15.

Đới CNPL1/phần trên NN12: thuộc phần đáy của

Pliocen, có địa tầng tương đối ngắn, đặc trưng bởi khoảng xuất hiện của *Ceratolithus armatus*. Ở các giếng khoan A, B và D, CNPL1/NN12 được phân chia rõ ràng. Tuy nhiên, ở các giếng khoan C, E và F, đới này được xác định dạng đới kết hợp CNPL1-CNPL2, CNPL1-CNPL3 hoặc NN12-NN15 do không tìm thấy *Ceratolithus armatus*.

Đới CNPL2/NN13: được xác định chi tiết ở các giếng khoan B và D dựa vào khoảng địa tầng từ top *Ceratolithus armatus* tới base *Discoaster asymmetricus*. Ngoài ra, đáy đới này còn đặc trưng bởi base *Ceratolithus cristatus*. Ở các giếng A, C, E và F, đới CNPL2/NN13 được xác định là dạng đới kết hợp CNPL1-CNPL2, CNPL2-CNPL3, CNPL1-CNPL3 do vắng mặt *Ceratolithus armatus*.

Đới CNPL3/NN14-NN15: nóc của đới được xác định bởi top *Reticulofenestra pseudumbilicus* (5-7 μm) và top *Reticulofenestra pseudumbilicus* (>7 μm) hoặc top phong phú của *Sphenolithus abies* và đáy của đới này xác định bởi base *Discoaster asymmetricus*.

Pliocen muộn

Trùng lỗ trôi nổi: trầm tích Pliocen muộn đặc trưng bởi các đới trùng lỗ PL4-PL6 và tương ứng với N20-N21.

Đới PL4: đáy đới xác định bởi top *Sphaeroidinellopsis seminulina*, nóc đới xác định bởi top *Dentoglobigerina altispira*.

Đới PL5: xác định từ top *Dentoglobigerina altispira* tới top *Globorotalia miocenica* hoặc top *Globorotalia pseudomiocenica*.

Đới PL6: là phần nóc Pliocen. của đới PL6 được xác định bởi sự xuất hiện sau cùng của *Globigerinoides fistulosus* hoặc top *Globigerinoides extremus* và đáy của đới này được xác định bởi top *Globorotalia miocenica* hay top *Globorotalia pseudomiocenica*.

Tảo vôi: trầm tích Pliocen trên giới hạn bởi các đới tảo vôi CNPL3-CNPL6 và tương ứng với NN16-NN18.

Đới CNPL4/NN16 ghi nhận sự vắng mặt của *Reticulofenestra pseudumbilicus* (bao gồm cả loài có kích thước 5-7 μm và >7 μm) cũng như sự suy giảm về số lượng của *Sphenolithus abies*. Nóc CNPL4 được xác định bởi top *Discoaster tamalis*, trong khi đó nóc NN16 thường cao hơn nóc CNPL4, xác định bởi top *Discoaster surculus*.

Đới CNPL5/NN17: nóc của CNPL5/NN17 được xác định bởi top *Discoaster pentaradiatus*, đáy CNPL5 giới hạn bởi top *Discoaster tamalis* và đáy NN17 xác định bởi top *Discoaster surculus*.

Đới CNPL6/NN18: tiếp tục ghi nhận sự suy giảm của giống *Discoaster*, đặc trưng bởi địa tầng từ top *Discoaster pentaradiatus* tới top *Discoaster brouweri*. Nóc đới CNPL6 là cơ sở xác định nóc Pliocen.

Pleistocen sớm

Trầm tích Pleistocen sớm có địa tầng bắt gặp đầy đủ ở các giếng khoan D và E. Ở các giếng khoan A, B, C và F, mẫu phân tích trong trầm tích này chỉ có ở phần đáy. Nhìn chung, mức độ bảo tồn các hóa thạch trùng lỗ trôi nổi trong trầm tích Pleistocen sớm kém hơn so với các hóa thạch tảo vôi.

Trùng lỗ trôi nổi: trầm tích này đặc trưng bởi đới trùng lỗ trôi nổi PT1a/phần dưới N22, được giới hạn ở đáy bởi top *Globigerinoides extremus*, trong khi đó nóc của các trầm tích này được xác định dựa trên top *Globorotalia tosaensis*. Ngoài ra, top *Globigerinoides fistulosus* cũng là cơ sở xác định đáy các trầm tích này.

Tảo vôi: trầm tích Pleistocen sớm gồm các đới tảo vôi CNPL7-CNPL10, các đới này tương đương với đới NN19. Hóa thạch tảo vôi có thành phần loài trung bình, nhưng số lượng từng loài đều phong phú hoặc rất phong phú, điển hình nhất là *Reticulofenestra minuta* và *Gephyrocapsa small*. Bên cạnh đó, các đới này cũng ghi nhận sự xuất hiện phong phú của *Gephyrocapsa oceanica*, tần suất bắt gặp liên tục. Ngoài ra, các đới tảo vôi có những đặc trưng riêng như sau:

Đới CNPL7: thường có địa tầng ngắn, xác định từ top *Discoaster brouweri* tới top *Calcidiscus macintyreii*. Đới này gặp ở tất cả 6 giếng khoan nghiên cứu.

Đới CNPL8: chỉ gặp ở các giếng khoan D và E, kéo dài từ top *Calcidiscus macintyreii* tới top *Helicosphaera sellii*. Ở giếng khoan E, đới CNPL8 được kết hợp với các đới CNPL9 và CNPL10 thành dạng đới kết hợp CNPL8-CNPL10 do không tìm thấy top *Helicosphaera sellii*.

Đới CNPL9 và CNPL10: khoảng địa tầng hai đới này được xác định từ top *Helicosphaera sellii* tới top *Pseudoemiliania lacunosa*. Top phong phú của *Gephyrocapsa* (>4 μm) thường rất khó xác định ở các giếng khoan, do đó hai đới này được xác định dạng kết hợp CNPL9-CNPL10.

Pleistocen giữa - muộn

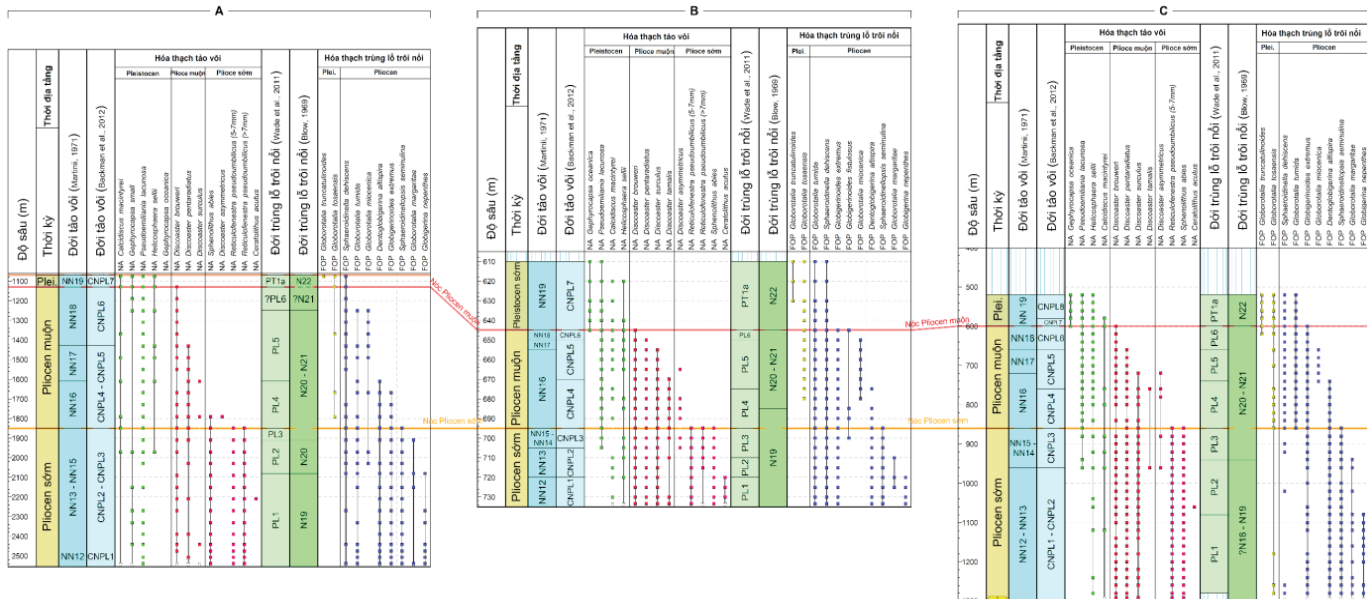
Ở các giếng khoan nghiên cứu, trầm tích Pleistocen giữa - muộn chỉ có mẫu phân tích ở giếng khoan E. Các giếng khoan còn lại, các mẫu phân tích đều có địa tầng tuổi Pleistocen sớm trở xuống. Do vậy, kết quả phân chia địa tầng và các đới trùng lỗ, tảo vôi cũng như đặc trưng từng đới được trình bày trong nghiên cứu này chủ yếu dựa vào kết quả phân tích hóa thạch ở giếng khoan E.

Trùng lỗ trôi nổi: trầm tích Pleistocen giữa - muộn gồm phụ đới PT1b và phần trên đới N22, xác định từ top *Globorotalia tosaensis* và kéo dài tới hiện tại. Phụ đới PT1b đặc trưng bởi sự xuất hiện của *Globorotalia truncatulinoides* và *Globigerinoides ruber*. Blow (1969) [16] cho rằng trầm tích Pleistocen giữa - muộn gồm các đới N22-N23, tuy nhiên, Wade, et al. (2011) [18] nhận thấy trầm tích Pleistocen - Holocen chỉ giới hạn trong đới N22.

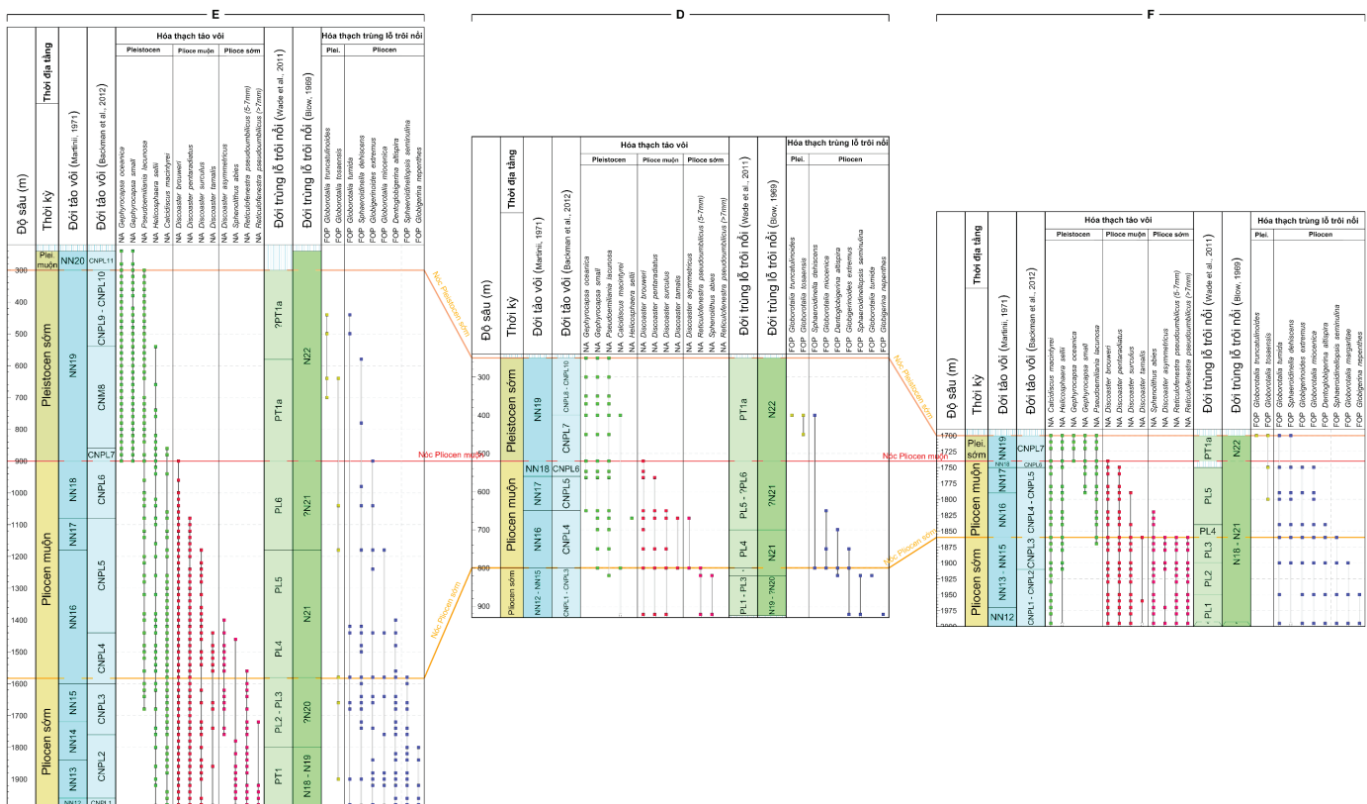
Tào vôi: trầm tích Pleistocen giữa - muộn xác định bởi đới CNPL11, đới này có địa tầng tương đương với NN20-NN21. Đây là khoảng địa tầng nằm giữa top *Pseudoemiliania lacunosa* và các trầm tích hiện tại. Tương tự như các trầm tích Pleistocen sớm, hóa thạch tào vôi tìm thấy trong trầm tích này xuất hiện rất phong phú và có thành phần loài

trung bình, các loài đặc trưng gồm *Reticulofenestra minuta*, *Gephyrocapsa small* và *G. oceanica*.

Trên cơ sở phân chia địa tầng trầm tích Pliocen - Độ tứ ở các giếng khoan, kết quả nghiên cứu được liên kết thành hai tuyến mặt cắt: tuyến 1 gồm các giếng khoan A, B và C (hình 2); và tuyến 2 gồm các giếng khoan D, E & F (hình 3).



Hình 2. Tuyến liên kết các giếng khoan A, B và C



Hình 3. Tuyến liên kết các giếng khoan D, E và F.

Tuổi (tr. năm)	THỜI ĐỊA TẦNG		TRÙNG LỖ TRÔI NỔI (PLANKTONIC FORAMINIFERA)			TẢO VÔI (CALCAREOUS NANNOFOSSIL)		
	Kỷ	Stage	Blow 1969	Wade et al. 2011	Dữ kiện hóa thạch chỉ đạo	Martini 1971	Backman et al 2012	Dữ kiện hóa thạch chỉ đạo
1	PLEISTO.	Calabrian	N22	PT1b	<i>Globorotalia truncatulinoides</i> <i>Globigerinoides ruber</i>	NN21/ NN20	CNPL11	
				PT1a	<i>Globorotalia tosaensis</i>	NN19	CNPL10 CNPL9 CNPL8 CNPL7	<i>Pseudoemiliania lacunosa</i> Phong phú <i>Gephyrocapsa</i> (>4µm) <i>Helicosphaera sellii</i> <i>Calcidiscus macintyreii</i> <i>Gephyrocapsa oceanica</i> <i>Discoaster brouweri</i>
2	PLIOCEN	Muộn	N21/ N20	PL6	<i>Globigerinoides extremus</i> <i>Globigerinoides fistulosus</i>	NN18	CNPL6	<i>Discoaster pentaladatus</i> <i>Discoaster surculus</i> <i>Discoaster tamalis</i>
3				PL5	<i>Globorotalia miocenica</i> <i>Globorotalia pseudomiocenica</i>	NN17	CNPL5	
4		Sớm	N19	PL4 PL3	<i>Dentoglobigerina altispira</i> <i>Sphaeroidinellopsis seminulina</i>	NN15 NN14	CNPL3	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i> Phổ biến <i>Sphenolithus abies</i> <i>Pseudoemiliania lacunosa</i> Phổ biến <i>Discoaster asymmetricus</i>
5				PL2 PL1	<i>Globorotalia margaritae</i> <i>Globigerina nepenthes</i>	NN13 NN12	CNPL2 CNPL1 CNM20	<i>Ceratolithus cristatus</i> <i>Ceratolithus armatus</i> <i>Ceratolithus armatus</i>
	MIOCEN	Messinian			<i>Globorotalia tumida</i> <i>Globobulimina dehiscens</i>			

Hình 4. Bảng phân đới trùng lỗ trôi nổi và tảo vôi trong Pliocen - Pleistocen áp dụng cho thêm lục địa Việt Nam.

Từ kết quả phân tích và minh giải ở trên, bảng phân đới trùng lỗ trôi nổi và tảo vôi trong Pliocen - Pleistocen được thiết lập và áp dụng cho phía đông thêm lục địa Việt Nam (hình 4).

Kết luận

Kết quả nghiên cứu địa tầng các trầm tích Pliocen - Đệ tứ ở phía đông thêm lục địa Việt Nam cho thấy sự tương đồng của tổ hợp hóa thạch chủ đạo đã tìm thấy với khu vực biển Thái Bình Dương và khu vực vĩ độ thấp, từ đó đã giúp cho việc phân chia khoảng địa tầng trong khu vực này được rõ ràng và chi tiết hơn so với các nghiên cứu trước đây. Trên cơ sở kết quả nghiên cứu hóa thạch trùng lỗ trôi nổi và tảo vôi ở 6 giếng khoan thăm dò dầu khí có sự hiện diện của trầm tích Pliocen - Đệ tứ, chúng tôi đã phân chia chi tiết địa tầng cho các trầm tích này: Pliocen sớm (gồm các đới trùng lỗ trôi nổi từ PL1-PL3/phần trên N18-N20 và các đới tảo vôi CNPL1-CNPL3/NN12-NN15), Pliocen muộn (gồm các đới trùng lỗ trôi nổi PL4-PL6/N20-N21 và các đới tảo vôi NN16-NN18), Pleistocen sớm (gồm đới trùng lỗ trôi nổi PT1a/N22 và CNPL7-CNPL10/NN19) và Pleistocen muộn (gồm đới trùng lỗ trôi nổi PT1b và CNPL11/NN20-NN21). Ranh giới các đơn vị địa tầng được xác định đồng thời bởi các nóc đới trùng lỗ trôi nổi và tảo vôi. Nóc Pliocen sớm được xác định bởi nóc đới trùng lỗ trôi nổi PL3 và nóc đới tảo vôi CNPL3 hay nóc NN15. Nóc Pliocen muộn được xác định bởi nóc đới trùng lỗ trôi nổi PL6 và nóc đới tảo vôi CNPL6 hay nóc NN18. Nóc Pleistocen sớm được xác định

bởi nóc phụ đới trùng lỗ trôi nổi PT1a và nóc đới tảo vôi CNPL10 hay nóc NN19. Pleistocen muộn và Holocen xác định bởi nóc phụ đới trùng lỗ trôi nổi PT1b và nóc tảo vôi CNPL11 hay nóc NN21. Đây cũng là tiền đề ban đầu góp phần hỗ trợ các nhà nghiên cứu sau này luận giải mối tương quan giữa các tập trầm tích nhỏ và các tổ hợp khoáng sản liên quan cũng như các nghiên cứu liên quan đến biến đổi khí hậu, sự thay đổi mực nước biển hay điều kiện xây dựng các công trình trên biển trong khoảng địa tầng sau này.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện bởi sự tài trợ của Viện Dầu khí Việt Nam. Tập thể tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Hiệp (2017), “Việt Nam, một số nét chủ yếu”, *Địa chất và Tài nguyên Dầu khí Việt Nam*, tr.5-13.
- [2] Mai Thanh Tân, Phạm Văn Ty, Đặng Văn Bát, Lê Duy Bách, Nguyễn Biều, Trần Nghi, Lê Văn Dũng (2011), “Địa chất công trình khu vực miền Trung và Đông Nam thêm lục địa Việt Nam”, *Tạp chí các Khoa học về Trái đất*, (6), tr.109-118.
- [3] Nguyễn Văn Đắc, Phạm Thanh Liêm, Nguyễn Anh Đức (2017), “Tổng quan về tài nguyên dầu khí Việt Nam”, *Địa chất và Tài nguyên Dầu khí Việt Nam*, tr.43-71.
- [4] H. Nguyen, Carter, Andrew, L.V Hoang, and S.T. Vu (2018), “Provenance, routing and weathering history of heavy minerals from coastal placer deposits of southern Vietnam”, *Sedimentary Geology*, 373, pp.228-238.

- [5] Trần Nghi và nnk (2010), *Thành lập Bản đồ địa chất Pliocen - Đệ tứ Biển Đông và các vùng kế cận*, Đề tài cấp nhà nước KC.09.23/06-10.
- [6] Trần Nghi và nnk (2014), *Địa chất Pliocen - Đệ tứ vùng biển Việt Nam và kế cận*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.
- [7] Mai Thanh Tan, Le Van Dung, Le Duy Bach, Nguyen Bieu, Tran Nghi, Hoang Van Long, Phan Thien Huong (2013), "Pliocene - Quaternary evolution of the continental shelf of central Vietnam based on high resolution seismic data", *Journal of Asia Earth Sciences*, **79(A)**, pp.529-539.
- [8] Đinh Xuân Thành (2016), *Địa tầng phân tập Pliocen - Đệ tứ thềm lục địa Nam Trung Bộ, Việt Nam*.
- [9] J.T. (Han) van Gorsel, Peter Lunt and Robert Morley (2014), "Introduction to Cenozoic biostratigraphy of Indonesia - SE-Asia", *Berita Sedimentologi*, **29**, pp.6-40.
- [10] Viện Dầu khí Việt Nam (2011), *Hoàn thiện quy trình phân tích - thí nghiệm các chỉ tiêu hiện có của Trung tâm Phân tích thí nghiệm*.
- [11] J.P. Kennett, M.S. Srinivasan (1983), *Neogene Planktonic Foraminifera*, Hutchinson Ross Publishing Co., pp.1-265.
- [12] H.M. Bolli, J.B. Saunders (1985), "Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera", *Plankton Stratigraphy*, pp.155-262.
- [13] P.R. Bown (1998a), "Calcareous nannofossil biostratigraphy", *British Micropalaeontological Society Publication series*, **328**, pp.16-17.
- [14] J.R. Young (1998), *British Micropalaeontological Society: Publication series*, pp.225-265.
- [15] J.R. Young (2020), *International Nannoplankton Association*, <http://www.mikrotax.org/Nannotax3>.
- [16] W.H. Blow (1969), "Late middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy", *Proceedings of the first international conference on Planktonic Microfossils*, Geneva, pp.380-381.
- [17] E. Martini (1971b), "Standard tertiary and quaternary calcareous nannoplankton zonation", *Proceedings of the second planktonic conference*, Rome, pp.737-785.
- [18] B.S. Wade, P.N. Pearson, W.A. Berggren, H. Pälike (2011), "Review and revision of Cenozoic tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetic polarity and astronomical time scale", *Earth-Science Reviews*, **104**, pp.111-142.
- [19] J. Backman, I. Raffi, D. Rio, E. Fornaciari, H. Pälike (2012), "Biozonation and biochronology of Miocene through Pleistocene calcareous nannofossils from low and middle latitudes", *Newsletters on Stratigraphy*, **45(3)**, pp.221-244.

Đánh giá sự biến đổi thành phần phóng xạ môi trường trong hoạt động khai thác, chế biến quặng đồng khu mỏ Sin Quyền, tỉnh Lào Cai

Nguyễn Văn Dũng^{1*}, Trịnh Đình Huân², Đào Đình Thuận¹

¹Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

²Liên đoàn Địa chất Xạ - Hiếm

Ngày nhận bài 24/2/2020; ngày chuyển phản biện 26/2/2020; ngày nhận phản biện 20/3/2020; ngày chấp nhận đăng 3/4/2020

Tóm tắt:

Mỏ đồng Sin Quyền được đưa vào khai thác từ năm 1992 trên diện tích 140 ha, với trữ cấp 121 được đánh giá là 650.000 tấn, sản lượng kim loại ước tính 10.000 tấn/năm. Hiện nay mỏ được cấp phép mở rộng quy mô khai thác ở khu Đông và khu Tây với diện tích là 210 ha, tổng trữ lượng khoảng 55 triệu tấn quặng đồng, hàm lượng quặng trung bình 2,52%, hàm lượng urani trong quặng đồng từ 25÷120 ppm, hàm lượng thori khoảng 3÷15 ppm. Mỏ đang được khai thác với khối lượng đất đá hàng năm 8,1 triệu m³, hai dây chuyền chế biến với sản lượng khoảng 1,5 triệu tấn quặng nguyên khai. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu sự gia tăng các thành phần phóng xạ môi trường do hoạt động khai thác, chế biến quặng đồng tại khai trường, xưởng tuyển, bãi thải và phát tán các chất phóng xạ đến môi trường xung quanh; đồng thời đề xuất các giải pháp phòng ngừa, giảm nhẹ ảnh hưởng tác hại ô nhiễm phóng xạ đối với cán bộ, công nhân tham gia sản xuất và khu vực dân cư lân cận.

Từ khóa: khai thác chế biến quặng đồng, mỏ Sin Quyền, thành phần phóng xạ môi trường.

Chỉ số phân loại: 1.5

Mở đầu

Các mỏ quặng đồng thường chứa các chất phóng xạ tự nhiên như urani, thori, kali. Trong quá trình khai thác, chế biến, đất phủ bị bóc tách, quặng được thu gom, làm giàu, nghiền tuyển, các chất phóng xạ được tích tụ trong tinh quặng và phát tán ra môi trường xung quanh, làm gia tăng hàm lượng và liều chiếu xạ tại khai trường, xưởng tuyển, bãi thải và khu vực dân cư lân cận. Hoạt động khai thác, chế biến quặng đồng có chứa các chất phóng xạ còn được gọi là “công việc bức xạ”. Muốn đánh giá ảnh hưởng môi trường phóng xạ của “công việc bức xạ” theo giá trị gia tăng của liều chiếu xạ và đề xuất các biện pháp can thiệp giảm thiểu tác hại của phóng xạ, vấn đề cấp thiết là cần làm sáng tỏ các nguyên nhân gây ra sự phát tán các chất phóng xạ, hàm lượng chiếu xạ [1, 2].

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu sự biến đổi các thành phần phóng xạ môi trường do hoạt động khai thác, chế biến quặng đồng tại mỏ Sin Quyền và đưa ra các biện pháp giảm thiểu tác hại của phóng xạ đến môi trường và sức khỏe con người.

Đặc điểm địa chất - khoáng sản và tình hình khai thác, chế biến quặng đồng mỏ Sin Quyền

Đặc điểm địa chất - khoáng sản

Mỏ đồng Sin Quyền nằm ở huyện Bát Xát, tỉnh Lào Cai, có tọa độ địa lý 22°37'20" vĩ Bắc, 103°45'50" kinh Đông.

Khu quặng nằm ở phía bắc sườn đông bắc của dãy Hoàng Liên Sơn thuộc tỉnh Lào Cai, hữu ngạn sông Hồng, ngay sát biên giới Việt - Trung, cách sông Hồng 1-3 km, về phía đông nam 25 km có thành phố Lào Cai. Khu vực mỏ có địa hình phân cắt với 3 dạng: cao, trung bình, thấp. Địa hình đồi núi kéo dài theo hướng tây bắc - đông nam. Đặc điểm khí hậu trong vùng có 2 mùa rõ rệt: mùa khô bắt đầu từ tháng 10 đến tháng 4 năm sau, mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 9 [3-6].

Đặc điểm địa chất của khu vực gồm các hệ tầng: hệ tầng Suối Chiềng (PP_{sc}), hệ tầng Sin Quyền (PP-MP_{sq}), hệ tầng Bản Nguồn (D_{1bn}), hệ tầng Cha Pả (NPcp), hệ tầng Bản Páp (D_{1-2bp}) (hình 1) [5, 6].

Tại khu mỏ đồng Sin Quyền đã phát hiện và khoanh nổi được 20 thân quặng đồng đạt chỉ tiêu công nghiệp. Các thân quặng có dạng thấu kính, kéo dài theo phương tây bắc - đông nam cắm về phía đông bắc với góc dốc >70°. Quặng có dạng đặc xít hoặc xâm tán, thành phần khoáng vật quặng gồm: magnetit, pirutin, chancopirit, orthit, đôi khi có vàng tự sinh. Khoáng vật thứ sinh có axurit, borit, caprit, limonit. Các khoáng vật tạo thành hai tổ hợp xâm tán trong đá [5, 6]:

+ Tổ hợp quặng đồng - sắt - đất hiếm, khoáng vật của dạng quặng này gồm có: magnetit, chalcopirit, octit... Hàm lượng đồng trung bình trong dạng quặng này từ 0,3÷4,5%, hàm lượng sắt nghèo (từ 15÷20%), hàm lượng đất hiếm biến đổi tương đối lớn (từ 0,4÷1,5%).

*Tác giả liên hệ: Email: dungvnhung@gmail.com

Assessment of changes of environmental radioactive components in copper mining and processing at Sin Quyen mine, Lao Cai province

Van Dung Nguyen^{1*}, Dinh Huan Trinh²,
Dinh Thuan Dao¹

¹Faculty of Environment, Hanoi University of Mining and Geology

²Geological Division on Radioactive and Rare Earth Elements

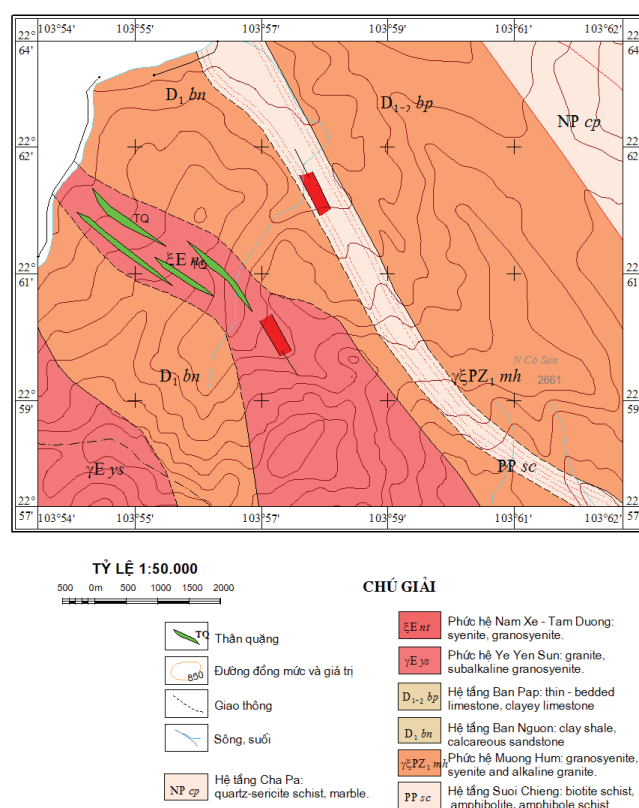
Received 24 February 2020; accepted 3 April 2020

Abstract:

The Sin Quyen copper mine in the area of 140 ha has been exploited and processed since 1992. Ore reserve at 121 level was evaluated to be 650,000 tons and estimated annual copper production was about 10,000 tons per year. Currently, mining licence was approved for extending in the East and the West zones on the area of 210 ha. The total copper ore reserve was estimated to be 55 million tons with average ore content of 2.52%, uranium content in copper ore varies from 25 to 120 ppm, thorium content varies from 3 to 15 ppm. Mine has been extracting with annual volume of rocks and soils equivalent to 8.1 million cubic meters and two production lines with about 1.5 million tons of crude ore. In this paper, the authors presented the increasing results of the environmental radioactive components due to copper mining and processing activities in the mining sites, sifting units, and dumping sites which disseminated radioactive elements into the surrounding environment. Additionally, the prevention and mitigation solutions for radioactive pollution for workers and staffs involved in the mining activities as well as for people in adjacent residential areas were also proposed.

Keywords: copper mining and processing, environmental radioactive components, Sin Quyen mine.

Classification number: 1.5



Hình 1. Bản đồ địa chất khoáng sản khu vực khảo sát.

+ Tổ hợp quặng đồng - đất hiếm, dạng quặng này gồm các khoáng vật: chalcopyrit, pyrotin, octit... Hàm lượng đồng trong dạng quặng này biến đổi từ 0,1÷4,7%; hàm lượng đất hiếm <1%. Trong quặng nguyên sinh đồng đã phát hiện các nguyên tố phóng xạ như urani, thori... hàm lượng cao. Hàm lượng U_3O_8 đạt 0,005÷0,265%; hàm lượng ThO_2 đạt 0,006÷0,03%.

Tình hình khai thác, chế biến

Từ năm 1992 mỏ đồng Sin Quyen được Nhà nước cấp phép khai thác trên diện tích 140 ha, với trữ lượng cấp 121 là 650.000 tấn, hàm lượng quặng trung bình là 2,52%, trữ lượng kim loại đồng khoảng 10.000 tấn. Giai đoạn hiện nay, mỏ được khai thác với quy mô lớn (theo Giấy phép khai thác số 3102/GP-ĐCKS ngày 26/12/2001), khai trường được phân thành hai khu Đông và Tây với diện tích 210 ha, tổng trữ lượng khoảng 55 triệu tấn quặng đồng, khối lượng đất đá được bóc hàng năm trên 8,1 triệu m^3 và khai thác trên 1,5 triệu tấn quặng nguyên khai.

Quặng nguyên khai được đập, sàng, nghiền với độ mịn cấp hạt đạt 0,074 mm (chiếm 65%), nồng độ bùn quặng chiếm 32,5%, trong đó công nghệ tuyển nổi được sử dụng để thu hồi phần lớn khoáng vật đồng với tinh quặng hàm lượng cao (đạt 75.000 tấn/năm) [6].

Hoạt động khai thác và chế biến quặng đồng thường chứa một lượng nhỏ chất phóng xạ, nên khi quặng được đào bới, đất phủ bị bóc tách... sẽ làm cho các chất phóng xạ phát

tán ra môi trường xung quanh, đặc biệt trong môi trường nước, không khí. Do đó, việc nghiên cứu đánh giá sự biến đổi thành phần môi trường phóng xạ trong hoạt động khai thác, chế biến quặng ở khu vực này là cần thiết, nhằm tăng cường quản lý nhà nước về hoạt động khai thác khoáng sản và bảo vệ môi trường.

Phương pháp nghiên cứu

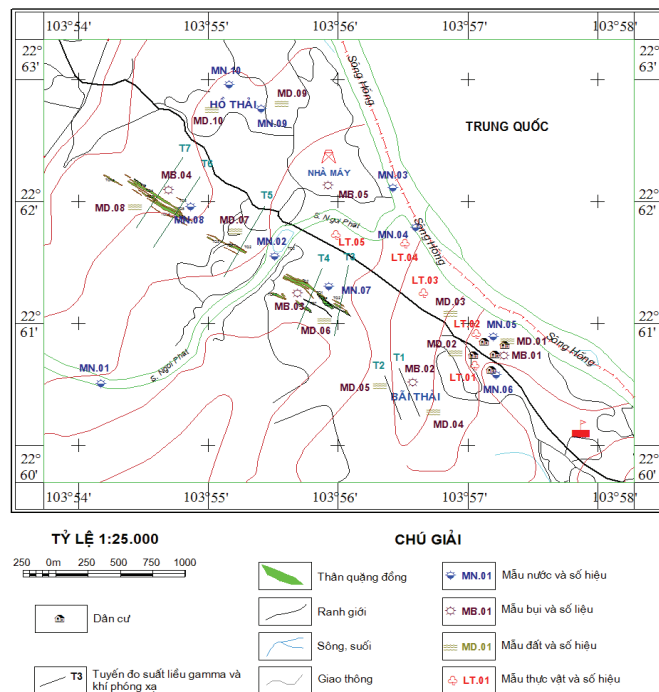
Để đánh giá sự biến đổi các thành phần môi trường phóng xạ, nhóm nghiên cứu đã sử dụng tổ hợp phương pháp sau [7-9]:

- Phương pháp đo suất liều chiếu xạ gamma tại các khu vực khai trường, xưởng tuyển, hồ thải, bãi thải bằng thiết bị đo xạ DKS-96.

- Đo nồng độ khí phóng xạ radon (^{222}Rn) bằng thiết bị RAD-7.

- Thu thập, xử lý và phân tích các mẫu bằng hệ phổ kế gamma bán dẫn HPGe để xác định hoạt độ riêng của các đồng vị phóng xạ ^{226}Ra , ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K trong các mẫu đất, nước, lương thực (gạo, ngô) và bụi.

Sơ đồ vị trí khảo sát được trình bày ở hình 2.



Hình 2. Sơ đồ vị trí khảo sát khu vực nghiên cứu.

Trong khu vực khảo sát, nhóm tác giả xác định tổng liều tương đương chiếu xạ gây bởi bức xạ gamma và khí phóng xạ radon trong không khí theo công thức sau [8, 9]:

$$H \text{ (mSv/năm)} = H_n + H_t \quad (1)$$

trong đó:

- H_n là liều chiếu ngoài gây bởi bức xạ gamma, được tính như sau:

$$H_n \text{ (mSv/năm)} = 8.760 \times H \quad (2)$$

- H_t là liều chiếu trong gây bởi khí phóng xạ radon trong môi trường không khí được tính theo công thức sau:

$$H_t \text{ (mSv/năm)} = 0,047 \times Rn \quad (3)$$

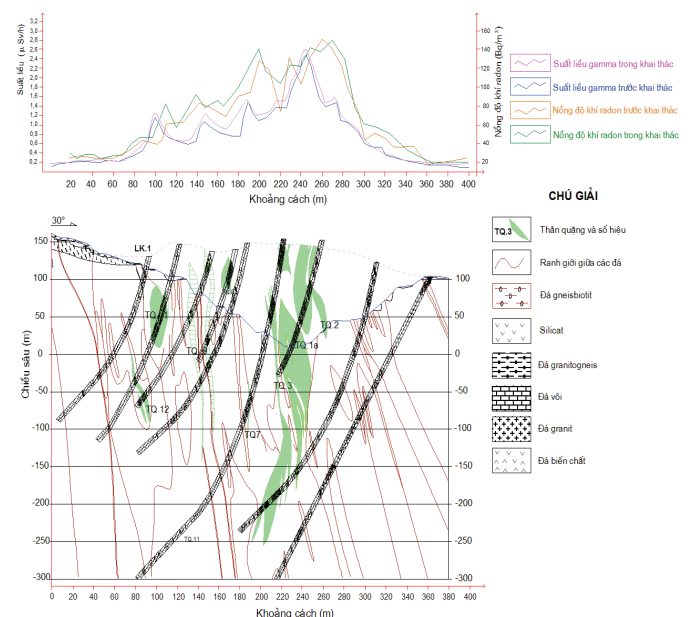
Kết quả và thảo luận

Trên cơ sở xử lý tổng hợp các kết quả khảo sát suất liều bức xạ gamma, khí phóng xạ radon, phân tích các mẫu đất, nước, bụi và mẫu lương thực tại khu vực nghiên cứu, đưa ra kết quả sau:

Sự biến đổi suất liều gamma và khí phóng xạ trong khai thác quặng đồng

Các hoạt động khai thác, chế biến quặng đồng đã làm phát tán các chất phóng xạ tới môi trường trong khu mỏ và vùng lân cận. Kết quả khảo sát thành phần suất liều gamma và nồng độ khí radon tại khu khai thác được biểu diễn trên hình 3.

Từ đồ thị cho thấy, khu vực đá vôi quanh tại khai trường có giá trị suất liều gamma từ $0,11 \div 0,73 \text{ mSv/h}$ (giá trị suất liều gamma trước khai thác từ $0,1 \div 0,5 \text{ mSv/h}$) [5, 9], tại thân quặng suất liều gamma biến thiên từ $0,8 \div 1,8 \text{ mSv/h}$ (giá trị suất liều gamma trước khai thác từ $0,5 \div 0,9 \text{ mSv/h}$) [5, 9], có vị trí đạt cực đại $2,21 \text{ mSv/h}$. Nồng độ khí radon tại đá vôi quanh có giá trị từ $8 \div 35 \text{ Bq/m}^3$, tại thân quặng nồng độ khí radon biến thiên từ $18 \div 145 \text{ Bq/m}^3$, trung bình 45 Bq/m^3 .



Hình 3. Giá trị suất liều gamma và khí radon trên tuyến khu vực mỏ đồng.

Kết quả khảo sát cho thấy tại khu vực bãi thải giá trị suất liều gamma biến thiên từ 0,06÷0,35 mSv/h, trung bình 0,22 mSv/h.

Tại khu vực hồ thải nước, giá trị suất liều gamma biến thiên từ 0,5÷1,4 mSv/h, trung bình 0,9 mSv/h, tại khu vực hồ thải có giá trị suất liều gamma cao là do quá trình tuyển quặng, hàm lượng các chất phóng xạ trong đuôi quặng chưa được xử lý nên các chất phóng xạ được tích tụ lại trong lớp bùn của hồ thải.

Đặc điểm phân bố hàm lượng các chất phóng xạ trong mẫu đất

Kết quả phân tích các mẫu đất đá bao gồm mẫu quặng, chất thải sau tuyển cho thấy hầu hết các mẫu đều có hàm lượng (hoạt độ phóng xạ riêng) của urani ^{238}U từ 8,5÷175,21 Bq/kg, trung bình 78,8 Bq/kg. Hàm lượng ^{232}Th trong các mẫu quặng đồng không đáng kể (từ 3,9÷15 Bq/kg), trung bình 8,18 Bq/kg (bảng 1).

Bảng 1. Kết quả phân tích mẫu đất.

Số hiệu mẫu	Hoạt độ phóng xạ riêng (Bq/kg)			
	^{226}Ra	^{238}U	^{232}Th	^{40}K
MD.SQ1	9,80±0,52	18,20±2,12	4,80±0,26	2,30±0,32
MD.SQ2	12,50±1,56	24,30±2,34	3,90±0,34	4,50±0,42
MD.SQ3	4,30±0,21	8,50±1,11	5,80±0,56	1,60±0,12
MD.SQ4	11,80±1,23	37,50±3,24	6,80±0,67	5,70±0,46
MD.SQ5	8,60±0,76	15,20±1,23	7,50±1,01	2,70±0,21
MD.SQ6	35,30±3,56	174,96±12,35	12,62±1,12	1,90±0,13
MD.SQ7	28,10±3,21	168,51±12,21	15,45±1,23	4,98±0,35
MD.SQ8	25,67±2,14	117,61±10,12	8,63±0,78	6,80±0,65
MD.SQ9	31,62±3,12	175,21±13,24	7,62±0,74	1,50±0,11
MD.SQ10	15,68±1,23	47,97±5,34	8,64±1,02	3,90±0,24

Kết quả phân tích cũng cho thấy, nếu quặng càng giàu (hàm lượng đồng càng lớn) thì hoạt độ hàm lượng urani càng cao [6, 10].

Đặc điểm phân bố hàm lượng các chất phóng xạ trong mẫu lương thực

Kết quả phân tích các mẫu lương thực, bao gồm các mẫu gạo (LT.SQ1, LT.SQ2), và các mẫu ngô (LT.SQ3, LT.SQ4, LT.SQ5) được lấy tại các hộ dân trồng ở khu vực mỏ đồng Sin Quyền và vùng lân cận được đưa ra trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả phân tích mẫu lương thực.

Số hiệu mẫu	Hoạt độ phóng xạ riêng (Bq/kg)			
	^{226}Ra	^{238}U	^{232}Th	^{40}K
LT.SQ1	2,43±0,23	4,51±0,34	2,42±0,12	63,24±5,67
LT.SQ2	3,53±0,31	9,34±0,54	5,13±0,36	40,05±4,34
LT.SQ3	3,94±0,42	7,05±0,42	1,59±0,08	45,54±5,12
LT.SQ4	2,34±0,13	13,22±0,97	2,62±0,15	11,96±1,23
LT.SQ5	1,61±0,08	17,72±1,23	2,70±0,11	35,49±4,23

Từ bảng 2 cho thấy tất cả các mẫu đều có hàm lượng các nguyên tố phóng xạ ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K , ^{226}Ra nằm trong giới hạn an toàn cho phép (theo tiêu chuẩn của IAEA và Việt Nam) [1, 11].

Đặc điểm phân bố hàm lượng các chất phóng xạ trong mẫu nước

Tại khu vực mỏ đồng Sin Quyền đã lấy 10 mẫu nước ở các khu vực khai trường, hồ thải, suối Ngòi Phát, sông Hồng, nước sinh hoạt của các hộ dân sinh sống gần khu vực nhà máy. Kết quả phân tích được đưa ra trong bảng 3.

Bảng 3. Kết quả phân tích mẫu nước.

Số hiệu mẫu	Hoạt độ phóng xạ riêng (Bq/kg)				Tổng hoạt độ (Bq/l)	
	^{226}Ra	^{238}U	^{232}Th	^{40}K	α	β
MN.SQ1	1,409±0,212	0,437±0,012	0,236±0,013	0,436±0,031	0,07	0,16
MN.SQ2	2,445±0,342	0,467±0,015	0,432±0,021	0,732±0,036	0,05	0,27
MN.SQ3	0,442±0,012	0,824±0,045	0,156±0,003	0,565±0,024	0,04	0,27
MN.SQ4	1,456±0,541	0,567±0,023	0,673±0,032	0,378±0,017	0,09	0,34
MN.SQ5	0,325±0,023	2,332±0,867	0,098±0,001	0,125±0,003	0,08	0,47
MN.SQ6	1,578±0,786	0,135±0,002	0,352±0,011	0,145±0,002	0,09	0,29
MN.SQ7	0,989±0,013	0,432±0,012	0,124±0,002	0,365±0,002	0,27*	1,92*
MN.SQ8	1,674±0,765	0,833±0,032	0,174±0,003	0,437±0,003	0,23*	1,65*
MN.SQ9	0,974±0,032	0,489±0,021	0,128±0,002	0,146±0,002	0,19*	1,81*
MN.SQ10	0,786±0,023	0,548±0,034	0,278±0,002	0,098±0,001	0,17*	1,54*

*: Tổng hoạt độ alpha, beta vượt quá tiêu chuẩn cho phép.

Kết quả cho thấy hàm lượng urani, đặc biệt là radi trong các mẫu nước của khu mỏ đồng Sin Quyền cao hơn so với các khu vực khác ngoài khu mỏ. Hàm lượng radi của các mẫu nước lấy từ moong khai thác quặng đồng, nước thải xưởng tuyển cao gấp gần 2 lần so với các mẫu nước ở ngoài khu mỏ. Kết quả đo tổng hoạt độ alpha, beta cho thấy các mẫu nước tại khai trường, hồ thải thì tổng hoạt độ alpha, beta đều lớn hơn tiêu chuẩn cho phép ($\alpha < 0,1$ Bq/l; $\beta < 1,0$ Bq/l) [1, 11].

Kết quả phân tích các mẫu nước tại các hộ dân và sông Hồng cho thấy, hiện tại chưa phát hiện được các yếu tố bất thường ở các mẫu nước, cần có biện pháp quản lý chặt chẽ để hạn chế nước thải chảy ra sông Hồng.

Đặc điểm phân bố các chất phóng xạ trong các mẫu bụi (sol khí)

Tại khu vực mỏ đồng Sin Quyền đã lấy 5 mẫu bụi tại các khu vực khai trường, bãi thải, xưởng tuyển và khu dân cư. Kết quả phân tích được đưa ra trong bảng 4.

Bảng 4. Kết quả phân tích mẫu bụi.

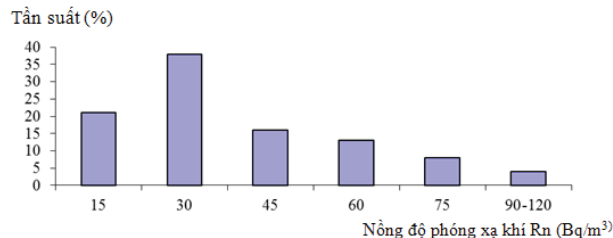
Số hiệu mẫu	Hoạt độ phóng xạ (Bq/kg)					
	^{226}Ra	^{238}U	^{232}Th	^{137}Cs	^7Be	^{40}K
MB.01	0,000454	0,002330	0,000095	0,000031	0,001870	0,003410
	±0,000065	±0,000786	±0,000012	±0,000009	±0,000436	±0,000564
MB.02	0,000316	0,004730	0,000950	0,000037	0,003940	0,004320
	±0,000017	±0,000897	±0,000097	±0,000007	±0,000765	±0,000768
MB.03	0,000316	0,000526	0,000349	0,000028	0,002940	0,006430
	±0,000016	±0,000088	±0,000065	±0,000005	±0,000876	±0,000978
MB.04	0,000364	0,006760	0,000097	0,000022	0,006860	0,002810
	±0,000076	±0,000984	±0,000011	±0,000004	±0,000897	±0,000876
MB.05	0,000452	0,006780	0,000248	0,000040	0,000970	0,002090
	±0,000087	±0,000978	±0,000054	±0,000008	±0,000078	±0,000898

Kết quả phân tích các mẫu bụi tại khu xưởng tuyển, khai trường, bãi thải và khu dân cư cho thấy: hàm lượng các chất phóng xạ trong các mẫu bụi tăng không đáng kể, chưa vượt tiêu chuẩn an toàn cho phép [1, 11].

Nồng độ phóng xạ của khí Radon trong môi trường không khí

Kết quả xử lý tài liệu thu thập và khảo sát tại khu vực cho thấy, nồng độ khí phóng xạ radon trong không khí trước khai thác từ

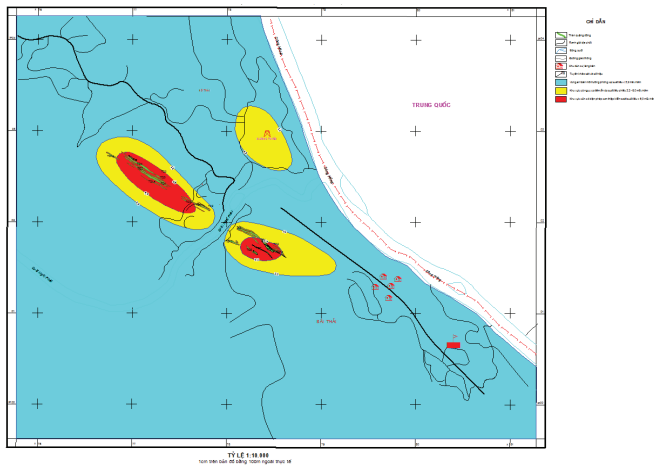
4,5÷120 Bq/m³, giá trị lớn nhất đạt 190 Bq/m³; kết quả khảo sát nồng độ khí radon sau khai thác nằm trong khoảng 25÷235 Bq/m³, giá trị lớn nhất đạt 300 Bq/m³. Nồng độ khí phóng xạ radon sau khai thác được trình bày ở hình 4. Kết quả cho thấy, khu vực có nồng độ khí radon cao chủ yếu tập trung tại khai trường, nơi đang khai thác quặng đồng và tại một số lỗ khoan phục vụ công tác nổ mìn.



Hình 4. Biểu đồ tần suất nồng độ phóng xạ khí Rn sau khai thác.

Đánh giá giá trị liều tương đương bức xạ gamma

Qua các kết quả xử lý tài liệu khảo sát môi trường phóng xạ khu vực nghiên cứu theo các công thức (1), (2) và (3), đã xây dựng được bản đồ hiện trạng và phân vùng ô nhiễm phóng xạ khu vực mỏ đồng Sin Quyền (hình 5).



Hình 5. Sơ đồ phân vùng môi trường phóng xạ khu vực nghiên cứu.

Từ bản đồ phân vùng ô nhiễm phóng xạ khu vực Sin Quyền cho thấy [1,10]:

- Giá trị tổng liều tương đương bức xạ của khu vực mỏ đồng Sin Quyền biến thiên trong khoảng từ 3,2÷10,5 mSv/năm; diện tích khu vực cần có các biện pháp kiểm soát bức xạ là 88,78 ha với tổng liều tương đương từ 3,2÷6,0 mSv/năm; diện tích khu vực cần có các hành động can thiệp để kiểm soát sự gia tăng tổng liều tương đương bức xạ (>6,0 mSv/năm) là 5,47 ha, tập trung ở diện tích phân bố các thân quặng đồng được thăm dò và các khu vực lân cận, không gần các khu vực dân cư.

- Nồng độ khí phóng xạ radon: khu vực có nồng độ radon từ 30÷100 Bq/m³ có diện tích 12,14 ha; khu vực có nồng độ >100 Bq/m³ có diện tích 1,24 ha.

Kết luận

Bài báo đã khái quát tình hình khai thác, chế biến quặng đồng và đưa ra kết quả đánh giá sự biến đổi thành phần môi trường phóng xạ do khai thác, chế biến quặng trong khu vực mỏ Sin Quyền, tỉnh Lào Cai. Nhìn chung, trong hoạt động khai thác và chế biến quặng đồng có làm phát tán các chất phóng xạ vào môi trường đất, nước... Tuy nhiên, sự biến đổi các thành phần môi trường chủ yếu tập trung tại khu vực khai trường, hồ thải với hàm lượng chất phóng xạ trong các mẫu thu thập đều vượt tiêu chuẩn cho phép, các vị trí khác ngoài khu vực khai trường và hồ thải có các thành phần phóng xạ môi trường nằm trong giới hạn cho phép.

Trong khu vực khảo sát cũng có sự thay đổi thành phần liều lượng của liều gamma và khí phóng xạ. Tuy nhiên, sự thay đổi chỉ xảy ra tại khai trường, xưởng tuyển và hồ thải, còn khu vực bên ngoài và dân cư lân cận sự thay đổi gần như không đáng kể.

Từ kết quả nghiên cứu tại mỏ đồng Sin Quyền cho thấy, để giảm thiểu tác động xấu và phát triển ngành khai thác bền vững, cần tăng cường quản lý và đảm bảo các hoạt động khoáng sản là hợp pháp, đúng quy trình, quy định. Vấn đề này cũng rất quan trọng để tăng cường kiểm tra và giám sát các hoạt động khoáng sản ở các địa phương, coi trọng việc nâng cao nhận thức và vai trò của cộng đồng trong bảo vệ môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Khoa học và Công nghệ (2012), *Thông tư số 19/2012 quy định về kiểm soát và bảo đảm an toàn bức xạ trong chiếu xạ nghề nghiệp và chiếu xạ công chúng*.
- [2] Bộ Khoa học và Công nghệ - Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012), *Thông tư liên tịch quy định về đảm bảo an toàn bức xạ trong thăm dò, khai thác, chế biến quặng phóng xạ*.
- [3] Bộ Công Thương (2011), *Quy hoạch chi tiết thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ giai đoạn đến 2020, có xét đến năm 2030*.
- [4] Đoàn Văn Tam (2014), *Nghiên cứu sự biến đổi môi trường phóng xạ do hoạt động khai thác, chế biến khoáng sản khu vực mỏ đồng Sin Quyền - Bát Xát - Lào Cai*, Luận văn thạc sỹ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất.
- [5] Đỗ Đình Toát, Lê Khánh Phồn (2001), *Báo cáo kết quả thực hiện dự án "Nghiên cứu xác định hàm lượng xạ, mức độ ô nhiễm của chúng đối với môi trường, sức khỏe cộng đồng, đề xuất các giải pháp phòng tránh giảm nhẹ thiệt hại ở một số khu vực dân cư và khai thác mỏ trên địa bàn tỉnh Lào Cai"*.
- [6] Lê Quốc Trung và nnk (2005), *Đề án thăm dò nâng cấp trữ lượng và thăm dò khai thác năm 2007 và 2008 trong giai đoạn sản xuất mỏ đồng Sin Quyền - Lào Cai*, Công ty mỏ tuyển đồng Sin Quyền - Lào Cai.
- [7] Bộ Khoa học và Công nghệ (2012), *Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 9415:2012 - Điều tra, đánh giá địa chất môi trường-phương pháp xác định liều tương đương*.
- [8] Bộ Khoa học và Công nghệ (2012), *Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN9416:2012 - Điều tra, đánh giá địa chất môi trường - phương pháp khí phóng xạ*.
- [9] Trần Anh Tuấn và nnk (2012), *Báo cáo tổng kết đề tài khoa học và công nghệ cấp bộ Nghiên cứu cơ sở khoa học để xác định khu vực có mức chiếu xạ tự nhiên có khả năng gây hại cho con người để tiến hành khảo sát, đánh giá*.
- [10] Nguyễn Phương và nnk (2015), *Báo cáo tổng kết đề tài khoa học và công nghệ cấp bộ Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của phóng xạ đến môi trường tại một số mỏ khoáng sản và đề xuất giải pháp phòng ngừa (mã số B2013-02-15)*.
- [11] UNSCEAR (2000), *Sources and effects of ionizing radiation*, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York.

Vai trò của rừng thứ sinh trong việc bảo tồn đa dạng quần xã bọ hung ở hệ sinh thái núi đá vôi Việt Nam

Bùi Văn Bắc*

Trường Đại học Lâm nghiệp

Ngày nhận bài 10/2/2020; ngày chuyển phản biện 14/2/2020; ngày nhận phản biện 26/3/2020; ngày chấp nhận đăng 27/4/2020

Tóm tắt:

Mặc dù rừng thứ sinh chiếm 1/2 tổng diện tích rừng nhiệt đới còn lại trên thế giới, nhưng giá trị bảo tồn đa dạng sinh học của chúng còn ít được biết đến. Nghiên cứu này được thực hiện để đánh giá vai trò của rừng thứ sinh trong việc bảo tồn đa dạng quần xã bọ hung ở hệ sinh thái núi đá vôi Việt Nam. Tổng số 60 bẫy hổ có mồi nhử đã được thiết lập để điều tra quần xã bọ hung ở rừng thứ sinh lâu năm (>40 năm) và rừng nguyên sinh thuộc khu vực Vườn quốc gia (VQG) Pia Oắc (Cao Bằng) và Khu bảo tồn thiên nhiên (KBTTN) Pù Luông (Thanh Hóa). Nghiên cứu đã xác định được 38 loài bọ hung từ 1.266 cá thể ở hai khu vực nghiên cứu. Kết quả phân tích từ các mô hình tuyến tính tổng quát (GLM) cho thấy, không có sự khác biệt về số lượng loài, số lượng cá thể và sinh khối của quần xã bọ hung giữa rừng nguyên sinh và thứ sinh ở cả hai khu vực nghiên cứu. Phát hiện này mang lại hy vọng cho việc phục hồi các quần xã bọ hung trong quá trình diễn thế rừng. Tuy nhiên, cấu trúc quần xã bọ hung chỉ ra sự khác nhau ý nghĩa giữa hai kiểu rừng này theo phân tích hoán vị phương sai (PERMANOVA) (Pia Oắc: $F=8,92$, $p<0,001$; Pù Luông: $F=6,78$, $p<0,001$). Đặc biệt, sự suy giảm số lượng của nhóm bọ hung “đào hang” có kích thước lớn ở rừng thứ sinh có thể làm giảm khả năng di dời phân động vật của quần xã bọ hung, một chức năng sinh thái quan trọng trong hệ sinh thái rừng nhiệt đới.

Từ khóa: bọ hung, hệ sinh thái núi đá vôi, rừng thứ sinh.

Chỉ số phân loại: 1.6

Đặt vấn đề

Bọ hung (Coleoptera: Scarabaeidae) bao gồm hơn 7.000 loài đã được mô tả trên thế giới. Dựa vào tập tính làm tổ và sinh sản, bọ hung được phân chia thành ba nhóm chức năng: nhóm đào hang “tunnellers”, nhóm lăn phân “rollers” và nhóm định cư trong phân “dwellers” [1]. Bọ hung được xem là một nhóm sinh vật chỉ thị sinh học hiệu quả, bởi vì chúng phản ứng nhanh với những thay đổi trong cấu trúc vật lý của sinh cảnh, như lớp che phủ của thực vật [2, 3], lớp thảm mục [4-6] hay đặc điểm đất [7-9]. Bên cạnh đó, do bọ hung sử dụng phân của động vật làm nguồn thức ăn và nguyên liệu xây tổ nên chúng cũng được sử dụng để đánh giá những thay đổi trong cấu trúc quần xã động vật có xương sống [10-14]. Một lợi thế quan trọng trong sử dụng bọ hung là việc thu mẫu dễ dàng bằng kỹ thuật đơn giản với chi phí thấp. Mặc dù vai trò của rừng thứ sinh trong việc bảo tồn quần xã bọ hung đã được bàn luận ở một số nghiên cứu [15-20], nhưng vẫn chưa có sự thống nhất. Ví dụ, kết quả từ các nghiên cứu [15, 16] đã chỉ ra một sự suy giảm nghiêm trọng trong tính đa dạng loài của quần xã bọ hung ở rừng thứ sinh. Trong khi đó, nghiên cứu [17-20] cho rằng không có sự khác nhau ý nghĩa trong quần xã bọ hung giữa hai hệ sinh thái này. Sự thiếu thống nhất giữa các nghiên cứu đã gây khó khăn cho việc ngoại suy về vai trò của rừng thứ sinh trong việc bảo

tồn tính đa dạng quần xã bọ hung ở những khu vực chưa được điều tra. Do vậy, những nghiên cứu mở rộng về vai trò của rừng thứ sinh trong bảo tồn quần xã bọ hung ở các vùng địa lý khác nhau là rất cần thiết.

Rừng nhiệt đới trên núi đá vôi là một hệ sinh thái đặc biệt, đặc trưng bởi những dãy núi cao, cô lập, độ dốc lớn và độ dày tầng đất thấp. Do vậy hệ sinh thái này cung cấp sinh cảnh riêng cho nhiều khu hệ động, thực vật và có tỷ lệ loài đặc hữu cao [21, 22]. VQG Pia Oắc (Cao Bằng) và KBTTN Pù Luông (Thanh Hóa) có các hệ sinh thái núi đá vôi nằm ở đai cao lớn (so với mực nước biển), đặc trưng cho khu vực miền Bắc Việt Nam. Nhiều diện tích rừng trong khu vực này bị tác động mạnh do chặt phá rừng để chuyển đổi thành đất nông nghiệp, khai thác gỗ và đá vôi trái phép. Do vậy, hiện nay, hai khu bảo tồn có nhiều dạng sinh cảnh như rừng thứ sinh, rừng trồng, trảng cỏ và đất nông nghiệp. Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá vai trò của rừng thứ sinh phục hồi sau nương rẫy trong bảo tồn quần xã bọ hung trong sự so sánh với rừng nguyên sinh (đối chứng) ở hai khu vực bảo tồn cách biệt về không gian. Chúng tôi kỳ vọng sẽ tìm thấy một xu hướng thay đổi chung trong quần xã bọ hung, từ đó làm cơ sở cho việc xây dựng các phương sách bảo tồn hệ sinh thái đặc biệt này ở Việt Nam.

*Email: buibac80@gmail.com

The role of secondary forests in conserving dung beetle biodiversity in karst ecosystems in Vietnam

Van Bac Bui*

Vietnam National University of Forestry

Received 10 February 2020; accepted 27 April 2020

Abstract:

Although secondary forests comprise half of the world's remaining tropical forests, their role in biodiversity conservation remains poorly known. This study aimed to evaluate the role of secondary forests in conserving dung beetle biodiversity in karst ecosystems of Vietnam. In total, 60 baited-pitfall traps were deployed to investigate dung-beetle communities in the old secondary forests (>40 years) and primary forests across two study areas: Pia Oac National Park (Cao Bang Province) and Pu Luong Nature Reserve (Thanh Hoa Province). In total, 38 dung-beetle species of 1,266 individuals were sampled and identified from the trapping sites in the two study areas. The generalized linear models (GLMs) showed no significant difference in species richness, abundance and biomass of dung beetles between the old secondary forests and the primary forests, and this result was consistent throughout both the study areas. This finding seemed to give hope for the recovery of dung beetle communities during forest succession. In contrast, the community structure still differed significantly between the primary forests and the old secondary forests according to the permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA) (Pia Oac: $F=8.92$, $p<0.001$; Pu Luong: $F=6.78$, $p<0.001$). Particularly, a decline in the number of large-bodied tunnellers in the old secondary forests might negatively affect the dung removal rate of the dung beetle communities, being an important ecosystem function in tropical forests.

Keywords: dung beetles, karst ecosystems, secondary forests.

Classification number: 1.6

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Phương pháp thu thập và giám định mẫu

Bọ hung được thu bắt tại hai kiểu rừng: rừng nguyên sinh và thứ sinh lâu năm (>40 năm) thuộc hệ sinh thái núi đá vôi khu vực VGQ Pia Oắc (Cao Bằng) và KBTTN Pù Luông (Thanh Hóa). Khu vực rừng thứ sinh trong nghiên cứu này đã từng là các cánh rừng nguyên sinh nhưng bị khai thác trắng và chuyển đổi thành nương rẫy. Hai kiểu rừng thứ sinh trên 40 năm và nguyên sinh được lựa chọn trong nghiên cứu này nằm ở độ cao 900-1.200 m.

Nghiên cứu đã sử dụng bẫy hổ có mùi nhữ (hỗn hợp phân bò và phân lợn) để thu bắt bọ hung. Tại mỗi kiểu rừng, 15 bẫy được thiết lập trên hai tuyến điều tra song song, cách nhau 100 m. Sơ đồ bẫy và cấu tạo bẫy được miêu tả chi tiết trong các nghiên cứu gần đây của tác giả [23-27].

Bọ hung được giám định chủ yếu dựa vào khóa định loại được xây dựng gần đây cho Việt Nam [24-26] và Kabakov và Napolov (1999) [28]. Bên cạnh đó, tất cả các mẫu bọ hung thu bắt được trong nghiên cứu này (383 mẫu thu được ở VGQ Pia Oắc và 883 mẫu ở KBTTN Pù Luông) được so sánh với các mẫu chuẩn đang được lưu giữ tại Bảo tàng Lịch sử tự nhiên Pháp (French National Museum of Natural, Paris, Pháp), Bảo tàng Lịch sử tự nhiên Prague (National Museum Prague, Prague, Cộng hòa Séc) và Trung tâm Đa dạng sinh học tự nhiên Leiden (RMNH, Leiden, Hà Lan). Phần lớn các mẫu vật trong nghiên cứu này đang được lưu giữ tại RMNH và bộ sưu tập cá nhân của tác giả.

Sinh khối (khối lượng) của bọ hung được xác định cho từng loài. Khoảng 10-20 cá thể của một loài được sấy khô ở nhiệt độ 65°C trong 48 giờ, sau đó được cân với mức chính xác tới 0,00001 g (chi tiết xem Bui và cs (2019b) [27]).

Phương pháp xác định các nhân tố môi trường

Dữ liệu về môi trường (độ che phủ mặt đất của lớp thảm mục, chiều cao trung bình lớp thảm mục, đường kính tán trung bình của cây bụi (chiều cao <3 m), đường kính trung bình tại vị trí 1,3 m của các cây gỗ gần bẫy nhất, độ tàn che của cây gỗ, độ che phủ của lớp thảm tươi) và mẫu đất được thu thập cùng thời điểm với việc thu thập bọ hung, sử dụng phương pháp bốn hướng (chi tiết xem Bui (2019) [23] và Bui và cs (2019b) [27]).

Phân tích số liệu

Phân tích thống kê trong nghiên cứu này được thực hiện bằng ngôn ngữ R, phiên bản v.3.4.0 [29]. Nghiên cứu sử dụng đường cong tích lũy Chao (1984) [30] để đánh giá mức độ hiệu quả của phương pháp thu bắt. Phương pháp NMDS (Non-metric multidimensional scaling) được sử dụng để mô tả phân bố cấu trúc quần xã bọ hung giữa các kiểu rừng của hai khu vực. Phương pháp phân tích hoán vị đa biến của phương sai PERMANOVA (Permutational multivariate analysis of variance) được sử dụng để kiểm tra sự sai khác trong cấu trúc quần xã bọ hung giữa hai kiểu rừng và giữa hai khu vực nghiên cứu. Tất cả các phương pháp kiểm tra và biểu đồ được thực

hiện với gói dữ liệu “vegan” phiên bản v.2.4-5 [31] và được tính toán với 999 hoán vị. Biểu đồ Venn được xây dựng để chỉ ra số lượng loài có cùng sinh cảnh. Các yếu tố môi trường và các nhóm chức năng được thêm vào biểu đồ NMDS bằng cách sử dụng chức năng “envfit” trong gói dữ liệu “vegan” để đánh giá ảnh hưởng của chúng tới cấu trúc quần xã bọ hung. Giá trị p được tính toán hoán vị 999 lần. Nghiên cứu đã sử dụng các mô hình tuyến tính tổng quát (GLM - Generalized linear models) để kiểm tra sự khác nhau trong thành phần quần xã (số lượng loài, số lượng cá thể và sinh khối) giữa rừng thứ sinh lâu năm và rừng nguyên sinh.

Kết quả nghiên cứu

Khác biệt trong cấu trúc quần xã bọ hung giữa rừng nguyên sinh và thứ sinh lâu năm ở hai khu vực nghiên cứu

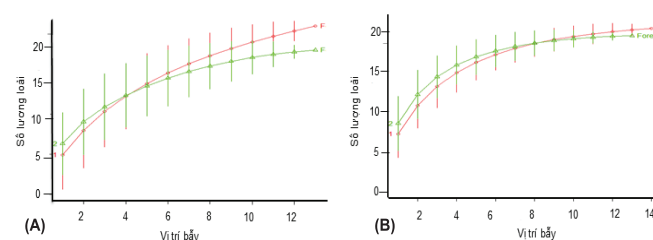
Tổng số 1.266 cá thể thuộc 38 loài đã được ghi nhận ở hai kiểu rừng của hai khu vực nghiên cứu: VGQ Pia Oắc (383 cá thể, 26 loài, 8 giống) và KBTTN Pù Luông (883 cá thể, 25 loài, 9 giống). Các loài được xác định trong nghiên cứu này thuộc các giống: *Aphodius* (437 cá thể thuộc 2 loài), *Catharsius* (23 cá thể, 1 loài), *Copris* (345 cá thể, 6 loài), *Eodrepanus* (1 cá thể, 1 loài), *Ochicanthon* (10 cá thể, 2 loài), *Onthophagus* (390 cá thể, 20 loài), *Parachorius* (1 cá thể, 1 loài), *Paragymnopleurus* (23 cá thể, 1 loài), *Sinodrepanus* (15 cá thể, 1 loài) và *Synopsis* (21 cá thể, 3 loài). Thành phần loài và phân bố của bọ hung trong các kiểu rừng ở hai khu vực được thể hiện ở bảng 1. Đường cong tích lũy loài ước tính số lượng loài theo Chao (1984) ở hai kiểu rừng được thể hiện ở hình 1. Mặc dù đường cong tích lũy loài ở rừng nguyên sinh Pia Oắc có xu hướng tiếp tục tăng nhẹ, nhưng số lượng loài điều tra được chiếm hơn 80% số lượng loài theo ước lượng của Chao (1984). Mô hình phân tích này đã phản ánh mức độ hiệu quả cao và đầy đủ của phương pháp điều tra thực địa của nghiên cứu.

Bảng 1. Thành phần các loài bọ hung được tìm thấy ở hai kiểu rừng của hai khu vực nghiên cứu.

TT	Loài	F.2Cao	F.1Cao	F.2Than	F.1Than
1	<i>Aphodius elegans</i> Allibert	10	3	113	261
2	<i>Aphodius</i> sp. 03	40	10	0	0
3	<i>Catharsius molossus</i> (Linnaeus)	1	1	17	4
4	<i>Copris caobangensis</i> Bui, Dumack & Bonkowski	0	3	0	0
5	<i>Copris confucius</i> Harold	0	0	4	15
6	<i>Copris magicus</i> Harold	0	1	0	0
7	<i>Copris reflexus</i> Fabricius	7	1	65	11
8	<i>Copris sonensis</i> Bui, Dumack & Bonkowski	0	0	9	3
9	<i>Copris szechouanicus</i> Balhasar	10	8	115	93
10	<i>Eodrepanus striatulus</i> Paulian	0	0	0	1
11	<i>Ochicanthon obscurum</i> (Boucomont)	0	0	8	0
12	<i>Ochicanthon</i> sp. 01	0	2	0	0
13	<i>Onthophagus dorsofasciatus</i> Fairmaire	100	90	4	1
14	<i>Onthophagus gracilipes</i> Boucomont	0	0	0	4
15	<i>Onthophagus jeannelianus</i> Paulian	14	1	0	0

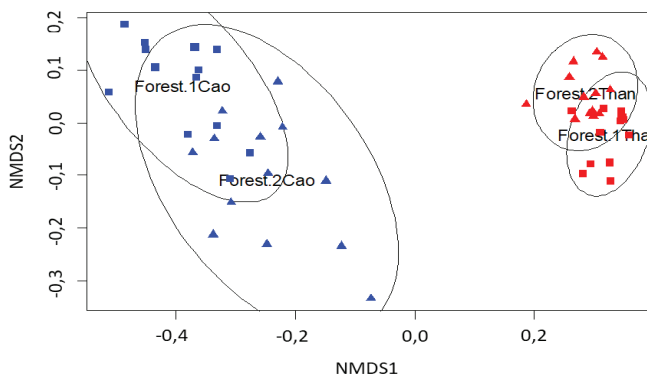
16	<i>Onthophagus mulleri</i> Lansberge	0	0	0	6
17	<i>Onthophagus orientalis</i> Harold	2	2	0	0
18	<i>Onthophagus phanaeiformis</i> Boucomont	0	1	4	3
19	<i>Onthophagus</i> sp. 01	6	4	6	3
20	<i>Onthophagus</i> sp. 02	0	0	1	1
21	<i>Onthophagus</i> sp. 03	2	0	10	2
22	<i>Onthophagus</i> sp. 04	0	0	5	11
23	<i>Onthophagus</i> sp. 05	0	1	0	0
24	<i>Onthophagus</i> sp. 06	2	7	0	0
25	<i>Onthophagus</i> sp. 07	0	2	0	0
26	<i>Onthophagus</i> sp. 08	1	0	0	0
27	<i>Onthophagus</i> sp. 09	5	6	0	0
28	<i>Onthophagus</i> sp. 10	2	0	2	0
29	<i>Onthophagus</i> sp. 11	0	0	6	2
30	<i>Onthophagus taurinus</i> White	0	0	3	6
31	<i>Onthophagus thanwaakhomus</i> Masumoto	2	0	2	0
32	<i>Onthophagus trituber</i> (Wiedemann)	24	3	18	13
33	<i>Parachorius</i> sp. 01	0	1	0	0
34	<i>Paragymnopleurus brahminus</i> (Waterhouse)	0	0	15	8
35	<i>Sinodrepanus similis</i> Simonis	1	0	3	11
36	<i>Synopsis horaki</i> Zidek & Pokorny	0	3	0	0
37	<i>Synopsis puluogensis</i> Bui & Bonkowski	0	0	0	6
38	<i>Synopsis tridens</i> Sharp	3	1	3	5
Tổng		232	151	413	470

Ghi chú: F.2Cao: rừng thứ sinh Pia Oắc; F.1Cao: rừng nguyên sinh Pia Oắc; F.2Than: rừng thứ sinh Pù Luông, F.1Than: rừng nguyên sinh Pù Luông.



Hình 1. Đường cong tích lũy loài mô tả mức độ hiệu quả của việc thu thập mẫu qua hai trạng thái rừng: nguyên sinh (màu đỏ) và thứ sinh (màu xanh) ở VGQ Pia Oắc (A) và KBTTN Pù Luông (B).

Cấu trúc quần xã bọ hung khác nhau có ý nghĩa thống kê giữa rừng nguyên sinh và thứ sinh ở cả hai khu vực nghiên cứu (Pia Oắc, Cao Bằng: PERMANOVA, $F=8,92$, $p<0,001$; Pù Luông, Thanh Hóa: PERMANOVA, $F=6,78$, $p<0,001$). Kết quả phân tích NMDS mô tả cấu trúc quần xã bọ hung cư trú trên hai kiểu rừng (nguyên sinh và thứ sinh) ở hai khu vực nghiên cứu cho thấy, quần xã bọ hung có sự phân tách rất lớn giữa hai khu vực cách biệt về không gian (Pia Oắc và Pù Luông). Một điều đáng ngạc nhiên hơn là, ngay trong cùng một khu vực nghiên cứu, hai kiểu rừng cũng có các quần xã bọ hung đặc trưng khác biệt với tỷ lệ giao thoa trong cấu trúc quần xã rất thấp (hình 2). Giá trị nhiều “stress value” rất nhỏ (0,06) phản ánh chính xác phân bố cấu trúc quần xã bọ hung qua các kiểu rừng bằng phương pháp NMDS.



Hình 2. Phân tích NMDS chỉ ra sự khác nhau trong cấu trúc quần xã bộ hung giữa rừng nguyên sinh và thứ sinh ở hai khu vực nghiên cứu. Forest.1Cao: rừng nguyên sinh ở Pia Oắc, Cao Bằng; Forest.2Cao: rừng thứ sinh ở Pia Oắc, Cao Bằng; Forest.1Tha: rừng nguyên sinh ở Pù Luông, Thanh Hóa; Forest.2Tha: rừng thứ sinh ở Pù Luông, Thanh Hóa. Giá trị nhiễu (“stress value”) = 0,06.

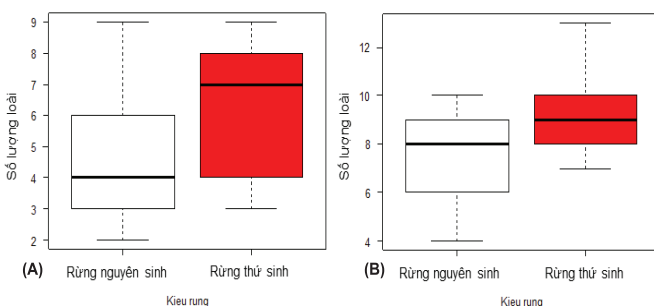
Khác biệt trong thành phần loài, số lượng cá thể và sinh khối của bộ hung giữa rừng nguyên sinh và thứ sinh lâu năm qua hai khu vực nghiên cứu

Kết quả phân tích từ các mô hình tuyến tính tổng quát (GLM) chỉ ra không có sự khác nhau có ý nghĩa thống kê trong số lượng loài, số lượng cá thể và sinh khối của quần xã bộ hung giữa rừng nguyên sinh và rừng thứ sinh ở cả hai khu vực nghiên cứu (bảng 2, hình 3-5).

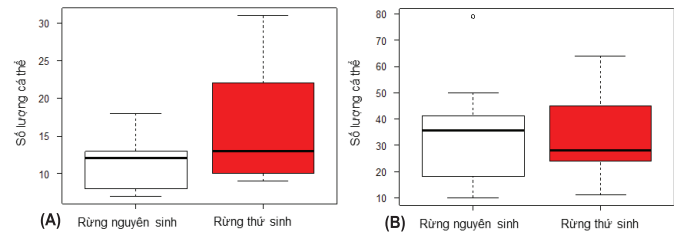
Bảng 2. GLM cho số lượng loài, số lượng cá thể và sinh khối bộ hung giữa rừng nguyên sinh và rừng thứ sinh.

	β	$\pm SE$	z-value	p-value
Cao Bằng				
Số lượng loài	0,248	0,167	1,486	0,137
Số lượng cá thể	0,429	0,104	4,107	0,071
Sinh khối	0,239	0,423	0,564	0,58
Thanh Hóa				
Số lượng loài	0,171	0,133	1,287	0,198
Số lượng cá thể	-0,05	0,067	-0,818	0,413
Sinh khối	0,353	0,188	1,878	0,06

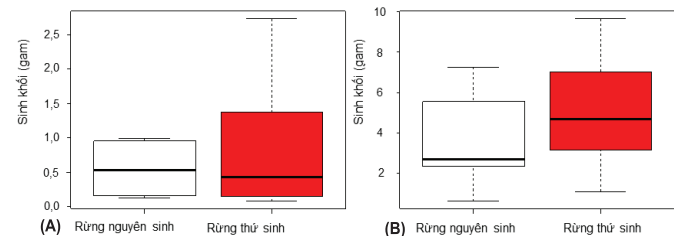
Ghi chú: β : ước lượng; $\pm SE$: sai tiêu chuẩn; z-value: giá trị kiểm tra; p-value: trị số p.



Hình 3. Biểu đồ hình hộp mô tả số lượng loài (trong một bẫy) giữa rừng nguyên sinh và thứ sinh tại khu vực VQG Pia Oắc (A) và KBTTN Pù Luông (B).



Hình 4. Biểu đồ hình hộp mô tả số lượng cá thể (trong một bẫy) giữa rừng nguyên sinh và thứ sinh tại khu vực VQG Pia Oắc (A) và KBTTN Pù Luông (B).

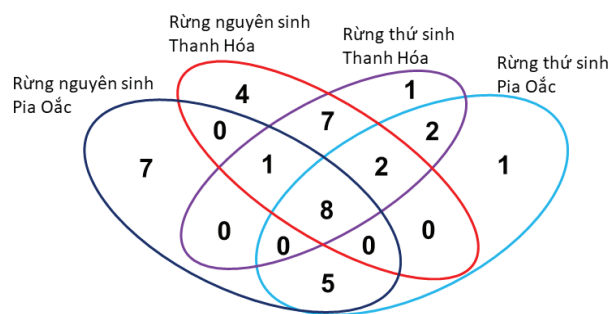


Hình 5. Biểu đồ hình hộp mô tả sinh khối của bộ hung (trong một bẫy) giữa rừng nguyên sinh và thứ sinh tại khu vực VQG Pia Oắc (A) và KBTTN Pù Luông (B).

Thảo luận

Đặc điểm quần xã bộ hung cư trú trên hệ sinh thái núi đá vôi

Nghiên cứu đã đưa ra một đánh giá đầu tiên về ảnh hưởng của việc chuyển đổi rừng nhiệt đới trên núi đá vôi đến quần xã bộ hung tại hai khu vực cách biệt về không gian ở Việt Nam. Bộ hung đã được biết đến rất nhạy cảm với những thay đổi của các yếu tố môi trường như nhiệt độ môi trường xung quanh [32], kết cấu đất cũng như cấu trúc vật lý của lớp thực vật, độ tàn che của cây gỗ [2-9]. Các vùng địa lý sinh thái được đặc trưng bởi các hệ sinh thái khác nhau sẽ có các quần xã bộ hung khác biệt [33]. Nghiên cứu này cũng chỉ ra sự khác biệt lớn trong cấu trúc quần xã bộ hung giữa hai khu vực cách biệt về không gian là VQG Pia Oắc và KBTTN Pù Luông, thậm chí hai khu vực nghiên cứu này có cùng hệ sinh thái núi đá vôi với các đặc điểm tương tự về địa hình, khí hậu, cấu trúc thực vật và cách nhau chỉ 380 km. Hệ sinh thái núi đá vôi được biết đến là nơi có tính đa dạng cao với nhiều loài đặc hữu [21, 22]. Quần xã bộ hung trong nghiên cứu này là một ví dụ điển hình khi mà tỷ lệ các loài phân bố hẹp rất cao, trong khi đó chỉ tám loài được tìm thấy cư trú ở cả hai kiểu rừng của hai khu vực nghiên cứu (hình 6). Trong các nghiên cứu trước đây, chúng tôi đã khám phá và mô tả chính thức ba loài bộ hung mới cho khoa học cư trú trên các hệ sinh thái núi đá vôi này, bao gồm: *Copris caobangensis* Bui, Dumack & Bokowski; *Copris sonensis* Bui, Dumack & Bokowski và *Synopsis puluongensis* Bui & Bonkowski [24, 25]. Kết quả ban đầu này đã chỉ ra sự tồn tại tiềm năng của các loài bộ hung chưa được mô tả. Các điều kiện đặc biệt của hệ sinh thái núi đá vôi như đất kiềm,



Hình 6. Biểu đồ Venn chỉ ra số lượng các loài có sinh cảnh hẹp và số lượng loài phổ biến giữa hai kiểu rừng của hai khu vực nghiên cứu.

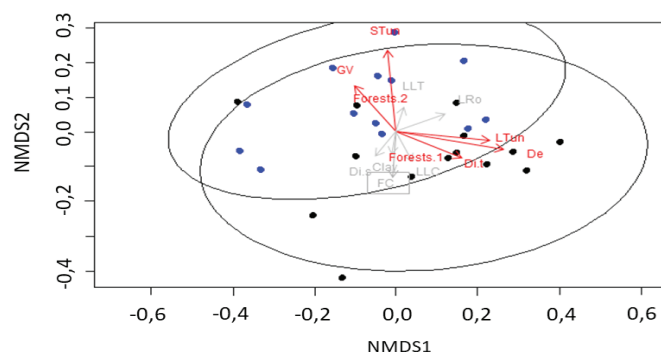
tầng đất mỏng, các ngọn núi cao với độ dốc lớn và bị cô lập có thể hạn chế quá trình trao đổi gen trong quần thể và thúc đẩy quá trình hình thành loài địa lý. Những loài côn trùng với đặc điểm di chuyển chậm và kích cỡ quần thể nhỏ (ví dụ như các loài bọ hung), có thể hình thành nên các loài đặc hữu ở những khu vực bị cô lập này.

Giá trị của rừng thứ sinh lâu năm cho bảo tồn quần xã bọ hung

Mặc dù nhiều nghiên cứu đã xem xét giá trị bảo tồn của rừng thứ sinh, nhưng vẫn chưa chắc chắn về giá trị của chúng trong việc bảo tồn tính đa dạng của quần xã bọ hung. Kết quả của nghiên cứu này phù hợp với các nghiên cứu [17-20], chỉ ra không có sự khác nhau ý nghĩa trong thành phần loài, số lượng cá thể và sinh khối giữa rừng thứ sinh và nguyên sinh. Trong khi đó, các nghiên cứu [15, 16] chỉ ra sự khác nhau ý nghĩa trong quần xã bọ hung giữa hai kiểu rừng. Điều này có thể được giải thích như sau. *Thứ nhất*, thành phần các loài bọ hung rất khác nhau giữa các vùng địa lý sinh thái. Quần xã bọ hung vùng nhiệt đới Đông Nam Á rất khác biệt bởi sự đa dạng của các loài bọ hung thuộc giống *Onthophagus* [16, 33, 34]. Trong nghiên cứu này, các loài *Onthophagus* cũng chiếm ưu thế trong quần xã, chiếm hơn 50 và 30% tổng số loài và số lượng cá thể bọ hung ghi nhận được. Trong khi đó, quần xã bọ hung ở hệ sinh thái rừng ôn đới châu Âu được đặc trưng bởi các loài *Aphodius* spp. [1]. Sự khác nhau trong thành phần giữa các khu vực nghiên cứu cùng với mức độ nhạy cảm của các loài bọ hung khác nhau đã dẫn đến những thay đổi trong quần xã bọ hung không giống nhau qua các vùng địa lý sinh thái. *Thứ hai*, các trạng thái rừng thứ sinh được lựa chọn trong các nghiên cứu có thể không giống nhau. Nhìn chung, rừng thứ sinh đã phục hồi sau thời gian dài (rừng thứ sinh lâu năm) có thể có giá trị bảo tồn loài và đa dạng cao cho quần xã bọ hung do có thể cung cấp một nơi trú ẩn tương tự với rừng nguyên sinh [nghiên cứu hiện tại, 17, 18]. Ngược lại, rừng thứ sinh mới phục hồi có thể thiếu đi những đặc trưng này [15, 16].

Sự phân tách lớn trong cấu trúc quần xã bọ hung giữa rừng nguyên sinh và rừng thứ sinh dường như phản ánh

những thay đổi không thể phục hồi trong các nhóm chức năng bộ hung, đặc biệt nhóm “đào hang” (hình 7). Phân tích NMDS chỉ ra mối quan hệ tỷ lệ thuận giữa lớp che phủ mặt đất của thảm tươi (GV) và số lượng cá thể của các loài bộ hung “đào hang” có kích thước nhỏ (STun) (hình 7). Dường như là các loài bộ hung kích thước nhỏ tập trung nhiều ở rừng thứ sinh phản ánh sự ưa thích của chúng với lớp thảm tươi, bởi vì sinh cảnh này có thể là địa điểm quan sát thích hợp cho chúng trong quá trình tìm kiếm thức ăn [1, 35-37]. Các loài bộ hung “đào hang” có kích thước lớn (LTun) được thu thập nhiều ở những khu vực có nhiều cây gỗ lớn (Di.t) (hình 7), bởi vì rừng cây gỗ có thể cung cấp nơi cư trú và thức ăn cho nhiều loài động vật lớn như các loài linh trưởng, cầy, lợn rừng, những loài quan trọng cung cấp nguồn thức ăn cho các loài bộ hung kích thước lớn [35, 36]. Sự thay đổi không thể phục hồi trong các nhóm chức năng của quần xã bọ hung ở rừng thứ sinh sẽ làm giảm hiệu quả các dịch vụ sinh thái của chúng ở kiểu rừng này.



Hình 7. Phân tích NMDS chỉ ra mối quan hệ giữa các thuộc tính quần xã bọ hung với các yếu tố môi trường trong rừng thứ sinh (Forest.2) và rừng nguyên sinh (Forest.1). Các vec-tơ đậm nét biểu thị cho các yếu tố môi trường và thuộc tính quần xã ảnh hưởng ý nghĩa tới cấu trúc quần xã ($p < 0,05$). Vec-tơ mờ là các yếu tố môi trường và thuộc tính quần xã không ảnh hưởng ý nghĩa tới cấu trúc quần xã ($p > 0,05$). Các vec-tơ: Stun - mô tả số lượng cá thể của các loài bọ hung kích thước nhỏ thuộc nhóm “đào hang”; Ltun - các loài bọ hung “đào hang” kích thước lớn; De - các loài bọ hung “định cư” trong phân; Lro - các loài bọ hung “lấn phân” có kích thước lớn. LLT - độ che phủ mặt đất của thảm mục; LLC - chiều cao trung bình lớp thảm mục; Di.s - đường kính tán trung bình của cây bụi (chiều cao < 3 m); Clay - tỷ lệ phần trăm của đất sét; Di.t - đường kính trung bình tại vị trí 1,3 m của các cây gỗ gần bẫy nhất; FC - độ tàn che của cây gỗ; GV - độ che phủ của lớp thảm tươi. Độ nhiễu (“stress value”) = 0,05.

Kết luận

Nghiên cứu đã điều tra và xác định được 38 loài thuộc 10 giống từ 1.266 cá thể bọ hung thu bắt được từ hai khu vực VQG Pia Oắc (26 loài, 8 giống) và KBTTN Pù Luông (25 loài, 9 giống). Phân tích thống kê theo các mô hình tuyến tính tổng quát (GLM) chỉ ra không có sự khác nhau về số

lượng loài, số lượng cá thể và sinh khối giữa rừng thứ sinh lâu năm (>40 năm) và rừng nguyên sinh qua cả hai khu vực nghiên cứu. Kết quả này đã xác nhận vai trò quan trọng của rừng thứ sinh trong việc phục hồi tính đa dạng của quần xã bọ hung trong quá trình diễn thế rừng. Tuy nhiên sự khác nhau trong cấu trúc quần xã giữa hai kiểu rừng này, đặc biệt là sự suy giảm số lượng các loài bọ hung “đào hang” có kích thước lớn thuộc giống *Synapsis* và *Copris* ở rừng thứ sinh có thể hạn chế khả năng di dời phân động vật của quần xã bọ hung, một chức năng sinh thái quan trọng của chúng ở rừng nhiệt đới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] I. Hanski, Y. Cambefort (1991), *Dung beetle ecology*, Princeton University Press, pp.1-481.
- [2] C. Costa, et al. (2017), “Variegated tropical landscapes conserve diverse dung beetle communities”, *PeerJ*, **5**(e3125), pp.1-22.
- [3] R.P. Salomão, et al. (2018), “Landscape structure and composition define the body condition of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in a fragmented tropical rainforest”, *Ecol. Indic.*, **88**(2018), pp.144-151.
- [4] R.C. Campos, M.I.M. Hernández (2013), “Dung beetle assemblages (Coleoptera, Scarabaeinae) in Atlantic forest fragments in southern Brazil”, *Revista Brasileira de Entomologia*, **57**(1), pp.47-54.
- [5] E. Nichols (2013), “Fear begets function in the ‘brown’ world of detrital food webs”, *Journal of Animal Ecology*, **82**(4), pp.717-720.
- [6] T. Tixier, et al. (2015), “Lumaret, Species-specific effects of dung beetle abundance on dung removal and leaf litter decomposition”, *Acta Oecologica*, **69**, pp.31-34.
- [7] W. Beiroz, et al. (2017), “Dung beetle community dynamics in undisturbed tropical forests: implications for ecological evaluations of land-use change”, *Insect Conservation and Diversity*, **10**, pp.94-106.
- [8] P.M. Farias, et al. (2015), “Response of the copro-necrophagous beetle (Coleoptera: Scarabaeinae) assemblage to a range of soil characteristics and livestock management in a tropical landscape”, *Journal of Insect Conservation*, **19**, pp.947-960.
- [9] D.C. Osberg, et al. (1994), “Habitat specificity in African dung beetles: the effect of soil type on the survival of dung beetle immatures (Coleoptera: Scarabaeidae)”, *Tropical Zoology*, **7**, pp.1-10.
- [10] E. Andresen, S.G.W. Laurance (2007), “Possible indirect effects of mammal hunting on dung beetle assemblages in Panama”, *Biotropica*, **39**, pp.141-146.
- [11] H. Enari, S. Koike, H. Sakamaki (2013), “Influences of different large mammalian fauna on dung beetle diversity in beech forests”, *J. Insect. Sci.*, **13**(54), pp.1-13.
- [12] A. Estrada, D.A. Anzures, R. Coates-Estrada (1999), “Tropical rain forest fragmentation, howler monkeys (*Alouatta palliata*), and dung beetles at Los Tuxtlas, Mexico”, *Am. J. Primatol.*, **48**, pp.253-262.
- [13] C.A. Harvey, J. Gonzalez, E. Somarriba (2006), “Dung beetle and terrestrial mammal diversity in forests, indigenous agroforestry systems and plantain monocultures in Talamanca, Costa Rica”, *Biodivers. Conserv.*, **15**, pp.555-585.
- [14] K. Vulinec (2000), “Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae), monkeys, and conservation in Amazonia”, *Florida Entomol.*, **83**(3), pp.229-241.
- [15] S. Boonrotpong, et al. (2004), “Species composition of dung beetles in the primary and secondary forests at Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary”, *ScienceAsia*, **30**, pp.59-65.
- [16] Shahabuddin, et al. (2005), “Changes of dung beetle communities from rainforests towards agroforestry systems and annual cultures in Sulawesi (Indonesia)”, *Biodiversity and Conservation*, **14**, pp.863-877.
- [17] K. Vulinec (2002), “Dung beetle communities and seed dispersal in primary forest and disturbed land in Amazonia”, *Biotropica*, **34**, pp.297-309.
- [18] I. Quintero, T. Roslin (2005), “Rapid recovery of dung beetle communities following habitat fragmentation in central Amazonia”, *Ecology*, **12**, pp.3303-3311.
- [19] K. Vulinec, et al. (2006), “Primate and dung beetle communities in secondary growth rain forests: implications for conservation of seed dispersal systems”, *International Journal of Primatology*, **27**, pp.855-879.
- [20] E. Nichols, et al. (2007), “Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: a quantitative literature review and meta-analysis”, *Biological Conservation*, **137**, pp.1-19.
- [21] R. Clements, et al. (2006), “Limestone karsts of Southeast Asia: imperiled arks of biodiversity”, *BioScience*, **56**, pp.733-742.
- [22] M. Schilthuisen, et al. (2005), “Effects of karst forest degradation on pulmonate and prosobranch land snail communities in Sabah, Malaysian Borneo”, *Conservation Biology*, **19**, pp.949-954.
- [23] V.B. Bui (2019), “Effects of land use change on Coprini dung beetles in tropical karst ecosystems of Puluong Nature Reserve”, *VNU Journal of Science: Natural Sciences and Technology*, **35**(4), pp.42-54.
- [24] V.B. Bui, M. Bonkowski (2018), “*Synapsis puluonensis* sp. nov. and new data on the poorly known species *Synapsis horaki* (Coleoptera: Scarabaeidae) from Vietnam with a key to Vietnamese species”, *Acta Entomol. Musei Nationalis Pragae*, **58**, pp.407-418.
- [25] V.B. Bui, K. Dumack, M. Bonkowski (2018), “Two new species and one new record for the genus *Copris* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) from Vietnam with a key to Vietnamese species”, *Eur. J. Entomol.*, **115**, pp.167-191.
- [26] V.B. Bui, T. Ziegler, M. Bonkowski (2019a), “Checklist of beetles in the subgenus *Copris* (Paracopris) Balthasar from Asia with description of a new species, and redescription of *Copris* (Paracopris) punctulatus Wiedemann (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae)”, *Zootaxa*, **4712**(1), pp.51-64.
- [27] V.B. Bui, T. Ziegler, M. Bonkowski (2019b), “Morphological traits reflect dung beetle response to land use changes in tropical karst ecosystems of Vietnam”, *Ecological Indicators*, **108**, pp.1-9.
- [28] O.N. Kabakov, A. Napolov (1999), “Fauna and ecology of Lamellicornia of subfamily Scarabaeinae of Vietnam and some parts of adjacent countries: South China, Laos, and Thailand”, *Latvijas Entomologs*, **37**, pp.58-96.
- [29] R. Core Team (2017), *R: A language and environment for statistical computing*, <https://www.R-project.org/> (accessed 15 May 2017).
- [30] A. Chao (1984), “Non-Parametric estimation of the Number of classes in a population”, *Scandinavian Journal of Statistics*, **11**, pp.265-270.
- [31] J. Oksanen, et al. (2017), *Vegan: Community Ecology Package*, R package version 2.4-5, <https://CRAN.R-project.org/packages=vegan>.
- [32] C.H. Scholtz, A.L.V. Davis, U. Kryger (2009), *Evolutionary biology and conservation of dung beetles*, Pensoft Sofia-Moscow.
- [33] L. Hayes, et al. (2009), “Rapid assessments of tropical dung beetle and butterfly assemblages: contrasting trends along a forest disturbance gradient”, *Insect Conservation and Diversity*, **2**, pp.194-203.
- [34] A.J. Davis, et al. (2001), “Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo”, *J. Appl. Ecol.*, **38**, pp.593-616.
- [35] H. Howden, V. Nealis (1978), “Observations on height of perching in some tropical dung beetles (Scarabaeidae)”, *Biotropica*, **10**, pp.43-46.
- [36] S.B. Peck, A. Forsyth (1982), “Composition, structure, and competitive behaviour in a guild of Ecuadorian rain forest dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae)”, *Can. J. Zool.*, **60**, pp.1624-1634.
- [37] T.H. Larsen, A. Lopera, A. Forsyth (2008), “Understanding trait-dependent community disassembly: dung beetles, density functions, and forest fragmentation”, *Conserv. Biol.*, **22**, pp.1288-1298.

Đánh giá hoạt tính kháng viêm, kháng khuẩn và ức chế enzyme α -glucosidase *in vitro* của nấm *Ophiocordyceps sinensis* giàu selen

Lê Quốc Phong^{1,2}, Nguyễn Hoàng Đăng Khoa^{3*}, Đặng Tú Quyên³,
Nguyễn Tài Hoàng⁴, Đinh Minh Hiệp⁵, Ngô Kế Sương²

¹Học viện KH&CN, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam

²Viện Sinh học Nhiệt đới TP Hồ Chí Minh

³Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh

⁴Trung tâm Nghiên cứu và Ứng dụng Sinh học TP Hồ Chí Minh

⁵Ban Quản lý Khu Nông nghiệp Công nghệ cao TP Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài 3/3/2020; ngày chuyển phản biện 6/3/2020; ngày nhận phản biện 9/4/2020; ngày chấp nhận đăng 1/6/2020

Tóm tắt:

Ophiocordyceps sinensis (*O. sinensis*) - đông trùng hạ thảo, là một loại nấm dược liệu quý chứa nhiều hợp chất có hoạt tính sinh học như cordycepin, D-mannitol, polysaccharide... Trong đó, đặc biệt có selen - một nguyên tố vi lượng cần thiết cho con người, là thành phần cấu tạo chính của một số enzyme như glutathione peroxidase, thioredoxin reductase và deiodinase. Các enzyme này đóng vai trò quan trọng trong việc chống các gốc tự do, tăng cường chức năng sinh sản, chức năng cơ và ngăn ngừa ung thư. Nghiên cứu này tiến hành chiết cao và khảo sát các hoạt tính sinh học như kháng viêm, kháng khuẩn và ức chế enzyme α -glucosidase của các cao chiết từ sinh khối *O. sinensis* giàu selen. Kết quả cho thấy, cao Bu (cao chiết bằng n-butanol); cao tổng và cao EtOAc (chiết bằng ethyl acetate) có khả năng kháng khuẩn *S. sonnei* ở nồng độ 1000 $\mu\text{g/ml}$. Đồng thời, hoạt tính kháng viêm thể hiện tốt ở cao tổng, cao petroleum ether (cao PE) và cao EtOAc với IC_{50} lần lượt là 195,58 $\pm$ 7,89; 64,19 $\pm$ 0,22; 469,27 $\pm$ 16,57 ($\mu\text{g/ml}$). Tuy nhiên, các cao chiết không có khả năng ức chế enzyme α -glucosidase. Nghiên cứu này cho thấy, các cao chiết từ sinh khối *O. sinensis* giàu selen có hoạt tính kháng viêm rất tốt, làm tiền đề cho các nghiên cứu trên mô hình *in vivo*.

Từ khóa: hoạt tính kháng khuẩn, hoạt tính kháng viêm, hoạt tính ức chế α -glucosidase, *Ophiocordyceps sinensis*, selen.

Chỉ số phân loại: 1.6

Đặt vấn đề

Selen (Se) là một nguyên tố vi lượng cần thiết cho cơ thể sinh vật. Chúng được chứng minh là có khả năng ngăn ngừa bệnh loạn dưỡng cơ, xơ gan và là thành phần chính cấu tạo nên nhiều enzyme trong cơ thể như glutathione peroxidase, thioredoxin reductase và deiodinase [1, 2]. Sự thiếu hụt Se là một trong những nguyên nhân gây rối loạn một số chức năng trong cơ thể như suy giảm đáp ứng miễn dịch, tăng nguy cơ ung thư, tăng nguy cơ cao huyết áp, suy giảm chức năng tuyến giáp, tim và cơ xương [3]. Chính vì thế, con người cần một nguồn cung cấp Se, và *O. sinensis* chính là một đối tượng tiềm năng.

O. sinensis là một loại nấm ký sinh thuộc chi *Ophiocordyceps* đã được con người khai thác và sử dụng như một vị thuốc giúp bổ phổi, phục hồi gan thận cũng như bồi bổ sức khỏe trong y học cổ truyền Trung Hoa từ cách đây hơn 700 năm [4]. Nhiều hợp chất trong *O. sinensis* (chủ yếu là nucleoside, ergosterol, polysaccharide) được các nhà khoa

học chứng minh có nhiều hoạt tính sinh học như kháng oxy hóa, kháng viêm, kháng khuẩn [5]. Ngoài ra, nhiều nghiên cứu cho thấy *O. sinensis* có khả năng điều hòa đường huyết và hỗ trợ điều trị đái tháo đường. Hiện nay, trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu về việc bổ sung Se vào quá trình nuôi cấy *O. sinensis*. Các nghiên cứu đều cho thấy việc bổ sung này sẽ làm gia tăng hàm lượng các hoạt chất cũng như hoạt tính sinh học của nấm *O. Sinensis* [6, 7].

Do đó, nghiên cứu này tập trung đánh giá các hoạt tính kháng viêm, kháng khuẩn và khả năng ức chế enzyme α -glucosidase của *O. sinensis* giàu Se được nuôi cấy tại Việt Nam.

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Sinh khối *O. sinensis* giàu selen nuôi cấy bổ sung 25 mg/ml selen theo quy trình của Trần Minh Trang và cs (2016) [8] từ chủng *O. sinensis* cung cấp bởi TS Trương Bình Nguyên, Viện Nghiên cứu và Ứng dụng Nông nghiệp Công nghệ cao, Trường

*Tác giả liên hệ: Email: dangkhoanguyenhoang1912@gmail.com

In vitro* evaluation of α -glucosidase inhibitory, anti-inflammatory and antibacterial activities of selenium enriched *Ophiocordyceps sinensis

Quoc Phong Le^{1,2}, Hoang Dang Khoa Nguyen^{3*},
Tu Quyen Dang³, Tai Hoang Nguyen⁴,
Minh Hiep Dinh⁵, Ke Suong Ngo²

¹Graduate University of Science and Technology, Ha Noi

²Institute of Tropical Biology, Ho Chi Minh city

³University of Science, Vietnam National University, Ho Chi Minh city

⁴Center of Research and Application Biology, Ho Chi Minh city

⁵Management Board of Agricultural Hi-Tech Park, Ho Chi Minh city

Received 3 March 2020; accepted 1 June 2020

Abstract:

Ophiocordyceps sinensis (*O. sinensis*) - commonly known as Dong Chong Xia Cao, is a valuable medicinal fungus containing many bioactive compounds such as cordycepin, D-mannitol, polysaccharide, etc. While selenium is an essential trace element for humans, it is the main component of some enzymes such as glutathione peroxidase, thioredoxin reductase, and deiodinase which play an important role in scavenging free radicals, enhancing reproductive and muscle function, and preventing cancer. Several studies have shown that inorganic selenium added to *O. sinensis* culture can be converted into a beneficial organic form, which increases the value for the fungus. In this study, extracts from Se-enriched *O. sinensis* were evaluated some biological activities such as anti-inflammatory, antibacterial, and α -glucosidase inhibition. Results showed that Bu extract (extracted by n-butanol), crude extract, and EtOAc extract (extracted by ethyl acetate) can resist to *S. sonnei* at a concentration of 1000 μ g/ml. Besides, the anti-inflammatory activity was stronger in crude extract, PE extract, and EtOAc extracts with IC_{50} values were 195.58 ± 7.89 ; 64.19 ± 0.22 ; 469.27 ± 16.57 (μ g/ml), respectively. However, all extracts had no ability to inhibit α -glucosidase. This study exhibited that extracts from Se-enriched *O. sinensis* have an admirable anti-inflammatory activity, which is a prerequisite for *in vivo* model research.

Keywords: antibacterial activity, anti-inflammatory activity, *Ophiocordyceps sinensis*, selenium, α -glucosidase inhibitors.

Classification number: 1.6

Đại học Đà Lạt.

Sinh khối đối chứng (ĐC) là sinh khối *O. sinensis* nuôi cấy không bổ sung Se của cùng chủng *O. sinensis*.

Phương pháp chiết cao

Sử dụng ethanol 96% chiết theo phương pháp ngâm kiệt để hòa tan các hợp chất có trong nấm *O. sinensis* giàu selen. Sinh khối khô được xay nhỏ, bổ sung ethanol 96° cho ngập nguyên liệu, ngâm trong 24 giờ, sau đó mở van chiết thu nhận cao chiết đến khi chiết kiệt chất. Thu dịch chiết, sau đó cô quay chân không loại dung môi và thu được cao tổng. Cao tổng được chiết phân đoạn theo nguyên tắc chiết lỏng - lỏng bằng cách hòa tan vào nước, sau đó lắc trong bình lỏng với các dung môi có độ phân cực tăng dần để thu các cao phân đoạn là cao petroleum ether (cao PE), cao ethyl acetate (cao EtOAc), cao n-butanol (cao Bu) và cao nước. Cao poly (cao CPS) được chiết bằng nước nóng từ bã sinh khối sau khi chiết cao tổng [9]. Polysaccharide nội bào (IPS) thu nhận bằng cách chiết sinh khối nấm bằng nước nóng ở 60°C trong 2 giờ, lặp lại 3 lần, dịch chiết sau đó được rửa với ethanol tuyệt đối lạnh theo tỷ lệ 1:4 (v/v) thu kết tủa là IPS [10]. Bên cạnh đó, dịch nuôi cấy thu được sau khi thu sinh khối được cô quay để giảm thể tích, sẽ được rửa với ethanol tuyệt đối lạnh theo tỷ lệ 1:4 (v/v) thu tủa là polysaccharide ngoại bào (EPS) [11].

Phương pháp khảo sát hoạt tính kháng viêm

Hoạt tính kháng viêm được đánh giá thông qua khảo sát ức chế biến tính albumin trên mô hình *in vitro* của Trần Quốc Tuấn và cs (2014) [12] với chứng dương là diclofenat. Hút 2 ml đệm acetate 0,025 M (pH 5,5), bổ sung thêm 1 ml albumin huyết thanh bò 0,16% và 1 ml cao chiết ở các nồng độ 93,75; 187,5; 375; 750; 1500 μ g/ml, sau đó ủ ở 37°C trong 30 phút. Đun cách thủy ở 67°C trong 3 phút, làm lạnh rồi đo mật độ quang ở bước sóng 660 nm. Theo đó % ức chế = $[(OD_c - OD_m) \times 100] / OD_c$, trong đó OD_c : mật độ quang của mẫu trắng (thay cao chiết bằng đệm); OD_m : mật độ quang của mẫu. Sau đó, xây dựng phương trình tương quan tuyến tính ($y = ax + b$) giữa % ức chế và nồng độ mẫu, xác định giá trị IC_{50} (là nồng độ mà tại đó 50% protein bị biến tính).

Phương pháp khảo sát hoạt tính kháng khuẩn

Quy trình khảo sát hoạt tính kháng khuẩn được tham khảo theo Reis và cs (2013) [13]. Vi khuẩn *Salmonella typhi* (Sal), *Escherichia coli* (EC), *Escherichia coli* kháng kháng sinh (EC5), *Pseudomonas aeruginosa* (Pa), *Pseudomonas aeruginosa* kháng kháng sinh (Pa1), *Shigella sonnei* (SS), *Staphylococcus aureus* (Sa3), *Enterococcus faecalis* (Ef), *Enterococcus faecium* (Efa), *Enterococcus faecium* kháng kháng sinh (Efa1) được nuôi cấy trong môi trường NA (Nutrient agar) cho tới khi đạt mật độ 10^6 cfu/ml. Trải 100 μ l dịch vi khuẩn trên đĩa petri chứa 25 ml môi trường MHA (Mueller-Hinton agar) vô trùng, để khô, sau đó đục các lỗ thạch đường kính 4 mm. Cho 100 μ l dịch cao chiết ở nồng độ 1000 μ g/ml vào mỗi lỗ thạch, ủ 37°C trong vòng 18-24 giờ, đọc kết quả và

đo đường kính vòng kháng khuẩn.

Phương pháp khảo sát hoạt tính ức chế α -glucosidase

Quy trình khảo sát dựa trên phương pháp của Vũ Thị Bạch Phượng và cs (2016) [14] với arcabose làm chứng dương. Hút 50 μ l cao chiết ở các nồng độ cần thử nghiệm, bổ sung thêm 40 μ l α -glucosidase 0,05 UI/ml, sau đó ủ ở nhiệt độ phòng trong 20 phút. Bổ sung thêm 40 μ l pNPG (p-Nitrophenyl- α -D-glucopyranoside) 5 mM, tiếp tục ủ ở nhiệt độ 37°C trong 20 phút. Dừng phản ứng bằng 130 μ l Na_2CO_3 0,2 M rồi tiến hành đo OD ở bước sóng 405 nm. Khảo sát được thực hiện trên đĩa 96 giếng và đo mật độ quang bằng máy Perkin Elmer VICTOR X3, Mỹ. Khả năng ức chế α -glucosidase được tính theo công thức % ức chế = $100\% \times \frac{(\text{OD}_{\text{thử không}} - \text{OD}_{\text{so màu thử không}}) - (\text{OD}_{\text{mẫu}} - \text{OD}_{\text{so màu mẫu}})}{(\text{OD}_{\text{thử không}} - \text{OD}_{\text{so màu thử không}})}$. Trong đó thử không và so màu lần lượt là lô thí nghiệm thay mẫu và enzyme bằng đệm phosphat (0,1 M, pH 6,9).

Xử lý số liệu

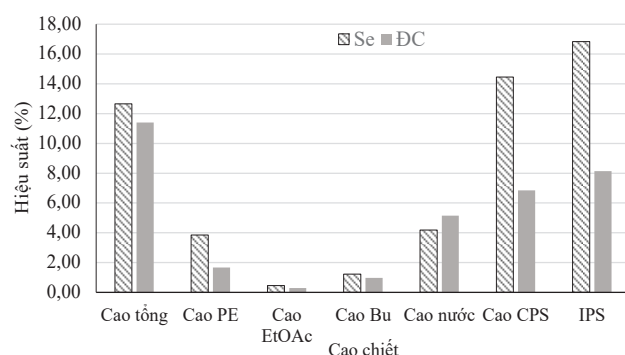
Các kết quả được lặp lại 3 lần và tính giá trị trung bình. Xử lý số liệu bằng phần mềm Excel 2016 và GraphPad Prism 8. Kết quả được trình bày ở dạng trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn.

Kết quả và bàn luận

Hiệu suất chiết cao

Cao tổng được chiết từ bột sinh khối *O. sinensis* giàu Se, sau đó bã cao chiết được chiết cao CPS. Các cao phân đoạn được chiết phân đoạn từ 50% khối lượng cao tổng. Hiệu suất chiết cao được thể hiện ở hình 1 thông qua % giữa khối lượng cao chiết thu được và khối lượng sinh khối đã chiết cao.

Ngoài ra, EPS thu được từ môi trường nuôi cấy ở nhóm giàu Se và ĐC có hàm lượng lần lượt là 1,62 và 2,55 g/l.



Hình 1. Hiệu suất chiết cao từ sinh khối nấm *O. sinensis* giàu Se và nhóm ĐC.

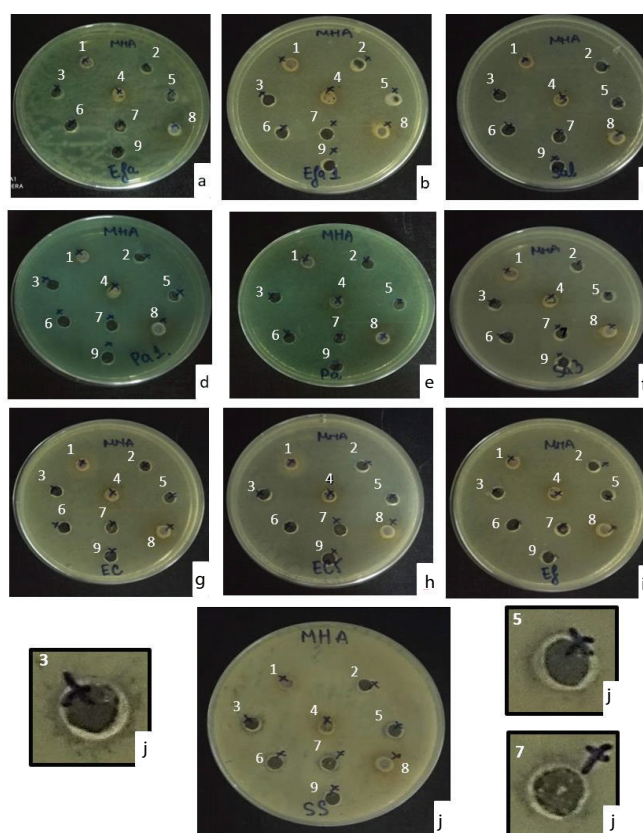
Hiệu suất chiết cao tổng và IPS ở nhóm Se và ĐC đều có hiệu suất cao nhất (cao tổng lần lượt là 12,65 và 11,40%, IPS lần lượt là 16,82 và 8,14%). Trong khi đó, ở cả hai nhóm, hiệu suất của cao Bu (1,22; 0,98%) và cao EtOAc (0,46; 0,29%) là

rất thấp nhất. Trong các cao phân đoạn, hiệu suất của cao nước là khá cao.

Kết quả khảo sát kháng khuẩn

Nghiên cứu được thực hiện trên các đối tượng vi khuẩn Gram âm: *Samonella typhi* (Sal), *Escherichia coli* (EC), *Escherichia coli* kháng kháng sinh (EC5), *Pseudomonas aeruginosa* (Pa), *Pseudomonas aeruginosa* kháng kháng sinh (Pa1), *Shigella sonnei* (SS); vi khuẩn Gram dương: *Staphylococcus aureus* (Sa3), *Enterococcus faecalis* (Ef), *Enterococcus faecium* (Efa), *Enterococcus faecium* kháng kháng sinh (Efa1) và được đánh giá thông qua đường kính vòng vô khuẩn. Đường kính càng lớn thể hiện khả năng kháng khuẩn càng cao.

DMSO 20% được sử dụng làm chứng âm và kết quả cho thấy không xuất hiện vòng kháng khuẩn nên sử dụng DMSO 20% để hòa tan các cao ở các dung môi khác nhau sẽ không gây ảnh hưởng đến kết quả kháng khuẩn [15]. Tại nồng độ 1000 μ g/ml cao chiết trên các đĩa khuẩn Sal, EC, EC5, Pa, Pa1, Sa3, Ef, Efa và Efa1 không thấy xuất hiện vòng kháng khuẩn. Trên đĩa khuẩn *S. Sonnei*, các cao chiết như cao Bu, cao EtOAc và cao tổng có xuất hiện vòng tan nhỏ và đường kính lần lượt là 10, 9 và 8 mm. Kết quả này được thể hiện ở hình 2.



Hình 2. Khả năng kháng khuẩn của cao chiết *O. sinensis* giàu Se trên các vi khuẩn: Efa (a); Efa 1 (b); Sal (c); Pa1 (d); Pa (e); Sa3 (f); EC (g); EC5 (h); Ef (i); SS (j). (1) Cao IPS, (2) Cao H₂O, (3) Cao Bu, (4) EPS, (5) Cao tổng, (6) Cao PE, (7) Cao EtOAc, (8) CPS, (9) Chứng âm DMSO 20%.

Kết quả khảo sát kháng viêm

Quá trình viêm trong cơ thể sẽ giải phóng các chất trung gian, các chất này làm nhiệt độ cơ thể tăng, gây biến tính các loại protein trong cơ thể thông qua các liên kết của protein như liên kết hydro, liên kết ion, lực Van der Waals và tương tác tĩnh điện [16]. Thông qua khả năng bảo vệ protein khỏi sự biến tính do nhiệt có thể đánh giá khả năng kháng viêm của cao chiết [12].

Chứng dương diclofenac có giá trị IC_{50} là $49,41 \pm 0,68$ ($\mu\text{g/ml}$). Kết quả hoạt tính kháng viêm được đánh giá thông qua giá trị IC_{50} của các cao chiết được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Giá trị IC_{50} của các cao chiết trong khảo sát hoạt tính kháng viêm.

Mẫu	IC_{50} ($\mu\text{g/ml}$)	
	<i>O. sinensis</i> giàu Se	<i>O. sinensis</i> ĐC
Cao tổng	$195,58 \pm 7,89$	$858,04 \pm 4,58$
Cao PE	$64,19 \pm 0,22$	$199,5 \pm 15,35$
Cao EtOAc	$469,27 \pm 16,57$	$810,51 \pm 15,17$
Cao Bu	>1500	>1500
Cao H ₂ O	>1500	>1500
Cao CPS	$1259,28 \pm 46,20$	-
Cao IPS	$1280,33 \pm 135,22$	>1500
Cao EPS	>1500	$1022,40 \pm 53,45$
Diclofenac	$49,41 \pm 0,68$	

Ghi chú: >1500: IC_{50} có giá trị >1500 $\mu\text{g/ml}$, (-): chưa khảo sát.

Kết quả cho thấy, giá trị IC_{50} của nhóm giàu Se thấp hơn nhóm đối chứng. Trong đó, hoạt tính kháng viêm thể hiện tốt nhất ở các cao PE, cao tổng và cao EtOAc ở cả 2 nhóm. Bên cạnh đó, các cao Bu và cao H₂O cho thấy hoạt tính kháng viêm rất thấp ở cả 2 nhóm (IC_{50} >1500 $\mu\text{g/ml}$).

Kết quả khảo sát ức chế enzyme α -glucosidase

Trong nghiên cứu này, arcarbose được làm chứng dương với giá trị IC_{50} = 2134 ± 82 ($\mu\text{g/ml}$). Các cao chiết được khảo sát hoạt tính ức chế α -glucosidase ở các nồng độ 5000, 500 và 50 $\mu\text{g/ml}$ với % ức chế của các cao chiết được thể hiện ở bảng 2.

Ở cả 2 nhóm nấm, % ức chế enzyme tăng dần theo nồng độ khảo sát nhưng giá trị này <50% nên không tính được giá trị IC_{50} . Trong đó, % ức chế enzyme cao nhất là ở cao EtOAc, đạt 23,76% ở nhóm giàu Se và 12,8% ở nhóm đối chứng tại nồng độ 5000 $\mu\text{g/ml}$. Kết quả này cho thấy, nấm *O. sinensis* không thể hiện hoạt tính ức chế α -glucosidase.

Bảng 2. Khả năng ức chế α -glucosidase của các cao chiết.

Mẫu		% ức chế enzyme α -glucosidase		
		50 ($\mu\text{g/ml}$)	500 ($\mu\text{g/ml}$)	5000 ($\mu\text{g/ml}$)
Nấm <i>O. sinensis</i> giàu Se	Cao EtOH	-8,25	-2,81	5,25
	Cao PE	-2,76	1,18	9,12
	Cao EtOAc	0,91	4,60	23,76
	Cao n-BuOH	-0,37	0,55	3,08
	Cao H ₂ O	0,12	2,21	5,41
	Cao CPS	0,73	4,82	6,72
	Cao IPS	5,38	12,06	4,25
	Cao EPS	2,73	1,09	3,22
Nấm <i>O. sinensis</i> ĐC	Cao EtOH	1,00	-3,65	-3,41
	Cao PE	-9,90	2,66	3,53
	Cao EtOAc	-0,15	1,69	12,80
	Cao n-BuOH	-0,35	1,75	1,13
	Cao H ₂ O	-3,02	-4,64	-2,85
	Cao CPS	-	-	-
	Cao IPS	3,14	-0,5	1,07
	Cao EPS	-0,74	4,44	-3,10

Chú thích: (-) chưa khảo sát.

Bàn luận

Hiệu suất chiết cao khác nhau ở từng phân đoạn cho thấy, sinh khối nấm *O. sinensis* giàu Se và nhóm *O. sinensis* đối chứng có hàm lượng các hợp chất khác nhau giữa các phân đoạn cao. Bên cạnh đó, ngoại trừ cao nước, hiệu suất chiết cao của tất cả các cao chiết khác nhóm Se đều cao hơn nhóm đối chứng, điều đó chứng minh việc bổ sung Se vào quá trình nuôi cấy có thể làm gia tăng sự sinh tổng hợp các chất trong *O. Sinensis*. Điều này phù hợp với nghiên cứu của Zheng và cs (2014) [6]. Ở cả hai nhóm, hiệu suất của cao Bu (3,85 và 1,67%) và cao EtOAc (0,46 và 0,29%) là rất thấp, điều này chứng tỏ các hợp chất có độ phân cực trung bình có hàm lượng rất thấp trong sinh khối *O. sinensis*. Dựa vào hiệu suất chiết cao phân đoạn, ta thấy hiệu suất chiết cao nước ở cả 2 nhóm đều cao hơn những cao phân đoạn còn lại. Điều này chứng tỏ, sinh khối *O. sinensis* ở cả 2 nhóm đều chứa nhiều hợp chất có độ phân cực cao. Hiệu suất thu nhận IPS khá cao, kết quả này là hợp lý vì theo nhiều nghiên cứu, polysaccharide là thành phần chiếm hàm lượng rất lớn trong nấm *O. Sinensis* [17].

Khả năng kháng khuẩn của các cao chiết từ sinh khối nấm *O. sinensis* không quá cao. Tuy nhiên, kết quả này còn phụ thuộc vào chủng vi khuẩn. Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu vẫn cho thấy khả năng kháng khuẩn của *O. sinensis* tập trung ở một số cao như cao Bu và EtOAc. Một số nghiên cứu trước đây cũng đã cho thấy kết quả tương tự ở một số loài *Cordyceps*

khác. Theo Tuli và cs (2014) [18], các hợp chất từ cao Bu ở nấm *C. militaris* 3936 đem lại khả năng kháng khuẩn cao khi thử nghiệm với vi khuẩn gram âm *K. pneumoniae* với đường kính vòng kháng khuẩn đạt 16 mm, cao hơn cao nước khá nhiều (đường kính vòng kháng khuẩn 10 mm). Ngoài ra, Dong và cs (2014) [19] đã chứng minh cao chiết từ sinh khối *C. militaris* nuôi cấy nhân tạo gần như không có hoạt tính kháng khuẩn với một số chủng vi khuẩn được thử nghiệm như *B. subtilis*, *P. aeruginosa* nhưng cao chiết từ quả thể của loài nấm thì lại thể hiện hoạt tính khá tốt.

Dựa vào kết quả hoạt tính kháng viêm, có thể thấy sự ức chế biến tính albumin của hầu hết các cao chiết của nhóm nấm giàu Se cao hơn nhóm đối chứng, đặc biệt ở cao PE, cao EtOAc và cao EtOH có khả năng kháng viêm lần lượt tăng 3,1; 1,73; 4,39 lần so với đối chứng. Như vậy, việc bổ sung Se vào môi trường nuôi cấy có thể làm tăng khả năng kháng viêm của nấm *O. sinensis*. Trên thế giới, đã có nhiều nghiên cứu chứng minh các hợp chất chứa Se có khả năng kháng viêm tốt như các loại acid carboxylic (acid methyl-seleno-2-benzoic, acid acetylseleno-2-benzoic) và các loại benzisoselenazolones [20, 21]. Các nhóm cao thể hiện hoạt tính tốt là cao PE < cao tổng < cao EtOAc ở cả lô *O. sinensis* giàu Se và lô đối chứng. Điều này chứng tỏ các hoạt chất có khả năng kháng viêm cao có độ phân cực thấp và trung bình nên tập trung nhiều vào 2 phân đoạn PE và EtOAc. Wu và cs (2007) [22] đã xác định trong cao EtOAc của *Cordyceps sinensis* có các hợp chất như adenosin, cordycepin và ergosterol, được biết đến như các hợp chất có khả năng điều trị viêm. Yang và cs (2011) [23] cho thấy, ở các cao hexane, cao MeOH và cao EtOAc của *O. sinensis* có hoạt tính kháng viêm cao thông qua thử nghiệm elastase với % ức chế lần lượt là 70,76; 94,99 và 97,49% ở nồng độ 10 µg/ml, trong khi đó cao nước có hoạt tính rất thấp với % ức chế là 3,94%.

Kết quả của nghiên cứu cho thấy khả năng ức chế enzyme α -glucosidase của các cao chiết khá thấp. Trong đó, % ức chế enzyme cao nhất là ở cao EtOAc, đạt 23,76% ở nhóm giàu Se và 12,8% ở nhóm đối chứng tại nồng độ 5000 µg/ml. Trước đây, nghiên cứu của Nguyen và cs (2017) [24] khảo sát hoạt tính ức chế α -glucosidase từ các cao chiết ở nấm *Cordyceps neovolkiana* cho thấy, mặc dù không tính được giá trị IC_{50} nhưng khả năng ức chế tốt nhất cũng là trên cao phân đoạn EtOAc. Các giá trị âm xuất hiện, điều này có thể do các hợp chất kỵ nước như lipid, acid béo và các hợp chất sterol trong *Cordyceps* giúp hỗ trợ cho việc hình thành trung tâm hoạt động của α -glucosidase [25]. *Ophiocordyceps sinensis* được chứng minh có thể điều hòa lượng glucose trong máu bằng cách tăng cường tổng hợp insulin, qua đó điều hòa chỉ số insulin - glucose trong máu [26]. Như vậy có thể thấy, cơ chế hỗ trợ điều trị đái tháo đường của loài nấm này không phải do ức chế enzyme α -glucosidase.

Kết luận

Dựa vào kết quả khảo sát, ta thấy hiệu suất chiết của các cao chiết từ nấm *O. sinensis* giàu Se cao hơn nhóm đối chứng. Tại

nồng độ 1000 µg/ml, các cao n-BuOH, cao EtOH và EtOAc cho thấy khả năng kháng vi khuẩn *S. sonnei*. Hoạt tính kháng viêm của các cao chiết từ nấm *O. sinensis* giàu selen cao hơn nhóm đối chứng, đặc biệt là ở các cao EtOH, EtOAc và cao PE. Các cao chiết không có khả năng ức chế enzyme α -glucosidase.

Để đánh giá rõ hơn về hoạt tính của nấm *O. sinensis* giàu Se, trong thời gian tới, chúng tôi sẽ tiếp tục khảo sát thêm một số hoạt tính sinh học khác như kháng oxy hóa, bảo vệ DNA, ức chế xanthine oxidase.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi cảm ơn Học viện KH&CN, Viện Sinh học Nhiệt đới TP Hồ Chí Minh và Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh đã tạo điều kiện thuận lợi cho nhóm nghiên cứu thực hiện đề tài. Chúng tôi cũng xin cảm ơn TS Trương Bình Nguyên đã cung cấp chủng nấm *O. sinensis* cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M.P. Rayman (2012), "Selenium and human health", *The Lancet*, **379**(9822), pp.1256-1268.
- [2] K. Schwarz, and C.M. Foltz (1957), "Selenium as an integral part of factor 3 against dietary necrotic liver degeneration", *Journal of the American Chemical Society*, **79**(12), pp.3292-3293.
- [3] E.R. Monsen (2000), "Dietary reference intakes for the antioxidant nutrients: vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids", *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, **100**(6), pp.637-640.
- [4] S.Y. Fung, S.S. Lee, N.H. Tan, J. Pailoor (2017), "Safety assessment of cultivated fruiting body of *Ophiocordyceps sinensis* evaluated through subacute toxicity in rats", *Journal of Ethnopharmacology*, **206**, pp.236-244.
- [5] H.C. Lo, C. Hsieh, F.Y. Lin, T.H. Hsu (2013), "A systematic review of the mysterious caterpillar fungus *Ophiocordyceps sinensis* in DongChongXiaCao (冬蟲夏草 Đông Chông Xià Cảo) and related bioactive ingredients", *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, **3**(1), pp.16-32.
- [6] L. Zheng, L. Hao, H. Ma, C. Tian, T. Li, X. Sun, M. Jia, L. Jia (2014), "Production and in vivo antioxidant activity of Zn, Ge, Se-enriched mycelia by *Cordyceps sinensis* SU-01", *Current Microbiology*, **69**(3), pp.270-276.
- [7] S. Yang, and H. Zhang (2016), "Production of intracellular selenium-enriched polysaccharides from thin stillage by *Cordyceps sinensis* and its bioactivities", *Food & Nutrition Research*, **60**(1), pp.30153.
- [8] Trần Minh Trang, Đinh Minh Hiệp, Lê Quốc Phong và Phạm Tiến Dũng (2016), "Nghiên cứu khả năng hấp thu selen của nấm *Ophiocordyceps sinensis* trong nuôi cấy lỏng", *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*, **19**(6T), tr 53-61.
- [9] Nguyễn Kim Phi Phụng (2007), *Phương pháp cô lập các hợp chất hữu cơ*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh.
- [10] S.P. Li, K.J. Zhao, Z.N. Ji, Z.H. Song, T.T. Dong, C.K. Lo, J.K. Cheung, S.Q. Zhu, K.W. Tsim (2003), "A polysaccharide isolated from *Cordyceps sinensis*, a traditional Chinese medicine, protects PC12 cells against hydrogen peroxide-induced injury", *Life Sciences*, **73**(19), pp.2503-2513.

- [11] W. Zhang, J. Yang, J. Chen, Y. Hou, X. Han (2005), "Immunomodulatory and antitumour effects of an exopolysaccharide fraction from cultivated *Cordyceps sinensis* (Chinese caterpillar fungus) on tumour-bearing mice", *Biotechnology and Applied Biochemistry*, **42(1)**, pp.9-15.
- [12] Trần Quốc Tuấn, Lê Thị Oanh, Đinh Minh Hiệp và Ngô Đại Nghiệp (2014), "Chuẩn hóa mô hình sàng lọc in vitro các hợp chất kháng viêm dựa trên khả năng ức chế biến tính albumin bò do nhiệt", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, **52(5B)**, tr.532-538.
- [13] F.S. Reis, L. Barros, R.C. Calhelha, A. Ćirić, L.J. Van Griensven, M. Soković, I.C. Ferreira (2013), "The methanolic extract of *Cordyceps militaris* (L.) Link fruiting body shows antioxidant, antibacterial, antifungal and antihuman tumor cell lines properties", *Food and Chemical Toxicology*, **62**, pp.91-98.
- [14] Vũ Thị Bạch Phượng, Hoàng Thị Thanh Minh, Phạm Thị Ánh Hồng và Quách Ngô Diễm Phương (2016), "Khảo sát hoạt tính sinh học và nghiên cứu cảm ứng tạo rễ tơ cây cỏ xạ *Abutilon indicum* (L.)", *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*, **19(T5)**, tr.95-102.
- [15] R. Brito, G. Silva, T. Farias, P. Ferreira, S. Ferreira (2017), "Standardization of the safety level of the use of DMSO in viability assays in bacterial cells", *International Conference on Multidisciplinary Sciences*, **3**, DOI:10.3390/mol2net-03-xxxx.
- [16] M. Shashidhar, P. Giridhar, K.U. Sankar, B. Manohar (2013), "Bioactive principles from *Cordyceps sinensis*: a potent food supplement - a review", *Journal of Functional Foods*, **5(3)**, pp.1013-1030.
- [17] P.H. Leung, S. Zhao, K.P. Ho, J.Y. Wu (2009), "Chemical properties and antioxidant activity of exopolysaccharides from mycelial culture of *Cordyceps sinensis* fungus Cs-HK1", *Food Chemistry*, **114(4)**, pp.1251-1256.
- [18] H.S. Tuli, S. Sandhu, D. Kashyap, A.K. Sharma (2014), "Optimization of extraction conditions and antimicrobial potential of a bioactive metabolite, cordycepin from *Cordyceps militaris* 3936", *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, **3**, pp.1525-1535.
- [19] C. Dong, T. Yang, T. Lian (2014), "A comparative study of the antimicrobial, antioxidant, and cytotoxic activities of methanol extracts from fruit bodies and fermented mycelia of caterpillar medicinal mushroom *Cordyceps militaris* (Ascomycetes)", *International Journal of Medicinal Mushrooms*, **16(5)**, pp.485-495.
- [20] M.J. Parnham, and E. Graf (1991), "Pharmacology of synthetic organic selenium compounds", *Progress in Drug Research*, Springer, pp.9-47.
- [21] A.M. Peretz, J.D. Nève, J.P.P. Famaey (1991), "Selenium in rheumatic diseases", *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, **20(5)**, pp.305-316.
- [22] J.Y. Wu, Q.X. Zhang, P.H. Leung (2007), "Inhibitory effects of ethyl acetate extract of *Cordyceps sinensis* mycelium on various cancer cells in culture and B16 melanoma in C57BL/6 mice", *Phytomedicine*, **14(1)**, pp.43-49.
- [23] M.L. Yang, P.C. Kuo, T.L. Hwan, T.S. Wu (2011), "Anti-inflammatory principles from *Cordyceps sinensis*", *Journal of Natural Products*, **74(9)**, pp.1996-2000.
- [24] C.D. Nguyen, T. Huynh, M.H. Dinh (2017), "Screening for some biological activities of cultured *Cordyceps neovolkiana*", *Science and Technology Development Journal*, **20(K3)**, pp.106-112.
- [25] Y. Wang, L. Ma, Z. Li, Z. Du, Z. Liu, J. Qin, X. Wang, Z. Huang, L. Gu, A.S. Chen (2004), "Synergetic inhibition of metal ions and genistein on α -glucosidase", *FEBS Letters*, **576(1-2)**, pp.46-50.
- [26] T.W. Balon, A.P. Jasman, J.S. Zhu (2002), "A fermentation product of *Cordyceps sinensis* increases whole-body insulin sensitivity in rats", *The Journal of Alternative & Complementary Medicine*, **8(3)**, pp.315-323.

Mô hình giải tích đáp ứng khí động học của kết cấu mảnh theo phương tác động của gió

Nguyễn Đình Kha¹, Nguyễn Huy Cung^{2*}

¹Khoa Kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh

²Khoa Kỹ thuật xây dựng, Trường Đại học Công nghiệp TP Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài 10/3/2020; ngày chuyển phản biện 12/3/2020; ngày nhận phản biện 20/4/2020; ngày chấp nhận đăng 8/5/2020

Tóm tắt:

Các kết cấu thẳng đứng như cột ăng-ten, nhà cao tầng và tháp trụ thường rất nhạy cảm với tác động của gió, gây ra chuyển vị lớn do dao động. Do bản chất phức tạp của gió, việc đưa ra mô hình giải tích phù hợp để phân tích, đánh giá chính xác các đáp ứng khí động lực học của kết cấu mảnh là rất khó khăn. Những tiêu chuẩn hiện hành cung cấp nhiều mô hình khác nhau để tính toán các đáp ứng của kết cấu do tác động của gió nhưng bị giới hạn ở các giả thiết cơ bản. Bài báo này giới thiệu một mô hình giải tích mở rộng để tính toán đáp ứng chuyển vị của kết cấu mảnh thẳng đứng theo phương tác động của gió, trong đó có xét đến các tác động của các thành phần khác nhau của dòng rối khí quyển. Ví dụ số cho kết cấu thực tế sẽ minh họa cho phần lý thuyết và chỉ ra những hạn chế trong các cách tính toán phổ biến.

Từ khóa: dao động, dòng rối, kết cấu mảnh, khí động lực học, phương gió tác động.

Chỉ số phân loại: 2.1

Đặt vấn đề

Các kết cấu mảnh thẳng đứng với nhiều đặc điểm và chức năng khác nhau đã và đang được xây dựng ở khắp nơi trên thế giới, tạo thành một phần của di sản văn hóa và kiến trúc nhân loại. Tầm quan trọng của các kết cấu này đã đặt ra vấn đề về sự an toàn và bảo trì của nó. Do yêu cầu kiến trúc, công năng sử dụng và những tiến bộ trong khoa học vật liệu, các kết cấu ngày càng cao, càng thanh mảnh. Rất nhiều những nghiên cứu về dao động và đáp ứng động của kết cấu mảnh thẳng đứng do tác động của gió đã được thực hiện trên cơ sở kế thừa các kết quả nghiên cứu của ngành khí động lực học trong lĩnh vực hàng không, là những chủ đề chính của những nghiên cứu được phát triển trong lĩnh vực kỹ thuật gió hơn 60 năm qua. Nhiều phương pháp được thiết lập để tính toán đáp ứng của kết cấu mảnh chịu tác động của gió, bao gồm: công thức toán học, phương pháp giải tích, phương pháp số, thí nghiệm bằng hầm gió cũng như thí nghiệm toàn diện...[1]. Ưu điểm của ngành kỹ thuật gió là việc sử dụng chung nhiều phương pháp để cho ra được một kết quả hội tụ chính xác. Các thí nghiệm này đóng vai trò quan trọng trong việc kiểm chứng và hoàn chỉnh lý thuyết tính toán dựa trên các mô hình và nhiều giả thiết đơn giản hóa, cung cấp các lời giải thực tế, cũng như góp phần tiên lượng những vấn đề mới có thể phát sinh trước thi công.

Việc nghiên cứu về đáp ứng của gió theo phương tác động (along-wind), đặc biệt là những kết cấu thẳng đứng (ví dụ như toà tháp, nhà chọc trời, cột điện, cột ăng-ten...) đã được bắt đầu tiến hành từ thập niên 1960 nhờ sự đóng góp tiên phong của Davenport [2, 3]. Với các nghiên cứu này, các tác giả đã tính các dạng dao động cơ bản và chuyển vị trung bình theo phương tác động của gió.

Nhiều mô hình sau này đã được đề xuất để cải tiến những nghiên cứu của Davenport. Tuy nhiên, các nghiên cứu này vẫn chưa hoàn thiện.

Các tiêu chuẩn thiết kế hiện hành sử dụng nhiều mô hình khác nhau để tính toán các đáp ứng của kết cấu do gió theo phương tác động [4, 5]. Trong đó, thành phần dòng rối vuông góc với phương tác động thường bị bỏ qua [6, 7]. Điều này giúp cho các kỹ sư thiết kế có được những công thức đơn giản hơn trong việc tính toán ứng xử của kết cấu do gió. Tuy nhiên, nó có thể dẫn tới kết quả thiếu chính xác vì các thành phần của dòng rối đều có thể tác động đến chuyển vị theo phương tác động.

Xuất phát từ những nhận xét ở trên, nghiên cứu này nhằm mục tiêu giải quyết những hạn chế của các nghiên cứu trước về việc tính toán chuyển vị theo phương gió (along-wind) của kết cấu mảnh thẳng đứng. Bên cạnh đó, bài báo sẽ mở rộng các mô hình lý thuyết trước đây thông qua việc xét các thành phần dòng khí rối thường bị bỏ qua trong các nghiên cứu và các tiêu chuẩn thiết kế chống gió. Lý thuyết phân tích phổ đáp ứng chuyển vị sẽ được áp dụng để xây dựng các công thức tính đáp ứng chuyển vị của kết cấu. Phương pháp số sẽ được dùng trong việc tính toán, áp dụng lý thuyết cho kết cấu cụ thể. Lý thuyết đề xuất được minh họa bằng ví dụ số cho một công trình thực tế và chỉ ra những hạn chế của các mô hình đang được sử dụng. Xét trong bối cảnh Việt Nam, việc nghiên cứu này cần thiết vì ngày càng có nhiều nhà cao tầng được xây dựng và các kết cấu mảnh như cột ăng-ten, cột điện, tháp truyền hình... rất phổ biến. Những kết cấu này rất nhạy cảm với gió và có biên độ dao động lớn. Do đó, việc tính toán thiết kế chống gió cho các kết cấu như vậy cần được chính xác hơn để đảm bảo an toàn cho kết cấu.

*Tác giả liên hệ: nguyenhuycong@iuh.edu.vn

Analytically modelling along-wind buffeting response of a slender column

Dinh Kha Nguyen¹, Huy Cung Nguyen^{2*}

¹Department of Civil Engineering, University of Technology,
Viet Nam National University, Ho Chi Minh city

²Department of Civil Engineering, Industrial University of Ho Chi Minh city

Received 10 March 2020; accepted 8 May 2020

Abstract:

Slender vertical structures such as tall buildings, antenna masts, and towers are very sensitive to wind actions that give rise to large dynamic response. Due to the complex nature of wind turbulence, it is complicated to model analytically the wind-induced responses of slender structures. Current wind codes provide different models to evaluate dynamic responses but are limited to basic assumptions. This paper presents a general formulation to evaluate the buffeting displacement of slender vertical structures in the along-wind direction, considering the effects of different turbulent components. An application for a real structure will illustrate the theory and point out the limitation of conventional approaches.

Keywords: aerodynamics, along-wind, buffeting, slender structures, turbulence.

Classification number: 2.1

Nội dung nghiên cứu

Mô hình tính toán đáp ứng chuyển vị

Xem xét một kết cấu mảnh thẳng đứng có chiều cao H , bề rộng đón gió b , có tiết diện bất kỳ như hình 1 trong hệ trục tọa độ Decartes $Oxyz$. Trục z trùng với hướng của trục kết cấu. Kết cấu chịu tác động của gió có vận tốc tức thời $U(z, t)$ với góc tác động φ có thành phần vận tốc trung bình $\bar{U}(z)$ cùng hướng với trục x . Đối với kết cấu thẳng đứng, $U(z, t)$ có thể được biểu diễn bởi [2]:

$$U(z, t) = \bar{U}(z) + u'(z, t) + v'(z, t) \quad (1)$$

trong đó, $u'(z, t)$ là thành phần rối theo phương tác động $\bar{U}(z)$; $v'(z, t)$ là thành phần rối theo phương vuông góc với phương tác động $v'(z, t)$ động (cross-wind), t là thời gian.

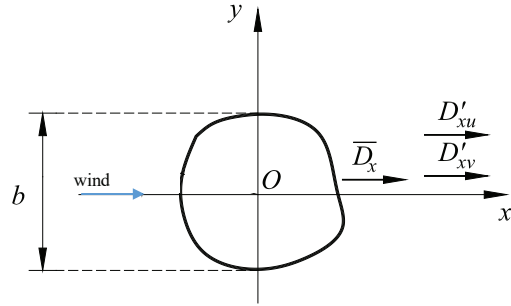
Phương trình chuyển động của hệ theo phương tác động của gió [8]:

$$m\ddot{V}(z, t) + c\dot{V}(z, t) + kV(z, t) = D_x(z, t) \quad (2)$$

$$D_x(z, t) = \bar{D}_x + D'_x \quad (3)$$

trong đó $\bar{D}_x$ là lực gió trung bình tác động theo phương x ; D_x là lực

gió theo phương x gây ra bởi dòng rối; V là chuyển vị theo phương x ; $\dot{V}$ là vận tốc theo phương x ; $\ddot{V}$ là gia tốc theo phương x ; k là độ cứng; c là hệ số cản; m là khối lượng của hệ.



Hình 1. Chuyển vị theo phương tác động của gió lên tiết diện một kết cấu.

Áp dụng giả thiết tính dừng trong dao động (quasi-steady theory) và $\bar{U}(z) \gg u'(t)$, $\bar{U}(z) \gg v'(t)$, lực tác động của gió như sau [2]:

$$\bar{D}_x = \frac{1}{2} \rho b \bar{U}^2(z) c_D \quad (4)$$

$$D'_x = D'_{xu} + D'_{xv} \quad (5)$$

$$D'_x = \rho \bar{U}(z) b c_D u'(t) + \frac{1}{2} \rho \bar{U}(z) b (c'_D - c_L) v'(t) \quad (6)$$

trong đó c_D và c_L lần lượt là hệ số khí động học đẩy (drag) và hút (lift); c'_D là đạo hàm của hệ số khí động học đẩy tương ứng góc tác động; ρ là tỷ trọng của khí quyển.

Do vậy, đối với kết cấu tuyến tính thì chuyển vị có thể được phân tích thành:

$$V(z, t) = \bar{V}(z) + V'(z, t) \quad (7)$$

trong đó $\bar{V}(z)$ và $V'(z, t)$ là thành phần chuyển vị gây ra bởi $\bar{D}_x(z)$ và $D'_x(z, t)$.

Giả thiết bề mặt nhám địa hình đồng nhất tại vị trí đang xét; phản ứng của kết cấu vẫn còn trong giai đoạn đàn hồi tuyến tính; dạng dao động riêng đầu tiên là ảnh hưởng đáng kể nhất; các dạng dao động riêng còn lại (bậc hai trở lên) xem như tác động không đáng kể. $V(z)$ có các kết quả như sau:

$$\bar{V}(z) = \frac{\int_0^H \bar{D}_x(z) \psi_1(z) dz}{M_1 (2\pi n_1)^2} \quad (8)$$

$V'(z, t)$ là hàm ngẫu nhiên theo thời gian. Nếu xem gió là một quá trình ngẫu nhiên có tính dừng, đồng nhất và ergodic thì các giá trị này có thể được xử lý theo lý thuyết dao động ngẫu nhiên được rút ra từ các giá trị phương sai [1]:

$$\sigma_x^2(z) = \int_0^\infty S_x(n) dn \quad (9)$$

trong đó $\psi_1(z)$ là dạng dao động riêng thứ 1 của kết cấu; n_1 là tần số riêng của kết cấu ở dạng dao động riêng thứ 1; M_1 là khối

lượng tương ứng dạng dao động thứ 1; $S_X(n)$ là phổ đáp ứng của $V'(z, t)$ trong miền tần số; $\sigma_X^2(z)$ là phương sai của chuyển vị theo phương x .

Áp dụng lý thuyết phân tích theo phổ, $S_X(n)$ có thể được tính toán như sau:

$$S_X(n) = \int_0^H \int_0^H \left\{ (\rho b c_D)^2 \bar{U}(z_1) \bar{U}(z_2) \psi_1(z_1) \psi_1(z_2) S_{uu}(z_1, z_2; n) \right\} dz_1 dz_2 \\ + \int_0^H \int_0^H \left\{ (\rho b)^2 (c'_D - c_L) c_D \bar{U}(z_1) \bar{U}(z_2) \psi_1(z_1) \psi_1(z_2) S_{uv}(z_1, z_2; n) \right\} dz_1 dz_2 \quad (10) \\ + \int_0^H \int_0^H \left\{ \frac{1}{4} [\rho b (c'_D - c_L)]^2 \bar{U}(z_1) \bar{U}(z_2) \psi_1(z_1) \psi_1(z_2) S_{vv}(z_1, z_2; n) \right\} dz_1 dz_2$$

trong đó $S_{ab}(z_1, z_2; n)$ là phổ của thành phần rời a' , b' , với $(a, b) = (u, v)$.

Đối với kết cấu thẳng đứng thì thành phần dòng rời u , v hầu như không tương quan (non-correlated) với nhau theo [2]. Do đó, công thức (9) được viết lại thành:

$$\sigma_X^2(z) = \sigma_{X(u)}^2(z) + \sigma_{X(v)}^2(z) \quad (11)$$

$$\sigma_{X(u)}^2(z) = \int_0^H \int_0^H \left\{ (\rho b c_D)^2 \bar{U}(z_1) \bar{U}(z_2) \psi_1(z_1) \psi_1(z_2) S_{uu}(z_1, z_2; n) \right\} dz_1 dz_2 \quad (12)$$

$$\sigma_{X(v)}^2(z) = \int_0^H \int_0^H \left\{ \frac{1}{4} [\rho b (c'_D - c_L)]^2 \bar{U}(z_1) \bar{U}(z_2) \psi_1(z_1) \psi_1(z_2) S_{vv}(z_1, z_2; n) \right\} dz_1 dz_2 \quad (13)$$

Lý thuyết tính giá trị cực đại của chuyển vị được cho bởi [8]. Giá trị cực đại của chuyển vị tại độ cao z sẽ bằng tổng chuyển vị trung bình và chuyển vị lớn nhất ở độ cao đó:

$$V_{\max}(z) = \bar{V}(z) + g_X \cdot \sigma_X(z) \quad (14)$$

trong đó g_X là hệ số đỉnh (Peak factor) theo phương tác động x , xác định bởi lý thuyết phân bố cực trị tiệm cận.

Hàm phổ của các thành phần dòng rời

Hàm phổ $S_{uu}(z_1, z_2; n)$:

Phổ gió S_{uu} của thành phần rời u' được cho bởi [2, 9, 10]:

$$S_{uu}(z_1, z_2; n) = \text{coh}_{uu}(z_1, z_2; n) \sqrt{S_u(z_1, n) \cdot S_u(z_2, n)} \quad (15)$$

trong đó $S_u(z, n)$ là phổ vận tốc gió của thành phần rời theo phương x tại độ cao z ; $\text{Coh}_{uu}(z_1, z_2; n)$ là hàm gắn kết (coherence function) của $S_u(z_1, n)$ và $S_u(z_2, n)$.

$$S_u(z, n) = \frac{4\chi^2}{[1 + \chi^2]^{4/3}} \frac{U_*^2}{n} \quad (16)$$

$$U_{*1} = \frac{k_a \bar{U}(z)}{\ln(z/z_0)} \quad (17)$$

$$\chi = \frac{1200 \cdot n}{U(10)} \quad (18)$$

$$\text{coh}_{uu}(z_1, z_2; n) = \exp \left\{ -K_{uu}(z_1, z_2, n) \frac{|z_1 - z_2|}{H} \right\} \quad (19)$$

$$K_{uu}(z_1, z_2; n) = \frac{2nc_{zu}H}{\bar{U}(z_1) + \bar{U}(z_2)} \quad (20)$$

trong đó U_* là vận tốc nhám bề mặt được điều chỉnh từ vận tốc nhám ứng với địa hình đồng cỏ U_{*1} với tỷ số U_*/U_{*1} được tra bảng theo [8]; k_a là hằng số Karman; z_0 là chiều cao nhám bề mặt địa hình; c_{zu} là hệ số tác động theo phương đứng theo phương tác động của gió; $\bar{U}(10)$ là vận tốc gió trung bình tại cao độ 10 m.

Hàm phổ $S_{vv}(z_1, z_2; n)$:

Phổ gió S_{vv} của thành phần rời v' được cho bởi [2, 9, 10]:

$$S_{vv}(z_1, z_2; n) = \text{coh}_{vv}(z_1, z_2; n) \sqrt{S_v(z_1, n) \cdot S_v(z_2, n)} \quad (21)$$

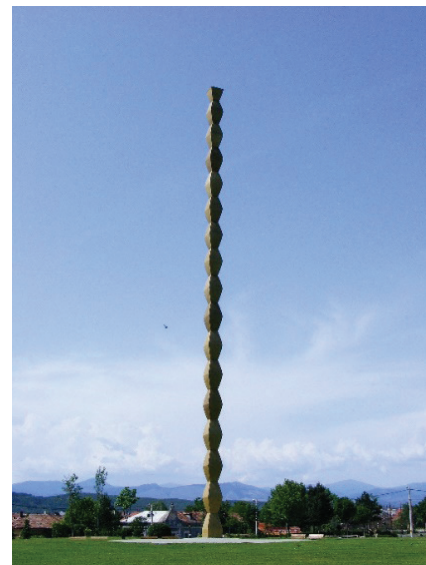
$$S_v(z, n) = \frac{17T}{[1 + 9,5T]^{5/3}} \frac{U_*^2}{n} \quad (22)$$

$$T = \frac{n \cdot z}{\bar{U}(z)} \quad (23)$$

$\text{Coh}_{uu}(z_1, z_2; n)$ tính tương tự như $\text{Coh}_{vv}(z_1, z_2; n)$ trong công thức (19).

Ví dụ số

Lý thuyết đề xuất nêu trên được áp dụng để tính toán đáp ứng khí động lực học của công trình nổi tiếng “Endless Column” ở Romania chịu tác động của tải trọng gió [11] như hình 2. Bảng 1 và 2 tóm tắt các thông số kết cấu kỹ thuật chính, bảng 3 mô tả các thông số của gió tác động và địa hình.



Hình 2. Cột Endless Column.

(Nguồn <http://www.romania-insider.com/>)

Bảng 1. Thông số kết cấu tháp Endless Column [11].

Ký hiệu	Giá trị
Chiều cao kết cấu: H (m)	29
Bề rộng mặt đón gió: b (m)	0,9
Khối lượng công trình: M (tấn)	31
Tần số dao động riêng thứ 1: n_1 (Hz)	0,513
Dạng dao động riêng thứ 1: $\psi_1(z)$	$(z/L)^{1,75}$

Bảng 2. Hệ số khí động lực học tương ứng góc tác động [11].

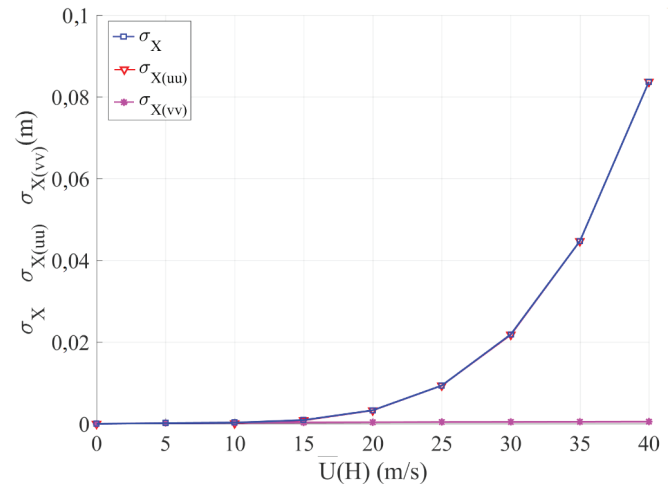
Góc tác động φ	0°	5°	45°
c_D	1,093	1,087	1,503
c_L	-0,0014	-0,159	0,020
c'_D	0	-0,060	0,062

Bảng 3. Thông số gió và địa hình [11].

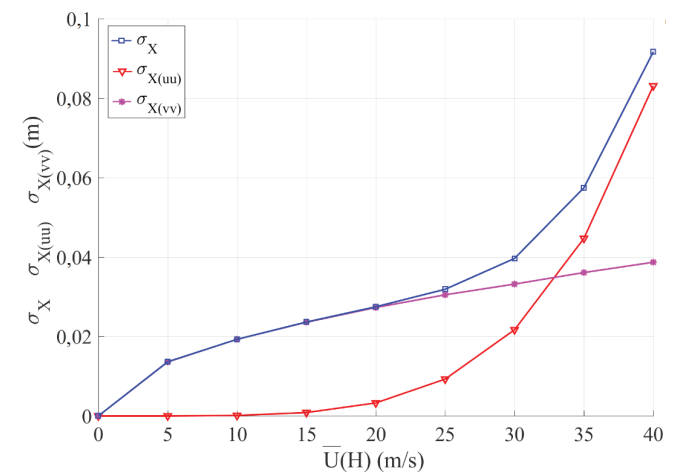
Ký hiệu	Giá trị
Tỷ trọng khí quyển ρ (kg/m^3)	1,225
Chiều cao nhám địa hình z_0 (m)	0,05
Hàm vận tốc gió trung bình $\bar{U}(H)$	$\bar{U}(z) (x/H)^{0,15}$
Vận tốc gió tác động $\bar{U}(z)$ (m/s)	0~40
Hệ số tác động C_{zu}	7
Hệ số đỉnh g_x	3,5

Kết quả và thảo luận

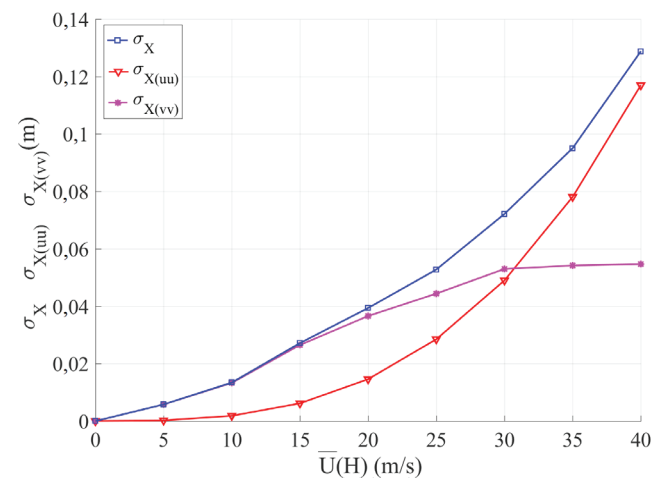
Hình 3, 4, 5 lần lượt thể hiện sự biến đổi của các giá trị $\sigma_{X(uu)}(H)$, $\sigma_{X(vv)}(H)$ và $\sigma_X(H)$ tại đỉnh công trình $z = H$ tương ứng ở các hướng tác động của gió 0° , 5° , 45° khi $\bar{U}(H)$ thay đổi. Ở hình 3 với hướng gió tương ứng góc tác động bằng 0° , giá trị σ_X nằm gần trùng với giá trị $\sigma_{X(uu)}$, giá trị $\sigma_{X(vv)}$ rất nhỏ không đáng kể. Trong khi đó, theo hình 4 với góc tác động bằng 5° , giá trị $\sigma_{X(uu)}$ nhỏ hơn giá trị $\sigma_{X(vv)}$ ở vận tốc $\bar{U}(H) = 0 \sim 30$ m/s nhưng khi $\bar{U}(H) > 30 \sim 35$ m/s thì giá trị $\sigma_{X(uu)}$ lại bắt đầu vượt lên lớn hơn. Nhận xét này tương tự như ở hình 5 với góc tác động bằng 45° . Từ đó có thể nhận thấy vai trò của các thành phần rối u' và v' đối với chuyển vị kết cấu. Ở vận tốc gió càng lớn thì vai trò của u' càng đáng kể. Ngược lại, ở vận tốc gió nhỏ và vừa phải, vai trò của v' là quan trọng. Thành phần này thường bị bỏ qua trong các tiêu chuẩn chống gió.



Hình 3. Độ lệch của chuyển vị tại đỉnh kết cấu ở góc 0° .

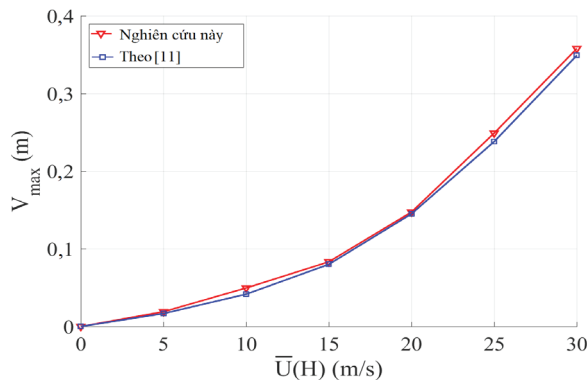


Hình 4. Độ lệch của chuyển vị tại đỉnh kết cấu ở góc 5° .

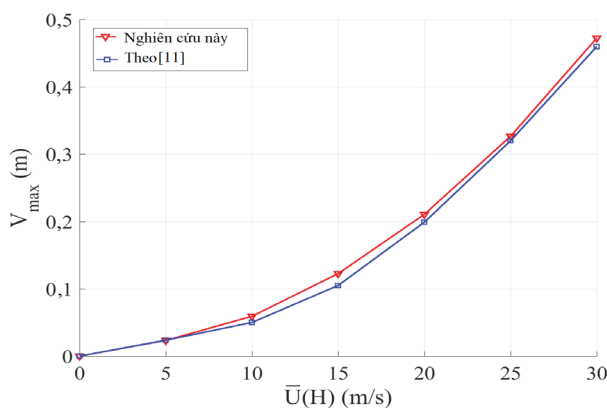


Hình 5. Độ lệch của chuyển vị tại đỉnh kết cấu ở góc 45° .

Hình 6, 7 so sánh chuyển vị tại đỉnh kết cấu ở góc 0 và 45° tính theo phương pháp của bài báo và nghiên cứu của Solari [11], cũng với tháp Endless Column và các thông số về gió và địa hình đã nêu ở trên. Nghiên cứu [11] chỉ xét đến ảnh hưởng của thành phần dòng khí rối theo phương gió u' (longitudinal turbulent component) đến chuyển vị theo phương tác động của gió và bỏ qua các thành phần khác của dòng rối. Kết quả so sánh cho thấy chênh lệch không đáng kể giữa hai phương pháp. Điều đó thể hiện mức độ chính xác của các tính toán trong nghiên cứu này. Mặt khác, vai trò của thành phần rối theo phương gió u' là đáng kể đối với chuyển vị, trong khi các thành phần khác có thể bỏ qua. Điều này hợp lý vì các góc 0 và 45° là các trục đối xứng của tiết diện kết cấu nên các hệ số khí động học C_D và C_L rất nhỏ, làm cho chuyển vị do thành phần rối v' là không đáng kể như thể hiện ở phương trình (13). Đối với các góc khác có C_D và C_L lớn hơn, vai trò của thành phần dòng rối v' đáng kể hơn như đã thảo luận ở trên.



Hình 6. So sánh giá trị cực đại của chuyển vị tại đỉnh kết cấu ở góc 0° giữa nghiên cứu [11] và của bài báo.



Hình 7. So sánh giá trị cực đại của chuyển vị tại đỉnh kết cấu ở góc 45° giữa nghiên cứu [11] và của bài báo.

Kết luận

Với cơ sở lý thuyết và ví dụ số đề cập, bài báo đã giới thiệu cách tính toán đáp ứng của kết cấu mảnh thẳng đứng theo phương tác động của gió, trong đó có xét đầy đủ vai trò của các thành phần dòng rối theo các phương khác nhau.

Ví dụ số áp dụng cho kết cấu thực tế đã chỉ ra vai trò rất quan trọng của thành phần khí rối theo phương vuông góc với hướng gió. Đối với kết cấu mảnh thẳng đứng, thành phần này thường bị bỏ qua khi tính đáp ứng chuyển vị theo phương tác động trong các tiêu chuẩn tính toán. Do đó, việc bỏ qua các thành phần khí rối như hiện nay có thể dẫn tới những kết quả không chính xác trong việc tính toán thiết kế kết cấu chống gió và có thể ảnh hưởng bất lợi đối với sự an toàn của kết cấu.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ phát triển khoa học và công nghệ quốc gia (NAFOSTED) thông qua đề tài mã số 107.04-2017.321. Nhóm nghiên cứu xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Y. Kim, K. You, J. You (2014), "Across and along-wind responses of tall building", *Journal of Central South University*, **21**, pp.4404-4408.
- [2] G. Solari, F. Tubino (2007), "Wind effects on buildings and design of wind-sensitive structures", *International Centre for Mechanical Sciences*, New York, USA, pp.137-163.
- [3] A.G. Davenport (1961), "The spectrum of horizontal gustiness near the ground in the high wind", *Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.*, **87**, pp.194-211.
- [4] ASCE (2010), *Minimum design loads for buildings and other structures*, ASCE/SEI 7-10.
- [5] Eurocode 1 (1992), *Actions on structures - General actions - Part 1-4: Wind actions*.
- [6] E. Simiu (2011), *Design of buildings for wind. A guide for ASCE 7-10 Standard users and designers of special structures*, John Wiley & Sons.
- [7] I. Calotescu, and G. Solari (2016), "Alongwind load effects on free-standing lattice towers", *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, **155**, pp.182-196.
- [8] E. Simiu, R. Scanlan (1996), *Wind effects on structures - Fundamentals and application to design*, John Wiley & Sons.
- [9] G. Solari, G. Picardo (2001), "Probabilistic 3-D turbulence modeling for gust buffeting of structures", *Probabilistic Engineering Mechanics*, **16**, pp.73-86.
- [10] G. Picardo, G. Solari (2002), "3D gust effect factor slender vertical structures", *Probabilistic Engineering Mechanics*, **17**, pp.143-155.
- [11] G. Solari (2013), "Brancusi endless column: A masterpiece of art and engineering", *Internal Journal of High-Rise Building*, **3**(2), pp.193-212.

Quy trình áp dụng BIM trong giai đoạn tiền xây dựng của các dự án nhà công nghiệp tại TP Hồ Chí Minh

Hà Duy Khánh*, Huỳnh Trung Hiếu

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài 24/3/2020; ngày chuyển phản biện 27/3/2020; ngày nhận phản biện 24/4/2020; ngày chấp nhận đăng 4/5/2020

Tóm tắt:

Mô hình thông tin công trình (Building Information Modeling - BIM) đã được áp dụng ở các dự án xây dựng tại Việt Nam trong khoảng 10 năm gần đây. Nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước đã khảo sát và đánh giá những lợi ích cũng như những khó khăn khi áp dụng BIM trong suốt vòng đời dự án. Tuy nhiên, cải tiến khả năng áp dụng của BIM vẫn luôn là một thách thức lớn đối với ngành công nghiệp xây dựng. Nghiên cứu này nhằm mục đích khảo sát và đề xuất quy trình ứng dụng BIM vào dự án nhà công nghiệp thực hiện theo phương thức thiết kế - thi công (D&B). Thông qua khảo sát bằng bảng câu hỏi kết hợp phỏng vấn các chuyên gia về BIM, nghiên cứu này tìm thấy ba lợi ích lớn nhất mà BIM mang lại cho dự án xây dựng nhà công nghiệp, đó là: dễ hình dung ý tưởng thiết kế, sớm phát hiện ra các xung đột giữa các bản vẽ thiết kế, và rút ngắn thời gian thiết kế. Ngoài ra, nghiên cứu này còn đề xuất quy trình chi tiết áp dụng BIM vào giai đoạn tiền xây dựng dự án nhà công nghiệp D&B (gọi tắt là D&B - BIM). Điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức (SWOT) của quy trình cũng được phân tích trong nghiên cứu này. Cuối cùng, quy trình được các chuyên gia xác định là có tiềm năng ứng dụng vào các dự án trong thực tế.

Từ khóa: BIM, dự án nhà công nghiệp, giai đoạn tiền xây dựng, quy trình, ứng dụng.

Chỉ số phân loại: 2.1

Đặt vấn đề

Hiện nay đối với các dự án nhà công nghiệp, phương thức D&B được áp dụng ngày càng rộng rãi vì những lý do sau: các loại hình nhà công nghiệp tương đối đơn giản hơn so với các dự án công trình thể loại khác; năng lực của các công ty thiết kế và chế tạo kết cấu thép ngày càng nâng cao; việc cung cấp các giải pháp tạo ra công trình đơn giản và nhanh chóng; rủi ro được hạn chế; kiểm soát chất lượng tốt hơn. Trong phương thức này, vai trò của nhà thầu là quản lý tất cả các hoạt động xây dựng, từ thiết kế đến thi công. Các công việc được nhà thầu thực hiện sao cho đạt hiệu quả cao nhất, thông thường bao gồm các việc sau: thiết kế cơ sở, thiết kế chi tiết kiến trúc, thiết kế chi tiết kết cấu, tổ chức thi công và quản lý vật tư, giám sát và đảm bảo chất lượng công trình. Ngoài những nội dung trên, đối với các dự án nhà công nghiệp, có những đặc thù sau cần lưu ý: (1) tính toán thiết kế kết cấu thép, (2) sản xuất gia công và (3) lắp dựng kết cấu thép. Ba công việc này cần được thực hiện một cách chính xác, không có bất kỳ sai sót mới đạt yêu cầu đề ra.

Trong phương thức xây dựng truyền thống thiết kế - đấu thầu - xây dựng (Design - Bid - Build, D&BB), rất nhiều lao động từ các công ty khác nhau cùng làm việc và hướng đến một mục tiêu chung. Tuy nhiên, có rất nhiều phân đoạn của quá trình đó có thể cản trở tiến độ hoàn thành dự án. Còn

với một dự án xây dựng D&B, tất cả mọi người đang làm việc đều trong cùng một công ty, chính vì vậy việc kiểm soát chất lượng và tiến độ công trình dễ dàng hơn do các công việc chỉ tập trung duy nhất vào một đầu mối giao tiếp. Để nâng cao hơn nữa những lợi ích mà phương thức D&B mang lại cho các dự án nhà công nghiệp, việc áp dụng mô hình BIM vào phương thức này là hết sức cần thiết. Theo Hardin và McCool [1], phương thức D&B cho phép các dự án tận dụng hết khả năng của BIM một cách toàn diện hơn so với D&BB. BIM không chỉ tạo sự đồng bộ giữa công tác thiết kế và xây dựng mà còn là một công cụ trực quan, một cơ sở dữ liệu chi tiết và hỗ trợ truyền thông. BIM có thể tăng cường sự hợp tác giữa các thành viên trong nhóm D&B. Bên cạnh đó, các mô hình có thể xây dựng trong BIM cho phép một quy trình gọn gàng hơn và giải quyết vấn đề chủ động hơn thông qua các ứng dụng của BIM như xuất trích khối lượng, phân tích năng lượng, lập tiến độ thi công 4D hay lập biện pháp thi công... Chính vì vậy, việc áp dụng BIM vào phương thức D&B là hết sức cần thiết cho các dự án nhà công nghiệp.

Thực tế áp dụng BIM trên thế giới và ở Việt Nam

Những khái niệm đầu tiên về BIM ra đời vào những năm 1970 và mãi cho đến những năm 1990 khi hãng phần mềm Autodesk của Mỹ xuất bản các báo cáo nghiên cứu khoa

* Tác giả liên hệ: Email: khanhhd@hcmute.edu.vn

Process of BIM application in the pre-construction phase for industrial building projects in Ho Chi Minh city

Duy Khanh Ha*, Trung Hieu Huynh

Faculty of Civil Engineering,
Ho Chi Minh city University of Technology and Education

Received 24 March 2020; accepted 4 May 2020

Abstract:

Building Information Modeling (BIM) has been applied to construction projects in Vietnam for the last decade. Many domestic and foreign studies have investigated and assessed the benefits and difficulties of using BIM throughout the project life cycle. However, improving the applicability of BIM has always been a significant challenge for the construction industry. This study aimed at surveying and proposing the process of applying BIM to factory projects which were delivered by means of the D&B method. Through a questionnaire survey and interviews with BIM experts, this study found the three most significant benefits that BIM has brought to the factory construction project; that was, quick visualisation of design ideas, early detection of conflicts among design drawings, and a short period of design. In addition, this study also proposed a detailed process for applying BIM to the pre-construction phase of a D&B-based factory project (referred to as D&B - BIM). The strengths, weaknesses, opportunities, and threats (SWOT) of the process were also analysed in this study. This process has been determined to have potential applications in real-world projects by experts.

Keywords: application, BIM, factory project, pre-construction stage, process.

Classification number: 2.1

học về việc ứng dụng BIM vào quá trình xây dựng thì BIM mới trở nên phổ biến rộng rãi hơn. BIM là một quy trình dựa trên mô hình 3D thông minh, cung cấp cho các chuyên gia về kiến trúc, kỹ thuật và thi công một cái nhìn sâu sắc và các công cụ để lập kế hoạch, thiết kế, xây dựng và quản lý các công trình và cơ sở hạ tầng hiệu quả hơn [2]. Thực tiễn đòi hỏi cần phải tạo dựng và phát triển một mô hình trên máy tính để mô phỏng quy hoạch, thiết kế, xây dựng và vận hành của một dự án [3]. Với một cách tiếp cận khác, BIM là một phương pháp để tối ưu hóa thiết kế, trình tự thi công và vận hành của công trình xây dựng. Ngoài ra, BIM cho phép chủ đầu tư, nhà thầu và các bên liên quan xây dựng một công trình ảo trước rồi mới đến công trình trên thực tế. Bằng cách này, BIM mang đến cho các đơn vị tham gia dự án cái nhìn tổng quan và toàn diện, từ đó đưa ra những giải pháp tối ưu và những quyết định kịp thời. Đồng thời BIM mang đến cho người dùng khả năng quản lý tốt cả số lượng lẫn chất lượng và khả năng trao đổi thông tin tốt hơn [4]. Giải quyết được các vấn đề liên quan ngay ở giai đoạn ban đầu của dự án sẽ giúp các bên đạt được kết quả là tiết kiệm đáng kể về các mặt thời gian, chi phí và năng lượng.

Trong những năm gần đây, BIM đang dần trở thành một trong những lĩnh vực nhận được nhiều sự quan tâm trong ngành xây dựng và đang được đầu tư ứng dụng với sự tham gia ngày càng nhiều của các đơn vị liên quan đến vòng đời dự án. Theo các báo cáo nghiên cứu thị trường của Harvey [5] trong giai đoạn 2009-2014, mức độ ứng dụng BIM đã tăng từ 18 lên 36%. Với sự phát triển nhanh chóng của các phần mềm, phần cứng hỗ trợ và nhân lực về BIM, các đơn vị trong ngành xây dựng đang phát triển rất nhiều ứng dụng cho các giai đoạn trong dự án và nhận thấy nhiều hiệu quả. Ví dụ, Azhar và nhóm tác giả [3] đã chỉ ra rằng, áp dụng BIM trong xây dựng sẽ giúp giảm 7% thời gian thực hiện dự án, tiết kiệm 10% chi phí do phát hiện sớm các xung đột thiết kế, giảm 80% thời gian để lập dự toán xây dựng, và đạt được sai số ước tính chi phí rất nhỏ (khoảng 3%). Rõ ràng, các nước trên thế giới đều xác định BIM là một chiến lược để tăng cường tính cạnh tranh, tăng năng suất thiết kế và thi công, giảm chi phí trong xây dựng và vận hành công trình. Có thể nói BIM được ứng dụng ngày một rộng rãi và là xu thế phát triển của ngành xây dựng trong tương lai [6]. Riêng đối với nhà công nghiệp, Eastman và nhóm tác giả [7] cung cấp thêm một lợi ích khác của BIM, đó là cung cấp các thông tin chính xác về kích thước cấu kiện để gia công và lắp dựng.

Tại Việt Nam, trong thời gian vừa qua, việc nghiên cứu và ứng dụng BIM còn mang tính sơ khai, tương đối rời rạc và chưa có tính hệ thống do nhiều nguyên nhân, cả chủ quan lẫn khách quan. So với sự phát triển BIM trên thế giới, các đơn vị xây dựng ở nước ta vẫn đang trong giai đoạn tự

nghiên cứu ứng dụng và phát triển BIM theo các nhu cầu sử dụng cụ thể của từng đơn vị. Mặc dù còn nhiều khó khăn và thách thức, đến nay, việc ứng dụng BIM trong ngành xây dựng ở Việt Nam đang có những chuyển biến tích cực trên nhiều phương diện và thu hút nhiều sự quan tâm của các tổ chức trên khắp cả nước, từ cơ quan quản lý nhà nước, viện nghiên cứu, đến trường đại học, và nhất là các đơn vị trực tiếp tham gia dự án xây dựng. Nổi bật trong số các nghiên cứu về BIM tại Việt Nam có thể kể đến một số nghiên cứu như: D.T. Dũng [8] nghiên cứu ứng dụng công nghệ 4D CAD trong lập và mô phỏng tiến độ thi công xây dựng; N.V. Đại [9] cũng ứng dụng công nghệ BIM 4D trong lập tiến độ thi công công trình xây dựng; H.V.V. Sĩ và cộng sự [10] ứng dụng BIM vào việc đo bóc khối lượng công trình xây dựng; và T.H.H. Ninh [11] còn ứng dụng BIM vào các công tác quản lý vận hành tòa nhà cao tầng ở TP Hồ Chí Minh.

Mục tiêu, đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Hiện nay việc áp dụng phương thức D&B cho các dự án nhà công nghiệp đang ngày càng phổ biến, và BIM được xác định là sẽ đem lại những lợi ích to lớn cho các dự án xây dựng. Nghiên cứu này nhằm mục tiêu phân tích và đề xuất quy trình áp dụng BIM cho dự án nhà công nghiệp tại TP Hồ Chí Minh. Tuy nhiên, tùy theo đặc điểm riêng của từng doanh nghiệp mà quy trình đó được điều chỉnh sao cho phù hợp nhất. Để làm rõ các đặc điểm chung của quy trình hiện tại, nghiên cứu sẽ tiến hành khảo sát quy trình của hai công ty có thực hiện phương thức D&B cho các dự án nhà công nghiệp tại TP Hồ Chí Minh. Nghiên cứu sử dụng bảng câu hỏi để xác nhận và đánh giá các đặc điểm theo thang đo 5 mức: 1 = “không đồng ý” → 5 = “hoàn toàn đồng ý”. Đối tượng khảo sát là các nhân viên của hai công ty này có tham gia công việc liên quan đến BIM. Ngoài ra, nghiên cứu còn tiến hành phỏng vấn các chuyên gia về BIM để xác định những ưu điểm, nhược điểm, cơ hội và thách thức (SWOT) của quy trình đề xuất. Dựa vào kết quả phân tích, nghiên cứu sẽ đề xuất áp dụng BIM vào các khâu của quy trình D&B để cải tiến hiệu quả thực hiện dự án.

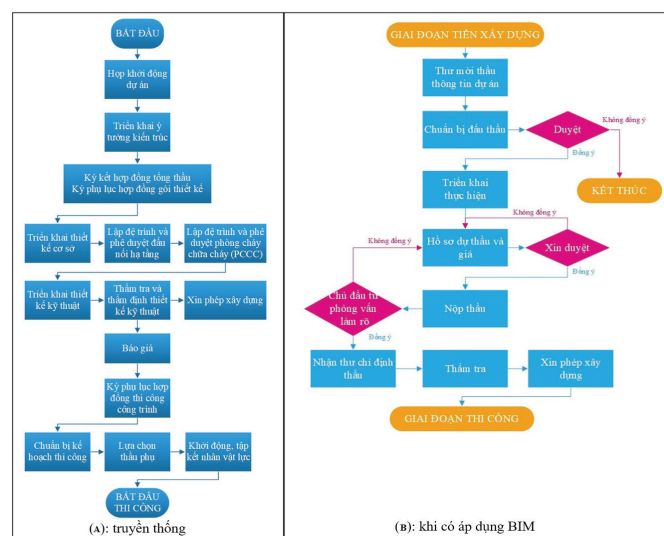
Kết quả chính và diễn giải

Quy trình thực hiện dự án nhà công nghiệp hiện nay ở giai đoạn tiền xây dựng

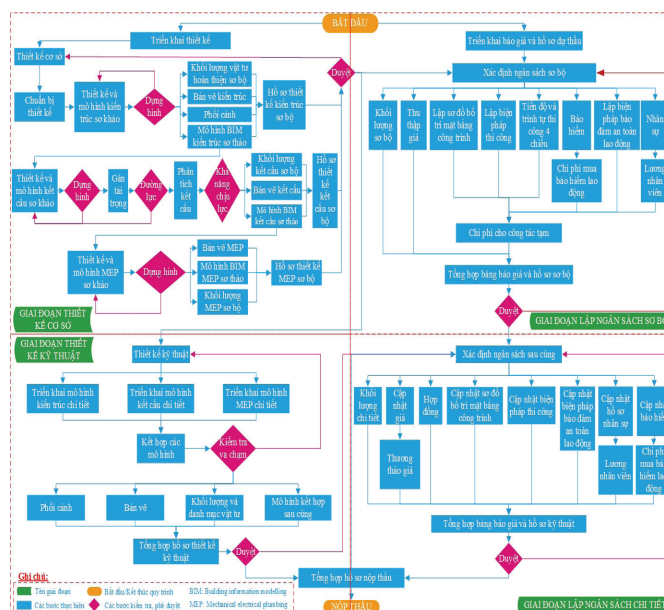
Nghiên cứu tiến hành phân tích điều kiện thực hiện quy trình này tại Công ty Cổ phần Design and Build (địa chỉ: số 59 N2, Đường Vành Đai Đông, Khu dân cư Mega, P Phú Hữu, Q9, TP Hồ Chí Minh, www.D&Bcorp.vn) và Công ty Cổ phần Kỹ thuật Tân Phát Long (địa chỉ: số 13, Đường 34, P An Phú, Q2, TP Hồ Chí Minh, www.tanphatlong.com.vn) có thực hiện thiết kế và xây dựng các công trình về nhà công nghiệp truyền thống tại TP Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận (xem hình 1A).

Quy trình áp dụng BIM vào dự án nhà công nghiệp D&B ở giai đoạn tiền xây dựng

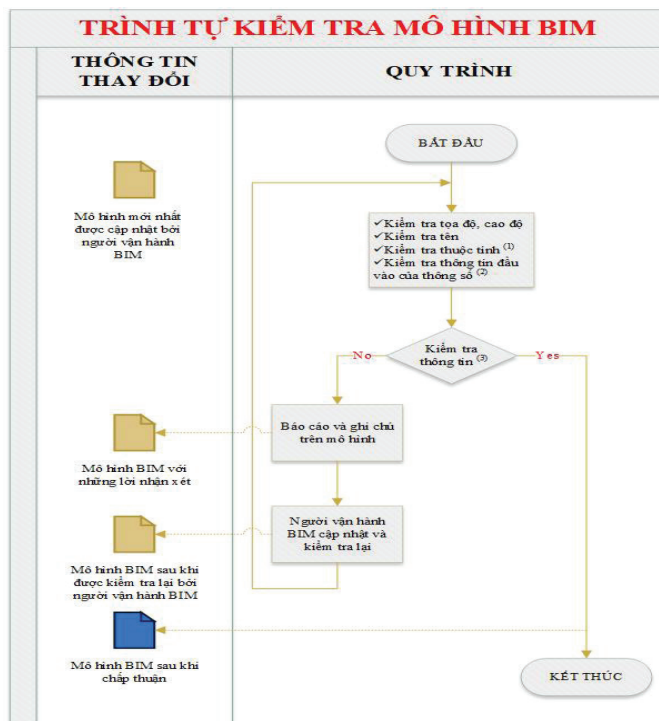
Dựa vào các đặc điểm của quy trình và những lợi ích mà BIM mang lại, nghiên cứu đề xuất các quy trình áp dụng BIM cụ thể cho dự án nhà công nghiệp theo phương thức D&B (gọi tắt là D&B - BIM) (xem hình 1B). Hình 2 thể hiện quy trình chi tiết triển khai thiết kế dự án nhà công nghiệp với BIM được áp dụng ở hầu hết các bước. Hình 3 thể hiện các bước kiểm tra mô hình BIM cho các công tác thiết kế theo phương thức D&B.



Hình 1. Quy trình thực hiện dự án nhà công nghiệp theo phương thức D&B ở giai đoạn tiền xây dựng.



Hình 2. Quy trình áp dụng BIM trong giai đoạn tiền xây dựng cho dự án nhà công nghiệp theo phương thức D&B.



Hình 3. Trình tự kiểm tra mô hình BIM của dự án nhà công nghiệp.

Ghi chú: (1) những thuộc tính cần kiểm tra gồm có: ID code (mã cấu kiện), item (phân loại cấu kiện theo hạng mục), S/A (phân loại cấu kiện theo vật tư kết cấu hay hoàn thiện), sequence (số thứ tự thể hiện trình tự thi công) và những thông tin khác tùy thuộc vào mức độ phức tạp và nhu cầu của dự án; (2) những thông tin đầu vào cần kiểm tra: thông tin về kích thước (dài, rộng, cao, đường kính), thông tin về vật liệu (loại vật liệu, các lớp cấu tạo, màu sắc hiển thị) và thông tin về số lượng; (3) kiểm tra toàn bộ thông tin về tọa độ, cao độ, tên cấu kiện và toàn bộ những thông tin ở mục (1) và (2).

Đánh giá sự cải tiến hiệu quả của quy trình D&B - BIM đề xuất

Sau khi áp dụng quy trình này vào hoạt động thiết kế của hai công ty, nghiên cứu tiến hành điều tra, khảo sát lại mức độ đánh giá của 50 nhân viên. Kết quả thống kê (xem bảng 1) cho thấy các lợi ích được đánh giá cao hơn sau khi sử dụng BIM. Ngoài ra, nghiên cứu cũng tiến hành phân tích điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức (SWOT) của quy trình D&B - BIM này dựa vào kỹ thuật phỏng vấn với 5 chuyên gia là trưởng nhóm, hoặc trưởng/phó phòng thiết kế. Kết quả được tóm tắt trong bảng 2. Kết quả cho thấy các chuyên gia và nhân viên hoạt động trong lĩnh vực BIM của ngành xây dựng nói chung đánh giá cao tính khả thi và thực tiễn mà quy trình D&B - BIM mang lại. Cụ thể, có ba lợi ích được đánh giá rất cao là: giúp ý tưởng thiết kế được dễ hình dung hơn thông qua mô hình BIM 3D, giúp sớm phát hiện ra và chạm giữa các đối tượng và giúp rút ngắn thời gian thực hiện dự án D&B thông qua nhiều công việc được thực hiện gần như đồng thời từ một mô hình.

Bảng 1. Kết quả đánh giá quy trình thực hiện dự án theo D&B - BIM.

STT	Nội dung	Điểm đánh giá					TB	Kết quả
		1	2	3	4	5		
A	Tính trực quan						4,17	Cao
1	Giúp ý tưởng thiết kế được dễ hình dung hơn thông qua mô hình BIM 3D	0	3	5	22	20	4,20	Cao
2	Giúp việc thể hiện trình tự thi công và chi phí thực hiện theo thời gian được thể hiện rõ hơn thông qua BIM 4D	2	4	6	20	18	4,00	Cao
3	Giúp sớm phát hiện ra và chạm giữa các đối tượng	0	2	3	24	21	4,30	Rất cao
B	Tính đồng bộ và kế thừa						3,70	Cao
4	Giúp sự thể hiện cấu kiện ở tất cả các góc nhìn trong mô hình BIM đều đồng bộ với nhau	3	5	9	20	13	3,70	Cao
5	Giúp sản phẩm từ một công cụ trong BIM dễ dàng được chuyển giao cho các công cụ BIM khác	4	4	10	19	13	3,70	Cao
6	Giúp việc thay đổi phương án, vật tư, biện pháp, tiến độ được thực hiện nhanh chóng và đồng bộ	3	6	9	17	15	3,70	Cao
C	Tính phối hợp						3,87	Cao
7	Giúp tăng cường sự phối hợp thực hiện giữa các bộ môn	0	2	5	25	18	4,20	Cao
8	Giúp tăng cường sự phối hợp giữa chủ đầu tư, nhà thiết kế, thi công và cung cấp	3	3	7	20	17	3,90	Cao
9	Giúp tăng cường sự trao đổi giữa sức trẻ và kinh nghiệm	5	6	8	19	12	3,50	Cao
D	Tính hiệu quả						3,90	Cao
10	Giúp so sánh phương án thực hiện dễ dàng	2	6	5	22	15	3,80	Cao
11	Giúp thời gian thực hiện dự án D&B được rút ngắn thông qua nhiều công việc được thực hiện gần như đồng thời từ một mô hình	0	1	4	23	22	4,30	Rất cao
12	Giúp ước tính chi phí đầu tư sớm hơn	1	3	5	23	18	4,10	Cao
13	Giúp việc bóc tách khối lượng diễn ra nhanh chóng, dễ đồng bộ	5	3	7	19	16	3,80	Cao
14	Giúp hạn chế thất thoát thông tin khi chuyển giao cho giai đoạn thi công và vận hành, bảo trì dự án	3	6	6	18	17	3,80	Cao
15	Thời gian và kết quả thực hiện phụ thuộc vào mức độ chi tiết (LOD) của mô hình	6	7	9	21	17	3,60	Cao
E	Chi phí đầu tư						2,34	Thấp
16	Yêu cầu nhiều chi phí đào tạo về BIM	6	22	15	7	0	2,46	Thấp
17	Không yêu cầu chi phí nâng cấp cơ sở hạ tầng và thiết bị để thực hiện BIM	16	22	5	4	3	2,12	Thấp
18	Không yêu cầu chi phí bản quyền các phần mềm BIM	13	17	10	5	5	2,44	Thấp
F	Nhân sự						3,60	Cao
19	Yêu cầu nhân sự có sự hiểu biết nhất định về BIM	6	8	10	15	11	3,30	Trung bình
20	Yêu cầu nhân sự có chuyên môn nhiều hơn và nỗ lực nhiều hơn	5	7	9	18	11	3,50	Cao
21	Yêu cầu nhân viên phải có tinh thần làm việc nhóm nhiều hơn	3	4	5	24	14	3,80	Cao
22	Không yêu cầu đội ngũ nhân sự lớn	3	6	7	16	18	3,80	Cao

Ghi chú: 1,0-1,8: rất thấp, 1,9-2,6: thấp, 2,7-3,4: trung bình, 3,5-4,2: cao, và 4,3-5,0: rất cao.

Bảng 2. Phân tích SWOT của quy trình D&B - BIM.

ĐIỂM MẠNH	ĐIỂM YẾU
✓ Tăng cường tính trực quan thông qua mô hình BIM 3D, phát hiện và chạm và mô phỏng trình tự thi công BIM 4D^(*). ✓ Tăng cường tính đồng bộ giữa các bản vẽ, góc nhìn, thống kê vật tư khi có sự điều chỉnh phương án^(**). ✓ Tăng cường sự kế thừa giữa các công việc thông qua sự chuyển giao giữa các phần mềm^(**). ✓ Tăng cường sự giao tiếp, phối hợp giữa các thành viên trong dự án với nhau, giữa bên trong dự án với bên ngoài dự án, giữa thiết kế với thi công và giữa sức trẻ với kinh nghiệm^(*). ✓ Tăng cường hiệu quả thực hiện dự án thông qua việc so sánh phương án, từ đó lựa chọn phương án tối ưu; rút ngắn thời gian thực hiện dự án D&B, giảm nhân sự thực hiện^(*). ✓ Giảm sự thất thoát thông tin trong quá trình chuyển giao thi công và đưa vào vận hành, sửa chữa^(*).	✓ Tốn nhiều chi phí đầu tư nâng cấp hạ tầng, hệ thống thiết bị, bản quyền phần mềm và đào tạo nhân viên áp dụng quy trình BIM cho dự án D&B^(**). ✓ Khó tuyển dụng nhân sự vừa có chuyên môn, kinh nghiệm lâu năm và hiểu biết nhất định về BIM^(*). ✓ Mất nhiều thời gian để đào tạo nhân sự có khả năng thực hiện dự án D&B - BIM^(**).
CƠ HỘI	THÁCH THỨC
✓ Tiềm năng về các dự án nhà công nghiệp còn rất lớn, nhất là các khu công nghiệp tại TP Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận^(**). ✓ Cung cấp thêm các dịch vụ về BIM^(*). ✓ Triển khai BIM sớm để đạt được lợi thế cạnh tranh^(**). ✓ Giành thêm nhiều dự án mới từ những khách hàng có thể yêu cầu hoặc quan tâm đến BIM^(*). ✓ Những chính sách, quy định về BIM đang được Chính phủ từng bước yêu cầu áp dụng^(*).	✓ Duy trì nguồn nhân lực sau khi đào tạo về quy trình D&B - BIM^(**). ✓ Duy trì lợi thế cạnh tranh^(*). ✓ Tiếp cận những ứng dụng mới của BIM và mô phỏng những công nghệ mới trong lĩnh vực xây dựng^(**). ✓ Bảo mật thông tin^(*).

Ghi chú: (*) được xác thực bởi 2 chuyên gia, và (**) từ 3 chuyên gia trở lên.

Kết luận và kiến nghị

Áp dụng BIM trong ngành công nghiệp xây dựng mang lại rất nhiều lợi ích và cơ hội cho tất cả các đơn vị tham gia vào dự án. Đã có nhiều nghiên cứu chỉ ra mức độ và loại công việc nên áp dụng BIM vào dự án xây dựng. Tuy nhiên, quy trình áp dụng mô hình này như thế nào trong giai đoạn tiền xây dựng đối với dự án thực hiện theo hình thức D&B vẫn chưa được làm rõ. Dựa vào khảo sát và đánh giá với các nhân viên làm việc liên quan đến BIM, nghiên cứu này kết luận rằng việc áp dụng BIM mang lại rất nhiều lợi ích trong giai đoạn thiết kế, đấu thầu và lập biện pháp quản lý và tổ chức thi công, sản xuất cho dự án nhà công nghiệp. Ngoài ra, việc áp dụng BIM được đánh giá là gặp rất nhiều khó khăn và thách thức do ba yếu tố chính gây ra: (1) con người, (2) cơ sở vật chất và công nghệ, (3) quy trình thực hiện và hệ thống đánh giá về BIM. Dựa vào nhận định của các chuyên gia thông qua phỏng vấn, nghiên cứu đã đề xuất quy trình áp dụng BIM cho dự án nhà công nghiệp thực hiện theo hình thức D&B ở giai đoạn tiền xây dựng. Cuối cùng, nghiên cứu này cũng chỉ ra những ưu điểm, nhược điểm, cơ hội, và rủi ro thông qua phân tích SWOT khi áp dụng quy

trình này. So với phương thức D&B truyền thống, phương thức D&B - BIM có nhiều lợi ích hơn.

Với những giới hạn về thời gian cũng như nhân lực thực hiện khảo sát, nghiên cứu chỉ mới thực hiện khảo sát với số lượng nhỏ các đơn vị có áp dụng BIM vào giai đoạn tiền xây dựng. Việc liên hệ với các đơn vị áp dụng BIM còn gặp nhiều khó khăn vì nhiều lý do về bảo mật thông tin và khó khăn trong việc sắp xếp thời gian thực hiện phỏng vấn các chuyên gia và các cá nhân có chức vụ cao. Trong những bước triển khai tiếp theo, nghiên cứu cần áp dụng thêm các phương án thu thập dữ liệu khác nhằm nâng cao tỷ lệ các đối tượng tham gia khảo sát hiệu quả hơn. Các quy trình xây dựng mô hình BIM vào các dự án D&B mới dừng lại ở mức độ ý tưởng và tổng quan. Các quy trình này cần được phát triển với các mức độ ứng dụng chi tiết hơn và phân chia cho nhiều đối tượng tham gia vào dự án xây dựng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] B. Hardin, D. McCool (2015), *BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows*, Wiley, 2nd Edition, pp.47-56.
- [2] Autodesk (2020), *What is BIM*, <https://www.autodesk.com/solutions/bim>.
- [3] S. Azhar, M. Hein, B. Sketo (2013), "Building information modeling (BIM): benefits, risks and challenges for the AEC industry", *Leadership and Management in Engineering*, **11**(3), pp.241-252.
- [4] N.H.P.B. Olsen, L.S. Kærgaard, D.W. Pape (2015), *A practical guide to BIM in construction and infrastructure projects*, MT Hojgaard, p.87.
- [5] M. Harvey (2014), *Business value of BIM in Europe*, McGraw_Hill Construction, pp.4-8.
- [6] N.V. Hùng, T.H. Mai, T.N. Bình, L.T.H. Ân (2014), "Tổng hợp kinh nghiệm áp dụng BIM trên thế giới và hiện trạng áp dụng BIM trong ngành xây dựng Việt Nam", *Vietnam BIM Network*, <https://vietnambim.net/bim/bim-co-ban/tong-hop-kinh-nghiem-ap-dung-bim-tren-the-gioi-va-hien-trang-ap-dung-bim-trong-nganh-xay-dung-viet-nam.html>.
- [7] C.M. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, K. Liston (2008), *A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*, Wiley, 2nd Ed., p.43.
- [8] D.T. Dũng (2009), *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ 4D CAD trong lập và mô phỏng tiến độ thi công xây dựng*, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Bách khoa TP Hồ Chí Minh, tr.12.
- [9] N.V. Đại (2015), *Ứng dụng công nghệ BIM 4D trong lập tiến độ thi công công trình xây dựng*, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, tr.31.
- [10] H.V.V. Sĩ, H.N. Đức, V.D. Thắng, N.T.B. Thùy (2016), "Ứng dụng mô hình thông tin xây dựng (BIM) vào việc đo bóc khối lượng công trình xây dựng", *Tạp chí Khoa học & Công nghệ*, **4**(17), tr.68-74.
- [11] T.H.H. Ninh (2016), *Ứng dụng mô hình thông tin BIM vào các công tác quản lý vận hành tòa nhà cao tầng ở TP Hồ Chí Minh*, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Bách khoa TP Hồ Chí Minh, tr.22.

Nghiên cứu ảnh hưởng của tốc độ gió dàn ngưng đến hiệu quả năng lượng máy lạnh chiller

Phan Thị Thu Hương¹, Hoàng Mai Hồng², Lại Ngọc Anh^{1*}

¹Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

²Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Nam Định

Ngày nhận bài 23/3/2020; ngày chuyển phản biện 27/3/2020; ngày nhận phản biện 29/4/2020; ngày chấp nhận đăng 11/5/2020

Tóm tắt:

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo máy làm lạnh nước, nghiên cứu ảnh hưởng của tốc độ gió vào dàn ngưng đến áp suất ngưng tụ và hiệu quả biến đổi năng lượng của chu trình. Hiệu quả biến đổi năng lượng của máy làm lạnh nước sử dụng môi chất R134a làm việc ở nhiệt độ ngưng tụ 47,35°C và nhiệt độ vào bình bay hơi 4,17°C là 2,41. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm cho thấy, tốc độ gió qua dàn có ảnh hưởng đáng kể đến quá trình trao đổi nhiệt ở dàn ngưng. Khi tốc độ gió vào dàn ngưng tăng, áp suất ngưng tụ giảm, độ quá lạnh của môi chất tăng và hiệu quả biến đổi năng lượng COP tăng. Ví dụ, khi tốc độ gió bằng 0,6 m/s, hiệu quả biến đổi năng lượng COP của chu trình là 2,23. Khi nâng tốc độ gió lên 1 m/s, tương đương 67%, hiệu quả biến đổi năng lượng của chu trình tăng lên 8,8% so với trường hợp ban đầu và đạt giá trị bằng 2,43.

Từ khóa: độ không đảm bảo, hiệu quả biến đổi năng lượng COP, máy làm lạnh nước (chiller), thiết bị thí nghiệm, tốc độ gió.

Chỉ số phân loại: 2.3

A study on the effect of fan operating conditions on the performance of an experimental air-cooled chiller

Thi Thu Huong Phan¹, Mai Hong Hoang², Ngoc Anh Lai^{1*}

¹Hanoi University of Science and Technology

²Nam Dinh University of Technology Education

Received 23 March 2020; accepted 11 May 2020

Abstract:

This paper presents the research results on manufacturing water chiller and studies the effect of fan operating conditions on the performance of a design and erection of an experimental air-cooled chiller. The coefficient of performance (COP) of the air-cooled chiller operating at a condensation temperature of 47.35°C and the inlet evaporation temperature of 4.17°C is 2.41. The results show that the air velocity entering the condenser has a significant effect on heat transfer. When the air velocity increases, the subcooled temperature, and the COP increases whilst the condensation pressure decreases. For example, when the air velocity through the condenser is 0.6 m/s, the COP is 2.23. When the air velocity is 1 m/s, about 67% increment, the COP increases 8.8% and reaches a value of 2.43.

Keywords: air-cooled chiller, air velocity, coefficient of performance COP, experimental set-up, uncertainty.

Classification number: 2.3

Đặt vấn đề

Theo thống kê, dân số của Việt Nam và thế giới hiện nay tương ứng là 96 và 7.700 triệu người [1]. Tốc độ tăng dân số hiện nay vẫn được duy trì. Cùng với sự phát triển của dân số, của kinh tế, nhu cầu sử dụng máy nước nóng/lạnh và máy điều hòa không khí

của người dân cũng ngày càng tăng. Trong khi đó, theo các tài liệu công bố, tiêu thụ năng lượng của hệ thống điều hòa không khí trong các tòa nhà chiếm tới 40% tổng năng lượng tiêu thụ của tòa nhà đó nói riêng và chiếm tới 20% tổng năng lượng tiêu thụ nói chung [2]. Các hệ thống điều hòa không khí hiện nay chủ yếu sử

*Tác giả liên hệ: Email: anhnogoclai@yahoo.com

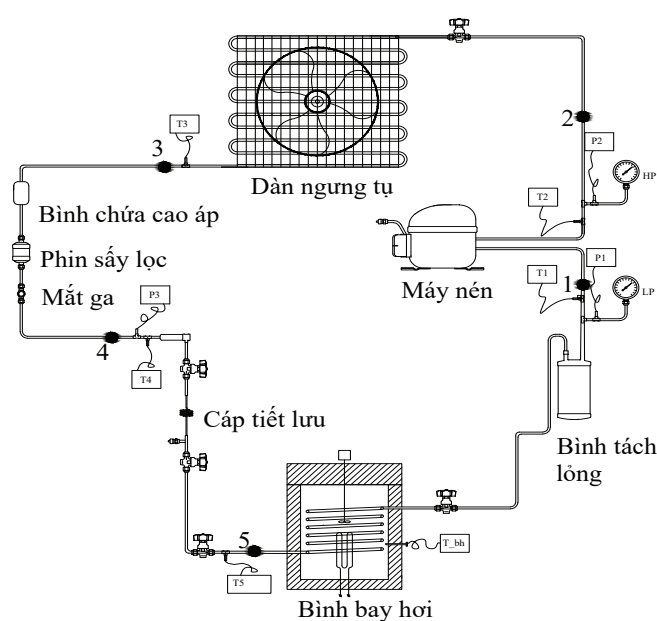
dụng chu trình máy lạnh nén hơi. Chu trình này được áp dụng phổ biến vì tính ổn định và tuổi thọ cao, hiệu quả năng lượng hợp lý, và dễ dàng điều khiển. Vì vậy tiêu thụ năng lượng và vấn đề sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả cho các hệ thống điều hòa không khí ngày càng được quan tâm. Để có giải pháp tư vấn và khuyến cáo phù hợp, việc nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm các chu trình, thiết bị lạnh sử dụng chu trình máy lạnh nén hơi là cần thiết.

Hiệu quả năng lượng của một hệ thống máy lạnh được đánh giá thông qua hiệu suất năng lượng COP của hệ thống. Vì vậy, cần phải có các nghiên cứu vận hành hệ thống máy lạnh ở hiệu suất COP tối ưu. Đã có nhiều công trình nghiên cứu các điều kiện làm việc tối ưu của hệ thống máy lạnh nước bằng mô phỏng các thành phần của hệ thống với các đặc tính riêng và sử dụng các thuật toán tìm ra các chế độ chạy tối ưu đồng thời các thành phần [3]. Hầu hết các nghiên cứu này đều có thể điều khiển tối ưu hệ thống lạnh [4, 5]. Tuy nhiên các phương pháp này khá phức tạp và quy trình thực hiện trong các dự án kỹ thuật tương đối cồng kềnh. Với các nghiên cứu có tính khả thi thì chưa được đánh giá trên các hệ thống máy lạnh thực mà chỉ được thử nghiệm trên nền tảng mô phỏng. Các nghiên cứu trên hệ thống làm lạnh nước thực còn rất hạn chế. Vì vậy, để đóng góp một phần vào việc nghiên cứu ảnh hưởng của các thành phần của hệ thống máy lạnh nước chiller đến hiệu quả năng lượng, nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu chế tạo và thử nghiệm hệ thống thiết bị thí nghiệm làm lạnh nước giải nhiệt gió. Trong hệ thống này, lưu lượng gió có thể thay đổi được để nghiên cứu ảnh hưởng của tốc độ gió đến hiệu quả năng lượng máy lạnh chiller. Theo hiểu biết của nhóm tác giả, môi chất R134a đã được sử dụng phổ biến hiện nay trong các thiết bị lạnh và các thông số nhiệt động chính xác, tin cậy đã có. Ngoài ra, nguồn cung cho môi chất này trong nước cũng rất dồi dào. Vì vậy, trong giai đoạn thử nghiệm nghiên cứu đánh giá mô hình, nhóm tác giả lựa chọn môi chất R134a sử dụng trong nghiên cứu này trước khi thử nghiệm với các loại môi chất lạnh tiềm năng khác.

Thiết bị thí nghiệm

Thiết bị thí nghiệm

Sơ đồ nguyên lý hoạt động của thiết bị thí nghiệm được mô tả ở hình 1. Nhiệt độ và áp suất của môi chất vào máy nén được đo bằng cảm biến nhiệt độ T1 và cảm biến áp suất P1. Khi ra khỏi máy nén, nhiệt độ và áp suất của môi chất được đo bằng các cảm biến nhiệt độ T2 và áp suất P2. Như vậy, trạng thái của môi chất vào và ra khỏi máy nén hoàn toàn có thể xác định được thông qua các bộ số liệu thí nghiệm về nhiệt độ và áp suất thu được. Khi vừa ra khỏi dàn ngưng tụ, nhiệt độ của môi chất được đo bằng cảm biến nhiệt độ T3. Môi chất sau khi đi qua bình chứa cao áp, phin sấy lọc sẽ đi vào tiết lưu. Tại đây, nhiệt độ và áp suất của môi chất được xác định thông qua cảm biến nhiệt độ T4 và cảm biến áp suất P3. Nhiệt độ của môi chất sau tiết lưu mao dẫn được xác định bằng cảm biến nhiệt độ T5. Nhiệt độ của nước lạnh trong bình bay hơi được xác định bằng cảm biến nhiệt độ T_{bh}. Thông số kỹ thuật của các thiết bị chính là máy nén, dàn ngưng tụ, tiết lưu mao dẫn và bình bay hơi được trình bày ở bảng 1.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý và bố trí thiết bị đo.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của các thiết bị chính.

Thiết bị	Thông số kỹ thuật
Máy nén	Máy nén piston kín, 1 pha Thể tích xy lanh: 8,37 cm ³
Dàn ngưng	Dàn đồng cánh nhôm Diện tích trao đổi nhiệt: 3,4 m ² Công suất quạt: 40 W Lưu lượng gió: 500 m ³ /h
Ống mao	Vật liệu: ống đồng Đường kính: 0,5-1,0 mm
Bình bay hơi	1. Vỏ bình: Inox 304 2. Ống xoắn ruột gà bên trong

Cơ sở tính toán

Từ nhiệt độ và áp suất đo được trên hệ thống thiết bị thí nghiệm, ta có thể xác định được entanpi của môi chất vào máy nén h_1 , entanpi của môi chất rời máy nén h_2 và entanpy của môi chất vào tiết lưu h_3 . Giả thiết bỏ qua tổn thất áp suất và tổn thất nhiệt trên đường ống và các thiết bị phụ, các đại lượng đặc trưng của chu trình có thể được tính theo các tài liệu [6] và [7] như sau:

Công nén riêng thực của máy nén là công của chu trình l_o được xác định theo công thức (1):

$$l_o = h_1 - h_2, \text{ kJ/kg} \quad (1)$$

Trong đó, h_1 và h_2 là entanpi của môi chất trước và sau máy. Giá trị của entanpi được xác định bằng phần mềm Theproper [8] thông qua nhiệt độ và áp suất thực nghiệm.

Năng suất nhiệt riêng của dàn ngưng tụ q_k được xác định theo công thức (2):

$$q_k = h_3 - h_2, \text{ kJ/kg} \quad (2)$$

Năng suất nhiệt riêng của bình bay hơi q_0 được xác định theo công thức (3):

$$q_0 = h_1 - h_3, \text{ kJ/kg} \quad (3)$$

Hiệu quả biến đổi năng lượng (còn được gọi là hệ số COP hoặc hệ số lạnh ε) của hệ thống lạnh được xác định theo công thức (4):

$$\text{COP} = q_0 / l_0 \quad (4)$$

Đánh giá thiết bị đo

Trong hệ thống thiết bị thí nghiệm, thiết bị đo và thu nhận số liệu có vai trò quan trọng và quyết định đến độ chính xác, tin cậy của kết quả thí nghiệm. Vì vậy, các thiết bị đo cần được hiệu chuẩn để đảm bảo độ tin cậy của kết quả đo và kết quả tính toán.

Hệ thống thiết bị đo được sử dụng trong nghiên cứu này gồm có bộ thu thập dữ liệu đa kênh và các cảm biến nhiệt độ, áp suất. Các tín hiệu thu được từ các cảm biến nhiệt độ và áp suất là các điện áp 1 chiều. Do bộ thu nhận và chuyển đổi dữ liệu có ảnh hưởng đến độ chính xác nên đã sử dụng bộ thu nhận dữ liệu điện áp có sai số chuyển mạch và sai số của bộ chuyển đổi tín hiệu rất nhỏ (bảng 2).

Bảng 2. Thông số kỹ thuật của bộ thu nhận số liệu.

Thông số đo	Dải đo	Độ không đảm bảo (% của giá trị đọc + % giá trị của dải đo)
Điện áp 1 chiều	100 mV	0,0050+0,0040
	1 V	0,0040+0,0007
	10 V	0,0035+0,0005

Tất cả các đầu đo nhiệt độ được hiệu chuẩn trong dải nhiệt độ từ -40°C đến 120°C bằng các thiết bị hiệu chuẩn chuyên dụng của phòng hiệu chuẩn quốc gia. Khi tiến hành hiệu chuẩn, các cặp nhiệt độ được kết nối với bộ thu nhận dữ liệu ở trên. Nhiệt độ thu được từ hệ thống thiết bị đo nêu trên được so sánh, đánh giá và hiệu chuẩn với nhiệt độ chuẩn. Sau khi hiệu chuẩn đã tiến hành đánh giá độ không đảm bảo theo tiêu chuẩn TCVN 9595-3:2013 [9]. Kết quả hiệu chuẩn cho thấy độ không đảm bảo mở rộng, với độ tin cậy 95%, lớn nhất của các đầu đo nhiệt độ môi chất là $U_{95}=0,12^\circ\text{C}$.

Tương tự như hiệu chuẩn nhiệt độ, các cảm biến áp suất cũng được kết nối với bộ thu nhận dữ liệu nêu trên để chuyển đổi và hiển thị kết quả đo trên máy tính. Đầu cảm biến được kết nối liên thông vào môi trường áp suất mẫu cùng với các đầu cảm biến dùng để hiệu chuẩn của phòng hiệu chuẩn quốc gia. Sau khi hiệu chuẩn, độ không đảm bảo mở rộng U_{95} đối với các giá trị áp suất đo được thông qua bộ thu nhận dữ liệu đa kênh tối đa là 0,4%, tương đương 1,4 kPa.

Thực nghiệm và đánh giá

Sau khi thiết kế chế tạo và hiệu chuẩn các thiết bị đo, thiết bị thí nghiệm làm lạnh nước đã được đưa vào nghiên cứu. Với hệ thống thiết bị thí nghiệm này, chỉ cần nạp môi chất và dầu bôi trơn phù hợp là có thể tiến hành thí nghiệm đánh giá hiệu quả biến đổi năng lượng và đặc tính của hệ thống làm lạnh nước sử dụng loại môi chất cụ thể nào đó. Trong nghiên cứu này, môi chất R134a

được sử dụng vì nó đã được sử dụng phổ biến trong các thiết bị lạnh và các thông số nhiệt động chính xác, tin cậy đã có. Ngoài ra, nguồn cung môi chất này trong nước cũng rất dồi dào.

Sau khi nạp môi chất R134a vào hệ thống, đã tiến hành thí nghiệm xác định các đại lượng đặc trưng của môi chất ở các điểm, các vị trí đặc trưng của hệ thống thiết bị thí nghiệm. Các đại lượng đặc trưng thu được từ hệ thống thiết bị được trình bày ở trên và từ phần mềm Theproper [8] được trình bày ở bảng 3. Nhiệt độ thu được từ điểm 1 và điểm 5 cho thấy đã có sự suy giảm nhiệt độ của môi chất vào thiết bị bay hơi và rời khỏi thiết bị bay hơi. Nguyên nhân của sự thay đổi này là do tổn thất áp suất qua thiết bị bay hơi. Áp suất bão hòa ra của môi chất ở trạng thái hơi bão hòa khô trong thiết bị bay hơi nhỏ hơn áp suất bão hòa của môi chất vào thiết bị bay hơi nên nhiệt độ của môi chất rời khỏi thiết bị bay hơi nhỏ hơn nhiệt độ của môi chất vào thiết bị bay hơi. Hiệu quả biến đổi năng lượng của chu trình thiết bị làm lạnh nước sử dụng môi chất R134a làm việc ở nhiệt độ ngưng tụ $47,35^\circ\text{C}$ và nhiệt độ vào thiết bị bay hơi bằng $4,17^\circ\text{C}$ được tính theo công thức (4) là 2,41.

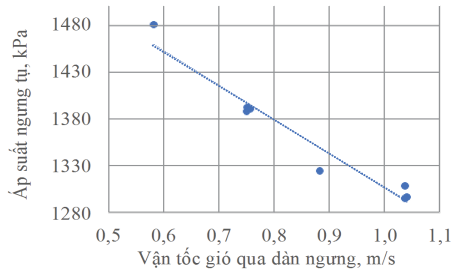
Bảng 3. Thông số nhiệt động tại các điểm đặc trưng.

Thông số	Đơn vị	Điểm 1	Điểm 2	Điểm 3	Điểm 4	Điểm 5	Nước lạnh
Nhiệt độ	°C	1,40	78,26	47,35	46,66	4,17	6,81
Áp suất	kPa	289	1339		1260		
Entanpi	kJ/kg	400	455,5		266,5		

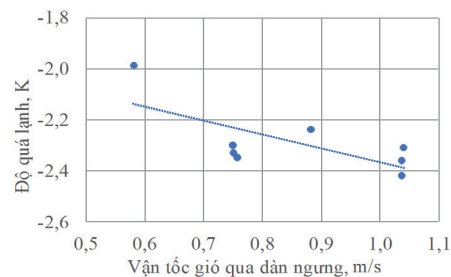
Trong thực tế sử dụng, nhiệt độ không khí vào dàn nóng hoàn toàn phụ thuộc vào điều kiện môi trường và không thể can thiệp. Nhiệt độ nước lạnh phụ thuộc vào yêu cầu và quá trình công nghệ. Do đó, trong nhiều trường hợp không thể can thiệp. Vì vậy, việc nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của quá trình trao đổi nhiệt ở dàn ngưng, thông qua chế độ quạt gió ở dàn, đến hiệu quả biến đổi năng lượng của chu trình là khả thi và phù hợp với thực tế.

Trong quá trình sử dụng, khi bị bám bẩn hoặc khi tốc độ gió bị suy giảm, hệ số truyền nhiệt giữa không khí và môi chất sẽ giảm. Điều này làm ảnh hưởng đến hiệu quả biến đổi năng lượng của chu trình. Ở nghiên cứu này, quan hệ giữa tốc độ gió vào dàn ngưng và hiệu quả biến đổi năng lượng của chu trình được nghiên cứu, khảo sát. Hình 2 và 3 biểu diễn sự thay đổi của áp suất ngưng tụ và độ quá lạnh của môi chất khi tốc độ gió thực tế thay đổi trong điều kiện nhiệt độ nước lạnh ở bình bay hơi được giữ không đổi. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi tăng cường trao đổi nhiệt bằng cách tăng tốc độ gió qua dàn, cả áp suất ngưng tụ và độ quá lạnh của môi chất đều giảm. Điều này có thể giúp tăng hiệu quả biến đổi năng lượng của chu trình. Vì không thể xác định chính xác tiết diện thông thủy ở dàn ngưng và không thể đo được tốc độ gió trên bề mặt trao đổi nhiệt ở dàn ngưng tụ nên trong nghiên cứu này, tốc độ gió được xác định tại vị trí vào dàn ngưng và nằm trong dải từ 0,58 đến 1,04 m/s. Vì tiết diện kênh gió bằng $0,0875 \text{ m}^2$ nên lưu lượng gió qua dàn ngưng tương ứng nằm trong khoảng từ $0,051 \text{ m}^3/\text{s}$ đến $0,091 \text{ m}^3/\text{s}$. Quạt gió tiêu chuẩn đi theo dàn ngưng tụ có lưu lượng tối đa bằng $500 \text{ m}^3/\text{h} = 0,14 \text{ m}^3/\text{s}$. Tuy nhiên do trở lực của dàn và hệ thống ống dẫn khí nên lưu lượng không khí qua dàn ngưng thực tế phải nhỏ hơn $0,14 \text{ m}^3/\text{s}$. Máy nén được sử dụng trong nghiên cứu này có công suất bằng 0,27 HP. Do đó, với lưu lượng nằm trong dải

0,051 m³/s đến 0,091 m³/s thì ta có lưu lượng không khí vào thiết bị giải nhiệt trên 1 đơn vị công suất bằng 11,3 m³/phút/HP đến 20,2 m³/phút/HP. Dải lưu lượng này hoàn toàn phù hợp với lưu lượng không khí qua dàn ngưng tụ ở chiller giải nhiệt gió tiêu chuẩn bằng 20 m³/phút/HP [10].



Hình 2. Quan hệ giữa áp suất ngưng tụ của môi chất và tốc độ gió giải nhiệt đi vào thiết bị ngưng tụ.

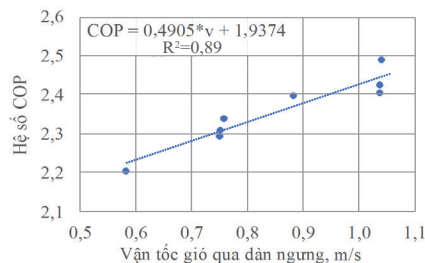


Hình 3. Quan hệ giữa độ quá lạnh của môi chất sau dàn ngưng và tốc độ gió giải nhiệt đi vào thiết bị ngưng tụ.

Hình 4 biểu diễn quan hệ giữa tốc độ gió vào dàn ngưng (v) và hiệu quả biến đổi năng lượng của chu trình. Quan hệ giữa hiệu quả biến đổi năng lượng của chu trình lạnh và tốc độ gió vào dàn ngưng tụ được thể hiện qua công thức (5) với hệ số tương quan $R^2=0,89$. Giá trị của hệ số tương quan cho thấy mô hình hồi quy biểu diễn quan hệ giữa hiệu quả biến đổi năng lượng của chu trình và tốc độ gió vào dàn ngưng là phù hợp. Giá trị này cũng cho thấy hiệu quả biến đổi năng lượng của chu trình và tốc độ gió có sự tương quan, có mối liên hệ cao.

$$COP = 0,4905 \cdot v + 1,9374 \quad (5)$$

Khi tốc độ gió bằng 0,6 m/s, hiệu quả biến đổi năng lượng COP của chu trình là 2,23. Khi nâng tốc độ gió lên 1 m/s, tương đương 67%, hiệu quả biến đổi năng lượng của chu trình tăng 8,8% so với trường hợp ban đầu và đạt giá trị bằng 2,43.



Hình 4. Quan hệ giữa vận tốc gió vào dàn ngưng và hiệu quả biến đổi năng lượng của chu trình.

Kết luận

Hệ thống thiết bị thí nghiệm được chế tạo và thử nghiệm đã tích hợp các thiết bị đo để xác định các thông số nhiệt động của môi chất ở các điểm đặc trưng. Các thiết bị đo đã được hiệu chuẩn bằng các thiết bị kiểm chuẩn chuyên dụng của phòng thí nghiệm kiểm chuẩn quốc gia và có độ không đảm bảo của thiết bị đo nhiệt độ môi chất với độ tin cậy 95% là 0,12°C. Độ không đảm bảo của thiết bị đo áp suất có độ tin cậy 95% là 0,4%.

Hiệu quả biến đổi năng lượng của chu trình thiết bị thí nghiệm làm lạnh nước sử dụng môi chất R134a làm việc ở nhiệt độ ngưng tụ 47,35°C và nhiệt độ vào thiết bị bay hơi bằng 4,17°C là 2,41.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, tốc độ gió vào dàn ngưng có ảnh hưởng đến áp suất ngưng tụ và độ quá lạnh của môi chất. Khi tốc độ gió qua dàn tăng, độ quá lạnh tăng và áp suất ngưng tụ của môi chất giảm. Sự thay đổi áp suất ngưng tụ và độ quá lạnh của môi chất sau dàn ngưng đã làm tăng hiệu quả biến đổi năng lượng COP của chu trình.

Thực tế, khi tăng tốc độ gió vào dàn ngưng, năng lượng tiêu thụ cho dàn ngưng sẽ tăng, điều này kéo hiệu quả biến đổi năng lượng của hệ thống giảm. Quy luật này ngược với quy luật tăng hệ số hiệu quả của chu trình. Vì vậy, khả năng sẽ xuất hiện điểm tối ưu mà ở đó có hiệu suất biến đổi năng lượng của hệ thống đạt cao nhất. Vấn đề này sẽ được nghiên cứu và trao đổi trong bài báo tiếp theo.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ một phần bởi Quỹ phát triển khoa học và công nghệ quốc gia (NAFOSTED) thông qua đề tài mã số 107.03-2016.10. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] The WorldBank, https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=VN&name_desc=true.
- [2] L. Pérez-Lombard, J. Ortiz, C. Pout (2008), "A review on buildings energy consumption information", *Energy and Buildings*, **40**, pp.394-398.
- [3] F.W. Yu, W.T. Ho, K.T. Chan, R.K.Y. Sit (2017), "Critique of operating variables importance on chiller energy performance using random forest", *Energy and Buildings*, **139**, pp.653-664.
- [4] Z. Ma, S. Wang (2009), "An optimal control strategy for complex building central chilled water systems for practical and real-time applications", *Building and Environment*, **44**, pp.1188-1198.
- [5] S. Wang, D.-C. Gao, Y. Sun, F. Xiao (2013), "An online adaptive optimal control strategy for complex building chilled water systems involving intermediate heat exchangers", *Applied Thermal Engineering*, **50**, pp.614-628.
- [6] N.Đ. Lợi (2005), *Hướng dẫn thiết kế hệ thống lạnh*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [7] L.N. Anh (2018), *Giáo trình Nhiệt động kỹ thuật*, Nhà xuất bản Giáo dục.
- [8] L.N. Anh (2011), "THEPROPER 1.10.02: Thermodynamic properties of fluids for science and engineering, version 1.10.02", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, **84**, tr.80-84.
- [9] Bộ Khoa học và Công nghệ (2013), *TCVN 9595-3:2013 Độ không đảm bảo đo, Phần 3: Hướng dẫn trình bày độ không đảm bảo đo*.
- [10] N.Đ. Lợi (2005), *Sửa chữa máy lạnh và điều hoà không khí*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.

Nghiên cứu ảnh hưởng của tính chất nguyên liệu đến hiệu quả tăng propylen của phụ gia ZSM-5 trong quá trình xúc tác cracking tầng sôi

Vũ Xuân Hoàn^{1*}, Ngô Thúy Phượng¹, Nguyễn Thanh Sang¹, Đặng Thanh Tùng¹,
Vũ Duy Hùng², Đinh Đức Mạnh³, Đặng Hải Anh⁴

¹Viện Dầu khí Việt Nam

²Công ty CP lọc hóa dầu Bình Sơn

³Tập đoàn Dầu khí Việt Nam

⁴Bộ Công Thương

Ngày nhận bài 2/3/2020; ngày chuyển phản biện 5/3/2020; ngày nhận phản biện 2/4/2020; ngày chấp nhận đăng 10/4/2020

Tóm tắt:

Bài báo trình bày kết quả mô phỏng, đánh giá ảnh hưởng của tính chất nguyên liệu đến hiệu quả tăng propylen của phụ gia ZSM-5 cho phân xưởng RFCC (Residue Fluid Catalytic Cracking) của Nhà máy lọc dầu (NMLD) Dung Quất bằng phần mềm mô phỏng FCC-SIM. Kết quả cho thấy, hiệu quả sử dụng phụ gia ZSM-5 cao hơn trên mẫu nguyên liệu nhẹ, giàu paraffin so với mẫu nguyên liệu nặng, giàu aromatic xét trên khía cạnh tăng hiệu suất propylen đồng thời với duy trì hiệu suất xăng cao. Tuy nhiên, mẫu nguyên liệu nặng, giàu aromatic sẽ cho xăng có trị số octan cao hơn so với mẫu nguyên liệu nhẹ, giàu paraffin khi sử dụng phụ gia ZSM-5. Do đó, tùy theo yêu cầu của thị trường, Nhà máy có thể lựa chọn loại nguyên liệu có tính chất phù hợp để tối đa hóa hiệu quả sử dụng phụ gia ZSM-5.

Từ khóa: FCC, nhiên liệu, propylen, ZSM-5.

Chỉ số phân loại: 2.4

Đặt vấn đề

Cracking xúc tác tầng sôi (Fluid Catalytic Cracking - FCC) là một quá trình quan trọng trong lọc dầu nhằm chuyển hóa phân đoạn cặn nặng, nhiệt độ sôi cao (>360°C) thành các sản phẩm có giá trị kinh tế như nhiên liệu cho giao thông vận tải và olefin nhẹ, chủ yếu là propylen làm nguyên liệu cho tổng hợp polyme. Theo thống kê năm 2014, thế giới có khoảng hơn 300 phân xưởng FCC đang hoạt động với công suất trên 5,6 triệu thùng/ngày, cung cấp phần lớn sản lượng xăng cũng như một phần quan trọng propylen cho công nghiệp hóa dầu [1].

Xúc tác cracking (xúc tác FCC) đóng vai trò quyết định đến hiệu quả hoạt động của phân xưởng FCC. Zeolite mao quản lớn Y (0,74 nm) ở dạng siêu bền (khử nhôm) USY hoặc trao đổi với đất hiếm như REY, REUSY là thành phần quan trọng nhất của xúc tác FCC, chiếm từ 10-50% khối lượng xúc tác và quyết định chính đến khả năng cracking của xúc tác cũng như hiệu suất sản phẩm xăng và khí [1, 2]. Để tăng hiệu suất propylen, zeolite mao quản trung bình ZSM-5 được bổ sung dưới dạng phụ gia ZSM-5 [2, 3]. Với kích thước mao quản đồng đều trong khoảng 0,52-0,56 nm, ZSM-5 sẽ dễ dàng chọn lọc các olefin mạch thẳng trong phân đoạn xăng (C_5 - C_{10}) thành các olefin nhẹ (C_2 - C_4). Đồng thời, quá trình này sẽ làm tăng hàm lượng aromatic trong xăng do một phần olefin

trong xăng bị chuyển hóa thành sản phẩm khí. Kết quả thu được là hàm lượng olefin nhẹ trong sản phẩm khí có thành phần chủ yếu là propylen và trị số octan của xăng sẽ được tăng lên đáng kể [3-5].

Hiệu quả tăng propylen của phụ gia ZSM-5 phụ thuộc khá nhiều yếu tố, đặc biệt là tính chất nguyên liệu. Thông thường nguyên liệu nhẹ, giàu paraffin sẽ có lợi cho hướng tăng hiệu suất propylen bằng phụ gia ZSM-5 so với nguyên liệu nặng, giàu aromatic. Tuy nhiên, khả năng tăng propylen còn phụ thuộc vào loại xúc tác, phụ gia sử dụng, cấu hình công nghệ của phân xưởng FCC cũng như điều kiện vận hành [4, 5]. Do đó, các nhà máy lọc dầu thường phải xây dựng phần mềm mô phỏng cho phân xưởng FCC của riêng mình để đánh giá hiệu quả xúc tác, phụ gia mới, ảnh hưởng của thay đổi tính chất nguyên liệu đến cơ cấu sản phẩm cũng như giới hạn vận hành của thiết bị.

Tại Việt Nam, phân xưởng FCC của NMLD Dung Quất được thiết kế để chế biến phân cặn nặng từ tháp chưng cất khí quyển (RFCC - Residue Fluid Catalytic Cracking), sử dụng công nghệ R.2.R, bản quyền của IFP/Axens. Công suất thiết kế 69.700 thùng/ngày, sử dụng nguyên liệu Bạch Hổ. Lượng xúc tác đưa vào ban đầu 600 tấn. Lượng xúc tác bổ sung 15,2 (tấn/ngày). Ngoài ra, để tăng hiệu suất propylen, phụ gia ZSM-5 được bổ sung cùng với xúc tác FCC mới theo tỷ lệ khoảng 1-5% theo khối lượng (%)

* Tác giả liên hệ: Email: hoanvx@vpi.pvn.vn

Influence of feedstock characteristics on the enhanced production of propylene by ZSM-5 additives in the fluid catalytic cracking process

Xuan Hoan Vu^{1*}, Thuy Phuong Ngo¹,
Thanh Sang Nguyen¹, Thanh Tung Dang¹,
Duy Hung Vu², Duc Manh Dinh³, Hai Anh Dang⁴

¹Vietnam Petroleum Institute

²Binh Son Refining and Petrochemical JSC

³Vietnam National Oil and Gas Group

⁴Ministry of Industry and Trade

Received 2 March 2020; accepted 10 April 2020

Abstract:

The influence of feedstock properties on the enhanced production of propylene by ZSM-5 additives was evaluated for the RFCC unit (Residue Fluid Catalytic Cracking) of Dung Quat Refinery using a FCC-SIM simulation. The results showed that the ZSM-5 additive produced a superior performance with the light and paraffinic feedstock compared to the heavy, and aromatic feedstock in terms of enhancing propylene production at the lowest expense of gasoline. However, the later feedstock gave gasoline with higher octane ratings by using the ZSM-5 additive. Thus, based on the desired products, the operator could choose suitable feedstocks to maximise the ZSM-5 additive's benefits.

Keywords: FCC, fuel, propylene, ZSM-5.

Classification number: 2.4

kl) [6]. Tuy nhiên, do sự suy giảm sản lượng khai thác của mỏ Bạch Hổ nên NMLD Dung Quất phải nghiên cứu, phối trộn dầu Bạch Hổ với các loại dầu khác nhau để chế biến, dẫn đến tính chất nguyên liệu cho phân xưởng RFCC thay đổi. Thực tế này đặt ra nhu cầu phải nghiên cứu, đánh giá ảnh hưởng của việc thay đổi tính chất nguyên liệu đến giới hạn vận hành, hiệu quả xúc tác, và đặc biệt là hiệu quả tăng propylen của phụ gia ZSM-5.

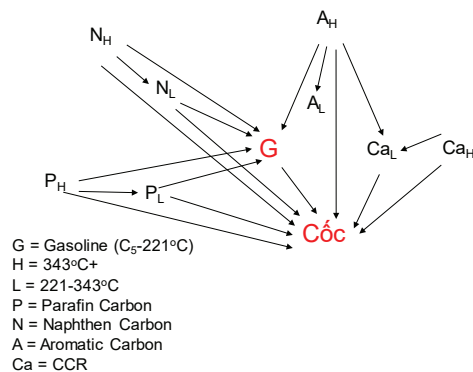
Trong bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của tính chất nguyên liệu đến hiệu quả tăng propylen của phụ gia ZSM-5 bằng phần mềm mô phỏng FCC-SIM của NMLD Dung Quất. Các mẫu nguyên liệu và xúc tác được thu thập từ NMLD Dung Quất, sau đó được phân tích và đánh giá hiệu quả trong phòng thí nghiệm để xây dựng bộ thông số đầu vào cho quá trình mô phỏng. Kết quả mô phỏng sẽ giúp dự báo được sự thay đổi cơ cấu sản phẩm của phân xưởng RFCC khi thay đổi nguyên liệu cũng như nồng độ phụ gia ZSM-5 bổ sung.

Đối tượng và phương pháp

Phần mềm mô phỏng FCC-SIM của NMLD Dung Quất cho phép tính toán hiệu suất chuyển hóa, cơ cấu sản phẩm và các thông số vận hành phụ thuộc khi tính chất nguyên liệu, xúc tác hoặc các thông số vận hành độc lập của phân xưởng FCC thay đổi.

Nguyên lý, phương pháp tính toán của phần mềm mô phỏng FCC-SIM

Quá trình cracking xúc tác có cơ chế rất phức tạp, lượng cấu tử trong nguyên liệu là rất lớn, vì vậy những cấu tử có tính chất gần giống nhau (cùng họ và có số cacbon gần nhau) được gộp lại thành một nhóm. Hướng phản ứng cracking của các nhóm này rất phức tạp, phụ thuộc vào họ hydrocarbon và số phân tử cacbon của cấu tử giả, cũng như các điều kiện vận hành, tính chất xúc tác. Phần mềm FCC-SIM sử dụng sơ đồ hướng phản ứng sau:



Hình 1. Sơ đồ miêu tả hướng tạo sản phẩm trong phần mềm FCC-SIM.

Quá trình cracking xúc tác bao gồm hai nhóm phản ứng chính là phản ứng cracking xúc tác và phản ứng cracking nhiệt. Phần mềm mô phỏng tính toán loại phản ứng chính này với các nhóm cấu tử bằng hai phương trình động học sau đây:

❖ Với phản ứng cracking nhiệt:

$$-\Delta C = K_0 * f(C_i) * e^{-E_a/RT} * P * C_i * \Delta t_c$$

trong đó: $-\Delta C$ là độ giảm số nguyên tử cacbon; K_0 là hằng số tốc độ phản ứng; $f(C_i)$ là hàm đặc trưng cho cấu tử giả (phụ thuộc họ hydrocarbon và số cacbon); E_a là năng lượng hoạt hóa phản ứng; R là hằng số khí lý tưởng; T là nhiệt độ phản ứng; P là áp suất phản ứng; C_i là số cacbon trong cấu tử phản ứng; Δt_c là thời gian lưu phản ứng.

❖ Với phản ứng cracking xúc tác:

$$-\Delta C = a * \rho_c K_0 * f(C_i) * e^{-E_a/RT} * P^a * C_i * \Delta t_c$$

trong đó: a là hệ số đặc trưng của xúc tác; ρ_c là mật độ xúc tác; P^a là áp suất phản ứng cracking xúc tác.

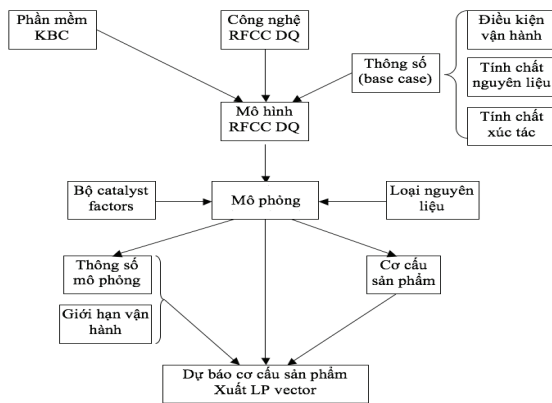
Qua hai công thức trên ta thấy phản ứng cracking nhiệt phụ thuộc vào áp suất, nhiệt độ phản ứng, thời gian lưu và bản chất của cấu tử tham gia phản ứng (số cacbon và họ hydrocarbon). Trong khi phản ứng cracking xúc tác ngoài các thông số trên, nó còn phụ thuộc vào tính chất xúc tác và mật độ của xúc tác.

Phương pháp xây dựng mô hình

Mô hình được xây dựng dựa trên cấu hình công nghệ R.2.R của IFP/Axens hiện đang được sử dụng tại NMLD Dung Quất. Các thông số đầu vào cần thiết gồm: đặc tính nguyên liệu, tính chất xúc tác và toàn bộ điều kiện vận hành. Sau đó các thông số được hiệu chỉnh sao cho hiệu suất chuyển hóa và cơ cấu chất lượng sản phẩm sát với thực tế. Ứng với mỗi bộ thông số đầu vào (nguyên liệu, thông số vận hành, tính chất xúc tác) sẽ có một bộ hiệu chỉnh cơ sở tương ứng, bộ hiệu chỉnh cuối cùng được chọn là lấy trung bình từ các bộ hiệu chỉnh cơ sở (càng nhiều bộ hiệu chỉnh cơ sở thì mô hình càng chính xác). Cuối cùng bộ hiệu chỉnh này được dùng để dự báo cơ cấu chất lượng sản phẩm và tính toán hiệu quả kinh tế khi thay đổi các thông số quan tâm như: tính chất nguyên liệu, thông số vận hành hay loại xúc tác mới.

Thực hiện mô phỏng

Quy trình mô phỏng đánh giá được miêu tả ở hình 2. Đây là mô hình RFCC được xây dựng cho NMLD Dung Quất để mô phỏng đánh giá lựa chọn xúc tác, nồng độ phụ gia, ảnh hưởng của tính chất nguyên liệu.



Hình 2. Quy trình đánh giá ảnh hưởng của nguyên liệu đến hiệu quả tăng propylen của phụ gia ZSM-5 trong phân xưởng RFCC của NMLD Dung Quất.

Từ hình 2 có thể thấy, các dữ liệu quan trọng để ứng dụng mô hình mô phỏng là bộ hệ số xúc tác (catalyst factor) và tính chất của nguyên liệu. Trong nghiên cứu này, hai mẫu nguyên liệu phối trộn là Mix BH 1 và Mix BH 2 với tính chất khác nhau được sử dụng. Mẫu Mix BH 1 là nguyên liệu phối trộn của dầu Bạch Hổ với dầu thô có tính chất tương tự Bạch Hổ, hiện đang chế biến tại NMLD Dung Quất. Mẫu Mix BH 1 có đặc điểm là dầu nhẹ, hàm lượng paraffin cao, dễ cracking. Mẫu Mix BH 2 là mẫu phối trộn của dầu Bạch Hổ với dầu có hàm lượng aromatic cao, đang được thử nghiệm chế biến. Đặc điểm của mẫu dầu Mix BH 2 là dầu nặng hơn, hàm lượng aromatic cao hơn và khó cracking hơn. Chi tiết tính chất nguyên liệu không được công bố do yêu cầu bảo mật thông tin.

Mẫu xúc tác sử dụng để đánh giá là xúc tác FCC cân bằng (Ecat) từ NMLD Dung Quất. Phụ gia ZSM-5 được phối trộn với Ecat theo tỷ lệ từ 1 đến 5% kl để tạo thành một dòng xúc tác mới. Bộ thông số xúc tác (catalyst factors) được xây dựng trên cơ

sở đánh giá hiệu quả các mẫu xúc tác nghiên cứu trên hệ thiết bị chuyên dụng Short-contact-time Microactivity Test Unit (SCT-MAT) mô phỏng điều kiện của quá trình FCC tại Viện Dầu khí Việt Nam.

Kết quả và thảo luận

Ảnh hưởng của tính chất nguyên liệu đến hiệu quả sử dụng phụ gia ZSM-5

Để nghiên cứu ảnh hưởng của tính chất nguyên liệu đến hiệu quả sử dụng phụ gia ZSM-5 cho phân xưởng RFCC của NMLD Dung Quất, nhóm tác giả đã tiến hành đánh giá hiệu quả xúc tác khi bổ sung phụ gia từ 1 đến 5% kl trên hai mẫu nguyên liệu khảo sát là Mix BH 1 và Mix BH 2. Khoảng khảo sát này dựa trên kinh nghiệm áp dụng thực tế tại NMLD Dung Quất do ở tỷ lệ bổ sung cao hơn thì sẽ ảnh hưởng đến giới hạn vận hành của hệ thống thu hồi propylen. Mô phỏng được thực hiện trên cơ sở giữ nguyên thông số vận hành của Nhà máy, chỉ thay đổi tính chất nguyên liệu và bộ hệ số xúc tác. Kết quả mô phỏng được tổng hợp tại bảng 1.

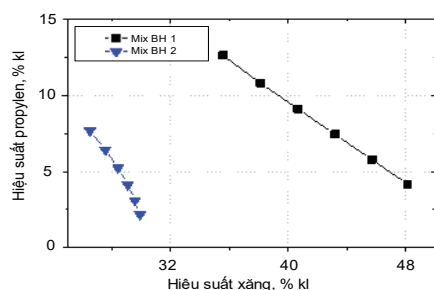
Bảng 1. Cơ cấu sản phẩm của phân xưởng RFCC khi thay đổi tỷ lệ phụ gia trên mẫu nguyên liệu Mix BH 1 và Mix BH 2.

Thông số	Đơn vị	Nguyên liệu Mix BH 1						Nguyên liệu Mix BH 2					
		Ecat	ZSM5-1%	ZSM5-2%	ZSM5-3%	ZSM5-4%	ZSM5-5%	Ecat	ZSM5-1%	ZSM5-2%	ZSM5-3%	ZSM5-4%	ZSM5-5%
Các trên xúc tác sau tái sinh	% kl	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Độ chuyển hóa chuẩn	% kl	71,7	72,9	74,5	76,1	77,5	79,0	46,7	49,0	51,3	53,6	55,9	58,1
Cặn	% kl	5,6	5,5	5,6	5,6	5,6	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,0	6,1
Khí khô	% kl	2,5	2,9	3,3	3,7	4,1	4,4	2,6	3,2	3,8	4,3	4,9	5,5
LPG	% kl	15,3	18,4	22,0	25,7	29,4	33,2	7,7	9,7	11,8	14,2	16,7	19,3
Xăng	% kl	48,3	46,0	43,6	41,0	38,4	35,8	30,7	30,4	29,9	29,2	28,3	27,2
LCO	% kl	14,9	13,8	13,0	12,2	11,4	10,6	14,9	14,5	14,0	13,6	13,2	12,7
Slurry	% kl	13,4	13,3	12,5	11,7	11,1	10,3	38,3	36,5	34,6	32,7	30,9	29,1
C ₁₀	% kl	4,3	6,0	7,8	9,6	11,5	13,4	2,2	3,1	4,1	5,2	6,4	7,7
Olefin/Paraffin trong LPG		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
RON của xăng		90,1	90,6	91,1	91,5	91,9	92,3	90,7	91,2	91,7	92,1	92,5	92,8
Khí ẩm	lNm ³ /h	57,4	66,3	76,1	85,9	94,9	104,2	40,0	47,5	55,2	63,1	71,1	79,3

Từ bảng 1 có thể thấy, với cả 2 mẫu nguyên liệu, khi tăng nồng độ phụ gia, độ chuyển hóa đều tăng, đồng thời tăng hiệu suất khí khô, LPG và propylen, trong khi đó giảm hiệu suất phân đoạn nặng hơn (xăng, LCO và Slurry). Điều này có thể được giải thích là nguyên liệu càng nhẹ và càng nhiều paraffin, có khả năng cracking cao, sẽ cho độ chuyển hóa cao; ngược lại nguyên liệu càng nặng và giàu aromatic, khó cracking hơn, sẽ cho độ chuyển hóa thấp hơn [3-5]. Tuy nhiên, có sự khác biệt đáng kể về phân bố sản phẩm khi thay đổi tính chất nguyên liệu. Mẫu nguyên liệu nhẹ, giàu paraffin (Mix BH 1) thì tác động của phụ gia lên cơ cấu sản phẩm lớn hơn, mức tăng hiệu suất propylen, khí khô, LPG lớn, trị số RON thấp hơn so với mẫu nguyên liệu nặng, giàu aromatic (Mix BH 2).

Ảnh hưởng của việc sử dụng phụ gia ZSM-5 tới hiệu suất propylen và xăng

Thông thường, việc sử dụng phụ gia ZSM-5 để tăng hiệu suất propylene sẽ làm giảm hiệu suất xăng. Do đó, cần quan tâm đến tương quan giữa hiệu suất propylene và xăng. Ảnh hưởng của tính chất nguyên liệu khi thay đổi tỷ lệ phụ gia ZSM-5 được trình bày ở hình 3.

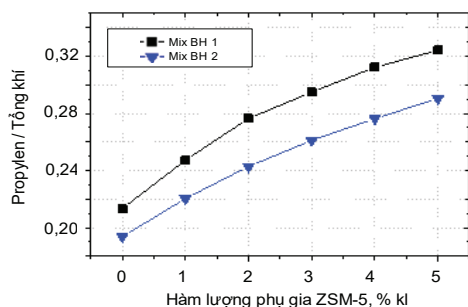


Hình 3. Ảnh hưởng của tính chất nguyên liệu đến mối tương quan giữa hiệu suất xăng và propylen khi thay đổi tỷ lệ phụ gia ZSM-5 từ 1 đến 5% kl.

Có thể thấy, hiệu suất propylen tăng thì hiệu suất xăng giảm đối cả hai mẫu nguyên liệu nghiên cứu. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với cơ chế hoạt động của phụ gia ZSM-5 là bẻ gãy các olefin trong phân đoạn xăng thành olefin nhẹ [2-5]. Tuy nhiên, có sự khác biệt rõ ràng giữa hai mẫu nguyên liệu, với nguyên liệu giàu paraffin (Mix BH 1), độ dốc của đồ thị xăng, propylen nhỏ hơn nhiều so với nguyên liệu Mix BH 2. Ví dụ tại cùng tỷ lệ propylen mong muốn 7,5% kl, lượng xăng thu được với các nguyên liệu Mix BH 2 và Mix BH 1 lần lượt là 26 và 43% kl. Điều này có nghĩa là khi Nhà máy sử dụng phụ gia ZSM-5 cho quá trình cracking các nguyên liệu giàu paraffin thì lượng propylen thu được là lớn nhất và lượng xăng mất đi là ít nhất.

Ảnh hưởng của việc sử dụng phụ gia ZMS-5 tới hiệu suất propylen/tổng khí

Một trong các yêu cầu khác khi sử dụng phụ gia ZSM-5 là hiệu quả tăng propylen không làm ảnh hưởng nhiều đến các thành phần khí khác. Điều này được thể hiện qua tỷ số giữa hiệu suất propylen và hiệu suất khí tổng so với hàm lượng phụ gia ZSM-5 bổ sung (hình 4).

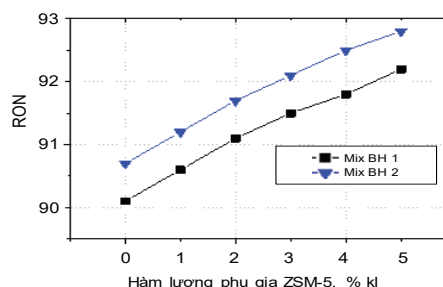


Hình 4. Ảnh hưởng của tính chất nguyên liệu đến tỷ lệ propylen/tổng khí khi thay đổi tỷ lệ phụ gia ZSM-5 từ 1 đến 5% kl.

Có thể thấy, khi tăng hàm lượng phụ gia bổ sung thì tỷ lệ propylen/tổng khí tăng đối với cả hai mẫu nguyên liệu. Tuy nhiên, với mẫu nguyên liệu giàu paraffin (Mix BH 1) thì tỷ lệ propylen/khí tổng cao hơn so với mẫu nguyên liệu giàu aromatic (Mix BH 2). Như vậy, có thể thấy sử dụng phụ gia khi chế biến dầu paraffin có lợi hơn so với dầu aromatic vì có tỷ lệ propylen/tổng khí lớn hơn nên cùng với một lượng khí đi vào thiết bị nén khí ẩm thì lượng propylen thu được khi sử dụng nguyên liệu paraffin là cao hơn.

Ảnh hưởng của việc sử dụng phụ gia ZMS-5 tới trị số octan trong xăng

Ảnh hưởng của nguyên liệu đến hiệu quả tăng trị số octan trong xăng của phụ gia ZSM-5 cũng là thông số cần được quan tâm bên cạnh mục tiêu tăng hiệu suất propylen. Kết quả thể hiện ở hình 5.



Hình 5. Ảnh hưởng của nguyên liệu đến trị số octan của xăng trong mô phỏng khi thay đổi tỷ lệ phụ gia từ 1 đến 5% kl.

Có thể thấy, khi tăng hàm lượng phụ gia ZSM-5 thì trị số octane theo RON của xăng tăng khá tốt. Kết quả này cũng phù hợp với cơ chế hoạt động của ZSM-5. Khi các cầu từ olefin trong xăng bị cracking thành olefin nhẹ thì hàm lượng aromatic trong xăng sẽ tăng, dẫn đến trị số octan của xăng tăng [5]. So với nguyên liệu giàu paraffin, nguyên liệu giàu aromatic cho trị số octan cao. Như vậy, trong trường hợp yêu cầu của Nhà máy là tăng đồng thời propylen và trị số octane thì nguyên liệu giàu aromatic có lợi thế hơn.

Kết luận

Kết quả mô phỏng cho thấy tính chất nguyên liệu ảnh hưởng khá lớn đến hiệu quả sử dụng phụ gia ZSM-5. So với mẫu nguyên liệu nặng, giàu aromatic (Mix BH 2), mẫu nguyên liệu nhẹ, giàu paraffin (Mix BH 1) cho hiệu suất propylen tăng mạnh hơn và hiệu suất xăng suy giảm thấp hơn khi tăng tỷ lệ phụ gia ZSM-5 từ 1 đến 5% kl. Do đó, khi Nhà máy muốn tăng hiệu suất propylen đồng thời vẫn quan tâm tới lượng xăng thì nguyên liệu nên sử dụng là nguyên liệu giàu paraffin và ở tỷ lệ phụ gia thấp. Tuy nhiên, hiệu quả tăng trị số octane (RON) của phụ gia ZSM-5 trên mẫu nguyên liệu nhẹ, giàu paraffin kém hơn so với mẫu nguyên liệu nặng, giàu aromatic. Do đó, nếu mục tiêu của Nhà máy là tăng propylene đồng thời với tăng RON của xăng thì nguyên liệu nặng, giàu aromatic sẽ có lợi khi sử dụng phụ gia ZSM-5.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] E.T.C. Vogt, B.M. Weckhuysen (2015), "Fluid catalytic cracking: Recent developments on the grand old lady of zeolite catalysis", *Chemical Society Reviews*, **44**, pp.7342-7370.
- [2] V. Blay, B. Louis, R. Miravalles, T. Yokoi, K.A. Peccatiello, M. Clough, B. Yilmaz (2017), "Engineering zeolites for catalytic cracking to light olefins", *ACS Catalysis*, **7**, pp.6542-6566.
- [3] J. Knight, R. Mehlberg (2011), "Maximize propylene from your FCC unit" *Hydrocarbon Processing*, **9**, pp.91-95.
- [4] J.S. Buchanan (2000), "The chemistry of olefins production by ZSM-5 addition to catalytic cracking units", *Catalysis Today*, **55**(3), pp.207-212.
- [5] X.H. Vu, L.L. Hoang, T.T. Dang (2017), "Innovative design of high activity ZSM-5 additives for maximum propylene production in the fluid catalytic cracking process: A mini-review", *Petrovietnam Journal*, **6**, pp.53-57.
- [6] D.Q. Refinery (2008), *Operating manual unit RFCC Vietnam Oil and Gas Corporation*, Technip FMC, plc.

Nghiên cứu khả năng phối trộn biodiesel tổng hợp từ dầu mỡ cá thải tại các cơ sở chế biến thủy sản vào nhiên liệu diesel thỏa mãn tiêu chuẩn Việt Nam

Nguyễn Thị Thanh Xuân^{1*}, Nguyễn Đình Thống²

¹Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

²Phòng Hóa nghiệm, Công ty xăng dầu khu vực V

Ngày nhận bài 29/4/2020; ngày chuyển phản biện 4/5/2020; ngày nhận phản biện 29/5/2020; ngày chấp nhận đăng 8/6/2020

Tóm tắt:

Biodiesel được xem là một trong những loại nhiên liệu lý tưởng để thay thế nguồn nhiên liệu hóa thạch truyền thống. Báo cáo này giúp thấy rõ hơn vai trò của biodiesel thông qua nghiên cứu khả năng phối trộn của biodiesel được tổng hợp từ dầu/mỡ cá phế thải tại các cơ sở chế biến thủy sản vào nhiên liệu diesel thỏa mãn các chỉ tiêu kỹ thuật và môi trường theo TCVN 5689:2013 và QCVN 1:2015/BKHCN đối với nhiên liệu và nhiên liệu sinh học. Kết quả cho thấy dầu/mỡ cá thải thu hồi từ quá trình chế biến cá phile là một nguồn nguyên liệu tiềm năng để sản xuất biodiesel. Thông qua việc kiểm tra tính chất của các mẫu nhiên liệu gốc B0 (diesel), B100 và các mẫu nhiên liệu phối trộn B2, B4, B6, B8, B10, B12 nhận thấy, khi tăng tỷ lệ phối trộn sẽ cải thiện các tính chất cháy của nhiên liệu, đặc biệt làm tăng đáng kể trị số cetane, là một chỉ tiêu quan trọng làm tăng khả năng tự bắt cháy của nhiên liệu, giúp động cơ chạy êm và khói thải chứa ít thành phần độc hại hơn. Việc phối trộn biodiesel cũng làm giảm đáng kể hàm lượng lưu huỳnh, đây là chỉ tiêu môi trường quan trọng liên quan đến tiêu chuẩn phát thải các hạt ô nhiễm cần được quan tâm, đặc biệt trong bối cảnh Việt Nam đang hướng đến sử dụng tiêu chuẩn phát thải EURO 5. Các tiêu chuẩn khác liên quan đến lưu trữ cũng cho thấy việc phối trộn biodiesel cải thiện được sự an toàn cháy nổ cũng như việc sử dụng nhiên liệu trong điều kiện nhiệt độ thấp.

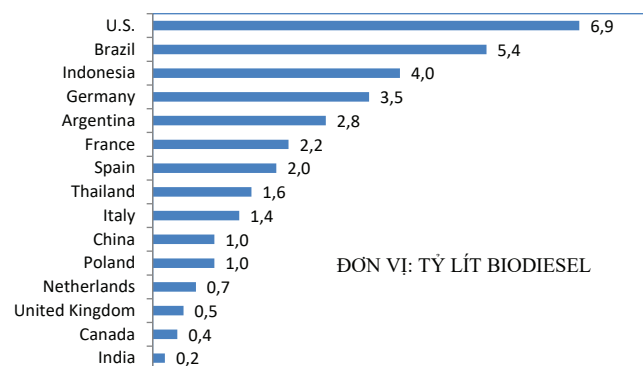
Từ khóa: dầu mỡ cá thải, sản xuất nhiên liệu sinh học, tiêu chuẩn biodiesel, tính chất.

Chỉ số phân loại: 2.4

Giới thiệu chung

Được biết đến như một loại năng lượng tái tạo, thân thiện với môi trường, nhiên liệu sinh học biodiesel đã và đang chiếm thị phần ngày càng tăng trên thị trường năng lượng toàn cầu và là chủ đề nghiên cứu đang rất được quan tâm, đặc biệt tại những nước đang phát triển. Số liệu thống kê của Cục Thông tin năng lượng Mỹ EIA [1] cho thấy xu hướng sản xuất và tiêu thụ biodiesel của thị trường Mỹ gia tăng liên tục, gấp hơn 2.000 lần từ năm 2001 đến nay. Tương tự, tại thị trường châu Âu, số liệu thống kê cũng cho thấy xu hướng sử dụng loại nhiên liệu tái tạo này đang ngày càng gia tăng với giá trị tiêu thụ tương đương thị trường Mỹ. Thị trường biodiesel toàn cầu ước tính trị giá 33.748 USD trong năm 2016 và dự kiến sẽ tăng trên 4% trong giai đoạn 2017-2026 [2]. Không chỉ ở Mỹ và châu Âu, Brazil, Argentina và một số nước Đông Nam Á như Indonesia, Thái Lan cũng đang là những quốc gia sản xuất và tiêu thụ biodiesel hàng đầu trên thế giới (hình 1) [3].

Việc sản xuất và tiêu thụ biodiesel, mặc dù ghi nhận sự phát triển vượt bậc trong hơn hai thập niên qua, nhưng vẫn đang phải đối mặt với nhiều thách thức, đặc biệt liên quan đến nguồn nguyên liệu ban đầu cũng như khả năng phối trộn biodiesel vào nhiên liệu



Hình 1. Các nước sản xuất và tiêu thụ biodiesel hàng đầu thế giới năm 2018.

diesel truyền thống để đáp ứng chỉ tiêu kỹ thuật môi trường của mỗi khu vực và quốc gia. Nhiều nghiên cứu [4, 5] đã chỉ ra chìa khóa chiến lược trong việc thương mại hóa thành công loại nhiên liệu này đến từ việc tận dụng các nguồn phụ phẩm và phế phẩm trong quá trình sản xuất công/nông nghiệp, chẳng hạn từ dầu thực vật không ăn được như dầu thầu dầu, cao su [6], từ dầu ăn đã qua sử dụng tại các nhà hàng, chuỗi cửa hàng thức ăn nhanh hay từ các

* Tác giả liên hệ: Email: nttxuan@dut.udn.vn

Evaluation of properties of the biodiesel synthesised from waste fish fat/oil in seafood processing facilities and ability of biodiesel blending with diesel fuel satisfying Vietnamese National Standards

Thi Thanh Xuan Nguyen^{1*}, Dinh Thong Nguyen²

*University of Science and Technology, University of Danang
Petroleum Laboratory, Petroleum Company Zone V, Co Ltd. VILAS 027*

Received 29 April 2020; accepted 8 June 2020

Abstract:

Biodiesel is considered as one of the ideal fuels to replace traditional fossil fuel sources. This report exhibited the role of biodiesel through the mixing ability of biodiesel synthesised from oil/fat of fish waste in seafood processing facilities into diesel satisfying technical and environmental indicators according to TCVN 5689:2013 and QCVN 1:2015/BKHCN for diesel fuels and biofuels. The result showed that oil/fat of fish waste recovered from catfish processing is a potential source for biodiesel production. The result of examining the properties of the original fuel B0 (diesel), B100, and the blending samples B2, B4, B6, B8, B10, B12 revealed that increasing mixing rates will improve the burning properties of fuels, in particular dramatically increase the cetane number, which is an important indicator that increases the autoinflammation of fuel, keeps running smoothly and its exhaust contains fewer hazardous components. The blending of biodiesel significantly reduced the sulfur content, which is an important environmental target relating to the emission standards, needs special attention in the context of Vietnam is following the Euro 5 emission standards. Other standards relating to fuel storage also showed that the blending with biodiesel improved fire safety as well as the use of fuel in low-temperature conditions.

Keywords: biodiesel production, biodiesel properties, biodiesel standard, waste fish fat/oil.

Classification number: 2.4

đơn vị sản xuất sản phẩm thực phẩm [7], từ các loại dầu mỡ cá phế thải thu hồi trong quá trình chế biến [8]... Một nghiên cứu gần đây của Tổ chức Tư vấn toàn cầu liên kết Á - Âu trong lĩnh vực nhiên liệu sinh học (Greena) đã chỉ ra nhu cầu sản xuất biodiesel của châu Âu từ dầu/mỡ phế thải đã tăng lên đáng kể từ năm 2018 (1,7 triệu tấn), dự kiến lên đến 4 triệu tấn vào năm 2020 [9], và nguồn nguyên liệu này chủ yếu đến từ các nước đang phát triển. Tại Việt Nam, việc nghiên cứu về nhiên liệu sinh học, đặc biệt là biodiesel đã đạt được những thành công nhất định [10], phù hợp với xu hướng phát triển của thế giới cũng như cam kết phát triển bền vững của Việt Nam trong bối cảnh vấn đề ô nhiễm môi trường và biến đổi khí hậu ngày càng nghiêm trọng. Việc làm chủ nguồn nguyên liệu cũng như công nghệ sản xuất và sử dụng sẽ giúp Việt Nam từng bước hiện thực hóa “Đề án phát triển nhiên liệu sinh học đến năm 2015, tầm nhìn đến 2025” với mục đích nhanh chóng làm chủ công nghệ và đưa vào sử dụng nhiên liệu sinh học ở Việt Nam do Thủ tướng Chính phủ ban hành năm 2007 [11].

Theo xu hướng của thế giới, Việt Nam rất có tiềm năng để phát triển các nguồn nguyên liệu được xem là phù hợp cho việc sản xuất biodiesel có nguồn gốc từ phế phẩm, phụ phẩm công/nông nghiệp như các loại dầu mỡ đã qua sử dụng hay được thu hồi từ quá trình chế biến công nghiệp thực phẩm. Là quốc gia có sản lượng xuất khẩu cá tra/basa đạt xấp xỉ 1 triệu tấn/năm trong những năm gần đây với sản phẩm chính từ các nhà máy chế biến thủy sản là cá phile, lượng chất béo thu hồi từ bã thải sau quá trình sản xuất cá phile là nguồn nguyên liệu rất tiềm năng cho sản xuất biodiesel trong điều kiện Việt Nam. Một dự án nghiên cứu của Tổng cục Vận tải và Năng lượng thuộc Ủy ban châu Âu (EU-TREN) [12] đã chứng tỏ khả năng có thể thu hồi dầu thải từ quá trình sản xuất cá phile đến 22%, và nguồn này hoàn toàn phù hợp để sản xuất nhiên liệu.

Hiện tại khu vực phía Nam Việt Nam đang thu mua bã thải từ các cơ sở chế biến cá tra/basa, sau đó xử lý để xuất khẩu sang Singapore làm nguyên liệu tổng hợp biodiesel. Đây là một nguồn nguyên liệu tiềm năng để sản xuất biodiesel ở nước ta trong tương lai. Tại Việt Nam, nghiên cứu tổng hợp biodiesel từ nguồn nguyên liệu mỡ cá đã có nhiều công trình công bố từ hơn 10 năm nay [13-15]. Gần đây đã có một số nghiên cứu được công bố liên quan đến việc sử dụng loại nhiên liệu này trên một số phương tiện cơ giới [16, 17], chủ yếu nhằm khảo sát ảnh hưởng của nhiên liệu biodiesel đến tính năng kinh tế kỹ thuật và phát thải của các động cơ này. Tuy nhiên, theo hiểu biết của nhóm tác giả thì chưa có công bố nào liên quan đến việc khảo sát khả năng phối trộn loại nhiên liệu biodiesel này vào diesel dầu mỡ nhằm xem xét giới hạn tỷ lệ phối trộn phù hợp với bộ quy chuẩn và tiêu chuẩn kỹ thuật của Việt Nam. Các đặc tính kỹ thuật của biodiesel phụ thuộc nhiều vào thành phần acid béo của nguyên liệu sản xuất, từ đó ảnh hưởng lớn đến tỷ lệ phối trộn vào dầu diesel. Chính vì vậy, nghiên cứu này hướng đến mục tiêu tận dụng nguồn dầu/mỡ cá phế phẩm thu hồi từ quá trình sản xuất cá phile để tổng hợp biodiesel, đánh giá các chỉ tiêu kỹ thuật của loại nhiên liệu này, đồng thời nghiên cứu khả năng phối trộn vào diesel truyền thống để thỏa mãn các chỉ tiêu kỹ thuật và môi trường theo tiêu chuẩn Việt Nam.

Thực nghiệm

Tổng hợp biodiesel

Nguyên vật liệu ban đầu: dầu mỡ cá thu hồi từ bã thải cá tra/basa sau quá trình sản xuất được lấy từ bể chứa của Công ty xăng dầu Tây Nam Bộ. Tác nhân phản ứng là Methanol (MeOH) cùng xúc tác KOH và các hóa chất sử dụng có độ tinh khiết đáp ứng tiêu chuẩn phân tích.

Xác định các đặc trưng của nguyên liệu mỡ cá phế thải: để định hướng quy trình tổng hợp biodiesel cần xác định hàm lượng acid béo tự do (FFA) có trong mỡ cá dựa trên trị số acid (AN) xác định theo TCVN 6127:2010 ISO 660:2009 theo công thức sau [18]:

$$FFA (\%) = \frac{AN}{56,1} * 28,2 \quad (1)$$

Thành phần acid béo của nguyên liệu cũng được đánh giá dựa trên phương pháp GC-MS để xem xét khả năng phù hợp của nguyên liệu trong việc sản xuất biodiesel, đồng thời giúp tính toán khối lượng phân tử của nguyên liệu.

Quá trình tổng hợp: thực hiện phản ứng chuyển ester hóa với tác nhân phản ứng là MeOH và xúc tác KOH: cân chính xác 50 g mỡ cá, gia nhiệt cho mỡ cá tan ra, sau đó cho vào bình cầu 3 cổ. Cho một lượng methanol phù hợp tương ứng với tỷ lệ mol MeOH/nguyên liệu = 6:1 cùng với KOH rắn với tỷ lệ xúc tác/nguyên liệu là 1,4% kl vào cốc thủy tinh, lắc đều để KOH tan hết trong MeOH, sau đó cho dung dịch này vào bình phản ứng cùng với nguyên liệu đã được chuẩn bị. Lắp đặt hệ thống phản ứng và tiến hành phản ứng trong 120 h. Sau khi phản ứng xong, cho toàn bộ hỗn hợp vào bình chiết, thu được 2 pha, pha nhẹ ở trên là biodiesel thô, pha nặng bên dưới là glycerol thô. Tiến hành thu pha nhẹ bên trên đem đi xử lý bằng cách rửa nhiều lần bằng nước cất ở 60°C để loại bỏ hết xúc tác kiềm và MeOH (kiểm tra pH của hỗn hợp). Tiến hành sấy ở 100°C trong 3 h để loại bỏ nước rồi đem lọc thu biodiesel thành phẩm.

Đánh giá chỉ tiêu chất lượng biodiesel

Các chỉ tiêu chất lượng của biodiesel B100 được phân tích tại Phòng Hóa nghiệm, Công ty xăng dầu khu vực V dựa trên quy chuẩn QCVN 1:2015/BKHCN. Riêng đối với giá trị chỉ số cetane của B100 trong nghiên cứu này được tính từ thành phần FAME của nó theo công thức được đề nghị bởi Azam và các cộng sự [19]:

$$CI = 46,3 + \frac{5,458}{Sv} - \frac{0,225}{Iv} \quad (2)$$

trong đó Sv và Iv lần lượt là chỉ số xà phòng hóa và chỉ số Iot, được tính như sau:

$$Sv = \sum \frac{560 \cdot A_i}{MW_i} \text{ và } Iv = \sum \frac{254D \cdot A_i}{MW_i}$$

với A_i là % kl của các FAME có trong hỗn hợp và MW_i là khối lượng phân tử của chúng. D là số các liên kết bội trong công thức phân tử.

Nghiên cứu phối trộn biodiesel vào diesel truyền thống

Lần lượt phối trộn biodiesel tổng hợp được vào mẫu diesel thương phẩm theo các tỷ lệ thể tích khác nhau và kiểm tra tất cả các

chỉ tiêu quy định đối với nhiên liệu sinh học theo QCVN 1:2015/BKHCN (bảng 1) cũng như tiêu chuẩn đối với nhiên liệu diesel theo TCVN 5689:2013. Các tỷ lệ phối trộn lần lượt là B2, B4, B6, B8, B10, B12 tương ứng với phần trăm thể tích của biodiesel được phối trộn vào nhiên liệu diesel.

Bảng 1. Chỉ tiêu chất lượng cơ bản của nhiên liệu diesel B5 QCVN 1:2015/BKHCN.

Tên chỉ tiêu	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Phương pháp thử
Khối lượng riêng ở 15°C, g/ml	820-860	820-860	820-850	TCVN 6594 (ASTM D1298) TCVN 8314 (ASTM D4052)
Hàm lượng lưu huỳnh, mg/kg, max	500	350	50	TCVN 6701 (ASTM D2622) TCVN 7760 (ASTM D5453) TCVN 3172 (ASTM D4294)
Trị số cetane, min	46	48	48	TCVN 7630 (ASTM D613)
Nhiệt độ cất tại 90% thể tích thu hồi, °C, min	360	360	355	TCVN 2698 (ASTM D86)
Điểm chớp cháy cốc kín, °C, min	55	55	55	TCVN 2693 (ASTM D93)
Độ nhớt động học tại 40°C, mm²/s	2,0-4,5	2,0-4,5	2,0-4,5	TCVN 3171 (ASTM D445)
Điểm đông đặc, °C, max	+6	+6	+6	ASTM 3753 (ASTM D97)
Hàm lượng nước, mg/kg, max	200	200	200	TCVN 3182 (ASTM D6304)
Hàm lượng chất thơm đa vòng (PAH), % kl, max	-	11	11	ASTM D5186, ASTM D6591)
Hàm lượng methyl este acid béo (FAME), % tt	4-5	4-5	4-5	TCVN D8147 (EN14078)
Độ ổn định oxy hóa, mg/100 ml, max	25	25	25	ASTM D7462 ASTM D7545

Kết quả và thảo luận

Đặc trưng nguyên liệu và sản phẩm biodiesel

Một số đặc trưng hóa lý của nguyên liệu mỡ cá thải được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Đặc trưng hóa lý của nguyên liệu mỡ cá thải.

Khối lượng riêng ở 15°C, g/cm³	0,967±0,002
Độ nhớt động học ở 40°C, mm²/s	44,85±0,007
Trị số acid, mg KOH/g nguyên liệu	3,71±0,0026
Thành phần acid béo, % kl	
Methyl myristate (C14:0)	2,69
Methyl palmitate (C16:0)	43,36
Methyl linoleate (C18:2)	2,07
Methyl oleate (C18:1)	43,96
Methyl stearate (C18:0)	6,13

Nhận thấy Methyl palmitate (C16:0) và Methyl oleate (C18:1) là hai cấu tử chủ yếu có trong thành phần của mỡ cá thải, chiếm đến trên 85%. Đây là cấu tử rất phù hợp để sản xuất biodiesel nhờ có trị số cetane rất cao (lên đến 85,9 đối với C16:0), điểm chảy rất thấp (-20°C đối với C18:1) và độ ổn định oxy hóa cũng như nhiệt trị cháy cao, giúp cải thiện được đặc tính cháy của nhiên liệu, đồng thời cho chỉ số phát thải ô nhiễm rất thấp đối với tất cả các chỉ tiêu PM, NO_x, HC, CO [20]. Có thể nói rằng mỡ cá thải thu hồi từ quá trình chế biến cá da trơn là một nguồn nguyên liệu tiềm năng cho sản xuất biodiesel.

Với trị số acid xác định được, tương ứng với hàm lượng acid

béo tự do trong nguyên liệu mỡ cá không quá cao (ở mức 2% kl), cho phép áp dụng phương pháp tổng hợp biodiesel một giai đoạn sử dụng xúc tác kiềm mà không làm mất mát quá lớn biodiesel do phản ứng xà phòng hóa của các acid béo tự do [21]. Với điều kiện tổng hợp mô tả như trên thì hiệu suất thu hồi biodiesel đạt 87%. Với phương pháp tổng hợp một giai đoạn đơn giản bằng xúc tác kiềm, giá trị hiệu suất thu hồi này một lần nữa chứng tỏ mỡ cá phế thải là một nguồn nguyên liệu rất tiềm năng và hoàn toàn khả thi để tổng hợp biodiesel có tính kinh tế trong tương lai.

Đánh giá chỉ tiêu chất lượng của biodiesel B100

Đánh giá các chỉ tiêu chất lượng của B100 tổng hợp từ mỡ cá thải cho kết quả tổng hợp ở bảng 3.

Bảng 3. Kết quả một số chỉ tiêu chất lượng của biodiesel B100 từ mỡ cá phế thải.

Tên chỉ tiêu	Mức	Phương pháp đo	Giá trị
Hàm lượng methyl este của acid béo (FAME), % kl, min	96,45	TCVN 7868 (EN 14103)	98,21
Nước và cặn, % tt, max	0,05	TCVN 7757 ASTM D2709	0,047
Độ nhớt động học tại 40°C, mm ² /s	1,9-6,0	TCVN 3171 (ASTM D445)	4,92
Khối lượng riêng ở 15°C, g/ml	0,86-0,9	TCVN 6594 (ASTM D1298)	0,883
Tro sulfat, % kl, max	0,02	TCVN 2689 (ASTM D874)	0,001
Lưu huỳnh, % kl, max	0,005	TCVN 7760 (ASTM D5453)	0,003
Chỉ số cetane, min	48	Tính toán	74,36
Trị số acid, mg KOH/g, max	0,5	TCVN 6325 (ASTM D664)	0,45
Độ ổn định oxy hóa ở 110°C, min	6	TCVN 7895 (EN 14112)	11

Nhận thấy các chỉ tiêu chất lượng biodiesel B100 được phân tích đều thỏa mãn QCVN 1:2015/BKHCN. Độ nhớt động học ở 40°C cao hơn so với diesel truyền thống, nhưng vẫn trong ngưỡng tiêu chuẩn cho phép của nhiên liệu sinh học B100. Cùng với đó hàm lượng tro sulfat và hàm lượng lưu huỳnh rất thấp cho thấy đây là loại nhiên liệu đáp ứng chỉ tiêu của một nguồn nhiên liệu sạch. Đặc biệt chỉ số cetane tính toán được đối với biodiesel từ nguồn nguyên liệu mỡ cá thải đạt đến trên 74,36. Theo kết quả phân tích GC-MS của nguồn nguyên liệu mỡ cá thì Methyl palmitate (C16:0) và Methyl oleate (C18:1) là hai cấu tử chủ yếu có trong thành phần FAME của mỡ cá thải, chiếm đến trên 85%. Theo nghiên cứu của Gerhard Knothe [20], chỉ số cetane của Methyl palmitate đạt đến 85,9 và của Methyl oleate là 56,55. Vì vậy kết quả chỉ số cetane của biodiesel B100 tính toán được trong nghiên cứu này hoàn toàn tương thích với thành phần ester của nó. Nếu tính cộng phần mol theo công thức được đề xuất trong nghiên cứu của L.F. Ramirez-Verduzco và cộng sự [22] thì giá trị thu được cũng tương tự. Với giá trị chỉ số cetane thu được chứng tỏ biodiesel từ mỡ cá thải là nhiên liệu rất tiềm năng để phối trộn vào diesel, đảm bảo khả năng tự bắt cháy của nhiên liệu, làm giảm chu kỳ cảm ứng, từ đó giảm phát thải NO_x, là một chỉ tiêu ô nhiễm quan trọng đối với động cơ diesel. Đối với giá trị điểm đông, từ nghiên cứu của Gerhard Knothe [20], giá trị điểm đông của Methyl palmitate và Methyl oleate là 30 và -20°C. Điều này cho thấy khi phối trộn nguồn biodiesel này vào diesel theo các tỷ lệ khác nhau thì không làm thay đổi đáng kể nhiệt độ điểm đông của diesel ban đầu. Ngoài ra,

nhiệt trị của biodiesel được tổng hợp từ mỡ cá thải là 9.218 kcal/kg, không thấp hơn quá nhiều so với diesel truyền thống (10.888 kcal/kg) cũng đảm bảo cho tính cháy tốt của nhiên liệu.

Đánh giá nhiên liệu sau khi phối trộn biodiesel vào diesel truyền thống

Bảng 4 tổng hợp các chỉ tiêu chất lượng của các mẫu phối trộn biodiesel từ mỡ cá thải vào diesel thương phẩm hiện hành thỏa mãn tiêu chuẩn Euro 3 theo các tỷ lệ thể tích biodiesel được trộn vào từ 2 đến 12% tt.

Bảng 4. Kết quả một số chỉ tiêu chất lượng của các mẫu phối trộn.

Tên chỉ tiêu	DO (B0)	B2	B4	B6	B8	B10	B12
% tt biodiesel	0	2	4	6	8	10	12
Khối lượng riêng ở 15°C, g/ml	0,8384	0,8387	0,8391	0,8401	0,8412	0,8421	0,8437
Độ nhớt động học ở 40°C, mm ² /s	2,753	2,758	2,793	2,831	2,876	2,912	3,104
Hàm lượng lưu huỳnh, mg/kg, max	259,1	243,83	242,06	237,06	232,06	225,83	225,83
Trị số cetane	50	50	51	51	52	53	53
Nhiệt độ cất tại 90% thể tích thu hồi, °C, max	330,9	328,6	329	330,1	332,3	333,2	333,2
Điểm chớp cháy cốc kín, °C, min	79	79	80	82	82	83	84
Hàm lượng nước, ppm, max	94,5	104,5	104,8	128,6	157,7	178,7	178,7
Điểm đông đặc, °C, max	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12
Nhiệt trị, kcal/kg	10.888	10.877	10.835	10.807	10.777	10.721	10.721

Đối với nhiên liệu cho động cơ diesel, khối lượng riêng và độ nhớt là các chỉ tiêu quan trọng liên quan đến quá trình phun nhiên liệu vào buồng cháy. Quá trình cháy trong động cơ diesel là quá trình cháy khuếch tán, diễn ra tốt và cháy hoàn toàn khi nhiên liệu được tán sương mịn khi phun vào buồng cháy, giúp cho sự bay hơi và khuếch tán thuận lợi. Mặc dù biodiesel tinh khiết B100 từ mỡ cá thải có giá trị các chỉ tiêu này khá cao (bảng 3) nhưng khi phối trộn với diesel thì vẫn đảm bảo nằm trong ngưỡng cho phép của nhiên liệu (bảng 2) dù tỷ lệ phối trộn đạt đến 12% thể tích.

Với các chỉ tiêu trực tiếp liên quan đến quá trình cháy như trị số cetane, việc phối trộn nhiên liệu biodiesel vào làm tăng giá trị này, tạo thuận lợi cho sự khởi động của động cơ, động cơ chạy êm và khí thải chứa ít thành phần độc hại hơn. Do biodiesel chứa thành phần là các alkyl ester của acid béo nên có nhiệt độ sôi cao dẫn đến khi phối trộn làm tăng giá trị nhiệt độ cất tại 90% thể tích chưng cất. Tuy nhiên khác với diesel, giá trị này không làm tăng khả năng cháy không hoàn toàn của nhiên liệu, vì đây là những thành phần dễ bị oxy hóa hơn các hydrocarbon thơm. Hơn nữa giá trị này vẫn trong phạm vi cho phép của tiêu chuẩn hiện hành. Việc pha biodiesel làm giảm nhiệt trị cháy của nhiên liệu vì trong nhiên liệu sinh học nói chung đều có thành phần nguyên tử oxy. Tuy nhiên với biodiesel từ mỡ cá thải thì sự giảm này không đáng kể do bản thân loại nhiên liệu này đã có nhiệt trị cháy tương đối cao.

Với các chỉ tiêu liên quan đến môi trường, đặc biệt là hàm lượng lưu huỳnh, hiển nhiên rằng việc phối trộn biodiesel vào diesel dầu mỏ làm giảm đáng kể giá trị này. Đây là một tiêu chí quan trọng cần xem xét khi sử dụng biodiesel, vì hàm lượng lưu huỳnh cao trong nhiên liệu gây ra rất nhiều tác hại nghiêm trọng, đặc biệt là sự hình thành các hạt ô nhiễm có kích thước nanomet đi sâu vào hệ hô hấp của con người, gây ra nhiều tác hại đối với sức khỏe [23].

Liên quan đến vấn đề lưu trữ nhiên liệu, rõ ràng khi phối trộn biodiesel vào diesel dầu mỏ, giá trị điểm chớp cháy đã tăng lên, đảm bảo tính an toàn trong tồn chứa nhiên liệu. Giá trị điểm đông đặc cũng được cải thiện, giúp cho việc lưu trữ và sử dụng biodiesel trong điều kiện nhiệt độ thấp được dễ dàng hơn.

Kết luận

Kết quả thu được từ nghiên cứu này cho thấy, mỡ cá thải thu hồi từ quá trình chế biến cá phile là một nguồn nguyên liệu tiềm năng để sản xuất biodiesel với thành phần acid béo rất tốt để cải thiện các tính năng cháy và phát thải của nhiên liệu. Nguồn nguyên liệu này cũng đặc trưng bởi giá trị hàm lượng acid béo tự do không quá cao nên hoàn toàn có thể áp dụng quy trình tổng hợp một giai đoạn bằng xúc tác kiềm, rẻ tiền, đơn giản nhưng cho hiệu suất chuyển hóa cao (87%).

Chất lượng biodiesel B100 từ nguyên liệu mỡ cá thải, cũng như chất lượng tất cả các mẫu biodiesel được phối trộn theo tỷ lệ thể tích khác nhau từ 2 đến 12% với dầu diesel truyền thống (tương ứng B2 đến B12) được đánh giá theo quy chuẩn và tiêu chuẩn Việt Nam cho kết quả hoàn toàn trong ngưỡng cho phép đối với mọi chỉ tiêu. Riêng với trị số cetane, biodiesel loại này cho giá trị rất cao, giúp cải thiện đáng kể quá trình cháy của nhiên liệu, giảm phát thải ô nhiễm môi trường. Hàm lượng lưu huỳnh trong biodiesel (B100) rất thấp nên cũng góp phần làm giảm đáng kể hàm lượng lưu huỳnh trong các mẫu phối trộn, từ đó đảm bảo tiêu chuẩn phát thải của động cơ, đặc biệt trong điều kiện Việt Nam khi hướng đến sử dụng bộ tiêu chuẩn phát thải EURO 5 thì tiêu chuẩn hàm lượng lưu huỳnh thấp là một chỉ tiêu cần đặc biệt lưu tâm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] U.S. Energy Information Administration (EIA), *The Monthly Energy Review*, 2019, <http://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/#renewable>.
- [2] Prudour Pvt. Ltd., *Biodiesel market by type (Vegetable Oil, Animal Fat) by application (Fuel, Power Generation, Others) and by region - Global Forecast to 2026*, <https://marketresearch.biz/report/biodiesel-market/>.
- [3] REN21, *Renewables 2019 global status report, 2019*, ISBN 978-3-9818911-7-1, <https://marketresearch.biz/report/biodiesel-market/>.
- [4] T. Thamsiriroj, J.D. Murphy (2011), "A critical review of the applicability of biodiesel and grass biomethane as biofuels to satisfy both biofuel targets and sustainability criteria", *Applied Energy*, **88**(4), pp.1008-1019.
- [5] R. Estevez, L.A. Deblas, F.M.M. Bautista, D. Luna, C. Luna, J. Calero, A. Posadillo, A.A. Romero (2019), "Biodiesel at the crossroads: a critical review", *Catalysts*, **9**(12), DOI:10.3390/catal9121033.
- [6] M. Satyanarayana, C. Muralidharan (2010), "Methyl ester production from rubber seed oil using two-step pretreatment process", *International Journal of Green Energy*, **7**, pp.84-90.
- [7] Carlos Daniel Mandolesi de Araújo, Claudia Cristina de Andrade, Erika de Souza de Silva, Francisco Antonio Dupas (2013), "Biodiesel production from used cooking oil: a review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **27**, pp.445-452.
- [8] J.F. Costa, M.F. Almeida, M.C.M. Alvim-Ferraz, J.M. Dias (2013), "Biodiesel production using oil from fish canning industry wastes", *Energy Conversion and Management*, **74**, pp.17-23.
- [9] Greena (2018), "Waste-based feedstock and biodiesel market in the EU: how new regulations may influence the market", *7th Annual Platts Geneva Biofuels Conference April 26, 2018*, <https://www.greena.com/wp-content/uploads/2018/04/Greena-Platts-Geneva-2018.pdf>.
- [10] L.V. Boi, P.N. Lan, Y. Maeda (2011), "The current and perspective of biodiesel development in Vietnam", *International Workshop: "The establishment of Clean Technology for the Production of Biodiesel Fuel from Waste Fish Oil and others"*, July 20th and 21st 2011, Organization for Industry, University and Government, Osaka Prefecture University, Japan, pp.1-6.
- [11] <http://vanban.moet.gov.vn>.
- [12] ENERFISH, *Integrated Renewable Energy Solutions for Seafood Processing Stations*, Project number: 219008, 2009-2013.
- [13] Trần Kiều Oanh, Bùi Thị Bửu Huê (2008), "Nghiên cứu tổng hợp biodiesel từ mỡ cá basa", *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, **10**, tr.1-5.
- [14] Nguyễn Hồng Thanh, Nguyễn Trần Tú Nguyên, Nguyễn Thị Phương Thoa (2009), "Điều chế biodiesel từ mỡ cá basa bằng phương pháp hóa siêu âm", *Tạp chí Phát triển KH&CN*, **12**(3), tr.51-61.
- [15] Lê Thị Thanh Hương (2011), *Nghiên cứu tổng hợp biodiesel bằng phản ứng Ancol phân từ mỡ cá da trơn ở Đồng bằng sông Cửu Long trên xúc tác acid và bazơ: xúc tác đồng thể và dị thể, sử dụng vi sóng và sóng siêu âm*, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh.
- [16] Vũ Ngọc Khiêm (2017), "Khảo sát đặc tính và điều chỉnh thời điểm phun nhiên liệu của động cơ diesel trên các máy nông nghiệp khi sử dụng nhiên liệu biodiesel từ mỡ cá basa", *Tạp chí Giao thông Vận tải*, **6**, tr.112-116.
- [17] Hồ Trung Phước (2019), *Nghiên cứu sử dụng dầu diesel sinh học từ mỡ cá da trơn cho động cơ của phương tiện khai thác thủy sản*, Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Nha Trang.
- [18] Z.J. Predojevic, B.D. Skrbic (2009), "Alkali-catalyzed production of biodiesel from waste frying oils", *J. Serb. Chem. Soc.*, **74**(8-9), DOI: 10.2298/JSC0909993P.
- [19] M.M. Azam, A. Waris, N.M. Nahar (2005), "Prospects and potential of fatty acid methyl esters of some non-traditional seed oils for use as biodiesel in India", *Biomass and Bioenergy*, **29**(4), pp.293-302.
- [20] Gerhard Knothe (2008), "“Designer” biodiesel: optimizing fatty ester composition to improve fuel properties", *Energy & Fuels*, **22**, pp.1358-1364.
- [21] J.A. Kinast (2003), *Production of biodiesels from multiple feedstocks and properties of biodiesels and biodiesel/diesel blends*, Report of National Renewable Energy Laboratory, NREL/SR-510-31460.
- [22] Luis Felipe Ramírez-Verduzco, Javier Esteban Rodríguez-Rodríguez, Alicia del Rayo Jaramillo-Jacob (2012), "Predicting cetane number, kinematic viscosity, density and higher heating value of biodiesel from its fatty acid methyl ester composition", *Fuel*, **91**(1), pp.102-111.
- [23] Anne Jaecker-Voirol, X. Montagne, P. Mirabel, T.X. Nguyen Thi (2006), "Modelling particle formation: a helpful tool to interpret measurement results", *Environment & Transport, Actes INRETS*, pp.321-331.

Kỹ thuật chẩn đoán sốt rét tự động bằng phân tích hình ảnh xét nghiệm máu

Nguyễn Chí Thiện¹, La Ngọc Thùy Vân², Phạm Kiều Nguyệt Oanh³, Nguyễn Lê Đình Quý^{1*}

¹Viện Nghiên cứu và Đào tạo Việt - Anh, Đại học Đà Nẵng

²Khoa Sinh học - Công nghệ sinh học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh

³Bệnh viện Bệnh Nhiệt đới TP Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài 1/6/2020; ngày gửi phản biện 10/6/2020; ngày nhận phản biện 21/7/2020; ngày chấp nhận đăng 28/7/2020

Tóm tắt:

Sốt rét (SR) là một bệnh truyền nhiễm đe dọa tính mạng con người do ký sinh trùng (KST) *Plasmodium* gây ra, lây truyền qua vết đốt của muỗi *Anopheles* bị nhiễm bệnh. Kỹ thuật phổ biến nhất trong phát hiện KSTSR là xét nghiệm máu thông qua lam kính mỏng được nhuộm Giemsa rồi soi trên kính hiển vi quang học. Tuy nhiên, phương pháp soi trên kính hiển vi thường tốn nhiều thời gian, kết quả phân tích phụ thuộc nhiều vào khả năng của người đọc mẫu và rất khó để kiểm chứng lại. Nhiều nghiên cứu dựa trên sự hỗ trợ của thị giác máy tính đã được đề xuất nhằm thay thế kỹ thuật chẩn đoán này. Thông qua bài tổng quan dưới đây, các tác giả trình bày vắn tắt những kết quả điển hình về các hướng phát triển gần đây trong lĩnh vực máy tính nhằm hỗ trợ chẩn đoán KSTSR. Quá trình chẩn đoán và xác định bệnh SR bao gồm: chuẩn hóa hình ảnh, phân tách tế bào máu và KST, trích xuất và phân loại các tính năng đặc trưng cũng được giới thiệu trong bài báo. Cuối cùng, các tác giả thảo luận các thách thức đang tồn tại cũng như đề xuất các hướng nghiên cứu nhằm ứng dụng phương pháp chẩn đoán tự động KSTSR ở Việt Nam.

Từ khóa: hồng cầu, ký sinh trùng sốt rét, phân loại, vết máu.

Chỉ số phân loại: 2.6

Giới thiệu

Bệnh SR ở người là căn bệnh truyền nhiễm do KST thuộc chi *Plasmodium* gây ra. KST xâm nhập vào máu qua vết đốt của muỗi cái *Anopheles*. Người nhiễm bệnh thường có những triệu chứng SR điển hình như ớn lạnh, sốt, đổ mồ hôi [1]. Để chẩn đoán bệnh SR cũng như xác định sự hiện diện của KST trong cơ thể người bệnh, các cơ quan y tế thường thực hiện một kỹ thuật cơ bản, cổ điển gọi là xác định hình thái của KSTSR. Kỹ thuật này dựa trên phương pháp Romanovski, bao gồm các bước: (i) thu thập tiêu bản lam máu với hai vết máu mỏng và dày, (ii) tiêu bản được đem nhuộm Giemsa, (iii) soi tiêu bản dưới kính hiển vi quang học để xác định mẫu máu có bị nhiễm KSTSR hay không [2].

Nhược điểm của các kỹ thuật xác định hình thể KSTSR là kết quả không khách quan và phụ thuộc vào trình độ, khả năng của kỹ thuật viên. Các kỹ thuật viên không thường xuyên thực hiện công việc xét nghiệm hoặc không tham gia các khóa đào tạo định kỳ có thể quên hình thể của KSTSR, dẫn đến tình trạng kết quả xét nghiệm kém chính xác. Tuy nhiên, với tình trạng thiếu thiết bị chẩn đoán hiện đại, đặc biệt tại các bệnh viện địa phương quy mô nhỏ, thì phương pháp chẩn đoán xét nghiệm KSTSR này vẫn có những giá trị nhất định.

Phương pháp phân tích hình ảnh tế bào máu có hỗ trợ của máy tính đã mở ra một hướng mới để phát hiện sớm bệnh SR, khắc phục được nhược điểm của phương pháp soi mẫu tiêu bản máu trên kính hiển vi thủ công. Dựa trên phân tích và tổng hợp các nghiên

cứu gần đây của việc xử lý và nhận diện hình ảnh (thị giác máy tính), bài báo này cung cấp cho các nhà nghiên cứu đang quan tâm tới phương pháp chẩn đoán SR bằng phân tích hình ảnh tế bào máu những kiến thức cơ sở. Các nội dung chính trong bài tổng quan này gồm: tổng quan về bệnh SR; thực trạng nhiễm SR ở Việt Nam; kỹ thuật chẩn đoán bệnh SR dùng kính hiển vi; kiến thức chung về chẩn đoán SR bằng phân tích hình ảnh tế bào máu; tóm tắt kết quả điển hình các nghiên cứu phát triển gần đây ứng dụng hỗ trợ máy tính để phân tích hình ảnh tế bào máu và chẩn đoán SR; thách thức đang tồn tại và hướng nghiên cứu ứng dụng trong tương lai tại Việt Nam.

Tổng quan về bệnh SR

Đặc điểm chung về bệnh SR

SR là một căn bệnh phổ biến ở các quốc gia thuộc khu vực nhiệt đới và cận nhiệt đới. Đối tượng mắc bệnh SR không giới hạn nhóm tuổi. Có 3 yếu tố liên quan đến sự lây truyền của bệnh SR: mầm bệnh (KSTSR); vector truyền bệnh (muỗi truyền bệnh SR); khối thụ thể (người bình thường mang mầm bệnh). Số ca nhiễm bệnh và mức độ lây lan bệnh SR ở mỗi khu vực phụ thuộc vào điều kiện môi trường như: lượng mưa, khu vực muỗi sinh sản và sự hiện diện của các loài muỗi mang mầm bệnh. Bên cạnh đó, các yếu tố xã hội cũng ít nhiều ảnh hưởng đến sự lây lan KST và có thể khiến dịch bệnh bùng phát. Tùy thuộc vào điều kiện tự nhiên lẫn điều kiện xã hội, ở một số khu vực, người ta ghi nhận số ca mắc bệnh SR ổn định quanh năm, trong khi đó, ở một số vùng khác, dịch SR

*Tác giả liên hệ: Email: quy.nguyen@vnu.edu.vn

The computer-aided diagnosis of malaria parasites by blood testing images

Chi Thien Nguyen¹, Ngoc Thuy Van La²,
Kieu Nguyet Oanh Pham³, Le Dinh Quy Nguyen^{1*}

¹VN-UK Institute for Research and Executive Education, University of Danang

²Faculty of Biology and Biotechnology, University of Science,

Vietnam National University, Ho Chi Minh city

³Hospital for Tropical Diseases, Ho Chi Minh city

Received 1 June 2020; accepted 28 July 2020

Abstract:

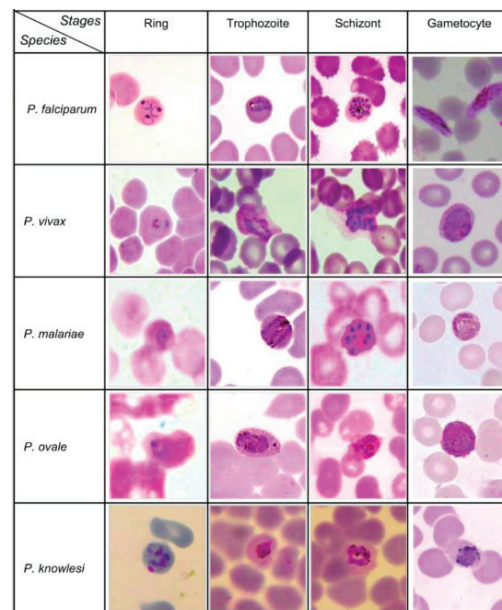
Malaria caused by *Plasmodium* parasites is a life-threatening disease in humans, transmitted through the bite of an infected *Anopheles* mosquito. The most common technique for detecting malaria parasites is Giemsa stained blood smear on optical microscopes. However, conventional microscopy has proved inefficient, because this technique is often time-consuming while the results of the analysis are dependent on the technical's level and difficult to reproduce. Many studies have been proposed to replace diagnostic techniques based on the support of computer vision. In this review, the authors briefly presented the typical results of recent developments in the computer field to support the diagnosis of malaria parasites. The process of diagnosis and identification of malaria parasites, which included image standardisation, segmentation of blood cells and parasites, feature extraction and classification of specific features, was also introduced in this paper. Finally, the authors discussed existing challenges together with proposing research directions to apply automatic diagnostic methods of malaria parasites in Vietnam.

Keywords: blood smear, malaria parasite, parasite segmentation, red blood cells.

Classification number: 2.6

xây ra theo mùa và thường bùng phát vào mùa mưa [1, 3].

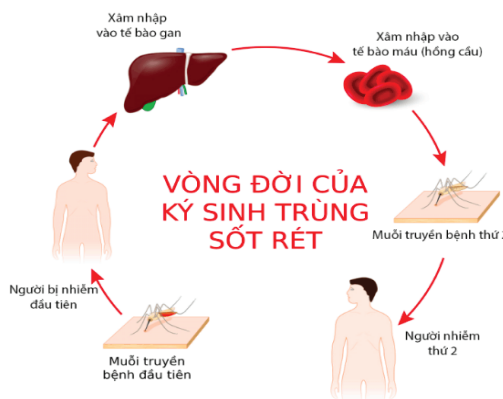
Tác nhân gây bệnh SR được xác định là KST thuộc chi *Plasmodium*. Chi này có hơn 170 loài gây bệnh trên động vật có vú, lưỡng cư, chim và bò sát, trong đó 5 loài gây bệnh trên người (hình 1). Ở Việt Nam, 3 trong số 5 loài này đã được phát hiện và *P. falciparum* chiếm tỷ lệ gây bệnh cao nhất (80-85%). Vector truyền bệnh SR đã được xác định là muỗi *Anopheles* thuộc họ Culicidae. Trên thế giới, có trên 420 loài muỗi thuộc giống *Anopheles*, trong đó khoảng 70 loài là gây bệnh trên người. Các khu vực khác nhau có các loại vector truyền bệnh SR khác nhau. Tại Việt Nam, tính tới thời điểm hiện nay, 59 loài *Anopheles* đã được phát hiện, trong đó có 3 loài truyền bệnh chính là *Anopheles minimus* (*An. minimus*), *An. dirus* và *An. sundaicus* (nay là *An. epiroticus*). *An. minimus* phân bố chủ yếu ở miền Bắc, trong khi đó *An. dirus* tập trung chủ yếu ở khu vực miền Trung, đặc biệt là ở Tây Nguyên [1, 3-5]. Người là ổ chứa KSTSR duy nhất của bệnh SR ở người (bệnh nhân, người bình thường mang KST). Tuy nhiên, mới đây ở Malaysia, người ta đã phát hiện một ca người nhiễm KST từ khi [6].



Hình 1. Hình ảnh các loài gây bệnh trong chi *Plasmodium*.

Thời gian ủ bệnh - thời gian bắt đầu từ lúc muỗi mang KSTSR đốt người đến khi người đó có triệu chứng bệnh SR - tùy thuộc vào loại KST nhiễm vào cơ thể: *P. falciparum* 9-14 ngày, trung bình 12 ngày; *P. vivax* 12-17 ngày, trung bình 14 ngày. Đối với các trường hợp nhiễm bệnh do truyền máu, thời gian ủ bệnh ít hơn vài ngày tùy theo số lượng KSTSR hiện diện trong máu truyền vào. Về lâm sàng, bên cạnh các bệnh nhân biểu hiện triệu chứng điển hình, thì những trường hợp sốt không đặc trưng, chưa được xét nghiệm máu hoặc kết quả xét nghiệm âm tính nhưng có 4 biểu hiện sau vẫn bị nghi ngờ nhiễm SR: (i) sốt trên 37,5°C hoặc có sốt trong 3 ngày trở lại; (ii) không giải thích được tình trạng bệnh bằng các bệnh lý gây sốt khác; (iii) đang cư trú hoặc di chuyển gần khu vực có SR trong thời gian 9 tháng gần đây; (iv) đang điều trị SR trong vòng 3 ngày [2].

KSTSR có thể phát triển theo hai hình thức: vô tính hoặc hữu tính. Trong hình thức vô tính, chu kỳ phát triển của KST được tính từ thời điểm muỗi nhiễm KST đốt người. Chúng xâm nhập vào gan qua đường máu, phát triển trong tế bào gan, sau đó phá vỡ tế bào gan trở lại đường máu, đồng thời giải phóng thêm các KST non (hình 2). KST non đi vào hồng cầu, tiếp tục sinh trưởng, phá vỡ hồng cầu và giải phóng thêm nhiều KST non dẫn đến cơn SR. Một số phát triển thành giao bào đực và cái. Giao bào có thể truyền sang cơ thể muỗi khi muỗi hút máu người, trở thành giao tử đực và cái, phát triển theo chu kỳ hữu tính trong dạ dày muỗi, tạo ra các thoa trùng. Thoa trùng theo tuyến nước bọt muỗi có thể lây truyền bệnh SR cho người bị muỗi đốt. Sau 2-3 ngày từ cơn sốt đầu tiên, giao bào xuất hiện trong máu bệnh nhân nhiễm *P. vivax*, *P. malariae* hoặc *P. ovale*, và sau 7-10 ngày nếu bệnh nhân nhiễm *P. falciparum* [1, 3].



Hình 2. Vòng đời của KSTSR.

Bản thân người bệnh cũng là nguồn lan truyền bệnh SR. *P. vivax* và *P. ovale* tồn tại ở trạng thái ngủ trong gan có thể làm tái phát bệnh SR sau nhiều tháng, thậm chí lên đến 36 tháng sau. Những bệnh nhân không điều trị đúng quy cách cũng có thể mang KSTSR trong cơ thể vài năm, cụ thể là 3 năm đối với *P. malariae*, 2 năm đối với *P. vivax* và 1 năm đối với *P. falciparum*. Máu dự trữ có chứa KSTSR còn khả năng gây bệnh SR cho người nhận trong thời gian 1 tháng [1, 3].

Bệnh SR lan truyền theo 4 phương thức: muỗi đốt (phương thức chủ yếu), truyền máu có chứa KSTSR, mẹ truyền qua con khi nhau thai bị tổn thương (hiếm), tiêm chích bằng ống tiêm có dính máu mang KSTSR. Chính vì vậy, phòng chống muỗi, tác nhân trung gian truyền bệnh là con đường chính để ngăn ngừa và làm giảm sự lây truyền bệnh SR. Các biện pháp can thiệp nhằm phòng chống tác nhân trung gian truyền bệnh trong một khu vực càng phổ biến, khả năng bảo vệ cộng đồng tại khu vực đó khỏi dịch bệnh SR càng cao. Tổ chức Y tế thế giới (WHO) cũng đưa ra khuyến cáo với những người có nguy cơ mắc bệnh SR nên thực hiện biện pháp phòng chống vector truyền bệnh SR (muỗi SR). Hai hình thức phòng chống muỗi SR hiệu quả nhất trong các biện pháp là ngủ màn có tẩm hóa chất diệt muỗi và phun tồn lưu trong nhà [1, 3, 7].

Tình hình nhiễm bệnh SR và kháng thuốc ở Việt Nam

Bệnh SR vẫn là một vấn đề y tế nhận được nhiều quan tâm

của cộng đồng, không chỉ riêng Việt Nam mà ở nhiều quốc gia khác. Theo số liệu báo cáo về SR của WHO, năm 2015 ước tính trên toàn thế giới có trên 200 triệu người mắc SR và 438.000 ca tử vong vì SR. Bệnh SR tồn tại ở 91 nước với hơn 3 tỉ người trên toàn thế giới vẫn đang bị đe dọa bởi SR, chủ yếu ở châu Phi và Đông Nam Á. Riêng tại các quốc gia Đông Nam Á, ước tính có 20 triệu người bệnh SR và 32.000 người đã chết vì căn bệnh này [1]. Việt Nam nằm ở khu vực nhiệt đới, có điều kiện tự nhiên thuận lợi cho sự phát triển của muỗi. Ở Việt Nam, tính đến năm 2015 có tổng cộng 6.207 người nhiễm bệnh SR và 1 ca tử vong, tỷ lệ KSTSR tập trung cao nhất tại các tỉnh miền núi và giáp ranh khu vực biên giới như Bình Phước, Gia Lai, Ninh Thuận, Đắk Nông, Khánh Hòa, Phú Yên, Đắk Lắk, Quảng Bình, Kon Tum, Bình Thuận. Gần đây, KSTSR kháng thuốc, muỗi SR kháng hóa chất, tình trạng giao lưu của người dân thuộc khu vực biên giới và di dân biến động lớn giữa các vùng lưu hành bệnh SR khiến cho chủng KST *P. falciparum* đa kháng thuốc lan truyền, đặc biệt là tại biên giới các quốc gia Campuchia, Thái Lan, Myanmar, Việt Nam, Lào. Tất cả điều này có thể đe dọa các thành quả và làm thất bại mục tiêu loại trừ SR, khiến dịch SR trở lại với diễn biến phức tạp hơn [3, 7, 8].

Kỹ thuật chẩn đoán SR

Theo khuyến cáo của WHO, tất cả các trường hợp có nghi ngờ mắc bệnh SR phải được xác nhận bằng xét nghiệm chẩn đoán KST (xét nghiệm chẩn đoán nhanh hoặc xét nghiệm mẫu máu bằng kính hiển vi) sau đó mới điều trị [9]. Nhiều kỹ thuật đã được nghiên cứu phát triển và ứng dụng để chẩn đoán SR như phân tích tiêu bản lam máu có nhuộm Giemsa, xét nghiệm chẩn đoán nhanh phát hiện kháng nguyên hoặc xét nghiệm bằng kỹ thuật sinh học phân tử (PCR hoặc real-time PCR)... Tuy nhiên, xét nghiệm lam máu nhuộm Giemsa trên kính hiển vi vẫn được coi là một tiêu chuẩn vàng để xác nhận bệnh SR.

Chẩn đoán bằng kính hiển vi

WHO cung cấp chi tiết hướng dẫn xét nghiệm lam máu nhuộm Giemsa trên kính hiển vi để xác định bệnh SR. Bộ quy trình này cũng được đề cập trong “Sổ tay xét nghiệm bệnh truyền nhiễm” của Bộ Y tế [2]. Nhuộm màu Giemsa làm nổi bật hình thể KSTSR dưới kính hiển vi khi so sánh với hồng cầu, bạch cầu, tiểu cầu. Sau đó, các vật thể được nhuộm màu có thể được chia thành hai nhóm, tức là KST và không KST. Phương pháp này có ưu điểm là phân biệt được các loài thuộc chi *Plasmodium*, định lượng KST, quan sát được các giai đoạn vô tính của chúng cũng như chi phí vật liệu thấp. Tuy nhiên, một số yếu điểm vẫn còn tồn tại. Kết quả xét nghiệm phụ thuộc vào kỹ năng và trình độ chuyên môn của kỹ thuật viên. Do đó, một hệ thống phân tích hình ảnh lam máu có hỗ trợ từ máy tính sẽ cải thiện đáng kể hiệu quả, hạn chế được vấn đề phụ thuộc của kết quả vào kỹ năng chuyên môn của kỹ thuật viên để chẩn đoán chính xác hình ảnh máu.

Chẩn đoán bằng kỹ thuật sinh học phân tử (PCR và real-time PCR)

Các kỹ thuật chẩn đoán phân tử như PCR và real-time PCR (PCR định lượng) được nghiên cứu và áp dụng ngày càng nhiều để chẩn đoán bệnh SR. Kỹ thuật này dựa trên việc nhận diện và

khuyến đại trình tự đặc hiệu của chi *Plasmodium* trong mẫu máu của bệnh nhân, do đó có độ nhạy cao hơn các phương pháp khác [10]. Kỹ thuật PCR có thể phân biệt *P. falciparum* và *P. vivax*, do đó hỗ trợ việc khảo sát sự phân bố của hai loài KST gây bệnh này [11]. Nested PCR (PCR lồng) còn được nghiên cứu để phân biệt các dòng KST thông thường và các dòng mang gene kháng thuốc nhằm tăng hiệu quả cho việc xác định và điều trị bệnh SR ở bệnh nhân cũng như kiểm soát tình trạng lây lan của dịch bệnh [12]. Tuy nhiên, các kỹ thuật này đòi hỏi trang thiết bị hiện đại cũng như thao tác tỉ mỉ, chính xác để giảm thiểu nguy cơ lây nhiễm chéo, dẫn đến kết quả không chính xác.

Chẩn đoán thông qua hỗ trợ của máy tính

Máy tính đóng vai trò quan trọng trong nhiều ứng dụng chẩn đoán y tế như X-quang kỹ thuật số, chụp cộng hưởng từ (MRI), chụp cắt lớp điện toán (CT-scan), siêu âm và nhiều ứng dụng khác. Chẩn đoán SR thông qua hỗ trợ của máy tính là một kỹ thuật chẩn đoán dựa trên cơ sở sử dụng thị giác máy tính để thu thập thông tin từ hình ảnh kính hiển vi và áp dụng phương pháp học máy để phân tích kết quả. Nó có thể được sử dụng để hỗ trợ các phương pháp truyền thống hoặc phát triển thành một kỹ thuật chẩn đoán hoàn toàn tự động, thay thế cho việc kiểm tra bằng kính hiển vi thủ công. Phương pháp này nhận được nhiều quan tâm nghiên cứu nhằm cung cấp giải pháp phát hiện KSTSR nhanh chóng và chính xác. Tek và cs [13] đã trình bày tổng hợp các tài liệu đánh giá nhằm đề xuất quy trình chẩn đoán SR tự động dựa trên thị giác máy tính bằng hình ảnh của mẫu máu trên lam kính. Một hệ thống chẩn đoán SR tự động có thể được thiết kế dựa trên hiểu biết chuyên môn về chẩn đoán (kiến thức về huyết học) và áp dụng các kiến thức đó vào các thuật toán xử lý hình ảnh và nhận dạng mẫu. Về nguyên tắc, hệ thống này có thể phân biệt được tế bào bị nhiễm KSTSR và các thành phần máu khỏe mạnh. Nhìn chung, có 5 bước chính để phân tích hình ảnh hiển vi là: thu nhận hình ảnh, tiền xử lý, phân đoạn, trích xuất và phân loại tính năng [13].

Thu nhận hình ảnh: hầu hết các nghiên cứu về phát hiện SR đã được thực hiện trên hình ảnh phết máu mỏng; trong khi đó chỉ có một vài nghiên cứu sử dụng hình ảnh phết máu dày. Theo Ross và cs [14], hình ảnh thu được của các lam kính mỏng từ máy ảnh kết nối điện tích (CCD) với độ phóng đại 4X kết nối với kính hiển vi độ phóng đại 1000X. Hình ảnh được lưu trữ ở định dạng JPEG với độ phân giải tối đa của máy ảnh, 2048x1536 pixel. Một quy trình tương tự đã được ghi nhận ở một số nghiên cứu khác, trong đó hình ảnh được thu nhận từ máy ảnh kết nối điện tích (CCD) với kính hiển vi. Bên cạnh đó, hình ảnh lam kính cũng được tải xuống từ các trang web có sẵn miễn phí để phục vụ cho mục đích nghiên cứu. Gitonga và cs [15] đã thu được hình ảnh phết máu mỏng từ Trung tâm Kiểm soát dịch bệnh Hoa Kỳ (CDC) và Viện Nghiên cứu y tế Kenya (KEMRI).

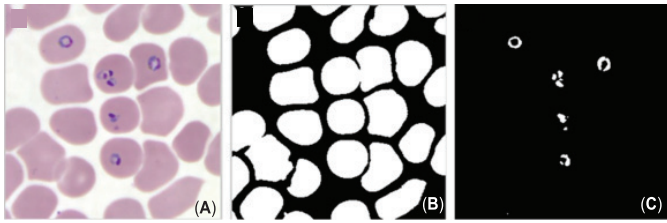
Các xử lý chuẩn bị: mục đích chính của bước tiền xử lý là tạo ra hình ảnh có độ tương phản cao, độ nhiễu thấp để xử lý trong bước tiếp theo. Những thay đổi màu của vết máu do điều chỉnh máy ảnh, hay do việc chiếu sáng hình ảnh kính hiển vi sẽ gây khó khăn trong quá trình phân loại các tế bào máu. Nguyên do là khó có thể xử lý các phân đoạn thích hợp của các vật thể có màu sắc

khá giống nhau. Các phương pháp khác nhau đã được đề xuất để xử lý các vấn đề tiền xử lý [16] như chiếu sáng, giảm nhiễu... Việc kết hợp các bộ lọc khác nhau cũng có thể giảm hiệu ứng chiếu sáng từ cả hai mặt kính hiển vi và camera. Các giải pháp bộ lọc khác nhau đã được đề xuất bởi các nhà nghiên cứu để giải quyết các vấn đề tăng cường độ nét và nhiễu trong chẩn đoán SR tự động [17]. Mặc dù các kỹ thuật này ít nhiều khắc phục được vấn đề về ánh sáng, nhưng yếu tố con người vẫn liên quan đến việc chuẩn bị các lam kính máu và gián tiếp ảnh hưởng đến chất lượng hình ảnh. Các kỹ thuật tiền xử lý được sử dụng bởi các nhà nghiên cứu khác nhau trong chẩn đoán SR tự động được tóm tắt trong bảng 1.

Bảng 1. Kỹ thuật tiền xử lý hình ảnh được áp dụng trong nhiều nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo	Kỹ thuật tiền xử lý	Nhận xét tác dụng
P. Rakshit và K. Bhowmik [16]	Bộ lọc Wiener	Được sử dụng để loại bỏ mờ trong hình ảnh do chuyển động tuyến tính hoặc quang học không tập trung
M.I. Khan và cs [18]	Bộ lọc thông thấp	Loại bỏ các thành phần lặp lại
N.E. Ross và cs [14], C. Di Ruberto và cs [19], F.B. Tek và cs [20], Díaz và cs [21], M.-H. Tsai và cs [22]	Bộ lọc hình thái	Hữu ích để loại bỏ các đặc điểm không mong muốn trên hình ảnh
A.S. Abdul-Nasir và cs [23]	Tăng cường độ tương phản dựa trên kỹ thuật biến đổi toàn cục và biến đổi tuyến tính độ tương phản	Hữu ích để tăng độ tương phản của hình ảnh
S.W. Sio và cs [17], C. Di Ruberto và cs [19], Purwar và cs [24], Sheeba và cs [25], Punitha và cs [26]	Cân bằng biểu đồ thích ứng hoặc cân bằng biểu đồ cục bộ	Hiệu quả cho hình ảnh có độ phân giải thấp
Kaewkamnerd và cs [27], S. Savkare và S. Narote [28]	Bộ lọc Laplacian	Được sử dụng để làm sắc nét các cạnh trong hình ảnh
M.I. Khan và cs [18], N. Ahirwar và cs [29]	Lọc không tuyến tính: SUSAN	Hữu ích cho việc lọc nhiễu, tìm cạnh và tìm góc
Das và cs [30]	Bộ lọc trung bình hình học	Loại bỏ nhiễu Gaussian để bảo toàn các cạnh.
Somasekar và cs [31]	Bộ lọc thông thấp Gaussian	Hiệu quả để loại bỏ nhiễu Gaussian

Phân tách tế bào máu và KST: phân tách được định nghĩa là quá trình phân vùng một hình ảnh thành một tập hợp các vùng không chồng lấp mà liên kết toàn bộ hình ảnh. Trong quy trình chẩn đoán tự động để phân loại các loài KSTSR, giai đoạn quan trọng và khó khăn nhất là phân tách chính xác hình ảnh phết máu thành các yếu tố khác nhau như hồng cầu, bạch cầu, KSTSR và phân đoạn có KST kết hợp với hồng cầu. Để trích xuất hồng cầu bị nhiễm bệnh, trước tiên cần xác định chúng dựa trên sự kết hợp hình ảnh của KSTSR và hồng cầu, sau đó phân tách chúng khỏi nền. Phân chia tế bào có thể được tiến hành theo hướng quy nạp hoặc suy diễn. Trong quy nạp, các đối tượng nhuộm màu được định vị đầu tiên bằng cách sử dụng các giá trị cường độ màu, sau đó các vùng chứa màu được phân tách. Ngược lại, theo phương pháp suy diễn, hình ảnh trước tiên được phân tách khỏi nền và tiền cảnh, sau đó đối tượng nhuộm màu mới được phân tách [13]. Phân tách đầy đủ có thể dẫn đến phát hiện và phân loại KSTSR một cách hiệu quả. Quá trình phân tách để phát hiện hồng cầu và KST được thể hiện trong hình 3.



Hình 3. Hình ảnh phân tách của phết máu. (A) Hình gốc, (B) Phân đoạn hồng cầu, (C) KSTSR.

Các nghiên cứu với các kỹ thuật phân tách khác nhau được tóm tắt trong bảng 2.

Bảng 2. Kỹ thuật phân tách tế bào máu và KST.

Tài liệu tham khảo	Kỹ thuật phân tách	Chú thích
S.W. Sio và cs [17]	Cách tiếp cận dựa trên quy tắc (phát hiện viền ảnh, liên kết viền ảnh và tách cụm)	Rất hiệu quả cho việc phân tách hình ảnh bị chồng chéo nhưng thông tin hình dạng có thể bị bóp méo
M.I. Khan và cs [18], N. Ahirwar và cs [29], Das và cs [30]	Đánh dấu kiểm soát lẫn giáp ranh với phương pháp hình thái	Hiệu quả cho phân tách tế bào chồng lấp và có thể thất bại với phân tách tế bào có phân khúc chồng lấp cao
Tek và cs [20]	Xử lý hình thái trên ảnh	Hữu ích trong điều kiện chiếu sáng không đồng đều
A.S. Abdul-Nasir và cs [23]	Phân cụm K-mean	Thu được nhiều vùng đồng nhất hơn
Purwar và cs [24]	Phân khúc Chan-Vese	Không hữu ích cho phân tách tế bào chồng chéo
M.-T. Le và cs [32], K. Chakrabortya và cs [33], L.B. Damahe và cs [34]	Ngưỡng biểu đồ Zack	Đánh giá các giá trị ngưỡng tối ưu
Gual-Arnau và cs [35], V. Makkapati và cs [36]	Phân đoạn cơ sở đường viền đối tượng chồng chéo	Hạn chế nếu hình ảnh chứa nhiều đối tượng chồng chéo
R.R. Devi và cs [37]	Biến đổi lẫn giáp ranh	Hoạt động tốt cho các đối tượng chồng chéo
L. Zou và cs [38]	Biến đổi tròn Hough	Yêu cầu kiến thức cần thiết về bán kính của tế bào máu
Kale và cs [39-42]	Tỷ lệ góc vòng	Chỉ hữu ích cho hình tròn
M.L. Chayadevi và G. Raju [43]	Phân đoạn cơ sở quy tắc mở	Thiết kế cơ sở quy tắc rất phức tạp
S. Suryawanshi và V. Dixit [44]	Ngưỡng phân phối Poisson	Không hiệu quả cho phân tách tế bào chồng lấp
Yunda và cs [45]	Độ dốc hình thái và K-Median	Không phụ thuộc giá trị ban đầu của K
Sheeba và cs [25], S. Savkare và S. Narote [28], H. Lee và Y. Chen [46], J. Gac và cs [47], Anggraini và cs [48]	Ngưỡng Otsu	Phân loại các điểm ảnh thông qua giá trị ngưỡng tối ưu
Somasekar và cs [31], J.E. Arco và cs [49], S.F. Toha và U.K. Ngah [50], Prasad và cs [51], I. Suwalka và cs [52], N. Linder và cs [53]	Xác định ngưỡng dựa trên biểu đồ Histogram	Lựa chọn ngưỡng là rất quan trọng, lựa chọn sai có thể dẫn đến phân tách sai vị trí
M.-H. Tsai và cs [22], Y.-W. Hung và cs [54]	Phương pháp nhận diện theo vùng hình ảnh	Phương pháp nhanh và đáng tin cậy, cho hình ảnh đồng nhất, tuy nhiên kỹ thuật này không nhất quán khi hình ảnh có độ biến thiên lớn
P. Rakshit và K. Bhowmik [16], S. Jalari và B.E. Reddy [55], B. Maiseli và cs [56]	Thuật toán phát hiện viền	Cho hình ảnh có độ tương phản cao hơn giữa các đối tượng

Trích xuất các tính năng quan trọng: trích xuất tính năng là quá trình thể hiện hình ảnh ở dạng không trực quan. Bước này không thể thiếu trong hầu hết các giải thuật xử lý hình ảnh, bởi vì nó đánh dấu bước chuyển từ hình ảnh sang biểu diễn dữ liệu khác (ma trận số) [57]. KSTSR và các thành phần được nhuộm màu khác là các đối tượng linh hoạt với các biến thể lớn về hình dạng, kích thước và

hình thái. Thông tin màu sắc có giá trị nhưng không đủ để phân biệt giữa các vật thể nhuộm màu khác và KSTSR và cả trong các loài khác nhau. Các đặc điểm nổi bật giúp phân biệt tế bào bình thường hay tế bào nhiễm bệnh được xác định là bộ tính năng. Hầu hết các nghiên cứu đã báo cáo cả kết cấu cũng như các đặc trưng hình học để mô tả các giai đoạn nhiễm SR.

Các đặc trưng hình học: đặc điểm này rất quan trọng đối với việc nhận dạng các hình ảnh phức tạp, nhiều nhà nghiên cứu đã sử dụng chúng để nhận dạng KSTSR. Diện tích và chu vi là các tính năng được sử dụng để thể hiện kích thước của các ô, trong khi các tính năng hình dạng có thể được nhóm lại dựa trên khu vực và ranh giới. Để trích xuất các tính năng, hình ảnh ô được chuyển đổi thành hình ảnh nhị phân, trong đó các điểm ảnh ở mỗi ô được biểu thị bằng giá trị khác 0. Trong bối cảnh chẩn đoán tự động KSTSR, các đặc điểm hình học được dùng để phân chia các loài KSTSR và giai đoạn sống của mỗi loài liên quan đến hình dạng của KST. Tuy nhiên, các đặc điểm hình học không được sử dụng để phân loại hồng cầu bị nhiễm và hồng cầu không bị nhiễm.

Đặc trưng kết cấu: kết cấu của một hình ảnh mô tả sự phân bố về mặt không gian dựa trên cường độ hoặc màu sắc trong một khu vực cụ thể. Kết cấu của một tế bào hồng cầu khỏe mạnh cho thấy cường độ đồng đều trên bề mặt tế bào dưới hình ảnh hiển vi. Các đặc điểm kết cấu được thảo luận bên dưới được sử dụng để xác định xem các hồng cầu có bị nhiễm KSTSR hay không và phân loại chúng thành hai lớp (bị nhiễm hoặc không bị nhiễm). Tuy nhiên, việc phân loại các loài KSTSR và giai đoạn sống của chúng bằng cách chỉ sử dụng các đặc điểm kết cấu không dễ dàng. Để phân loại các loài KST, các đặc trưng hình học phụ thuộc giai đoạn sống được sử dụng cùng với đặc điểm kết cấu và màu sắc. Kết cấu hình ảnh được mô tả tốt bởi các thuộc tính như sự đồng nhất, hình dạng đơn giản, bề mặt thô nhám và đều đặn.

Các đặc trưng được sử dụng trong phân tích tế bào hồng cầu có thể được nhóm lại thành các dạng đặc trưng hình học và đặc trưng kết cấu như trong bảng 3.

Bảng 3. Các đặc tính để phân loại hồng cầu và KSTSR.

Tài liệu tham khảo	Đặc điểm	Tính năng đặc trưng
N.E. Ross và cs [14], L. Gitonga và cs [15], C. Di Ruberto và cs [19], Das và cs [30], R.R. Devi và cs [37], H. Lee và Y.-P.P. Chen [46], F.B. Tek và cs [20, 58], S. Savkare và S. Narote [28, 59], S. Raviraja và cs [60], S.K. Kumarasamy và cs [61]	Đặc trưng hình học	Diện tích, chu vi, tỷ lệ diện tích, diện tích lõi, độ rắn, yếu tố hình thức, khoảng khắc, độ nén, độ lệch tâm, số thùy, độ tròn, hướng, hình chữ nhật, đối xứng, độ dốc và độ giãn dài
L. Gitonga và cs [15], M.I. Khan và cs [18], Diaz và cs [21], Das và cs [30], Gual-Arnau và cs [35], M.L. Chayadevi và G. Raju [43], Yunda và cs [45], H. Lee và Y.-P.P. Chen [46], F.B. Tek và cs [20, 58], S. Savkare và S. Narote [28, 59], S. Widodo [62]	Đặc trưng kết cấu hoặc màu sắc	Giá trị trung bình, phương sai, độ lệch chuẩn (standard deviation), sai số trung bình bình phương (mean squared error), chất lượng hình ảnh và màu sắc

Phân loại: quá trình phân loại trong chẩn đoán SR tự động thường được áp dụng cho hai mục đích: để quyết định liệu hồng cầu có bị nhiễm hay không và để phân loại các loài KSTSR cũng như giai đoạn sống của chúng. Danh sách các thuật toán phân loại được sử dụng bởi các nghiên cứu đã công bố để phân loại các tế bào bị nhiễm bệnh hoặc giai đoạn sống và các loài KST được mô tả trong bảng 4.

Bảng 4. Tổng hợp các kỹ thuật phân loại khác nhau.

Tài liệu tham khảo	Kỹ thuật phân loại	Ghi chú
N.E. Ross và cs [14], M.I. Khan và cs [18], F.B. Tek. và cs [20], M.L. Chayadevi và G. Raju [43]	Back propagation neural network (BPNN)	Khắc phục những hạn chế của mạng một lớp
L. Gitonga và cs [15], Yunda và cs [45], H. Lee và Y.-P.P. Chen [46]	Artificial Neural Network (ANN)	Hiệu suất và độ chính xác của phân loại phụ thuộc vào cấu trúc mạng và số lượng đầu vào
Purwar và cs [24]	Phân cụm K-mean	Phân cụm K-means là thuật toán học không giám sát (unsupervised learning). Kỹ thuật này trích xuất được những thông tin quan trọng dựa trên mối liên quan giữa các điểm dữ liệu
Das và cs [30]	Naive Bayes	Naive Bayes có thời gian huấn luyện và kiểm tra rất nhanh
S. Suryawanshi và V. Dixit [44]	Cây quyết định sử dụng khoảng cách Euclide	Việc tính toán khoảng cách có thể phụ thuộc vào từng loại dữ liệu.
S.P. Premaratne và cs [63]	Feed Forward neural network	Các node được kết nối một chiều duy nhất từ đầu đến cuối mà không có suy luận ngược lại
Díaz và cs [21], Gual-Arnau và cs [35], F.B. Tek và cs [20, 58], L. Malihi và cs [64]	K-nearest neighbors classifier (KNN)	Phân loại K lân cận (K-nearest neighbors classifier) là một thuật toán có giám sát (supervised learning)
Díaz và cs [21], Das và cs [30], M.L. Chayadevi và G. Raju [43], N. Linder và cs [53], S. Savkare và S. Narote [28, 59], S.K. Kumarasamy và cs [61], S. Widodo [62], L. Malihi và cs [64]	Support Vector Machine (SVM)	Máy vector hỗ trợ (SVM) có thể làm việc với dữ liệu gắn tách biệt tuyến tính như mô hình hồi quy logistic
F.B. Tek. và cs [20], L. Malihi và cs [64]	Hàm phân lớp tuyến tính của Fisher (Fisher linear discriminant - FLD)	FLD là phương pháp giảm chiều dữ liệu mà vẫn giữ lại những đặc trưng quan trọng nhất cho việc phân loại.
L. Malihi và cs [64]	Phân loại trung bình gần nhất (Nearest mean classifier)	Hữu ích trong các trường hợp lượng mẫu ít nhưng lại có nhiều đặc trưng

Kết luận

Bài tổng quan này giới thiệu một số kỹ thuật trong chẩn đoán tự động bệnh SR dựa trên phân tích hình ảnh tế bào máu. Trong đó, điểm lại vắn tắt các thuật toán, kỹ thuật và phương pháp nhận biết KSTSR qua phân tích hình ảnh có sự hỗ trợ của máy tính và chỉ ra những hạn chế hiện có. Để thực hiện chẩn đoán SR qua hình ảnh vết máu trên lam kính, hệ thống chẩn đoán tự động đòi hỏi 5 giai đoạn quan trọng là thu nhận hình ảnh, tiền xử lý hình ảnh, phân đoạn KST, trích xuất và phân loại tính năng với khả năng xác định sự hiện diện của KSTSR trong mẫu máu bằng cách phân biệt giữa các vật nhuộm màu không phải KST (hồng cầu, bạch cầu, tiểu cầu) và KSTSR. Để xác định nhiễm trùng nếu mẫu máu được chẩn đoán là dương tính, cần thực hiện một quá trình bổ sung xác định các giai đoạn phát triển KSTSR và bệnh bằng cách phân biệt các loài KST và các giai đoạn phát triển của chúng. Tuy nhiên, phần lớn các nghiên cứu phân tích hình ảnh để chẩn đoán SR hiện tại chưa đáp ứng được các yêu cầu nêu trên. Điều này cũng mở ra cơ hội cho các nhà nghiên cứu cải tiến các kỹ thuật ngày càng tốt hơn.

Gần đây, ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) vào y khoa là một trong những lĩnh vực nghiên cứu ứng dụng nổi trội nhất [65]. Không chỉ riêng Việt Nam mà ở nhiều quốc gia trên thế giới, các sản phẩm thực tế từ ứng dụng AI đều thu hút được sự quan tâm của các nhà đầu tư. Hiện nay, việc phát hiện KSTSR bằng xét nghiệm lam máu nhuộm Giemsa trên kính hiển vi vẫn được coi là phương pháp chính để chẩn đoán SR. Do vậy, phương pháp phân tích hình ảnh này cần được xem xét nghiên cứu để áp dụng AI vào thực tế.

Ứng dụng AI trong chẩn đoán SR sẽ là hướng tiếp cận mới, hiện đại. Công nghệ AI kết hợp với dịch vụ dữ liệu di động có thể giúp cải thiện hiệu quả phát hiện SR vì có thể áp dụng để hỗ trợ các kỹ thuật viên chỉ được đào tạo cơ bản và thậm chí cả những cán bộ

y tế không chuyên sâu, thông qua việc sử dụng thiết bị di động để chụp hình ảnh tế bào máu nhuộm Giemsa trên lam kính, chuyển hình ảnh qua mạng viễn thông đến trung tâm lưu trữ dữ liệu và xử lý hình ảnh bằng công nghệ AI. Phần mềm ứng dụng công nghệ AI có thể đưa ra gợi ý giúp xác định các trường hợp bình thường hoặc bất thường ngay sau đó, với độ chính xác cao, rất tiện lợi và giảm thiểu chi phí cho những vùng sâu, vùng xa, đặc biệt là các khu vực biên giới hạ lưu sông Mekong. Hướng nghiên cứu này đòi hỏi sự tham gia của các nhà khoa học thị giác máy tính lẫn các nhà nghiên cứu bệnh học, cũng như các lập trình viên, xây dựng phần mềm để đạt được sự hợp tác giữa các bên và cùng nhau phát triển.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] WHO (2016), *Eliminating Malaria*, <https://www.who.int/malaria/publications/atoz/eliminating-malaria/en/>.
- [2] Cục Y tế Dự phòng - Bộ Y tế (2016), *Sổ tay xét nghiệm bệnh truyền nhiễm*.
- [3] Nguyễn Thị Thu Vân (2019), *Thực trạng và một số yếu tố liên quan đến nhiễm ký sinh trùng sốt rét ở vùng dân di biến động tại Bình Phước*, Luận văn Thạc sỹ, Học viện Khoa học và Công nghệ.
- [4] Báo điện tử Chính phủ (2011), *Phấn đấu đến năm 2030 sẽ loại trừ bệnh sốt rét*, <http://baohinhphu.vn/Tin-noi-bat/Phan-dau-den-nam-2030-loai-tru-sot-ret/66091.vgp>.
- [5] Viện Sốt rét Quy Nhơn (2008), “Đánh giá kết quả phòng chống sốt rét 2001-2008, định hướng kế hoạch phòng chống sốt rét (2009-2013) khu vực miền Trung và Tây Nguyên”, *Hội nghị Phòng chống sốt rét khu vực miền Trung - Tây Nguyên*.
- [6] Nguyễn Văn Chương, Huỳnh Hồng Quang (2013), “Sốt rét do ký sinh trùng khi Plasmodium knowlesi tại Việt Nam: tổng hợp và cập nhật y văn thế giới”, *Tạp chí Y học Dự phòng*, **23(10)**, tr.47.
- [7] Lục Tiểu Nguyên (2005), “Tình hình sốt rét ở nhóm dân đi rừng ngủ rẫy và một số biện pháp can thiệp tại xã Sơn Thái, huyện Khánh Vĩnh, tỉnh Khánh Hòa”, *Tạp chí Y học Thực hành*, **511**, tr.110-114.
- [8] Nguyễn Đức Hào (2010), *Xác định tỷ lệ mắc và thực trạng sử dụng thuốc tự điều trị sốt rét cho người ngủ rẫy tại xã Đắk R'Măng, huyện Đắk Glong, tỉnh Đắk Nông năm 2010*, Luận văn Thạc sỹ, Trường Đại học Tây Nguyên.
- [9] WHO (2010), *Basic Malaria Microscopy - Part I: Learner's Guide*, <https://www.who.int/malaria/publications/atoz/9241547820/en/>.
- [10] B. Grabias, E. Essuman, I.A. Quakyi, S. Kumar (2019), “Sensitive real-time PCR detection of *Plasmodium falciparum* parasites in whole blood by erythrocyte membrane protein 1 gene amplification”, *Malar. J.*, **18(116)**, DOI: 10.1186/s12936-019-2743-9.
- [11] N. Siwal, et al. (2018), “Malaria diagnosis by PCR revealed differential distribution of mono and mixed species infections by *Plasmodium falciparum* and *P. vivax* in India”, *PLOS ONE*, **13(3)**, DOI: 10.1371/journal.pone.0193046.
- [12] K.B. Beshir, N. Diallo, C.J. Sutherland (2018), “Identifying recrudescence *Plasmodium falciparum* in treated malaria patients by real-time PCR and high resolution melt analysis of genetic diversity”, *Sci. Rep.*, **8**, DOI: 10.1038/s41598-018-28179-2.
- [13] F.B. Tek, A.G. Dempster, I. Kale (2009), “Computer vision for microscopy diagnosis of malaria”, *Malar. J.*, **8**, DOI: 10.1186/1475-2875-8-153.
- [14] N.E. Ross, C. Pritchard, D. Rubin, A. Duse (2006), “Automated image processing method for the diagnosis and classification of malaria on thin blood smears”, *Med. Biol. Eng. Comput.*, **44**, pp.427-436.
- [15] L. Gitonga, D. Maitethia Memeu, K. Kaduki, M. Kale, N. Muriuki (2014), “Determination of plasmodium parasite life stages and species in images of thin blood smears using artificial neural network”, *Open J. Clin. Diagnostics*, **4**, pp.78-88.
- [16] P. Rakshit and K. Bhowmik (2013), “Detection of presence of parasites in human RBC in case of diagnosing malaria using image processing”, *2013 IEEE Second International Conference on Image Information Processing (ICIIP-2013)*, pp.329-334.
- [17] S.W. Sio, et al. (2007), “MalariaCount: an image analysis-based program for the accurate determination of parasitemia”, *J. Microbiol. Methods*, **68(1)**, pp.11-18.
- [18] M.I. Khan, B. Acharya, B. Kumar, J. Soni, B. Singh (2011), “Content based image retrieval approaches for detection of malarial in blood images”, *Int. J. Biometrics Bioinformatics (IJBB)*, **5(2)**, pp.97-110.
- [19] C. Di Ruberto, A. Dempster, S. Khan, B. Jarra (2002), “Analysis of infected blood cell images using morphological operators”, *Image Vis. Comput.*, **20**, pp.133-146.

- [20] F.B. Tek, A. Dempster, I. Kale (2010), "Parasite detection and identification for automated thin blood film malaria diagnosis", *Comput. Vis. Image Underst.*, **114**, pp.21-32.
- [21] G. Díaz, F.A. González, E. Romero (2009), "A semi-automatic method for quantification and classification of erythrocytes infected with malaria parasites in microscopic images", *J. Biomed. Inform.*, **42**(2), pp.296-307.
- [22] M.-H. Tsai, S.-S. Yu, Y.-K. Chan, C.-C. Jen (2015), "Blood smear image based malaria parasite and infected-erythrocyte detection and segmentation", *J. Med. Syst.*, **39**(10), DOI: 10.1007/s10916-015-0280-9.
- [23] A.S. Abdul-Nasir, M.Y. Mashor, Z. Mohamed (2013), "Colour image segmentation approach for detection of malaria parasites using various colour models and K-means clustering", *WSEAS Trans. Biol. Biomed.*, **10**(1), pp.41-55.
- [24] Y. Purwar, S. Shah, G. Clarke, A. Almugairi, A. Muehlenbachs (2011), "Automated and unsupervised detection of malaria parasites in microscopic images", *Malar. J.*, **10**, DOI: 10.1186/1475-2875-10-364.
- [25] F. Sheeba, R. Thamburaj, J. Mammen, A. Nagar (2013), "Detection of plasmodium falciparum in peripheral blood smear images", *Proceedings of Seventh International Conference on Bio-Inspired Computing: Theories and Applications (BIC-TA 2012)*, pp.289-298.
- [26] S. Punitha, P. Logeshwari, P. Sivarajani, S. Priyanka (2017), "Detection of malarial parasite in blood using image processing", *Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST)*, **1**(2), pp.211-213.
- [27] S. Kaevkamnerd, C. Uthairibull, A. Intarapanich, M. Pannarut, S. Chaotheing, S. Tongshima (2012), "An automatic device for detection and classification of malaria parasite species in thick blood film", *BMC Bioinformatics*, **13**, Suppl. 17, DOI: 10.1186/1471-2105-13-S17-S18.
- [28] S. Savkare and S. Narote (2015), "Automated system for malaria parasite identification", *Proc. of Int. Conf. Commun. Inf. Comput. Technol.*, DOI: 10.1109/ICCICT.2015.7045660.
- [29] N. Ahirwar, S. Pattnaik, B. Acharya (2012), "Advanced image analysis based system for automatic detection and classification malarial parasite in blood images", *Int. J. Inf. Technol. Knowl. Manag.*, **5**(1), pp.59-64.
- [30] D.K. Das, M. Ghosh, M. Pal, A.K. Maiti, C. Chakraborty (2013), "Machine learning approach for automated screening of malaria parasite using light microscopic images", *Micron*, **45**, pp.97-106.
- [31] J. Somasekar, B.E. Reddy, E.K. Reddy, C.H. Lai (2011), "An image processing approach for accurate determination of parasitemia in peripheral blood smear images", *International Journal of Computer Applications*, **1**, pp.23-28.
- [32] M.-T. Le, T. Bretschneider, C. Kuss, P. Preiser (2008), "A novel semi-automatic image processing approach to determine Plasmodium falciparum parasitemia in Giemsa-stained thin blood smears", *BMC Cell Biol.*, **9**(1), DOI: 10.1186/1471-2121-9-15.
- [33] K. Chakraborty (2015), "A combined algorithm for malaria detection from thick smear blood slides", *J. Heal. Med. Informatics*, **6**(1), pp.645-652.
- [34] L.B. Damahe, R. Krishna, N. Janwe (2011), "Segmentation based approach to detect parasites and RBCs in blood cell images", *Int. J. Comput. Sci. Appl.*, **4**(2), pp.71-81.
- [35] X. Gual-Arnau, S. Herold-García, A. Simó (2015), "Erythrocyte shape classification using integral-geometry-based methods", *Med. Biol. Eng. Comput.*, **53**(7), pp.623-633.
- [36] V. Makkapati and R. Rao (2009), "Segmentation of malaria parasites in peripheral blood smear images", *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, pp.1361-1364.
- [37] R.R. Devi, V. Rajagopal, S. Mohan, M. Gopu (2011), "Computerized shape analysis of erythrocytes and their formed aggregates in patients infected with P. vivax malaria", *Adv. Comput. An Int. J.*, **2**(2), pp.71-77, DOI: 10.5121/acij.2011.2207.
- [38] L. Zou, J. Chen, J. Zhang, N. Garcia (2010), "Malaria cell counting diagnosis within large field of view", *International Conference on Digital Image Computing: Techniques and Applications*, pp.172-177.
- [39] C. Dallet, S.K. Reni, I. Kale (2014), "Real time blood image processing application for malaria diagnosis using mobile phones", *IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)*, pp.2405-2408.
- [40] S.K. Reni, I. Kale, R.C.S. Morling (2012a), "Automated malaria parasite detection in thin blood films: a hybrid illumination and color constancy insensitive, morphological approach", *IEEE Asia Pacific Conference on Circuits and Systems*, pp.240-243.
- [41] S. Kareem, R.C.S. Morling, I. Kale (2011), "A novel method to count the red blood cells in thin blood films", *IEEE International Symposium of Circuits and Systems (ISCAS)*, pp.1021-1024.
- [42] S.K. Reni, I. Kale, R. Morling (2012b), "Automated P. falciparum detection system for post-treatment malaria diagnosis using modified annular ring ratio method", *UKSim 14th International Conference on Computer Modelling and Simulation*, pp.432-436.
- [43] M.L. Chayadevi and G. Raju (2015), "Automated colour segmentation of malaria parasite with fuzzy and fractal methods", *Smart Innov. Syst. Technol.*, **3**, pp.53-63.
- [44] S. Suryawanshi and V. Dixit (2013), "Improved technique for detection of malaria parasites within the blood cell images", *Int. J. Sci. Eng. Res.*, **4**, pp.373-375.
- [45] L. Yunda, A. Alarcón, J. Millán (2012), "Automated image analysis method for P. vivax malaria parasite detection in thick film blood images", *Sist. y Telemática*, **10**(20), pp.9-25.
- [46] H. Lee and Y.-P.P. Chen (2014), "Cell morphology based classification for red cells in blood smear images", *Pattern Recognit. Lett.*, **49**, pp.155-161.
- [47] J. Gac, F. Maspiyanti, D. Sarwinda, A. Arymurthy (2013), "Plasmodium parasite detection on red blood cell image for the diagnosis of malaria using double thresholding", *International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)*, pp.381-385.
- [48] D. Anggraini, A.S. Nugroho, C. Pratama, I.E. Rozi, V. Pragesjvara, M. Gunawan (2011), "Automated status identification of microscopic images obtained from malaria thin blood smears using Bayes decision: a study case in Plasmodium falciparum", *International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems*, pp.347-352.
- [49] J.E. Arco, J.M. Górriz, J. Ramírez, I. Álvarez, C.G. Puntonet (2015), "Digital image analysis for automatic enumeration of malaria parasites using morphological operations", *Expert Syst. Appl.*, **42**(6), pp.3041-3047.
- [50] S.F. Toha and U.K. Ngah (2007), "Computer aided medical diagnosis for the identification of malaria parasites", *International Conference on Signal Processing, Communications and Networking*, pp.521-522.
- [51] K. Prasad, J. Winter, U. Bhat, R.V. Acharya, G. Prabhu (2011), "Image analysis approach for development of a decision support system for detection of malaria parasites in thin blood smear images", *J. Digit. Imaging Off. J. Soc. Comput. Appl. Radiol.*, **25**(4), pp.542-549.
- [52] I. Suwalka, A. Sanadhya, A. Mathur, M. Chouhan (2012), "Identify malaria parasite using pattern recognition technique", *International Conference on Computing, Communication and Applications*, pp.1-4.
- [53] N. Linder, et al. (2014), "A malaria diagnostic tool based on computer vision screening and visualization of Plasmodium falciparum candidate areas in digitized blood smears", *PLOS ONE*, **9**, DOI: 10.1371/journal.pone.0104855.
- [54] Y.-W. Hung, et al. (2015), "Parasite and infected-erythrocyte image segmentation in stained blood smears", *J. Med. Biol. Eng.*, **35**(6), pp.803-815.
- [55] S. Jalari and B.E. Reddy (2015), "Segmentation of erythrocytes infected with malaria parasites for the diagnosis using microscopy imaging", *Comput. Electr. Eng.*, **45**, pp.336-351.
- [56] B. Maiseli, J. Mei, H. Gao, S. Yin (2014), "An automatic and cost-effective parasitemia identification framework for low-end microscopy imaging devices", *International Conference on Mechatronics and Control (ICMC)*, pp.2048-2053.
- [57] M. Nixon and A. Aguado (2019), *Feature Extraction and Image Processing for Computer Vision*, Academic Press, 629pp.
- [58] F.B. Tek, A. Dempster, I. Kale (2006), "Malaria parasite detection in peripheral blood images", *British Machine Vision Conference*, pp.347-356.
- [59] S. Savkare and S. Narote (2012), "Automatic system for classification of erythrocytes infected with malaria and identification of parasite's life stage", *Procedia Technol.*, **6**, pp.405-410.
- [60] S. Raviraja, G. Bajpai, S. Sharma (2007), "Analysis of detecting the malarial parasite infected blood images using statistical based approach", *3rd Kuala Lumpur International Conference on Biomedical Engineering*, pp.502-505.
- [61] S.K. Kumarasamy, S. Ong, K. Tan (May 2011), "Robust contour reconstruction of red blood cells and parasites in the automated identification of the stages of malarial infection", *Mach. Vis. Appl.*, **22**(3), pp.461-469.
- [62] S. Widodo (2014), "Texture analysis to detect malaria tropica in blood smears image using support vector machine", *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering*, pp.301-306.
- [63] S.P. Premaratne, N.D. Karunaweera, S. Fernando (2006), "A neural network architecture for automated recognition of intracellular malaria parasites in stained blood films", *Proceedings of APAMI & CJKMI-KOSMI Conference*, 4pp.
- [64] L. Malihi, K. Ansari-Asl, A. Behbahani (2013), "Malaria parasite detection in giemsa-stained blood cell images", *8th Iranian Conference on Machine Vision and Image Processing (MVIP)*, pp.360-365.
- [65] T. Davenport and R. Kalakota (2019), "The potential for artificial intelligence in healthcare", *Futur. Healthc. J.*, **6**(2), pp.94-98.

Sử dụng amoni hydroxit trong tổng hợp cacbon nano ống biến tính bằng nitơ

Trương Hữu Trì*

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng

Ngày nhận bài 27/3/2020; ngày chuyển phản biện 30/3/2020; ngày nhận phản biện 21/4/2020; ngày chấp nhận đăng 28/4/2020

Tóm tắt:

Tổng hợp và biến tính đồng thời cacbon nano ống từ nguồn nguyên liệu cacbon là khí dầu mỏ hóa lỏng (LPG) và tác nhân biến tính là dung dịch NH_4OH đã được nghiên cứu thành công. Quá trình được thực hiện bằng phương pháp kết tụ hóa học trong pha hơi (CVD) với chất xúc tác có pha hoạt tính là sắt trên chất mang gamma oxit nhôm ($\text{Fe}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$). Kết quả phân tích bằng phổ quang điện tử tia X (XPS) đã chứng minh được sự có mặt của nitơ trong mạng lưới cấu trúc của sản phẩm. Ảnh chụp bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) và kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM) ở các mức độ phóng đại khác nhau cho thấy, sản phẩm thu được có độ sạch cao, đường kính ngoài thay đổi trong khoảng hẹp, từ 35 đến 45 nm. Ở mức độ phóng đại lớn hơn cho thấy vi cấu trúc đặc trưng của cacbon nano ống biến tính bằng nitơ (N-CNTs).

Từ khóa: BET, N-CNTs, phương pháp CVD, SEM, TEM, XPS.

Chỉ số phân loại: 2.9

Giới thiệu chung

Vật liệu cacbon nano ống (CNTs: Carbon Nano Tubes) đã thực sự thu hút cộng đồng khoa học trong những thập niên vừa qua nhờ vào các tính chất ưu việt và khả năng ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau của nó [1, 2]. Tuy nhiên, đối với vật liệu cacbon, cấu trúc nano nói chung và CNTs nói riêng, khi thu nhận từ quá trình tổng hợp, chúng thường không chứa nhiều những khiếm khuyết trong cấu trúc mạng lưới tinh thể (structural defects). Khi đó, bề mặt của chúng rất nhẵn và là hợp chất không phân cực. Những tính chất này sẽ không thuận lợi cho việc phân tán đồng đều CNTs trong polyme khi được sử dụng nhằm tăng cường một số tính năng cho sản phẩm compozit [3]. Khi CNTs được sử dụng làm chất mang cho xúc tác thì khả năng phân tán pha hoạt tính lên bề mặt của chúng là một trong những yêu cầu quan trọng nhằm đảm bảo hiệu quả của xúc tác. Đối với CNTs có những đặc tính vừa nêu trên thì sẽ không thuận lợi cho quá trình phân tán của pha hoạt tính. Hơn nữa pha hoạt tính sẽ không liên kết tốt với bề mặt chất mang, trong trường hợp đó, do lực liên kết giữa pha hoạt tính với chất mang không lớn nên trong quá trình làm việc, các tâm hoạt tính có thể bị rửa trôi hoặc kết tụ lại, kết quả là làm giảm hoạt tính và độ ổn định của xúc tác [4]. Để khắc phục nhược điểm này, các nhà khoa học đã tiến hành biến tính CNTs. Quá trình biến tính có thể thực hiện bằng cách sử dụng các chất oxy hóa tác dụng với CNTs nhằm gắn các nhóm chức lên bề mặt vật liệu [3]. Quá trình biến tính cũng có thể được tiến hành bằng cách đưa thêm các nguyên tố khác như nitơ, boron vào trong cấu trúc mạng lưới tinh thể của vật liệu cacbon ngay trong quá trình tổng hợp CNTs [5]. Các kết quả công bố cho thấy, khi

đưa nguyên tử nitơ vào trong mạng lưới cấu trúc của CNTs thì sản phẩm thu được N-CNTs có tính chất bề mặt, tính chất hóa học và điện được cải thiện hơn so với CNTs không biến tính, nhờ đó mà N-CNTs có khả năng ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau, đặc biệt là chất mang xúc tác [6, 7].

Hiện nay, có nhiều phương pháp khác nhau được sử dụng để tổng hợp CNTs biến tính như phương pháp hồ quang điện [5], phương pháp cắt bằng tia laser [8] hay phương pháp CVD [9]. Trong các phương pháp đó, CVD thường được sử dụng hơn cả vì có nhiều ưu điểm như nhiệt độ tiến hành của quá trình thấp hơn so với hai phương pháp còn lại, dễ triển khai ở quy mô lớn và chi phí thấp hơn [9]. Phương pháp CVD có thể sử dụng nhiều nguồn cacbon, nitơ khác nhau và quá trình có thể tiến hành với xúc tác là các kim loại chuyển tiếp như sắt (Fe), coban (Co), niken (Ni) [9, 10].

Ở nghiên cứu này, phương pháp CVD được sử dụng để tổng hợp N-CNTs từ nguồn nguyên liệu là LPG và dung dịch amoni hydroxit - NH_4OH , với xúc tác cho quá trình là sắt (Fe) được phân tán trên chất mang gamma oxit nhôm ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$). Sản phẩm thu được được đánh giá đặc tính bằng các phương pháp phân tích hóa lý hiện đại như XPS, SEM, TEM và bề mặt riêng được xác định bằng lý thuyết BET (Brunauer - Emmett - Teller) từ kết quả đo bằng hấp phụ và giải hấp phụ nitơ lỏng.

Thực nghiệm

Tổng hợp xúc tác

Nguyên vật liệu ban đầu: nguồn cacbon được sử dụng trong nghiên cứu này là LPG được cung cấp bởi Tổng công ty

*Email: thtri@dut.udn.vn

Using ammonium hydroxide in the synthesis of nitrogen-doped carbon nanotubes

Huu Tri Truong*

University of Science and Technology, University of Danang

Received 27 March 2020; accepted 28 April 2020

Abstract:

Synthesis of nitrogen-doped carbon nanotubes (N-CNTs) from liquefied petroleum gas (LPG) and NH_4OH solution was successfully studied. The synthetic process was carried out by chemical vapor decomposition (CVD) method over gamma alumina-supported iron ($\text{Fe}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) catalyst. According to the results of X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) analysis, nitrogen was successfully incorporated into the carbon nanotube network. Pictures taken by scanning electron microscopy (SEM) and transmission electron microscopy (TEM) at different magnification levels showed that the product obtained had high purity, the outer diameters varied in a narrow range, from 35 to 45 nm. The higher magnification of transmission electron microscopy (TEM) showed the typical nitrogen-doped carbon nanotubes microstructure.

Keywords: BET, CVD method, N-CNTs, SEM, TEM, XPS.

Classification number: 2.9

PVGas, đạt tiêu chuẩn TCVN 6486:2008, có thành phần chủ yếu là propane và butane, các hợp chất hydrocacbon được xác định theo tiêu chuẩn ASTM D-2163 (tương ứng với tiêu chuẩn TCVN 8360); amoni hydroxit (NH_4OH) của Công ty hóa chất Đức Giang với hàm lượng NH_3 khoảng 23-25%; khí H_2 cung cấp bởi Công ty Cryotech được sử dụng để khử xúc tác và pha loãng nồng độ LPG trong môi trường phản ứng; khí Ar sử dụng cho quá trình đuổi không khí được cung cấp bởi Công ty DAGASCO. Tiền chất của pha hoạt tính được sử dụng là muối nitrat sắt ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) có độ tinh khiết trên 98%; chất mang được sử dụng là $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (CK 300B Ketjen) có bề mặt riêng 220 m^2/g , chất mang ở dạng ép đùn có đường kính 1 mm và chiều dài 3 mm sẽ được nghiền nhỏ nhằm thu được các hạt có kích thước nằm trong khoảng 40-80 μm .

Quá trình tổng hợp xúc tác: xúc tác được tổng hợp bằng phương pháp tẩm ướt qua bốn giai đoạn:

- Đưa pha hoạt tính lên bề mặt chất mang;

- Sấy khô nhằm mục đích đuổi dung môi;
- Nung nhằm mục đích chuyển muối sang dạng oxit tương ứng;
- Khử oxit về kim loại tương ứng, giai đoạn này được thực hiện ngay trong thiết bị tổng hợp N-CNTs nhằm tránh cho Fe bị oxy hóa trở lại nếu bị tiếp xúc với không khí.

Chi tiết của quá trình tổng hợp xúc tác được trình bày ở công bố trước đây của chúng tôi [11].

Tổng hợp N-CNTs bằng phương pháp CVD

Nguyên liệu được sử dụng trong nghiên cứu này là NH_4OH , LPG, H_2 và Ar. Trước khi đi vào hệ thống, khí được đưa qua lưu lượng kế để xác định lưu lượng. Chất xúc tác $\text{Fe}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (hàm lượng của pha hoạt tính bằng 20% khối lượng) được phân tán đều trên bề mặt của thuyền bằng sứ, rồi đặt vào trong ống phản ứng bằng thạch anh (quartz) có đường kính 42 mm và chiều dài 1600 mm đã được đặt trong lò gia nhiệt. Khí Ar được sử dụng (với lưu lượng 100 ml/phút) để đuổi không khí trong hệ thống trong thời gian 1 h, sau đó được thay bằng khí H_2 (với lưu lượng 100 ml/phút) và tiến hành nâng nhiệt độ của hệ thống lên 400°C để thực hiện quá trình khử xúc tác, quá trình này được thực hiện trong 2 h. Sau đó, khí H_2 được thay bằng Ar, tiếp tục gia nhiệt hệ thống với tốc độ 10°C/phút đến nhiệt độ tổng hợp N-CNTs. Khi đã đạt nhiệt độ mong muốn, khí Ar được thay thế bằng hỗn hợp khí gồm LPG và H_2 với tỷ lệ LPG: H_2 = 3:7 (ứng với dòng LPG là 30 ml/phút, dòng H_2 là 70 ml/phút), đồng thời thực hiện chuyển van nhằm dẫn dòng khí tổng hợp sục qua bình đựng NH_4OH , khi đó dòng khí này sẽ kéo theo NH_4OH đi vào thiết bị tổng hợp, quá trình tổng hợp được tiến hành trong 2 h. Sau khi kết thúc giai đoạn tổng hợp, khóa các van dẫn khí tổng hợp và van dẫn khí sục vào bình đựng dung dịch NH_4OH , sử dụng khí Ar để làm lạnh hệ phản ứng đến nhiệt độ phòng. Bình đựng NH_4OH sử dụng ở nghiên cứu này là bình 2 cổ, một cổ có ống dẫn nhằm đảm bảo cho hỗn hợp khí được sục vào trong dung dịch, cổ còn lại để dẫn hỗn hợp khí có chứa NH_4OH đi vào trong hệ thống thiết bị tổng hợp. Bình này đặt trong phòng thí nghiệm nên nhiệt độ của dung dịch trong bình được xem là bằng với nhiệt độ môi trường. Sau quá trình tổng hợp, tiến hành thu hồi sản phẩm và cân khối lượng thu được. Phần trăm lượng sản phẩm tạo thành được tính theo công thức sau:

$$\% \text{CNTs} = \frac{w_1 - w_2}{w_2} * 100 \quad (1)$$

Trong đó, %CNTs là tỷ lệ sản phẩm tổng hợp được (% khối lượng); w_1 là tổng khối lượng của mẫu thu được (g); w_2 là khối lượng của xúc tác đã sử dụng (g).

Đánh giá đặc tính của sản phẩm thu được

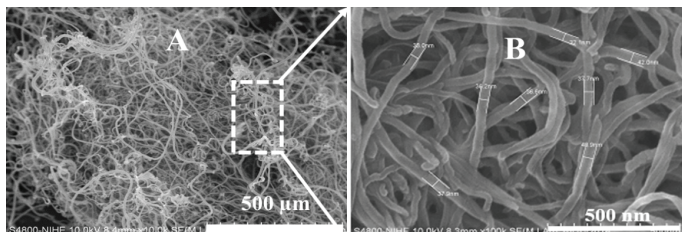
Trước hết sản phẩm tổng hợp được phân tích bằng phổ quang điện tử tia X (XPS) trên máy Multilab 200 (Thermo Electron) tại Viện Hóa học và các quá trình năng lượng, môi trường và sức khỏe (ICPEES) - Đại học Strasbourg - Cộng hòa Pháp, với điện cực Al K α ($h\nu=1486,6$ eV) để phân tích thành

phần nguyên tố của sản phẩm và đánh giá sự có mặt của nito cũng như hàm lượng của chúng trong sản phẩm. Hình thái bề mặt sản phẩm được chụp ảnh bằng kính hiển vi điện tử quét trên máy FE-SEM Hitachi-S-4800, còn vi cấu trúc của sản phẩm sẽ được chụp ảnh bằng kính hiển vi TEM trên thiết bị TEM 1010-JEOL nhằm xem xét vi cấu trúc của sản phẩm tạo thành (ảnh FE-SEM và TEM được chụp tại Viện Vệ sinh dịch tễ trung ương). Ngoài ra, diện tích bề mặt riêng được xác định bằng quá trình hấp phụ và giải hấp phụ đẳng nhiệt nito lỏng trên máy ASAP 2020 tại phòng thí nghiệm lọc hóa dầu, Khoa Hóa, Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng.

Kết quả và thảo luận

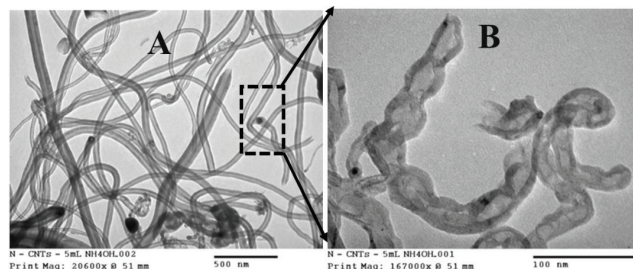
Trong nghiên cứu này, tác giả đã tiến hành quá trình tổng hợp ở 650°C với thành phần mol của các khí LPG:H₂ là 3:7 và nồng độ NH₄OH trong dung dịch 5% mol. Sau khi dừng thí nghiệm, sản phẩm được thu hồi, cân khối lượng và tính hiệu suất tạo thành theo công thức (1) nêu trên. Kết quả tính toán hiệu suất sản phẩm tạo thành bằng 640% khối lượng so với lượng xúc tác đã sử dụng.

Để đánh giá tính chất sản phẩm, trước hết sản phẩm được quan sát hình thái bề mặt bằng ảnh chụp SEM, kết quả ảnh chụp được trình bày ở hình 1. Từ ảnh thu được ở độ phân giải thấp (hình 1A) cho thấy, hình thái bề mặt của sản phẩm tương tự như các sản phẩm CNTs đã được công bố [12]. Ở độ phân giải cao hơn (hình 1B) dễ dàng nhận thấy, sản phẩm có kích thước khá đồng đều với đường kính ngoài nằm trong khoảng 35-45 nm.



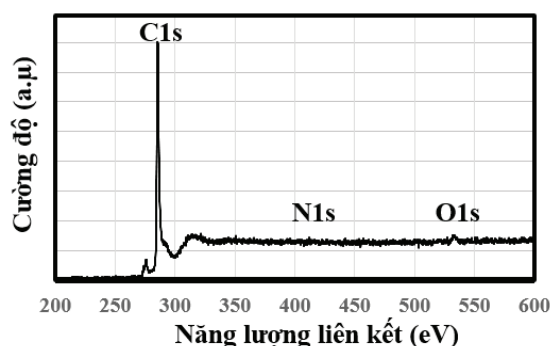
Hình 1. Ảnh chụp SEM của sản phẩm.

Để xem xét rõ hơn về sản phẩm, phương pháp phân tích ảnh bằng kính hiển vi điện tử truyền qua đã được sử dụng nhằm đánh giá vi cấu trúc cũng như hình dạng, kích thước của sản phẩm, ảnh chụp TEM được trình bày ở hình 2. Từ ảnh thu được ở độ phân giải không cao (hình 2A) có thể khẳng định, sản phẩm có dạng hình ống và kích thước tương đối đồng đều như kết quả thu được từ ảnh chụp SEM ở hình 1. Ở độ phân giải cao hơn (hình 2B) có thể thấy một cách rõ ràng rằng, sản phẩm được hình thành từ những đoạn thẳng gắn liền với nhau để tạo thành ống có hình dạng như những đốt tre, đặc trưng của vật liệu CNTs biến tính bằng nito [13]. Quan sát các ảnh thu được từ kính hiển vi điện tử quét và kính hiển vi điện tử truyền qua cũng cho thấy sản phẩm thu được hầu như chỉ chứa CNTs, như vậy có thể khẳng định sản phẩm có độ sạch cao.



Hình 2. Ảnh chụp TEM của sản phẩm.

Để khẳng định sản phẩm thu được là CNTs biến tính bằng nito, mẫu được phân tích bằng phổ quang điện tử tia X, giản đồ của sản phẩm được trình bày ở hình 3.



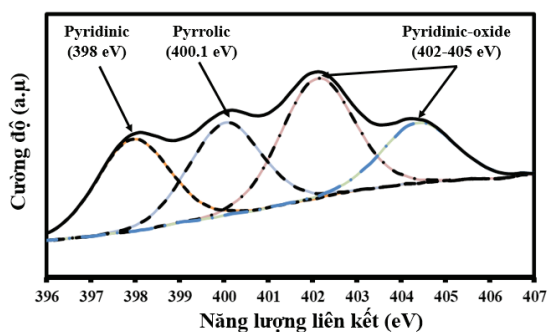
Hình 3. Giản đồ phân tích XPS của sản phẩm.

Từ giản đồ cho thấy, peak C1s thu được ứng với năng lượng liên kết là 285,43 eV có cường độ rất lớn, chứng tỏ lượng cacbon trong thành phần của mẫu chiếm phần chủ yếu. Peak O1s ứng với 533,72 eV có cường độ nhỏ, peak N1s tại 402,74 eV có cường độ tương đối nhỏ. Nhằm khẳng định sự hiện diện của nito trong thành phần sản phẩm, quá trình phân tích định lượng thành phần nguyên tố cacbon, oxy và nito đã được tiến hành trên máy Multilab 200 (Thermo Electron) với điện cực Al K α (hv=1486,6 eV); pic C1s tại mức năng lượng 284,4 (+/-0,2) eV sẽ được sử dụng làm chuẩn để hiệu chỉnh các peak còn lại. Quá trình tách peak được tiến hành dựa vào phương pháp Donjach-Sunjic với cách tạo đường nền theo phương pháp Shirley, kết quả phân tích được trình bày ở bảng 1. Từ kết quả bảng 1 cho thấy, bên cạnh thành phần chính là cacbon, thì nito, oxy cũng xuất hiện với một hàm lượng nhỏ. Sự có mặt của oxy trong cấu trúc của sản phẩm có thể do sự có mặt của vết oxy trong những nguồn khí nguyên liệu ban đầu hay từ nguồn dung dịch NH₄OH bị cuốn theo trong dòng khí nguyên liệu được đưa vào thiết bị phản ứng.

Bảng 1. Thành phần nguyên tố của sản phẩm N-CNTs xác định bằng phương pháp XPS.

Thành phần nguyên tố (% khối lượng)		
Cacbon	Oxy	Nito
96,86	2,13	1,01

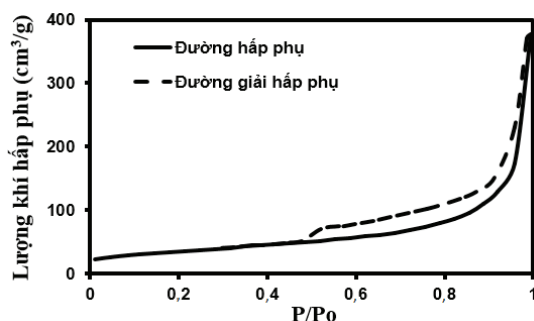
Để hiểu rõ hơn về bản chất liên kết của nitơ trong sản phẩm, tác giả đã tiến hành tách peak phổ XPS của nitơ (N1s), kết quả được trình bày ở hình 4. Kết quả này cho thấy, nitơ trong mạng lưới cấu trúc của CNTs biến tính tồn tại dưới ba dạng liên kết khác nhau: nitơ pyridinic (398 eV), nitơ pyrrolic (400,1 eV) và nitơ pyridinic-oxide (402-405 eV). Kết quả này hoàn toàn phù hợp với kết quả công bố bởi các nhóm nghiên cứu khác [10, 14].



Hình 4. Phổ XPS của nitơ N1s.

Với các kết quả vừa trình bày có thể khẳng định, sản phẩm của quá trình tổng hợp là N-CNTs. Như vậy, quá trình tổng hợp và biến tính đồng thời CNTs bằng dung dịch NH_4OH đã được nghiên cứu thành công.

Ngoài những đặc tính vừa nêu, diện tích bề mặt riêng của sản phẩm thu được ở nghiên cứu này cũng được xác định bằng phương pháp đo hấp phụ và giải hấp phụ đẳng nhiệt nitơ ở -196°C và xử lý số liệu thực nghiệm theo lý thuyết BET. Kết quả thu được cho thấy, diện tích bề mặt riêng BET của sản phẩm bằng $126 \text{ m}^2/\text{g}$. Đường đẳng nhiệt hấp phụ và giải hấp phụ nitơ được trình bày trên hình 5 cho thấy sự xuất hiện một vòng trễ kiểu IV theo phân loại của IUPAC. Vì vậy, có thể khẳng định rằng N-CNTs thu được là loại vật liệu mao quản.



Hình 5. Đường hấp phụ và giải hấp phụ đẳng nhiệt N_2 của N-CNTs ở nhiệt độ -196°C .

Kết luận

Ở nghiên cứu này, quá trình tổng hợp và biến tính đồng thời CNTs từ nguồn khí dầu mỏ hóa lỏng (LPG) và dung dịch NH_4OH đã được thực hiện thành công. Ảnh thu được ở nhiều mức độ phóng đại khác nhau đều cho thấy sản phẩm có kích

thước khá đồng đều, không xuất hiện nhiều cacbon tồn tại ở các dạng khác ngoài dạng ống, hay có thể khẳng định độ sạch của sản phẩm thu được lớn. Thành công ban đầu ở nghiên cứu này cho phép mở ra các nghiên cứu tiếp theo trong quá trình tổng hợp vật liệu CNTs biến tính từ những nguồn vật liệu rất rẻ tiền và phổ biến, cũng như các nghiên cứu ứng dụng của nhóm vật liệu cacbon nano vào thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. Motta, Y.L. Li, I. Kinloch, A. Windle (2005), "Mechanical properties of continuously spun fibers of carbon nanotubes", *Nano Letters*, **5**(8), pp.1529-1533.
- [2] Tri Truong Huu, Kambiz Chizai, Izabela Janowska, Simona Moldovan, Olidiu Ersen, Lam D. Nguyen, Marc Jacques Ledoux, Cuong Pham-Huu, Dominique Begin (2012), "Few-Layer-Graphene supporting Palladiumnanoparticles with a full accessible effective surface for liquid-phase hydrogenation reaction", *Catalysis Today*, **189**, pp.294-299.
- [3] Peng-Cheng Ma, Naveed A. Siddiqui, Gad Marom, Jang-Kyo Kim (2010) "Dispersion and functionalization of carbon nanotubes for polymer-based nanocomposites: a review", *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, **41**(10), pp.1345-1367.
- [4] Atul S. Nagpure, Lakshmi Prasad Gurralla, Pranjal Gogoi and Satyanarayana V. Chilukuri (2016), "Hydrogenation of cinnamaldehyde to hydrocinnamaldehyde over Pd nanoparticles deposited on nitrogen-doped mesoporous carbon", *RSC Adv.*, **6**, pp.44333-44340.
- [5] C.P. Ewels, M. Glerup (2005), "Nitrogen doping in carbon nanotubes", *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, **5**, pp.1345-1363.
- [6] Y. Wang, J. Yao, H. Li, D. Su, M. Antonietti (2011), "Highly selective hydrogenation of phenol and derivatives over a Pd@carbon nitride catalyst in aqueous media", *J. Am. Chem. Soc.*, **133**(8), pp.2362-2365.
- [7] R.B. Sharma, D.J. Late, D.S. Joag, A. Govindaraj, C.N.R. Rao (2006), "Field emission properties of boron and nitrogen doped carbon nanotubes", *Chemical Physics Letters*, **428**, pp.102-108.
- [8] C.J. Lee, S.C. Lyu, H.W. Kim, J.H. Lee, K.I. Cho (2002), "Synthesis of bamboo-shaped carbon-nitrogen nanotubes using $\text{C}_2\text{H}_2\text{-NH}_3\text{-Fe}(\text{CO})_5$ system", *Chemical Physics Letters*, **359**, pp.115-120.
- [9] Takashi Onoe, Shinji Iwamoto, Masashi Inoue (2007) "Synthesis and activity of the Pt catalyst supported on CNT", *Catalysis Communications*, **8**(4), pp.701-706.
- [10] F.R. Garcia-Garcia, J. Alvarez-Rodriguez, I. Rodriguez-Ramos, A. Guerrero-Ruiz (2010), "The use of carbon nanotubes with and without nitrogen doping as support for ruthenium catalysts in the ammonia decomposition reaction", *Carbon*, **48**, pp.267-276.
- [11] Trương Hữu Trì, Nguyễn Đình Lâm (2013), "Tổng hợp CNTs biến tính bằng nitơ sử dụng phương pháp kết tụ hóa học trong pha hơi", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, **8**(69), tr.106-111.
- [12] Maciej Szelag (2019), "Properties of cracking patterns of multi-walled carbon nanotube-reinforced cement matrix", *Materials*, **12**, DOI: 10.3390/ma12182942.
- [13] Duong-Viet Cuong, Lai Truong-Phuoc, Tung Tran-Thanh, Jean-Mario Nhut, Lam Nguyen-Dinh, Izabela Janowska, Dominique Begin, Cuong Pham-Huu (2014), "Nitrogen-doped carbon nanotubes decorated silicon carbide as a metal-free catalyst for partial oxidation of H_2S ", *Applied Catalysis A: General*, **482**, pp.397-406.
- [14] Zhu Chen, Drew Higgins, Zhongwei Chen (2010), "Nitrogen doped carbon nanotubes and their impact on the oxygen reduction reaction in fuel cells", *Carbon*, **48**, pp.3057-3065.

Nghiên cứu sản xuất nước ép dứa (*Ananas comosus*) - Bí đao (*Benincasa hispida*) đóng chai

Vũ Kim Dung, Phan Thị Hòa, Nguyễn Thị Hồng Nhung*

Viện Công nghệ sinh học Lâm nghiệp, Trường Đại học Lâm nghiệp

Ngày nhận bài 2/3/2020; ngày chuyển phản biện 6/3/2020; ngày nhận phản biện 7/4/2020; ngày chấp nhận đăng 29/5/2020

Tóm tắt:

Trong nghiên cứu này, nước ép trái cây đóng chai đã được sản xuất theo phương pháp phối trộn nước ép dứa (*Ananas comosus*) và bí đao (*Benincasa hispida*) với tỷ lệ khác nhau. Các thông số thích hợp cho quá trình phối chế sản phẩm nước ép là: tỷ lệ phối chế dịch ép dứa:bí đao là 1:1, tỷ lệ pha loãng nước/dịch ép dứa:bí đao là 1/1, phối chế sacharose tới 18°Brix (Bx), tỷ lệ bổ sung axit citric 0,1%, pectin 0,1%. Tính chất lý - hóa học, vi sinh, phân tích cảm quan của sản phẩm đã được đánh giá. Kết quả phân tích lý - hóa học cho thấy, sản phẩm có tổng chất rắn hòa tan 18°Bx, pH 3,7, hàm lượng axit tổng 2,72 g/l. Thanh trùng nhiệt ở 90°C trong 15 phút có hiệu quả với việc tiêu diệt hệ vi sinh vật trong nước ép nên sản phẩm có thể giữ tại điều kiện thường trong 8 tuần mà không cần bổ sung chất bảo quản. Tổng điểm đánh giá cảm quan trung bình là hơn 16 điểm đối với mẫu nước ép hỗn hợp trái cây chỉ ra phạm vi thương mại tốt để sản xuất nước ép bổ dưỡng, nước ép dứa:bí đao.

Từ khóa: bí đao, dứa, đánh giá cảm quan, nước ép, phối chế.

Chỉ số phân loại: 2.10

Đặt vấn đề

Dứa (*Ananas comosus*) thuộc họ Bromeliaceae, là một trong những cây ăn quả thương mại quan trọng nhất với nhiều lợi ích về sức khỏe con người [1-3]. Nhờ hương và vị tuyệt vời nên dứa được mệnh danh là nữ hoàng của các loại trái cây [1]. Quả dứa tươi chứa 60% phần ăn được và hàm lượng nước chiếm 80-85%. Trái dứa chứa đường 12-15%, axit 0,6%, protein 0,4%, tro 0,5% (chủ yếu là K), chất béo, chất xơ, vitamin A, C và β -carotene 0,1%, chất chống oxy hóa chủ yếu là flavonoid, axit citric, axit ascorbic [2-4]. Trái dứa trưởng thành còn chứa bromelin - một loại enzyme thủy phân protein thành các axit amin [4]. Dứa là loại quả ngon, có thể ăn tươi hoặc chế biến thành nước ép, xi-rô, mứt, dầm [5].

Bí đao (*Benincasa hispida*) là một loại rau được sử dụng rộng rãi ở một số nước như Việt Nam, Thái Lan, Trung Quốc, Ấn Độ [6]. Bí đao rất dễ trồng và năng suất thường cao [7]. Quả trưởng thành được đánh giá là giàu vitamin B₁ và C [7, 8], là một nguồn cung cấp chất xơ tốt cho chế độ ăn kiêng (275 g/kg - trọng lượng khô của quả), ngoài ra còn chứa một số chất chống oxy hóa như sterol, axit phenolic, terpen và flavonoid C-glycoside [9]. Bí đao cũng chứa một lượng lớn axit hữu cơ, axit amin và khoáng chất [6]. Mặt khác, hàm lượng đường của bí đao thấp (10-20 g/kg) và có thể giảm ở giai đoạn trưởng thành muộn [7, 8]. Do đó, cây trồng này có thể là đối tượng tốt để phát triển các loại thực phẩm ít carbohydrate, chống béo phì hoặc đồ uống. Hơn 15 hợp chất dễ bay hơi đã được xác định trong một số giống bí đao và đồ uống từ bí đao, với phần lớn là các hydrocacbon và nhóm rượu [6] quyết định hương và mùi vị đặc trưng của loại quả này. Bí đao đã được chứng minh là nguồn chất chống oxy hóa tiềm năng

và các nghiên cứu về dinh dưỡng cho thấy, có khả năng ức chế enzyme chuyển đổi angiotensin tốt, có tác dụng bảo vệ chống lại các bệnh tim mạch, biến chứng tiểu đường và một số loại ung thư [6]. Ngoài ra, nó cũng ngăn ngừa và điều trị béo phì bằng cách giảm cholesterol toàn phần trong máu, triglyceride ở gan và tổng hàm lượng cholesterol [10, 11].

Dứa và bí đao là trái cây theo mùa và có sẵn với số lượng lớn vào mùa thu hoạch cao điểm. Nhưng do các cơ sở xử lý, chế biến và bảo quản sau thu hoạch không đủ và đúng cách, mỗi năm một lượng đáng kể bị lãng phí [12]. Bằng cách chế biến, các loại nông sản này có thể được tận dụng. Biện pháp này cũng thúc đẩy sự phát triển của các ngành công nghiệp chế biến ở các khu vực đang phát triển của đất nước. Hơn nữa, chúng ta có thể tạo ra sản phẩm mới thông qua việc pha trộn tạo thành thức uống tự nhiên tốt cho sức khỏe [13], cải thiện vitamin và hàm lượng khoáng [14].

Chính vì những lý do trên, đề tài nghiên cứu xây dựng quy trình sản xuất chế phẩm nước ép dứa:bí đao trên quy mô phòng thí nghiệm nhằm tạo ra sản phẩm mới có giá trị dinh dưỡng và chất lượng cảm quan tốt đã được thực hiện.

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu

Nguyên liệu: gồm dứa tây hay còn gọi là dứa hoa (*Ananas comosus* Queen); bí đao đá (*Benincasa hispida*) được thu thập tại Xuân Mai, Chương Mỹ, Hà Nội.

Hóa chất: đường saccharose, axit citric, pectin được phép sử dụng trong chế biến thực phẩm.

*Tác giả liên hệ: Email: hongnhung.hou@gmail.com

Study on preparation of pineapple (*Ananas comosus*) juice blended with winter melon (*Benincasa hispida*) juice

Kim Dung Vu, Thi Hoa Phan, Thi Hong Nhung Nguyen*
Vietnam National University of Forestry

Received 2 March 2020; accepted 29 May 2020

Abstract:

In the present study, bottled fruit juice has been produced by mixing different ratios of pineapple (*Ananas comosus* L.) and winter melon (*Benincasa hispida*) juice. The suitable parameters for the preparation of juice products: the ratio of pineapple/winter melon juice preparation is 1:1, the water dilution/pineapple - winter melon juice is 1:1, the mixing saccharose ratio is 18°Bx, the rate of addition of citric acid and pectin in the process is 0.1%. Physical-chemical, microbiological and sensory analysis were evaluated. The physical-chemical analysis showed that total dissolved solids is 18°Bx, pH is 3.7, total acid is 2.72 g/l. Heat pasteurisation (90°C for 15 minutes) was effective for inactivating the microbial flora in the juice blend, so the product could be kept under normal conditions for 8 weeks without preservatives. The mean overall acceptability scores of more than 16 for juice samples indicated the commercial scope for manufacturing good and nutritious pineapple juice blended with winter melon juice.

Keywords: blend, juice, pineapple, sensory evaluation, winter melon.

Classification number: 2.10

Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu phân tích một số thành phần hóa học của nguyên liệu: các thành phần phân tích gồm:

+ Xác định hàm lượng nước: theo phương pháp sấy đến trọng lượng không đổi [10TCN 842:2016] [15].

+ Xác định chỉ số axit: chuẩn độ với dung dịch NaOH 0,1N có phenolphthalein làm chỉ thị màu [TCVN 7807:2013] [16].

+ Xác định hàm lượng tro: dùng nhiệt độ cao (550-600°C) nung cháy hoàn toàn các chất hữu cơ, phần còn lại sau khi nung chính là tổng số tro có trong thực phẩm cần xác định [TCVN 10696:2015] [17].

+ Xác định độ pH [10TCN 7806:2007] [18].

+ Xác định nồng độ chất khô [TCVN 10696:2015] [17].

+ Xác định hàm lượng vitamin C theo phương pháp chuẩn độ với dung dịch iod có tinh bột làm chỉ thị màu [TCVN 8977:2011] [19].

+ Xác định độ Bx: đo độ Bx bằng khúc xạ kế dựa theo nguyên lý khúc xạ ánh sáng.

Nghiên cứu xác định thành phần khối lượng sấy của dưa, bí đao nguyên liệu: dưa loại bỏ vỏ, mắt và cuống; bí đao bỏ vỏ và phần hạt. Sau đó, xác định tỷ lệ % khối lượng thịt quả và tính khối lượng trung bình qua 3 lần thí nghiệm.

Nghiên cứu xác định công thức phối chế: dưa bỏ hết vỏ và mắt, bí đao bỏ vỏ và hạt. Sau đó nguyên liệu được rửa sạch, cắt lát và ép lấy dịch quả. Sau mỗi thí nghiệm xác định tỷ lệ phối chế, nước ép hỗn hợp được đóng chai, ghép nắp, thanh trùng ở 90°C trong 15 phút rồi tiến hành đánh giá cảm quan. Chỉ tiêu đánh giá: màu sắc, mùi, vị, trạng thái để chọn ra tỷ lệ phối chế thích hợp cho nước ép dưa và bí đao.

Thí nghiệm xác định tỷ lệ phối chế nước dưa:bí đao: dịch ép dưa, bí đao được tiến hành phối chế theo các tỷ lệ 30:70, 40:60, 50:50 và 60:40%.

Xác định tỷ lệ nước pha loãng: sau khi chọn được tỷ lệ phối chế dịch dưa:bí đao thích hợp, tiến hành thí nghiệm xác định tỷ lệ pha loãng hỗn hợp dịch dưa:bí đao với nước theo các tỷ lệ lần lượt là 30:70, 40:60, 50:50 và 60:40%.

Thí nghiệm xác định tỷ lệ đường bổ sung: hàm lượng đường bổ sung để đạt được độ Bx theo mong muốn được tính toán theo công thức sau:

$$Y/100 = (a + X)/(100 + X)$$

Trong đó: Y: độ Bx cần đạt được; a: độ Bx của dịch quả sau khi lọc và pha loãng; X: hàm lượng đường bổ sung cho 100 g dịch quả.

Dịch dưa:bí đao sau khi lựa chọn được tỷ lệ phối chế, tỷ lệ pha loãng, tiến hành thí nghiệm xác định tỷ lệ đường phối chế để đạt được nồng độ: 16, 17, 18, 19°Bx.

Thí nghiệm xác định tỷ lệ axit citric cho vào hỗn hợp: khi lựa chọn được tỷ lệ phối chế, tỷ lệ pha loãng dịch dưa:bí đao, tỷ lệ đường bổ sung, tiến hành thí nghiệm xác định tỷ lệ axit citric bổ sung lần lượt: 0, 0,1, 0,2 và 0,3% (w/v).

Thí nghiệm xác định tỷ lệ pectin cho vào hỗn hợp: sau khi lựa chọn được tỷ lệ phối chế, tỷ lệ pha loãng dịch dưa:bí đao, tiến hành thí nghiệm xác định tỷ lệ pectin bổ sung theo các tỷ lệ: 0, 0,1, 0,2 và 0,3% (w/v).

Phương pháp đánh giá cảm quan: theo phương pháp cho điểm được tiến hành bởi các kiểm nghiệm viên, dựa trên TCVN 3216:1994 [20]. Tiêu chuẩn Việt Nam sử dụng hệ 20 điểm xây dựng trên một thang điểm thống nhất có 6 bậc (0-5) và điểm 5 là cao nhất cho một chỉ tiêu. Đánh giá chất lượng cuối cùng của sản phẩm theo TCVN 7946:2008 [21] quy định các cấp chất lượng đối với sản phẩm.

Nghiên cứu thời gian bảo quản: bảo quản sản phẩm trong 2 điều kiện nhiệt độ: 25°C (nhiệt độ thường) và 4°C (trong ngăn mát tủ lạnh). Theo dõi mật độ vi sinh vật theo thời gian bảo quản tại: 0, 2, 4, 6, 8 tuần.

Xác định chỉ tiêu vi sinh:

Số lượng vi sinh vật tổng số hiếu khí được xác định theo TCVN 9977: 2013 [22].

Số lượng *E. coli* được xác định theo TCVN 9975: 2013 [23].

Số lượng *Coliforms* được xác định theo TCVN 9975:2013 [23].

Số lượng nấm men, mốc được xác định theo TCVN 5166:1990 [24].

Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Kết quả khảo sát thành phần nguyên liệu

Xác định khối lượng sử dụng của nguyên liệu: sau khi tiến hành thí nghiệm xác định thành phần khối lượng của trái dứa, bí đao thu được kết quả như bảng 1.

Bảng 1. Kết quả xác định thành phần khối lượng của trái dứa.

Mẫu	Tỷ lệ thịt quả (%)	Tỷ lệ vỏ, hạt (%)
Dứa	61,61±2,68	38,39±1,98
Bí đao	75,24±1,01	24,67±1,74

Kết quả bảng 1 cho thấy, phần khối lượng thịt quả của dứa, bí đao chiếm tỷ lệ tương đối cao, lần lượt khoảng 60 và 75%. Kết quả nghiên cứu khá tương đồng với báo cáo của Purseglove (1972), Grubben và cs (2004) [25, 26]. Các tác giả này cho rằng, phần ăn được của dứa, bí đao trong khoảng 60-70%.

Xác định một số thành phần hóa học của nguyên liệu: các thành phần hóa học của dứa và bí đao được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Kết quả xác định thành phần hóa học của dứa và bí đao.

Chỉ tiêu	Dứa	Bí đao
Độ ẩm (%)	82,02±0,96	90,37±0,83
Tro (%)	0,78±0,015	0,68±0,02
Axit tổng (g/l mẫu)	4,16±0,045	4,03±0,06
Hàm lượng chất khô (Bx, %)	15,8±0,7	15,5±0,5
pH	3,82±0,02	3,79±0,03
Vitamin C (%)	0,0616±0,0015	0,0691±0,001

Kết quả bảng 2 cho thấy, dứa và bí đao là những nguyên liệu có hàm lượng nước cao (dứa 82,02%, bí đao 90,37%) rất thích hợp cho sản xuất nước ép, là nguyên liệu dồi dào dinh dưỡng với hàm lượng vitamin C lớn (61-69 mg/100 ml), điều đó làm tăng giá trị dinh dưỡng cho nước ép. Hàm lượng axit trong dứa và bí đao cũng khá cao (4 g/l), tạo thuận lợi cho việc bảo quản nguyên liệu, giảm nhiệt độ thanh trùng và tạo vị cho sản phẩm sau này.

Kết quả phân tích thành phần hóa học của dứa ở trên khá tương đồng với kết quả của Begum và cs (2018) [12], các tác này cho rằng, dứa có độ ẩm 78%, độ axit 0,62%, tro 0,48%, vitamin C 7,8 mg/100 g và hàm lượng chất khô 12%. Còn nghiên cứu của Camara và cs (1995) [27] đã báo cáo hàm lượng vitamin C trong nước ép dứa tươi là 84,2±9,6 mg/100 ml, trong khi giá trị của nước ép dứa thương mại có sự thay đổi khá nhiều (8,5-58 mg/100 ml).

Kết quả nghiên cứu tỷ lệ phối chế thích hợp

Khảo sát tỷ lệ phối chế dứa:bí đao: kết quả đánh giá cảm quan ở bảng 3 cho thấy, sản phẩm nước ép phối trộn được đánh giá cao nhất khi tỷ lệ phối trộn nước ép dứa:bí đao là 50:50%, sản phẩm có điểm cảm quan (màu sắc, mùi, vị) vượt trội hơn các tỷ lệ 30:70, 40:60 và 60:40%. Ở tỷ lệ phối trộn dứa:bí đao 50:50%, mẫu có màu sắc, mùi, vị hài hòa nhất, cho sản phẩm có mùi, vị thơm ngon của dứa nhưng không mất đi đặc tính riêng của bí đao. Bên cạnh việc tạo hương vị mới còn tạo cho nước bí đao có màu vàng sáng rất đẹp mắt (hình 1).

Bảng 3. Kết quả đánh giá cảm quan với các tỷ lệ phối chế cho chế phẩm nước ép dứa:bí đao.

	Tỷ lệ phối chế dứa:bí đao (% v/v)				Tỷ lệ pha loãng hỗn hợp dịch quả (% v/v)			
	30:70	40:60	50:50	60:40	30	40	50	60
Tổng điểm	12,64	14,0	16,12	11,68	13,44	13,80	15,72	12
	Tỷ lệ đường bổ sung dịch quả (% Bx)				Tỷ lệ axit citric bổ sung (% w/v)			
	16	17	18	19	0	0,1	0,2	0,3
Tổng điểm	13	14	15	13	13	16	14	13
	Tỷ lệ pectin bổ sung (% w/v)							
	0	0,1	0,2	0,3	0,4			
Tổng điểm	11,76	17,56	15,2	14,76	12,64			

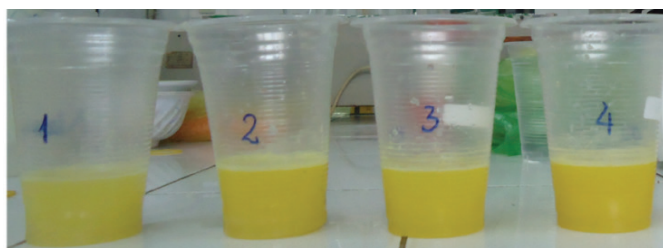


Hình 1. Màu sắc sản phẩm theo tỷ lệ phối chế dịch dứa:bí đao (1: tỷ lệ 30:70%; 2: tỷ lệ 40:60%; 3: tỷ lệ 50:50%; 4: tỷ lệ 60:40%).

Phối chế các loại dịch quả với tỷ lệ khác nhau tạo ra hương vị mới cho sản phẩm đã được nhiều nhà khoa học công bố. Lê Mỹ Hồng và cs (2009) [28] cho rằng, tỷ lệ phối chế 50% dịch quả sơ

ri, 10% dịch quả chanh dây, 40% dịch quả dứa được đánh giá cảm quan tốt nhất. Trong khi đó, Begum và cs (2018) [12] công bố tỷ lệ phối trộn chứa 35% xoài, 40% nước cam, 25% nước ép dứa đảm bảo màu sắc, hương vị và độ ngọt của sản phẩm. Dứa và cà rốt phối trộn với tỷ lệ 35:65% [29], nước ép phối trộn từ củ đậu, bí đao, cà rốt theo tỷ lệ 1:1:1 [30].

Kết quả khảo sát tỷ lệ pha loãng với nước: kết quả đánh giá cảm quan ở bảng 3 cho thấy, tỷ lệ nước pha loãng 40 tới 50% với hỗn hợp nước ép là hai tỷ lệ mà sản phẩm được người thử ưa thích nhất vì nó có mùi thơm đặc trưng của dứa pha với bí đao, được đánh giá cao về màu sắc và hương vị. Với tỷ lệ 50% nước pha loãng thì người thử đánh giá rất cao về vị của sản phẩm. Tỷ lệ này rất phù hợp, tỷ lệ dịch quả và nước ngang bằng làm cho sản phẩm có vị chua ngọt hài hòa, màu sắc tươi sáng (hình 2), mùi thơm đặc trưng của dứa pha với bí đao. Tỷ lệ pha loãng nước 30% thì sản phẩm vẫn mang đậm vị của dịch dứa:bí đao. Còn ở tỷ lệ pha loãng nước 60% thì sản phẩm không giữ được vị đậm của dịch dứa:bí đao và giá trị Bx của sản phẩm là thấp nhất. Mặt khác, khi tăng tỷ lệ nước pha loãng thì độ Bx của sản phẩm giảm, làm giảm giá trị dinh dưỡng của sản phẩm (bảng 4). Theo kết quả nghiên cứu của Lê Mỹ Hồng và cs (2009) [28], trong nghiên cứu chế biến nước trái cây hỗn hợp sơ ri, dứa, chanh dây pha loãng sử dụng 70% dịch quả hỗn hợp cho sản phẩm có mùi vị hài hoà, đặc trưng, màu sắc sáng đẹp, giá trị cảm quan cao.



Hình 2. Tỷ lệ pha loãng dịch dứa:bí đao (1: tỷ lệ 30:70%; 2: tỷ lệ 40:60%; 3: tỷ lệ 50:50%; 4: tỷ lệ 60:40%).

Bảng 4. Mối tương quan giữa tỷ lệ pha loãng với nồng độ chất khô hòa tan.

Tỷ lệ pha loãng (nước/dịch quả) (%)	Độ Bx của dịch quả (°Bx)
0	16
30	11,6
40	9,8
50	8,5
60	7,3

Kết quả nghiên cứu xác định tỷ lệ đường bổ sung: đường được bổ sung vào dịch quả để đạt các tỷ lệ sau: 16, 17, 18 và 19°Bx. Kết quả đánh giá cảm quan ở bảng 3 cho thấy, hàm lượng đường đạt 18°Bx cho sản phẩm có vị chua ngọt hài hòa và làm giảm bớt vị nhợt của nước bí đao. Đối với mẫu ở nồng độ đường cao hơn là 19°Bx thì sản phẩm sẽ có vị ngọt gắt, có mùi đường, khó được thị

trường chấp nhận, còn đối với các mẫu ở nồng độ thấp hơn (16 và 17°Bx) thì lại ít ngọt, vị nhợt của sản phẩm không bị lấn át nên nhiều người đánh giá thấp. Như vậy, tỷ lệ đường bổ sung của sản phẩm có ảnh hưởng lớn đến độ nhợt của sản phẩm, qua đánh giá lựa chọn tỷ lệ đường 18°Bx là thích hợp cho sản xuất nước ép dứa, bí đao. Cũng theo nghiên cứu của Lê Mỹ Hồng và cs (2009) [28], tỷ lệ đường bổ sung vào chế phẩm hỗn hợp nước ép là 20% cho sản phẩm có giá trị cảm quan tốt, có điểm cảm quan cao.

Kết quả xác định tỷ lệ axit citric bổ sung vào nước ép dứa, bí đao: axit citric được bổ sung vào dịch ép dứa, bí đao với các tỷ lệ 0,1, 0,2 và 0,3% để làm cho vị của sản phẩm hài hòa và hạn chế biến màu. Mặt khác việc này sẽ giúp giảm pH của nước quả, tạo ra môi trường có pH thấp, hạn chế được sự phát triển của vi sinh vật, giảm nhiệt độ thanh trùng và kéo dài thời gian bảo quản. Ngoài ra, nhiệt độ thanh trùng thấp còn giúp cho các tính chất cảm quan của sản phẩm ít bị biến đổi, do đó chất lượng sản phẩm được đảm bảo.

Kết quả đánh giá cảm quan bảng 3 cho thấy, tỷ lệ axit citric bổ sung 0,1 và 0,2% có điểm cảm quan cao hơn. Do sự thay đổi đáng kể về vị của sản phẩm, nhiều người yêu thích vị chua ngọt hài hòa. Với tỷ lệ bổ sung 0% (không bổ sung axit citric) thì điểm trung bình thấp. Ở 0,3%, mẫu có vị chua cao quá, lấn át vị ngọt của đường, làm cho sản phẩm không hài hòa về vị. Thêm vào đó, nghiên cứu của Shakoore và cs (2014) [31] công bố bổ sung vào nước ép dứa tây hàm lượng axit citric 0,1% giúp ổn định và bảo quản sản phẩm được tốt hơn. Do vậy, lựa chọn bổ sung axit citric vào nước ép dứa, bí đao là 0,1% cho các nghiên cứu tiếp theo.

Kết quả thí nghiệm xác định tỷ lệ pectin bổ sung vào nước ép: pectin được bổ sung vào dịch quả với các tỷ lệ 0,1, 0,2, 0,3 và 0,4% để khắc phục hiện tượng phân lớp. Trong sản xuất đồ hộp nước uống, pectin, đường, axit làm cho nước quả đồng nhất, hạn chế việc tách lớp, phân tầng. Nếu cho pectin với tỷ lệ không thích hợp (quá nhiều) sẽ làm cho sản phẩm có độ sánh lớn, làm giảm giá trị cảm quan của sản phẩm.

Kết quả đánh giá cảm quan bảng 3 cho thấy, khi không bổ sung pectin thì sau 8 giờ sản phẩm đã bắt đầu xuất hiện cặn lắng, thấy tách lớp rõ bên trong chai, làm mất giá trị cảm quan của sản phẩm. Khi bổ sung pectin 0,3-0,4%, sản phẩm có độ sánh tương đối cao, tuy không phân lớp nhưng gây cảm giác nhớt khó chịu khi uống nên điểm cảm quan thấp. Ở hàm lượng pectin bổ sung 0,2% sản phẩm ít nhớt, nhưng vẫn giữ được yêu cầu về mức độ không phân lớp, tuy nhiên người uống vẫn không thích cho lắm về mức độ nhớt này và sản phẩm chỉ được đánh giá ở mức độ trung bình. Với hàm lượng pectin bổ sung 0,1%, mẫu được đánh giá cao nhất, do đó được lựa chọn cho nghiên cứu tiếp theo.

Việc bổ sung pectin đã được thực hiện trong quy trình sản xuất các sản phẩm nước ép đóng chai. Công ty Herbreith & Fox (1999) bổ sung 0,05% pectin Classic AJ 201 hoặc 0,1% pectin Instant CJ 204 vào nước ép trái cây, giúp sản phẩm có độ đồng nhất, ổn định. Còn Milena và cs (2001) cho rằng, bổ sung pectin với hàm lượng

0,06% vào nước cam giúp nước ép đồng nhất và ổn định [32].

Đánh giá chất lượng sản phẩm: sản phẩm sau khi hoàn thiện, được kiểm tra chỉ tiêu hóa học, chỉ tiêu vi sinh và đánh giá cảm quan. Kết quả nghiên cứu được biểu diễn ở bảng 5 và 6.

Bảng 5. Một số chỉ tiêu hóa học và vi sinh của sản phẩm nước ép dứa:bí đao.

Các chỉ tiêu hóa học			Chỉ tiêu vi sinh			
Tổng lượng chất rắn hoà tan	pH	Axit tổng	Tổng vi sinh vật hiếu khí (CFU/g)	Tổng Coliforms (CFU/g)	Tổng E. coli (CFU/g)	Tổng nấm men, nấm mốc (CFU/g)
18°Bx	3,7	2,72 g/l	KPH	KPH	KPH	KPH

Chú thích: theo phương pháp thử, kết quả được biểu thị nhỏ hơn 1 CFU/g khi không có khuẩn lạc mọc trên đĩa.

Bảng 6. Điểm cảm quan sản phẩm nước ép dứa:bí đao đóng chai.

Chỉ tiêu	Tổng điểm	Điểm trung bình	Hệ số quan trọng	Điểm có trọng lượng
Màu sắc	22	4,4	1,2	5,28
Mùi	23	4,6	1,0	4,6
Vị	18	3,6	1,0	3,6
Trạng thái	20	4,0	0,8	3,2
Tổng cộng			4	16,68

Theo quy định phân cấp chất lượng nước rau quả tươi [TCVN 7946:2008], kết quả bảng 5 và 6 cho thấy, sản phẩm được đánh giá xếp loại khá (16,68 điểm), đạt tiêu chuẩn mức độ các chỉ tiêu cho phép về màu sắc, mùi, vị, trạng thái. Sản phẩm có màu vàng sáng, không bị phân lớp (hình 3), mùi vị thơm ngon nhờ sự kết hợp hài hòa từ hai loại trái cây dứa:bí đao, đồng thời đảm bảo chỉ tiêu vi sinh vật của đồ uống không cồn theo QCVN 6-2:2010/BYT [33].



Hình 3. Sản phẩm nước ép dứa và bí đao đóng chai.

Kết quả nghiên cứu thời gian bảo quản

Sau khi hoàn thành sản phẩm, tiến hành theo dõi thời gian bảo quản, đánh giá tổng vi sinh vật và pH. Kết quả được thể hiện trong bảng 7.

Bảng 7. Mật độ vi sinh vật tổng số trong các thời gian bảo quản.

Thời gian (tuần)	Sản phẩm bảo quản ở 25°C		Sản phẩm bảo quản ở 4°C	
	Tổng vi sinh vật hiếu khí (CFU/g)	pH	Tổng vi sinh vật hiếu khí (CFU/g)	pH
0	0	3,70±0,01	0	3,70±0,01
2	0	3,65±0,02	0	3,70±0,01
4	0	3,52±0,01	0	3,65±0,01
6	0	3,49±0,01	0	3,55±0,01
8*	2	3,43±0,01	1	3,48±0,01

*: do thời gian nghiên cứu có hạn, nên sản phẩm nước ép chỉ mới nghiên cứu được 8 tuần, thời gian bảo quản cần được nghiên cứu thêm.

Nhận thấy, sau 8 tuần bảo quản sản phẩm đã có những biến đổi về chất lượng, nước ép chịu sự lên men lactic tự phát trong điều kiện yếm khí với độ ẩm, nhiệt độ và thời gian bảo quản lâu nên pH sản phẩm có giảm đáng kể. pH tỷ lệ nghịch với độ axit, Sau 8 tuần lưu trữ tại nhiệt độ phòng và 4°C, pH lần lượt giảm từ 3,70 đến 3,43 và 3,70 đến 3,48. Jan và cs (2012) [13] đã báo cáo rằng, pH của nước ép hỗn hợp dứa:cà rốt:cam giảm từ 4,02 xuống 3,64 trong 21 ngày bảo quản. Còn Dhaliwal và cs (2001) [34] cho biết, pH của nước ép cà rốt giảm 3,9 xuống 3,6 với độ axit tương ứng tăng trong 6 tháng bảo quản; Mishra và cs (2012) [35] cũng báo cáo giá trị pH giảm từ 4,02 xuống 3,41 trong nước trái cây pha trộn quả amla và nho trong 2 tháng bảo quản.

Axit tăng lên và pH xuống thấp có thể là do tạo ra axit axetic và axit lactic trong quá trình bảo quản. Sự giảm độ pH trong quá trình bảo quản là do sự phân hủy carbohydrate có trong nước ép trái cây hỗn hợp do tác động của vi sinh vật. Các vi sinh vật dần xuất hiện gây hư hỏng, làm biến đổi màu sắc, trạng thái, mùi vị của sản phẩm, dẫn đến hư hỏng thực phẩm. Như vậy, quá trình bảo quản nước ép dứa:bí đao kéo dài trong 8 tuần khi không bổ sung các chất bảo quản vẫn đảm bảo chỉ tiêu an toàn vệ sinh thực phẩm đối với sản phẩm đồ uống đóng chai.

Kết luận

Để sản phẩm đạt chất lượng cao nhất về giá trị dinh dưỡng và cảm quan, hài hòa về mùi vị và màu sắc đẹp thì tỷ lệ phối chế là 50% nước dứa và 50% bí đao, tỷ lệ pha loãng giữa nước và dịch ép dứa:bí đao là 1/1, tỷ lệ phối chế dịch sacharose: 18°Bx, tỷ lệ bổ sung axit citric, pectin trong quá trình đều là 0,1%. Sản phẩm hỗn hợp nước ép đạt 18°Bx, pH 3,7 được thanh trùng ở 95°C và thời gian giữ nhiệt 15 phút, đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm, duy trì tốt chất lượng và giá trị cảm quan của sản phẩm. Với công thức pha chế nước ép pha trộn như trên, sản phẩm có thể đáp ứng khẩu vị và sở thích của người tiêu dùng. Sản phẩm được bảo quản trong 8 tuần ở nhiệt độ thường không bổ sung chất bảo quản vẫn đảm bảo các chỉ tiêu vệ sinh an toàn thực phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] H.M. Abdul, J.L. Kaul (1988), "Pineapple production in meghalaya state - an economic analysis", *Agric. Mktg*, **31(3)**, pp.21-23.
- [2] S. Akali (2003), *CIH in the service of horticulture development in NER*.
- [3] D.P. Bartholomew, et al. (2011), *The pineapple: botany, production and uses*.

- [4] J.L. Collins (1960), *Pineapple*.
- [5] H.P. Singh (2008), *Horticulture crops - research initiatives, lead paper in 3rd Indian horticulture congress at Bhubaneswar, Orissa*.
- [6] N.A.M. Zaini, et al. (2011), "A potential source for valuable nutrients and functional foods", *Food Res. Int.*, **44**, pp.2368-2376.
- [7] J.F. Morton (1971), "The wax gourd, a year-round Florida vegetable with unusual keeping quality", *Florida State Hort. Soc.*, **84**, pp.104-109.
- [8] R.B.H. Wills, et al. (1984), "Nutrient composition of Chinese vegetables", *J. Agric. Food Chem.*, **32**, pp.413-416.
- [9] X.N. Han, et al. (2013), "New triterpenoids and other constituents from the fruits of *Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn", *J. Agr. Food Chem.*, **61**, pp.12692-12699.
- [10] M. Gu, et al. (2013), "Extract of wax gourd peel prevents high-fat diet-induced hyperlipidemia in C57BL/6 mice via the inhibition of the PPAR gamma pathway", *Evid-Based Compl. Alt. Med.*, **13**, pp.2-11.
- [11] K. Kang, et al. (2003), "Effects of wax guard on weight, triglyceride, leptin and fat cell size in rats fed on a high fat diet", *Korean J. Nutr.*, **36**, pp.446-451.
- [12] S. Begum, et al. (2018), "Processing of mixed fruit juice from mango, orange and pineapple", *Fundam Appl. Agric.*, **3(2)**, pp.440-445.
- [13] A. Jan, E.D. Masih (2012), "Development and quality evaluation of pineapple juice blend with carrot and orange juice", *International Journal of Scientific and Research Publications*, **2(8)**, pp.2250-3153.
- [14] J.M. Carvalho, et al. (2007), "Development of a blended non-alcoholic beverage composed of coconut water and cashew apple juice containing caffeine", *J. Food Qual.*, **30**, pp.664-681.
- [15] Tiêu chuẩn ngành 10TCVN 842:2016: Rau, quả - Phương pháp xác định hàm lượng nước và tính hàm lượng chất khô.
- [16] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 7807:2013 (ISO 5519:2018): Rau, quả và sản phẩm rau quả - Xác định hàm lượng axit.
- [17] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10696:2015: Nước rau, quả - Xác định chất khô tổng số - Phương pháp xác định hao hụt khối lượng sấy.
- [18] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 7806:2007 (ISO 1842:1991): Sản phẩm rau quả - Xác định độ pH.
- [19] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 8977:2011: Sản phẩm rau quả và chế biến - Các phương pháp chuẩn độ và so màu xác định hàm lượng vitamin C.
- [20] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 3216:1994: Đồ hộp rau quả - Phân tích cảm quan bằng phương pháp cho điểm.
- [21] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 7946:2008 (CODEX STAN 247:2005): Nước quả và nectar.
- [22] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 9977:2013 về thực phẩm - Định lượng tổng vi sinh vật hiếu khí bằng phương pháp sử dụng đĩa đếm Petrifilm.
- [23] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 9975:2013 về thực phẩm - Định lượng coliform và *Escherichia coli* bằng phương pháp sử dụng đĩa đếm Petrifilm.
- [24] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 5166:1990 về sản phẩm thực phẩm - Phương pháp xác định tổng số bào tử, nấm men, nấm mốc.
- [25] J.W. Purseglove (1972), *Tropical Crops, Monocotyledons*.
- [26] G.J.H. Grubben (2004), *Benincasa hispida* (Thunb. ex Murray) Cogn.
- [27] M. Camara, et al. (1995), "Chemical characterization of pineapple juices and nectars. Principal components analysis", *Food Chem.*, **54**, pp.93-100.
- [28] Lê Mỹ Hồng và cs (2009), "Quá trình chế biến nước trái cây hỗn hợp (sơ ri, khóm, chanh dây)", *Tạp chí Khoa học*, **11**, tr.235-244.
- [29] I. Danish, E.R. Singh (2018), "Development and quality evaluation of carrot-pineapple blended juice", *Plant Archives*, **18(1)**, pp.242-246.
- [30] D.T. Van Thanh, F. Liuping (2019), "Probiotic viability, qualitative characteristics, and sensory acceptability of vegetable juice mixture fermented with lactobacillus strains", *Food and Nutrition Sciences*, **10(4)**, pp.412-427.
- [31] W. Shakoar, et al. (2014), "Effect of benzoate, sorbate and citric acid on the storage stability of strawberry juice", *Pak. J. Food Sci.*, **24(4)**, pp.218-225.
- [32] C. Milena, et al. (2001), "Particle size distribution of orange juice cloud after addition of sensitized pectin", *J. Agric. Food Chem.*, **49**, pp.2523-2526.
- [33] Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 6-2:2010/BYT đối với các sản phẩm đồ uống không cồn.
- [34] M. Dhaliwal, C.K. HirA (2001), "Effect of storage on physico-chemical and nutritional characteristics of carrot-beetroot and carrot-black carrot juices", *J. Food Sci. Technol.*, **38**, pp.343-347.
- [35] V. Mishra, et al. (2012), "Development of vitamin C rich value added beverage", *Am. J. Food Technol.*, **7**, pp.222-229.

QUY ĐỊNH VỀ BÀI VIẾT ĐĂNG TẢI TRÊN TẠP CHÍ

Yêu cầu chung

Bài viết gửi đăng trên Tạp chí phải là bài viết nguyên thủy (chưa được công bố trước đó). Tác giả không được gửi đăng bài viết trên các tạp chí khác cho đến khi có quyết định xét duyệt của Ban Biên tập.

Bài báo dài không quá 10 trang (bao gồm cả bảng biểu, ghi chú, tài liệu tham khảo và phụ lục); font chữ: Times New Roman; cỡ chữ 13; khổ giấy A4, lề trên 2 cm, lề dưới 2 cm, lề trái 3 cm, lề phải 2 cm.

Bài viết gửi về Tòa soạn dưới dạng file mềm và bản in; có thể gửi trực tiếp đến Tạp chí (Phòng 507, số 113 Trần Duy Hưng, Cầu Giấy, Hà Nội) hoặc qua hòm thư điện tử, địa chỉ: khcnvn@most.gov.vn.

Tên bài báo

- Tên bài báo được viết bằng tiếng Việt và tiếng Anh, trên trang đầu của bài báo, không gạch chân hay viết nghiêng.

- Tên bài báo phải ngắn gọn, rõ ràng và phù hợp với nội dung bài báo.

- Phía dưới tên bài báo là tên tác giả không viết chức danh và học hàm, học vị. Nếu có nhiều tác giả làm việc ở các cơ quan khác nhau thì tên tác giả được đánh số (^{1,2...}) ở phía trên. Dấu hoa thị (*) chỉ tác giả liên hệ, được viết ở cuối trang đầu tiên của bài báo.

Tóm tắt

Tóm tắt bằng tiếng Việt và tiếng Anh. Nêu được mục đích, phương pháp nghiên cứu chính, kết quả nghiên cứu và kết luận chủ yếu. Từ khoá bằng cả tiếng Việt và tiếng Anh theo thứ tự alphabet. Chỉ số phân loại (theo hướng dẫn).

Dẫn nhập/đặt vấn đề

Định nghĩa vấn đề, tóm lược vấn đề nghiên cứu đã được công bố trong và ngoài nước, nêu mục tiêu nghiên cứu và giải thích sự lựa chọn đề tài và mục tiêu nghiên cứu để thấy được tính thời sự, tính khoa học và sự cần thiết của vấn đề nghiên cứu.

Đối tượng và phương pháp

Đối tượng nghiên cứu cần trình bày tiêu chuẩn lựa chọn, đặc điểm đối tượng nghiên cứu.

Phương pháp nghiên cứu cần nêu rõ cách tiếp cận nghiên cứu, loại hình nghiên cứu, phương pháp đo lường, công thức tính cỡ mẫu, phương pháp xử lý số liệu, mô tả kỹ các kỹ thuật tiến hành trong nghiên cứu; các quan điểm, lập luận, ý kiến tranh luận, các dẫn chứng...

Kết quả

Trình bày đầy đủ, khách quan các kết quả thu được sau nghiên cứu, các kết quả này phải phục vụ cho mục tiêu nghiên cứu. Các số liệu phải chính xác và khớp với nhau.

Phần kết quả nghiên cứu chỉ trình bày các kết quả nghiên cứu của đề tài, không giải thích, so sánh và bàn luận.

Bàn luận

Chủ yếu bàn luận các vấn đề liên quan đến mục tiêu đề tài.

Nhận xét, đánh giá một cách khách quan các kết quả nghiên cứu, có so sánh với các tác giả khác để khẳng định hoặc phủ định những hiểu biết đã có, qua đó nêu được những điểm mới và đóng góp của đề tài.

Dự báo hướng nghiên cứu tiếp và khả năng ứng dụng các kết quả nghiên cứu vào thực tiễn.

Kết luận

Nêu kết quả nghiên cứu chủ yếu của đề tài có tính khái quát liên quan đến mục tiêu nghiên cứu, đề xuất các vấn đề tiếp tục nghiên cứu.

Chú thích và tài liệu tham khảo

Chú thích được đánh số theo thứ tự xuất hiện (^{1,2,3...}) và được trình bày ngay ở cuối trang viết (footnote). Các tài liệu tham khảo được đánh số theo thứ tự xuất hiện để chỉ dẫn chúng được trích dẫn ở đâu trong bài báo. Số thứ tự được đánh trong ngoặc vuông, ví dụ: [3] với 1 hoặc [2, 5, 7-9] với nhiều số chỉ dẫn.

Tác giả (Năm xuất bản), "Tên tài liệu được trích dẫn", *Tên nguồn*, **tập (số)**, pp<trang đầu-trang cuối>

Tác giả: là tác giả/các tác giả của tài liệu được tham khảo, trích dẫn.

Năm xuất bản: năm xuất bản của tài liệu được tham khảo, trích dẫn.

Tên tài liệu được trích dẫn: là tên bài báo, chương/phần sách...

Tên nguồn có thể là tên tạp chí, tên sách, hay tên tài liệu gốc của tài liệu được trích dẫn (phần này được in nghiêng).

Tập (số): dành cho nguồn trích là tạp chí, sách hoặc các xuất bản phẩm khác (phần này in đậm).

Trang đầu-trang cuối là số thứ tự các trang phản ánh nơi cư trú của tài liệu được trích dẫn trong tài liệu nguồn.

Chú ý: nếu có ≥ 2 tài liệu tham khảo do cùng 1 tác giả/nhóm tác giả, cùng năm công bố, thì các tài liệu tham khảo này cần được đánh dấu a, b... sau năm xuất bản (ví dụ: 1986a).

Nếu có một số tài liệu tham khảo trong cùng 1 bài báo được trích dẫn có số trang khác nhau thì cần trích dẫn thêm số trang, ví dụ: Kitchen (1982, p 39).

Các yêu cầu khác

- Bài viết không đạt yêu cầu, Tòa soạn không trả lại bản thảo.

- Bài viết chỉ được đăng khi phản biện nhận xét về chất lượng bài báo đồng ý cho đăng.

- Bản quyền: tác giả đồng ý trao bản quyền bài viết (bao gồm cả phần tóm tắt) cho Ban Biên tập Tạp chí.

PHÂN LOẠI LĨNH VỰC KHOA HỌC

1. Khoa học tự nhiên

- 1.1. Toán học và thống kê
- 1.2. Khoa học máy tính và thông tin
- 1.3. Vật lý
- 1.4. Hóa học
- 1.5. Khoa học trái đất và môi trường
- 1.6. Khoa học sự sống
- 1.7. Khoa học nano
- 1.8. Khoa học tính toán
- 1.9. Các lĩnh vực khác của khoa học tự nhiên

2. Khoa học kỹ thuật và công nghệ

- 2.1. Kỹ thuật dân dụng: kỹ thuật kiến trúc; kỹ thuật xây dựng; kỹ thuật kết cấu và đô thị; kỹ thuật giao thông vận tải; kỹ thuật thủy lợi; kỹ thuật địa chất công trình
- 2.2. Kỹ thuật điện, kỹ thuật điện tử, kỹ thuật thông tin
- 2.3. Kỹ thuật cơ khí, chế tạo máy
- 2.4. Kỹ thuật hóa học
- 2.5. Kỹ thuật vật liệu và luyện kim
- 2.6. Kỹ thuật y học
- 2.7. Kỹ thuật môi trường
- 2.8. Công nghệ sinh học công nghiệp
- 2.9. Công nghệ nano
- 2.10. Kỹ thuật thực phẩm và đồ uống
- 2.11. Các lĩnh vực khác của khoa học kỹ thuật và công nghệ

3. Khoa học y - dược

- 3.1. Y học cơ sở
- 3.2. Y học lâm sàng
- 3.3. Y học dự phòng
- 3.4. Dược học
- 3.5. Các lĩnh vực khác của Y - dược học

4. Khoa học nông nghiệp

- 4.1. Trồng trọt
- 4.2. Chăn nuôi
- 4.3. Thú y
- 4.4. Lâm nghiệp
- 4.5. Thủy sản
- 4.6. Công nghệ sinh học trong nông nghiệp, thủy sản
- 4.7. Các lĩnh vực khác của khoa học nông nghiệp

5. Khoa học xã hội và nhân văn

- 5.1. Tâm lý học
- 5.2. Kinh tế và kinh doanh
- 5.3. Khoa học giáo dục
- 5.4. Xã hội học
- 5.5. Pháp luật
- 5.6. Khoa học chính trị
- 5.7. Địa lý kinh tế và xã hội
- 5.8. Thông tin đại chúng và truyền thông
- 5.9. Lịch sử và khảo cổ học
- 5.10. Ngôn ngữ học và văn học
- 5.11. Triết học, đạo đức và tôn giáo
- 5.12. Nghiên cứu về khu vực và quốc tế
- 5.13. Các lĩnh vực khác của khoa học xã hội và nhân văn

TẠP CHÍ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

Vietnam Journal of Science and Technology - MOST

Volume 62 - Number 8 - August 2020

Phân chia địa tầng Pliocen - Đệ tứ ở phía đông thềm lục địa Việt Nam trên cơ sở tài liệu trùng lỗ và tảo vôi.

Nguyễn Thị Thắm, Nguyễn Văn Sử, Tạ Thị Hòa, Mai Hoàng Đàm, Nguyễn Hoài Chung

Đánh giá sự biến đổi thành phần phóng xạ môi trường trong hoạt động khai thác, chế biến quặng đồng khu mỏ Sin Quyền, tỉnh Lào Cai.

Nguyễn Văn Dũng, Trịnh Đình Huân, Đào Đình Thuận

Vai trò của rừng thứ sinh trong việc bảo tồn đa dạng quần xã bọ hung ở hệ sinh thái núi đá vôi Việt Nam.

Bùi Văn Bắc

Đánh giá hoạt tính kháng viêm, kháng khuẩn và ức chế enzyme α -glucosidase *in vitro* của nấm *Ophiocordyceps sinensis* giàu selen.

Lê Quốc Phong, Nguyễn Hoàng Đăng Khoa, Đặng Tú Quyên, Nguyễn Tài Hoàng, Đinh Minh Hiệp, Ngô Kế Sương

Mô hình giải tích đáp ứng khí động học của kết cấu mảnh theo phương tác động của gió.

Nguyễn Đình Kha, Nguyễn Huy Cung

Quy trình áp dụng BIM trong giai đoạn tiền xây dựng của các dự án nhà công nghiệp tại TP Hồ Chí Minh.

Hà Duy Khánh, Huỳnh Trung Hiếu

Nghiên cứu ảnh hưởng của tốc độ gió dàn ngưng đến hiệu quả năng lượng máy lạnh chiller.

Phan Thị Thu Hương, Hoàng Mai Hồng, Lại Ngọc Anh

Nghiên cứu ảnh hưởng của tính chất nguyên liệu đến hiệu quả tăng propylen của phụ gia ZSM-5 trong quá trình xúc tác cracking tầng sôi.

Vũ Xuân Hoàn, Ngô Thúy Phượng, Nguyễn Thanh Sang, Đặng Thanh Tùng, Vũ Duy Hùng, Đinh Đức Mạnh, Đặng Hải Anh

Nghiên cứu khả năng phối trộn biodiesel tổng hợp từ dầu mỡ cá thải tại các cơ sở chế biến thủy sản vào nhiên liệu diesel thỏa mãn tiêu chuẩn Việt Nam.

Nguyễn Thị Thanh Xuân, Nguyễn Đình Thống

Kỹ thuật chẩn đoán sốt rét tự động bằng phân tích hình ảnh xét nghiệm máu.

Nguyễn Chí Thiện, La Ngọc Thùy Vân, Phạm Kiều Nguyệt Oanh, Nguyễn Lê Đình Quý

Sử dụng amoni hydroxit trong tổng hợp cacbon nano ống biến tính bằng nitơ.

Trương Hữu Trí

Nghiên cứu sản xuất nước ép dứa (*Ananas comosus*) - Bí đao (*Benincasa hispida*) đóng chai.

Vũ Kim Dung, Phan Thị Hòa, Nguyễn Thị Hồng Nhung

1 Pliocene - Quaternary biostratigraphy in the east of Vietnam continental shelf based on the calcareous nannofossil and foraminifera documents.

Thi Tham Nguyen, Van Su Nguyen, Thi Hoa Ta, Hoang Dam Mai, Hoai Chung Nguyen

8 Assessment of changes of environmental radioactive components in copper mining and processing at Sin Quyen mine, Lao Cai province.

Van Dung Nguyen, Dinh Huan Trinh, Dinh Thuan Dao

13 The role of secondary forests in conserving dung beetle biodiversity in karst ecosystems in Vietnam.

Van Bac Bui

19 *In vitro* evaluation of α -glucosidase inhibitory, anti-inflammatory and antibacterial activities of selenium enriched *Ophiocordyceps sinensis*.

Quoc Phong Le, Hoang Dang Khoa Nguyen, Tu Quyen Dang, Tai Hoang Nguyen, Minh Hiep Dinh, Ke Suong Ngo

25 Analytically modelling along-wind buffeting response of a slender column.

Dinh Kha Nguyen, Huy Cung Nguyen

30 Process of BIM application in the pre-construction phase for industrial building projects in Ho Chi Minh city.

Duy Khanh Ha, Trung Hieu Huynh

35 A study on the effect of fan operating conditions on the performance of an experimental air-cooled chiller.

Thi Thu Huong Phan, Mai Hong Hoang, Ngọc Anh Lai

39 Influence of feedstock characteristics on the enhanced production of propylene by ZSM-5 additives in the fluid catalytic cracking process.

Xuan Hoan Vu, Thuy Phuong Ngo, Thanh Sang Nguyen, Thanh Tung Dang, Duy Hung Vu, Duc Manh Dinh, Hai Anh Dang

43 Evaluation of properties of the biodiesel synthesised from waste fish fat/oil in seafood processing facilities and ability of biodiesel blending with diesel fuel satisfying Vietnamese National Standards.

Thi Thanh Xuan Nguyen, Dinh Thong Nguyen

48 The computer-aided diagnosis of malaria parasites by blood testing images.

Chi Thien Nguyen, Ngọc Thuy Van La, Kieu Nguyet Oanh Pham, Le Dinh Quy Nguyen

55 Using ammonium hydroxide in the synthesis of nitrogen-doped carbon nanotubes.

Huu Tri Truong

59 Study on preparation of pineapple (*Ananas comosus*) juice blended with winter melon (*Benincasa hispida*) juice.

Kim Dung Vu, Thi Hoa Phan, Thi Hong Nhung Nguyen