



ISSN 1859-4794

TẠP CHÍ

KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ Việt Nam

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

B

Tập 61 - Số 3 - Tháng 3 năm 2019

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 Buu - 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

Động đất Mường Ảng ($M=3,9$) ngày 08/01/2018 và động đất Điện Biên Đông ($M=4,3$) ngày 09/01/2018

Lê Văn Dũng¹, Cao Đình Triều^{2*}, Đinh Quốc Văn¹, Cao Đình Trọng¹, Nguyễn Đắc Cường¹

¹Viện Vật lý Địa cầu, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam

²Viện Địa vật lý Ứng dụng, Liên hiệp các Hội KH&KT Việt Nam

Ngày nhận bài 6/6/2018; ngày chuyển phản biện 11/6/2018; ngày nhận phản biện 6/7/2018; ngày chấp nhận đăng 16/7/2018

Tóm tắt:

Trong khuôn khổ bài báo này, các tác giả trình bày một số kết quả khảo sát động đất Mường Ảng, động đất Điện Biên Đông tháng 01/2018 và đặc điểm kiến tạo địa chấn khu vực chấn tâm. Kết quả nghiên cứu cho thấy:

- Động đất Mường Ảng xảy ra vào hồi 03 giờ 14 phút 19 giây (giờ địa phương) ngày 08/01/2018: vị trí chấn tâm 21,44529N - 103,27771E; cấp độ mạnh 3,9; độ sâu chấn tiêu 6 km.
- Động đất Điện Biên Đông xảy ra vào hồi 06 giờ 21 phút 21 giây (giờ địa phương) ngày 09/01/2018: vị trí chấn tâm 21,35497N - 103,23917E; cấp độ mạnh 4,3; độ sâu chấn tiêu 10 km.
- Đứt gãy Mường Ảng, nơi phát sinh hai động đất có: độ sâu xuyên cắt 25 km; cắm về phía đông một góc 70-80°; thuận, trượt bằng trái.
- Động đất cực đại có cấp độ mạnh xấp xỉ 7,0 có nguy cơ xảy ra tại khu vực nam, tây nam huyện Điện Biên Đông. Các khu vực còn lại của huyện Điện Biên Đông và toàn bộ huyện Mường Ảng có $M_{\max} \leq 6,3$.

Từ khóa: động đất, động đất cực đại ($M_{\max}$), huyện Điện Biên Đông, huyện Mường Ảng, ngày 08/01/2018, ngày 09/01/2018.

Chỉ số phân loại: 1.5

Mở đầu

Theo thông tin ban đầu của Viện Vật lý Địa cầu thì trong hai ngày: 08 và 09/01/2018 đã xảy ra liên tiếp hai động đất cấp độ mạnh (M) trên dưới 4,0 tại khu vực huyện Mường Ảng và huyện Điện Biên Đông, tỉnh Điện Biên:

- Vào hồi 20 giờ 14 phút 19 giây (giờ GMT), tức 03 giờ 14 phút 19 giây (giờ Hà Nội) ngày 08/01/2018 một động đất có cấp độ mạnh 3,9 xảy ra tại huyện Mường Ảng, tỉnh Điện Biên.

- Vào hồi 23 giờ 21 phút 21 giây (giờ GMT), tức 06 giờ 21 phút 21 giây (giờ Hà Nội) ngày 09/01/2018 trận động đất có cấp độ mạnh 4,3 xảy ra tại vị trí gần động đất trước đó, song thuộc huyện Điện Biên Đông, tỉnh Điện Biên.

Động đất tuy không mạnh nhưng xảy ra liên tiếp tại cùng một khu vực khiến các nhà địa chất và cộng đồng dân cư huyện Mường Ảng và huyện Điện Biên Đông lo ngại. Ngay sau khi động đất xảy ra, một đoàn cán bộ gồm 5 nhà khoa học về Vật lý địa cầu đã tiến hành điều tra khảo sát hai động đất này (bằng cách quan sát địa hình, địa mạo, chụp ảnh, xác định vị trí bằng GPS cầm tay, ghi chép ý kiến cộng đồng dân cư khu vực xảy ra động đất). Những kết quả đạt được của chuyến khảo sát được đề cập trong bài báo này gồm:

- Kết quả điều tra động đất Mường Ảng ngày 08/01/2018 và động đất Điện Biên Đông ngày 09/01/2018.

- Đặc điểm kiến tạo địa chất vùng chấn tâm động đất ngày 08 và ngày 09/01/2018.

- Động đất lớn nhất có nguy cơ xảy ra tại huyện Điện Biên Đông và huyện Mường Ảng.

Kết quả điều tra động đất Mường Ảng $M=3,9$ ngày 08/01/2018 và động đất Điện Biên Đông $M=4,3$ ngày 09/01/2018

Công tác thực địa điều tra động đất

Trong thời gian 3 ngày (8, 9, 10/01/2018), đoàn cán bộ Viện Vật lý Địa cầu đã tiến hành khảo sát động đất tại 43 điểm cho mỗi trận (ngày 08/01/2018 và ngày 09/01/2018). Điểm đầu tiên tiến hành điều tra là thị trấn Yên Châu, cách xa tâm động đất. Lần lượt các điểm tiếp theo được tiến hành dọc hướng tiếp cận vùng chấn tâm (theo thông báo của Viện Vật lý Địa cầu). Mục đích của điều tra thực địa là nhằm đánh giá mức độ phá hủy của động đất đối với công trình, vẽ đường đẳng chấn động đất, xác định chính xác tọa độ chấn tâm và độ sâu chấn tiêu động đất.

Kết quả điều tra động đất ngày 08/01/2018 và ngày 09/01/2018 được các tác giả mô tả trong bảng 1 và bảng 2. Lưu ý rằng, chỉ có các vị trí có cảm nhận tốt động đất mới được thống kê trong các bảng này. Tổng cộng có 27 điểm của mỗi động đất được thống kê và mô tả mức độ rung động (được đánh giá theo thang MSK-64) khá chính xác, phục vụ cho

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

The earthquakes in Muong Ang (M=3.9) on 08/01/2018 and Dien Bien Dong (M=4.3) on 09/01/2018

Van Dung Le¹, Đinh Triều Cao^{2*}, Quoc Van Dinh¹, Dinh Trong Cao¹, Dac Cuong Nguyen¹

¹Institute of Geophysics, VAST

²Institute of Applied Geophysics, VUSTA

Received 6 June 2018; accepted 16 July 2018

Abstract:

In this paper, the authors present several new results of the earthquake and seismotectonic investigation in the source areas of Muong Ang and Dien Bien Dong in January 2018 earthquakes. On the basis of the obtained results, several conclusions could be made as follows:

- The Muong Ang earthquake occurred on January 08, 2018 at 03:14:19 AM (local time), the location of the epicenter: Lat. 21.44529N and Long. 103.2777E, M=3.9, and focal depth of 6 km.
- The Dien Bien Dong earthquake occurred on January 09, 2018 at 06:21:21 AM (local time), the location of the epicenter: Lat. 21.35497N and Long. 103.23917E, M=4.3, and focal depth of 10 km.
- These earthquakes occurred in the Muong Ang fault zone, the parameters of which were revealed as follows: the depth of penetration of 25 km, dip angle of E70-80°, normal, and left lateral slip.
- The maximum magnitudes of earthquakes which may occur in the studied areas can be predicted as follows: M_{max} is nearly 7.0 in the area of the south and southwestern of Dien Bien Dong district; the other areas of Dien Bien Dong district and all the territory of Muong Ang district have the M_{max} less than 6.3.

Keywords: Dien Bien Dong district, earthquake, maximum magnitudes (M_{max}), Muong Ang district, January 8th, 2018, January 9th, 2018.

Classification number: 1.5

về các đường đẳng chấn (bảng 1 và bảng 2). Về mức độ ảnh hưởng của động đất, có thể tóm lược như sau:

- Hai động đất ngày 08/01/2018 và ngày 09/01/2018 đều gây xôn xao dư luận tại huyện Mường Ảng và Điện Biên Đông.
- Trong phạm vi khu vực vùng chấn tâm động đất hầu như toàn bộ người dân đều cảm nhận được rung động mạnh của nhà sàn và có cảm giác sợ hãi.

- Động đất đã không gây nên thiệt hại về người. Chỉ có hiện tượng: gãy cành cây (Bản Lao, xã Xuân Lao, huyện Mường Ảng), đá lăn (Bản Hua Lá B, xã Mường Lạn), sụt ngói lợp (nhà bà Tòng Thị Lê, Bản Hua Lá B, xã Mường Lạn; nhà ông Lò Văn Thang tại Bản Lao, xã Xuân Lao), rạn nứt tường nhà (ông Lường Văn Lường tại Bản Nà Cầu, xã Mường Bám) và nứt nền nhà (ông Tòng Văn Trường, Bản Lạn B, xã Mường Lạn) song không gây thiệt hại đáng kể.

Bảng 1. Mô tả đặc điểm rung động của động đất ngày 08/01/2018.

Số TT	Tọa độ điểm điều tra	Địa danh điểm điều tra	Mô tả rung động	Chấn cấp
Điểm 01	N: 21,59057 E: 103,42301	Thị trấn Tuần Giáo (Tuần Giáo, Điện Biên)	Người đang thức cảm nhận được động đất, có cảm giác giường ngủ bị rung nhẹ. Một số người bị tỉnh dậy. Đại bộ phận người ngủ không biết động đất đã xảy ra. Có cảm giác như xe tải nhẹ chạy qua	III
Điểm 02	N: 21,59306 E: 103,40778	Trạm địa chấn quốc gia Tuần Giáo (Tuần Giáo, Điện Biên)	Người đang thức cảm nhận được động đất, có cảm giác giường ngủ bị rung nhẹ, như xe tải nhẹ chạy qua. Một số người bị tỉnh dậy. Đại bộ phận người ngủ không biết động đất đã xảy ra	III
Điểm 03	N: 21,51845 E: 103,35537	Bản Quyết Tiến 2, xã Búng Lao (Mường Ảng, Điện Biên)	Một số người đang ngủ bị tỉnh dậy, giường rung lắc nhẹ. Nhiều người không bị thức dậy. Cửa sổ và cửa ra vào không khép bị rung lắc nhẹ. Không cảm giác sợ hãi	IV

Điểm 04	N: 21,51774 E: 103,34016	Bản Chợ, xã Búng Lao (Mường Ảng, Điện Biên - ngã 3 đi Phương Lao)	Tỉnh dậy cảm thấy nhà rung, nền nhà cũng rung, một số người hoảng sợ. Đang ngủ tỉnh dậy, tưởng ai làm nổ gi, nghe như bình gas nổ	IV-V
Điểm 05	N: 21,48816 E: 103,33496	Bản Ké, xã Xuân Lao (Mường Ảng, Điện Biên)	Đang ngủ trên gác nhà sàn thì thấy rung nhà. Một số người tỉnh dậy, tiếng động giống tiếng xe tải đi qua. Có tiếng chó sủa, một số người bị thức tỉnh và cảm giác sợ	IV-V
Điểm 06	N: 21,45255 E: 103,30257	Bản Lạn, xã Mường Lạn (Mường Ảng, Điện Biên)	Đang ngủ nghe tiếng “ùng” to, nhà rung, mái rung, cả nhà hoảng sợ tỉnh dậy, chó sủa, cả bản đều biết. Có biểu hiện nứt đất (tại nhà Tòng Văn Trường)	V-VI
Điểm 07	N: 21,44529 E: 103,2777	Bản Hó Muông, xã Mường Lạn (Mường Ảng, Điện Biên)	Đang ngủ trên nhà sàn, nhà rung mạnh, tường sập, tường như nhà sụt, hoảng sợ, thức tỉnh, trẻ con hoảng loạn (khóc). Dân trong bản đều biết động đất. Chân tường một nhà sàn bị nứt	VI (chấn tâm)
Điểm 08	N: 21,42813 E: 103,26354	Bản Hua Lá, xã Mường Lạn (Mường Ảng, Điện Biên)	Nhà sàn rung mạnh, vịt chạy, lợn chạy, gà kêu, chó sủa râm ran khắp bản. Cảm giác sợ hãi, trẻ con hoảng loạn (khóc). Sáng thấy đá lăn, trượt trên núi xuống	V-VI
Điểm 09	N: 21,43037 E: 103,27481	Bản Hua Lá B, xã Mường Lạn (Mường Ảng, Điện Biên)	Nhà sàn rung mạnh, tường sập, tường như nhà sụt, hoảng sợ, thức tỉnh, trẻ con hoảng loạn (khóc). Dân trong bản đều biết động đất	V-VI
Điểm 10	N: 21,46736 E: 103,3413	Bản Lao, xã Xuân Lao (Mường Ảng, Điện Biên)	Rung động mạnh, mái tôn rung (nhà ông Lò Văn Thang tụt ngói), cảm giác có dịch chuyển nhà sàn. Có một cây gậy cảnh, cảm tưởng như có con chó chạy trên mái nhà (Lò Văn Kiên), cả bản đều biết, sợ, tỉnh dậy	IV-V
Điểm 11	N: 21,44325 E: 103,34932	Bản Co Muông, xã Xuân Lao (Mường Ảng, Điện Biên)	Đại bộ phận người đang ngủ bị thức tỉnh, trẻ con cũng bị đánh thức - khóc, cả bản đều biết. Nhà rung lắc như muốn sập. Chó sủa râm ran khắp bản	IV-V
Điểm 12	N: 21,40564 E: 103,38023	Bản Nà Cầu, xã Mường Bám, Thuận Châu, Sơn La	Nhà sàn rung mạnh, nghe tiếng nổ như sấm, tường như nhà sụt, hoảng sợ, thức tỉnh, trẻ con hoảng loạn (khóc). Dân trong bản đều biết động đất	IV-V
Điểm 13	N: 21,40565 E: 103,38023	Bản Nà Dên, xã Búng Lao (Mường Ảng, Điện Biên)	Nhiều người bị thức tỉnh bởi động đất, nhà rung mạnh. Đất bị rung, giường cũng bị rung. Có tiếng nổ bùm như bom nổ. Nứt tường nhà vệ sinh gia đình ông Lương Văn Lưỡng	IV-V
Điểm 14	N: 21,52032 E: 103,22473	Bản Ho Hắng Cang, thị trấn Mường Ảng, tỉnh Điện Biên	Động đất làm nhiều người tỉnh dậy, cảm thấy nhà sàn rung lắc mạnh. Có tiếng chó sủa, tiếng trẻ em khóc	IV-V
Điểm 15	N: 21,50469 E: 103,23777	Bản Thuối Sứ Cuông, xã Ảng Cang (Mường Ảng, Điện Biên)	Đại bộ phận người đang ngủ bị thức tỉnh, trẻ con cũng bị đánh thức - khóc, cả bản đều biết. Nhà rung lắc như muốn sập. Chó sủa râm ran khắp bản	V
Điểm 16	N: 21,53014 E: 103,14683	Bản Tà Cáng 1, xã Nà Tấu (huyện Điện Biên, Điện Biên)	Động đất làm nhiều người tỉnh dậy, cảm thấy nhà sàn rung lắc mạnh. Nghe tiếng ầm như xe tải nặng chạy qua, có chó sủa	IV-V
Điểm 17	N: 21,51401 E: 103,12774	Bản Nà Cái, xã Nà Tấu (huyện Điện Biên, Điện Biên)	Một số người đang ngủ bị thức tỉnh bởi động đất, đang đứng thấy lắc như ai đó đẩy mình, như gió thổi. Nhà rung khá mạnh. Chó sủa. Cảm giác như xe tải chạy sát nhà	IV-V
Điểm 18	N: 21,47039 E: 103,06971	Bản Nà Nhạn, xã Nà Nhạn (huyện Điện Biên, Điện Biên - ngã 3 đi Mường Phăng)	Một số người đang ngủ bị thức tỉnh, đang đứng thấy người bị lắc như ai đó đẩy, như gió thổi vào người. Nhà rung. Chó sủa. Có tiếng trẻ khóc	IV
Điểm 19	N: 21,38694 E: 103,01556	Trung tâm thành phố Điện Biên Phủ, tỉnh Điện Biên	Đại bộ phận người dân không biết động đất, đầu đó có người bị thức tỉnh, cảm thấy nhà hơi rung lắc, giường bị rung. Đang đứng thấy rung rung dưới chân, như có xe tải nhẹ chạy qua	III
Điểm 20	N: 21,21683 E: 103,25025	Thị trấn Điện Biên Đông, tỉnh Điện Biên	Đang ngủ, một số người bị thức tỉnh bởi động đất. Có cảm giác nhà sàn bị rung, mái tôn rung, cánh cửa cũng bị rung nhẹ	IV-V
Điểm 21	N: 21,30254 E: 103,32891	Tổ 2 thị trấn Điện Biên Đông, tỉnh Điện Biên	Nghe như xe tải nặng đi qua. Đang ngủ, nhiều người bị thức tỉnh. Có cảm giác nhà sàn bị rung, mái tôn rung, cánh cửa cũng bị rung nhẹ	IV-V
Điểm 22	N: 21,32282 E: 103,2412	Bản Na Pát C, xã Na Son, huyện Điện Biên Đông, tỉnh Điện Biên	Đang ngủ, nhiều người bị tỉnh giấc, rung nhà, nhà lộp tộp kêu, tiếng ù ù như có gì lăn, chó sủa	IV-V
Điểm 23	N: 21,35497 E: 103,23917	Bản Pá Chuông, xã Na Son, huyện Điện Biên Đông, tỉnh Điện Biên	Đang ngủ, nhiều người bị thức tỉnh, nghe tiếng nổ to, nhà rung khá mạnh. Cửa không khép kín thấy tiếng động, chó sủa, một số người có cảm giác sợ, rung như xe tải nặng chạy qua	IV-V

Điểm 24	N: 21,38936 E: 103,24362	Bản Bó, xã Na Son, huyện Điện Biên Đông, tỉnh Điện Biên	Nhiều người bị thức tỉnh bởi động đất, nghe tiếng nổ khá mạnh, nhà rung. Cửa không khép kín thấy tiếng động, chó sủa, nhiều người có cảm giác sợ hãi, rung như xe tải nặng chạy qua	V
Điểm 25	N: 21,40402 E: 103,24186	Bản Sur Lư 2, xã Na Son, huyện Điện Biên Đông, tỉnh Điện Biên	Nhiều người giật mình tỉnh dậy, nghe tiếng nổ to, nhà rung mạnh. Cửa không khép kín thấy tiếng động, chó sủa, nhiều người sợ, rung như xe tải nặng chạy qua	V-VI
Điểm 26	N: 21,40339 E: 103,24512	Bản Sur Lư 1, xã Na Son, huyện Điện Biên Đông, tỉnh Điện Biên	Đại bộ phận người dân đang ngủ bị thức tỉnh, trẻ con cũng bị đánh thức - khóc, cả bản đều biết. Nhà rung lắc như muốn sập. Chó sủa râm ran khắp bản	V-VI
Điểm 27	N: 21,31019 E: 103,41038	Trung tâm xã Chiềng Sơ, huyện Điện Biên Đông, tỉnh Điện Biên	Đang ngủ, nhiều người bị thức tỉnh bởi động đất. Có cảm giác nhà bị rung, mái tôn rung, cánh cửa cũng bị rung nhẹ. Tiếng động như xe ô tô tải chạy sát nhà	IV

Bảng 2. Mô tả đặc điểm rung động của động đất ngày 09/01/2018.

Số TT	Tọa độ điểm điều tra	Địa danh điểm điều tra	Mô tả rung động	Chấn cấp
Điểm 01	N: 21,59057 E: 103,42301	Thị trấn Tuần Giáo (Tuần Giáo, Điện Biên)	Rất nhiều người không cảm nhận được động đất, không bị thức tỉnh, nằm trên giường cảm giác nhà và giường bị rung nhẹ. Cảm giác như có xe tải nhẹ chạy qua	III
Điểm 02	N: 21,59306 E: 103,40778	Trạm địa chấn quốc gia Tuần Giáo, thị trấn Tuần Giáo (Tuần Giáo, Điện Biên)	Một số người đã thức dậy cảm nhận được động đất, nằm trên giường, thấy rung lắc. Cảm giác như nhà cũng bị rung và nghe như xe tải nhẹ chạy qua	III
Điểm 03	N: 21,51845 E: 103,35537	Bản Quyết Tiến 2, xã Búng Lao (Mường Ảng, Điện Biên)	Ít người thức tỉnh, nằm trên giường, thấy rung lắc. Cửa không đóng rung lắc nhẹ. Nghe tiếng động như có ô tô chạy qua sát nhà	IV
Điểm 04	N: 21,51774 E: 103,34016	Bản Chợ, xã Búng Lao (Mường Ảng, Điện Biên - ngã 3 đi Phương Lao)	Một số người tỉnh dậy, nằm trên giường, thấy rung lắc. Cửa không đóng rung lắc nhẹ. Không nghe tiếng nổ, rung động như ô tô tải nặng chạy qua	IV-V
Điểm 05	N: 21,48816 E: 103,33496	Bản Ké, xã Xuân Lao (Mường Ảng, Điện Biên)	Có tiếng động như sập đồng đá to, tiếng ù ù, nhà kêu rạt rạt nhẹ. Nhiều người ở ngoài trời cảm nhận được động đất. Cảm giác như xe tải nặng chạy qua	IV-V
Điểm 06	N: 21,45255 E: 103,30257	Bản Lạn, xã Mường Lạn (Mường Ảng, Điện Biên)	Có tiếng nổ như nổ mìn, tiếng ù ù, nhà kêu rạt rạt nhẹ. Mọi người ở ngoài trời đều cảm nhận được động đất và hoảng sợ. Nhiều người đang ngủ bị thức tỉnh. Cảm giác như xe tải nặng chạy qua. Nhà và giường bị rung mạnh	V
Điểm 07	N: 21,44529 E: 103,2777	Bản Hó Muông, xã Mường Lạn (Mường Ảng, Điện Biên)	Nghe tiếng nổ như nổ mìn. Nhà rung khá mạnh, nhiều người hoảng sợ. Cả bản đều nhận biết động đất, chó sủa khắp bản	V-VI
Điểm 08	N: 21,42813 E: 103,26354	Bản Hua Lá, xã Mường Lạn (Mường Ảng, Điện Biên)	Nghe tiếng nổ như nổ mìn. Nhà rung khá mạnh, nhiều người hoảng sợ. Cả bản đều nhận biết động đất, chó sủa khắp bản	V-VI
Điểm 09	N: 21,43037 E: 103,2748	Bản Hua Lá B, xã Mường Lạn (Mường Ảng, Điện Biên)	Nghe tiếng nổ ầm như sấm. Nhà rung khá mạnh, nhiều người hoảng sợ. Cả bản đều nhận biết động đất, chó sủa khắp bản, có tiếng trẻ em khóc	V-VI
Điểm 10	N: 21,46736 E: 103,3413	Bản Lao, xã Xuân Lao (Mường Ảng, Điện Biên)	Nghe tiếng nổ ầm như sấm. Nhà rung khá mạnh, nhiều người hoảng sợ. Cả bản đều nhận biết động đất, chó sủa khắp bản, có tiếng trẻ em khóc. Cảm tưởng như có con chó chạy trên mái tôn (Lò Văn Kiên), cả nhà sợ tỉnh dậy	IV-V
Điểm 11	N: 21,44325 E: 103,34932	Bản Co Muông, xã Xuân Lao (Mường Ảng, Điện Biên)	Nhiều người có cảm giác hoảng sợ, nhà như muốn sập xuống. Nghe tiếng nổ ầm như sấm. Nhà rung mạnh. Cả bản đều nhận biết động đất, chó sủa và có tiếng trẻ em khóc	IV-V

Điểm 12	N: 21,40564 E: 103,38023	Bản Nà Cầu, xã Mường Bám (Thuận Châu, Sơn La)	Nghe tiếng nổ ầm như sấm. Nhà rung mạnh, nhiều người có cảm giác hoảng sợ. Cả bản đều nhận biết động đất, chó sủa và có tiếng trẻ em khóc	IV-V
Điểm 13	N: 21,40565 E: 103,38023	Bản Nà Dên, xã Búng Lao (Mường Ảng, Điện Biên)	Nhiều người có cảm giác hoảng sợ. Nhà rung mạnh, đất bị rung, giường cũng bị rung mạnh. Cánh cửa không đóng đung đưa. Nghe tiếng nổ như bom nổ. Cả bản đều nhận biết động đất, chó sủa và có tiếng trẻ em khóc	IV-V
Điểm 14	N: 21,52032 E: 103,22473	Bản Ho Hắng Càng (thị trấn Mường Ảng, Điện Biên)	Nhiều người có cảm giác hoảng sợ. Nhà rung lắc mạnh. Cánh cửa sổ kêu cạch cạch. Nghe tiếng nổ như bom nổ. Cả bản đều nhận biết động đất, chó sủa vang	IV-V
Điểm 15	N: 21,50469 E: 103,23777	Bản Thuối Sứ Cuông, xã Ảng Càng (Mường Ảng, Điện Biên)	Nhà sàn rung mạnh, tấm liếp kêu, rổ bát kêu lách cách. Cửa sắt kêu lách cách, có một bức tường bị rạn. Nhiều người bị thức tỉnh, cảm giác sợ hãi	V
Điểm 16	N: 21,53014 E: 103,14683	Bản Tà Cáng 1, xã Nà Tấu, huyện Điện Biên, tỉnh Điện Biên	Nhà sàn rung mạnh, tấm liếp kêu, rổ bát kêu lách cách. Cửa sắt kêu lách cách. Nhiều người bị thức tỉnh, cảm giác sợ hãi. Có tiếng trẻ con khóc	IV-V
Điểm 17	N: 21,51401 E: 103,12774	Bản Nà Cái, xã Nà Tấu, huyện Điện Biên, tỉnh Điện Biên	Nhiều người cảm nhận được động đất. Một số người có cảm giác hoảng sợ. Nhà rung khá mạnh, giường cũng bị rung. Cánh cửa không đóng đung đưa. Nghe tiếng nổ. Chó sủa và có tiếng trẻ em khóc	IV
Điểm 18	N: 21,47039 E: 103,06971	Bản Nà Nhạn, xã Nà Nhạn, huyện Điện Biên, tỉnh Điện Biên (ngã 3 đi Mường Phăng)	Nhà rung, giường cũng bị rung. Cánh cửa không đóng có cảm giác đung đưa. Nghe tiếng nổ. Một số ít người trong bản nhận biết động đất	III
Điểm 19	N: 21,38694 E: 103,01556	Trung tâm thành phố Điện Biên Phủ, tỉnh Điện Biên	Một số ít người cảm nhận được động đất. Nhà rung, giường cũng bị rung. Cánh cửa không đóng có cảm giác đung đưa	III
Điểm 20	N: 21,21683 E: 103,25025	Thị trấn Điện Biên Đông, tỉnh Điện Biên	Có tiếng động dưới đất, kêu òng ọc. Nhà sàn rung mạnh, giường rung động, tấm liếp kêu, rổ bát kêu lách cách. Cửa sắt kêu cách cách như ai đập vào. Cảm giác sợ hãi, đất dưới chân có cảm giác uốn lượn như rắn bò. Bàn cờ để trên bàn rơi xuống đất	V
Điểm 21	N: 21,30254 E: 103,32891	Tổ 2 thị trấn Điện Biên Đông, tỉnh Điện Biên	Nhà rung lay mạnh, giường rung động, tấm liếp kêu, rổ bát kêu lách cách. Cửa sắt kêu cách cách như ai đập vào. Cảm giác sợ hãi, chó sủa nhiều	V
Điểm 22	N: 21,32282 E: 103,2412	Bản Na Pát C, xã Na Son (Điện Biên Đông, Điện Biên)	Nhà rung ầm ầm, giường đung đưa, tấm liếp kêu, tấm lợp rung, rổ bát kêu lách cách. Cửa sắt kêu lách cách như ai đập vào. Mắc treo thuốc lảo và túi tất rơi xuống đất. Cảm giác sợ hãi và chạy hết ra ngoài	VI (Vùng chấn tâm)
Điểm 23	N: 21,35497 E: 103,23917	Bản Pá Chuông, xã Na Son (Điện Biên Đông, Điện Biên)	Cửa không khép kín thấy tiếng động, chó sủa, mọi người sợ, có người chạy ra ngoài nhà. Rung như xe tải nặng chạy qua. Có tiếng nổ to như nổ mìn	VI (Vùng chấn tâm)
Điểm 24	N: 21,38936 E: 103,24362	Bản Bó, xã Na Son (Điện Biên Đông, Điện Biên)	Có tiếng nổ như sét đánh, nhà rung kêu răng rắc. Trẻ nhỏ khóc, chó sủa. Chai dầu nhớt để trên giá rơi xuống đất. Nhiều người hoảng sợ, chạy ra khỏi nhà	VI (Vùng chấn tâm)
Điểm 25	N: 21,40402 E: 103,24186	Bản Sư Lư 2, xã Na Son (Điện Biên Đông, Điện Biên)	Rung như xe tải chạy qua. Có tiếng nổ to như nổ mìn. Nhiều người cảm giác sợ hãi sau khi giật mình tỉnh giấc, có người chạy ra khỏi nhà. Có tiếng chó sủa và tiếng trẻ em khóc	V-VI
Điểm 26	N: 21,40339 E: 103,24512	Bản Sư Lư 1, xã Na Son (Điện Biên Đông, Điện Biên)	Nhà rung mạnh. Có tiếng nổ rầm như sét đánh. Nhiều người cảm giác sợ hãi sau khi giật mình tỉnh giấc, có người kêu lên và chạy ra khỏi nhà. Có tiếng chó sủa và tiếng trẻ em khóc	V-VI
Điểm 27	N: 21,31019 E: 103,41038	Trung tâm xã Chiềng Sơ (Điện Biên Đông, Điện Biên)	Có nghe tiếng nổ như mìn. Nhiều người cảm nhận được động đất. Nhà rung và cánh cửa liếp cũng rung. Có tiếng chó sủa và tiếng trẻ em khóc	IV

Việc thành lập các đường đẳng chấn của động đất ngày 08/01/2018 và ngày 09/01/2018 được tiến hành trên cơ sở [1-4]:

- Kết quả điều tra khảo sát hai động đất này về cường độ chấn động của động đất được cảm nhận (xem bảng 1 và bảng 2).

- Dựa trên mối quan hệ giữa độ sâu chấn tiêu động đất (h), cấp độ mạnh động đất (M) và cường độ chấn động trên bề mặt [4]:

$$I = 1,5M - 3,5\lg(r^2 + h^2)^{1/2} + 3,0 \quad (1)$$

Trong đó: M là cấp độ mạnh động đất; h là độ sâu chấn tiêu của động đất và r là khoảng cách điểm xác định cường độ chấn động I tới tọa độ chấn tâm động đất.

Theo công thức về mối quan hệ giữa cấp độ mạnh (M), độ sâu chấn tiêu (h) và cường độ chấn động tại chấn tâm động đất (I_0):

$$I_0 = 1,5M - 3,5\lg h + 3,0 \quad (2)$$

Cơ cấu chấn tiêu động đất được xác định bằng phương pháp đánh dấu dịch chuyển sóng P dựa vào số liệu địa chấn của mạng lưới trạm động đất Việt Nam [4]. Bộ chương trình CPS (Computer programs in seismology) được sử dụng để đưa ra các nghiệm hợp lý, kết quả được biểu diễn trong bảng 3 và bảng 4.

Động đất Mường Ảng M=3,9 ngày 08/01/2018

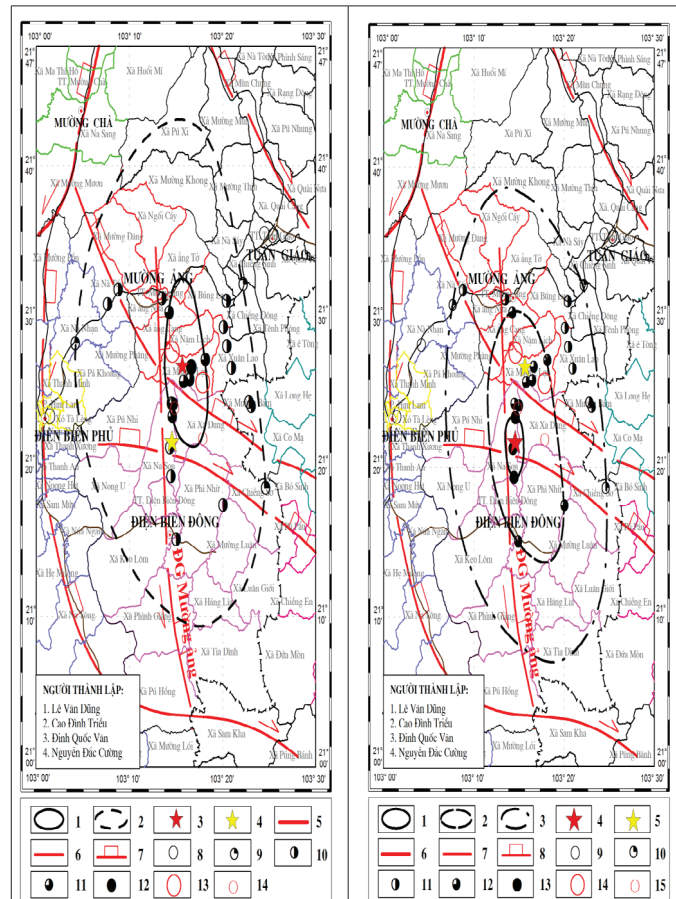
Đường đẳng chấn của động đất này được biểu diễn trong hình 1, cho thấy cường độ chấn động mạnh nhất (I_0) có thể đạt cấp VI tại chấn tâm. Trục chính của đường đẳng chấn trùng phương với đứt gãy kinh tuyến Mường Ảng và nằm trong phạm vi hoạt động của đứt gãy này. Chấn tâm động đất được xác định theo điều tra là tại xã Mường Lạn ($I_0=6,0$), huyện Mường Ảng, tỉnh Điện Biên.

Từ công thức (2), với $I_0=6,0$ ta sẽ có $h=6$ km. Theo đó có thể nhận định về động đất ngày 08/01/2018 như sau:

1. Thời điểm: 03 giờ 14 phút 19 giây (giờ Hà Nội).
2. Tọa độ: 21,44529N - 103,27771E.
3. Cấp độ mạnh: M=3,9.
4. Độ sâu chấn tiêu: 6 km.
5. Diện tích vùng chấn động cấp V-VI là 124,3 km².
6. Diện tích vùng chấn động cấp IV-V là 1500,7 km².
7. Đứt gãy kinh tuyến Mường Ảng là nguồn phát sinh động đất ngày 08/01/2018.
8. Chấn tâm động đất được xác định theo điều tra là tại xã Mường Lạn ($I_0=VI$), huyện Mường Ảng, tỉnh Điện Biên.

Bảng 3. Cơ cấu chấn tiêu động đất Mường Ảng ngày 08/01/2018

	Góc đường phương	Góc cắm	Góc trượt	Độ sâu	Cấp độ mạnh	Góc P (nén)	Góc T (giãn)
Mặt đứt đoạn chính	15°	80°	-55°	9 km	3,9	319°	78°
Mặt đứt đoạn phụ	119°	36°	-163°				



Hình 1. Đường đẳng chấn (I) động đất Điện Biên Đông M=3,9 ngày 08/01/2018.

1 - Đường chấn động cấp V; 2 - Đường chấn động cấp IV; 3 - Chấn tâm động đất ngày 08/01/2018 (M=3,9); 4 - Chấn tâm động đất ngày 09/01/2018 (M=4,3); 5 - Đứt gãy cấp 1; 6 - Đứt gãy cấp 2; 7 - Hướng cắm của đứt gãy; 8 - Chấn động cấp III; 9 - Chấn động cấp IV; 10 - Chấn động cấp IV-V; 11 - Chấn động cấp V và V-VI; 12 - Chấn động cấp VI; 13 - Chấn tâm động đất với M=3,0-3,9; 14 - Chấn tâm động đất với M=2,0-2,9.

Hình 2. Đường đẳng chấn (I) động đất Mường Ảng M=4,3 ngày 09/01/2018.

1 - Đường chấn động cấp VI; 2 - Đường chấn động cấp V; 3 - Đường chấn động cấp IV; 4 - Chấn tâm động đất ngày 09/01/2018 (M=4,3); 5 - Chấn tâm động đất ngày 08/01/2018 (M=3,9); 6 - Đứt gãy cấp 1; 7 - Đứt gãy cấp 2; 8 - Hướng cắm của đứt gãy; 9 - Chấn động cấp III; 10 - Chấn động cấp IV; 11 - Chấn động cấp IV-V; 12 - Chấn động cấp V và V-VI; 13 - Chấn động cấp VI; 14 - Chấn tâm động đất với M=3,0-3,9; 15 - Chấn tâm động đất với M=2,0-2,9.

Bảng 4. Cơ cấu chấn tiêu động đất Điện Biên Đông ngày 09/01/2018.

	Góc đường phương	Góc cắm	Góc trượt	Độ sâu	Cấp độ mạnh	Góc P (nén)	Góc T (giãn)
Mặt đứt đoạn chính	10°	80°	-50°				
Mặt đứt đoạn phụ	112°	41°	-165°	10 km	4,3	317°	70°

Động đất Điện Biên Đông M=4,3 ngày 09/01/2018

Đường đứt gãy của động đất này được biểu diễn trong hình 2. Trục chính của đường đứt gãy trùng phương với đứt gãy kinh tuyến Mường Ảng và nằm trong phạm vi hoạt động của đứt gãy này. Chấn tâm động đất được xác định theo điều tra là tại xã Na Son ($I_0=VI$), huyện Điện Biên Đông, tỉnh Điện Biên.

Từ công thức (2), với $I_0=6,0$ ta sẽ có $h=10$ km. Từ đó có thể kết luận rằng động đất ngày 09/01/2018 có các thông số sau:

1. Thời điểm: 06 giờ 21 phút 21 giây (giờ Hà Nội).
2. Tọa độ: 21,35497N - 103,23917E.
3. Cấp độ mạnh: M=4,3.
4. Độ sâu chấn tiêu: 10 km.
5. Diện tích vùng chấn động cấp VI là 20,02 km².
6. Diện tích vùng chấn động cấp V-VI là 318,08 km².
7. Diện tích vùng chấn động cấp IV-V là 1073,9 km².

8. Đứt gãy kinh tuyến Mường Ảng là nguồn phát sinh động đất ngày 09/01/2018.

9. Chấn tâm động đất được xác định theo điều tra là tại xã Na Son ($I_0=VI$), huyện Điện Biên Đông, tỉnh Điện Biên.

Đặc điểm địa chất kiến tạo vùng chấn tâm động đất ngày 08 và 09/01/2018**Đặc điểm cấu trúc địa chất**

Đặc điểm cấu trúc địa chất vùng động đất được mô tả khái quát như sau [5]:

a) Về địa tầng: trong khu vực nghiên cứu có sự phân bố của đá phiến hai mica, đá phiến thạch anh-felspat; đá phiến hai mica-sericit; quartzit hệ tầng Nậm Cồ ($NP_3-E_1 nc$) (Proterozoi muộn - Cambri sớm), đá phiến sét quarzit hệ tầng Sông Mã ($E_2 sm$) (Cambri) bao phủ toàn bộ diện tích huyện Điện Biên Đông và huyện Mường Ảng. Hệ tầng Bến

Khê ($E-O_1 bk$): cuội, sạn kết thạch anh, cát kết hạt thô; đá phiến sét chứa vôi; đá vôi xám sáng; quarzit nằm kẹp giữa hai hệ trầm tích cở ($NP_3-E_1 nc$) và ($E_2 sm$) và có phương chủ đạo tây bắc - đông nam. Các trầm tích trẻ hơn của hệ tầng Nậm Pịa ($D_1 np$) gồm cuội kết, sạn kết, quarzit, đá phiến sét, sét vôi, thấu kính đá vôi; các thành tạo hệ tầng Bản Páp ($D_{1e}-D_3 fr bp$): đá vôi xám, đá vôi sét, đá phiến sét vôi; hệ tầng Cẩm Thủy ($P_3 ct$): porphyrit bazan, cuội kết, thấu kính vôi, tuf bazan; hệ tầng Đồng Trâu ($T_2 a dt$): cuội kết thạch anh, cát kết tuf, bột kết, ryolit, tyodacit, đá phiến sét, đá phiến sillic; hệ tầng Hoàng Mai ($T_2 a hm$): sét vôi, bột kết vôi, đá vôi xám; đá phiến sét, bột kết, cát kết, cuội kết, đá vôi sét, than đá hệ tầng Suối Bàng ($T_3 n-r sb$) và cuội kết, cát kết, bột kết, vôi sét, đá phiến sét hệ tầng Nậm Pô ($J_{1-2 np}$) phân bố rải rác trên cánh tây nam của đứt gãy Chiềng Khương, xen kẽ với các xâm nhập cở.

b) Về đá xâm nhập: nhìn chung, đá xâm nhập khu vực vùng chấn tâm phân bố chủ yếu dọc các đứt gãy hoạt động. Xâm nhập cở nhất ở khu vực này là serpentinit, apatit, amphibolit phức hệ Núi Nưa ($\sigma NP-PZ_1 nm$). Chấn tâm động đất ngày 08/01/2018 và ngày 09/01/2018 nằm ngay bên rìa khối xâm nhập gabro-diorit, diorit, granodiorit, granit phức hệ Điện Biên ($\gamma \delta P_3-T_1 db$). Ngoài ra, trong phạm vi nghiên cứu còn phát hiện thấy xâm nhập plagiogranit, granit phức hệ Chiềng Khương ($\gamma PZ_1 ck$); phức hệ Sông Mã ($\gamma \delta T_{2-3} sm$) gồm granit, granodiorit và gabro-diabaz, diorit porphyrit, diabaz porphyrit (chưa rõ tuổi).

Các đới đứt gãy hoạt động

Các đứt gãy hoạt động khu vực huyện Điện Biên Đông và huyện Mường Ảng được đề cập khá chi tiết trong [6, 7]. Cụ thể là có biểu hiện tồn tại 6 đới đứt gãy hoạt động (bảng 5, hình 3, 4), gồm 1/ Lai Châu - Điện Biên (cấp I); 2/ Sơn La (cấp II); 3/ Chiềng Khương (cấp II); 4/ Sông Mã (cấp II); 5/ Mường Ảng (cấp II) và 6/ Điện Biên - Sầm Nưa (cấp II). Hai đứt gãy có biểu hiện hoạt động mạnh nhất là đứt gãy Sơn La (M=6,7) và Điện Biên - Sầm Nưa (M=6,8). Cấp độ mạnh động đất đã xảy ra tại đứt gãy Lai Châu - Điện Biên là 5,3, tại đứt gãy Chiềng Khương là 5,0 và tại đứt gãy Sông Mã là 4,8. Riêng tại vùng chấn tâm động đất ngày 08 và ngày 09 chưa phát hiện thấy động đất mạnh hơn 3,0 cho đến trước năm 2014. Theo Cao Đình Triều [6] thì một loạt dư chấn của động đất Tuần Giáo M=6,7 năm 1983 được phát hiện tập trung dọc đứt gãy Mường Ảng với cấp độ mạnh lớn nhất đạt 4,7.

Bảng 5. Đứt gãy hoạt động chủ yếu khu vực huyện Điện Biên Đông và Mường Ảng.

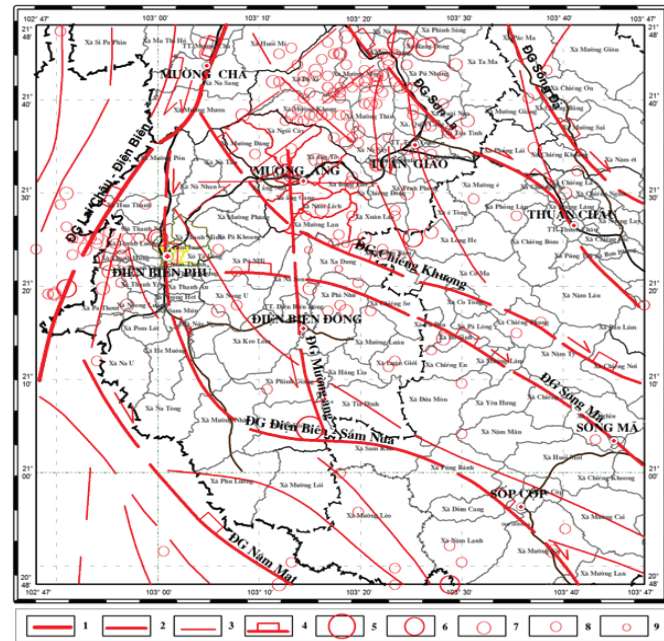
STT	Tên đứt gãy	Cấp	Phương	Tính chất	M _{max} quan sát
1	Lai Châu - Điện Biên	I	ĐB-TN	Th-tr	5,3
2	Sơn La	II	TB-ĐN	Th-ph	6,7
3	Chiềng Khương	II	TB-ĐN	Th-ph	5,0
4	Sông Mã	II	TB-ĐN	Th-ph	4,8
5	Mường Ảng	II	Á KT	Th-tr	4,3
6	Điện Biên - Sầm Nưa	II	Á KT TB-ĐN	Th-ph	6,8

Vùng cực động động đất ngày 08/01/2018 và ngày 09/01/2018 nằm trong phạm vi hoạt động của đứt gãy Mường Ảng (hình 3, 4). Đới đứt gãy này có phương kinh tuyến, cắm về phía đông và có độ sâu ảnh hưởng 15÷25 km [3, 4, 6, 7]. Trên bản đồ dị thường trọng lực Bouguer, đứt gãy biểu hiện rõ nét là ranh giới cấu trúc. Phía đông là cấu trúc dương tương đối, biểu hiện các đường đồng mức có giá trị dị thường trọng lực Bouguer trong khoảng -95÷-80 mGal. Phía tây là cấu trúc âm tương đối, biểu hiện các dị thường cục bộ nổi nhau theo phương đứt gãy có giá trị dị thường trọng lực Bouguer thay đổi trong giới hạn -100÷-80 mGal. Đứt gãy trùng với dải gradient ngang dị thường trọng lực cường độ trung bình 0,5÷1,0 mGal/km. Gradient ngang dị thường từ hàng không dọc đứt gãy có cường độ trung bình 8,0÷10 nT/km.

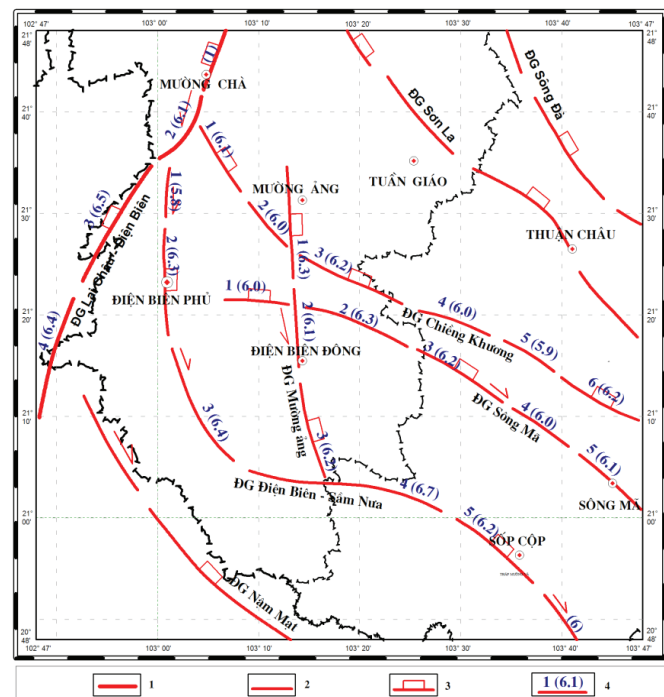
Từ năm 2014 đến ngày 09/01/2018 đã quan sát được 6 động đất cấp độ mạnh trên 3,0 xảy ra tại vùng chấn tâm của hai động đất vừa qua, trong đó mạnh nhất (M=4,3) là động đất vào ngày cuối cùng (bảng 6).

Bảng 6. Động đất xảy ra trong vùng chấn tâm ngày 08 và 09/01/2018.

Năm	Tháng	Ngày	Giờ	Phút	Giây	Vĩ độ	Kinh độ	Độ sâu chấn tiêu	Cấp độ mạnh
2014	02	09	11	36	57,2	21,460	103,244	8,2	3,1
2014	02	05	06	30	59,9	21,398	103,248	8,5	2,5
2017	08	24	07	37	46,7	21,426	103,298	8,1	3,2
2018	01	08	20	14	19,0	21,446	103,261	10,0	3,9
2018	01	09	14	44	21,0	21,364	103,298	8,5	2,5
2018	01	09	23	21	21,0	21,362	103,243	10,0	4,3



Hình 3. Sơ đồ đứt gãy hoạt động (và phân bố chấn tâm động đất) huyện Điện Biên Đông và Mường Ảng. 1 - Đứt gãy cấp 1; 2 - Đứt gãy cấp 2; 3 - Đứt gãy cấp 3; 4 - Hướng cắm của đứt gãy; 5, 6, 7, 8, 9 - Vị trí chấn tâm động đất với độ lớn tương ứng (M=6,0-6,9; M=5,0-5,9; M=4,0-4,9; M=3,0-3,9; M=2,0-2,9).



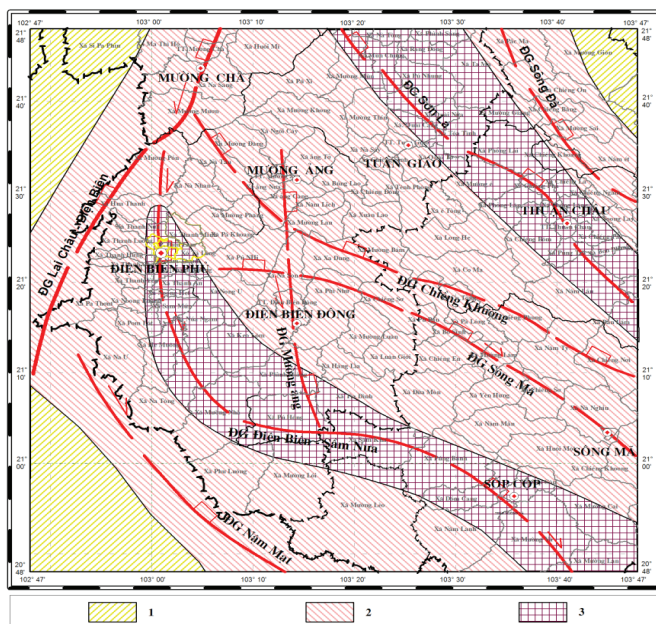
Hình 4. Động đất cực đại có nguy cơ xảy ra tại huyện Điện Biên Đông và Mường Ảng (được dự báo trên cơ sở công thức thực nghiệm và nguyên lý phân đoạn đứt gãy). 1 - Đứt gãy cấp 1; 2 - Đứt gãy cấp 2; 3 - Hướng cắm của đứt gãy; 4 - Ký hiệu đứt gãy và M_{max} có thể xảy ra.

Dự báo động đất cực đại ($M_{\max}$) có nguy cơ xảy ra tại huyện Mường Ảng và Điện Biên Đông

Từ năm 1920 đến hết ngày 09/01/2018 tại khu vực huyện Điện Biên Đông, Mường Ảng và kế cận đã quan sát được 205 động đất có $M > 3,0$. Trong đó đáng chú ý là 2 động đất mạnh nhất Việt Nam đã xảy ra tại khu vực này: Điện Biên $M=6,8$ năm 1935 và Tuần Giáo $M=6,7$ năm 1983. Như vậy, có thể nói rằng khu vực nghiên cứu là nơi có độ nguy hiểm động đất lớn nhất Việt Nam [7, 8]. Để làm rõ thêm nguy cơ động đất có thể xảy ra tại vùng nghiên cứu, trong khuôn khổ bài báo này chúng tôi tiến hành thêm 2 bài toán dự báo cực đại động đất, đó là: trên cơ sở phân đoạn đứt gãy hoạt động và bài toán mạng Noron nhân tạo.

Giá trị động đất cực đại ($M_{\max}$) có nguy cơ xảy ra tại huyện Điện Biên Đông và Mường Ảng trên cơ sở phân đoạn đứt gãy

Động đất cực đại là động đất lớn nhất có thể phát sinh bởi hoạt động đứt gãy trong một khoảng thời gian hoặc xuyên thời gian. Nhằm đánh giá động đất lớn nhất có thể xảy ra tại khu vực nghiên cứu, chúng tôi sử dụng công thức thực nghiệm và tiêu chí phân đoạn đứt gãy của Cao Đình Triều [9].



Hình 5. Động đất cực đại có nguy cơ xảy ra tại huyện Điện Biên Đông và Mường Ảng (được dự báo trên cơ sở bài toán mạng Noron nhân tạo): 1 - Vùng dự báo có khả năng xảy ra động đất với $M_{\max}=4,0-4,9$; 2 - Vùng dự báo có khả năng xảy ra động đất với $M_{\max}=5,0-5,9$; 3 - Vùng dự báo có khả năng xảy ra động đất với $M_{\max}=6,0-6,9$.

$$\log L \text{ (km)} = 0,6M - 2,5 \quad (3)$$

trong đó: L là chiều dài (km) và M là cấp độ mạnh động đất.

Kết quả cho thấy: động đất mạnh nhất có nguy cơ xảy ra dọc đới đứt gãy Điện Biên - Sầm Nưa là $M_{\max}=6,7-6,8$; tại đứt gãy Lai Châu - Điện Biên có $M_{\max}=6,4-6,5$; đứt gãy Chiềng Khương, Sông Mã và Mường Ảng có $M_{\max}=6,2-6,3$.

Giá trị động đất cực đại ($M_{\max}$) theo bài toán mạng Noron nhân tạo

Trên cơ sở kết quả dự báo cực đại động đất theo bài toán mạng Noron nhân tạo cho thấy [10]: động đất cấp độ mạnh lớn nhất, $M_{\max}=6,0-6,9$ có nguy cơ xảy ra tại khu vực nam, tây nam huyện Điện Biên Đông và một phần diện tích tây bắc huyện Tuần Giáo; các khu vực còn lại của huyện Điện Biên Đông và Mường Ảng có nguy cơ xảy ra động đất mạnh nhất nằm trong giới hạn $M_{\max}=5,0-5,9$.

Kết luận

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu của các tác giả bài báo này cho thấy:

1. Động đất xảy ra vào hồi 03 giờ 14 phút 19 giây (giờ Hà Nội) ngày 08/01/2018 có: tọa độ chấn tâm $21,44529N - 103,27771E$ (tại xã Mường Lạn, huyện Mường Ảng, tỉnh Điện Biên); cấp độ mạnh 3,9; độ sâu chấn tiêu 6 km và cường độ chấn động lớn nhất tại tâm chấn đạt cấp VI ($I_0=VI$).
2. Động đất xảy ra vào hồi 06 giờ 21 phút 21 giây (giờ Hà Nội) ngày 09/01/2018 có: tọa độ chấn tâm $21,35497N - 103,23917E$ (tại xã Na Son, huyện Điện Biên Đông, tỉnh Điện Biên); cấp độ mạnh 4,3; độ sâu chấn tiêu 10 km và cường độ chấn động lớn nhất tại tâm chấn là cấp VI ($I_0=VI$).
3. Cả hai động đất này đều xảy ra trong phạm vi hoạt động của đới đứt gãy sinh chấn Mường Ảng có độ sâu ảnh hưởng 15-25 km, góc cắm $70-80^\circ$ về phía đông, thuận, trượt bằng trái. Động đất lớn nhất có nguy cơ xảy ra dọc đới phát sinh này không vượt quá cấp độ mạnh 6,3.
4. Động đất cực đại có nguy cơ xảy ra tại khu vực nam, tây nam huyện Điện Biên Đông có thể đạt tối đa xấp xỉ 7,0. Các khu vực còn lại của huyện Điện Biên Đông và toàn bộ huyện Mường Ảng có nguy cơ xảy ra động đất lớn nhất không vượt quá 6,3.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Cao Đình Triều, Lê Từ Sơn (1997), “Động đất Mường Luân (Ms=5,0) ngày 23/6/1996”, *Tạp chí Các khoa học về Trái đất*, **1(19)**, tr.19-25.

[2] Cao Đình Triều (2001), “Động đất Thín Tộc (Biên giới Việt - Lào) Ms=5,3 ngày 19/2/2001”, *Tạp chí Địa chất, loạt A*, **5-6(264)**, tr.1-14.

[3] Cao Đình Triều (2002), “Đặc trưng hoạt động động đất khu vực Tuần Giáo và kế cận”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, **5(24)**, tr.40-51.

[4] Cao Đình Triều (2010), *Tài biến động đất ở Việt Nam*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 304 tr.

[5] Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam (2009), *Địa chất và tài nguyên Việt Nam*, Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội, 589 tr.

[6] Cao Đình Triều (1997), “Đứt gãy sinh chấn Tây Bắc Việt

Nam”, *Tạp chí Các khoa học về Trái đất*, **3(19)**, tr.214-219.

[7] Cao Đình Triều, Lê Văn Dũng, Thái Anh Tuấn (2010), “Độ nguy hiểm động đất khu vực Tây Bắc Bộ và các vùng kế cận”, *Tạp chí Địa chất, loạt A*, **320(9-10)**, tr.253-262.

[8] Nguyễn Ngọc Thủy (chủ nhiệm Đề tài) và nnk (2005), *Phân vùng dự báo chi tiết động đất ở vùng Tây Bắc (giai đoạn 2001-2005)*, Báo cáo tổng kết Đề tài KH&CN cấp nhà nước mã số KC.08.10, lưu tại Viện Vật lý Địa cầu, 300 tr.

[9] Cao Đình Triều, Nguyễn Đức Vinh (2012), “Phân đoạn đứt gãy trong đánh giá động đất cực đại ở Việt Nam”, *Tạp chí Địa chất, loạt A*, **331-332**, tr.59-68.

[10] Cao Đình Trọng, Cao Đình Triều, Nguyễn Đức Vinh (2011), “Ứng dụng mạng Noron trong dự báo độ lớn (magnitude) động đất khu vực Tây Bắc”, *Tạp chí Các khoa học về Trái đất*, **2(33)**, tr.151-163.

Xác định vị trí phân loại mẫu *Alocasia* sp. thu thập ở Xuân Sơn (Phú Thọ) trên cơ sở phân tích 3 vùng gen *matK*, *petD* và *trnY-trnE*

Bùi Hồng Quang¹, Nguyễn Văn Dư^{1*}, Lê Thị Mai Linh¹, Lê Xuân Đắc², Hà Minh Tâm³

¹Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam

²Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga

³Khoa Sinh học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội 2

Ngày nhận bài 18/1/2019; ngày chuyển phản biện 25/1/2019; ngày nhận phản biện 28/2/2019; ngày chấp nhận đăng 4/3/2019

Tóm tắt:

Bài báo phân tích sự khác biệt giữa mẫu *Alocasia* sp. 87 mới thu được ở Phú Thọ với các loài trong chi *Alocasia* và các chi liên quan dựa trên phân tích trình tự nucleotide vùng gen *matK*, *petD*, *trnY-trnE*. Kết quả nghiên cứu cho thấy, trình tự các axit nucleotide của mẫu nghiên cứu tương đồng với chi *Alocasia* 98%, chi *Cocolasia* 93%. Kết quả phân tích vùng gen *matK* ghi nhận, mẫu *Alocasia* sp. 87 tách biệt ra khỏi nhóm của các loài đã biết thuộc chi *Alocasia*. Đối với vùng gen *petD* ghi nhận mẫu *Alocasia* sp. 87 thuộc cùng nhóm với chi *Alocasia* và *Leucocasia*, tuy nhiên mẫu này đã có sự tách biệt tạo thành một nhánh riêng. Nhóm tác giả nghi ngờ mẫu *Alocasia* sp. 87 có thể thuộc về một loài mới.

Từ khóa: *Alocasia* sp., *matK*, *petD*, Phú Thọ, *TrnY-TrnE*, Việt Nam.

Chỉ số phân loại: 1.6

Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển của khoa học và công nghệ, nhất là trong lĩnh vực công nghệ sinh học, các nghiên cứu sâu hơn về các yếu tố di truyền đặc biệt được quan tâm trong công tác phân loại thực vật. Các nghiên cứu này đã giúp cho các kết quả phân loại thực vật trở nên rõ ràng hơn, nhất là ở các taxon có nhiều đặc điểm hình thái học không biến động nhiều theo các điều kiện sống, giai đoạn phát triển của từng cá thể. Các kết quả nghiên cứu về các yếu tố di truyền (như giải trình và so sánh trình tự nucleotide ở các loài hay các taxon khác nhau) đã hỗ trợ rất nhiều trong phân tích mối quan hệ giữa các taxon thực vật. Ở họ Ráy (*Araceae*), đã có rất nhiều nghiên cứu về mối quan hệ giữa các taxon trong họ này dựa trên các kết quả nghiên cứu về sinh học phân tử, giải trình gen, so sánh vị trí của các vùng gen *MatK*... Ví dụ, kết quả giải trình gen lục lạp loài *A. macrorrhizos* của Bin Wang và Limin Han [1], hay dùng phương pháp PCR để định loại loài *Alocasia odora* của Hagino và cs [2]. Năm 2012, Nauheimer và cs đã xây dựng sơ đồ phát sinh chủng loại của các chi *Alocasia*, *Colocasia*, *Remusatia* và *Steudnera* ở khu vực Malaysia dựa trên các kết quả phân tích trình tự gen của các loài trong các chi nghiên cứu [3]. Chi Ráy - *Alocasia* ở Việt Nam bao gồm 7 loài và được phân bố rộng rãi từ Bắc vào Nam

[4]. Các nghiên cứu về mặt hình thái học của các loài đã chỉ ra những đặc điểm phân biệt ở hầu hết số loài trong chi là tương đối rõ ràng. Mới đây, một số mẫu tiêu bản và mẫu ADN đã được thu thập tại Vườn quốc gia Xuân Sơn (Phú Thọ). Về đặc điểm hình thái, chúng tôi đã xác định được 2 chi *Vietnamocasia* (mẫu *Vietnamocasia* NVD1 và *Vietnamocasia* NVD2) và chi *Alocasia* (mẫu *Alocasia* sp. 87, 88.1 và 88.2), trong đó 1 mẫu thuộc loài *A. odora* K. Koch. Tuy nhiên, xem xét kỹ các đặc điểm về bông mo của cây, mẫu *Alocasia* 87 khá tương đồng với loài *A. odora* K. Koch. Để xác định chính xác hơn cả 5 mẫu thu thập được ở Vườn quốc gia Xuân Sơn, chúng tôi đã tiến hành giải mã 3 vùng gen *matK*, *petD* và *trnY-trnE* và xác định vị trí của chúng trong họ Ráy.

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu

5 mẫu thu thập tại tỉnh Phú Thọ đã được sử dụng cho nghiên cứu này (bảng 1). Các mẫu đều gồm 2 phần mẫu tiêu bản (xác định loài bằng đặc điểm hình thái) và mẫu mô tế bào - mẫu lá (phân tích ADN). Mẫu ADN được bảo quản trong túi cùng với silica gel ở thực địa và sau đó được lưu giữ ở tủ âm 30°C trong phòng thí nghiệm cho đến khi mẫu được sử dụng cho phân tích ADN. Các mẫu *Alocasia odora*

*Tác giả liên hệ: email: vandul78@gmail.com

Determination of taxonomic location of the *Alocasia* sp. sample collected in Xuan Son (Phu Tho province) based on analysis results of genes *matK*, *petD* and *trnY-trnE*

Hong Quang Bui¹, Van Du Nguyen^{1*}, Thi Mai Linh Le¹, Xuan Duc Le², Minh Tam Ha³

¹Institute of Ecology and Biological Resources, VAST

²Vietnam - Russia Tropical Center

³Hanoi Pedagogical University 2

Received 18 January 2019; accepted 4 March 2019

Abstract:

The paper analysed the difference between the sample of *Alocasia* sp. 87 recently collected from Phu Tho province of Vietnam and the samples of *Alocasia* species and related genera based on nucleotide sequence analysis of *matK*, *petD*, and *trnY-trnE* gene regions. The results showed that the studied sample was similar 98% to *Alocasia* genus, and 93% to *Coccolasia* genus. The results of *matK* genomic region analysis also recorded that the sample of *Alocasia* sp. 87 was separated from the known species of *Alocasia* genus. For the *petD* gene region, the sample of *Alocasia* sp. 87 was similar to the group of the genera *Alocasia* and *Leucocasia*; however, it seems to separate into a different branch. The authors suspect that *Alocasia* sp. 87 could be a new species.

Keywords: *Alocasia* sp., *matK*, *petD*, Phu Tho, *trnY-trnE*, Vietnam.

Classification number: 1.6

Bảng 1. Vật liệu sử dụng trong nghiên cứu.

TT	Tên khoa học	Ký hiệu mẫu	Địa điểm thu mẫu	Tọa độ thu mẫu
1	<i>Alocasia</i> sp.	<i>Alocasia</i> sp. 87	Tỉnh Phú Thọ	"N21 11.014 E105 05.832" "53 m"
2	<i>Alocasia odora</i>	<i>Alocasia odora</i> 88.1	Tỉnh Phú Thọ	"N21 11.014 E105 05.832" "53 m"
3	<i>Alocasia odora</i>	<i>Alocasia odora</i> 88.2	Tỉnh Phú Thọ	"N21 11.014 E105 05.833" "57 m"
5	<i>Vietnamocasia dauae</i>	<i>Vietnamocasia dauae</i> . NVD1		
6	<i>Vietnamocasia dauae</i>	<i>Vietnamocasia dauae</i> . NVD2		

88.1, *Alocasia odora* 88.2, *Vietnamocasia dauae* NVD1 và *Vietnamocasia dauae* NVD2 đã được xác định loài trên cơ sở các đặc điểm hình thái. Tuy nhiên, mẫu *Alocasia* sp. 87 cũng chỉ xác định được đến chi *Alocasia*.

Phương pháp nghiên cứu

Mẫu lá được nghiền trong nitrogen lỏng thành dạng bột mịn. Tách chiết ADN tổng số bằng kit Dneasy plant mini kit - hãng Qiagen với quy trình được thực hiện theo nhà sản xuất. Nhân bản PCR (Polymerase Chain Reaction) các vùng gen *matK*, *petD*, *trnY-trnE* bằng GeneAmp PCR System 9700 system. Phản ứng PCR được thực hiện với tổng thể tích 50 ml, gồm 25 ml PCR Mastermix, 1 ml mỗi xuôi F (10 pM), 1 ml mỗi ngược R (10 pM), 2 ml ADN tổng số, 21 ml nước cất để ion. Chu trình chạy PCR được tiến hành theo chu kỳ nhiệt: 3 phút ở 95°C, 30 chu kỳ (50 giây 95°C, 1 phút 52°C, 1 phút 72°C) và sau đó là 1 chu kỳ ở 72°C trong 8 phút.

Cặp mồi giải mã trình tự nucleotide vùng gen *matK* [5] như sau: *matK* 390: 5'-CGA TCT ATT CAT TCA ATA TTC - 3' và *matK* 1326: 5'- TCT AGC ACA CGA AAG TCG AAG T - 3'. Cặp mồi giải mã trình tự vùng gen *petD* [6] như sau: *petDR*: 5'- AAT TAT GTC CCA TCC CTT TAG C - 3' và *PetDF*: 5'- GGG AGT TAA CAAAGAAC CTG ACT - 3'. Cặp mồi giải mã trình tự vùng gen *trnY-trnE* [7] như sau: *F*: 5'- CAA AGC CAG CGG ATT TAC AA - 3' và *R*: 5'- CCC CAT CGT CTA GTG GCC TA - 3'.

Kiểm tra sản phẩm PCR bằng điện di trên gel agarose 1% và tinh sạch bằng Qiaquick gel extranction kit (Qiagen, Đức). Sản phẩm PCR sau khi tinh sạch sẽ được gửi đi đọc trình tự các vùng gen tại Viện Công nghệ sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Phân tích so sánh các vùng gen giữa các loài bằng phần mềm Bioedit, Chromas Pro. Phần mềm MEGA 6.0 [8] để phân tích khoảng cách di truyền và xây dựng cây phát sinh chủng loại theo các phương pháp Minimum Likelihood (ML) [9].

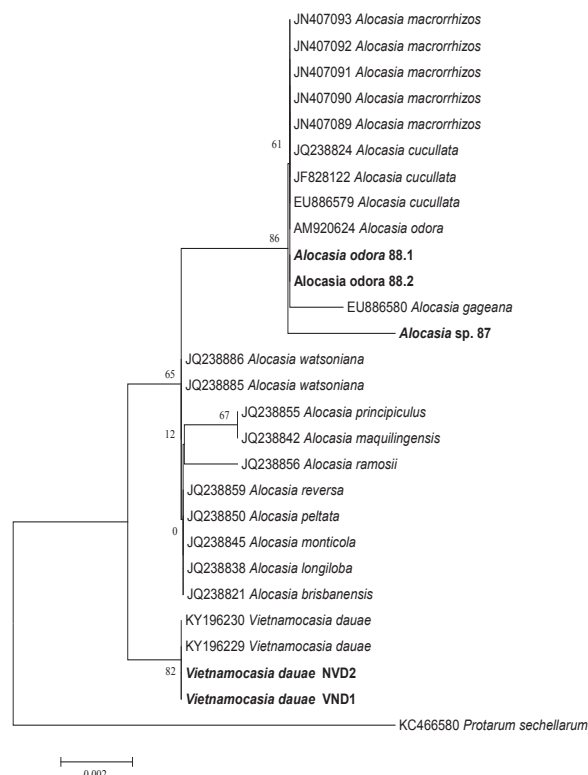
Kết quả và thảo luận

Phân tích trình tự nucleotide vùng gen *matK*

Trong nghiên cứu này, trình tự vùng gen *matK* của 5 mẫu nghiên cứu đã được xác định với kích thước khoảng 700 bp. Trên cơ sở trình tự nucleotide vùng gen *matK* của 5 mẫu nghiên cứu, cùng với trình tự gen các mẫu thuộc các loài khác đã được công bố trên GenBank, cây phát sinh phả hệ đã được xây dựng (hình 1). Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra sự tách biệt rõ ràng giữa 2 chi *Alocasia* và *Vietnamocasia*, trong đó các loài cùng một chi kết hợp với nhau và hình thành 1 nhánh tiến hóa, giá trị bootstrap khá cao, 65% đối với chi *Alocasia* và 85% đối với *Vietnamocasia*. Tuy nhiên, mẫu *Alocasia* sp. 87 tách biệt ra khỏi nhóm của các loài

thuộc chi *Alocasia* nên đây có thể là một loài mới thuộc chi *Alocasia*.

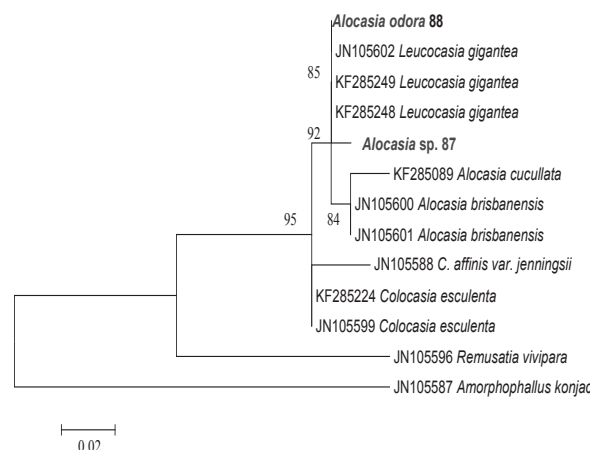
Ở nhóm 2, gồm 2 mẫu *Vietnamocasia dauea* NVD1 và *Vietnamocasia dauea* NVD2 thuộc loài *Vietnamocasia dauea*, loài này được phát hiện tại Việt Nam năm 2017 [10]. Chi *Vietnamocasia* có đặc điểm hình thái tương đồng với 2 chi *Alocasia* và *Colocasia*.



Hình 1. Cây phát sinh chủng loại vùng gen *matK* giữa các mẫu nghiên cứu và trong GenBank theo phương pháp Maximum Likelihood.

Phân tích trình tự nucleotide vùng gen *petD* giữa các mẫu nghiên cứu

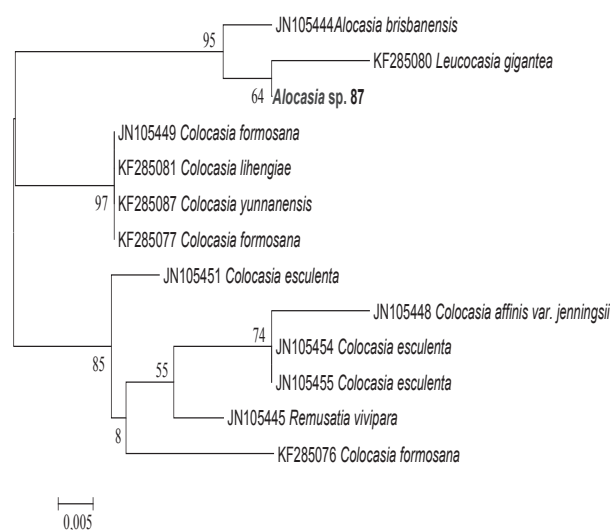
Trong nghiên cứu này, trình tự nucleotide vùng gen *petD* của 2 mẫu *Alocasia* sp. 87 và *Alocasia odora* 88 đã được xác định với chiều dài khoảng 300 bp. Kết quả nghiên cứu mối quan hệ di truyền giữa các 2 mẫu nghiên cứu và các loài thuộc chi *Alocasia* trên cơ sở phân tích trình tự vùng gen *petD* được trình bày ở hình 2. Dữ liệu phân tích đã chỉ ra 2 mẫu thu thập *Alocasia* sp. 87 và *Alocasia odora* 88 nằm cùng nhánh tiến hóa với chi *Alocasia*. Hai chi *Alocasia* và *Leucocasia* khá tương đồng về di truyền và chúng kết hợp với nhau hình thành một nhánh tiến hóa riêng, với giá trị bootstrap cao (92%). Kết quả cũng chỉ ra mẫu *Alocasia* sp. 87 tách biệt với các loài thuộc chi *Alocasia*, phù hợp với phân tích là một loài mới (hình 2).



Hình 2. Cây phát sinh chủng loại vùng gen *petD* giữa mẫu nghiên cứu *Alocasia* sp. 87 với các loài khác trên GenBank theo phương pháp Maximum Likelihood

Phân tích trình tự nucleotide vùng gen *trnY-trnE*

Mẫu *Alocasia* sp. 87 được giải mã trình tự nucleotide vùng gen *trnY-trnE* cho kết quả chiều dài 300 bp. So sánh với các trình tự khác trên Genbank cho thấy, mẫu nghiên cứu tương đồng với chi *Alocasia* 98%, chi *Cocolasia* 93%. Kết quả nghiên cứu mối quan hệ di truyền của mẫu *Alocasia* sp. 87 trên cơ sở phân tích trình tự vùng gen *trnY-trnE* được xây dựng theo phương pháp Maximum Likelihood như sau: cây phát sinh được chia ra làm các nhánh khác nhau, trong đó mẫu *Alocasia* sp. 87 tạo thành 1 nhánh tách biệt với các loài thuộc chi *Alocasia* và chi *Leucocasia* (hình 3), tuy nhiên các dữ liệu vùng gen này chưa có nhiều nên cần nghiên cứu thêm các vùng gen khác.



Hình 3. Cây phát sinh chủng loại vùng gen *trnY-trnE* giữa mẫu nghiên cứu *Alocasia* sp. 87 với các loài khác trên GenBank theo phương pháp Maximum Likelihood

Về mặt hình thái học, đặc điểm khác biệt lớn nhất của mẫu *Alocasia* sp. 87 là có hình thái phiến lá rất khác biệt so với hầu hết các loài trong chi: phiến hình tam giác rộng, gốc lõm hình tim, có nhiều nếp nhăn ở phần thịt lá; cuống lá dài... Tuy nhiên, các đặc điểm của bông mo thì khá gần gũi với loài *A. odora*. Chính vì lý do này, đề tài đã tiến hành nghiên cứu giải trình tự gen và so sánh trình tự các nucleotide trong vùng gen *MatK* của mẫu *Alocasia* sp. 87 và mẫu loài *A. odora* 88 với loài *Vietnamocasia dauae*.

Cây phát sinh chủng loại được xây dựng dựa trên trình tự nucleotide vùng gen *matK*, *petD*, *trnE-trnY* giữa các mẫu nghiên cứu có sự tách biệt giữa 2 chi *Alocasia* và *Vietnamocasia*, điều này phù hợp với kết quả của Sam và cs [10]. Tuy nhiên, mẫu *Alocasia* sp. 87 có sự tách biệt ra khỏi nhóm của các loài thuộc chi *Alocasia*, rất có thể đây là một loài mới.

Kết luận

Các nghiên cứu so sánh trình tự nucleotide vùng gen *matK*, *petD*, *trnY-trnE* cho thấy mẫu *Alocasia* sp. 87 thuộc chi *Alocasia* nhưng tách biệt với các loài khác trong chi, nó gần gũi nhất với loài *Alocasia brisbanensis*. Tuy nhiên, để có thể kết luận mẫu *Alocasia* sp. 87 là một loài mới hay không, cần có sự kết hợp phân tích và theo dõi thêm các đặc điểm hình thái, mô tả và công bố theo đúng luật danh pháp thực vật.

LỜI CẢM ƠN

Các tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ kinh phí từ Quỹ phát triển khoa học và công nghệ quốc gia (NAFOSTED), thông qua đề tài mã số 106-NN.03-2015.53.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bin Wang, Limin Han (2015), "The complete chloroplast genome sequence of *A. macrorrhizos*", *Mitochondrial DNA*, **27(5)**, pp.1-2.
- [2] K. Hagino, et al. (2017), "Identification of *A. odora* (Kuwazuimo in Japanese) Using PCR Method", *Shokuhin Eiseigaku Zasshi*, **58(1)**, pp.32-35.
- [3] L. Nauheimer, P.C. Boyce, S.S. Renner (2012), "Giant taro and its relatives: a phylogeny of the large genus *Alocasia* (Araceae) sheds light on Miocene floristic exchange in the Malesian region", *Annals of Botany*, **1**, pp.69-85.
- [4] Nguyễn Văn Dư (2017), *Họ Ráy - Araceae Juss, Thực vật chí Việt Nam*, Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ.
- [5] P. Cuénoud, et al. (2002), "Molecular phylogenetics of Caryophyllales based on nuclear 18S rDNA and plastid *rbcL*, *atpB*, and *matK* DNA sequences", *American Journal of Botany*, **89(1)**, pp.132-144.
- [6] W. Dong, J. Liu, J. Yu, L. Wang, S. Zhou (2012), "Highly variable chloroplast markers for evaluating plant phylogeny at low taxonomic levels and for DNA barcoding", *PLOS ONE*, **7(4)**, p.e35071.
- [7] H.T. Kim, K.J. Kim (2014), "Chloroplast genome differences between Asian and American *Equisetum arvense* (Equisetaceae) and the origin of the hypervariable *trnY-trnE* intergenic spacer", *PLOS ONE*, **9(8)**, p.e103898.
- [8] K. Tamura, G. Stecher, D. Peterson, A. Filipski, S. Kumar (2013), "MEGA6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0", *Molecular Biology and Evolution*, **30(12)**, pp.2725-2729.
- [9] M. Nei, S. Kumar (2000), *Molecular evolution and phylogenetics*, Oxford University Press.
- [10] L.N. Sam, W.S. Yeng, T. Haeveermans, N.V. Du, P.C. Boyce (2017), "Vietnamocasia, a new genus from Central Vietnam belonging to the *Alocasia* and *Colocasia* clade (Araceae)", *Phytotaxa*, **303(3)**, pp.253-263.

Nghiên cứu xây dựng bản đồ nguy cơ sạt lở đất cho huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái

Đặng Thị Hà, Bùi Thị Thu Trang*, Nguyễn Khắc Thành

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Ngày nhận bài 5/6/2018; ngày chuyển phản biện 12/6/2018; ngày nhận phản biện 16/7/2018; ngày chấp nhận đăng 31/7/2018

Tóm tắt:

Văn Yên là một huyện miền núi thuộc tỉnh Yên Bái chịu nhiều ảnh hưởng của thiên tai, đặc biệt là mưa lớn gây ra sạt lở đất (SLĐ). Điều kiện địa hình Văn Yên phức tạp cùng với sự thất thường của thời tiết đã tạo điều kiện cho SLĐ xảy ra khi xuất hiện mưa lớn. Bài báo sử dụng phương pháp tích hợp mô hình thứ bậc AHP (Analytic Hierarchy Process) được tích hợp trong phần mềm ArcGIS để xây dựng bản đồ nguy cơ SLĐ cho huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái. Kết quả nghiên cứu cho thấy khu vực có nguy cơ SLĐ cao và rất cao chiếm 21% tổng diện tích toàn huyện, tập trung cao ở các xã Phong Dụ Thượng, Mỏ Vàng, Đại Sơn, Nà Hẩu, Lang Thíp, Lâm Giang, An Bình, Quang Minh, Viễn Sơn, Xuân Tầm và Ngòi A. Kết quả nghiên cứu này có thể phục vụ cho công tác quy hoạch, phòng tránh và giảm thiểu các thiệt hại do SLĐ ở huyện Văn Yên.

Từ khóa: bản đồ nguy cơ SLĐ, huyện Văn Yên, SLĐ.

Chỉ số phân loại: 1.7

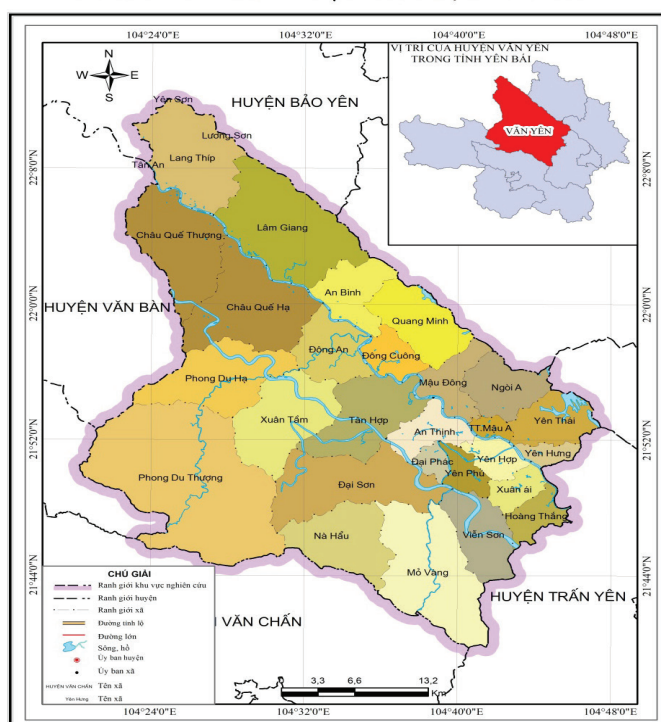
Đặt vấn đề

Huyện Văn Yên (hình 1) là một huyện miền núi thuộc tỉnh Yên Bái, nằm giữa vùng chuyển giao giữa Đông Bắc

và Tây Bắc. Văn Yên thuộc khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa, lượng mưa hàng năm lớn (trung bình 2.200-2.400 mm), độ cao trung bình từ 300 đến 700 m, độ dốc địa hình tương đối lớn (15-25°), nhiệt độ trung bình năm từ 22 đến 24°C. Điều này tạo điều kiện thuận lợi cho việc hình thành SLĐ mỗi khi mùa mưa đến (xem thống kê tại bảng 1).

Bảng 1. Thống kê hiện trạng sạt lở trên địa bàn các huyện tỉnh Yên Bái [1].

Huyện	Tổng số điểm trượt	Số điểm trượt phân loại theo quy mô khối trượt				
		Nhỏ	Trung bình	Lớn	Rất lớn	Đặc biệt lớn
Thành phố Yên Bái	42	21	6	8	7	
Thị xã Nghĩa Lộ	14	7	0	4	2	1
Lục Yên	240	120	67	30	20	3
Mù Căng Chải	573	287	171	82	31	2
Trạm Tấu	153	77	36	29	11	0
Trần Yên	100	50	26	20	4	0
Văn Chấn	298	149	86	47	16	0
Văn Yên	598	299	150	103	45	1
Yên Bình	308	155	38	62	51	2
Tổng	2.326	1.165	580	385	187	9



Hình 1. Phạm vi khu vực nghiên cứu.

*Tác giả liên hệ: thutrang.hunre@gmail.com

Research on building the landslide risk map of Van Yen district, Yen Bai province

Thi Ha Dang, Thi Thu Trang Bui*, Khắc Thanh Nguyen

Hanoi University of Natural Resource and Environment

Abstract:

Van Yen, a mountainous district of Yen Bai province, is often affected by natural disasters, especially heavy rain causing landslides. Van Yen's complex topographic conditions as well as erratic weather conditions facilitate landslides when heavy rain occurs. This article uses the Analytic Hierarchy Process (AHP) methodology integrated into ArcGIS software to develop the risk maps for Van Yen district, Yen Bai province. The results show that the area at high risk of landslides is very large and accounts for 21% of the total area of the district, concentrating in the communes of Phong Du Thuong, Mo Vang, Dai Son, Na Hau, Lang Thip, Lam Giang, An Binh, Quang Minh, Vien Son, Xuan Tam, and Ngoi A. The research results can be used for planning, preventing and minimizing damages caused by landslides in Van Yen district.

Keywords: landslide, risk map of landslides, Van Yen district.

Classification number: 1.7

Theo thống kê thiệt hại do thiên tai của huyện Văn Yên năm 2017, trong đợt mưa rừng sáng 6/8/2017 đã gây ra lũ quét và SLĐ làm 1 người dân bị chết và 4 người bị thương, 4 nhà ở bị sập đổ hoàn toàn, 54 nhà bị hư hỏng, 23 hộ phải di dời người và tài sản ra khỏi khu vực có nguy cơ ngập lụt và SLĐ. Nhiều tuyến đường giao thông liên xã, liên thôn bị sạt lở, với hàng chục nghìn m³ đất đá gây ách tắc giao thông, ảnh hưởng đến việc đi lại của người dân như tuyến đường Đại Sơn - Nà Hấu, Dụ Hạ - Xuân Tâm, Yên Thái - Yên Hưng - Ngòi A - Quang Minh... Ước tổng thiệt hại kinh tế hàng chục tỷ đồng [2].

Những thiệt hại trên là rất lớn đối với một huyện nghèo như Văn Yên. Ngoài ra, SLĐ còn gây những thiệt hại gián tiếp về môi trường, đặc biệt nó mang tính hủy diệt nên đã tác động xấu đến tâm lý của đồng bào các dân tộc ở những nơi xảy ra SLĐ. Để giải quyết vấn đề này, chúng tôi đã tiến hành xây dựng bản đồ dự báo khu vực có nguy cơ SLĐ cho huyện

Văn Yên nhằm phục vụ cho công tác quy hoạch, giảm thiểu các tác động do SLĐ gây ra.

Phương pháp nghiên cứu

Cơ sở dữ liệu

Dữ liệu phục vụ cho việc thành lập bản đồ SLĐ huyện Văn Yên bao gồm:

- Dữ liệu bản đồ địa hình tỉnh Yên Bái, tỷ lệ 1:740.000.
- Bản đồ phân bố lượng mưa hàng năm của tỉnh Yên Bái, tỷ lệ 1:740.000.
- Bản đồ phân bố đất tỉnh Yên Bái, tỷ lệ 1:740.000.
- Bản đồ lớp phủ tỉnh Yên Bái, tỷ lệ 1:740.000.

Các dữ liệu bản đồ được thu thập từ Dự án Greater Mekong subregion (GMS) corridor connectivity enhancement project (SC 108536 VIE) - mountainous road (NH279 and PR175) [3].

Số liệu lượng mưa được thu thập từ Báo cáo về khí tượng thủy văn tỉnh Yên Bái năm 2015 của Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn tỉnh Yên Bái với 5 trạm khí tượng: Yên Bái, Nghĩa Lộ, Lục Yên, Mù Cang Chải, Bắc Hà. Do khu vực nghiên cứu không có trạm khí tượng nên nghiên cứu sử dụng số liệu khí tượng (lượng mưa) ở các trạm xung quanh huyện Văn Yên để nội suy ra bản đồ lượng mưa huyện Văn Yên. Việc nội suy dựa vào công cụ sẵn có trong ArcGIS 10 và có xét đến sự phân hóa địa hình thông qua bản đồ mô hình số độ cao (DEM) tỷ lệ 1:50.000, hoàn lưu khí quyển [4].

Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp phân tích thứ bậc (AHP): phương pháp AHP do tác giả T.L. Saaty (1980) nghiên cứu và sau đó phát triển từ những năm 80. AHP là phương pháp mà nhờ đó người quyết định có thể đưa ra quyết định cuối cùng hợp lý nhất. T.L. Saaty đã đưa ra bảng phân loại mức độ quan trọng của các chỉ tiêu như bảng 2 [5].

Bảng 2. Thang điểm so sánh mức độ quan trọng của các chỉ tiêu (các giá trị trung gian là 1/2, 1/4, 1/6, 1/8, 2, 4, 6, 8 [5]).

<< Kém quan trọng hơn				Quan trọng hơn>>				
1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Kém quan trọng hơn rất nhiều	Kém quan trọng hơn rất nhiều	Kém quan trọng hơn nhiều	Kém quan trọng hơn	Quan trọng bằng nhau	Quan trọng hơn	Quan trọng hơn nhiều	Quan trọng hơn rất nhiều	Quan trọng hơn rất nhiều

Các bước tiến hành AHP:

- Bước 1: phân tích vấn đề và xác định lời giải yêu cầu.

- Bước 2: xác định các yếu tố sử dụng và xây dựng cây phân cấp yếu tố.

- Bước 3: điều tra thu thập ý kiến chuyên gia về mức độ ưu tiên.

- Bước 4: thiết lập ma trận so sánh cặp.

- Bước 5: tính toán trọng số cho từng mức, từng nhóm yếu tố.

- Bước 6: tính tỷ số nhất quán (CR). Tỷ số nhất quán phải $\leq 10\%$, nếu lớn hơn, thực hiện lại các bước 3, 4, 5.

- Bước 7: thực hiện bước 3, 4, 5, 6 cho tất cả các mức và các nhóm yếu tố.

- Bước 8: tính toán trọng số tổng hợp và nhận xét.

Tỷ số nhất quán CR được dùng để xác định mức độ không nhất quán của các nhận định trong phương pháp AHP. Tỷ số nhất quán CR được tính theo công thức:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1)$$

Sử dụng phương pháp tính ma trận trọng số AHP bằng hệ thống CGI cho kết quả trọng số của các yếu tố và chỉ số nhất quán CI. RI là chỉ số ngẫu nhiên và nó phụ thuộc vào số tiêu chí được so sánh (bảng 3).

Bảng 3. Phân loại chỉ số ngẫu nhiên RI.

n	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Sau khi tính toán được trọng số của các chỉ tiêu, tiến hành tổng hợp để có được chỉ số thích hợp của từng yếu tố.

Ở Việt Nam, phương pháp này đã được áp dụng có hiệu quả cao thông qua một số kết quả nghiên cứu về SLĐ được tiến hành ở một số khu vực như Hà Giang [6], Quảng Trị [7], thủy điện Sơn La [8].

Phương pháp tích hợp kết quả phân tích AHP vào phần mềm ArcGIS để xây dựng bản đồ nguy cơ SLĐ: sau khi phân cấp và tính trọng số của các yếu tố thì việc tích hợp chúng sẽ cho biết chỉ số nhạy cảm SLĐ. Để định lượng hóa mức độ nhạy cảm phản ánh nguy cơ SLĐ, nhóm nghiên cứu tiến hành tích hợp các chỉ tiêu theo công thức (2).

$$LSI = \sum_{j=1}^n M_j W_{ij} \quad (2)$$

Trong đó: LSI (Landslide Susceptibility Index) là chỉ số nhạy cảm SLĐ; M_j là trọng số của nhân tố thứ j ; W_{ij} là điểm số của lớp thứ i trong nhân tố gây trượt j .

Việc tích hợp AHP vào GIS thông qua công thức (2) được tác giả liên kết và tính toán bằng công cụ Raster Calculator của phần mềm ArcGIS 10.3.3.

Sau khi phân cấp và tính trọng số của các chỉ tiêu thì việc

tích hợp chúng sẽ cho ta chỉ số nhạy cảm về SLĐ. Việc tích hợp tuyến tính được thực hiện theo công thức (3).

$$LSI = (\text{Độ dốc}) * 0,17 + (\text{Độ cao}) * 0,36 + (\text{Lớp phủ}) * 0,055 + (\text{Loại đất}) * 0,055 + (\text{Lượng mưa}) * 0,36 \quad (3)$$

Kết quả đánh giá nguy cơ SLĐ tại huyện Văn Yên được tính bằng cách sử dụng Raster calculator trong ArcGIS 10.3.3. Kết quả được tính toán cho mỗi ô pixel với kích thước 278,829 x 278,829 m.

Sau khi tính được giá trị LSI của khu vực nghiên cứu biến thiên từ 1,13 đến 3,34, suy ra, $LSI_{\min}$ là 1,13 và $LSI_{\max}$ là 3,34. Để tính khoảng cách giữa các cấp sử dụng công thức (4).

$$\Delta LSI = (3,34 - 1,13)/5 = 0,442 \quad (4)$$

Kết quả nghiên cứu

Xây dựng trọng số AHP

Dựa vào các tài liệu, số liệu thu thập được và điều kiện tự nhiên khu vực nghiên cứu, nhóm tác giả tập trung phân tích, so sánh 5 yếu tố ảnh hưởng đến SLĐ, bao gồm: độ dốc, độ cao, lượng mưa, lớp phủ và loại đất để xây dựng bản đồ nguy cơ SLĐ huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái.

Qua việc phân tích, lựa chọn các yếu tố gây ra SLĐ và mức độ quan trọng của các nhân tố trong hệ thống, trên cơ sở tổng hợp ý kiến của các chuyên gia, nhóm nghiên cứu đã lựa chọn thang điểm đánh giá như bảng 4.

Bảng 4. Thang điểm các yếu tố thành phần.

Yếu tố	Độ dốc	Độ cao	Lớp phủ	Loại đất	Lượng mưa
Điểm số	5	7	3	3	7

Sử dụng phương pháp tính trọng số AHP bằng hệ thống CGI, kết quả được thể hiện trong bảng 5.

Bảng 5. Trọng số của các yếu tố thành phần.

	Độ dốc	Độ cao	Lớp phủ	Loại đất	Lượng mưa	Trọng số
Độ dốc	1	1/3	5	5	1/3	0,17
Độ cao	3	1	7	7	1	0,36
Lớp phủ	1/5	1/7	1	1	1/7	0,055
Loại đất	1/5	1/7	1	1	1/7	0,055
Lượng mưa	3	1	7	7	1	0,36

Với $CI = 0,02$, $RI = 1,12$, $CR = 0,018$ nhỏ hơn 10% . Vì vậy, có thể tiến hành xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ SLĐ cho khu vực nghiên cứu.

Xây dựng bản đồ yếu tố thành phần

Bản đồ độ dốc: độ dốc địa hình có vai trò quan trọng quyết định tới sự hình thành và phát triển sạt lở. Độ dốc

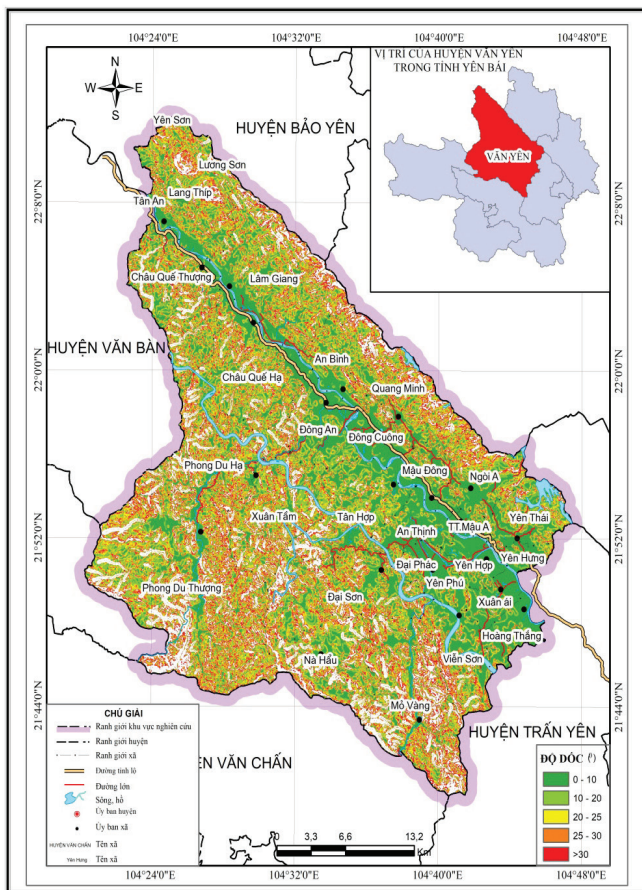
càng lớn thì mức độ ổn định của sườn càng nhỏ và ngược lại, khi độ dốc bằng không thì sẽ không có sạt lở.

Bản đồ độ dốc được xây dựng từ mô hình số độ cao DEM. Sau đó, tiến hành phân thành 5 cấp theo khoảng độ dốc tăng dần, nghĩa là độ dốc càng lớn thì nguy cơ xảy ra SLĐ càng cao (bảng 6, hình 2).

Bảng 6. Phân cấp ảnh hưởng của độ dốc đến hình thành SLĐ.

Phân cấp	Nguy cơ SLĐ	Độ dốc (°)	Diện tích (km ²)	Tỷ lệ (%)
1	Rất thấp	0-10	384,788	27,65
2	Thấp	10-20	298,926	21,48
3	Trung bình	20-25	282,425	20,3
4	Cao	25-30	286,076	20,6
5	Rất cao	>30	139,325	9,97
		Tổng	1.391,54	100

BẢN ĐỒ ĐỘ DỐC HUYỆN VĂN YÊN, TỈNH YÊN BÁI



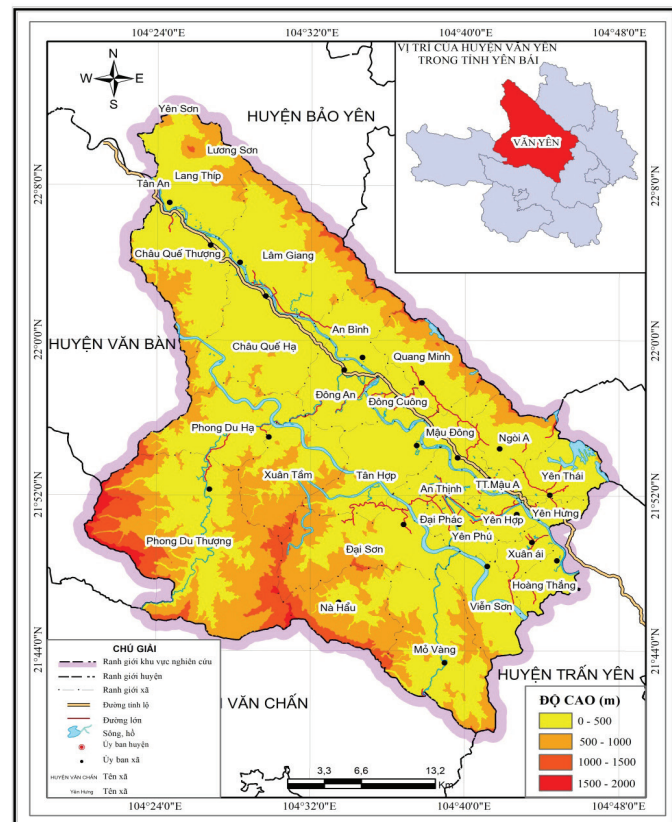
Hình 2. Bản đồ phân bố độ dốc.

Bản đồ độ cao: độ cao là yếu tố rất quan trọng tạo nên độ dốc của khu vực, độ cao càng lớn thì tạo nên độ dốc càng lớn. Độ cao càng lớn nguy cơ SLĐ càng cao (bảng 7, hình 3).

Bảng 7. Phân cấp ảnh hưởng của độ cao tới hình thành SLĐ.

Phân cấp	Nguy cơ SLĐ	Độ cao (m)	Diện tích (km ²)	Tỷ lệ (%)
1	Thấp	0-500	1.000,7	71,9
2	Trung bình	500-1.000	316,86	22,8
3	Cao	1.000-1.500	66,1	4,7
4	Rất cao	1.500-2.000	7,88	0,6
		Tổng	1391,54	100

BẢN ĐỒ ĐỘ CAO HUYỆN VĂN YÊN, TỈNH YÊN BÁI



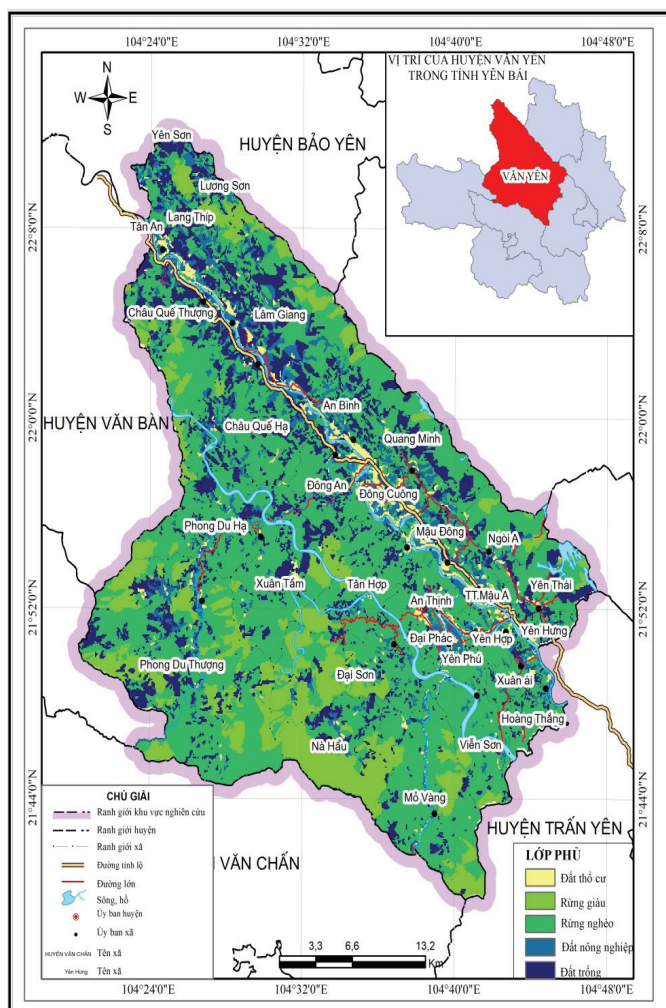
Hình 3. Bản đồ phân bố độ cao.

Bản đồ lớp phủ: thảm phủ thực vật và rừng có vai trò là lớp phủ che chắn và hạn chế sự xói mòn đất, rễ thực vật làm tăng độ kết dính trong đất. Thảm phủ thực vật và rừng hạn chế quá trình SLĐ (bảng 8, hình 4).

Bảng 8. Phân cấp ảnh hưởng của lớp phủ đến hình thành SLĐ.

Phân cấp	Nguy cơ SLĐ	Loại lớp phủ	Diện tích (km ²)	Tỷ lệ (%)
1	Rất thấp	Đất thổ cư	51,67	3,7
2	Thấp	Rừng giàu	197,4	14,2
3	Trung bình	Rừng nghèo	809,9	58,2
4	Cao	Đất nông nghiệp	119,3	8,5
5	Rất cao	Đất trống	213,27	15,4
		Tổng	1.391,54	100

BẢN ĐỒ LỚP PHỦ HUYỆN VĂN YÊN, TỈNH YÊN BÁI



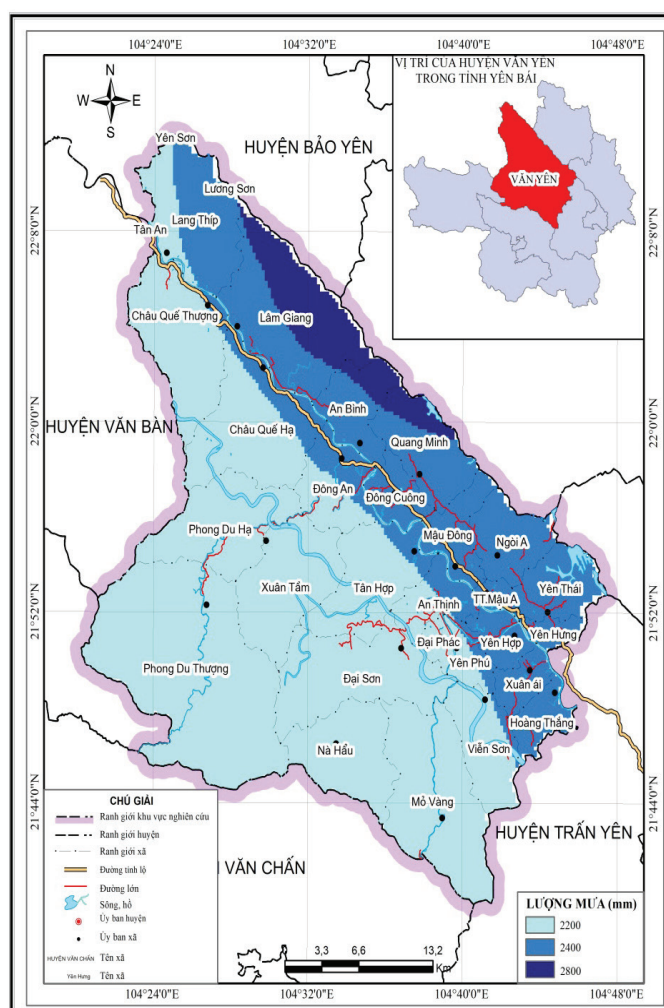
Hình 4. Bản đồ phân bố lớp phủ.

Bản đồ lượng mưa: mưa chính là yếu tố quan trọng nhất dẫn đến hiện tượng SLĐ. Bản đồ lượng mưa trung bình năm được thành lập bằng việc nội suy giá trị lượng mưa trung bình năm của các trạm đo mưa và đường đẳng trị mưa trung bình năm (bảng 9, hình 5).

Bảng 9. Phân cấp ảnh hưởng của lượng mưa tới hình thành SLĐ.

Phân cấp	Nguy cơ SLĐ	Lượng mưa (mm)	Diện tích (km ²)	Tỷ lệ (%)
1	Thấp	2.200	898,09	64,5
2	Trung bình	2.400	421,6	30,3
3	Cao	2.800	71,85	5,2
		Tổng	1.391,54	100

BẢN ĐỒ LƯỢNG MƯA HUYỆN VĂN YÊN, TỈNH YÊN BÁI



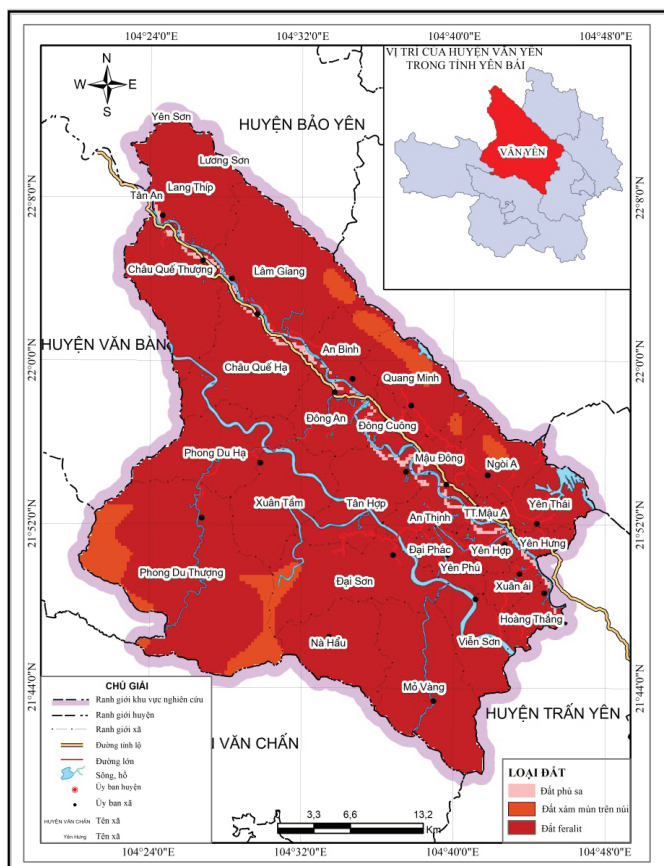
Hình 5. Bản đồ phân bố lượng mưa.

Bản đồ loại đất: đất là yếu tố liên quan chủ yếu đến sự hình thành của SLĐ. Loại đất có tính thấm thấp và tính liên kết của đất không tốt sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho SLĐ mỗi khi xuất hiện mưa lớn (bảng 10, hình 6).

Bảng 10. Phân cấp ảnh hưởng của loại đất đến hình thành SLĐ.

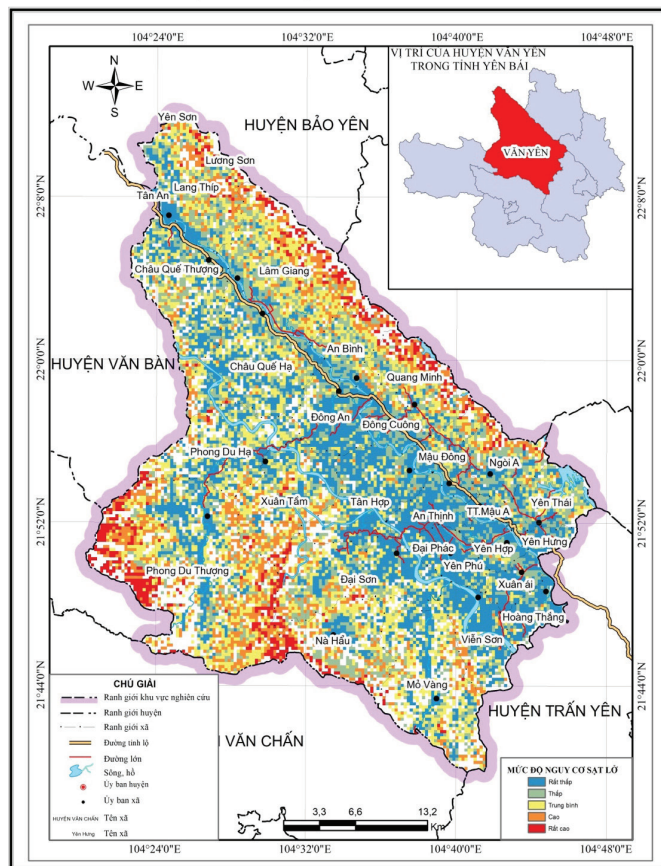
Phân cấp	Nguy cơ SLĐ	Loại đất	Diện tích (km ²)	Tỷ lệ (%)
1	Thấp	Đất phù sa	20,5	1,5
2	Trung bình	Đất xám mùn trên núi	238,4	17,1
3	Cao	Đất feralit	1.132,64	81,4
		Tổng	1.392,54	100

BẢN ĐỒ LOẠI ĐẤT HUYỆN VĂN YÊN, TỈNH YÊN BÁI



Hình 6. Bản đồ phân bố loại đất.

BẢN ĐỒ SẠT LỖ HUYỆN VĂN YÊN, TỈNH YÊN BÁI



Hình 7. Bản đồ phân vùng SLĐ.

Thành lập bản đồ nguy cơ SLĐ: kết quả phân cấp bản đồ nguy cơ SLĐ giá trị số được phân ra 5 cấp nguy cơ SLĐ với diện tích các cấp tương ứng cho toàn vùng nghiên cứu được thể hiện ở bảng 11.

Bảng 11. Phân cấp diện tích lãnh thổ huyện Văn Yên theo nguy cơ SLĐ.

Phân cấp	Mức tiềm năng	Khoảng cách điểm	Diện tích (km ²)	Tỷ lệ (%)
1	Rất thấp	1,13-1,572	501,61	36,1
2	Thấp	1,572-2,014	98,92	7,1
3	Trung bình	2,014-2,456	479,07	35,8
4	Cao	2,456-2,898	218,76	15,7
5	Rất cao	2,898-3,34	93,18	5,3
Tổng			1.391,54	100

Từ kết quả bảng 11 cho thấy, tỷ lệ nguy cơ SLĐ cao và rất cao chiếm 21% diện tích lãnh thổ huyện Văn Yên, trong đó nguy SLĐ cao chiếm 5,3%. Bản đồ SLĐ của huyện Văn Yên được xây dựng thể hiện trên hình 7.

Từ bản đồ nguy cơ sạt lở cho thấy:

- Khu vực có tiềm năng sạt lở rất cao chiếm 5,3%, thuộc các xã Phong Dụ Thượng, Đại Sơn, Nà Hầu, Lang Thíp, Lâm Giang, An Bình, Quang Minh và Ngòi A. Đây cũng là những khu vực tập trung độ dốc cao (trung bình 20°), độ cao từ 500 m, lượng mưa trung bình 2.000 mm, loại đất khu vực nguy cơ sạt lở rất cao chủ yếu là đất xám mùn trên núi cao và lớp phủ thực vật còn mỏng.

- Khu vực có tiềm năng sạt lở cao chiếm 15,7% diện tích, tập trung tại nhiều xã như Đại Sơn, Phong Dụ Thượng, Xuân Tầm, Mỏ Vàng, Nà Hầu, Viễn Sơn và các xã giáp ranh các huyện Bảo Yên (Lào Cai) và huyện Lục Yên.

- Khu vực có tiềm năng sạt lở trung bình chiếm diện tích tương đối lớn trong huyện, lên tới 35,8%.

- Khu vực có tiềm năng sạt lở thấp: phân bố rất ít, chủ yếu ở các vùng có độ dốc thấp, chiếm 7,1% diện tích của huyện.

- Khu vực có tiềm năng SLĐ rất thấp: là phần diện tích còn lại, chiếm 36,1%.

Thực tế quá trình điều tra và các báo cáo thống kê thiên

tại huyện Văn Yên cũng cho thấy: các điểm xảy ra sạt lở đều nằm trong vùng có nguy cơ sạt lở ở cấp cao và rất cao. Các xã xảy ra sạt lở chủ yếu là Phong Dụ Thượng, Xuân Tâm, Đại Sơn, Nà Hẩu, Lang Thíp, Lâm Giang, An Bình, Quang Minh và Ngòi A. Các xã này nằm trong khu vực có độ dốc cao và độ cao cao từ 500 m trở lên.

Kết luận

Nghiên cứu đã xây dựng được bản đồ SLĐ cho địa bàn huyện Văn Yên nhờ việc tích hợp mô hình phân tích thứ bậc vào GIS. Các lớp thông tin sử dụng để xây dựng bản đồ nguy cơ SLĐ huyện Văn Yên tỷ lệ 1:330.000 bằng phương pháp sử dụng mô hình AHP chạy trong GIS khá đồng bộ về cả nội dung và tỷ lệ bản đồ cho phép đảm bảo độ tin cậy.

Sử dụng phương pháp AHP đã đánh giá được mức độ ảnh hưởng của 5 yếu tố: độ dốc, độ cao, lượng mưa, lớp phủ, loại đất đến SLĐ huyện Văn Yên với trọng số tương ứng: 0,17; 0,36; 0,36; 0,055; 0,055.

Bản đồ nguy cơ SLĐ huyện Văn Yên tỷ lệ 1:330.000 được chia thành 5 cấp nguy cơ: rất thấp (1,13-1,572) chiếm 36,1%, thấp (1,572-2,014) chiếm 7,1%, trung bình (2,014-2,456) chiếm 35,8%, cao (2,456-2,898) chiếm 15,7%, rất cao (2,898-3,34) chiếm 5,3%. Các xã điển hình có nguy cơ xảy ra SLĐ cao và rất cao là Phong Dụ Thượng, Mỏ Vàng, Đại Sơn, Nà Hẩu, Lang Thíp, Lâm Giang, An Bình, Quang Minh, Xuân Tâm, Viễn Sơn và Ngòi A.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Tài nguyên và Môi trường, *Đề án “Điều tra, đánh giá và phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất đá các vùng miền núi, khu vực phía Bắc từ 2012 đến 2017*.
- [2] Cổng thông tin điện tử huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái, <http://vanyen.yenbai.gov.vn>.
- [3] Dự án Greater Mekong subregion (GMS) corridor connectivity enhancement project (SC 108536 VIE) - mountainous road (NH279 and PR175).
- [4] Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn tỉnh Yên Bái (2015), *Báo cáo về khí tượng thủy văn tỉnh Yên Bái*.
- [5] T.L. Saaty (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw Hill, NY, pp.350.
- [6] Đỗ Minh Ngọc, Đặng Thị Thùy, Đỗ Minh Đức (2016), “Ứng dụng GIS và phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) thành lập bản đồ nguy cơ trượt lở huyện Xín Mần, tỉnh Hà Giang, Việt Nam”, *Tạp chí Khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội: các Khoa học về Trái đất và Môi trường*, **32(2S)**, tr.206-216.
- [7] Nguyễn Thám, Nguyễn Đăng Độ, Uông Đình Khanh (2012), “Xây dựng bản đồ nguy cơ trượt lở đất tỉnh Quảng Trị bằng phương pháp tích hợp mô hình phân tích thứ bậc (AHP) vào GIS”, *Tạp chí Khoa học, Đại học Huế*, **74B(5)**, tr.143-155.
- [8] Vũ Duy Tiến (2014), *Nghiên cứu đánh giá nguy cơ tại biến trượt lở huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La với sự hỗ trợ của công nghệ viễn thám - GIS*, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Giải pháp tích hợp viễn thám và GIS trong giám sát xâm nhập mặn sông Cửu Long

Lê Văn Trung, Trần Thị Vân, Nguyễn Nguyên Vũ*

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

Ngày nhận bài 2/7/2018; ngày chuyển phản biện 5/7/2018; ngày nhận phản biện 6/8/2018; ngày chấp nhận đăng 10/8/2018

Tóm tắt:

Giải pháp truyền thống trong giám sát xâm nhập mặn sông Cửu Long đòi hỏi phải lấy mẫu thực địa, nên tốn nhiều thời gian và kinh phí. Bài báo giới thiệu giải pháp tích hợp ảnh viễn thám và GIS trong giám sát và thành lập bản đồ chuyên đề phân bố độ mặn của nước theo không gian và thời gian. Dữ liệu được sử dụng là ảnh vệ tinh Landsat 8 kết hợp với số liệu quan trắc độ mặn của nước được thu thập từ 11 trạm quan trắc. Kết quả phân tích cho thấy sự tương quan cao giữa giá trị quan trắc độ mặn của nước và giá trị độ sáng pixel của ảnh thành phần chính thứ nhất. Điều này cho phép áp dụng mô hình hồi quy và công cụ phân tích không gian của GIS để phát triển giải pháp giám sát xâm nhập mặn dọc sông Cửu Long. Giải pháp đề xuất cho phép hỗ trợ các địa phương trong việc giám sát, phân tích và phân vùng ảnh hưởng xâm nhập mặn ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL).

Từ khóa: GIS, phân tích không gian, viễn thám, xâm nhập mặn.

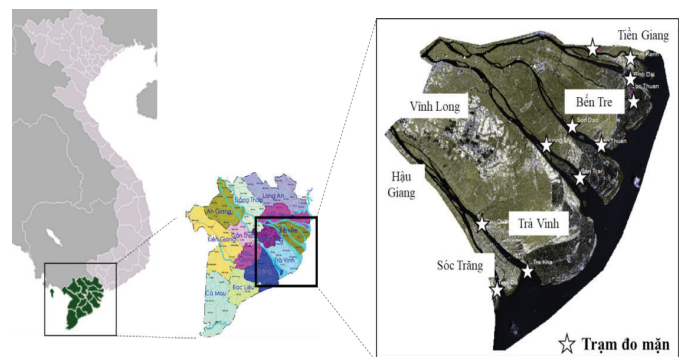
Chỉ số phân loại: 1.7

Mở đầu

ĐBSCL là vùng sản xuất nông nghiệp lớn nhất Việt Nam, đóng góp quan trọng trong cung cấp lương thực nội tiêu cũng như cho xuất khẩu. Tuy nhiên, nơi đây đang phải chịu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, nước biển dâng và tác động tiêu cực từ các công trình ngăn nước ở thượng nguồn. Hệ thống sông Cửu Long được tính từ Tân Châu trên sông Tiền và Châu Đốc trên sông Hậu chảy ra biển qua 9 cửa sông: Tiểu, Đại, Ba Lai, Hàm Luông, Cổ Chiên, Cung Hầu, Định An, Trần Đề và Bát Thát. Chế độ thủy văn của sông Cửu Long bị chi phối đáng kể bởi thủy triều ở biển Đông và sự suy giảm lưu lượng nước từ thượng nguồn. Theo số liệu của các trạm quan trắc cho thấy, vào mùa khô, xâm nhập mặn từ các cửa sông thường diễn ra và tiến sâu vào đất liền với diễn biến phức tạp theo thời gian. Hiện nay, số lượng trạm không đủ để xác định mức độ ảnh hưởng trên toàn vùng và phương pháp quan trắc truyền thống thường tốn kém, nhưng vẫn không cung cấp đủ thông tin kịp thời cho các hệ thống cảnh báo sớm [1]. Để khắc phục vấn đề này, nhiều nghiên cứu đã ứng dụng thành công việc kết hợp ảnh viễn thám với số liệu quan trắc truyền thống trong công tác giám sát xâm nhập mặn [2, 3].

Bài báo nhằm giới thiệu giải pháp sử dụng ảnh vệ tinh Landsat kết hợp với số liệu của 11 trạm quan trắc để giám sát và thành lập bản đồ xâm nhập mặn dựa trên kỹ thuật phân tích không gian của GIS (hình 1).

*Tác giả liên hệ: Email: nmvu2310@gmail.com



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu và các trạm quan trắc vùng ĐBSCL.

Phương pháp thực hiện

Dữ liệu mặt đất

Để giám sát xâm nhập mặn trên các con sông và kênh rạch chính thuộc sông Cửu Long, dữ liệu đo mặn của 11 trạm quan trắc phân bố tại các cửa sông và dọc các sông do Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ cung cấp vào năm 2014 được sử dụng (hình 2). Các trạm cung cấp dữ liệu độ mặn liên tục trong ngày (2 giờ/lần) từ tháng 1 đến tháng 6 trong năm. Dữ liệu được tổ chức, lưu trữ và quản lý trong GIS để tạo cơ sở đánh giá xu hướng xâm nhập mặn theo không gian và thời gian.

Integrating remote sensing and GIS technology in monitoring salinity intrusion in Mekong River

Van Trung Le, Thi Van Tran, Nguyen Vu Nguyen*

¹Department of Environment and Resources,
Ho Chi Minh City University of Technology

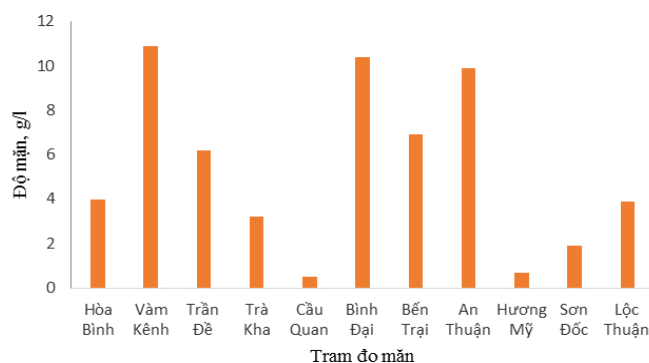
Received 2 July 2018; accepted 10 August 2018

Abstract:

The traditional method used in monitoring salinity intrusion in Mekong River requires in-situ sampling which is costly and time consuming. This study introduces a remote sensing and GIS technique based solution for monitoring and building the thematic maps of the spatial and temporal distribution of salinity in water. The used data consisted of Landsat 8 images acquired at the same time as the data that were collected at 11 salinity measurement stations. The analysis results showed a significant correlation between the observed salinity data and brightness value of pixel in the first principal component image. The suitable regression equation was developed to realise the salinity intrusion by using Landsat time-series imagery, and the spatial analysis tools in GIS were used in developing maps of areas at risk for salinity intrusion along the Mekong River. The proposed method proved to be effective in monitoring, analysing impacts of salinity intrusion in different regions of the Mekong River Delta.

Keywords: GIS, remote sensing, salinity intrusion, spatial analysis.

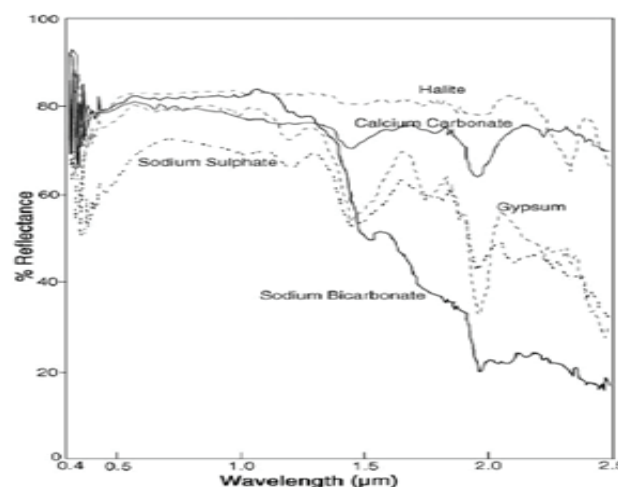
Classification number: 1.7



Hình 2. Độ mặn trung bình của nước sông Cửu Long (tại 11 trạm quan trắc).

Dữ liệu ảnh Landsat

Ảnh vệ tinh Landsat 8 (độ phân giải không gian 30 m) thu nhận vào các ngày: 22/02/2014, 10/3/2014, 26/3/2014, 27/4/2014 và 13/5/2014 (tại các thời điểm trùng với thời gian đo độ mặn của nước). Các ảnh Landsat 8 được tải miễn phí từ trang web của Hiệp hội Khảo sát địa chất Hoa Kỳ (United States Geological Survey - USGS) với định dạng GeoTIFF. Các giá trị của pixel mặt nước trên ảnh Landsat 8 được tách riêng để xác định sự tương quan với giá trị độ mặn tại vị trí tương ứng ngoài thực địa. Kết quả nghiên cứu đặc trưng phổ của ảnh Landsat 8 với các thành phần muối ứng với các dải bước sóng khác nhau [4, 5] cho thấy, các loại muối sodium sulfate, halite, gypsum, calcium carbonate, sodium bicarbonate đều phản xạ mạnh (hơn 80%) trong dải bước sóng từ 0,4 đến 1,4 μm (từ kênh khả kiến đến cận hồng ngoại) (hình 3). Đây là cơ sở khoa học để sử dụng các kênh khả kiến (kênh 2, 3, 4) và kênh cận hồng ngoại của ảnh Landsat để phát triển mô hình giám sát độ mặn trong nước.



Hình 3. Đường đặc trưng phản xạ phổ của muối tại các bước sóng khác nhau.

Xử lý dữ liệu

Ảnh Landsat được nắn chỉnh hình học bằng phương pháp Image to Map dựa vào bản đồ địa hình tỷ lệ 1/250.000 với các điểm đăng ký tọa độ trên ảnh và bản đồ được chọn phân bố tại các biên và vùng trung tâm của ảnh (chọn giao lộ của đường giao thông) sao cho độ chính xác nắn chỉnh hình học ảnh đạt nhỏ hơn 1 pixel.

Để chiết tách mặt nước trong khu vực nghiên cứu, chỉ số NDWI (Normalized Difference Water Index) được sử dụng và được tính theo công thức:

$$NDWI = \frac{(Green - NIR)}{(Green + NIR)} \quad (1)$$

Trong đó, Green là giá trị độ sáng của kênh 3, NIR là giá trị độ sáng của kênh 5 đối với ảnh Landsat. Chỉ số NDWI

nhằm làm nổi bật khả năng phản xạ của nước trong bước sóng Green (0,525-0,600 μm) so với bước sóng hồng ngoại NIR (0,845-0,885 μm).

Khảo sát tương quan

Theo đặc trưng phản xạ phổ, độ mặn của nước có sự tương quan với các kênh từ khả kiến đến cận hồng ngoại (tương ứng với các kênh phổ 1, 2, 3, 4, 5 của ảnh Landsat). Kết quả khảo sát tương quan tuyến tính giữa ảnh Landsat cùng thời điểm thu nhận với 40 giá trị độ mặn đo thực tế tại 11 trạm quan trắc như trong bảng 1.

Bảng 1. Hệ số tương quan giữa độ phản xạ phổ với độ mặn.

	Hệ số tương quan (r)
Kênh 1 - Coastal Aerosol	0,67790
Kênh 2 - Blue	0,785104
Kênh 3 - Green	0,81233
Kênh 4 - Red	0,82786
Kênh 5 - Near Infrared (NIR)	-0,58903

Kết quả cho thấy có sự tương quan cao đối với các kênh khả kiến (kênh 2, 3 và 4). Tuy nhiên các kênh này thường có những thông tin trùng lặp, nên để chiết tách các thông tin chủ yếu dễ nhận biết độ mặn, phương pháp phân tích thành phần chính (PCA) được áp dụng (bảng 2).

Bảng 2. Phân tích thành phần chính từ kênh 1 đến kênh 5 của ảnh Landsat 8.

Thành phần chính	Lượng thông tin (%)	Thành phần chính	Lượng thông tin (%)
PC1	88,60	PC4	0,12
PC2	8,94	PC5	0,03
PC3	2,29		

Khảo sát sự tương quan giữa các thành phần chính (từ PC1 đến PC5) với giá trị độ mặn thực tế cho thấy: thành phần chính đầu tiên PC1 chứa phần lớn lượng thông tin (88,6%) cho bởi 5 kênh ảnh Landsat và có sự tương quan cao (0,86) với 40 giá trị độ mặn thực tế cho bởi 11 trạm quan trắc (bảng 3).

Bảng 3. Hệ số tương quan giữa giá trị pixel trên ảnh thành phần chính và độ mặn thực tế.

	Hệ số tương quan (r)
PC1	0,86
PC2	0,56
PC3	-0,50
PC4	-0,26
PC5	0,24

Chọn mô hình giám sát xâm nhập mặn từ ảnh Landsat

Để chọn mô hình phù hợp sử dụng ảnh vệ tinh trong giám sát xâm nhập mặn, bộ dữ liệu gồm 55 giá trị độ mặn quan trắc thực tế tại 11 trạm quan trắc và giá trị phản xạ phổ

của ảnh Landsat tương ứng với các kênh: 3 (Green), 4 (Red) và thành phần chính (PC1) được sử dụng. Trong đó, 30% dữ liệu (15 giá trị) được tách thành bộ dữ liệu kiểm tra nhằm đánh giá sự phù hợp của các mô hình thông qua việc tính toán giá trị sai số bình phương nhỏ nhất (Root Mean Square Error - RMSE). Mô hình phù hợp được lựa chọn là mô hình có hệ số xác định R^2 lớn nhất và RMSE nhỏ nhất. Kết quả khảo sát giá trị độ mặn (biến phụ thuộc) và giá trị pixel của các kênh ảnh và thành phần chính PC1 là các biến độc lập (Digital Number - DN) trên 8 mô hình thực nghiệm (phi tuyến và tuyến tính) cho thấy mô hình hồi quy phi tuyến được chọn có dạng:

$$\text{Độ mặn (g/l)} S = a.e^{b.(DN)} \quad (2)$$

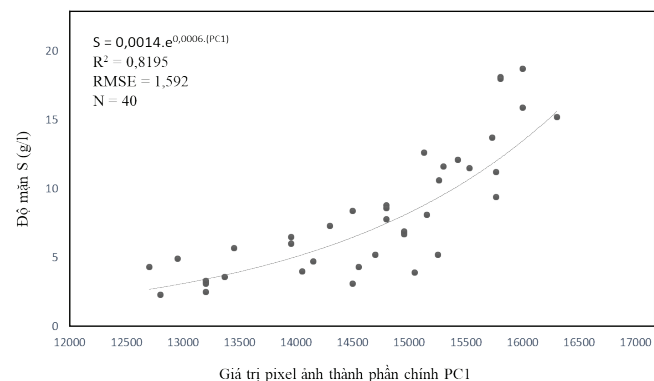
Trong đó, a và b là các tham số và DN là giá trị độ sáng của ảnh tương ứng. Kết quả hồi quy xác định các tham số cho kênh 3 (Green), kênh 4 (Red) và thành phần chính PC1 như trong bảng 4.

Bảng 4. Phương trình tương quan xác định độ mặn (S) với giá trị pixel tương ứng các kênh phổ 3 (G), 4 (R) và thành phần chính (PC1).

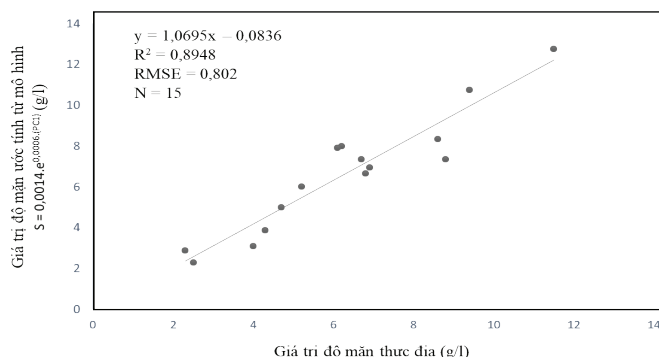
STT	Mô hình	Hệ số R^2	RMSE
1	$S = 0,0014.e^{0,0006.(PC1)}$	0,82	1,592
2	$S = 0,0001.e^{0,0011.(G)}$	0,78	2,029
3	$S = 0,0131.e^{0,0007.(R)}$	0,75	2,073

Kết quả cho thấy, ảnh thành phần chính PC1 có hệ số xác định R^2 lớn hơn các kênh ảnh khả kiến nên mô hình phù hợp nhất được chọn là sử dụng ảnh thành phần chính PC1 trong giám sát xâm nhập mặn với thuật toán phi tuyến dạng Exponential có hệ số xác định bởi: $S = 0,0014.e^{0,0006.(PC1)}$.

Hình 4 thể hiện biểu đồ tương quan giữa 40 giá trị độ mặn quan trắc thực tế và giá trị phản xạ phổ tương ứng của ảnh thành phần chính PC1 với sai số bình phương nhỏ nhất (RMSE=1,592) và hình 5 thể hiện kết quả đánh giá mô hình giám sát xâm nhập mặn trên 15 giá trị độ mặn quan trắc thực tế.



Hình 4. Tương quan giữa giá trị độ mặn và giá trị phản xạ từ ảnh Landsat.



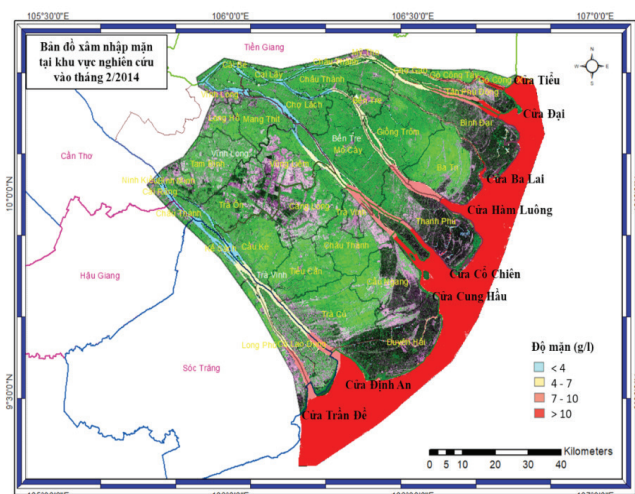
Hình 5. Đánh giá kết quả theo số liệu thực tế tại các trạm quan trắc.

Tạo bản đồ chuyên đề xâm nhập mặn từ ảnh Landsat

Bản đồ xâm nhập mặn được thành lập dựa trên mô hình đề xuất: độ mặn $S = 0,0014 \cdot e^{0,0006 \cdot (PC1)}$ cho các ảnh Landsat ở các thời điểm thu nhận khác nhau. Trong đó, các giá trị DN của pixel ảnh PC1 được chuyển thành giá trị độ mặn và được vector hóa bởi phần mềm GIS để thể hiện sự phân bố không gian của độ mặn trên các con sông chính và kênh rạch thuộc sông Cửu Long. Cấp độ mặn được phân thành bốn cấp dựa trên ngưỡng mặn ảnh hưởng đến sinh trưởng của cây trồng là 4 g/l, bao gồm: (1) Nhiễm mặn thấp (độ mặn <4 g/l); (2) Nhiễm mặn trung bình (4-7 g/l); (3) Nhiễm mặn cao (7-10 g/l); (4) Nhiễm mặn rất cao (độ mặn >10 g/l).

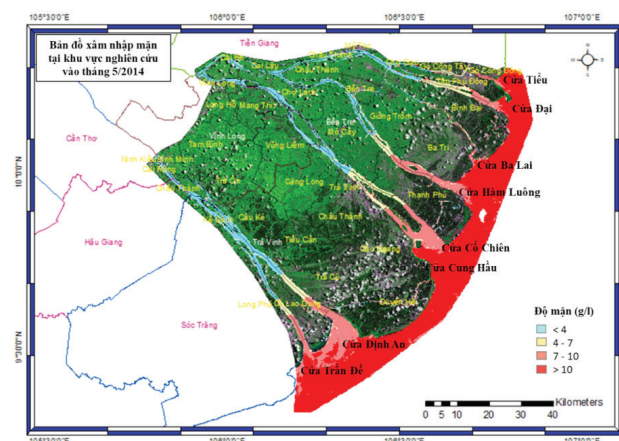
Kết quả và thảo luận

Hình 6 thể hiện bản đồ xâm nhập mặn vùng hạ lưu sông Cửu Long được thành lập từ ảnh Landsat 8 thu nhận ngày 22/02/2014. Kết quả cho thấy độ mặn 4 g/l từ các cửa sông Cửa Tiểu, Cửa Đại, Cửa Hàm Luông (tỉnh Bến Tre) xâm nhập sâu hơn 50 km vào nội đồng.



Hình 6. Bản đồ xâm nhập mặn thành lập từ ảnh Landsat (tháng 2/2014).

Xâm nhập mặn vào nội đồng theo các cửa sông lớn có xu hướng giảm vào tháng 5. Hình 7 thể hiện mức nhiễm mặn trung bình (4 g/l) chỉ còn xấp xỉ 30 km trên bản đồ xâm nhập mặn ngày 13/5/2014.



Hình 7. Phân bố độ mặn trên các nhánh chính (ngày 13/5/2014).

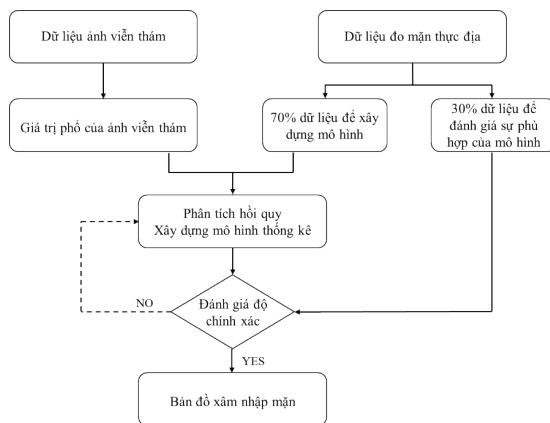
Từ cuối tháng 2 đến giữa tháng 5/2014, toàn bộ các tỉnh Bến Tre, Trà Vinh đã bị nước mặn xâm nhập. Riêng tại Bến Tre, chỉ có huyện Chợ Lách là bị nhiễm mặn thấp, còn các huyện ven biển như Bình Đại, Ba Tri, Thạnh Phú đều nằm trong ranh mặn có giá trị lớn từ 7 đến hơn 10 g/l.

Phân tích xu hướng xâm nhập mặn theo thời gian từ các cửa sông chính của sông Cửu Long vào nội đồng (bảng 5) cho thấy giải pháp ứng dụng ảnh vệ tinh Landsat thể hiện khá phù hợp (so với 15 giá trị kiểm tra thực tế) sự phân bố không gian và xâm nhập mặn theo thời gian.

Bảng 5. Phân tích xâm nhập mặn dọc sông tính từ các cửa sông của ĐBSCL.

Cửa sông	22/02/2014	13/5/2014
Cửa Tiểu	52 km	21 km
Cửa Đại	56 km	28 km
Cửa Ba Lai	47 km	25 km
Cửa Hàm Luông	50 km	32 km
Cửa Cổ Chiên	47 km	35 km
Cửa Cung Hầu	48 km	36 km
Cửa Định An	38 km	30 km
Cửa Trần Đề	43 km	19 km

Việc tạo công cụ GIS phân tích trực quan ở nhiều cấp độ mặn khác nhau có thể hỗ trợ hiệu quả cho công tác giám sát xâm nhập mặn trên toàn bộ mạng lưới sông và kênh rạch vùng ĐBSCL. Quy trình thực hiện sẽ tiết kiệm được thời gian và chi phí, cũng như tạo thông tin hữu ích cho hệ thống cảnh báo sớm (hình 8).



Hình 8. Quy trình thành lập bản đồ xâm nhập mặn từ ảnh vệ tinh.

Kết luận

Mật độ các trạm quan trắc dọc sông Cửu Long hiện nay chưa đủ để xác định cụ thể xâm nhập mặn theo không gian và thời gian (tác động đến từng xã và công trình ngăn mặn). Bài báo đề xuất giải pháp phối hợp dữ liệu quan trắc thực tế tại các trạm hiện nay với dữ liệu ảnh viễn thám Landsat đa thời gian, nhằm thành lập bản đồ và giám sát xâm nhập mặn hiệu quả cho vùng ĐBSCL. Kết quả đạt được có thể cung cấp thông tin trực quan cho các nhà khoa học kết hợp mô hình về thủy triều và lưu lượng nước từ thượng nguồn để tạo các hệ thống cảnh báo sớm. Ngoài ra, giải pháp đề xuất

nhằm hỗ trợ nhà quản lý đưa ra giải pháp ứng phó xâm nhập mặn phù hợp, phân vùng ảnh hưởng mặn trong các khu vực canh tác nông nghiệp ở nội đồng, lập kế hoạch mùa vụ nhằm hạn chế thiệt hại do xâm nhập mặn.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Chương trình quốc gia về KH&CN phục vụ phát triển bền vững vùng Tây Nam Bộ (Chương trình Tây Nam Bộ), thông qua Đề tài “Xây dựng hệ thống thông tin địa lý ĐBSCL” mã số KHCN-TNB. ĐT/14-19/C03. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Cục Thông tin KH&CN Quốc gia (2016), *Xâm nhập mặn tại ĐBSCL: nguyên nhân, tác động và các giải pháp ứng phó*.
- [2] Mohammad Haji Gholizadeh, Assefa M. Melesse, Lakshmi Reddi (2016), “A Comprehensive Review on Water Quality Parameters Estimation Using Remote Sensing Techniques”, *Sensors*, **16**(1298), pp.1-43.
- [3] S.K. McFeeters (1996), “The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features”, *International Journal of Remote Sensing*, **17**(7), pp.1425-1432.
- [4] A. Akhtar, Kh.H. Shahbaz, Nisar, A.H. Munir, A. Suad (2013), “Characterizing soil salinity in irrigated agriculture using a remote sensing approach”, *Phys. Chem. Earth*, pp.1-10.
- [5] G.I. Metternicht, J.A. Zinck (2003), “Remote sensing of soil salinity: potentials and constraints”, *Remote Sensing of Environment*, **85**, pp.1-20.

Nghiên cứu tính chất nhiệt của tấm dán composite trên nền giấy bucky và polyaniline

Quách Thị Ngọc Anh*, Nguyễn Thị Hồng Thắm, Ngô Võ Kế Thành, Đỗ Hữu Quyết

Trung tâm Nghiên cứu triển khai, Khu Công nghệ cao TP Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài 7/5/2018; ngày chuyển phản biện 11/5/2018; ngày nhận phản biện 18/6/2018; ngày chấp nhận đăng 26/6/2018

Tóm tắt:

Giấy Bucky được chế tạo bằng phương pháp lọc hút chân không từ các ống nano các bon. Với phương pháp này, các ống nano các bon được sắp xếp một cách ngẫu nhiên, chúng đan xen thành các mạng lưới và liên kết với nhau chủ yếu bằng lực liên kết Van der Waals. Do đó giấy Bucky tương đối xốp, độ bền cơ không cao, nhiệt truyền trong giấy Bucky theo các hướng ngẫu nhiên và phụ thuộc nhiều vào diện tích tiếp xúc của các ống nano các bon. Để khắc phục vấn đề rỗng xốp cũng như gia cường lực liên kết giữa các ống nano các bon, nhóm nghiên cứu đã tiến hành tổng hợp polyaniline (PANI) vào giấy Bucky. PANI sẽ bao bọc bề mặt ống nano các bon và bao bọc các vị trí tiếp xúc giữa các ống, đồng thời làm giảm thể tích chứa khí, từ đó giúp cải thiện độ dẫn nhiệt. Các kết quả thực nghiệm cho thấy, việc tổng hợp PANI đã làm giảm thể tích chứa khí, tăng độ dẫn nhiệt từ 0,26 W/m.K đối với mẫu Bucky ban đầu lên 0,51 W/m.K.

Từ khóa: composite Bucky/PANI, giấy Bucky, tấm dán tản nhiệt.

Chỉ số phân loại: 1.8

Giới thiệu

Giấy Bucky được biết đến là loại vật liệu màng mỏng được tạo thành từ sự sắp xếp của các ống nano các bon thông qua lực liên kết Van der Waals. Sự sắp xếp ngẫu nhiên của các ống nano các bon làm giảm diện tích tiếp xúc giữa các ống, nhiệt lan truyền theo nhiều hướng trong mạng lưới của giấy Bucky. Do đó mà tính chất nhiệt của giấy Bucky bị ảnh hưởng nhiều bởi cấu trúc mạng. Nhiều khảo sát cho thấy đường kính, chiều dài [1], sự định hướng [2], độ dẫn nhiệt riêng của các sợi nano các bon [3], loại ống nano các bon đơn vách hay đa vách [4]... có ảnh hưởng đến độ dẫn nhiệt của giấy Bucky. Gần đây, một vài nhóm tác giả đã nghiên cứu về hiệu ứng phối hợp của nhiều vật liệu nhằm làm tăng độ dẫn nhiệt, như kết hợp graphen nanoplatelet và nano các bon [5], nano các bon và sợi nano đồng [6]... kết quả cho thấy sự kết hợp các loại vật liệu với nhau giúp cải thiện tính chất nhiệt rõ rệt. Bằng cách composites hóa giấy Bucky với keo epoxy, nhóm tác giả Z. Wanga [7] đã đưa ra kết luận về việc cải thiện tính chất cơ lý của giấy Bucky.

PANI là một trong số ít polyme có khả năng dẫn điện được các nhà khoa học sử dụng để làm tăng khả năng dẫn điện ứng dụng trong siêu tụ điện. Hiện nay các nghiên cứu chủ yếu tập trung vào việc sử dụng PANI để cải thiện độ dẫn của điện cực và điện dung của tụ, như hệ điện cực composite graphene/polyaniline nanofiber [8], sợi nano các bon/PANI [9] và Bucky/PANI [10] cho những kết quả

tốt với những tính năng vượt trội khi so sánh với điện cực chế tạo đơn thuần từ sợi nano các bon đơn lẻ. Bằng cách composite hóa sợi nano các bon với PANI, nhóm nghiên cứu của D. Jie [11] cho thấy sự cải thiện độ ổn định nhiệt của composite so với một vật liệu đơn lẻ. Do đó trong báo cáo này, chúng tôi nghiên cứu chế tạo giấy Bucky composite với PANI. Dựa trên sự tương quan cũng như mối quan hệ giữa cơ chế dẫn điện và nhiệt của vật liệu đó là sự chuyển động của các electron cho thấy rằng việc composite PANI với giấy Bucky ngoài cải thiện độ dẫn điện cũng sẽ giúp cải thiện độ dẫn nhiệt của giấy Bucky. Sự bao bọc của mạng lưới PANI quanh các vị trí tiếp xúc được dự đoán là sẽ cải thiện cơ tính cho giấy Bucky. Bên cạnh đó, sự gia cường các vị trí tiếp xúc cũng giúp đảm bảo sự truyền nhiệt liên tục bên trong giấy Bucky mà qua đó sẽ giúp tăng độ dẫn nhiệt của giấy.

Thực nghiệm

Chuẩn bị mẫu

Giấy Bucky sử dụng trong nghiên cứu này được chế tạo từ ống nano các bon đa thành có đường kính 20 nm, độ tinh khiết >90% của hãng Cheaptubes (Mỹ). Monomer aniline được mua của hãng Sigma Aldrich (Đức), Isopropanol (IPA) được mua của hãng Sigma Aldrich có tỷ trọng 0,786 g/cm³, độ nhớt 1,96 cP tại 25°C. Màng lọc xenlulozơ kích cỡ 50x50 cm, kích thước lỗ 0,45 μm của hãng Sigma Aldrich.

*Tác giả liên hệ: Email: anh.quachthingoc@shtplabs.org

Research on thermal properties of composite pad based on Bucky paper and Polyaniline

Thi Ngoc Anh Quach*, Thi Hong Tham Nguyen,
Vo Ke Thanh Ngo, Huu Quyet Do

Center for Deployment Research, SHTP

Received 7 May 2018; accepted 26 June 2018

Abstract:

The Bucky paper was fabricated by micro-filtration of a suspension of carbon nanotubes. In this method, the carbon nanotubes were randomly arranged to form the porous structure sheet called the Bucky paper. The Bucky paper transferred heat in random directions through the structure and this transmission was most dependent on the contact of individual carbon nanotubes. In this research, Polyaniline (PANI) was synthesized onto the Bucky paper via the electrochemical method. SEM images showed that PANI covered around the carbon nanotubes and their contact points. We assumed that PANI helped to decrease the volume of air in the structure and increase the mechanical properties of the Bucky/PANI composite. Thermal conductivity increased from 0.26 W/m.K to 0.51 W/m.K for original Bucky paper and Bucky/PANI composite, respectively.

Keywords: Bucky paper, Bucky/PANI composite, thermal pad.

Classification number: 1.8

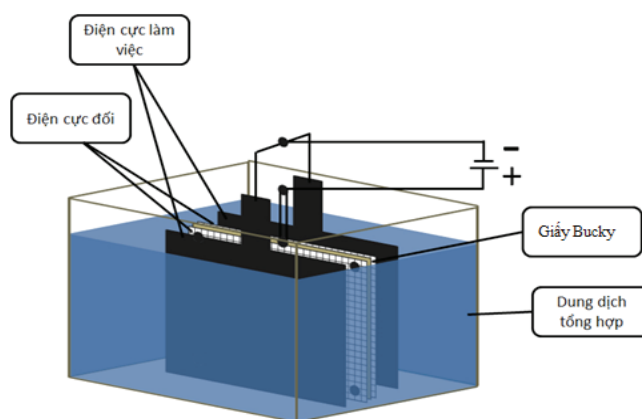
Dầu silicone được mua của hãng Sigma Aldrich với độ nhớt 150 mPa.s.

Bơm chân không được sử dụng trong đề tài này là Model VE 125 có lưu lượng 70 lít/phút, tạo được độ chân không 5 Pa.

Giấy Bucky sử dụng trong phần thực nghiệm được chế tạo bằng phương pháp lọc hút chân không. Nano các bon được phân tán trong dung môi IPA bằng sóng siêu âm (tần số 20 kHz, năng lượng 1375 W), sau đó hút chân không qua phễu lọc có sử dụng màng lọc xenlulozơ để tạo thành giấy Bucky.

Chuẩn bị dung dịch tổng hợp PANI có thành phần: 250 ml HCl 2M; 13,7 ml anilin và nước DI để có được tổng thể tích là 500 ml. Điện cực làm việc là hai tấm Titan dạng

lưới có diện tích 7x12 cm² và điện cực đối là hai tấm Titan phẳng có diện tích tương đương. Giấy Bucky sau khi chế tạo sẽ được cắt thành các tấm hình chữ nhật có diện tích 6x10 cm², ngâm trong đĩa petri có chứa dung dịch tổng hợp. Sử dụng buồng hút ẩm chân không, tiến hành hút chân không khoảng 30 phút để dung dịch thấm hoàn toàn. Tấm giấy Bucky được đặt vào giữa hai tấm lưới Titan để thực hiện quá trình điện hóa, hệ điện hóa được bố trí như sơ đồ hình 1. Quá trình điện hóa được thực hiện ở nhiệt độ phòng, thời gian tổng hợp là 15, 60 và 90 phút (tương ứng với các mẫu P-15, P-60 và P-90) với mật độ dòng điện được điều khiển trong khoảng 1,5 mA/cm². Sau khi tổng hợp giấy Bucky được rửa lại 3 lần với nước DI để làm sạch tạp chất cũng như muối dư bám trên bề mặt và để khô ở nhiệt độ phòng trong 24 giờ. Cuối cùng, giấy Bucky và các mẫu P-15, P-60, P-90 được làm sạch bề mặt bằng cách sấy bằng máy sấy trong 30 phút, sau đó thấm ướt silicone bằng phương pháp hút chân không trong buồng hút ẩm 15 phút trước khi mang đi khảo sát tính chất nhiệt.



Hình 1. Sơ đồ bố trí hệ điện hóa.

Khảo sát tính chất

Để nghiên cứu độ dẫn nhiệt của giấy Bucky, chúng tôi thiết kế hệ đo nhiệt trở theo tiêu chuẩn ASTM D5470 [12]. Hệ đo sẽ ghi nhận nhiệt độ tại 4 vị trí trên khối đồng bằng đầu dò, sau đó sử dụng để tính toán nhiệt trở của mẫu.

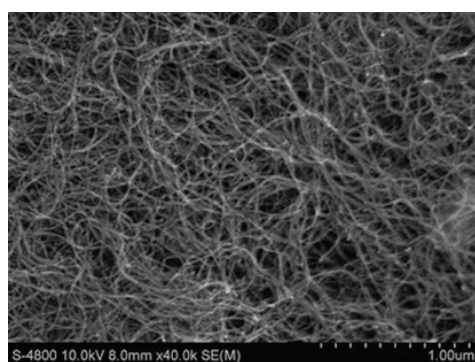
Độ dẫn nhiệt của vật liệu được tính toán bằng phương pháp ngoại suy thông qua đồ thị nhiệt trở theo bề dày của mẫu.

Cấu trúc mạng của giấy Bucky và sự phân bố của PANI bên trong giấy Bucky được quan sát bằng kính hiển vi điện tử quét SEM.

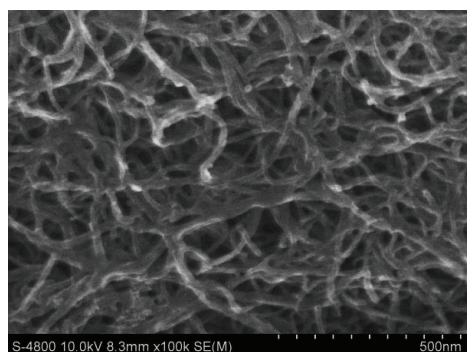
Kết quả và thảo luận

Kết quả phân tích hình thái học

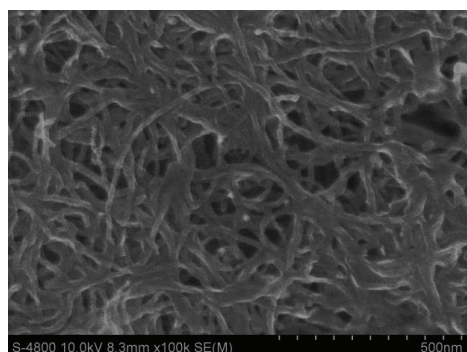
Mẫu giấy Bucky sau khi tổng hợp PANI được mang đi chụp SEM để quan sát sự phân bố của PANI bên trong cấu trúc của giấy Bucky.



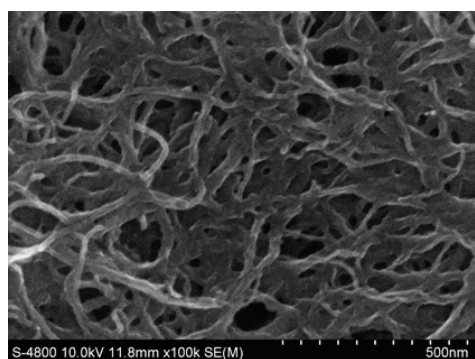
(A)



(B)



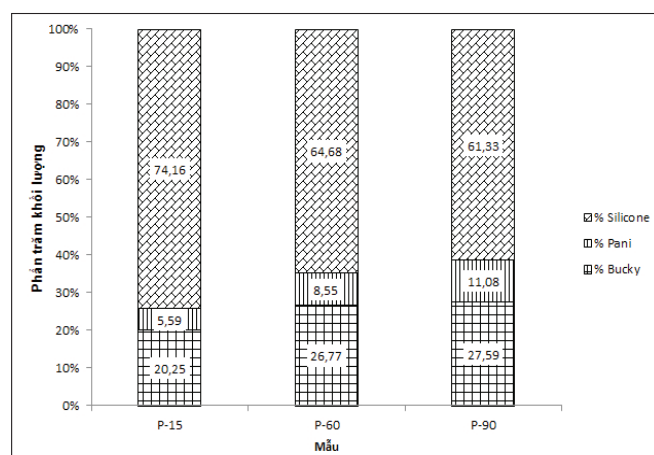
(C)



(D)

Hình 2. Ảnh SEM cấu trúc bề mặt, với (A) của giấy Bucky và (B), (C), (D) lần lượt là các mẫu P-15, P-60, P-90.

Qua ảnh SEM hình 2A có thể thấy rằng, các ống nano các bon nằm chồng chéo lên nhau một cách ngẫu nhiên tạo thành giấy Bucky với nhiều lỗ xốp. Các lỗ xốp này chứa không khí với độ dẫn nhiệt thấp ($0,0026 \text{ W/m.K}$) làm ngăn cản quá trình truyền dẫn nhiệt, giảm độ dẫn nhiệt của giấy Bucky. Ngoài ra, lực liên kết giữa các ống nano các bon với nhau chủ yếu là lực Van der Waals, tương đối lỏng lẻo. Sau khi tổng hợp PANI lên giấy Bucky, có thể thấy rằng, PANI bao bọc quanh ống nano các bon đồng thời bao bọc theo các vị trí tiếp xúc giữa các ống nano các bon, (hình 2B, 2C, 2D). Điều này giúp làm tăng độ bền liên kết giữa các vị trí tiếp xúc, đồng thời làm giảm thể tích lỗ xốp bên trong cấu trúc giấy Bucky, từ đó làm tăng độ dẫn nhiệt. Ngoài ra, quan sát hình 2B, 2C và 2D lần lượt là các mẫu P-15, P-60, P-90 tương ứng với các khoảng thời gian tổng hợp là 15, 60 và 90 phút, ta có thể thấy mật độ bao phủ của PANI trên giấy Bucky tỷ lệ thuận với thời gian tổng hợp. Điều này cũng được kiểm chứng qua kết quả phân tích khối lượng ở bảng 1.

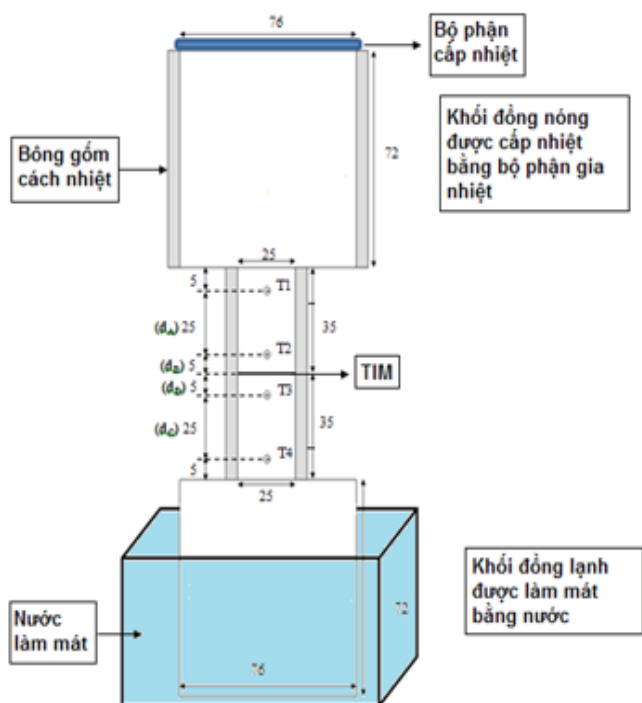


Hình 3. Phần trăm khối lượng Bucky, Silicone và PANI trên tấm dán truyền nhiệt.

Hình 3 cho thấy phần trăm khối lượng Bucky, silicone và PANI trên tấm dán truyền nhiệt với thời gian 15, 60, 90 phút tương ứng lần lượt là P-15, P-60, P-90. Chúng ta có thể thấy rằng, khi tăng thời gian tổng hợp thì phần trăm khối lượng PANI tăng lên, phần trăm khối lượng silicone giảm xuống. Silicone khi thấm vào giấy Bucky sẽ giúp lấp đầy các lỗ xốp vì mô bên trong cấu trúc. Như vậy thể tích lỗ xốp càng lớn, phần trăm khối lượng dầu silicone thấm vào sẽ càng nhiều. Hiện tượng phần trăm khối lượng PANI tăng lên trong khi phần trăm khối lượng silicone giảm cho ta thấy rằng, việc tổng hợp PANI đã giúp gia tăng mật độ xếp chặt, giảm thể tích lỗ xốp trong giấy Bucky.

Kết quả tính toán độ dẫn nhiệt

Để kiểm tra độ dẫn nhiệt của giấy Bucky cũng như kiểm tra hiệu quả cải thiện độ dẫn nhiệt của giấy sau khi tổng hợp PANI, chúng tôi tiến hành đo nhiệt trở của mẫu theo tiêu chuẩn ASTM D5470.



Hình 4. Sơ đồ phân bố hệ đo nhiệt theo tiêu chuẩn ASTM D5470.

Hệ đo nhiệt trở được bố trí như sơ đồ hình 4. Khối đồng được gia nhiệt lên một nhiệt độ nhất định và được giữ nguyên trong một khoảng thời gian để có giá trị ổn định. Các giá trị T_1 , T_2 , T_3 , T_4 tại các vị trí trên khối đồng nhỏ được lưu lại trong bộ ghi, sau đó các giá trị này sẽ được dùng để tính toán nhiệt trở trung bình của mẫu theo công thức:

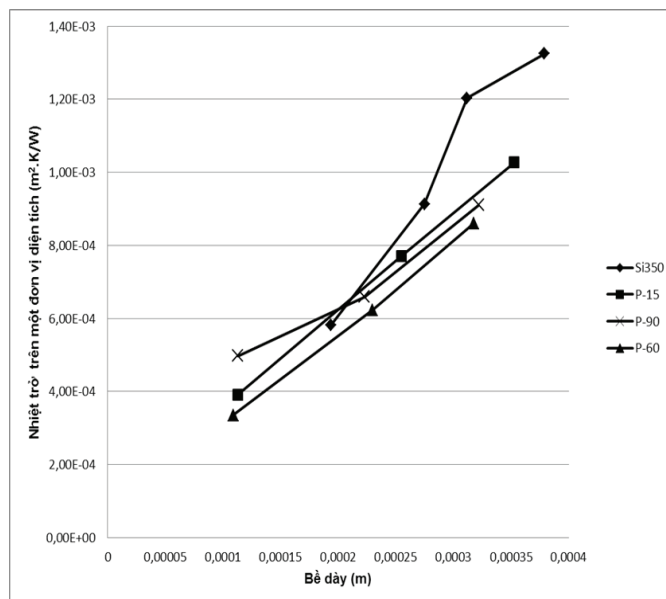
$$\theta = (T_A - T_D) \frac{d_A}{\lambda \Delta T} \quad (1)$$

Với T_A , T_D được xác định theo công thức:

$$T_A = T_2 - \frac{d_B}{d_A} (T_1 - T_2) \quad (2)$$

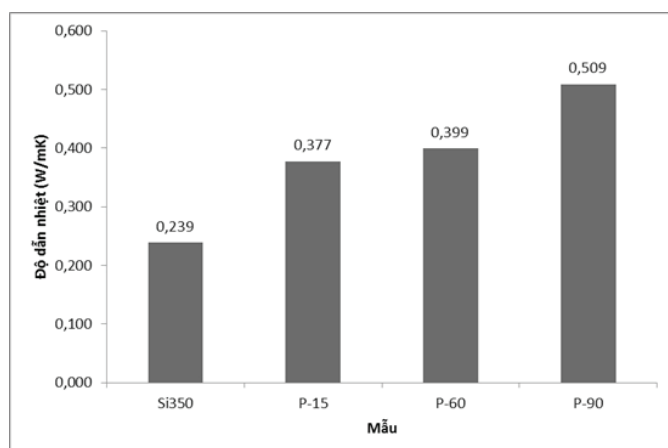
$$T_D = T_3 - \frac{d_D}{d_C} (T_3 - T_4) \quad (3)$$

Trong đó: $\Delta T = T_1 - T_2 = T_3 - T_4$; λ là độ dẫn nhiệt riêng của đồng; d_A là khoảng cách giữa T_1 và T_2 ; d_B là khoảng cách giữa T_2 và mặt trên của mẫu; d_C là khoảng cách giữa T_3 và T_4 ; d_D là khoảng cách giữa T_3 và mặt dưới của mẫu.



Hình 5. Kết quả đo độ dẫn nhiệt theo bề dày của các mẫu.

Đồ thị ở hình 5 là kết quả đo nhiệt trở trên một đơn vị diện tích theo bề dày của mẫu giấy Bucky chế tạo từ ống nano các bon và mẫu Bucky có tổng hợp PANI. Nhiệt trở của các mẫu giấy Bucky giảm khi có tổng hợp PANI được quan sát thấy ở hình 5. Có hai nguyên nhân bên trong cấu trúc giấy Bucky có thể giải thích cho điều này. Thứ nhất, PANI giúp làm tăng khả năng tiếp xúc giữa các ống nano các bon. Như chúng ta đã biết, lực liên kết giữa các ống nano các bon bên trong giấy Bucky chủ yếu là lực liên kết yếu Van der Waals, lực liên kết này sẽ bị yếu đi trong môi trường có độ nhớt cao như dầu silicone. Do đó khi thấm dầu silicone vào giấy Bucky, các ống nano các bon sẽ bị tách rời, làm giảm diện tích tiếp xúc giữa chúng, làm cho con đường truyền nhiệt bị gián đoạn và nhiệt trở sẽ tăng cao. Khi tổng hợp PANI vào giấy Bucky, PANI bao bọc theo các vị trí tiếp xúc, giúp cố định các sợi nano các bon, qua đó duy trì sự truyền nhiệt liên tục, kết quả là làm giảm nhiệt trở. Thứ hai, PANI giúp giảm thể tích không khí bên trong cấu trúc giấy Bucky. Giấy Bucky tạo thành bởi sự sắp xếp ngẫu nhiên của các ống nano các bon, điều này đã làm cho Bucky có một cấu trúc xốp, bên trong Bucky còn rất nhiều khoảng trống chứa không khí, trong khi đó độ dẫn nhiệt của không khí là rất thấp (khoảng 0,0026 W/m.K). Đây chính là một trong những nguyên nhân làm cho Bucky chưa tận dụng được ưu điểm về độ dẫn nhiệt cao của ống nano các bon. PANI sau khi tổng hợp lên Bucky đã giúp lấp đầy một phần không gian trống bên trong Bucky, điều này đã được quan sát và chứng minh qua kết quả ở hình 3.



Hình 6. Kết quả độ dẫn nhiệt của Bucky và các mẫu Bucky có tổng hợp PANI.

Bằng phương pháp ngoại suy, chúng tôi tính toán được độ dẫn nhiệt của các mẫu tương ứng như kết quả trên hình 6 và thống kê chi tiết trong bảng 1. Kết quả cho thấy khi tăng nồng độ PANI trên giấy Bucky, độ dẫn nhiệt của giấy tăng lên. Độ dẫn nhiệt tăng lần lượt là 0,38; 0,4; 0,51 tương ứng với các mẫu P-15, P-60 và P-90. Như vậy mẫu P-90 cao hơn hai lần so với giấy Bucky ban đầu có độ dẫn nhiệt là 0,26 W/m.K.

Bảng 1. Thống kê chi tiết kết quả các mẫu Bucky sau khi tổng hợp PANI theo thời gian.

Mẫu	Thời gian (phút)	% Bucky	% PANI	% Silicone	Độ dẫn nhiệt (W/m.K)
P-15	15	20,25	5,59	74,16	0,378
P-60	60	26,77	8,55	64,68	0,399
P-90	90	27,59	11,08	61,33	0,509

Nhìn vào kết quả độ dẫn nhiệt trong bảng 1 ta có thể thấy rằng, độ dẫn nhiệt tăng theo chiều tăng của mật độ PANI. Khối lượng PANI càng tăng, độ dẫn nhiệt cũng tăng lên. Kết quả này củng cố thêm kết luận về việc tổng hợp PANI lên giấy Bucky giúp cải thiện độ dẫn nhiệt thông qua việc lấp đầy các lỗ trống khí và gia cố cấu trúc các vị trí tiếp xúc giữa các sợi nano các bon để duy trì sự truyền nhiệt liên tục.

Kết luận

Như vậy, bằng cách tổng hợp PANI lên nền giấy Bucky đã đem lại một số cải thiện đáng chú ý. PANI góp phần gia cố các vị trí tiếp xúc giữa các ống nano các bon, lấp đầy các khoảng trống trong cấu trúc của giấy Bucky, từ đó giúp giảm nhiệt trở, tăng độ dẫn nhiệt của tấm composite Bucky/ ống nano các bon.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi chân thành cảm ơn sự hỗ trợ tài chính từ Bộ

Khoa học và Công nghệ thông qua đề tài “Nghiên cứu công nghệ chế tạo màng mỏng truyền nhiệt trên nền nano các bon ứng dụng cho các thiết bị điện và điện tử”, mã số ĐM.17. NC/16.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] H. Chen, M. Chen, J. Di, G. Xu, H. Li, and Q. Li (2012), “Architecting three-dimensional networks in carbon nanotube buckypapers for thermal interface materials”, *J. Phys. Chem. C*, **116**(6), pp.3903-3909.
- [2] P. Gonnet, et al. (2006), “Thermal conductivity of magnetically aligned carbon nanotube buckypapers and nanocomposites”, *Curr. Appl. Phys.*, **6**(1), pp.119-122.
- [3] A.N. Volkov and L.V. Zhigilei (2012), “Heat conduction in carbon nanotubes materials: Strong effect of intrinsic thermal conductivity of carbon nanotubes”, *Appl. Phys. Lett.*, **101**(43113), pp.1-5.
- [4] W.T. Hong and N.H. Tai (2008), “Investigations on the thermal conductivity of composites reinforced with carbon nanotubes”, *Diam. Relat. Mater.*, **17**(7-10), pp.1577-1581.
- [5] X. Huang, C. Zhi, and P. Jiang (2012), “Toward effective synergetic effects from graphene nanoplatelets and carbon nanotubes on thermal conductivity of ultrahigh volume fraction nanocarbon epoxy composites”, *J. Phys. Chem.*, **116**(44), pp.23812-23820.
- [6] Y. Xing, et al. (2015), “Carbon nanotube/Cu nanowires/Epoxy composite mats with improved thermal and electrical conductivity”, *J. Nanosci. Nanotechnol.*, **15**(4), pp.3265-3270.
- [7] Z. Wang, Z. Liang, B. Wang, C. Zhang, L. Kramerb (2004), “Processing and property investigation of single-walled carbon nanotube (SWNT) buckypaper/epoxy resin matrix nanocomposites”, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, **35**(10), pp.1225-1232.
- [8] Q. Wu, Y. Xu, Z. Yao, A. Liu, G. Shi (2010), “Supercapacitors Based on Flexible Graphene/Polyaniline Nanofiber Composite Films”, *ACS Nano.*, **4**(4), pp.1963-1970.
- [9] L. Qiang, H. Munir, Nayfeh, Siu-Tung Yau (2010), “Brushed-on flexible supercapacitor sheets using a nanocomposite of polyaniline and carbon nanotube”, *Journal of Power Sources*, **195**, pp.7480-7483.
- [10] Trần Phước Toàn, Đỗ Hữu Quyết, (2016), “Tổng hợp polyaniline bên trong cấu trúc nano của giấy bucky bằng phương pháp điện hóa”, *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*, **19**(T3), pp.101-113.
- [11] D. Jie, L. Xiaoyan, W. Xia, Z. Jinrui, Y. Dengguang, Q. Biwei (2015), “Fabrication of Vertical Array CNTs/Polyaniline Composite Membranes by Microwave-Assisted in Situ Polymerization”, *Nanoscale Research Letters*, **10**(493), <http://doi.org/10.1186/s11671-015-1201-z>.
- [12] ASTM, *Standard test methods for thermal transmission properties of thin thermally conductive solid electrical insulation materials*, Annual Books of Standards.

Nghiên cứu thực nghiệm hiệu quả gia cường dầm bê tông bị nứt bằng vật liệu tấm sợi các bon CFRP

Nguyễn Trung Hiếu*, Lý Trần Cường

Khoa Xây dựng dân dụng và công nghiệp, Trường Đại học Xây dựng

Ngày nhận bài 8/6/2018; ngày chuyển phản biện 15/6/2018; ngày nhận phản biện 6/8/2018; ngày chấp nhận đăng 24/8/2018

Tóm tắt:

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm sự làm việc của dầm bê tông cốt thép (BTCT) chịu uốn bị nứt được gia cường bằng vật liệu tấm sợi các bon (CFRP). 6 mẫu dầm thí nghiệm có cùng kích thước hình học và cấu tạo cốt thép đã được chế tạo, trong đó 2 mẫu dầm không được gia cường, 2 mẫu dầm không bị nứt và 2 mẫu bị nứt trước được gia cường kháng uốn bằng tấm sợi CFRP. Kết quả thí nghiệm thu được về cơ chế phá hoại, tải trọng nứt... cho thấy hiệu quả của việc sử dụng tấm sợi CFRP trong gia cường kháng uốn kết cấu dầm BTCT bị nứt.

Từ khóa: dầm BTCT, gia cường, nứt, tấm sợi CFRP.

Chỉ số phân loại: 2.1

Đặt vấn đề

Kết cấu chịu lực bằng BTCT là dạng kết cấu được sử dụng phổ biến trong các công trình xây dựng. Theo thời gian làm việc, kết cấu BTCT chịu nhiều tác động khác nhau như tác động cơ học, tác động của môi trường (nhiệt độ, độ ẩm...). Các tác động này có thể gây ra các hư hỏng trên kết cấu, hoặc làm suy giảm chất lượng vật liệu bê tông... làm giảm khả năng chịu lực của kết cấu (hình 1). Bên cạnh đó, trong quá trình sử dụng có thể có sự thay đổi, gia tăng tải trọng tác dụng lên kết cấu do thay đổi công năng sử dụng, các tác động bất thường không được tính đến trong giai đoạn thiết kế.



Hình 1. Hình ảnh hư hỏng trên kết cấu BTCT.

Để đảm bảo khả năng làm việc của khung kết cấu BTCT, công tác sửa chữa gia cường được xem là một giải pháp hiệu quả, giúp khắc phục các kết cấu bị hư hỏng hoặc các kết cấu có sự thay đổi công năng làm việc so với thiết kế ban đầu.

Việc gia cường sửa chữa nhằm đảm bảo cho kết cấu đáp ứng tốt các yêu cầu về công năng sử dụng cũng như khả năng chịu lực, có thể áp dụng cho cả kết cấu cột làm việc chịu nén, kết cấu dầm, sàn làm việc chịu uốn...

Việc sử dụng tấm sợi composite cường độ cao (Fibre Reinforced Polymer - FRP) trong công tác gia cường kết cấu công trình BTCT được áp dụng phổ biến ở các nước tiên tiến trên thế giới. Các kết cấu công trình được gia cường có thể là kết cấu cột, dầm, sàn... Trong số các loại composite làm vật liệu gia cường, vật liệu composite gốc sợi các bon (ký hiệu CFRP), được sử dụng rất phổ biến nhất. Phương pháp gia cường bằng vật liệu CFRP tận dụng được những ưu điểm của loại vật liệu này như cường độ chịu kéo và mô đun đàn hồi cao, trọng lượng nhẹ, không bị ăn mòn dưới tác động của môi trường... Bên cạnh ưu điểm về đặc tính cơ học, gia cường bằng vật liệu CFRP còn cho thấy những tiện lợi trong quá trình thi công gia cường như nhanh chóng, đơn giản, không cần nhiều máy móc thiết bị, thời gian thi công nhanh.

Ở nước ta hiện nay, vật liệu CFRP đã được sử dụng cho việc gia cường một số công trình cầu và nhà dân dụng. Tuy nhiên, việc áp dụng còn nhiều hạn chế, chưa được phổ biến, trong đó nguyên nhân chính là giá thành cao và chưa có tiêu chuẩn kỹ thuật áp dụng cho công tác thiết kế, thi công gia cường kết cấu BTCT sử dụng vật liệu CFRP. Việc tính toán thiết kế được thực hiện theo một số tài liệu và tiêu chuẩn nước ngoài như ACI 440.2R-08 [1], FIP-Bulletin No14 [2], ISI M04 [3].

*Tác giả liên hệ: Email: hieunt@nuce.edu.vn

Experimental research on flexural strengthening efficiency of pre-cracked reinforced concrete beam using CFRP composite sheets

Trung Hieu Nguyen*, Tran Cuong Ly

Faculty of Building and Industrial Construction,
National University of Civil Engineering

Received 8 June 2018; accepted 24 August 2018

Abstract:

This paper presents an experimental study on the flexural behavior of pre-cracked reinforced concrete (RC) beams strengthened with externally bonded carbon fiber reinforced polymer (CFRP) sheets. Six identical specimens were cast. The concrete grade and steel reinforcement ratio were kept constant for all specimens. Two beams were not strengthened as control specimens, and two un-cracked beams and two pre-cracked beams were strengthened with CFRP composite wraps. In the experimental findings, the failure mode, the ultimate load, etc of tested specimens were presented. The obtained results from this research clarified the flexural behavior of cracked beams strengthened by CFRP and the strengthening effectiveness for flexural capacity of RC beam using this material.

Keywords: CFRP sheet, cracking, RC beam, strengthening.

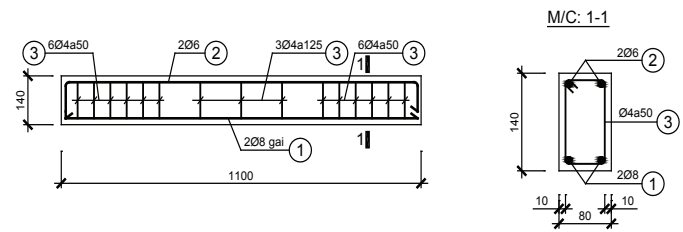
Classification number: 2.1

Trong bài báo này, các tác giả trình bày kết quả nghiên cứu hiệu quả của việc sử dụng vật liệu CFRP trong việc gia cường kết cấu dầm BTCT đã bị nứt trước. Nghiên cứu thực nghiệm được thực hiện tại Phòng Thí nghiệm và Kiểm định công trình, Trường Đại học Xây dựng.

Nghiên cứu thực nghiệm

Mẫu thí nghiệm và vật liệu chế tạo

Trong nghiên cứu này, 6 mẫu dầm BTCT giống nhau, kích thước tiết diện ngang $b \times h = 80 \times 100$ mm, chiều dài 1100 mm được chế tạo. Chi tiết kích thước hình học và cấu tạo cốt thép của các mẫu dầm được trình bày ở hình 2. Cốt thép dọc chịu lực $\varnothing 8$ gai thuộc nhóm CII. Cốt thép trơn $\varnothing 4$ và $\varnothing 6$ thuộc nhóm CI.



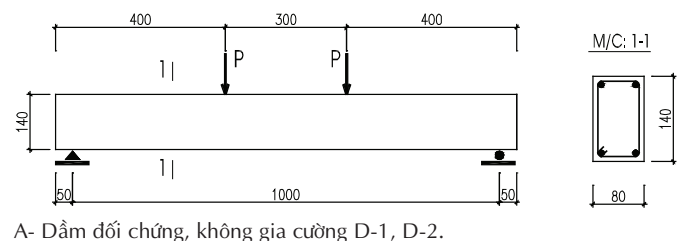
Hình 2. Cấu tạo của các mẫu dầm thí nghiệm

Các mẫu dầm thí nghiệm được chia thành 3 nhóm như sau (hình 3):

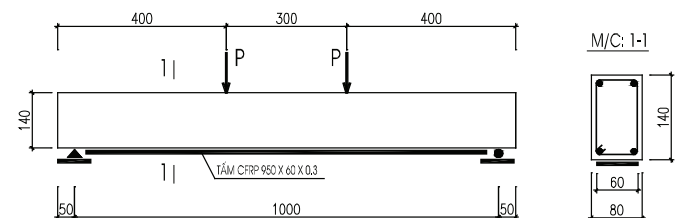
- Nhóm 1: 2 mẫu dầm đối chứng không được gia cường, ký hiệu D1 và D2.

- Nhóm 2: 2 mẫu dầm không bị nứt được gia cường kháng uốn bằng tấm sợi CFRP được ký hiệu là D3 và D4.

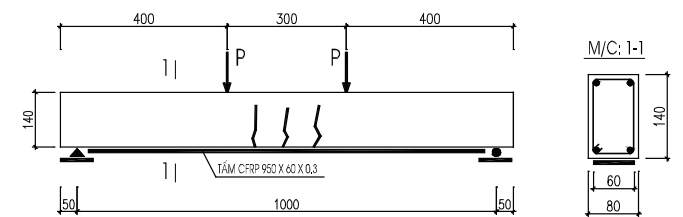
- Nhóm 3: 2 dầm bị nứt trước, được gia cường tương tự như các dầm nhóm 2, ký hiệu là D5 và D6.



A- Dầm đối chứng, không gia cường D-1, D-2.



B- Dầm gia cường, không nứt D-3, D-4.



C- Dầm gia cường, có vết nứt trước D-5, D-6.

Hình 3. Cấu tạo 6 mẫu dầm thí nghiệm.

4 mẫu dầm D3, D4, D5 và D6 đều được gia cường kháng uốn bằng tấm sợi CFRP có kích thước $1000 \times 60 \times 0,4$ mm. Đối với 2 mẫu dầm D5 và D6 có vết nứt trước, các vết nứt này được tạo ra bằng cách tác dụng tải trọng lên dầm theo sơ đồ dầm chịu uốn bốn điểm như minh họa trên hình 3. Các vết nứt do mô men uốn sẽ xuất hiện trong vùng giữa hai

tải trọng tập trung (vùng chịu uốn thuần túy). Tải trọng sẽ được tác dụng cho đến khi bề rộng vết nứt lớn nhất trên dầm đạt giá trị 0,3 mm, là bề rộng vết nứt cho phép với kết cấu BTCT làm việc chịu uốn theo TCVN 5574:2012 [4].

Cấp phối vật liệu bê tông chế tạo mẫu thí nghiệm được trình bày trong bảng 1. Giá trị cường độ chịu nén của bê tông được xác định bằng giá trị cường độ nén trung bình của 3 mẫu thí nghiệm hình trụ $D \times H = 150 \times 300$ mm ở tuổi 28 ngày. Cốt thép $\varnothing 6$ và $\varnothing 8$ có giới hạn chảy xác định qua thí nghiệm kéo lần lượt là 240 và 305 MPa.

Bảng 1. Cấp phối vật liệu chế tạo bê tông.

Xi măng PCB40 (kg)	Cát vàng (kg)	Đá dăm 1x2 (kg)	Nước (lít)	Cường độ chịu nén R_{28} (MPa)
305	680	1260	175	23,5

Vật liệu CFRP sử dụng gia cường dầm do hãng TORAY (Nhật Bản) sản xuất. Các thông số đặc trưng của vật liệu được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Các đặc trưng của vật liệu CFRP sử dụng gia cường.

STT	Thông số	Giá trị
1	Chiều dày tấm t_f	0,3 mm
2	Cường độ chịu kéo f_{tu}	1778 MPa
3	Mô đun đàn hồi E_f	96,9 GPa
4	Biến dạng cực hạn ϵ_{fu}	1,85%

Hình 4 minh họa các mẫu thí nghiệm sau khi đã được gia cường bằng tấm CFRP. Sử dụng keo epoxy chuyên dụng để dán tấm composite lên bề mặt bê tông. Thời gian cần thiết để lớp keo epoxy đóng rắn là 48h sau khi dán. Trong công tác gia cường, việc chuẩn bị, làm phẳng bề mặt bê tông (hình 4A) đóng vai trò quan trọng, giúp đảm bảo độ bền liên kết giữa bê tông và tấm CFRP.



A- Vệ sinh, làm phẳng bề mặt mẫu trước khi dán gia cường.



B- Thi công dán tấm CFRP.

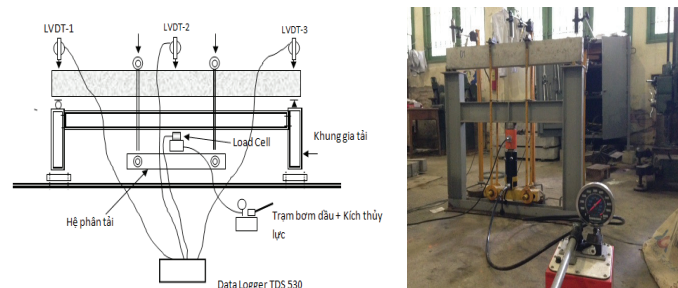
Hình 4. Minh họa thi công gia cường dầm trong phòng thí nghiệm.

Sơ đồ thí nghiệm và bố trí dụng cụ đo

Hình 5 trình bày sơ đồ thí nghiệm các mẫu dầm BTCT. Các dầm được thí nghiệm theo sơ đồ dầm đơn giản chịu tác dụng của 2 tải trọng tập trung có giá trị bằng nhau và cách gối tựa một khoảng là 350 mm. Tải trọng tập trung tác dụng lên dầm được tạo ra bằng kích thủy lực và hệ bơm dầu, tập trung đầu kích thông qua hệ phân tải tạo thành 2 lực tập trung có giá trị bằng nhau và bằng một nửa tải trọng tập trung đầu kích. Giá trị của tải trọng tập trung được đo bằng dụng cụ đo lực điện từ (Load-Cell). Bố trí 3 dụng cụ đo chuyển vị điện từ LVDT-1, LVDT-2 và LVDT-3 để đo chuyển vị của dầm tại các gối tựa và tại tiết diện giữa dầm. Giá trị độ võng của dầm được xác định từ số liệu đo chuyển vị trên các dụng cụ đo theo công thức sau:

$$f = f_2 - 0,5 * (f_1 + f_3)$$

Trong đó, f_1, f_2, f_3 lần lượt là giá trị chuyển vị được xác định qua các dụng cụ đo LVDT-1, LVDT-2 và LVDT-3. Các dụng cụ đo lực và đo chuyển vị được kết nối với một bộ thu thập và xử lý số liệu (Data-Logger) cho phép ghi nhận tự động và đồng thời các giá trị đo.

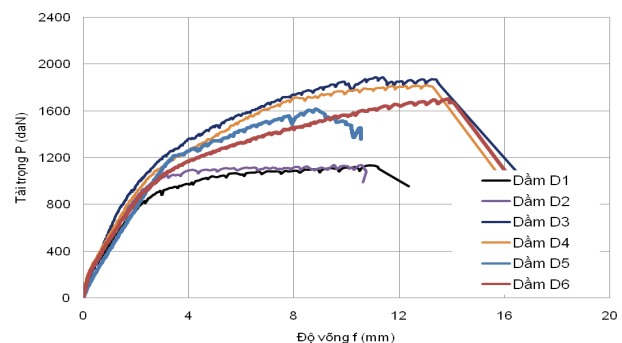


Hình 5. Sơ đồ thí nghiệm và bố trí dụng cụ đo.

Phân tích và đánh giá kết quả

Quan hệ giữa tải trọng và độ võng của các mẫu thí nghiệm

Biểu đồ quan hệ tải trọng và độ võng của 6 mẫu dầm thí nghiệm được trình bày ở hình 6.



Hình 6. Biểu đồ quan hệ tải trọng - độ võng của các mẫu thí nghiệm.

Có thể nhận thấy, trong giai đoạn ban đầu khi tải trọng còn nhỏ (thấp hơn 400 daN) thì quan hệ giữa tải trọng và độ võng của các mẫu thí nghiệm gần như không có sự chênh lệch. Điều

này cho thấy tấm sợi CFRP chưa tham gia làm việc. Các giá trị tải trọng đặc trưng cho sự làm việc của các mẫu đầm thí nghiệm được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3. Các giá trị tải trọng đặc trưng cho sự làm việc của các mẫu đầm thí nghiệm.

Mẫu thí nghiệm	Tải trọng gây nứt P_{cr} (daN)	Tải trọng gây chảy cốt thép P_{yt} (daN)	Tải trọng phá hoại P_{ult} (daN)
D1	240	820	1130
D2	280	870	1140
D3	260	1180	1870
D4	240	1150	1800
D5	-	1140	1700
D6	-	1100	1620

Kết quả cho thấy, ứng xử của đầm BTCT có gia cường khi không bị nứt và bị nứt cũng tương tự như ứng xử của đầm BTCT không gia cường. Sự làm việc của các mẫu đầm thí nghiệm có thể chia thành các giai đoạn chính như sau: giai đoạn trước khi xuất hiện vết nứt (quan hệ tải trọng - độ võng là tuyến tính); giai đoạn sau khi nứt và cốt thép chịu kéo bị chảy dẻo; giai đoạn sau khi cốt thép chịu kéo bị chảy dẻo và sự làm việc của bê tông vùng nén.

Từ kết quả trình bày trên hình 6 và trong bảng 3 cho thấy, tải trọng gây nứt trên các mẫu đầm không gia cường (D1, D2) và mẫu đầm được gia cường (D3 và D4) không có sự chênh lệch đáng kể. Điều này được giải thích là khi tải trọng tác dụng còn nhỏ thì tấm CFRP hầu như chưa làm việc. Sau khi các đầm BTCT bị nứt, sự làm việc của tấm vật liệu gia cường được thể hiện rõ qua việc tải trọng gây chảy dẻo cốt thép trong các mẫu đầm được gia cường tăng đáng kể so với giá trị tải trọng tương ứng trên các mẫu đầm đối chứng. Sự tham gia chịu lực của tấm CFRP gia cường làm giảm ứng suất kéo trong cốt thép chịu kéo. Đối với tải trọng cực hạn gây phá hoại các mẫu thí nghiệm, kết quả thí nghiệm thu được cho thấy, với mẫu đầm gia cường không bị nứt D3, D4, tải trọng cực hạn tăng 61,7% so với mẫu đầm đối chứng và với mẫu đầm gia cường nhưng bị nứt trước D5, D6, độ tăng này là 46,3%. Bên cạnh đó, dựa trên các biểu đồ quan hệ tải trọng - độ võng của các mẫu thí nghiệm trên hình 6 có thể nhận thấy, việc gia cường đầm BTCT bị nứt bằng tấm CFRP làm tăng đáng kể độ cứng của đầm so với trường hợp không được gia cường.

Những kết quả này cho thấy, trong trường hợp đầm BTCT bị nứt, việc gia cường bằng tấm sợi CFRP là một giải pháp phù hợp, làm tăng độ cứng cũng như tăng khả năng chịu lực của đầm.

Cơ chế phá hoại các mẫu đầm được gia cường

Hình 7 cho thấy sự phá hoại của các mẫu đầm được gia cường, với đầm chưa bị nứt và đầm bị nứt, cơ chế phá hoại đều do nứt vỡ lớp bê tông bề mặt gia cường dẫn đến bong tấm gia cường CFRP. Theo [1, 5], đây là một trong những cơ chế phá hoại điển hình của kết cấu BTCT được gia cường kháng uốn



Hình 7. Hình ảnh phá hủy mẫu đầm được gia cường bằng tấm CFRP.

bằng vật liệu tấm sợi composite. Khác với mẫu đầm không gia cường bị phá hoại dẻo (cốt thép chịu kéo bị chảy dẻo và bê tông vùng nén bị ép vỡ), sự phá hoại của 4 đầm BTCT được gia cường xảy ra khi cốt thép chịu kéo đã bị chảy dẻo nhưng bê tông vùng nén chưa bị ép vỡ. Tấm CFRP làm việc chịu kéo sau khi cốt thép chịu kéo đã bị chảy dẻo hạn chế sự phát triển của vết nứt trong kết cấu dẫn đến làm chậm sự phá hoại của bê tông vùng nén. Kết quả này cũng cho thấy, để tăng hiệu quả gia cường cần phải có biện pháp loại bỏ lớp bê tông kém chất lượng ở vùng bề mặt liên kết.

Kết luận

Dựa trên các kết quả nghiên cứu thu được, cho phép rút ra một số kết luận sau:

- Gia cường kết cấu đầm BTCT bị nứt bằng vật liệu CFRP là một giải pháp phù hợp giúp tăng độ cứng và tăng khả năng chịu lực của kết cấu. Đồng thời, sự làm việc của kết cấu đầm BTCT bị nứt sau khi gia cường cũng tuân thủ theo sơ đồ làm việc của đầm BTCT không bị nứt.

- Dạng phá hoại điển hình của kết cấu đầm BTCT được gia cường kháng uốn trong nghiên cứu này là phá hoại lớp bê tông vùng bề mặt liên kết dẫn đến bong, tách tấm vật liệu CFRP khỏi kết cấu bê tông. Đây là một trong những dạng phá hoại điển hình của các kết cấu được gia cường bằng vật liệu này.

- Cần có những nghiên cứu tiếp theo liên quan đến độ bền vững lâu dài của giải pháp gia cường kết cấu BTCT sử dụng tấm sợi composite, nhất là trong điều kiện khí hậu nóng ẩm của Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] ACI 440.2R-08 (2008), *Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures*, ACI Committee 440.
- [2] FIP-Bulletin No14 (2001), *Externally Bonded FRP Reinforcement for RC Structures*, Comité Euro- International du Béton.
- [3] ISIS M04 (2001), *Externally Bonded FRP for Strengthening Reinforced Concrete Structures*, The Canadian Network of Center of Excellence on Intelligent Sensing for Innovative Structures, Winnipeg, Canada.
- [4] TCVN 5574:2012, *Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế*.
- [5] Nguyễn Trung Hiếu (2015), "Nghiên cứu hiệu quả gia cường kháng uốn cho đầm BTCT bằng vật liệu tấm sợi các bon", *Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng*, Viện Khoa học công nghệ xây dựng, **1(168)**, tr.3-9.

Nghiên cứu ảnh hưởng của các điều kiện biên và kích thước vùng nghiên cứu đến kết quả dự báo và phân tích tai biến địa chất trong xây dựng công trình ngầm khi sử dụng phương pháp số

Nguyễn Quang Phích^{1*}, Nguyễn Huy Vững¹, Ngô Doãn Hào², Nguyễn Trọng Tâm³

¹Trường Đại học Bình Dương

²Trường Đại học Mở - Địa chất

³Trường Đại học Giao thông vận tải TP Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài 10/8/2018; ngày chuyển phản biện 13/8/2018; ngày nhận phản biện 4/10/2018; ngày chấp nhận đăng 9/10/2018

Tóm tắt:

Trong xây dựng các công trình ngầm thường gặp các khối đất đá có cấu trúc phức tạp, như cấu trúc phân lớp với các lớp đất đá có các thông số hình học và cơ học khác nhau. Các sự cố phá hủy từng xảy ra trong khối đất đá, do các đặc điểm địa chất phức tạp (tai biến địa chất) rất đa dạng, gây thiệt hại nhiều về con người và cơ sở hạ tầng. Nhiều phương pháp đã được áp dụng để nghiên cứu dự báo các dạng và quy mô của tai biến địa chất, trong đó các phương pháp số góp phần đắc lực. Tuy nhiên, vì miền khảo sát là không đồng nhất, nên trong thực tế vẫn còn các tai biến địa chất chưa dự báo được hết, nếu không cẩn trọng khi xây dựng mô hình tính, như việc lựa chọn kích thước miền nghiên cứu, điều kiện biên. Bài viết giới thiệu một số kết quả nghiên cứu mô phỏng sử dụng phần mềm FLAC 2D, chú ý đến ảnh hưởng của sự phân bố các lớp đá, kích thước miền nghiên cứu, ảnh hưởng của việc lựa chọn, thay thế điều kiện biên và ảnh hưởng của khoảng cách giữa đường hầm và mặt ranh giới giữa khối đá rắn cứng với lớp phủ. Kết quả nghiên cứu cho thấy, các quy luật biến đổi cơ học phức tạp và đa dạng, khác xa so với các lời giải giải tích sử dụng các mô hình đơn giản. Đồng thời kết quả nhận được cũng cho thấy, khi giải quyết một vấn đề thực tế, với khối đất đá có cấu trúc phức tạp, cần thiết phải rất linh hoạt và thận trọng trong việc xây dựng bài toán với các dữ liệu thích hợp.

Từ khóa: điều kiện biên, FLAC 2D, khối đá phân lớp, kích thước vùng nghiên cứu, tai biến địa chất, xây dựng công trình ngầm.

Chỉ số phân loại: 2.1

Mở đầu

Trong xây dựng các công trình ngầm thường gặp các khối đất đá có cấu trúc phức tạp, ví dụ tính phân lớp với các lớp đất/đá có các thông số hình học và cơ học khác nhau. Nghiên cứu các quá trình biến đổi cơ học trong khối đất đá xung quanh các khoảng trống ngầm, các bờ dốc thường sử dụng phương pháp lý thuyết, bao gồm phương pháp giải tích và phương pháp số [1, 2]. Các lời giải giải tích thường nhận được ở dạng “nghiệm kín” cho các bài toán với sơ đồ giải và mô hình cơ học đơn giản về khối đất đá. Để có thể chú ý được các yếu tố về các biểu hiện cơ học, các đặc điểm địa chất, các điều kiện biên phức tạp, nhiều mô hình giải tích [3, 4] và phương pháp số đã được phát triển và áp dụng, là các phương pháp giải gần đúng hệ các phương trình cơ học bằng các phương pháp sai phân hữu hạn, phần tử hữu hạn hoặc phương pháp không lưới [5-7].

Tuy nhiên, việc giải các bài toán địa cơ học bằng phương pháp số thường gắn liền với một miền khảo sát hữu hạn và các điều kiện biên được lựa chọn tương xứng, nhưng ít nhiều mang tính chủ quan, không có phân tích về việc chọn kích thước miền nghiên cứu cũng như điều kiện biên tương ứng, ví dụ như trong các công trình [8-11]. Để làm rõ tác động của các yếu tố nêu trên đến kết quả nghiên cứu, mô phỏng, cần thiết phải triển khai xây dựng và phân tích mô hình với các điều kiện khác nhau. Một số kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy rõ ảnh hưởng của các yếu tố hình học và điều kiện biên cũng như biến động của chúng đến kết quả phân tích, dự báo tai biến địa chất rất rõ nét. Đồng thời các kết quả này cũng là gợi ý cho người sử dụng phương pháp số về các vấn đề cần đặc biệt chú ý khi lập mô hình tính trong trường hợp khối đất đá không đồng nhất, cũng như điều kiện biên phức tạp.

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

Influences of selected boundary conditions and size of the study area on the forecast and analysis results of geological hazards in underground construction when using numerical methods

Quang Phich Nguyen^{1*}, Huy Vung Nguyen¹,
Doan Hao Ngo², Trong Tam Nguyen³

¹Binh Duong University

²Hanoi University of Mining and Geology

³Ho Chi Minh City University of Transport

Received 10 August 2018; accepted 9 October 2018

Abstract:

In the construction of underground structures, we often face complex rock masses, such as stratigraphy with layers of rock and soil of different geometrical and mechanical parameters. The geological variations are often diverse and complex and cause huge losses of human and infrastructure during the construction works. In order to reasonably predict the types and sizes of geo-risks, attention should be paid to the use of numerical methods. Since the rock mass to be examined is heterogeneous, rational schemes and sequences must be developed so that the results best reflect the realities possible. The article presents some simulation results using the FLAC 2D software, taking into account the influence of the distribution of the rock strata, the size of the simulated area, the selection of the boundary conditions, and the distance from the tunnel to the boundary between the solid rock mass and the coat. The results showed that the geomechanical processes are complex and diverse, much more different than the analytical solutions with simple models. At the same time, it also required to be flexible and careful for using the appropriate data when solving a practical problem.

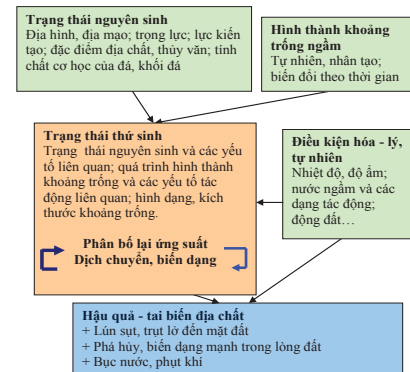
Keywords: boundary conditions, FLAC 2D, geological hazards, layered rock mass, size of the study area, underground construction.

Classification number: 2.1

Phương pháp và nội dung nghiên cứu

Cơ sở lý thuyết

Bài toán nghiên cứu, phân tích tai biến địa chất khi xây dựng các công trình ngầm và khai thác mỏ được xây dựng là bài toán cơ học, chú ý đến các đặc điểm địa chất và các yếu tố tác động chủ yếu, được thực hiện theo sơ đồ tổng quát như trên hình 1.



Hình 1. Sơ đồ phân tích dự báo tai biến địa chất - kỹ thuật trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ hầm lò.

Mô hình dự báo và nội dung nghiên cứu

Để nghiên cứu các quá trình biến đổi cơ học trong khối đất đá phân lớp xung quanh công trình ngầm, chúng tôi đã xây dựng các mô hình dự báo bằng phần mềm FLAC 2D. Nghiên cứu mô phỏng được thực hiện có chú ý đến các yếu tố gồm: sự có mặt của các lớp đá và trật tự phân bố của chúng trong khối đá; kích thước của miền nghiên cứu, do bài toán không có tính đối xứng; điều kiện biên, liên quan với việc thay thế các lớp đá phía trên, khi công trình nằm sâu; khoảng cách giữa công trình ngầm trong khối đá rắn cứng với lớp phủ là khối đá bờ rời.

Kết quả và thảo luận

Ảnh hưởng của sự phân bố các lớp đá trong mô hình

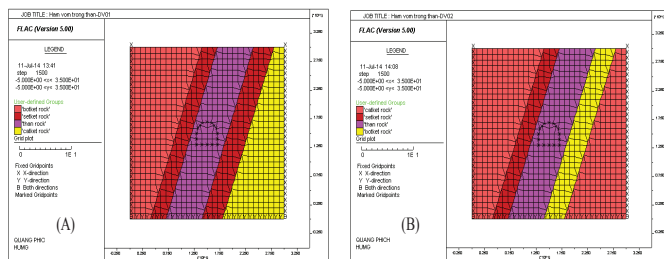
Trong khối đá trầm tích thường xuất hiện các lớp đá khác nhau, với trật tự phân bố đa dạng. Các lời giải giải tích thường cho các quy luật tổng quát với giả thiết khối đá là đồng nhất, đẳng hướng. Một số lời giải cho môi trường đồng nhất dị hướng cũng đã được chú ý, song do tính phức tạp nên còn chưa được áp dụng nhiều vào thực tế. Trong khi đó, bằng các phương pháp số, như phần mềm FLAC 2D đã có thể giải được các bài toán biên, chú ý được tính phân lớp của khối đá.

Mô hình khảo sát được xây dựng cho trường hợp khối đá, bao gồm các lớp đá cát kết, bột kết, sét kết và than nằm dốc nghiêng với các tham số cơ học như trong bảng 1. Kết quả nghiên cứu sẽ cho thấy ảnh hưởng của trật tự phân bố các lớp đến các hiện tượng biến đổi cơ học.

Bảng 1. Dữ liệu về tính chất cơ học của các lớp đá trong khối đá phân lớp.

Loại đá	Mật độ ρ (g/cm ³)	Lực dính kết C (MPa)	Góc ma sát trong ϕ (độ)	Mô đun nén thể tích K (GPa)	Mô đun trượt G (GPa)
Cát kết	2,61	1,00	40	11,60	8,70
Than	1,30	0,01	35	2,60	1,30
Bột kết	2,50	1,00	25	10,00	7,00
Sét kết	2,60	0,10	30	9,60	2,70

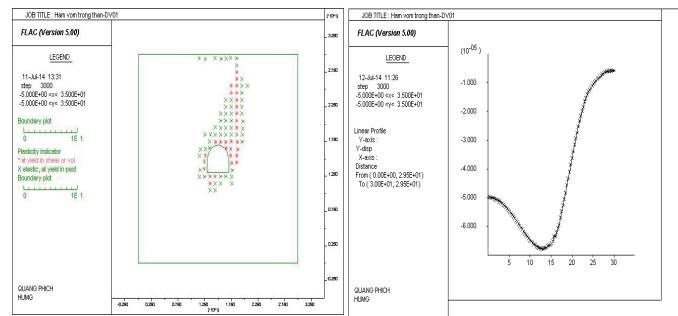
Hai chương trình tính được lập với trật tự các lớp trong khối đá khác nhau, cụ thể là: trường hợp 1, từ trên xuống (trái qua phải) là các lớp bột kết - sét kết - than - sét kết - cát kết; trường hợp 2, từ trên xuống (trái qua phải) là các lớp cát kết - sét kết - than - bột kết - cát kết. Đường hầm có dạng tường thẳng vòm bán nguyệt (cao 2 m và rộng 2 m), được đào trong than, đỉnh lò cách bề mặt trên của các lớp đá cứng là 12 m. Miền nghiên cứu có kích thước 30x30 m, đủ lớn so với kích thước của công trình ngầm. Các mô hình phân tích được thể hiện trên hình 2.



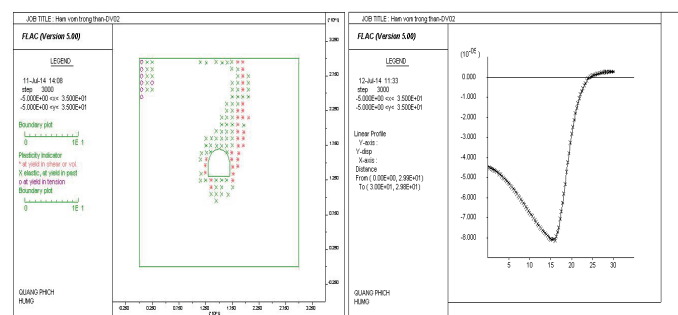
Hình 2. Hai mô hình mô phỏng khối đá phân lớp với trật tự các lớp đá khác nhau: (A) bột kết, sét kết, than, sét kết, cát kết; (B) cát kết, sét kết, than, bột kết, cát kết.

Kết quả phân tích, mô phỏng cho các thông tin đầy đủ về các quy luật biến đổi cơ học xảy ra trong khối đá xung quanh đường hầm, bao gồm các quy luật về phân bố ứng suất, dịch chuyển, biến dạng và sự hình thành các vùng phá hủy. Trên các hình 3 và 4 là các kết quả minh họa vùng phá hủy (vùng với các gạch chéo) và biểu đồ lún trên mặt khối đá cứng phía trên đường hầm. Biểu đồ lún biểu thị mối quan hệ giữa độ lún kể từ mặt đất, có giá trị âm (-) và tọa độ theo phương ngang của miền nghiên cứu, kể từ trái qua phải, với đơn vị đo bằng mét (m).

Các kết quả nhận được cho thấy, vùng phá hủy dịch chuyển trong khối đá xung quanh các đường hầm không có tính đối xứng. Vùng phá hủy đều phát triển chủ yếu trong lớp than và lan cho đến bề mặt của khối đá rắn cứng. So sánh cho thấy ở trường hợp 2 vùng phá hủy phát triển rộng hơn. Độ lún (đo bằng m) trên bề mặt trong trường hợp 2 cũng có biên độ lớn hơn, mặc dù quy luật định tính là như nhau.



Hình 3. Vùng phá hủy xung quanh đường lò và biểu đồ đường cong lún trên mặt đất, khi trật tự lớp là: bột kết, sét kết, than, sét kết, cát kết.



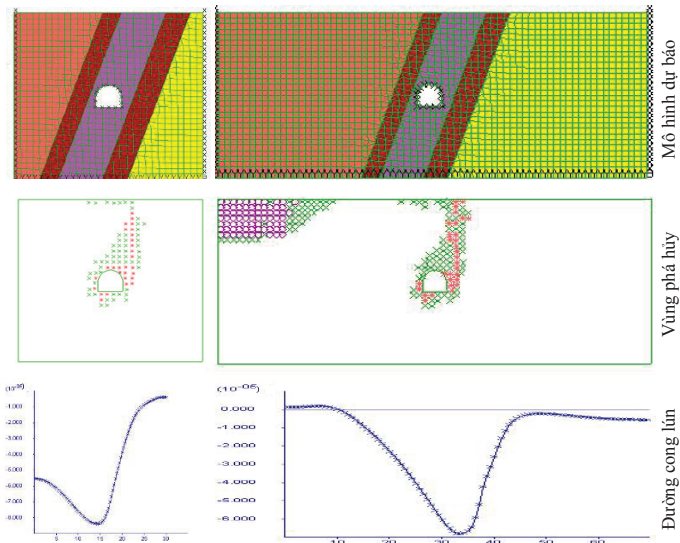
Hình 4. Vùng phá hủy xung quanh đường hầm và biểu đồ lún trên mặt đất, khi trật tự lớp là: cát kết, sét kết, than, bột kết, cát kết.

Từ các kết quả nhận được có thể rút ra các nhận xét sau: khi khối đá có cấu trúc phân lớp, mọi quy luật về phân bố ứng suất, dịch chuyển và sự hình thành các vùng phá hủy phụ thuộc vào sự phân bố của các lớp trong khối đá, vì vậy cần thận trọng khi áp dụng các quy luật nhận được bằng lời giải giải tích đơn giản. Qua hai mô hình khảo sát nhận thấy: ở mô hình thứ 2, các quá trình dịch chuyển, biến dạng đạt các giá trị tương đối lớn hơn, mặt dù ở mô hình 2 có cả hai lớp cát kết cứng vững trong đá trụ và đá vách; sự biến động về vị trí của các lớp rõ ràng ảnh hưởng đến các quá trình phân bố ứng suất, dịch chuyển trong khối đá; vùng phá hủy trong trường hợp sau phát triển mạnh hơn.

Ảnh hưởng của kích thước miền nghiên cứu

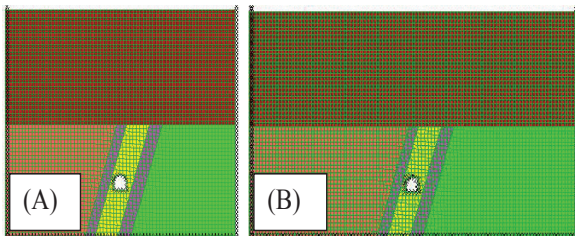
Xuất phát từ kết quả nhận được về đường cong lún trên hình 5 và 6 cho thấy cần thiết phải tăng kích thước ngang của miền nghiên cứu. Mô hình dự báo được khảo sát có cùng các điều kiện địa chất, địa cơ học như ở mô hình 1 (bột kết, sét kết, than, sét kết, cát kết) nhưng với miền nghiên cứu được nói rộng, cụ thể có kích thước 70x30 m (rộngxcao). Các kết quả nhận được, so sánh với trường hợp miền nghiên cứu có kích thước 30x30m, thể hiện trên hình 5.

Như vậy, khi kích thước vùng nghiên cứu được chọn khá nhỏ, sẽ không thể phân tích, dự báo được hết các vùng lún sụt và phá hủy trong khối đá.



Hình 5. Mô hình và kết quả dự báo phá hủy, lún sụt với kích thước miền nghiên cứu 30x30 m (bên trái) và 70x30 m (bên phải).

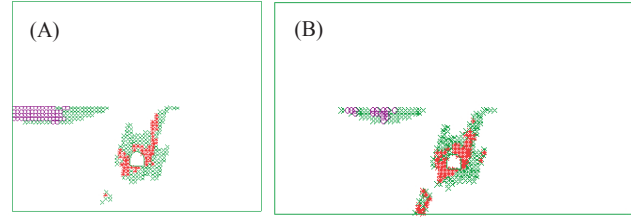
Trong thực tế, phía trên khối đá rắn cứng có thể tồn tại lớp đất đá phủ, gây thêm áp lực lên bề mặt khối đá rắn cứng. Để thấy được ảnh hưởng của lớp phủ, hai mô hình dự báo được khảo sát có lớp phủ dày 30 m như trên hình 6, với kích thước của miền nghiên cứu là (A) 70x60 m và (B) 100x60 m. Lớp phủ có các tham số vật lý, cơ học là mật độ 2.000 kg/m^3 ; mô đun nén thể tích $K=33.333.10^6 \text{ Pa}$; mô đun trượt $G=20.10^6 \text{ Pa}$; góc ma sát trong $\varphi=30^\circ$ và lực dính kết $c=50.10^3 \text{ Pa}$.



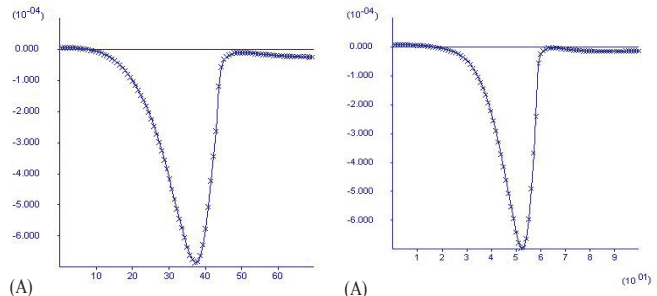
Hình 6. Mô hình đường hầm trong khối đá phân lớp có lớp phủ dày 30 m.

Kết quả mô phỏng cho thấy, quy mô các vùng phá hủy trên hình 7 và các đường cong lún sụt trên biên ranh giới giữa vùng đá rắn cứng và lớp phủ (A-phía trên) và trên mặt đất (B-phía dưới) trên hình 8.

Kết quả nhận được cho thấy rằng khi tăng chiều rộng miền nghiên cứu đến 100 m, mới nhận được thông tin về toàn bộ vùng phá hủy gần ranh giới giữa lớp đá rắn cứng và lớp phủ; đường cong lún sụt nhận được trên mặt đất cũng gần đầy đủ hơn.

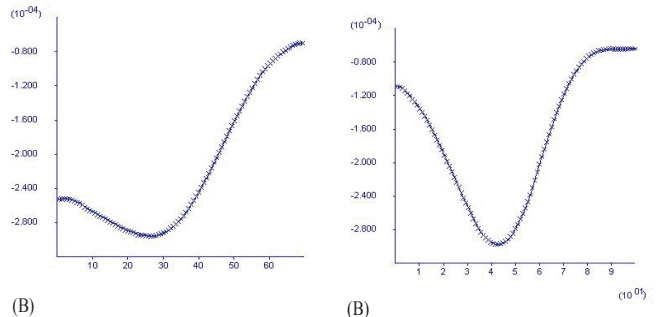


Hình 7. Vùng phá hủy trong khối đá, tương ứng với miền nghiên cứu rộng (A) 70 m và (B) 100 m.



Biểu đồ lún trên mặt ranh giới vùng đá rắn cứng phân lớp với tầng phủ khi kích thước vùng khảo sát là 70x60 m.

Biểu đồ lún trên mặt ranh giới vùng đá rắn cứng phân lớp với tầng phủ khi kích thước vùng khảo sát là 100x60 m.

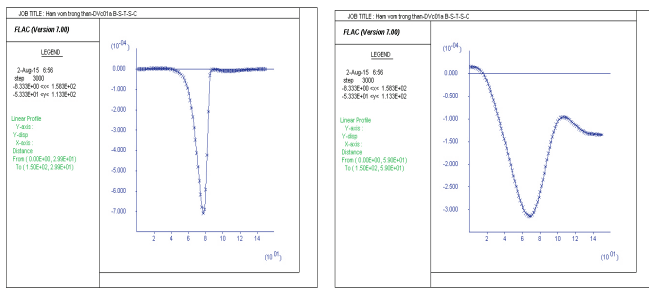


Biểu đồ lún trên mặt đất khi kích thước vùng khảo sát là 70x60 m.

Biểu đồ lún trên mặt đất khi kích thước vùng khảo sát là 100x60 m.

Hình 8. Hình dạng các biểu đồ lún sụt: (A) trên mặt ranh giới giữa khối đá rắn cứng với tầng phủ và (B) trên mặt đất với kích thước miền nghiên cứu khác nhau (các kích thước đo bằng m).

Tiếp tục mở rộng miền khảo sát đến kích thước 150x60 m nhận được các biểu đồ lún sụt như trên hình 9. Kết quả cho thấy, đường cong lún trên ranh giới giữa khối đá rắn cứng và tầng phủ hầu như không có sự khác biệt so với trường hợp vùng khảo sát có kích thước là 100x60, tuy nhiên có được đường cong lún trên mặt đất đầy đủ hơn. Hình 9 cho thấy, trong khi phía bên trái có vùng bị đẩy trôi tương đối, thì phía bên phải lún sụt xảy ra mạnh hơn. Nguyên nhân chính trong trường hợp này là có lớp bột kết mềm hơn nằm phía bên phải. Đương nhiên, khi cả hai phía trái và phải lại có các lớp đá rắn và mềm xen kẽ, chắc chắn lún sụt xảy ra sẽ còn phức tạp hơn.



Lún sụt trên mặt ranh giới khối đá rắn cứng và tầng phủ. Lún sụt trên mặt đất.

Hình 9. Biểu đồ lún sụt khi kích thước miền khảo sát là 150x60 m.

Ảnh hưởng của việc lựa chọn, thay thế điều kiện biên

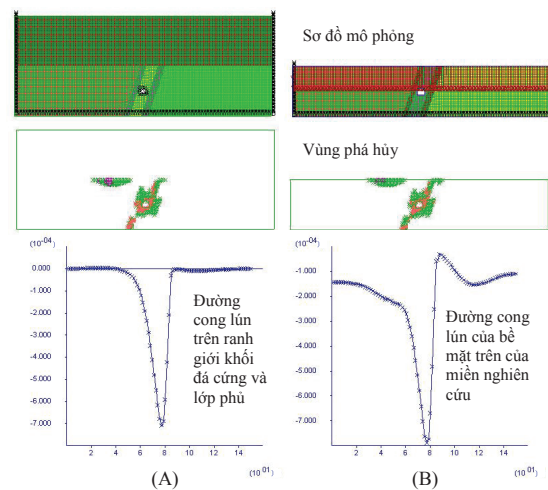
Thông thường, khi công trình ngầm nằm sâu, để nghiên cứu các quy luật biến đổi cơ học trong khối đá xung quanh khoảng trống ngầm, cũng như phân tích tại biến địa chất - kỹ thuật, có thể chỉ khảo sát một vùng với kích thước “đủ lớn”, đồng thời thay thế lớp đất đá phía trên bằng giá trị áp lực tác dụng tại mặt biên trên của miền nghiên cứu.

Để đánh giá ảnh hưởng của cách xây dựng mô hình với các điều kiện biên được chọn, mô hình được lập để khảo sát khối đá rắn cứng phân lớp, có lớp đất đá phủ dày 30 m, theo hai sơ đồ: khảo sát toàn bộ khối đá với kích thước vùng khảo sát 150x60 m, nghĩa là có cả lớp hay tầng phủ; khảo sát vùng khối đá đến biên ranh giới giữa khối đá cứng phân lớp và tầng phủ, tầng phủ với mật độ bằng 2.10^3 kg/m^3 được thay thế bằng áp lực thẳng đứng, giá trị bằng 0,6 MPa.

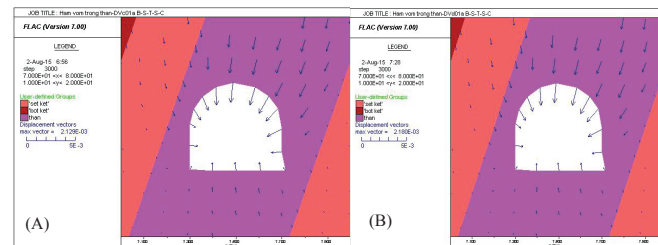
Sơ đồ tính và các kết quả so sánh vùng phá hủy và đường cong lún sụt trên ranh giới giữa lớp đá rắn cứng và lớp phủ được thể hiện trên hình 10.

Có thể nhận thấy, hai mô hình cho kết quả về vùng phá hủy hay biến dạng dẻo trong khối đá có thể xem là gần như nhau, trong khi đó, độ lún trên biên trên của vùng khối đá phân lớp theo sơ đồ có cả tầng phủ cho giá trị nhỏ hơn và phân bố trên mặt đều hơn so với trường hợp thay thế lớp phủ bằng áp lực ở biên trên. Điều này có thể giải thích là cách tính ở mô hình sau mang tính cường bức về tải trọng (cơ chế cứng), còn ở mô hình có cả vùng đất phủ thì trong quá trình lún sụt, cũng sẽ có sự phân bố lại ứng suất ngay trong tầng phủ và trên biên ranh giới giữa khối đá rắn cứng và lớp phủ, tạo nên phân bố biến dạng đều hơn.

Dịch chuyển lệch trên biên đường hầm (đường lò) có quy luật định tính như nhau, nhưng độ dịch chuyển tuyệt đối lớn nhất $u_{\max}$ có chênh lệch nhất định, cụ thể ở mô hình có cả lớp phủ $u_{\max} = 2,12.10^{-3} \text{ m}$ và ở mô hình thay thế bằng áp lực theo phương thẳng đứng có $u_{\max} = 2,180.10^{-3} \text{ m}$, thể hiện trên hình 11. Ngoài ra, kết quả nhận được cũng cho thấy ảnh hưởng rất rõ của tính phân lớp và góc cắm của lớp đến dịch chuyển lệch trên biên của đường hầm, cũng đồng thời



Hình 10. So sánh kết quả mô phỏng của mô hình có lớp phủ (A) với mô hình thay thế lớp phủ bằng áp lực thẳng đứng (B).



Hình 11. Quy luật dịch chuyển trên biên hầm của mô hình có lớp phủ (A) và mô hình thay thế bằng áp lực thẳng đứng (B).

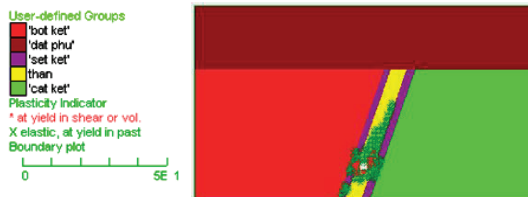
là nguyên nhân gây áp lực lệch lên kết cấu chống. Áp lực lệch thường là một trong những nguyên nhân chính gây phá hủy các kết cấu chống.

Ảnh hưởng của khoảng cách giữa đường hầm và mặt ranh giới giữa khối đá rắn cứng với lớp phủ

Trong các mô hình phân tích cho kết quả trên hình 5 và 6, đường hầm được bố trí cách bề mặt ranh giới giữa khối đá rắn cứng phân lớp và tầng phủ là 13 m, cho thấy vùng phá hủy xung quanh hầm phát triển cho đến ranh giới này, nghĩa là vùng phá hủy sẽ liên thông với tầng phủ. Khi tầng phủ là lớp đá rời (dắt), thì với thời gian, nếu đường hầm không được chống giữ tốt, sẽ có thể xảy ra sụt lún đến mặt đất, đặc biệt là khi có mưa, một yếu tố tác động của thiên nhiên, gây hiện tượng xói mòn trong lớp đất phủ. Hiện tượng này có thể xảy ra chậm theo thời gian và dẫn đến các sự cố lún sụt bất ngờ, vẫn được gọi là các “hố tử thần”.

Rõ ràng, khi bố trí đường hầm sâu hơn, vùng phá hủy có thể phát triển lớn hơn, do các thành phần ứng suất có thể lớn hơn, nhưng nếu vùng phá hủy không phát triển đến ranh giới của lớp đá rắn cứng và lớp phủ, sụt lún đến mặt đất sẽ không bị xảy ra. Trên hình 12 cho thấy, vùng phá hủy, khi

đường hầm được bố trí cách ranh giới giữa khối đá cứng và lớp phủ mềm yếu là 43 m. Nghĩa là để phòng tránh sụt lở đến mặt đất cần phân tích với các bài toán biên khác nhau, để có thể lựa chọn khoảng cách hợp lý giữa đường hầm và lớp đất phủ.



Hình 12. Vùng phá hủy khi đường hầm cách mặt ranh giới giữa khối đá rắn cứng và lớp phủ 43 m.

Kết luận

Từ các kết quả mô phỏng với mô hình khối đá phân lớp, có các lớp được coi là đồng nhất liên khối cho thấy, thể nằm và trật tự sắp xếp của các lớp đá trong khối đá, việc lựa chọn điều kiện biên, lựa chọn kích thước của vùng hay miền nghiên cứu có ảnh hưởng lớn đến kết quả phân tích về sự hình thành và quy mô biến đổi của các hiện tượng cơ học.

Để có thể có được kết quả dự báo hợp lý, người xây dựng chương trình dự báo cần phải tiến hành công tác mô phỏng với các mô hình tính có các kích thước miền nghiên cứu khác nhau, các dạng điều kiện biên khác nhau, có nghĩa là phải tiến hành với các phép thử thận trọng. Trên cơ sở đó mới có thể cho phép có được nhận định tổng thể về dạng và quy mô của các vùng phá hủy trong khối đất đá, mức độ lún sụt trên mặt đất, cũng được gọi là các tai biến địa chất - kỹ thuật trong khối đá, khi khối đá có các cấu trúc phân lớp, nhận được từ các tài liệu khảo sát thăm dò địa chất.

Trong trường hợp khối đất đá có lớp phủ khá dày, công trình nằm sâu, bài toán được phân tích không thể cho kết quả định lượng chính xác nếu kích thước vùng nghiên cứu quá lớn. Khi đó, có thể khảo sát miền đủ lớn để có được kết quả định tính cần thiết ban đầu. Tiếp theo, cần dựa vào kết quả nhận được của bài toán định tính để giải, phân tích các bài toán biên với kích thước nhỏ hơn. Các điều kiện biên cho các biên của bài toán có miền nghiên cứu kích thước nhỏ được lấy từ kết quả phân tích trên các lát cắt tương

ứng từ bài toán biên có kích thước lớn. Đương nhiên, nếu có các máy tính cấu hình mạnh và bộ nhớ lớn có thể nhận được kết quả khá dễ về định lượng cho các bài toán có miền nghiên cứu đủ lớn. Mặt khác, cũng có thể sử dụng mô hình kết hợp hay tích hợp (hybrid method) giữa phương pháp phần tử biên (BEM-Boundary Element Method) và phương pháp khác, như phương pháp sai phân hữu hạn (FDM-Finite Difference Method) ở phần mềm FLAC 2D, hoặc phương pháp phần tử hữu hạn (FEM-Finite Element Method).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Quang Phích (2007), *Cơ học đá*, Nxb Xây dựng, Hà Nội.
- [2] Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Văn Mạnh, Đỗ Ngọc Anh (2007), *Phương pháp số - chương trình Plaxis 3D và UDEC*, Nxb Xây dựng, Hà Nội.
- [3] С.Г. Лехницкий (1950), *Теория упругости анизотропного тела*, М.Л.:ГИТЛ.
- [4] К.В. Руппенейт (1975), *Деформируемость трещиноватых горных пород*, М.: Недра.
- [5] A.N. Vlasov, V.V. Merzlyakov (1993), *Deformability parameters of stratified and jointed rock*, Safety and environmental issues in rock engineering, Eurorock 93, Lisboa, Portugal.
- [6] Y. Hatzor, and R.E. Goodman (1992), *Application of block theory and the critical key block concept in tunneling; two case histories*, Lake Tahoe, California, pp.632-639.
- [7] T. Belytschko, et al. (1996), *Meshless Methods-An Overview and Recent Developments*, Northwestern University.
- [8] P. Jia, C.A. Tang (2008), "Numerical study on failure mechanism of tunnel in jointed rock mass", *Tunnelling and Underground Space Technology*, **23**, pp.500-507.
- [9] T. Solak, W. Schubert (2005), *Evaluation of the influence of the rock mass structure on the deformation behavior of tunnels*, Taylor & Francis Group, London, ISBN 04 1537-4529.
- [10] C.W. Boon (2013), *Distinct Element Modelling of Jointed Rock Masses: Algorithms and Their Verification*, A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy at the University of Oxford.
- [11] B. Sainsbury, M. Pierce and D. Mas Ivars (2008), *Simulation of rock mass strength anisotropy and scale effects using a Ubiquitous Joint Rock Mass (UJRM) model*, Proceedings First International FLAC/DEM Symposium on Numerical Modelling, Itasca.

Giải pháp xả bùn cát bằng cửa phai giữa dòng chính, ứng dụng cho công trình đập dâng vùng Tây Bắc

Nguyễn Chí Thanh*, Nguyễn Huy Vượng, Trần Văn Quang, Vũ Lê Minh

Viện Thủy công, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Ngày nhận bài 20/4/2018; ngày chuyển phản biện 24/4/2018; ngày nhận phản biện 14/6/2018; ngày chấp nhận đăng 20/6/2018

Tóm tắt:

Đập dâng là loại hình công trình phổ biến phục vụ nhu cầu nước tưới tiêu và sinh hoạt tại vùng Tây Bắc. Mặc dù sự bồi lắng bùn cát đã được tính toán trong giai đoạn thiết kế, nhưng do nhiều nguyên nhân nên vẫn không được giải quyết hiệu quả, ảnh hưởng lớn đến sự hoạt động của các công trình đập dâng, đặc biệt là với các đập dâng loại vừa và nhỏ. Trên cơ sở phân tích các tồn tại trong công tác thiết kế và quản lý các công trình đập dâng vùng Tây Bắc hiện nay, nhóm tác giả giới thiệu sơ đồ công nghệ của giải pháp sử dụng cửa phai xả bùn cát ở dòng chính, trình bày các bước tính toán bùn cát, tải trọng và đề xuất hình thức bố trí kết cấu.

Từ khóa: bồi lắng, cửa phai, đập dâng, Tây Bắc.

Chỉ số phân loại: 2.1

Đặt vấn đề

Do điều kiện tự nhiên của vùng đồi núi phía Bắc có đất canh tác hẹp, phân tán, mật độ sông suối lớn, khe suối ngắn và dốc, địa hình bị chia cắt, nên đập dâng là loại hình công trình khá phổ biến. Theo thống kê của Vũ Đình Hùng [1], loại hình này chiếm khoảng 70÷80% tổng lượng công trình thủy lợi. Một số tỉnh thống kê được như Sơn La có tổng số 493 công trình thủy lợi, trong đó có 399 công trình là đập dâng, phai; Yên Bái có tổng số 887 công trình thủy lợi, trong đó có 720 đập dâng, phai.

Hiện tượng bồi lắng của đập dâng khu vực Tây Bắc đang là vấn đề gây ra rất nhiều ảnh hưởng đến hoạt động của công trình, nhất là các đập dâng có chiều cao đập thấp (<2 m). Theo thống kê, có tới hơn 80% số đập dâng nhỏ đã bị bồi lắng, quá trình bồi lắng gây ra sự suy giảm năng lực cấp nước của đập dâng. Nhiều nơi chiều dày tầng bồi lắng đã vượt ngưỡng cống lấy nước, làm cho cống không còn hoạt động được, thậm chí có những đập lượng bồi lắng đã chiếm chỗ và lấp đầy khu vực cống xả bùn cát của đập. Thực tế bồi lấp thượng lưu đập dâng diễn hình như hình 1.

Mặc dù việc thiết kế và thi công các công trình đã được nghiệm thu nhưng do các yếu tố khách quan (điều kiện khí hậu thay đổi, canh tác, chặt phá rừng đầu nguồn...) cũng như nguyên nhân chủ quan (lựa chọn tính toán, đặt vị trí cống xả bùn cát, quản lý vận hành, và không đủ tài liệu phục vụ tính toán...) dẫn đến hiện tượng bồi lấp đập dâng đang xảy ra phổ biến hiện nay.



Hình 1. Bồi lấp đầu mối đập dâng công trình.

Để có thể khắc phục được hiện tượng bồi lấp đập dâng, ngoài các giải pháp công trình khác, cần nghiên cứu tính toán sử dụng công trình có cửa phai xả bùn cát ở giữa dòng chính nhằm tránh hiện tượng bồi lấp cửa lấy nước, làm cho công trình không phát huy được hiệu quả như thiết kế ban đầu trong công tác thiết kế mới cũng như sửa chữa nâng cấp đập dâng.

Cơ sở khoa học

Đặc điểm địa hình và địa chất lòng suối khu vực Tây Bắc

Địa hình lòng suối khu vực Tây Bắc thường có dạng chữ U, độ dốc hai bên sườn núi rất dốc, thường từ 10÷40°, thậm chí có khu vực 50÷60°. Độ dốc dọc lòng suối lớn thay đổi từ 10-25%, thậm chí nhiều nơi đến trên 30%. Chính vì độ dốc dọc suối lớn dẫn đến lượng bùn cát tập trung dẫn về

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

A solution to flush sediment by penstocks in main stream, applying for groundwater dams in the Northwest Vietnam

Chi Thanh Nguyen*, Huy Vuong Nguyen,
Van Quang Tran, Le Minh Vu

Hydraulic Construction Institute,
Vietnam Academy for Water Resources

Received 20 April 2018; accepted 20 June 2018

Abstract:

To meet the water demand for the Northwest area, the groundwater is an effective solution. Even though the sedimentation has been well considered during the design process, this issue has not been effectively solved in reality. It has strong effects on groundwater dams operation, especially for small and moderate dams. By analysing the drawbacks of the current design and management procedure of groundwater dams, we introduce a new method of using penstocks in main stream, present the procedures to determine and calculate the effective load and amount of sediments, and then propose the structure of penstock system.

Keywords: groundwater dam, Northwest Vietnam, penstock, sedimentation.

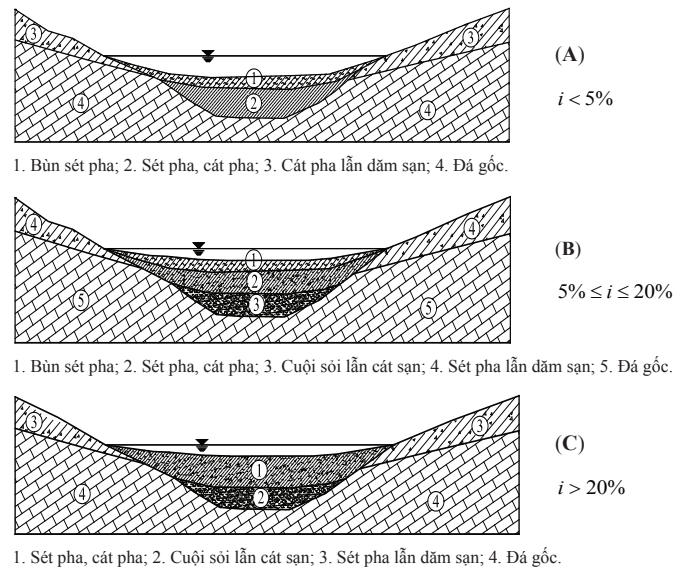
Classification number: 2.1

đập nhanh.

Cấu trúc bồi tích lòng suối thường cấu tạo bởi một lớp cát cuội sỏi phía trên, phía dưới là đá gốc hoặc là lớp tàn tích phong hóa từ đá gốc. Tùy theo đặc điểm địa hình, địa mạo và địa chất tầng phủ, có thể phân chia lớp bồi tích thành các dạng vật liệu bồi tích khác nhau như hình 2.

Các tồn tại gây nên bồi lắng đập dâng hiện nay

Mặc dù cống xả bùn cát là một hạng mục quan trọng cấu thành nên sự vận hành an toàn và hiệu quả của công trình, nhưng hiện nay do nhiều nguyên nhân khác nhau dẫn đến hiện tượng các công trình bị bồi lấp chỉ sau một vài năm vận hành, không phát huy hết hiệu quả theo thiết kế. Có thể đánh giá tồn tại này qua các nguyên nhân chủ yếu sau:



Hình 2. Các kiểu cấu trúc bồi tích lòng suối điển hình khu vực Tây Bắc với các độ dốc i khác nhau.

Tồn tại trong công tác thiết kế:

- Đối với đập cao, nhiều nhà thiết kế có quan điểm cố gắng giảm thiểu các thiết bị bên trong thân đập và càng giảm bao nhiêu thì càng an toàn bấy nhiêu.
- Mặc dù việc bố trí cống xả bùn cát có tác dụng xả bớt lũ và bùn cát nhưng qua điều tra khảo sát các đập dâng cho thấy, có đến 60% số đập không thiết kế cống xả bùn cát.
- Việc thiết kế cống xả cát không hợp lý dẫn đến khi bùn cát đổ về cống không phát huy được hiệu quả.

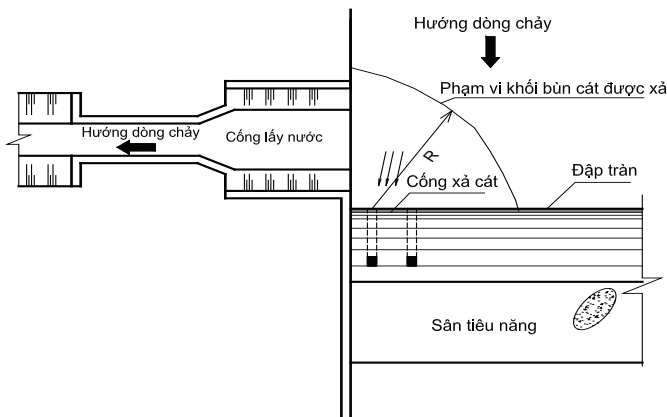
Tồn tại trong quản lý vận hành:

- Tồn tại lớn nhất là việc quản lý vận hành đa phần giao cho các địa phương tự quản lý, dẫn đến không có cán bộ kỹ thuật chuyên trách đảm nhận.
- Công trình do Nhà nước đầu tư xây dựng cho người dân hưởng lợi, do đó người dân không đóng tiền để duy tu bảo dưỡng công trình.

Nhiều đập dâng nằm ở xa khu dân cư, đường đi lên đầu mối khó khăn, do đó công tác vận động người hưởng lợi đi lên nạo vét và vệ sinh công trình là không thể thực hiện được.

Tồn tại trong tính toán xả bùn cát:

Phạm vi xói rửa bùn cát (hình 3) thường được tính toán trong một vùng nhất định, sau đó mới thiết kế cống lấy nước bố trí trong phạm vi xói rửa đó. Phạm vi xói rửa được tính theo công thức kinh nghiệm sau:



Hình 3. Phạm vi xói rửa bùn cát R.

$$R = \frac{2Q}{\pi H V_x} + H \cotg \varphi \quad (1)$$

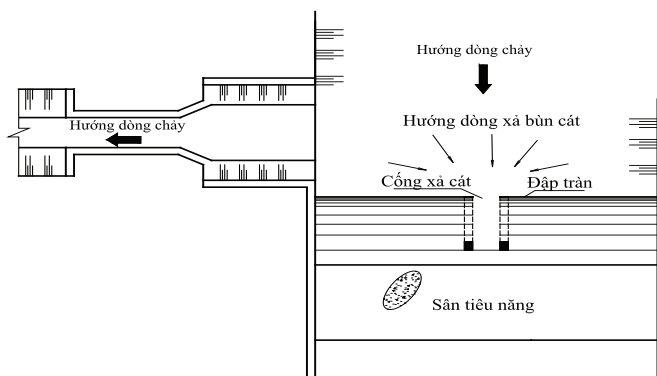
Trong công thức (1), chúng ta thấy, phạm vi xói rửa bùn cát phụ thuộc vào Q (lưu lượng qua cổng xả), H (chiều sâu nước thượng lưu đến đáy cổng xả cát) và V (vận tốc cho phép không xói của hạt bùn cát), φ (góc ma sát trong của bùn cát lắng đọng trước cổng). Như vậy, chỉ cần giá trị H, V, φ thay đổi thì năng lực làm việc của cổng xả cát sẽ không đảm bảo nữa.

Theo thực tế dòng chảy lũ thì lượng bùn cát thường lắng đọng chủ yếu vào giai đoạn cuối của đợt lũ. Lúc đó vận tốc dòng chảy giảm, làm cho lượng bùn cát lắng đọng và trôi nổi không đến được vị trí cổng xả mà bồi lấp dần phía thượng lưu và xung quanh phạm vi xói rửa. Theo thời gian, nó sẽ lấp đầy dần vùng trước đập dâng dẫn đến các thông số tính toán ban đầu không còn phù hợp nữa.

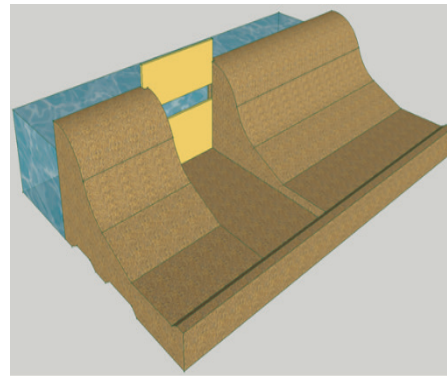
Giải pháp nghiên cứu

Sơ đồ công nghệ của giải pháp

Giải pháp áp dụng thích hợp cho các đập dâng kết cấu bê tông, bê tông cốt thép vừa và nhỏ. Bố trí mặt bằng và bố trí không gian của giải pháp được minh họa như trong hình 4 và 5.



Hình 4. Mặt bằng giải pháp của phai xả bùn cát giữa dòng chính.



Hình 5. Bố trí không gian giải pháp của phai xả bùn cát giữa dòng chính.

Tính toán lượng bùn cát chảy về công trình

Tính toán lưu lượng bùn cát: cho đến nay, Việt Nam vẫn chưa có quy định hướng dẫn tính toán dòng chảy bùn cát và bồi lắng hồ chứa. Kết quả tính toán thường sai khác nhiều so với thực tế xảy ra trong quá trình vận hành. Theo Phạm Đình và Hồ Việt Cường (2014) [2], nguyên nhân sự sai khác này là do: 1. Việc tính toán do thiếu nguồn tài liệu nên lượng bùn cát đi đẩy được lấy bằng 20÷40% lượng bùn cát lơ lửng; 2. Phương pháp tính toán chưa xét hết các yếu tố ảnh hưởng đến lượng bùn cát vào ra và quá trình bồi lắng. Hiện nay, chúng ta thường sử dụng các phương pháp sau để xác định lượng bùn cát bồi lắng:

- Tính toán lưu lượng bùn cát như một hàm của lực kéo:

$$q_s = 10 \frac{\rho}{\rho_s - \rho} q I \frac{\tau_0 - \tau_{0C}}{\tau_{0C}} \quad (2)$$

trong đó: ρ , ρ_s lần lượt là khối lượng riêng của nước và của bùn cát; I là độ dốc mặt nước; q là lưu lượng đơn vị trên một thủy trực; τ_0 , τ_{0C} lần lượt là ứng suất đáy và ứng suất bùn cát lúc bắt đầu chuyển động.

- Tính toán lưu lượng bùn cát như một hàm của vận tốc dòng chảy:

$$q_s = n \left(\frac{U}{U_0} \right)^3 \left(\frac{d}{h} \right)^{n_1} (1 - \varepsilon) d (U - U_0) \quad (3)$$

trong đó: n, n_1 - hệ số thực nghiệm; ε - hệ số rỗng của lớp bùn cát đáy; U_0 - vận tốc không xói; U - vận tốc trung bình trên một thủy trực; h - độ sâu trung bình của mặt cắt; d - đường kính hạt.

Khi $d > 0,5 \div 1,0$ mm và $\frac{d}{h} > 2 \cdot 10^{-4}$, lưu lượng bùn cát có thể tính toán theo công thức Levi (1948) [3]:

$$q_s = 7.6 \cdot 10^{-4} \left(\frac{U}{\sqrt{9.81d}} \right) d (U - U_0) \left(\frac{d}{h} \right)^{0.25} \quad (4)$$

Khi $\frac{d}{h} < 5 \cdot 10^{-4}$, lưu lượng bùn cát được tính theo công thức Grixahin:

$$q_s = 0.015 \left(\frac{U}{U_0} \right) d (U - U_0) \quad (5)$$

• Tính lưu lượng bùn cát theo quan điểm xác suất: được đề xuất bởi Einstein (1950) [4]:

$$q_s = \frac{2.17}{f(\varphi) - 1} \quad (6)$$

trong đó: $f(\varphi)$ - xác suất di chuyển bùn cát, theo thực nghiệm $f(\varphi) = e^{0.39\varphi}$ (φ - hệ số ổn định của bùn cát).

Tính toán lượng bùn cát bồi lắng: công thức vận chuyển bùn cát tổng được đề xuất bởi Engelund và Hansen (1967) [5], Ackers và White (1973) [6], White và cs (1975) [7], Van Rijn (1993) [8] chủ yếu có dạng quan hệ giữa thông số vận chuyển bùn cát ψ và thông số dòng θ như sau:

$$\psi = f(\theta) \quad (7)$$

Một phương pháp khác đơn giản và được áp dụng phổ biến hiện nay là so sánh thể tích để tính toán bồi lắng. Từ số liệu đo đạc địa hình, tiến hành tính toán chênh lệch dung tích giữa hai lần đo liên tiếp, đó chính là phần bị bồi hay xói trong khoảng thời gian tính toán:

$$\Delta V = V_T - V_S \quad (8)$$

Ngoài ra, lượng bùn cát bồi lắng cũng có thể được xác định dựa trên nguyên lý cân bằng giữa lượng bùn cát vào và ra qua cửa phai:

$$\Delta V = W_{\text{vào}} - W_{\text{giữa}} - W_{\text{ra}} \quad (9)$$

Tính toán phạm vi và thời gian xói rửa bùn cát

• Phạm vi xói rửa (R) được tính theo công thức thực nghiệm (1).

• Thời gian xói rửa bùn cát t_x chính là thời gian cần thiết để xói rửa hết khối bùn cát lắng đọng trước cống trong phạm vi xói rửa R tính theo công thức:

$$t_x = \frac{100W_b}{pQ} \quad (10)$$

trong đó p là hàm lượng bùn cát của dòng xói = 2÷8% và W_b là thể tích bùn cát lắng đọng trước cống, Q là lưu lượng dòng nước.

Tính toán lưu lượng cống xả cát

Cống xả cát được coi như một dạng cống hở để tính toán. Khả năng tháo nước của cống phụ thuộc vào chiều

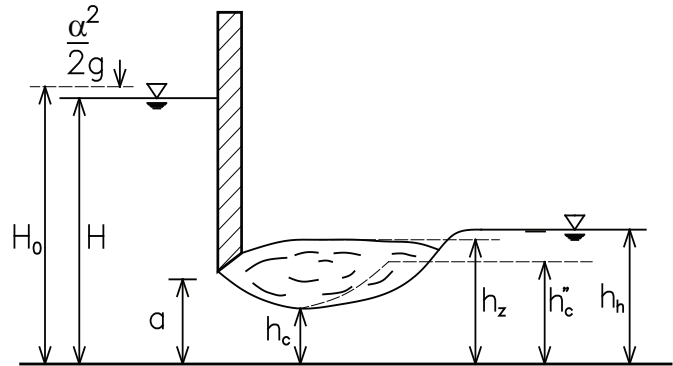
rộng B, dạng ngưỡng, cao trình ngưỡng và chênh lệch mực nước thượng hạ lưu. Ngưỡng cống thường có dạng đập tràn đỉnh rộng. Tùy thuộc vào điều kiện vận hành và tốc độ lắng đọng bùn cát trước cống, có thể chia thành các dạng sau để tính toán:

• Trường hợp chiều dày lớp bồi lắng lớn, dâng cao gần mặt đập: tính theo điều kiện chảy ngập, cửa van xả hoàn toàn.

$$Q = \varphi_0 \varepsilon B h_1 \sqrt{2g(H_0 - h_1)} \quad (11)$$

trong đó h_1 - độ sâu nước trên đỉnh tràn; H_0 - chiều sâu mực nước trước đập; φ_0 - hệ số lưu tốc; B - chiều rộng đỉnh tràn, g là gia tốc trọng trường.

• Trường hợp chiều dày lớp bồi lắng thấp ($H_{\text{bồi lắng}} < 0,5H_{\text{đập}}$): tính toán theo sơ đồ chảy ngập dưới cửa van (hình 6). Trong đó: a - độ mở cửa van; h_c - độ sâu mặt cắt co hẹp; h_c'' - độ sâu liên hiệp với h_c ; h_z - độ sâu mực nước ngập sau cửa van; h_h - độ sâu mực nước hạ lưu.



Hình 6. Sơ đồ tính toán chảy ngập.

Nếu $h_c'' < h_h$ và $h_c < h_z$, nước chảy tiến sát về phía cửa van tạo sự chảy ngập:

$$Q = \varphi \varepsilon B h_c \sqrt{2g(H_0 - h_z)} \quad (12)$$

Nếu $h_c'' < h_h$ và $h_c > h_z$, nước chảy sau cửa van là chảy êm:

$$Q = \varphi \varepsilon B h_c \sqrt{2g(H_0 - h_c)} \quad (13)$$

Các hình thức bố trí kết cấu cửa phai xả bùn cát

Theo phương án truyền thống, cửa phai thường được thiết kế thành một đơn nguyên và có kết cấu dạng thép, bê

tông cốt thép. Chính vì vậy, trọng lượng cửa phai lớn nên thường phải sử dụng máy đóng mở để vận hành. Như thế rất khó bố trí hạng mục cho công trình, độ kín khít trong thi công cần phải kiểm soát nghiêm ngặt. Do đó giải pháp đề xuất của chúng tôi như sau:

Thiết kế cửa phai nhiều lớp: mỗi đơn nguyên cánh phai sẽ chia nhau đảm nhiệm một phần cao trình xả khác nhau và 2 cánh phai hoạt động độc lập nhau; chiều cao mỗi cánh phai nên chọn từ 30-50 cm, sao cho đảm bảo có thể vận hành bằng thủ công.

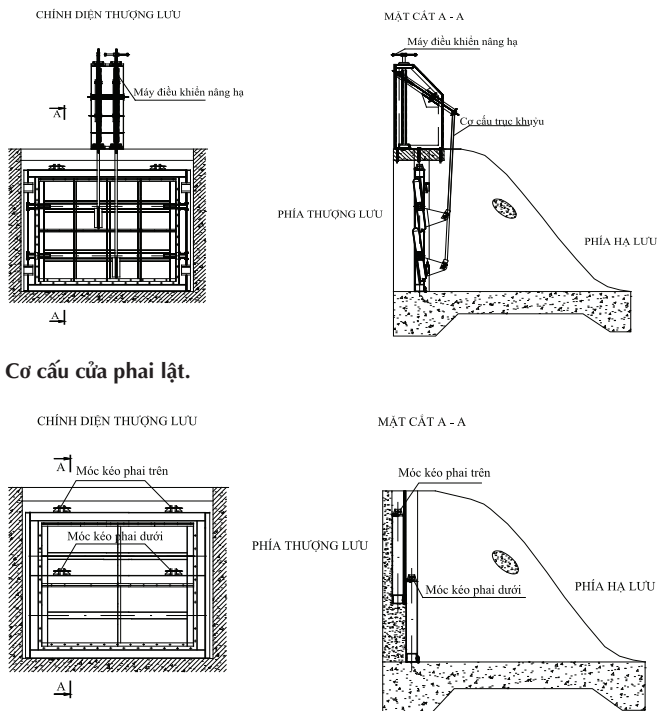
Sử dụng công nghệ vật liệu mới trong công tác thi công cửa phai (dạng vật liệu composite): cửa phai và khe phai bằng vật liệu mới có ưu điểm hơn so với các vật liệu truyền thống (bê tông và thép) như sau:

+ Trọng lượng cửa phai nhỏ hơn, dễ nâng hạ (có thể nhắc bằng thủ công).

+ Khe phai và cửa phai có thể chế tạo sẵn trong xưởng nên kiểm tra được độ kín khít giữa phai và khe phai, có thể mang đến hiện trường lắp ráp luôn, không mất thời gian chờ đợi.

+ Chất liệu composite không bị nước gây oxy hóa như với cửa phai bằng thép nên tuổi thọ công trình kéo dài hơn.

Cửa phai nhiều lớp có thể thiết kế đóng mở bằng cơ cấu lật hoặc nâng hạ theo khe phai thẳng đứng (hình 7).

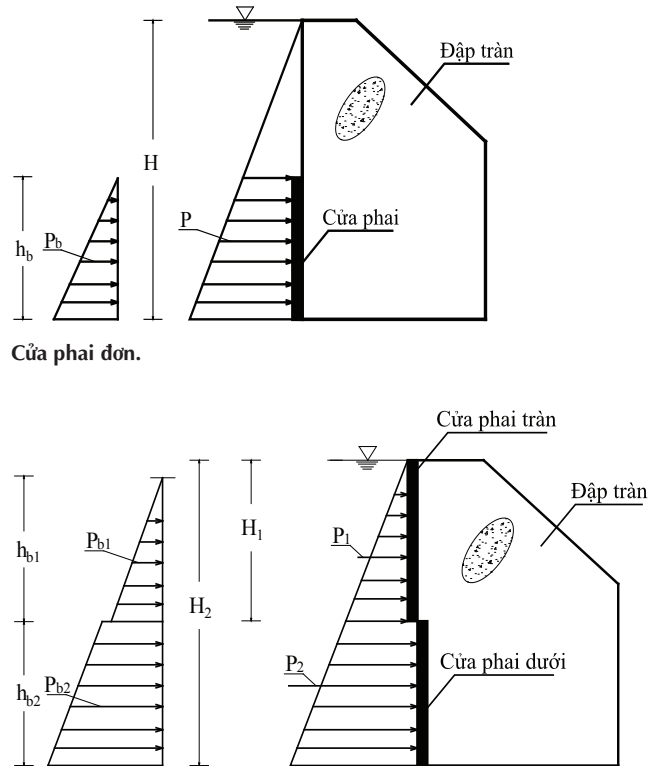


Cơ cấu cửa phai lật.

Cơ cấu cửa phai thẳng đứng.
Hình 7. Kết cấu cửa phai.

Tính toán tải trọng tác dụng lên cửa phai

Tải trọng tác dụng lên cửa phai cống xả bùn cát gồm áp lực thủy tĩnh, thủy động, bùn cát, và lực hút, lực đẩy, lực thấm ở đáy cửa phai khi đóng, mở. Ngoài ra, có lực ma sát, lực tác động của máy đóng mở. Tùy vào tình hình bùn cát lắng đọng trước đập để bố trí cửa phai đơn hoặc cửa phai hai lớp như trong hình 8.



Cửa phai đơn.

Cửa phai hai lớp.

Hình 8. Phân bố áp lực lên cửa phai (cửa van) cống xả cát.

• Áp lực thủy tĩnh và áp lực bùn cát: phân bố như trong hình 8.

• Lực hút do chân không: xuất hiện khi dòng chảy bị tách rời bên dưới cửa phai và phương đi xuống làm tăng lực mở cửa phai. Thành phần lực này được tính theo công thức:

$$P_h = p_{ck} b_c l_c \quad (14)$$

trong đó: p_{ck} - cường độ áp lực chân không; b_c - bề rộng của vật chắn nước tiếp xúc với ngưỡng; l_c - chiều dài chịu tải của vật chắn nước.

• Áp lực thủy động (sinh ra khi mở cửa phai): cường độ và dạng phân bố áp lực thủy động gần bằng áp lực thủy tĩnh. Vì không có tài liệu thí nghiệm nên lấy áp lực thủy động bằng áp lực thủy tĩnh. Lực thủy động tại đáy cửa phai hướng lên trên làm tăng lực đóng cửa phai.

• Áp lực thấm: áp lực nước thấm hướng lên trên tác dụng

lên mặt tiếp xúc của vật chắn nước cửa phai với đáy cống được xác định theo công thức:

$$P_t = \frac{1}{2} \gamma H_t b_c l_c \quad (15)$$

trong đó: H_t - chiều cao cột nước thượng lưu tính đến đáy cửa phai; b_c , l_c - chiều dài và chiều rộng của vật chắn nước; γ - trọng lượng riêng của nước.

Kết luận

Đập dâng là biện pháp công trình phổ biến tại vùng Tây Bắc, đáp ứng nhu cầu sử dụng nước của khu vực. Tuy nhiên sự bồi lắng bùn cát đã làm giảm đáng kể hiệu quả của các công trình đập dâng, đặc biệt là với các loại đập vừa và nhỏ. Bài báo đề xuất biện pháp bố trí cống xả bùn cát giữa dòng chính để giải quyết vấn đề trên. Nhóm tác giả đã phân tích đặc điểm công trình đập dâng khu vực Tây Bắc và các nguyên nhân tồn tại trong vấn đề thiết kế và vận hành để đưa ra các phương pháp tính toán và kết cấu công trình hợp lý.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này thuộc nội dung của Đề tài độc lập cấp quốc gia “Nghiên cứu đề xuất và ứng dụng các giải pháp khoa học, công nghệ phù hợp nâng cao hiệu quả các công

trình đập dâng vùng Tây Bắc” mã số: KHCN-TB.14C/13-18, do Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam chủ trì. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Vũ Đình Hùng (2006), *Đập dâng miền núi phía Bắc*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- [2] Phạm Đình, Hồ Việt Cường (2014), “Xây dựng công thức tính lượng vận chuyển bùn cát sông Hồng và quan hệ hình thái lòng sông giai đoạn 2009-2012”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, **23**, tr.68-72.
- [3] I.I. Levi (1948), *On the non permanent motion in unstable channels*, Troudy Leningradskovo Politechniskov Instituta.
- [4] H.A. Einstein (1950), *The bed-load function for sediment transportation in open channel flows*, 71pp, Citeseer.
- [5] F. Engelund and E. Hansen (1967), *A monograph on sediment transport in alluvial streams*, Technical University of Denmark.
- [6] P. Ackers and W.R. White (1973). “Sediment transport: new approach and analysis”, *Journal of the Hydraulics Division*, **99(11)**, pp.2041-2060.
- [7] W.R. White, et al. (1975), “Sediment transport theories”, *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, **59(2)**, pp.265-292.
- [8] L.C. Van Rijn (1993), *Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal seas*, Aqua publications Amsterdam.

Nghiên cứu xây dựng mô hình thống kê để tối ưu quá trình agglomerat hóa ứng dụng trong hòa tách đồng quặng urani

Trần Thế Định^{1*}, Thân Văn Liên¹, Phạm Văn Thiêm²

¹Viện Công nghệ xạ hiểm, Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam

²Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Ngày nhận bài 4/6/2018; ngày chuyển phản biện 6/6/2018; ngày nhận phản biện 9/7/2018; ngày chấp nhận đăng 16/7/2018

Tóm tắt:

Hòa tách đồng đã được ứng dụng phổ biến để xử lý các loại quặng hàm lượng thấp do chi phí đầu tư và vận hành thấp. Quá trình agglomerat hóa thông thường được áp dụng như một giai đoạn trung gian giữa giai đoạn đập quặng và giai đoạn tạo đồng quặng trước khi tiến hành hòa tách. Các hạt mịn được gắn với các hạt thô hơn hoặc tự liên kết với nhau thành các hạt có kích thước lớn hơn trong quá trình agglomerat hóa. Nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu là xây dựng được mô hình thống kê quá trình agglomerat hóa ứng dụng trong hòa tách đồng quặng urani bán phong hóa vùng Pà Lừa - Pà Ròng nhằm tối ưu hóa giai đoạn agglomerat. Từ kết quả nghiên cứu, các tác giả đã lựa chọn được các thông số thích hợp có ảnh hưởng đến quá trình agglomerat hóa đối với quặng bán phong hóa: chi phí 20 kg H_2SO_4 /tấn quặng, nồng độ H_2SO_4 250 g/l, độ ẩm khối quặng 8%.

Từ khóa: hòa tách đồng, mô hình thống kê, quá trình agglomerat.

Chỉ số phân loại: 2.4

Đặt vấn đề

Thời gian đầu khi đưa phương pháp hòa tách đồng vào vận hành thương mại, tính thấm của dung dịch hòa tách qua đồng quặng đã trở thành vấn đề chính khi quặng chứa một lượng đáng kể các hạt có kích thước nhỏ. Các hạt có kích thước nhỏ có thể chuyển động xuống phía dưới cùng với dung dịch hòa tách hoặc có thể bít kín các lỗ trong quá trình hòa tách đồng, từ đó dẫn tới tính thấm không tốt và làm cho hiệu suất hòa tách đồng không cao. Quá trình agglomerat được áp dụng như là một quá trình trung gian giữa công đoạn nghiền và công đoạn xếp đồng, để xử lý hiện tượng thấm nêu trên. Trong quá trình agglomerat, các hạt nhỏ được tập hợp lại với nhau hoặc các hạt nhỏ bám vào các hạt lớn hơn qua một quá trình xử lý để tạo ra các hạt có kích thước lớn hơn, đồng đều hơn, chịu được lực nén ép nhưng có độ thấm tốt [1-4].

Theo nghiên cứu của Adirek Janwong [4] thì agglomerat hóa là một trong những giải pháp có hiệu quả để nâng cao tính thấm của khối quặng, tăng cường phản ứng hòa tách xảy ra trong phương pháp hòa tách đồng để xử lý các loại quặng nghèo chứa đồng, vàng hay urani...

Đối tượng nghiên cứu cho quá trình agglomerat chủ yếu là các loại quặng có cấu trúc tơ xốp dễ gây tắc, quá trình gia

công sinh hạt mịn... Quá trình này cũng tạo ra nhiều khoảng trống hơn trong hạt quặng sau khi được agglomerat hóa, cho phép tác nhân hòa tách di chuyển dễ dàng tới từng nơi trong hạt quặng, trong đồng quặng [5].

Trong hòa tách đồng quặng urani, quá trình agglomerat hóa gồm các bước sau: quặng urani đầu tiên được gia công tới cỡ hạt thích hợp, sau đó agglomerat hóa (phần hạt mịn hoặc toàn bộ) trong thiết bị trống quay bằng cách bổ sung nước, tác nhân hòa tách, nếu cần thiết thì thêm chất kết dính. Quặng sau khi agglomerat hóa xong, được tạo đồng và tiến hành theo phương pháp hòa tách đồng [6, 7].

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố chi phí axit H_2SO_4 , nồng độ axit H_2SO_4 và độ ẩm của khối quặng đến giai đoạn agglomerat đối với quặng bán phong hóa (BPH) và tính toán phương trình hồi quy mô tả hiệu suất thu hồi urani trong quá trình hòa tách đồng phụ thuộc vào các yếu tố trên.

Nội dung nghiên cứu

Đối tượng

Quặng urani dạng BPH vùng Pà Lừa - Pà Ròng (Quảng Nam) có hàm lượng urani là 0,0905% U. Quặng được lấy, gia công sơ bộ theo đúng quy trình hướng dẫn của IAEA

*Tác giả liên hệ: tranthedinh0802@gmail.com

Study on statistical model building to optimise the agglomeration for applications in heap leaching of uranium ore

The Dinh Tran^{1*}, Van Lien Than¹, Van Thiem Pham²

¹Institute for Technology of Radioactive and Rare Elements,
Vietnam Atomic Energy Institute

²Hanoi University of Science and Technology

Received 4 June 2018; accepted 16 July 2018

Abstract:

Heap leaching has been commonly used to treat low ores due to its low capital and operating costs. The agglomeration process is generally used as the intermediate process between crushing and stacking. Fine particles are attached to the coarser particles or bonded together to form bigger particles during the agglomeration. This research was conducted to build a statistical model of the agglomeration for applications in heap leaching of semi-weathered uranium ores in Pa Lua - Pa Rong area, aiming at optimising the agglomeration stage. Based on the results obtained, we have selected the suitable parameters which affect the agglomeration process of semi-weathered ores as follows: consumption of 20 kg H₂SO₄ per a tonne of uranium ore, concentration of 250 g H₂SO₄ per litre, ore moisture of 8%.

Keywords: agglomeration process, heap leaching, statistical model.

Classification number: 2.4

đến kích thước thích hợp cho quá trình xử lý bằng phương pháp hòa tách đồng (xem bảng 1).

Bảng 1. Tỷ lệ các cấp hạt quặng nguyên liệu sau khi gia công.

TT	Cấp hạt (mm)	Tỷ lệ khối lượng (%)	TT	Cấp hạt (mm)	Tỷ lệ khối lượng (%)
1	+10	47,3	4	+1,18 - 2,36	8,2
2	+5 - 10	12,8	5	+0,6 - 1,18	8,0
3	+2,36 - 5	5,7	6	-0,6	18,0
Cộng		100			

Thiết bị, dụng cụ

Hệ thiết bị agglomerat hóa, máy đập hàm Hòa Phát (Việt Nam), máy nghiền, máy trộn mẫu (Mỹ). Các thùng chứa,

ống dẫn, bơm Cole-Parmer (Mỹ) Model No. 7553-75, máy đo pH 540 GLP (WTW) của Đức, máy đo thể oxy hóa khử...

Quá trình hòa tách đồng quặng và kiểm chứng thực nghiệm các thông số công nghệ được thực hiện trên hệ các thiết bị dạng cột nhựa PVC: D_{cột}=0,105 m, H=1,0 m; D_{cột}=0,2 m, H=2,0 m.

Phương pháp

- **Khảo sát quá trình agglomerat:** số lượng mỗi mẻ thí nghiệm là 10 kg quặng đã được gia công tới cỡ hạt ≤1 cm (95%) và 92 g MnO₂ 85% (4 kg/tấn). Quặng và chất oxy hóa MnO₂ được trộn đều và cho vào thùng quay. Các thông số khảo sát là chi phí axit, nồng độ axit và độ ẩm của khối quặng. Khi khảo sát một yếu tố thì các yếu tố còn lại của quá trình agglomerat được cố định.

- **Thực nghiệm:** xử lý quặng urani đã agglomerat bằng phương pháp hòa tách đồng với các thông số tổng chi phí axit là 40 kg H₂SO₄/tấn quặng, trong đó chi phí axit cho giai đoạn agglomerat chiếm khoảng 1/2 tổng chi phí axit; độ ẩm của khối quặng sau khi agglomerat là 8%, hòa tách đồng được tiến hành với nồng độ axit 50 g/l, chi phí MnO₂ 4 kg/tấn quặng, tốc độ tưới 30 l/m²/h và khối lượng quặng cho một mẻ hòa tách là 10 kg.

Hàm lượng urani trong quặng, trong dung dịch và trong bã quặng sau hòa tách được phân tích bằng phương pháp ICP-MS Agilent USA 7500a tại Phòng thí nghiệm VILAS 524 thuộc Trung tâm Phân tích, Viện Công nghệ xạ hiếm.

Hiệu suất thu hồi urani được xác định theo công thức:

$$H = (m_1/m_0) \times 100\%.$$

Trong đó: m₀ là khối lượng urani có trong quặng đem hòa tách, m₁ là khối lượng urani thu được trong dung dịch hòa tách.

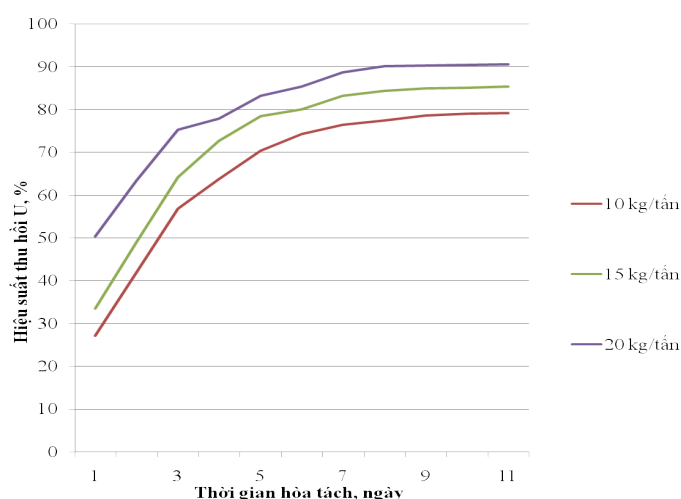
Kết quả và thảo luận

Kết quả nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình agglomerat hóa quặng urani vùng Pà Lừa - Pà Rông bằng phương pháp hòa tách đồng

Ảnh hưởng của chi phí axit dùng cho quá trình agglomerat hóa đến hiệu suất thu hồi urani bằng phương pháp hòa tách đồng:

Thí nghiệm được tiến hành như sau: cân 10 kg quặng đã được gia công + 46 g MnO₂ 85% (4 kg/tấn), sau đó trộn đều. Tiến hành khảo sát với lượng axit thay đổi: 10, 15, 20 kg H₂SO₄/tấn quặng; nồng độ axit 250 g/l; độ ẩm là 8%.

Sau khi agglomerat hóa xong toàn bộ, tiến hành hòa tách đồng trên cột. Kết quả cho thấy với chi phí axit là 20 kg/tấn quặng (chỉ dùng cho giai đoạn agglomerat hóa) cho hiệu suất thu hồi urani cao 90,58%. Kết quả cụ thể được minh họa ở hình 1.

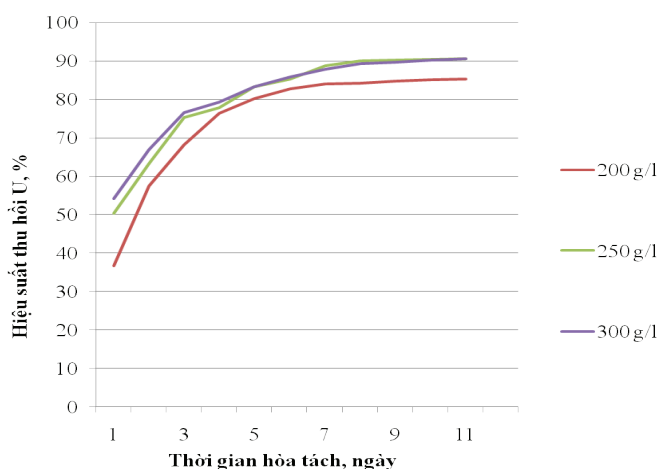


Hình 1. Sự phụ thuộc hiệu suất thu hồi vào chỉ phí axit với quặng BPH.

Ảnh hưởng của nồng độ axit dùng cho quá trình agglomerat hóa đến hiệu suất thu hồi urani bằng phương pháp hòa tách đồng:

Thí nghiệm được tiến hành như sau: cân 10 kg quặng đã được gia công + 46 g MnO_2 85% (4 kg/tấn). Tiến hành khảo sát với nồng độ axit thay đổi: 200, 250, 300 g/l; chỉ phí axit 20 kg/tấn quặng (cho giai đoạn agglomerat hóa); độ ẩm là 8%.

Sau khi agglomerat hóa xong, tiến hành hòa tách đồng trên cột. Kết quả cho thấy với nồng độ axit là 250 g/l cho hiệu suất thu hồi urani cao nhất (đạt 90,58%). Kết quả cụ thể được minh họa trên hình 2.



Hình 2. Sự phụ thuộc hiệu suất thu hồi vào nồng độ axit với quặng BPH.

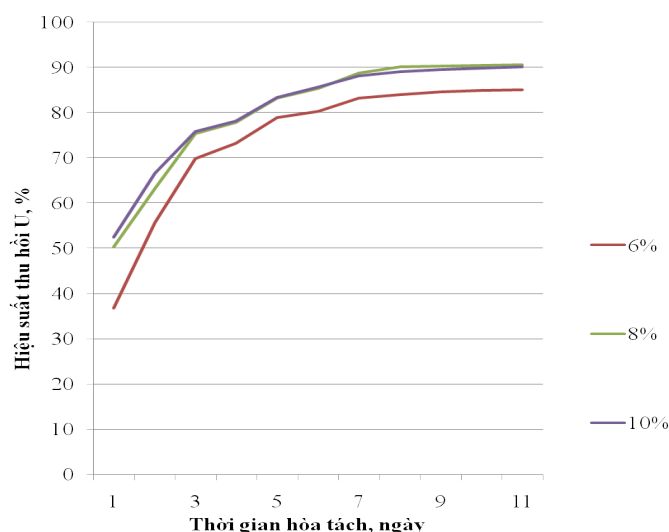
Ảnh hưởng của độ ẩm quặng dùng cho quá trình agglomerat hóa đến hiệu suất thu hồi urani bằng phương pháp hòa tách đồng:

Mục tiêu của việc xác định độ ẩm thích hợp khi tiến hành trộn khối quặng với tác nhân kết dính là axit sunfuric

làm cho có kích cỡ đồng đều hơn, không có hiện tượng bị nhão, khối quặng trở nên xốp nhằm giảm thiểu sự nén ép quặng trong quá trình hòa tách đồng, làm tăng khả năng liên kết giữa các hạt mịn với nhau hoặc giữa các hạt mịn và hạt thô, tăng hiệu quả quá trình hòa tách quặng.

Thí nghiệm được tiến hành như sau: cân 10 kg quặng đã được gia công + 46 g MnO_2 85% (4 kg/tấn). Tiến hành khảo sát với độ ẩm thay đổi: 6, 8, 10%; chỉ phí axit 20 kg/tấn quặng (cho giai đoạn agglomerat hóa); nồng độ axit 250 g/l.

Sau khi agglomerat hóa xong toàn bộ, đem hòa tách đồng trên cột. Kết quả ở hình 3 cho thấy, với độ ẩm của khối quặng là 8% cho hiệu suất thu hồi urani đạt 90,58%.



Hình 3. Sự phụ thuộc hiệu suất thu hồi vào độ ẩm với quặng BPH.

Ưu, nhược điểm của quá trình hòa tách quặng khi không agglomerat hóa và có agglomerat hóa về chế độ công nghệ, chất lượng dung dịch hòa tách:

Chúng tôi đã tiến hành thí nghiệm hoà tách quặng urani theo hai phương án: không agglomerat hóa quặng và có agglomerat hóa quặng bằng phương pháp hòa tách đồng. Quy mô mỗi cột là 10 kg/cột quặng urani (cột nhựa PVC có đường kính 0,105 m và chiều cao 1,0 m). Cả 2 phương án trên đều được tiến hành về cơ bản như nhau, chỉ có khác nhau ở chỗ: đối với quặng đã agglomerat hóa (sau khi trộn với MnO_2) được tưới đều với axit H_2SO_4 đặc, sau đó nạp vào cột và tưới gián đoạn thêm một lượng dung dịch axit nhất định, cuối cùng là rửa quặng bằng dung dịch axit loãng và thu dung dịch chứa urani; còn đối với quặng không agglomerat (sau khi trộn với MnO_2) được nạp vào cột và tưới gián đoạn dung dịch axit H_2SO_4 loãng qua cột quặng. Kết quả so sánh các thông số của quá trình được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. So sánh các thông số của quá trình hoà tách quặng khi không agglomerat hóa và có agglomerat hóa bằng phương pháp hòa tách đồng.

Các thông số	Không agglomerat	Có agglomerat
Kích thước quặng ban đầu, mm	≤10 (95%)	≤10 (95%)
Tiêu hao axit H ₂ SO ₄ , kg/tấn quặng	45-50	40,0
Tiêu hao chất ô xy hoá MnO ₂ , kg/tấn quặng	4	4
Thời gian hoà tách, ngày	14	11
Nồng độ urani trong dung dịch hòa tách, g/l	0,7-1,1	0,8-1,4
Nồng độ Fe trong dung dịch hòa tách, g/l	8-11	8-10
Hiệu suất thu hồi urani, %	85,2	90,58

Qua kết quả thí nghiệm cho thấy, các thông số của quá trình hoà tách quặng urani đã agglomerat so với quặng urani không agglomerat hóa bằng phương pháp hòa tách đồng có ưu điểm là thời gian, hiệu suất tăng hơn, tiêu hao axit thấp hơn, không bị tắc dòng, hạn chế bụi khi không tiến hành nạp quặng khô trực tiếp vào cột và bể; trong khi đó chất lượng dung dịch sau khi hòa tách không thay đổi nhiều so với quặng không được agglomerat. Tuy nhiên, quá trình này cũng làm tăng chi phí khi vận hành hệ thiết bị agglomerat, tốn thời gian chuẩn bị trước khi tiến hành hòa tách quặng.

Xây dựng mô hình thống kê quá trình agglomerat hóa quặng urani vùng Pà Lừa - Pà Rông

Bài toán: nghiên cứu hiệu suất thu hồi urani trong quá trình hòa tách đồng quặng urani BPH phụ thuộc vào các yếu tố: Z_1 - nồng độ axit, g/l; Z_2 - chi phí axit, kg/tấn quặng; Z_3 - độ ẩm, % trong giai đoạn agglomerat. Kết quả mã hóa các yếu tố được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Mã hóa các yếu tố trong quá trình hòa tách đồng quặng urani đã agglomerat hóa.

Các nhân tố theo tỷ lệ xích tự nhiên				Các nhân tố trong hệ mã hóa			
Số thứ tự thí nghiệm	Z_1	Z_2	Z_3	X_1	X_2	X_3	Y
1	200	20	6	-	+	-	84,5
2	200	10	6	-	-	-	76,4
3	300	10	6	+	-	-	79,8
4	300	20	6	+	+	-	86,2
5	200	10	10	-	-	+	77,8
6	300	10	10	+	-	+	80,1
7	200	20	10	-	+	+	87,9
8	300	20	10	+	+	+	87,5

Xác định phương trình hồi quy bậc 1 đầy đủ mô tả thực nghiệm, với độ tin cậy $P=95\%$.

Các bước tiến hành: phương trình hồi quy bậc một ba nhân tố đầy đủ có dạng như sau: $y = b_0x_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3$

Để thuận tiện cho việc tính toán, ma trận kế hoạch hóa thực nghiệm được mở rộng thể hiện ở bảng 4.

Bảng 4. Kết quả tính toán, ma trận kế hoạch hóa thực nghiệm.

Stt	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	$y, \%$
1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	76,4
2	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	79,8
3	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	84,5
4	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	86,2
5	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	77,8
6	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	80,1
7	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	87,9
8	1	1	1	1	1	1	1	1	87,5

* **Bước 1 - Xác định các hệ số hồi quy.**

- Xác định các hệ số b_0, b_1, b_2, b_3 :

Áp dụng công thức: $b_i = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu}y_u}{N}$ (từ số là phép toán tính tổng của các giá trị khi gán dấu cột x_i vào cột y tương ứng theo hàng). Lần lượt thay số vào, ta tính được các kết quả sau ($N=8$): $b_0=82,525$; $b_1=0,875$; $b_2=4$; $b_3=0,8$. (N được tính theo công thức: $N = 2^n$. Trong đó, N là số số hạng của phương trình hồi quy bậc 1 - chính là số thực nghiệm phải làm; n là số nhân tố ảnh hưởng đến kết quả thực nghiệm, ở đây $n=3$).

- Xác định các hệ số b_{12}, b_{23}, b_{13} :

Áp dụng công thức: $b_{ij} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu}x_{ju}y_u}{N}$ (từ số là phép toán tính tổng của các giá trị khi gán dấu cột x_i, x_j vào cột y tương ứng theo hàng). Lần lượt thay số vào, ta tính được các kết quả sau ($N=8$): $b_{12}=-0,55$; $b_{23}=0,375$; $b_{13}=-0,4$.

- Xác định các hệ số b_{123} :

Áp dụng công thức: $b_{ijk} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu}x_{ju}x_{ku}y_u}{N}$ (từ số là phép toán tính tổng của các giá trị khi gán dấu cột x_i, x_j, x_k vào cột y tương ứng theo hàng). Lần lượt thay số vào, ta tính được các kết quả sau ($N=8$): $b_{123}=-0,125$.

* **Bước 2 - Đánh giá tính có nghĩa của các hệ số hồi quy.**

Tính có nghĩa của các hệ số hồi quy được kiểm định theo tiêu chuẩn t:

$$t_{i \text{ tính}} = \frac{|b_i|}{S_{b_i}}$$

Trong đó: $S_{b_i}^2 = \frac{S_0^2}{N}$ hay: $S_{b_i} = \frac{S_0}{\sqrt{N}}$

Do vậy, ta tiến hành các bước sau:

- **Xác định giá trị S_0 :** thực hiện 3 thí nghiệm lặp ở tâm, nhận được 3 giá trị $y_1^0=85,4$; $y_2^0=86,1$; $y_3^0=85,0$. Áp dụng công thức: $\bar{y}_u^0 = \frac{\sum_{i=1}^m y_{iu}^0}{m}$ (với m là số thí nghiệm lặp ở tâm = 3), ta tính được $\bar{y}_u^0 = 85,5$.

Tiếp theo áp dụng công thức:

$$S_0^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (y_{iu}^0 - \bar{y}_u^0)^2}{m - 1}$$

ta tính được $S_0^2 = 0,31$.

- **Xác định S_{b_i} :**

Áp dụng công thức: $S_{b_i} = \frac{S_0}{\sqrt{N}}$ ta tính được $S_{b_i} = 0,197$.

- **Xác định $t_{i \text{ tính}}$:**

Theo công thức: $t_{i \text{ tính}} = \frac{|b_i|}{S_{b_i}}$ ta tính được $t_0 = 418,91$;

$t_1 = 4,44$; $t_2 = 20,3$; $t_3 = 4,06$; $t_{12} = 2,79$; $t_{13} = 2,03$; $t_{23} = 1,90$; $t_{123} = 0,63$.

- **Xác định t tra bảng:**

Với $P=95\%$, $f=m-1=3-1=2$, tra bảng 2 chiều ta có: $t_{0,95}(2)=4,30$.

Như vậy, t_{12} , t_{13} , t_{23} và t_{123} đều nhỏ hơn $t_i(f)$, do đó các hệ số b_{12} , b_{13} , b_{23} và b_{123} cũng đều bị loại ra khỏi phương trình hồi quy. Phương trình với các hệ số hồi quy còn lại có dạng: $\hat{y} = 82,525 + 0,875 \cdot x_1 + 4,0 \cdot x_2 + 0,8 \cdot x_3$.

* **Bước 3 - Đánh giá tính phù hợp của phương trình hồi quy thu được.**

Kết quả đánh giá tính phù hợp của phương trình hồi quy được trình bày ở bảng 5.

Bảng 5. Kết quả tính toán tính phù hợp của phương trình hồi quy thu được.

Stt	x_0	x_1	x_2	x_3	y_u	$\hat{y}_u$	$(y_u - \hat{y}_u)^2$
1	1	-1	-1	-1	76,4	76,85	0,2025
2	1	1	-1	-1	79,8	78,6	1,44
3	1	-1	1	-1	84,5	84,85	0,1225
4	1	1	1	-1	86,2	86,6	0,16
5	1	-1	-1	1	77,8	78,45	0,4225
6	1	1	-1	1	80,1	80,2	0,01
7	1	-1	1	1	87,9	86,45	2,1025
8	1	1	1	1	87,5	88,2	0,49

Với $\hat{y}_u$: kết quả thực nghiệm thứ u tính theo phương trình hồi quy sau khi đã loại bỏ các hệ số không có nghĩa; y_u : kết quả thực nghiệm thứ u.

- **Xác định $S_{\text{phù hợp}}$ theo phương trình:**

$$S_{\text{phù hợp}}^2 = \frac{\sum_{u=1}^N (y_u - \hat{y}_u)^2}{N - L}$$

Với $N=8$, $L=4$ (số hệ số của phương trình hồi quy $\hat{y}$ tìm được), thay số vào ta có $S_{\text{phù hợp}}^2 = 1,2375$.

- **Xác định $F_{\text{tính}}$ theo phương trình:** $F_{\text{tính}} = \frac{S_{\text{phù hợp}}^2}{S_0^2}$

Thay số vào ta được $F_{\text{tính}} = 3,99$.

- **Xác định $F_{\text{tra bảng}}$**

Với $P=95\%$, $\alpha=0,05$; $f_1=N-L=8-4=4$; $f_2=m-1=3-1=2$ tra bảng ta xác định được $F_{0,95}(4,2)=19,25$.

- **Kiểm định:**

Do $F_{\text{tính}} = 3,99 < 19,25 = F_{\text{tra bảng}}$ nên phương trình hồi quy tìm được mô tả đúng thực nghiệm: $\hat{y} = 82,525 + 0,875 \cdot x_1 + 4,0 \cdot x_2 + 0,8 \cdot x_3$.

Kết luận

Đã nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố đến quá trình agglomerat quặng urani BPH vùng Pà Lừa - Pà Rông và lựa chọn được các yếu tố thích hợp: chi phí axit H_2SO_4 20 kg/tấn quặng, nồng độ axit H_2SO_4 250 g/l, độ ẩm khối quặng 8%. Kết quả nghiên cứu cho thấy, quặng urani được agglomerat cho hiệu suất thu hồi urani cao hơn (90,58%) so với quặng urani chưa agglomerat (85,2%).

Đã tìm được phương trình hồi quy mô tả đúng thực nghiệm quá trình agglomerat hóa biểu diễn hiệu suất thu hồi urani trong quá trình hòa tách đồng quặng urani BPH phụ thuộc vào các yếu tố: nồng độ axit, chi phí axit và độ ẩm khối quặng trong giai đoạn agglomerat hóa: $\hat{y} = 82,525 + 0,875 \cdot x_1 + 4,0 \cdot x_2 + 0,8 \cdot x_3$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Thân Văn Liên (2013), *Xử lý mẫu công nghệ thu nhận urani*, Báo cáo nhiệm vụ KHCN cấp nhà nước, Viện Công nghệ xạ hiếm (Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam).
- [2] Thân Văn Liên (2016), *Nghiên cứu cải tiến công nghệ xử lý quặng urani nghèo bằng phương pháp hòa tách thẩm sử dụng quá trình agglomerat hóa quặng đầu vào*, Báo cáo đề tài KHCN cấp bộ, Viện Công nghệ xạ hiếm (Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam).
- [3] Jacques Thiry, et al. (2010), *Heap leaching of low grade uranium ore in Somair*, Technical Meeting on Low grade Uranium Ore, IAEA.
- [4] Adirek Janwong (2012), *The agglomeration of nickel laterite ore*, Department of Metallurgical Engineering - The University of Utah.
- [5] S.C. Bouffard (2005), "Review of agglomeration practice and fundamentals in heap leaching", *Mineral Processing & Extractive Metallurgy Review*, **26**, pp.233-294.
- [6] S.C. Bouffard (2008), "Agglomeration for heap leaching: Equipment design, agglomerate quality control, and impact on the heap leaching process", *Minerals Engineering*, **21**, pp.1115-1125.
- [7] K.A. Lewandowski, S. Komar Kowatra (2009), "Binders for heap leaching agglomeration", *Minerals Metallurgical Processing*, **26(1)**, pp.1-24.

Nghiên cứu phát triển hệ thống bảo vệ catôt bằng dòng điện ngoài chống ăn mòn vỏ tàu biển

Nguyễn Ngọc Phong¹, Đỗ Chí Linh^{1*},
Phạm Hồng Hạnh¹, Phạm Quang Ngân¹, Phạm Xuân Ngọc²

¹Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam

²Viện Kỹ thuật Hải quân, Quân chủng Hải quân

Ngày nhận bài 1/8/2018; ngày chuyển phản biện 7/8/2018; ngày nhận phản biện 10/9/2018; ngày chấp nhận đăng 14/9/2018

Tóm tắt:

Gần đây, hệ thống bảo vệ catôt bằng dòng điện ngoài (ICCP) sử dụng các anôt trơ nền Ti phủ hỗn hợp ôxit hiếm MMO (mixed metal oxides) đã được ứng dụng rộng rãi trong bảo vệ chống ăn mòn cho vỏ của các tàu biển trọng tải lớn do có ưu điểm về hiệu quả bảo vệ cũng như tính kinh tế cao. Trong bài báo này, việc đánh giá tính chất vật liệu điện cực MMO và thiết kế, chế tạo, lắp đặt vận hành một hệ thống ICCP đã được nghiên cứu thực hiện. Độ bền của các vật liệu anôt MMO đã được nghiên cứu đánh giá bằng phương pháp phân cực dòng tĩnh tại các mật độ dòng điện và các nồng độ dung dịch khác nhau. Kết quả nghiên cứu cho thấy, hệ điện cực Ti/RuIrTiO₂ phù hợp sử dụng trong hệ ICCP ở mật độ dòng cao đến 600 A/m² trong môi trường nước biển (3,5% NaCl). Sử dụng hệ điện cực MMO này, hệ thống ICCP hoàn chỉnh bao gồm nguồn điện một chiều, điện cực anôt trơ và điện cực so sánh đã được Viện Khoa học Vật liệu thiết kế, chế tạo và lắp đặt bảo vệ chống ăn mòn cho tàu Minh Phú 99. Số liệu đo đạc kiểm tra điện thế cho thấy, điện thế vỏ tàu âm hơn nhiều so với giá trị -800 mV (giá trị điện thế bảo vệ theo các tiêu chuẩn bảo vệ catôt). Điều đó có nghĩa là hệ thống ICCP đã vận hành bảo vệ chống ăn mòn cho vỏ tàu rất hiệu quả.

Từ khóa: anôt trơ phủ hỗn hợp ôxit hiếm MMO, ăn mòn, bảo vệ catôt, điện thế bảo vệ, vỏ tàu.

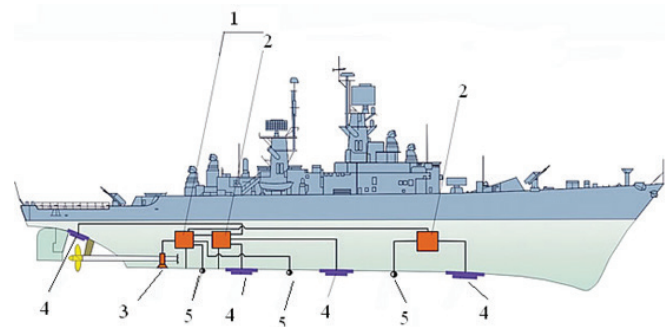
Chỉ số phân loại: 2.5

Mở đầu

Việt Nam là một quốc gia có đường bờ biển dài nên ngành công nghiệp vận tải biển được xác định có vai trò then chốt trong phát triển kinh tế. Cùng với sự phát triển của ngành đóng tàu, các nghiên cứu chống ăn mòn cho vỏ tàu cũng đã được quan tâm nhiều nhằm nâng cao tuổi thọ làm việc của tàu cũng như giảm giá thành vận tải để tăng tính cạnh tranh kinh tế. Bảo vệ catôt kết hợp với sơn phủ để chống ăn mòn vỏ tàu biển có hiệu quả rất cao trong môi trường biển và là công việc bắt buộc đã được Cục Đăng kiểm quy định. Thông thường, có hai phương pháp bảo vệ catôt là sử dụng anôt hy sinh (protectơ) và bằng dòng điện ngoài. Từ trước đến nay, phương pháp bảo vệ vỏ tàu biển thường được sử dụng anôt hy sinh do có ưu điểm đơn giản trong lắp đặt và theo dõi [1, 2].

Phương pháp bảo vệ catôt chống ăn mòn vỏ tàu biển bằng dòng điện ngoài ICCP mới được áp dụng nhiều trong những năm gần đây do có những tiến bộ về thiết bị cũng như vật liệu anôt trơ [3, 4]. Ưu điểm nổi bật của phương pháp này là điện áp/dòng điện tại các điện cực được tự động điều chỉnh tùy thuộc vào tốc độ ăn mòn/xâm thực của các vùng biển khác nhau, tạo ra hiệu quả bảo vệ chống ăn mòn thân vỏ tàu tối ưu nhất. Tuổi thọ và thời gian làm việc của các điện cực trong hệ thống chống ăn mòn dạng này được tính từ 10-30 năm (tùy điều kiện cụ

thể của vùng biển tàu hoạt động và tùy thuộc vào loại vật liệu anôt). Vì vậy, chu kỳ lên đà sửa chữa của tàu được kéo dài và sẽ giảm chi phí [4-6]. Hình 1 là sơ đồ nguyên lý của một hệ thống ICCP bảo vệ chống ăn mòn cho vỏ tàu biển. Hệ thống này bao gồm các bộ phận chính là nguồn điện một chiều, các điện cực anôt trơ và các điện cực so sánh. Khi hệ thống ICCP vận hành, cực âm của nguồn điện một chiều được nối với vỏ tàu và cực



Hình 1. Hệ thống chống ăn mòn dạng catôt dùng dòng điện ngoài điển hình: 1. Thiết bị điều khiển trung tâm; 2. Nguồn điện một chiều DC; 3. Thiết bị ngắt mạch giữa chân vịt và vỏ tàu theo cơ cấu tiếp xúc chổi than; 4. Các điện cực anôt; 5. Các điện cực so sánh.

*Tác giả liên hệ: Email: linhdc@ims.vast.ac.vn

Development of impressed current cathodic protection system for corrosion prevention of ship hull

Ngoc Phong Nguyen¹, Chi Linh Do^{1*},
Hong Hanh Pham¹, Quang Ngan Pham¹,
Xuan Ngoc Pham²

¹Institute of Materials Science,
Vietnam Academy of Science and Technology

²Naval Technical Institute

Received 1 August 2018; accepted 14 September 2018

Abstract:

Recently, impressed current cathodic protection (ICCP) using mixed metal oxides (MMO) has been widely applied for ship hull protection from corrosion in marine environment because of its high protection efficiency as well as high economic efficiency. In this paper, the characterization of MMO electrode materials as well as the design, fabrication, assembling, and operation of an ICCP system were reported. Stability of MMO anode was evaluated by the galvanostatic method at different current densities and concentrations of NaCl solution. The results showed that Ti/RuIrTiO₂ electrode system may be suitable to be used in ICCP system operating at high current density around 600 A/m² in marine environment (NaCl 3.5%). Using this electrode system, a full ICCP system, including an auto control rectifier, MMO anodes, and reference electrodes was designed, fabricated and operated by Institute of Materials Science to protect the hull of ship Minh Phu 99. The collected data showed that potential of ship hull was much more negative than -800 mV (protection potential value according to cathodic protection standards), which means this ICCP system has operated well for six months.

Keywords: cathodic protection, corrosion, mixed metallux oxide (MMO) anode, protection potential, ship hull.

Classification number: 2.5

đương nổi với điện cực anốt trơ. Khi dòng điện một chiều chạy qua hệ thống, vỏ tàu sẽ được phân cực catốt và khi đạt tới điện thế bảo vệ tiêu chuẩn -800 mV hoặc âm hơn, quá trình ăn mòn kim loại vỏ tàu hầu như không xảy ra [7, 8].

Vật liệu anốt là một trong những thành phần quan trọng nhất trong hệ thống thiết bị bảo vệ catốt bằng dòng điện ngoài. Tuổi thọ và thời gian làm việc của các điện cực trong hệ thống chống ăn mòn vỏ tàu được tính đến 20 năm (tùy điều kiện cụ thể của vùng biển tàu hoạt động và tùy thuộc vào loại vật liệu anốt). Những loại anốt đã được nghiên cứu và thường dùng hiện nay là platin và titan phủ hỗn hợp oxit kim loại MMO. Trong những năm gần đây, ở trong nước đã triển khai nghiên cứu điện cực anốt trơ MMO cho công nghiệp điện phân, còn đối với bảo vệ catốt chống ăn mòn cho vỏ tàu biển chưa được quan tâm nghiên cứu áp dụng [5, 9, 10].

Trong bài báo này, nghiên cứu phát triển một hệ thống ICCP bảo vệ chống ăn mòn cho vỏ tàu biển sẽ được giới thiệu. Các nghiên cứu chế tạo và đánh giá tính chất của các anốt trơ MMO được đề cập. Thiết kế, lắp đặt và vận hành hệ thống ICCP cho tàu Minh Phú 99 có tải trọng khoảng 5.000 tấn cũng sẽ được trình bày.

Thực nghiệm

Chế tạo điện cực anốt trơ MMO

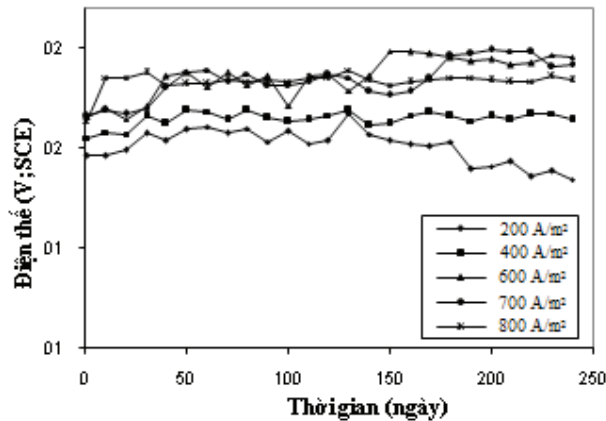
Anốt trơ hỗn hợp oxit MMO nền Ti được chế tạo bằng phương pháp phân hủy nhiệt. Dung dịch phủ lên bề mặt titan để tạo lớp phủ oxit được chuẩn bị từ các muối kim loại: clorua rutheni RuCl₃.xH₂O, clorua iridi IrCl₄.xH₂O và clorua titan TiCl₃. Ngoài ra còn dùng một số hoá chất khác trong quá trình chế tạo anốt như butanol, HCl... Thành phần dung dịch phủ và quy trình tạo lớp phủ oxit theo tài liệu [8]. Các điện cực anốt Ti/IrRuTiO₂ đã được nghiên cứu đánh giá tính chất bằng phương pháp phân cực dòng tĩnh từ thiết bị Model 2273 potentiostat/galvanostat ở các mật độ dòng anốt khác nhau từ 200 đến 800 A/m² và trong dung dịch NaCl có nồng độ từ 0,2 đến 3,5%.

Chế tạo hệ thống ICCP

Một hệ thống ICCP hoàn chỉnh bao gồm một nguồn điện một chiều, các anốt trơ và các điện cực so sánh đã được thiết kế chế tạo tại Viện Khoa học Vật liệu. Nguồn điện một chiều chế tạo có các thông số điện 24 V - 30 A có hệ thống tự động điều chỉnh điện áp và tích hợp hệ thống lưu trữ số liệu tự động. Các điện cực anốt trơ có dạng hình tròn với đường kính 20 cm. Lớp phủ oxit IrRuTiO₂ được chế tạo có chiều dày đảm bảo cho điện cực làm việc với tuổi thọ 20 năm. Các điện cực anốt được lắp đặt trong vỏ thép và được chống thấm nước bằng các gioăng cầu cao su. Mặt ngoài của bộ điện cực được bảo vệ tác động cơ học bằng một tấm nhựa HDPE có độ bền cơ học cao. Với thiết kế tương tự, điện cực so sánh kẽm đã được chế tạo sử dụng làm điện cực so sánh trong hệ thống ICCP. Hệ thống ICCP được lắp đặt bảo vệ cho tàu hàng Minh Phú 99 có tải trọng hàng khoảng 5.000 tấn được đóng mới và hạ thủy vào tháng 10/2017.

Kết quả và thảo luận

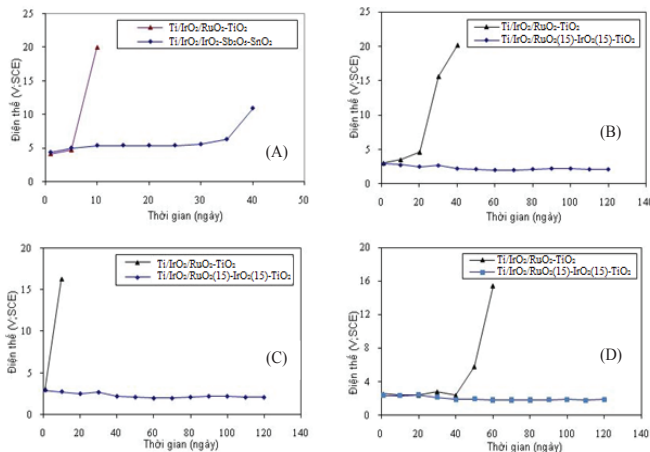
Đặc trưng tính chất của điện cực anốt trợ MMO



Hình 2. Điện thế của anốt $\text{Ti/IrO}_2/\text{RuO}_2/\text{IrO}_2/\text{TiO}_2$ trong dung dịch 3,5% NaCl ở các mật độ dòng khác nhau.

Hình 2 cho biết ảnh hưởng của mật độ dòng phân cực đến điện thế của anốt $\text{Ti/IrO}_2/\text{RuO}_2/\text{IrO}_2/\text{TiO}_2$ trong dung dịch 3,5% NaCl. Điện thế phân cực của anốt tăng khi mật độ dòng phân cực tăng. Sau khoảng 8 tháng thử nghiệm, điện thế phân cực vẫn ổn định kể cả với mật độ dòng cao 800 A/m^2 chứng tỏ các anốt đều có độ bền điện hóa cao, có thể ứng dụng trong bảo vệ catốt bằng dòng điện ngoài trong nước biển.

Kết quả trên hình 3 là ảnh hưởng của nồng độ NaCl đến điện thế của các anốt khi phân cực ở mật độ dòng 600 A/m^2 . Nồng độ NaCl càng thấp thì độ phân cực của anốt càng cao. Anốt $\text{Ti/IrO}_2/\text{RuO}_2/\text{TiO}_2$ không bền điện hóa kể cả trong dung dịch có nồng độ NaCl cao đến 2%, sau một thời gian ngắn thử nghiệm điện thế anốt đã tăng cao, thời gian sống của anốt giảm theo nồng độ NaCl. Trong khi đó, điện thế của anốt $\text{Ti/IrO}_2/$



Hình 3. Điện thế theo thời gian của các anốt trong dung dịch (A) 0,2% NaCl; (B) 0,5% NaCl; (C) 0,8% NaCl và (D) 3,5% NaCl ở mật độ dòng phân cực $i=600 \text{ A/m}^2$.

$\text{RuO}_2/\text{IrO}_2/\text{TiO}_2$ vẫn ổn định sau 120 ngày thử nghiệm ở các dung dịch trên 0,5% NaCl. Sự có mặt của IrO_2 đã làm tăng độ bền của lớp phủ MMO. Như vậy, qua thử nghiệm đánh giá tính chất các điện cực MMO, điện cực anốt trợ $\text{Ti/IrO}_2/\text{RuO}_2/\text{IrO}_2/\text{TiO}_2$ là phù hợp nhất và được lựa chọn trong ứng dụng bảo vệ catốt bằng dòng điện ngoài ICCP ở mật độ dòng cao đến 600 A/m^2 trong môi trường nước biển (3,5% NaCl).

Thiết kế, chế tạo và lắp đặt vận hành hệ thống ICCP bảo vệ chống ăn mòn vỏ tàu biển

Một hệ thống ICCP hoàn chỉnh được nghiên cứu thiết kế bảo vệ chống ăn mòn cho tàu hàng Minh Phú 99 có tải trọng khoảng 5.000 tấn. Theo thiết kế, diện tích cần bảo vệ của vỏ tàu thay đổi trong khoảng 1.722 đến 2.580 m^2 phụ thuộc vào tải trọng hàng chất trên tàu.

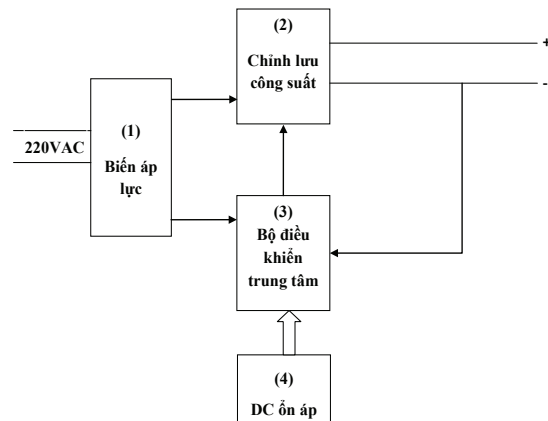
Trong hệ thống bảo vệ catốt ICCP, điện áp bảo vệ của vỏ tàu cần luôn duy trì âm hơn -800 mV để đảm bảo cho công trình không bị ăn mòn. Theo tiêu chuẩn về bảo vệ catốt, mật độ dòng điện bảo vệ cho công trình thép có sử dụng lớp sơn phủ làm việc trong môi trường biển khoảng 3 mA/m^2 trong giai đoạn đầu vận hành công trình. Theo thời gian làm việc, lớp sơn phủ bị hư hại dần nên sau 5 năm mật độ dòng điện bảo vệ có thể tăng lên đến 6 mA/m^2 . Do đó, để bảo vệ giai đoạn đầu cho vỏ tàu Minh Phú 99, dòng điện bảo vệ thay đổi trong khoảng:

$$I_{\min} = 0,003 \times 1.722 = 5,166 \text{ (A)}$$

$$\text{và } I_{\max} = 0,003 \times 2.580 = 7,740 \text{ (A)}$$

Giá trị dòng điện bảo vệ thay đổi là do sự thay đổi của vùng mớn nước vỏ tàu khi tải hàng thay đổi và sẽ thay đổi theo thời gian khi lớp sơn vỏ tàu bị hỏng dần. Trên cơ sở giá trị dòng điện bảo vệ tính toán được, một hệ ICCP đã được nghiên cứu phát triển bảo vệ chống ăn mòn cho tàu Minh Phú 99. Hệ thống này bao gồm nguồn điện một chiều, các điện cực anốt trợ và các điện cực so sánh.

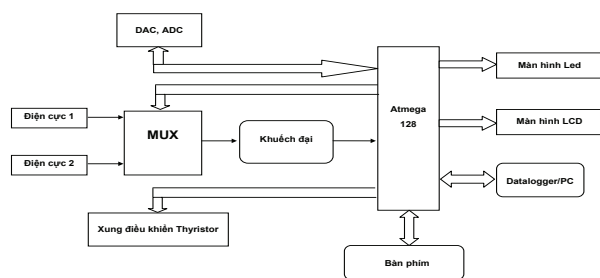
Thiết kế chế tạo nguồn điện tự động ổn định điện thế: do tàu vận tải chạy cả đường sông và đường biển có môi trường nước thay đổi từ nước ngọt sang nước mặn nên để có thể cung cấp



Hình 4. Sơ đồ khối của nguồn điện một chiều công suất $24 \text{ V} - 30 \text{ A}$ trong hệ thống ICCP.

đủ dòng điện bảo vệ vỏ tàu, nguồn điện một chiều 24 V - 30 A đã được nghiên cứu chế tạo và dòng điện sẽ được tự động điều chỉnh theo điện thế so sánh để phù hợp ứng dụng trong bảo vệ chống ăn mòn. Hình 4 là sơ đồ khối của bộ nguồn với các khối chức năng.

Trong các khối chức năng thì bộ phận điều khiển trung tâm có nhiệm vụ quan trọng nhất. Bộ phận này có vai trò điều khiển hoạt động của toàn bộ hệ thiết bị. Chức năng quan trọng nhất của nó là điều khiển điện áp nguồn sao cho điện áp của điện cực so sánh so với catốt phải bằng điện áp đặt trước. Ngoài ra nó còn có vai trò đo và lưu trữ số liệu, hiển thị các thông số trên màn hình LCD và màn hình LED. Hình 5 là sơ đồ nguyên lý vận hành của bộ điều khiển trung tâm sử dụng chip điều khiển Atmega 128.



Hình 5. Sơ đồ nguyên lý vận hành của bộ điều khiển trung tâm sử dụng chip điều khiển Atmega 128.

Với các cơ sở nguyên lý trên, chúng tôi đã thiết kế và chế tạo bộ nguồn điện có các thông số kỹ thuật như sau: dòng tối đa 30 A và điện áp tối đa 24 V, sai số giữa giá trị điện áp so sánh đặt trước và điện áp so sánh không chế được là ± 20 mV.

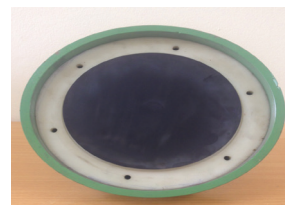
Bên cạnh khả năng điều khiển tự động, hệ thống nguồn cũng đã được nghiên cứu tích hợp phần mềm lưu trữ dữ liệu và kết nối máy tính. Theo đó số liệu được lưu trữ theo 2 kênh bao gồm giá trị điện thế và thời gian đo. Thiết bị được kết nối với máy tính qua cổng COM hoặc USB để xuất dữ liệu bởi một phần mềm chạy trên máy tính. Chúng tôi đã hoàn thiện việc xây dựng phần mềm máy tính được viết bằng chương trình Visual Basic để kết nối các bộ phận của hệ thống bảo vệ với giao diện như hình 6. Chương trình phần mềm có khả năng đặt các thông số điện thế bảo vệ và thời gian ghi số liệu. Ứng dụng này rất dễ sử dụng, chạy tích hợp trên các nền tảng win cao



Hình 6. Giao diện chương trình lưu trữ số liệu.

cấp và đặc biệt có thể nâng cấp phù hợp theo yêu cầu sử dụng.

Thiết kế và chế tạo các điện cực anốt trợ và các điện cực so sánh: vật liệu điện cực nền Ti phủ hỗn hợp oxit kim loại IrRuTiO₂ có độ bền cao đã được lựa chọn sử dụng trong hệ thống ICCP của tàu Minh Phú 99. Các điện cực anốt trợ có dạng hình tròn với đường kính 20 cm và mật độ dòng thiết kế là 600 A/m². Lớp phủ oxit IrRuTiO₂ được chế tạo có chiều dày đảm bảo cho điện cực làm việc với tuổi thọ 20 năm. Các điện cực anốt được lắp đặt trong vỏ thép và được chống thấm nước bằng các gioăng cầu cao su. Mặt ngoài của bộ điện cực được phủ bởi một tấm nhựa HDPE có độ bền cơ học cao. Với thiết kế tương tự, điện cực so sánh kẽm đã được chế tạo sử dụng làm điện cực so sánh trong hệ thống ICCP. Chi tiết cấu tạo của các loại điện cực này được trình bày trên các hình 7 và 8.

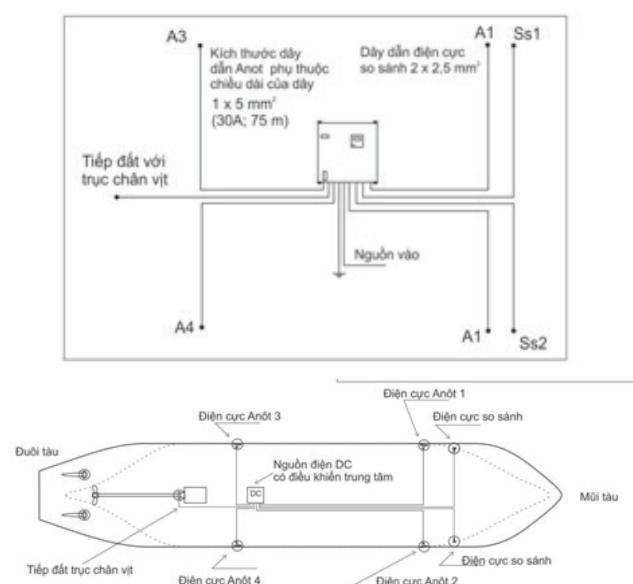


Hình 7. Hình ảnh điện cực anốt trợ Ti/IrRuTiO₂ chế tạo cho hệ thống ICCP.



Hình 8. Hình ảnh điện cực so sánh Zn chế tạo cho hệ thống ICCP.

Lắp đặt hệ thống ICCP trên tàu Minh Phú 99: sơ đồ hệ thống ICCP lắp đặt vận hành trên tàu Minh Phú 99 được trình bày trên hình 9. Hệ thống này bao gồm một nguồn điện, 4 điện cực anốt trợ và 2 điện cực so sánh. Bốn bộ điện cực anốt trợ được lắp đặt đối xứng gần đầu tàu và gần đuôi tàu để đảm bảo phân bố dòng điện bảo vệ đều khắp vỏ tàu. Trong khi đó, 2 điện cực so sánh Zn được lắp ở mũi tàu để theo dõi được điện thế



Hình 9. Sơ đồ thiết kế hệ thống ICCP của tàu Minh Phú 99.

bảo vệ cho cả hệ thống. Các quá trình lắp đặt hệ thống ICCP được minh họa trên các hình 10 và 11.



Hình 10. Lắp đặt điện cực anốt trên thân tàu Minh Phú 99.



Hình 11. Lắp đặt tấm chắn điện bằng vật liệu composit quanh anốt.

Đo đạc đánh giá và kiểm tra hệ thống ICCP: để theo dõi khả năng bảo vệ của hệ thống ICCP, điện thế của vỏ tàu được đo kiểm tra tại 9 vị trí quanh tàu như sơ đồ trên hình 12. Địa điểm khảo sát được thực hiện tại vùng biển Cẩm Phả nơi tàu Minh Phú vận chuyển than với mức nước 7 m vào ngày 10/11/2017. Bảng 1 biểu diễn ảnh hưởng của dòng điện bảo vệ đến giá trị điện thế bảo vệ của vỏ tàu. Nhìn chung, khi tăng dòng điện, điện thế vỏ tàu cũng âm hơn và đều đạt được trên tiêu chuẩn bảo vệ là âm hơn -800 mV; Ag/AgCl. Dựa trên các kết quả đã khảo sát, chế độ vận hành của thiết bị nguồn được lựa chọn là điện áp một chiều cố định tại giá trị 3,3 V và dòng điện tương ứng khoảng 2,8-3,0 A.



Hình 12. Sơ đồ các vị trí đo kiểm tra điện thế của vỏ tàu.

Bảng 1. Điện thế của vỏ tàu tại các giá trị dòng điện bảo vệ khác nhau.

I (A)	Điện thế vỏ tàu (mV; Ag/AgCl)								
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
1	-947	-975	-996	-996	-996	-994	-991	-977	-948
1,8	-962	-984	-1.005	-1.008	-1.003	-1.006	-1.011	-997	-967
2,4	-980	-993	-1.012	-1.016	-1.017	-1.014	-1.019	-1.010	-972
2,7	-994	-1.004	-1.021	-1.024	-1.025	-1.030	-1.027	-1.020	-977
3,4	-1.008	-1.015	-1.029	-1.032	-1.034	-1.039	-1.038	-1.031	-988
4	-1.018	-1.030	-1.043	-1.048	-1.045	-1.051	-1.053	-1.049	-992
4,8	-1.030	-1.042	-1.057	-1.060	-1.051	-1.062	-1.065	-1.064	-1.011

Bảng 2 là các giá trị điện thế vỏ tàu được lưu trữ trong suốt quá trình vận hành của tàu Minh Phú 99 từ ngày 14/1/2018 đến 15/5/2018. Các giá trị điện thế đo được đều cao hơn nhiều so với điện thế bảo vệ theo tiêu chuẩn (-800 mV; Ag/AgCl). Điều này đã thể hiện rằng hệ thống ICCP đã vận hành bảo vệ chống ăn mòn cho vỏ tàu rất hiệu quả.

Bảng 2. Các giá trị đo điện thế vỏ tàu Minh Phú 99 lưu trữ trong quá trình vận hành.

Giờ: phút	Ngày/tháng/năm	Uss1 (mV; Zn)	Uss2 (mV; Zn)	Uss1 (mV; Ag/AgCl)	Uss2 (mV; Ag/AgCl)
9:46	15/05/2018	101	103	-949	-947
9:46	30/04/2018	101	135	-949	-915
9:46	24/04/2018	101	133	-949	-917
11:12	31/03/2018	133	131	-917	-919
8:00	27/02/2018	92	90	-958	-960
8:39	14/01/2018	45	45	-1.005	-1.005

Kết luận

1) Đã nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ dòng điện và nồng độ dung dịch NaCl đến độ bền của anốt tro hỗn hợp ôxít kim loại quý hiếm MMO. Điện cực anốt tro Ti/IrO₂/RuO₂/IrO₂/TiO₂ phù hợp nhất cho bảo vệ catốt bằng dòng điện ngoài ở mật độ dòng cao đến 600 A/m² trong môi trường nước biển (3,5% NaCl).

2) Một hệ thống bảo vệ catốt bằng dòng điện ngoài ICCP hoàn chỉnh bao gồm: một nguồn điện một chiều tự động điều khiển 30 V - 25 A tích hợp hệ thống lưu trữ số liệu, 04 điện cực anốt tro MMO và 02 điện cực so sánh Zn đã được thiết kế, chế tạo và lắp đặt bảo vệ vỏ tàu Minh Phú 99. Các số liệu đo đạc cho thấy hệ thống đã vận hành bảo vệ tốt cho vỏ tàu sau khoảng nửa năm hoạt động.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo này được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của đề tài VAST.NĐP.02/14-15. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] L. Lazzari, P. Pedferri (2006), *Cathodic Protection*, 1st Edition.
- [2] Cathodic protection company limited, *Cathodic protection*, www.cathodic.co.uk.
- [3] MG Duff International Ltd., *Automatic systems for ships hulls*.
- [4] L. Xu (2011), "Impressed current anode for ship hull protection", *Materials Performance*, **5(6)**, pp.40-42.
- [5] D.H. Kroon, L.M. Ernes (2007), "MMO coated titanium anodes for cathodic protection - Part I", *Materials Performance*, **45(5)**, pp.26-29.
- [6] V.V. Panic and B.Z. Nikolic (2007), "Sol-gel prepared active ternary oxide coating on titanium in cathodic protection", *J. Serb. Chem. Soc.*, **72**, pp.1393-1402.
- [7] TCVN 6051:1995, Hệ bảo vệ catốt - Yêu cầu thiết kế, lắp đặt và kiểm tra.
- [8] Corrosion protection of ships (2017), <http://www.dnvg1.com>.
- [9] Nguyễn Ngọc Phong, Đỗ Chí Linh, Phạm Hồng Hạnh, Ngô Ánh Tuyết (2009), "Ôxy hoá điện hoá của phenol trên điện cực tro Ti/RuO₂/IrO₂/TiO₂ trong môi trường kiềm", *Tạp chí Hóa học*, **47**, tr.226-229.
- [10] Nguyễn Ngọc Phong (2003), "Nghiên cứu chế tạo điện cực anốt tro titan phủ hỗn hợp ôxít kim loại", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, **41**, tr.30-35.

Tối ưu hóa thành phần môi trường lên men chủng *Bacillus subtilis* DB104 thu nhận peptide kháng khuẩn tái tổ hợp bằng phương pháp đáp ứng bề mặt

Trần Quốc Tuấn^{1*}, Đinh Thị Lan Anh¹, Lê Thị Thúy Ái², Đinh Minh Hiệp²

¹Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh

²Ban Quản lý Khu Nông nghiệp Công nghệ cao TP Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài 7/8/2018; ngày gửi phản biện 10/8/2018; ngày nhận phản biện 17/9/2018; ngày chấp nhận đăng 21/9/2018

Tóm tắt:

Trong những năm gần đây, nhiều loại peptide kháng khuẩn (AMPs) đã được tìm thấy trong các sinh vật khác nhau và rất đa dạng, bao gồm cả động vật lưỡng cư, động vật có vú, thực vật và prokaryote. Hoạt động kháng khuẩn của các peptide hiệu quả trên nhiều vi khuẩn Gram âm và Gram dương. Bên cạnh các peptide tự nhiên, nhiều AMPs tổng hợp đã được nghiên cứu và thu nhận. Các peptide có hoạt tính kháng khuẩn là do sự tác động của peptide làm biến đổi cấu trúc tự nhiên của màng vi khuẩn, vì vậy peptide kháng khuẩn vẫn có hoạt tính trên một số vi khuẩn đa kháng thuốc. Nghiên cứu này tập trung tối ưu hóa thành phần môi trường nuôi cấy nhằm thu nhận peptide kháng khuẩn từ chủng *Bacillus subtilis* DB104 tái tổ hợp. Trong một môi trường thích hợp, các thành phần này được sàng lọc lại với các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt tính kháng khuẩn của peptide bằng thiết kế thí nghiệm Plackett-Burman. Trong các yếu tố khảo sát, pepton, K_2HPO_4 và rỉ đường là ba yếu tố tác động nhiều nhất ($p < 0,05$). Thí nghiệm được thiết kế theo phương pháp đáp ứng bề mặt (Response surface methodology-RSM). Kết quả nhận được môi trường thích hợp cho quá trình sinh tổng hợp peptide gồm: 12,4 g/l pepton, 5,1 g/l K_2HPO_4 , 8 g/l rỉ đường. Thời gian lên men sau 36 giờ cho hoạt tính kháng khuẩn cao nhất 1.600 AU/ml, cao hơn trước khi tối ưu 2,5 lần (640 AU/ml), chiếm 60%.

Từ khóa: *Bacillus subtilis*, đáp ứng bề mặt, peptide tái tổ hợp, thành phần môi trường, tối ưu hóa.

Chỉ số phân loại: 2.8

Giới thiệu

Hiện nay, các peptide kháng khuẩn (antimicrobial peptide - AMPs) được coi như nguồn “kháng sinh tự nhiên” của sinh vật đã được phát hiện ở nhiều loài sinh vật khác nhau. Chúng đang được các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu, mang một ý nghĩa lớn khi hiện trạng kháng thuốc kháng sinh của các vi sinh vật gây bệnh trên người và động vật ngày càng nhiều. Các peptide có hoạt tính kháng khuẩn có nguồn gốc khá đa dạng, từ côn trùng, giáp xác, động vật có vú tới vi sinh vật [1-3]. Peptide kháng khuẩn thường gồm 12-50 amino acid. Hoạt động kháng khuẩn của các peptide khá đa dạng và hiệu quả trên nhiều vi khuẩn Gram âm và Gram dương, nấm mốc, virus và một số ký sinh trùng. Bên cạnh các peptide tự nhiên, nhiều peptide kháng khuẩn tổng hợp đã được nghiên cứu và thu nhận. Thuộc nhóm peptide này, cecropin đã được phân lập đầu tiên từ nhộng bướm tằm *Hyalophora cecropia* bị lây nhiễm vi khuẩn. Boman và đồng tác giả (1994) đã phân lập được ba nhóm cecropin A, B và D. Trong đó cecropin B có hoạt tính kháng khuẩn mạnh, tác động lên cả vi khuẩn Gram âm và Gram dương [4-6]. Cấu trúc xoắn α , mang điện tích dương, kích thước nhỏ nên cho phép

gần và chèn vào màng đôi của tế bào vi khuẩn hình thành các lỗ trên màng và tiêu diệt vi khuẩn [7]. Gen mã hóa cho một số cecropin được thiết kế và tổng hợp đã cho thấy hiệu quả kháng bệnh ở động vật và thực vật do vi khuẩn gây nên [5]. Cecropin có cấu trúc bậc hai dạng xoắn α , mang điện tích dương mạnh, lưỡng cực, gồm 35-50 amino acid, khối lượng phân tử khoảng 4,1 kDa. Trong nghiên cứu trước đó có liên quan, chúng tôi sử dụng kỹ thuật gen tạo chủng *B. subtilis* DB104 có khả năng biểu hiện peptide cecropin B trong giai đoạn tạo bào tử. Peptide cecropin B sẽ được phiên mã trong giai đoạn muộn của sự hình thành bào tử nhờ hoạt động của promoter P_{cotB} và được giải phóng ra ngoài môi trường khi tế bào mẹ ly giải phóng thích bào tử. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tập trung khảo sát tối ưu hóa môi trường nuôi cấy cho thu nhận peptide cao nhất.

Phương pháp tối ưu hóa truyền thống thực hiện việc tối ưu từng nhân tố (one-factor-at-a-time) đơn giản, dễ thực hiện và những tác động của các thành phần có thể được nhận thấy trên đồ thị mà không cần phải phân tích thống kê. Tuy nhiên, mô hình này thường xuyên thất bại trong việc xác định vị trí tại khu vực đáp ứng tối ưu vì những tác động chung của các yếu tố trên

*Tác giả liên hệ: Email: trquuan@hcmus.edu.vn

Optimisation of medium composition for recombinant antibacterial peptide production from *Bacillus subtilis* DB104 by using response surface methodology

Quoc Tuan Tran^{1*}, Thi Lan Anh Dinh¹,
Thi Thuy Ai Le², Minh Hiep Dinh²

¹University of Sciences, National University of Ho Chi Minh City

²Agricultural Hi-Tech Park of Ho Chi Minh City

Received 7 August 2018; accepted: 21 September 2018

Abstract:

Antimicrobial peptides (AMPs) were described as having a broad spectrum of antibacterial activity against both Gram-positive and Gram-negative bacteria, but lacking the ability to lyse eukaryotic cells. Some peptides which exhibit antimicrobial activity derive from quite diverse sources, such as insects, crustaceans, and mammals. In this study, we optimised the medium composition for the production of recombinant antibacterial peptides from *Bacillus subtilis* DB104. The medium composition was selected in order to make the base for screening factors affecting the peptide activity by Plackett-Burman experiments. Among factors surveyed, pepton, K_2HPO_4 , and molasses were considered significantly ($p < 0.05$). These factors were subsequently optimised using the response surface methodology (RSM). The obtained results showed the appropriate medium for the biosynthesis of peptides included 12.4 g/l pepton, 5.1 g/l K_2HPO_4 , and 8 g/l molasses. After 36 hours of fermentation, the peptide activity reached the highest level of 1,600 AU/ml, 2.5 times higher than that of the pre-optimized one (640 AU/ml).

Keywords: *Bacillus subtilis*, medium composition, optimisation, recombinant peptide, response surface methodology.

Classification number: 2.8

bề mặt đáp ứng không thấy được, điều này có ý nghĩa khi lên men ở quy mô lớn [7].

Thiết kế thí nghiệm thống kê cung cấp một cách tiếp cận hiệu quả để tối ưu hóa. Phương pháp này tối ưu nhiều hơn một yếu tố ở hai hay nhiều mức độ khác nhau và bao gồm nhiều thiết kế như thiết kế các yếu tố đầy đủ (full factorial design), thiết kế Box-Behnken (Box-Behnken design-BBD). Phương pháp bề mặt đáp ứng là một kỹ thuật mô hình thực nghiệm được sử dụng để đánh giá mối quan hệ giữa một tập hợp của các yếu tố thử nghiệm kiểm soát. Dựa trên kết quả kiểm tra biến, mô hình kiểm tra các biến thử nghiệm cần thiết cho tổng hợp peptide tối ưu bằng cách sử dụng thiết kế Box-Behnken và phương pháp bề mặt đáp ứng [8].

Với việc sử dụng thống kê trong thiết kế thí nghiệm được thực hiện với các yếu tố được chọn nhằm tìm ra môi trường tối ưu cho thu nhận peptide đạt năng suất cao nhất là hướng tiếp cận của nghiên cứu này.

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Chủng vi sinh vật

Chủng vi khuẩn *Bacillus subtilis* DB104 [*his*, *nprR2*, *nprE18*, *ΔaprA3*] (Đại học Bayreuth, Đức) được chèn Cassette *P_{cotB-cecB}* ở bộ gen, biểu hiện gen mã hóa cecropin B (*B. subtilis* DB104 amyE:*PcotB-cecB*).

Chủng vi khuẩn khảo sát kháng khuẩn: *Edwardsiella ictalury* do Viện Nghiên cứu nuôi trồng thủy sản II (TP Hồ Chí Minh) cung cấp.

Xác định hoạt tính kháng khuẩn

Từ môi trường thích hợp, cấy vi khuẩn (đã được tăng sinh từ 12-16 giờ) vào các môi trường khảo sát với tỷ lệ nạp giống 1% và nuôi trong điều kiện lắc ở 37°C với tốc độ lắc 200 vòng/phút. Thu canh trường nuôi cấy sau 24 giờ. Ly tâm 15.000 vòng/phút ở nhiệt độ phòng thu dịch để loại tế bào. Kiểm tra hoạt tính kháng khuẩn của mẫu dịch thu được trên vi khuẩn *Edwardsiella ictalury* bằng phương pháp xác định hoạt tính kháng khuẩn. Hoạt tính kháng khuẩn (AU/ml) được xác định theo phương pháp pha loãng hai lần tuần tự (Schilliner và Rest, 2003): hoạt tính kháng khuẩn được tính theo công thức $AU/ml = DFi \times (1/V)$, AU: đơn vị hoạt tính; DFi: độ pha loãng cao nhất có vòng ức chế [9].

Điện di polyacrylamide và phân tích hoạt tính trên gel

Điện di protein SDS-PAGE được thực hiện trên gel 12,5% polyacrylamide và 4% gel gom theo phương pháp được mô tả bởi Leammli (1970) [10].

Để thử nghiệm hoạt tính kháng khuẩn, tiến hành điện di tương tự SDS-PAGE, tuy nhiên mẫu không qua bước xử lý nhiệt. Sau khi chạy điện di xong, cắt phần gel chứa peptide ngâm trong dung dịch Triton-X100 2,5% để loại SDS, sau đó rửa lại bằng dung dịch đệm Tris-HCl pH 7,0. Tiến hành áp gel lên đĩa thạch chứa môi trường cao thịt peptone đã trải vi khuẩn

Edwardsiella ictalryi. Ủ 30°C trong 24 giờ. Quan sát vùng vô khuẩn.

Tối ưu hóa và thiết kế thí nghiệm

Sàng lọc yếu tố có ý nghĩa bằng thiết kế Plackett-Burman: từ kết quả nghiên cứu trước đó có liên quan môi trường được chọn có thành phần gồm: 10 g/l glucose, 1,7 g/l ammonium citrate, 11,13 g/l peptone, 7,2 g/l ri đường, 1μM FeSO₄.7H₂O, 0,38 g/l MgSO₄.7H₂O, 4,58 g/l K₂HPO₄, 0,01 g/l CaCl₂, được sử dụng thiết kế Plackett-Burman nhằm sàng lọc các yếu tố có ảnh hưởng đến hoạt tính kháng khuẩn của peptide [7]. Các yếu tố được chọn cho nghiên cứu này là ri glucose, peptone, MgSO₄, K₂HPO₄, ri đường, CaCl₂, MnCl₂, amonium citrate và FeSO₄ được liệt kê trong bảng 1. Thiết kế ma trận Plackett-Burman được trình bày trong bảng 2. Kết quả nghiên cứu được phân tích bằng chương trình “Design Expert® 7.0” Stat-Ease, Inc., Minneapolis, Hoa Kỳ.

Bảng 1. Các biến trong ma trận Plackett-Burman.

Yếu tố	Đơn vị	Ký hiệu	Mức		Mức độ ảnh hưởng	
			Thấp (-1)	Cao (+1)	Ảnh hưởng	Prob>F
Glucose	g/l	X1	5	15	9,42 ^b	0,1136
Peptone	g/l	X2	5	15	121,25 ^a	0,0008
MgSO ₄	g/l	X3	0,3	0,5	-9,42 ^b	0,1136
K ₂ HPO ₄	g/l	X4	4	6	31,75 ^a	0,0118
Ri đường	g/l	X5	5	10	36,58 ^a	0,0089
CaCl ₂	g/l	X6	0,01	0,05	-4,58 ^b	0,3182
MnCl ₂	mM	X7	10	20	9,42 ^b	0,1136
Amonium citrate	g/l	X8	1	2,5	-13,42 ^b	0,0611
FeSO ₄	μM	X9	0,5	2	-18,25 ^a	0,0344

^aCó ý nghĩa ở độ tin cậy α=0,05; ^bKhông có ý nghĩa ở độ tin cậy α=0,05.

Bảng 2. Ma trận thiết kế thí nghiệm Plackett-Burman.

Thí nghiệm	Các biến									Hoạt tính kháng khuẩn (AU/ml)	
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	Thực nghiệm	Mô hình
1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	457	462
2	-1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	320	324,83
3	1	-1	1	1	1	-1	-1	1	-1	160	155
4	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	160	155
5	1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	50	54,83
6	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	320	315,17
7	-1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	320	315,17
8	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	291	295,83
9	-1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	50	55
10	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	50	45,17
11	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	1	50	55
12	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	267	262

Tối ưu hóa bằng phương pháp đáp ứng bề mặt: ba yếu tố chính từ kết quả sàng lọc thu được được xác định giá trị tối ưu và được nghiên cứu ở 3 mức (-1, 0 và +1) (bảng 3) với 15 thí nghiệm trong đó có 3 thí nghiệm ở tâm (bảng 4).

Bảng 3. Nồng độ các yếu tố sử dụng trong Box-Behnken.

Yếu tố	Đơn vị	Ký hiệu	Mức		
			-1	0	+1
Peptone	g/l	X1	5	10	15
Ri đường	g/l	X2	5	7,5	10
K ₂ HPO ₄	g/l	X3	4	5	6

Hàm đáp ứng được chọn là hoạt tính kháng khuẩn (Y, AU/ml dịch nuôi cấy). Mô hình hóa được biểu diễn bằng phương trình bậc hai: $Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_{12}X_1X_2 + B_{13}X_1X_3 + B_{23}X_2X_3 + B_{11}X_1^2 + B_{22}X_2^2 + B_{33}X_3^2$. Trong đó, B₀ là hệ số hồi quy bậc 0; B₁, B₂, B₃ là các hệ số bậc 1; B₁₁, B₂₂ và B₃₃ là hệ số bậc 2; B₁₂, B₂₃ và B₁₃ là các hệ số tương tác của từng cặp yếu tố; X₁, X₂, X₃ là các biến độc lập. Số liệu được phân tích bằng chương trình “Design Expert® 7.0” Stat-Ease, Inc., Minneapolis, Hoa Kỳ. Từ kết quả phân tích xác định mức tối ưu của các yếu tố khảo sát cho hoạt tính kháng khuẩn cao nhất.

Bảng 4. Thiết kế Box-Behnken.

Thí nghiệm	Các biến			Hoạt tính kháng khuẩn (AU/ml)	
	X1	X2	X3	Thực nghiệm	Mô hình
1	0	1	1	640	653,5
2	1	0	1	800	773,375
3	-1	-1	0	200	186,875
4	1	-1	0	457	473,875
5	0	0	0	1067	1067
6	0	-1	1	291	300,75
7	0	1	-1	533	523,25
8	-1	0	-1	229	255,625
9	0	0	0	1067	1067
10	0	0	0	1067	1067
11	-1	0	1	400	403,375
12	1	1	0	914	927,125
13	1	0	-1	800	796,625
14	-1	1	0	320	303,125
15	0	-1	-1	320	306,5

Kết quả và thảo luận

Sàng lọc các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt tính kháng khuẩn

Với 9 yếu tố được chọn để sàng lọc gồm glucose, ammonium citrate, peptone, ri đường, FeSO₄.7H₂O, MgSO₄.7H₂O, K₂HPO₄, MnCl₂ và CaCl₂ với hai mức thấp và cao, tiến hành thí nghiệm theo ma trận Plackett-Burman. Qua kết quả xử lý bằng phần mềm Design expert 7.0 (bảng 1) cho thấy, các yếu tố có giá trị ảnh hưởng dương và lớn gồm pepton, K₂HPO₄ và ri đường sẽ ảnh hưởng dương (+) tới hoạt tính kháng khuẩn với mức ý nghĩa α=0,05 (p-value <0,05). Trong khi đó, kết quả nghiên cứu sàng lọc yếu tố của Juan và cộng sự (2005) khi khảo sát 17 yếu tố đã chọn glucose, NH₄NO₃, glutamic acid, CaCl₂ và MnSO₄ [11]; Monteiro và cộng sự (2014) [12] chọn glucose, ammonium sulphate và CaCl₂; Shi và cộng sự (2007) [13] chọn (NH₄)₂SO₄, bột bắp và MgSO₄ ảnh hưởng mạnh lên khả năng tạo bào tử của vi khuẩn. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi chọn pepton, K₂HPO₄ và ri đường cho thiết kế thí nghiệm theo phương pháp đáp ứng bề mặt-Box-Behnken.

Tối ưu hóa giá trị các yếu tố ảnh hưởng lên hoạt tính kháng khuẩn

Các thí nghiệm lên men thu nhận dịch peptide được thực hiện trên ba yếu tố ở ba mức gồm 15 công thức, trong đó 3 lần lặp lại của các điểm trung tâm được thể hiện trong bảng 4 với các giá trị hàm đáp ứng. Kết quả phân tích ANOVA (bảng 5) cho thấy, mô hình có ý nghĩa thống kê ($P < 0,0001$), hệ số hồi quy R^2 là $0,9980 > 0,75$ chứng tỏ mô hình tương thích với thực nghiệm. Hơn nữa, giá trị R^2 dự đoán là $0,9679$ phù hợp với R^2 điều chỉnh là $0,9944$ (độ lệch $0,0265 < 0,2$), tỷ lệ tín hiệu so với nhiễu là $24,12 > 4$ thể hiện tín hiệu đã đầy đủ.

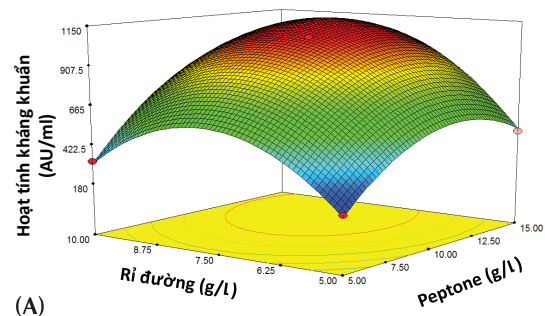
Bảng 5. Kết quả phân tích ANOVA.

Source	Tổng bình phương	Bậc tự do	Sai số chuẩn	Ảnh hưởng	F - Value	Prob > F
Model	1445679	9	13,93		276,07	<0,0001
X_1	414960,5	1	8,53	227,75	713,17	<0,0001
X_2	162165,1	1	8,53	142,375	278,71	<0,0001
X_3	7750,125	1	8,53	31,125	13,32	0,0148
X_1X_2	28392,25	1	12,06	84,25	48,80	0,0009
X_1X_3	7310,25	1	12,06	-42,75	12,56	0,0165
X_2X_3	4624	1	12,06	34	7,95	0,0371
X_1^2	215343,7	1	12,55	-241,5	370,10	<0,0001
X_2^2	459443,3	1	12,55	-352,75	789,63	<0,0001
X_3^2	265691,3	1	12,55	-268,25	456,63	<0,0001
Sai số	0,00	2				
Tổng	1448588	14				

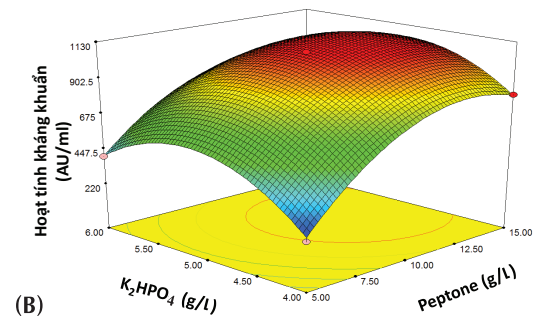
$R^2 = 0,9980$; $CV = 3,97\%$; R^2 -điều chỉnh = $0,9944$; R^2 -dự đoán = $0,9679$.

Phương trình hồi quy nhận được như sau: hoạt tính kháng khuẩn (AU/ml) = $1067 + 227,75 X_1 + 142,38 X_2 + 31,12 X_3 + 84,25 X_1X_2 - 42,75 X_1X_3 + 34 X_2X_3 - 241,5 X_1^2 - 352,75 X_2^2 - 268,25 X_3^2$.

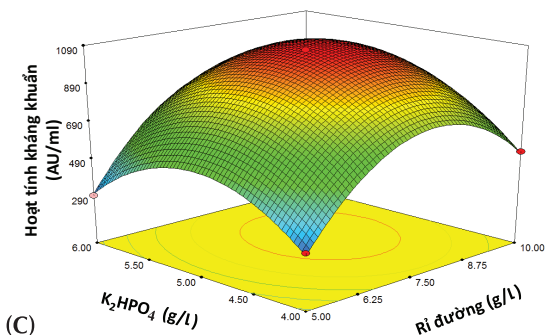
Để xác định mức độ tối ưu của mỗi biến cho hoạt tính kháng khuẩn của peptide tối ưu, đồ thị bề mặt ba chiều tương tác được xây dựng với trục Z là hoạt tính kháng khuẩn và hai biến độc lập bất kỳ, trong khi duy trì biến còn lại ở mức tối ưu của chúng. Kết quả ở hình 1A cho thấy, hoạt tính kháng khuẩn tăng cực đại khi gia tăng pepton và ri đường. Trong khi đó, ở hình 1B và 1C cho thấy hoạt tính kháng khuẩn ảnh hưởng nhiều bởi pepton và ri đường. K_2HPO_4 dường như không ảnh hưởng đến hoạt tính kháng khuẩn. Từ các dữ liệu thí nghiệm thu được và phương trình trên, các thông số tối ưu của mỗi biến được xác định: pepton 12,4 g/l, K_2HPO_4 5,1 g/l và ri đường 8 g/l, mô hình dự đoán hoạt tính kháng khuẩn tối đa đạt được (1.143,5 FU/ml). Trong nghiên cứu của Chen và cộng sự (2010) chọn hàm lượng peptone 7,7 g/l và nhận thấy ri đường là nguồn carbon thích hợp cho *B. subtilis* WHK-Z12 sinh bào tử tốt hơn các đường đơn (glucose, fructose...), tuy nhiên hàm lượng cao hơn trong nghiên cứu này (20,75 g/l) [14]. Mô hình được kiểm chứng khi thực hiện thí nghiệm tại các giá trị tối ưu trên đạt hoạt tính kháng khuẩn là 1.067 AU/ml sau 24 giờ nuôi cấy. Qua



(A)



(B)



(C)

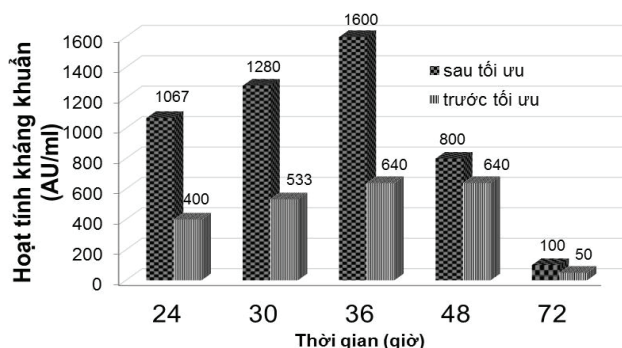
Hình 1. Mặt đáp ứng hoạt tính kháng khuẩn theo hai yếu tố: (A) Peptone (X_1) - ri đường (X_2) với K_2HPO_4 ở nồng độ 5 g/l; (B) Peptone (X_1) - K_2HPO_4 (X_3) với ri đường ở nồng độ 7,5 g/l; (C) Ri đường (X_2) - K_2HPO_4 (X_3) với peptone ở nồng độ 10 g/l.

thực nghiệm cho thấy nghiên cứu đã đưa ra thành phần môi trường tối ưu cho thu nhận peptide cao nhất.

Ảnh hưởng của thời gian nuôi cấy lên hoạt tính kháng khuẩn của peptide

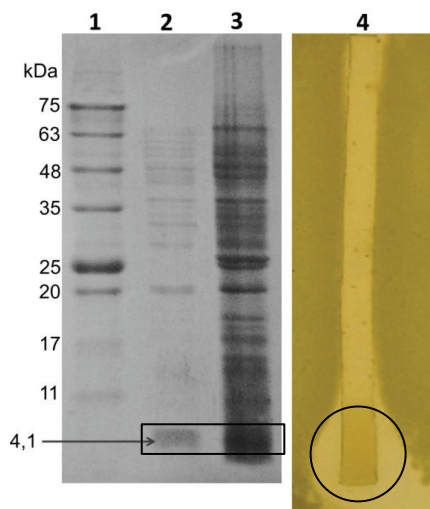
Tiến hành thu nhận và khảo sát hoạt tính kháng khuẩn của peptide sau 24 giờ, 30 giờ, 36 giờ, 48 giờ và 72 giờ nuôi cấy chủng vi khuẩn trên môi trường tối ưu. Kết quả hình 2 cho thấy khi tăng thời gian nuôi cấy từ 24 đến 36 giờ, hoạt tính kháng khuẩn tăng dần và đạt giá trị cao nhất ở cả hai môi trường trước và sau tối ưu hóa. Khi so sánh với môi trường khi chưa tối ưu hoạt tính kháng khuẩn đạt 640 AU/ml, sau tối ưu hóa tăng 2,5 lần (60%). Kết quả này cũng tương đồng với nghiên cứu của Chen và cộng sự (2010) khi chọn thời điểm sau 36 giờ cho hiệu

suất tạo bào tử cao nhất [14]. Chúng tôi chọn thời điểm 36 giờ nuôi cấy cho thu nhận peptide.



Hình 2. Ảnh hưởng của thời gian nuôi cấy đến khả năng kháng khuẩn của peptide khi lên men chủng *Bacillus subtilis* trên môi trường trước và sau khi tối ưu hóa.

Kết quả thể hiện trong hình 3 với peptide có khối lượng phân tử 4,1 kDa theo thiết kế xuất hiện vạch đậm và rõ hơn ở dịch sau lên men *Bacillus subtilis* trên môi trường sau tối ưu so với môi trường ban đầu. Giếng 4 (hình 3) cũng thể hiện rõ hoạt tính kháng khuẩn của gel sau khi chạy điện di tương ứng với vạch peptide.



Hình 3. Điện di SDS-PAGE và phân tích hoạt tính kháng khuẩn trên gel.

Giếng 1: thang protein chuẩn; Giếng 2: dịch nuôi trên môi trường ban đầu; Giếng 3: dịch nuôi trên môi trường tối ưu; Giếng 4: band gel được cắt sau khi chạy điện di và áp lên thạch đĩa chứa môi trường với vi khuẩn *Edwardsiella ictalury*.

Kết luận

Từ 9 yếu tố ban đầu chọn 3 yếu tố ảnh hưởng là pepton, K_2HPO_4 và ri đường bằng thiết kế ma trận Plackett-Burman. Sử dụng phương pháp đáp ứng bề mặt-Box-Behnken đã tối ưu hóa thành phần môi trường cho hoạt tính kháng khuẩn cao nhất với pepton 12,4 g/l, K_2HPO_4 5,1 g/l và ri đường 8 g/l. Hoạt tính

tối đa đạt được là 1.600 AU/ml sau 36 giờ nuôi cấy chủng *B. subtilis* DB104 tái tổ hợp. Kết quả làm cơ sở cho nghiên cứu lên men với quy mô pilot nhằm thu nhận peptide nhiều hơn để có thể ứng dụng trong thủy sản. Hướng nghiên cứu mở ra trong tương lai nhằm nâng cấp quy mô nhân nuôi và thu nhận ở mức công nghiệp để có thể ứng dụng vào thực tiễn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] H. Steiner, D. Hultmark, A. Engstrom, H. Bennich, H.G. Boman (1981), "Sequence and specificity of two antibacterial proteins involved in insect immunity", *Nature*, **292**, pp.246-248.
- [2] J. Vizioli, M. Salzet (2002), "Antimicrobial peptides from animals: focus on invertebrates", *Trends Pharmacol. Sci.*, **23**, pp.494-496.
- [3] W.S.C. Chen (1997), "Effects of the anti-bacterial peptide cecropin B and its analogs, cecropins B-1 and B-2, on liposomes, bacteria, and cancer cells", *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, **1336**, pp.171-179.
- [4] H.G. Boman (1994), "Cecropins: Antibacterial peptides from insects and pigs", *Phylogenetic Perspectives in Immunity: The Insect Host Defence Hoffmann*, pp.3-17.
- [5] P. Bulet, M. Charlet, C. Hetru (2003), "Innate Immunity, Humana Press", *Totowa*, pp.89-107.
- [6] P. Bulet, R. Stöcklin, L. Menin (2004), "Anti-microbial peptides: from invertebrates to vertebrates", *Immunological Reviews*, **198**, pp.169-184.
- [7] R.L. Plackett, J.P. Burman (1946), "The design of optimum multifactorial experiments", *Biometrika*, **33**, pp.305-325.
- [8] G. Box, D. Behnken (1960), "Some new three level designs for the study of quantitative variables", *Technometrics*, **2**, pp.455-475.
- [9] S.T. Ogunbanwo, A.I. Sanni, and A.A. Onilude (2003), "Characterization of bacteriocin produced by *Lactobacillus plantarum* F1 and *Lactobacillus brevis* OG1", *African Journal of Biotechnology*, **2(8)**, pp.219-227.
- [10] U.K. Laemmli (1970), "Cleavage of Structural Proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4", *Nature*, **227**, pp.680-685.
- [11] S. Juan, L.Z. Xin, B.X. Mei, L.F. Xia and H.X. Qing (2005), "Media optimization for the novel antimicrobial peptide by *Bacillus sp.* fmbj224", *Chinese Journal of Biotechnology*, **21(4)**, pp.609-614.
- [12] S.M.S. Monteiro, J.J. Clemente, M.J.T. Carrondo, A.E. Cunha (2014), "Enhanced spore production of *Bacillus subtilis* grown in a chemically defined medium", *Advances in Microbiology*, **4**, pp.444-454.
- [13] F.Y. Shi, Y.B. Zhu (2007), "Application of statistically-based experimental designs in medium optimization for spore production of *Bacillus subtilis* from distillery effluent", *BioControl*, **52**, pp.845-853.
- [14] Z.M. Chen, Q. Li, H.M. Liu, N. Yu, T.J. Xie, M.Y. Yang, P. Shen, X.D. Chen (2010), "Greater enhancement of *Bacillus subtilis* spore yields in submerged cultures by optimization of medium composition through statistical experimental designs", *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **85**, pp.1353-1360.

Nghiên cứu chế tạo vật liệu nanocomposite polyaniline ứng dụng cho cảm biến sinh học

Chu Văn Tuấn^{1*}, Nguyễn Trọng Nghĩa¹, Hoàng Văn Hán¹,
Chu Thị Thu Hiền¹, Nguyễn Khắc Thông², Hoàng Thị Hiền¹, Trần Trung¹

¹Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên

²Vụ Khoa học Công nghệ và Môi trường, Bộ Giáo dục và Đào tạo

Ngày nhận bài 21/5/2018; ngày chuyển phản biện 23/5/2018; ngày nhận phản biện 29/6/2018; ngày chấp nhận đăng 6/7/2018

Tóm tắt:

Vật liệu nanocomposite gồm 3 thành phần polyaniline (PANI), ống carbon nanotubes (MWCNTs) và MnO_2 đã được tổng hợp trực tiếp trên vi điện cực Pt được chế tạo bằng phương pháp điện hóa. Kết quả phân tích cấu trúc bề mặt bằng kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FE-SEM) cho thấy đã có sự lấp đầy của MnO_2 . Cấu trúc thành phần hóa học, các đặc trưng liên kết của vật liệu nanocomposite được nghiên cứu bằng phổ hấp thụ hồng ngoại truyền qua (FT-IR), phổ hấp thụ tử ngoại (UV-Vis). Các kết quả thu được cho thấy, vật liệu nanocomposite PANi/MWCNTs/ MnO_2 có độ dẫn cao hơn khi không có MnO_2 , phù hợp cho ứng dụng trong cảm biến sinh học.

Từ khóa: cảm biến sinh học, điện hóa, nanocomposite, polyaniline.

Chỉ số phân loại: 2.9

Đặt vấn đề

Các vật liệu chức năng được cấu tạo bởi các thành phần cấu trúc nano có đặc tính nhạy rất cao đối với tác nhân mục tiêu. Đặc biệt dựa trên sự tương hợp ăn khớp giữa tác nhân thăm dò và tác nhân mục tiêu, hầu hết các cảm biến sinh học biểu lộ tính chọn lọc rất cao. Đó chính là điều mà các nhà nghiên cứu mong muốn khi chế tạo cảm biến. Sự tồn tại của các dạng mang điện khác nhau, và số lượng tương quan giữa chúng, cũng như của các nhóm chức đã tạo thành tương tác của chúng với các tâm hoạt động của chất nền. Hơn nữa, sự thay đổi số lượng tương đối giữa các dạng mang điện đã bộc lộ sự chuyển dịch của một số dạng mang điện này sang dạng khác. Điều này cũng cho thấy rõ điều kiện có thể không chế dạng mang điện mong muốn. Tuy nhiên, để nâng cao được hiệu suất của cảm biến sinh học thì các nhóm chức năng hoặc các tác nhân sẽ được gắn trên bề mặt làm việc hoặc cài vào trong mạng cấu trúc của vật liệu [1]. Các tác nhân có thể khuếch tán vào, ra tùy theo điều kiện hoạt động. Cách tạo nhóm chức như vậy luôn được thực hiện đối với cảm biến sinh học. Nhưng các tác nhân sẽ hoạt động như là cầu nối giữa điện cực nền cấu trúc nano với tác nhân sinh học thăm dò. Sự tương tác giữa tác nhân sinh học thăm dò với tác nhân sinh học mục tiêu (tác nhân hướng đích) sẽ tạo ra tín hiệu xác nhận sự tồn tại của tác nhân hướng đích trong môi trường nghiên cứu [2].

Gần đây, việc kết hợp giữa polyme dẫn và các ô xít

kim loại bán dẫn (MOS) hứa hẹn sẽ cải thiện khả năng ứng dụng của chúng do kết hợp được các đặc tính ưu việt của polyme dẫn và MOS. Để làm tăng độ dẫn điện của polyme dẫn thông thường, một cách đơn giản và hiệu quả nhất hiện nay là phương pháp đưa các phân tử có kích thước nanomet của kim loại hay ô xít kim loại vào mạng polyme dẫn để tạo ra vật liệu mới có độ dẫn điện vượt trội. Các hạt nano được đưa vào trong mạng polyme thường là kim loại chuyển tiếp hoặc ô xít kim loại chuyển tiếp, nó có chức năng như những cầu nối để dẫn điện từ từ chuỗi polyme này sang chuỗi polyme khác. Trong thực tế, người ta đã biến tính rất nhiều hạt nano vào mạng polyme như nanocluster của Niken vào mạng polyaniline, hoặc tạo ra vật liệu composite PANi/Au, composite PANi/ WO_3 , composite PANi/ MnO_2 , PANi/ Mn_2O_3 [3]. Trong bài báo này, chúng tôi mô tả tổng hợp vật liệu nanocomposite PANi/MWCNTs/ MnO_2 được tổng hợp trực tiếp trên vi điện cực Pt được chế tạo bằng phương pháp điện hóa với mục đích là ứng dụng cho các loại cảm biến sinh học phát hiện nhanh vi rút gây bệnh.

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Trước mỗi quá trình điện hóa, vi điện cực được xử lý bề mặt trong $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}_2\text{SO}_4$ (bảo hòa), sau đó được hoạt hóa điện hóa trong dung dịch H_2SO_4 0,5M ở điện áp từ -1,5 đến +2,2 V, tốc độ quét là 25 mV/s. Để tổng hợp được vật liệu nanocomposite PANi/MWCNTs/ MnO_2 , trước hết tổng hợp MWCNTs/ MnO_2 bằng cách cho một lượng xác định

*Tác giả liên hệ: Email: chuantuan@utehy.edu.vn

Synthesis of polyaniline nanocomposites for biosensor applications

Van Tuan Chu^{1*}, Trong Nghia Nguyen¹,
Van Han Hoang¹, Thi Thu Hien Chu¹,
Khac Thong Nguyen², Thi Hien Hoang¹, Trung Tran¹

¹Hung Yen University of Technology and Education

²Department of Science Technology and Environment,
Ministry of Education and Training

Received 21 May 2018; accepted 6 July 2018

Abstract:

The paper provides the research results of in-situ synthesis of PANi/MWCNTs/MnO₂ nanocomposites on platinum microelectrodes by the electrochemical polymerization method. The polyaniline nanocomposite samples were tested by field-emission scanning electron microscopy (FE-SEM), Fourier-transform infrared (FT-IR), Ultraviolet-visible (UV-Vis) spectroscopy for identifying the composition of modified multi-walled carbon nanotubes and manganese dioxide (MWCNTs/MnO₂) available on the surface of polyaniline composites. This work shows the potential use of PANi/MWCNTs/MnO₂ nanocomposites is very suitable for applications in biosensors.

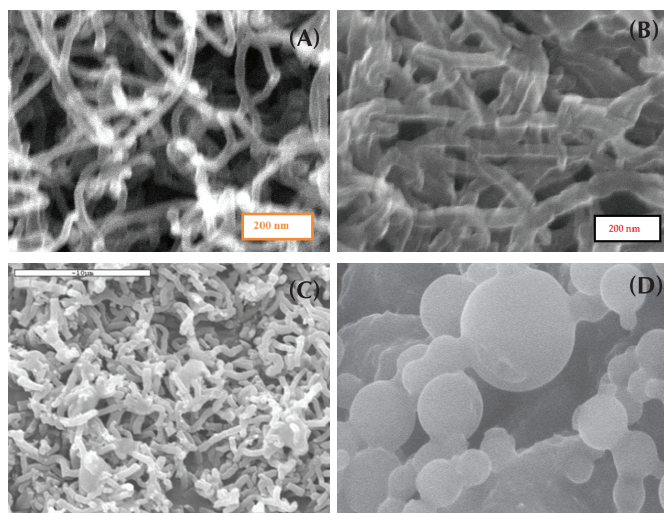
Keywords: biosensor, electrochemical, nanocomposite, polyaniline.

Classification number: 2.9

MWCNTs vào dung dịch MnSO₄, siêu âm cho MWCNTs khuếch tán đều trong dung dịch, lọc bỏ hết nước, sau đó nhỏ từ từ KMnO₄ tổng hợp ở nhiệt độ 60°C trong điều kiện siêu âm trong thời gian 2 giờ rồi rửa kết tủa loại sạch SO₄²⁻ và sấy khô ở 110°C để được hỗn hợp MWCNTs/MnO₂. Sau đó tiến hành tổng hợp vật liệu nanocomposite PANi/MWCNTs/MnO₂ bằng cách điện hóa trong dung dịch LiClO₄ 0,1M; pH=3; aniline 0,1M; tốc độ quét 0,1 mV/s; khoảng quét 0,00÷0,65 V; số vòng quét: 02 vòng. Sau quá trình điện hóa, vi điện cực được làm sạch bằng nước khử ion và được sấy khô ở nhiệt độ 80°C. Để xác định được thành phần cấu trúc, đặc trưng liên kết, hình thái bề mặt vật liệu tổng hợp được, chúng tôi sử dụng các phương pháp phân tích sau: phương pháp kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FE-SEM), phổ hồng ngoại FT-IR, phổ tử ngoại UV-Vis.

Kết quả và thảo luận

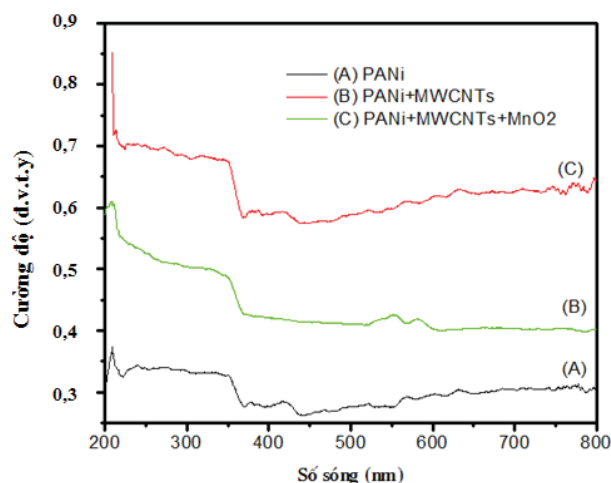
Hình 1 là kết quả phân tích bằng kính hiển vi điện tử quét và sự phân bố của ống MWCNTs, các sợi PANi, sợi PANi/MWCNTs và PANi/MWCNTs/MnO₂ sau khi được phủ trên bề mặt điện cực Pt. Các ống MWCNTs thu được (hình 1A) có hình dạng rất đồng đều, với đường kính từ 5 đến 50 nm. Hình 1B là kết quả phân tích màng vật liệu PANi nhận được bằng phương pháp quét thể vòng. Màng là tập hợp các sợi PANi có cấu trúc một chiều với đường kính sợi từ 50 đến 100 nm. Các sợi MWCNTs (hình 1C) thu được khá đồng đều phân tán trong các khối PANi. Hình 1D là kết quả phân tích vật liệu nanocomposite PANi/MWCNTs/MnO₂ nhận được bằng phương pháp quét thể vòng. Kết quả cho thấy rõ các đám MnO₂ kết tủa màu trắng, cũng cho thấy được tinh thể hình cầu của MnO₂ với các đốt cầu khác nhau được nối với nhau phủ lên trên màng PANi/MWCNTs. Cấu trúc kiểu này cho một bề mặt riêng rất lớn. Với cấu trúc vô định hình,



Hình 1. Ảnh hiển vi điện tử quét FE-SEM của (A) MWCNTs, (B) PANi, (C) PANi/MWCNTs, (D) PANi/MWCNTs/MnO₂.

sự sắp xếp và liên kết giữa các phân tử và mạch đại phân tử không chặt chẽ. Điều này làm tăng khả năng hấp phụ/giải hấp phụ với tác nhân sinh học thẩm dò ở những điều kiện đẳng nhiệt nhất định. Khả năng hấp phụ/giải hấp phụ, tính nhạy với thành phần sinh học cũng phụ thuộc vào thành phần chất pha tạp, yếu tố làm thay đổi cấu trúc bề mặt của vật liệu. Trong bài báo này, chúng tôi dùng PANi pha tạp thêm MWCNTs/MnO₂ vào thành phần của PANi khi tổng hợp. Kết quả phân tích kính hiển vi điện tử quét cho thấy, ống MWCNTs có kích thước nhỏ hơn phân tán xen kẽ trong khối PANi bám lên vi điện cực, các khối cầu MnO₂ được bao phủ lên khối PANi. Bản thân polyme không tan nhưng các ion Cl⁻ trong dung dịch muối LiClO₄ tạo ra các cầu liên kết với PANi làm tăng khả năng phân cực khiến quá trình phân tán MWCNTs vào mạng các dây PANi được tốt hơn. Mạng nhận được khi MWCNTs bám trên thành dây PANi có cấu trúc xếp đặc biệt, đều đặn, có chiều sâu. Cấu trúc này đang được quan tâm nghiên cứu và rất thích hợp trong ứng dụng phát triển các cảm biến sinh học.

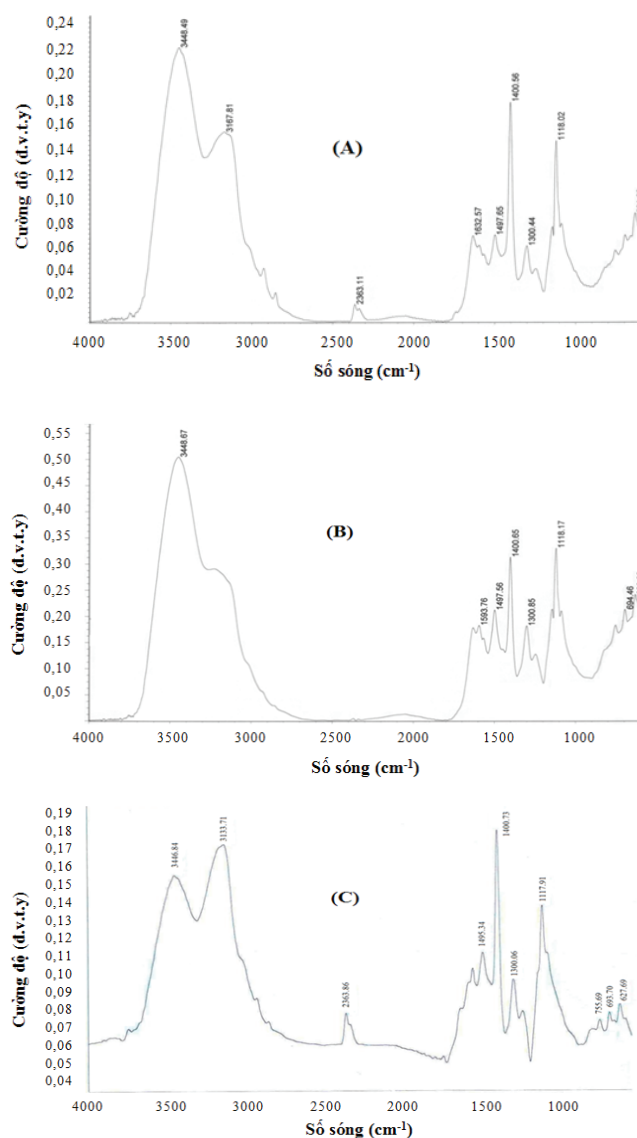
Để khẳng định có sự tồn tại của PANi, PANi/MWCNTs và PANi/MWCNTs/MnO₂, phổ tử ngoại UV-Vis được quan sát trong vùng từ 200÷800 nm (hình 2). Quan hệ cường độ hấp thụ trong phổ thu được khác nhau thể hiện ở độ mạnh yếu của pic được hấp thụ. Dải hấp thụ quang học tại 200-360 nm là đặc tính của sự chuyển tiếp $\pi-\pi^*$ trong cấu trúc vòng benzoid/quinoid phù hợp với dạng muối emeraldine của PANi đã thu được trong [4, 5]. Ở PANi xuất hiện hai pic từ rõ rệt tại 269 nm và 319 nm, ở PANi/MWCNTs xuất hiện ba pic từ trung bình tại 319 nm, 345 nm, 256 nm và pic hấp thụ dạng bipolaron có độ dịch chuyển bước sóng tăng dần, ở PANi/MWCNTs/MnO₂ xuất hiện ba pic từ yếu tại 285, 685, 765 nm. Đặc biệt, ta thấy được pic hấp thụ trạng thái



Hình 2. Phổ UV-Vis của (A) PANi, (B) PANi/MWCNTs, (C) PANi/MWCNTs/MnO₂.

bipolaron dịch chuyển về phía có bước sóng dài hơn theo chiều từ PANi → PANi/MWCNTs → PANi/MWCNTs/MnO₂, do đó năng lượng giảm dần theo thứ tự đó, độ linh động bipolaron tăng dần và do đó độ dẫn điện của chất thu được cũng tăng dần theo thứ tự đó.

Sau khi tổng hợp được vật liệu nanocomposite PANi/MWCNTs/MnO₂ lên vi điện cực Pt, chúng tôi mang đo phân tích phổ hồng ngoại FT-IR (hình 3). Trên hình 3A đặc trưng phổ FT-IR của PANi, kết quả chỉ ra dải hấp thụ tập trung ở khoảng 3448,49 cm⁻¹ và 3167,81 cm⁻¹ đặc trưng cho dạng NH₂⁺ trong PANi, chứng tỏ đã có sự oxy hóa một lượng lớn muối emeraldin đã được tạo ra trên vi điện cực. Đỉnh hấp thụ đối xứng nhau tại 1632,57 cm⁻¹ và 1497,65 cm⁻¹ đặc trưng cho sự đồng tồn tại của các dạng benzen và quinoid



Hình 3. Phổ FT-IR của vật liệu nanocomposite (A) PANi, (B) PANi/MWCNTs, (C) PANi/MWCNTs/MnO₂.

trong mạng polyaniline. Nghĩa là, đặc trưng cho các kiểu dao động co giãn không đối xứng của cấu trúc lục giác vòng benzen tương ứng với 6 nguyên tử cacbon. Đỉnh hấp thụ của nhóm $R-SO_3^-$ tại $1300,44\text{ cm}^{-1}$ và liên kết C-N tại $1118,02\text{ cm}^{-1}$. Đỉnh xuất hiện tại $631,03\text{ cm}^{-1}$ đặc trưng cho quá trình cặp đôi meta và ortho của nhân benzen, đặc trưng cho các dao động bề cong liên kết C-H theo hướng vào trong và ra ngoài mặt phẳng của benzen và quinoid [6]. Tỷ lệ cường độ dạng benzoid/quinoid đối với PANi là 7,0 (hình 3A), tuy nhiên khi thêm MWCNTs thì tỷ lệ cường độ tăng là 7,3 (hình 3B), điều đó cho thấy khi thêm MWCNTs thì lượng vòng benzoid tăng, dẫn đến độ dẫn điện của màng tăng lên.

Hình 3C tương tự như các trường hợp PANi và PANi/MWCNTs thì dải hấp thụ trong khoảng $1600\div1500\text{ cm}^{-1}$ đặc trưng cho dao động kéo giãn vòng không đối xứng C_6 của dạng quinoid và benzoid của PANi. Tỷ lệ cường độ dạng (benzoid/quinoid) là 12, chứng tỏ với việc thêm các tạp chất vào thì một phần của vòng quinoid đã chuyển thành vòng benzoid làm lượng vòng benzoid tăng và quinoid giảm, làm tăng khả năng dẫn điện của màng. Sự thay đổi mật độ này bao gồm sự chuyển dạng emeraldine và permegraniline thành các dạng muối emeraldine được cặp đôi với quá trình proton hóa. Quá trình này được thúc đẩy bởi sự có mặt của MnO_2 , thúc đẩy quá trình proton hóa do sự cho proton của Mn^{6+} . Quá trình proton hóa được thúc đẩy bởi sự tăng hàm lượng H^+ trong dung dịch. Tuy nhiên, lượng H^+ quá lớn cũng sẽ làm giảm dạng muối emeraldine do H^+ kết hợp lại với ion X^- của muối emeraldine làm tái tạo lại dạng vòng quinoid. Sự tăng dải hấp thụ tập trung tại $3133,71\text{ cm}^{-1}$ (đặc trưng cho liên kết kéo giãn N-H trong mạng PANi), dải hấp thụ tập trung tại $2363,86\text{ cm}^{-1}$ (hình 3C) đặc trưng cho dạng NH_2^+ trong $-C_6H_4-NH_2^+-C_6H_4-$ [7], chứng tỏ mức độ quá trình oxy hóa lớn và dẫn đến một lượng lớn muối emeraldine được tạo ra. Hơn nữa, do sự hình thành của nhóm NH_2^+ làm gây cặp π -electron của nguyên tử N, kết quả tạo thành các vị trí tích điện dương. Điều này có thể làm tăng sự chuyển động của electron đơn lẻ giữa các vị trí polaronic tạo thành mạng polaronic. Các dải dao động co giãn C-N của các dạng amine benzoid thứ sinh cũng được quan sát trong vùng $1200-1350\text{ cm}^{-1}$ (hình 3C). Pic dao động tại $1300,06$ và $1117,91\text{ cm}^{-1}$ lần lượt được quy cho là của $C-N^+$ kéo giãn dạng amine thứ sinh [8] và $C-N^+\bullet$ kéo giãn [9], chúng được tạo thành trong suốt quá trình proton hóa chuỗi PANi. Như vậy, khi thêm MWCNTs/ MnO_2 vào màng PANi đã không làm thay đổi hình dạng của màng PANi nhưng thúc đẩy quá trình proton hóa làm chuyển đổi dạng quinoid trong màng thành dạng benzoid, dẫn đến làm tăng tính dẫn điện của màng vật liệu nanocomposite.

Kết luận

Đã tổng hợp được vật liệu nanocomposite PANi/

MWCNTs/ MnO_2 có cấu trúc nano bằng phương pháp điện hóa. Tiến hành phân tích cấu trúc bề mặt của PANi/MWCNTs/ MnO_2 , với cấu trúc có độ đồng đều, độ xốp thì khả năng tương thích sinh học cao. Các phân tích phổ từ ngoại UV-Vis, phổ hồng ngoại FT-IR cho thấy khả năng dẫn điện của PANi/MWCNTs/ MnO_2 là tương đối cao. Với những phân tích trên vật liệu nanocomposite PANi/MWCNTs/ MnO_2 , nhóm nghiên cứu đã tổng hợp thành công loại vật liệu nanocomposite rất phù hợp cho việc chế tạo cảm biến sinh học, nhằm phát hiện nhanh vi rút gây bệnh.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của Bộ KH&CN thông qua đề tài nghiên cứu khoa học cơ bản Nafosted, mã số 103.02-2017.305 và đề tài mã số B2017-SKH-03.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Apinya Puangjan, Suwan Chaiyasith, Saniporn Wichitpanya, Sirirat Daengduang, Silarin Puttota (2016), "Electrochemical sensor based on PANi/ MnO_2 - Sb_2O_3 nanocomposite for selective simultaneous voltammetric determination of ascorbic acid and acetylsalicylic acid", *Journal of Electroanalytical Chemistry*, **782**, pp.192-201.
- [2] Kavita Arora, Nirmal Prabhakar, Subhash Chand, B.D. Malhotra (2007), "Ultrasensitive DNA hybridization biosensor based on polyaniline", *Biosensors and Bioelectronics*, **23**, pp.613-620.
- [3] S. Abdulla, J. Dhakshanamoorthi, V.P. Dinesh and B. Pullithadathil (2015), "Gold Nanoparticles Grafted Polyaniline (Au@PANi) Nanospheres and their Efficient Ammonia Gas Sensing Properties", *Biosensors & Bioelectronics*, **6(2)**, p.1000165.
- [4] C. Barbero, M.C. Miras, B. Schnyder, O. Haas, R. Kotz (1994), "Sulfonated polyaniline films as cation insertion electrodes for battery applications. Part 1-Structural and electrochemical characterization", *Journal of Materials Chemistry*, **4**, pp.1775-1783.
- [5] J.L. Bredas (1993), *Conjugated Polymers and Related Materials*, Oxford University Press, New York, p.195.
- [6] X.B. Yan, Z.J. Han, Y. Yang, B.K. Tay (2007), " NO_2 gas sensing with polyaniline nanofibers synthesized by a facile aqueous/organic interfacial polymerization", *Sensors and Actuators B: Chemical*, **123**, pp.107-113.
- [7] Leonardo Lizarraga, Estela María Andrade, Fernando Victor Molina (2007), "Anion exchange influence on the electrochemomechanical properties of polyaniline", *Electrochimica Acta.*, **53**, pp.538-548.
- [8] S. Quillard, G. Louarn, J.P. Buisson, M. Boyer, M. Lapkowski, A. Pron, S. Lefrant (1997), "Vibrational spectroscopic studies of the isotope effects in polyaniline", *Synthetic Metals*, **84**, pp.805-812.
- [9] Anjali A. Athawale, V.V. Chabukswar (2001), "Acrylic acid-doped polyaniline sensitive to ammonia vapor", *Journal of Applied Polymer Science*, **79**, pp.1994-1998.

Một số điều kiện ảnh hưởng đến quá trình tách chiết Lentinan từ nấm hương khô Việt Nam

Hoàng Phương Lan*, Nguyễn Thị Lan Anh, Nguyễn Hà Việt, Hoàng Danh Dự,
Lê Đăng Quang, Nguyễn Đức Minh

Viện Hóa học công nghiệp Việt Nam

Ngày nhận bài 23/5/2018; ngày chuyển phản biện 30/5/2018; ngày nhận phản biện 2/7/2018; ngày chấp nhận đăng 10/7/2018

Tóm tắt:

Bài báo đề cập việc nghiên cứu khảo sát các điều kiện ảnh hưởng đến quá trình tách chiết Lentinan từ nấm hương ở Việt Nam với quy mô tách chiết 20 kg nguyên liệu khô/mẻ; trong đó, nước nóng RO được sử dụng làm dung môi tách chiết và etanol 95° làm dung môi kết tủa thu hồi sản phẩm. Trong nghiên cứu này, các tác giả đã dùng phương pháp phenol-sulfuric để xác định hàm lượng Lentinan (β -glucan), nguyên tắc là dựa trên sự hấp thụ tại bước sóng 490 nm của phức chất tạo bởi phenol và cacbohydrate. Kết quả đã xác định được các điều kiện thích hợp để tách chiết Lentinan từ nấm hương khô như sau: tỷ lệ nấm hương khô/nước = 1/2,5 (w/v); nhiệt độ dung môi chiết (nước RO): 100°C; thời gian chiết: 80 phút; tỷ lệ dịch chiết/etanol 95° = 1/2 (v/v).

Từ khóa: Lentinan, nấm hương, polysacarit, β -glucan.

Chỉ số phân loại: 2.10

Mở đầu

Lentinan là một β -glucan từ nấm hương, polysacarit mang hoạt tính sinh học. Đây là chất tăng cường miễn dịch mới phổ biến nhất hiện nay.

Lentinan đã được chứng minh là làm tăng sức đề kháng hệ miễn dịch (như tế bào lympho ở máu ngoại vi). Một nghiên cứu tại Nhật Bản cho thấy, những bệnh nhân ung thư đang hóa trị nếu dùng thêm Lentinan thì hiệu quả hóa trị sẽ tăng lên, khả năng sống sót cao hơn và sự tiến triển của ung thư sẽ bị kìm hãm [1, 2]. Vì vậy ở Nhật Bản, Lentinan đã được chấp nhận như một liệu pháp phụ trợ trong tiến trình dùng hóa trị liệu [3]. Hàng năm, Nhật Bản tách chiết ở quy mô công nghiệp cho ra khoảng vài trăm ngàn tấn Lentinan chất lượng cao từ nấm hương, có giá trị lên tới hàng trăm triệu USD [4].

Trong khi đó ở Việt Nam có nguồn nấm hương dồi dào, trồng rất nhiều tại các tỉnh/thành phố nhưng chủ yếu dùng làm thực phẩm mà chưa phát triển để làm nấm dược liệu. Nghiên cứu này đề cập một số điều kiện ảnh hưởng đến quá trình tách chiết Lentinan từ nấm hương khô hướng tới khai thác nguồn nấm hương có sẵn và hy vọng sẽ đưa ra sản phẩm Lentinan chất lượng cao, hàm lượng ổn định, giá thành cạnh tranh để ứng dụng làm thực phẩm chức năng,

góp phần nâng cao giá trị nấm hương của Việt Nam.

Vật liệu và phương pháp

Vật liệu

- Nấm hương khô (*Lentinula edodes*), độ ẩm $\leq 15\%$, thu mua vào khoảng tháng 2/2018 tại Sapa (Lào Cai) và Đà Lạt (Lâm Đồng).

- Tai nấm mặt trên màu nâu hoặc nâu nhạt, mặt dưới có nhiều bản mỏng xếp lại màu ngà. Thịt nấm màu trắng ngà. Cuống hình trụ dài khoảng 0,5-1 cm, màu nâu sáng. Đường kính tại nấm khoảng 2-3 cm. Trung bình 100 g nấm khô có khoảng 25-30 cái nấm. Sử dụng tai nấm và cuống nấm.

- Mẫu được rửa sạch, nghiền nhỏ (khoảng 1-2 mm).

Hóa chất

Etanol 95° (PA); H_2SO_4 (PA), D-glucose (PA), NaOH (PA), đều có nguồn gốc từ Merk (Đức). Nước cất hai lần được điều chế tại phòng thí nghiệm.

Thiết bị

Máy đo pH HD2002 EDGE (Mỹ), máy ly tâm EBA Hettich (Đức), máy so màu UV UH5300 (Hitachi, Nhật Bản), máy cắt chân không IK RV 10 (Đức), máy sấy đông khô VaCo 5 Zirbus (Đức).

*Tác giả liên hệ: Email: hoanglan75bio@yahoo.com.vn

Some conditions affecting the Lentinan extraction from dried *Lentinula edodes* in Vietnam

Phuong Lan Hoang*, Thi Lan Anh Nguyen,
Ha Viet Nguyen, Danh Du Hoang,
Dang Quang Le, Duc Minh Nguyen

Vietnam Institute of Industrial Chemistry

Received 23 May 2018; accepted 10 July 2018

Abstract:

This study presents the investigation of the conditions affecting Lentinan extraction from *Lentinula edodes* in Vietnam. RO hot water was used as the extracting solvent, and ethanol 95° was used as a solvent to precipitate recovered product. The scale of the extraction was 20 kg dry material/batch. The authors used the phenol-sulfuric acid method to determine the content of Lentinan (β -glucan) based on the absorption at the 490 nm wavelength of the complex formed by phenol and carbohydrate. The results indicated that the appropriate conditions for extracting Lentinan from dried *Lentinula edodes* were as follows: dried *Lentinula edodes*:water (RO) = 1:2.5 (w/v), temperature of solvent (RO water): 100°C, time of extraction: 80 minutes, extract:ethanol 95° = 1/2 (v/v).

Keywords: Lentinan, *Lentinula edodes*, polysaccharide, β -glucan.

Classification number: 2.10

Phương pháp xác định hàm lượng Lentinan (β -glucan)

Phương pháp phenol-sulfuric xác định Lentinan (β -glucan) dựa trên việc hấp thụ tại bước sóng 490 nm của phức chất tạo bởi phenol và cacbohydrate. Hàm lượng β -glucan được xác định bằng cách so sánh với một đường chuẩn. Sử dụng máy quang phổ hấp thụ, chọn bước sóng 490 nm, xây dựng đường chuẩn, đo các mẫu phân tích. Tùy từng điều kiện, phương pháp phenol-sulfuric có độ chính xác đến $\pm 2\%$ [5].

Phương pháp tách chiết Lentinan

Bột nấm hương khô cho vào nước, đun cách thủy ở nhiệt độ nhất định trong một khoảng thời gian, ly tâm loại bỏ bã, thu dịch chiết. Bổ sung từ từ ethanol lạnh 20°C vào dịch chiết, xuất hiện kết tủa, để yên khoảng 20 phút. Ly tâm, phần dịch đem cất chân không thu hồi cặn. Phần kết tủa đem

đông lạnh bằng nitơ lỏng (24h), sấy đông khô (30h), thu sản phẩm thô. Sản phẩm thô hòa tan vào nước nóng 100°C, ly tâm 5000 vòng/phút để loại bỏ phần không tan, thu phần dịch trong, kết tủa bằng ethanol 95° ở 20°C để qua đêm, ly tâm lấy kết tủa, sấy đông khô (30h), thu được Lentinan, đem phân tích hàm lượng.

Quy mô chiết 20 kg nguyên liệu khô/mẻ. thiết bị chiết bằng inox, dung tích 100 lít, có nắp kín, gia nhiệt tự động.

Tính toán xác định hàm lượng β -glucan

$$\text{Hàm lượng } \beta\text{-glucan (\%)} = \frac{x(g) \times 10^{-3} \times 8}{KLMPT(g)} \times 100$$

Trong đó, x là số gam xác định từ đường chuẩn; 8 là hệ số pha loãng; KLMPT là khối lượng mẫu ban đầu đem phân tích.

Giá trị trung bình được tính từ 3 mẫu song song. Số liệu được xử lý thống kê bằng Microsoft Excel.

Phương pháp lấy mẫu ngẫu nhiên

- Việc lấy mẫu để khảo sát nguồn nguyên liệu được thực hiện cho từng lô nguyên liệu.

- Khối lượng mỗi mẫu nguyên liệu lấy phải lớn hơn hoặc bằng 100 g và được gắn mã số theo từng lô. Yêu cầu độ ẩm của mẫu nấm hương khô $\leq 15\%$.

- Số lượng mẫu nguyên liệu tương ứng khối lượng nguyên liệu: từ 10 kg trở xuống lấy ít nhất 01 mẫu, từ 10-30 kg lấy ít nhất 02 mẫu, từ 30-100 kg lấy ít nhất 03 mẫu.

- Vị trí lấy mẫu: lấy mẫu sau khi đã được nhập kho nguyên liệu hoặc lấy mẫu tại kho của bên bán nguyên liệu.

- Cách lấy mẫu: mẫu được lấy ngẫu nhiên, đảm bảo tính đại diện nhất cho toàn bộ lô nguyên liệu, công khai và khách quan.

Kết quả và thảo luận

Năm 2013 nhóm tác giả đã nghiên cứu quy trình chiết tách Lentinan từ nấm hương (*Lentinula edodes*) quy mô phòng thí nghiệm 100 g nấm hương khô/mẻ [6]. Quá trình tách chiết được thực hiện trong dung môi là nước và sử dụng ethanol làm dung môi thu hồi sản phẩm. Thiết bị chiết là cốc thủy tinh, nắp hờ, máy khuấy cơ, gia nhiệt bằng bếp cách thủy. Kết quả đã xác định được các thông số công nghệ thích hợp để chiết 100 g mẫu bột nấm hương khô như sau: tỷ lệ bột nấm hương/nước: 1/3 (w/v); nhiệt độ dung môi: 100°C; thời gian chiết: 75 phút; nồng độ ethanol: 95°; tỷ lệ dịch chiết/ethanol = 1/2 (v/v); chất chiết Lentinan thu được có hàm lượng $\geq 43\%$.

Nhằm hoàn thiện quy trình công nghệ phục vụ cho các

bước triển khai tiếp và để có thể áp dụng các kết quả nghiên cứu vào thực tế, nhóm tác giả tiếp tục khảo sát kiểm tra lại một số điều kiện tách chiết Lentinan ở quy mô lớn hơn và bổ sung các thông số cần thiết. Cụ thể nghiên cứu quá trình tách chiết với quy mô 20 kg nấm hương khô/mẻ thực hiện trên thiết bị chiết bằng inox, dung tích 100 lít, khuấy đảo, có nắp kín, gia nhiệt tự động.

Các yếu tố chủ yếu ảnh hưởng đến quá trình tách chiết là: tỷ lệ nấm hương/dung môi (nước RO), nhiệt độ dung môi chiết, thời gian chiết, tỷ lệ dịch chiết/etanol 95⁰(v/v), tốc độ khuấy.

Hiệu quả chiết tách Lentinan được đánh giá thông qua khối lượng chất chiết và hàm lượng Lentinan thu được sau quá trình chiết.

Khảo sát tỷ lệ nấm hương khô và nước trong quá trình chiết Lentinan

Sử dụng nước là dung môi để tách chiết Lentinan từ nấm hương, tỷ lệ nấm hương khô/nước đặc biệt quan trọng trong quá trình tách chiết. Lượng nước ít quá thì Lentinan sẽ không được chiết tách hoàn toàn. Lượng nước quá nhiều thì ở giai đoạn kết tủa thu hồi Lentinan sẽ tốn nhiều etanol, hoặc tốn nhiều năng lượng để cô đặc dịch chiết, làm tăng chi phí, giảm hiệu quả kinh tế.

Tiến hành tách chiết Lentinan với khối lượng mẫu là 20 kg bột nấm hương/mẫu và các tỷ lệ nấm hương khô/nước lần lượt là 1/2, 1/2,5, 1/3, 1/4 (w/v). Sử dụng các điều kiện chiết tách là: nhiệt độ nước RO 100⁰C, thời gian chiết 60 phút, nồng độ etanol 95⁰, tỷ lệ dịch chiết/etanol = 1/2 (v/v), tốc độ khuấy 120 vòng/phút. Kết quả thu được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của tỷ lệ nấm hương khô/nước đến quá trình tách chiết Lentinan quy mô 20 kg/mẻ.

Tỷ lệ nấm hương khô /nước (w/v)	Lượng nấm hương khô ban đầu (kg)	Khối lượng chất chiết (g)	Hàm lượng Lentinan trong chất chiết (%)
1/2	20	407,91	43,79
1/2,5	20	432,71	45,28
1/3	20	439,12	45,67
1/4	20	439,19	45,69

Qua bảng 1 ta thấy, khối lượng chất chiết và hàm lượng Lentinan tăng theo lượng nước, cụ thể tỷ lệ nấm hương khô/nước (w/v) thay đổi từ 1/2 đến 1/4 thì khối lượng chất chiết tăng từ 407,91-439,19 g, hàm lượng Lentinan tăng từ 43,79 đến 45,69%.

Tuy nhiên, nếu dùng tỷ lệ nấm khô/nước = 1/4 hoặc 1/3

sẽ tốn năng lượng hơn, vì khi đó lượng nước dùng nhiều gấp 3 hoặc 4 lần lượng nguyên liệu nấm, thời gian làm nóng dung môi lâu hơn so với tỷ lệ nấm khô/nước = 1/2,5, đồng thời, thời gian cô đặc dịch chiết sau khi chiết cũng kéo dài hơn, làm tăng chi phí, trong khi đó khối lượng chất chiết (439,12-439,19 g) và hàm lượng Lentinan (45,67-45,69%) không tăng hơn nhiều so với kết quả chiết thu được từ tỷ lệ nấm hương khô/nước = 1/2,5 (w/v), hàm lượng Lentinan là 45,28% và khối lượng chất chiết là 432,71 g.

Trước đó nhóm nghiên cứu đã đưa ra kết quả chiết tách Lentinan quy mô phòng thí nghiệm (100 g bột nấm hương/mẫu) với tỷ lệ nấm hương khô/nước thích hợp là 1/3 (w/v) [6]. Kết quả bảng 1 cho thấy, tỷ lệ nấm hương khô/nước = 1/2,5 (w/v) ở quy mô chiết 20 kg nguyên liệu nấm khô/mẻ thấp hơn so với tỷ lệ nấm hương khô/nước quy mô phòng thí nghiệm (100 g bột nấm hương/mẫu). Điều này có thể giải thích: ở quy mô phòng thí nghiệm, thiết bị chiết là cốc thủy tinh, nắp hờ, gia nhiệt bằng bếp cách thủy, làm cho lượng dung môi hao hụt một cách đáng kể [6]. Ở quy mô 20 kg nguyên liệu khô/mẻ, thiết bị chiết bằng inox, có nắp kín, gia nhiệt tự động, thời gian gia nhiệt nhanh, ít hao hụt năng lượng ra môi trường xung quanh nên tiết kiệm lượng dung môi chiết (nước) hơn so với quy mô phòng thí nghiệm 100 g nguyên liệu/mẻ.

Patent US 5780097 sử dụng tỷ lệ nấm hương khô/nước = 1/10 (w/v), sau khi chiết ở 80⁰C, người ta cô bột dịch chiết và bổ sung vào dịch chiết 10% maltodextrin (chất mang), rồi đông khô, tạo ra chế phẩm gọi là bột nấm hương có hàm lượng Lentinan 1-2% [7].

Lựa chọn tỷ lệ nấm hương khô/nước = 1/2,5 (w/v) là phù hợp nhất với quy mô chiết 20 kg nguyên liệu nấm khô/mẻ, giảm thời gian và năng lượng để cô đặc dịch chiết, không bổ sung chất mang, sản phẩm tạo ra là chất chiết chứa hàm lượng Lentinan cao 45,28%.

Khảo sát tốc độ khuấy trong quá trình tách chiết Lentinan

Tốc độ khuấy trộn nguyên liệu có ảnh hưởng nhiều đến khối lượng chất chiết và hàm lượng Lentinan thu được, vì khuấy trộn làm tăng quá trình khuếch tán, tăng tốc độ chiết. Tốc độ khuấy phù hợp làm giảm thời gian tách chiết, giảm chi phí, tăng hiệu quả kinh tế. Do đó, chúng tôi tiến hành khảo sát ảnh hưởng của tốc độ khuấy trộn nguyên liệu tới khối lượng chất chiết và hàm lượng Lentinan để tìm ra tốc độ khuấy thích hợp. Với thông số chiết như trên, các tốc độ được khảo sát là: 90 vòng/phút, 110 vòng/phút, 130 vòng/phút, 150 vòng/phút, 170 vòng/phút. Kết quả thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của tốc độ khuấy trong quá trình tách chiết Lentinan.

Tốc độ khuấy (vòng/phút)	Lượng nấm hương khô ban đầu (kg)	Khối lượng chất chiết (g)	Hàm lượng Lentinan trong chế phẩm (%)
90	20	130,11	13,90
110	20	237,9	27,44
130	20	423,6	48,32
150	20	578,65	35,37
170	20	599,79	34,13

Qua kết quả ở bảng 2 cho thấy, tốc độ khuấy khác nhau có ảnh hưởng khác nhau tới khối lượng chất chiết thu được và hàm lượng Lentinan, trong đó tốc độ khuấy 130 vòng/phút cho hàm lượng Lentinan trong chất chiết cao nhất. Khi tốc độ khuấy là 150-170 vòng/phút, dịch chiết rất khó lọc, mặc dù khối lượng chất chiết rất cao từ 578,65-599,79 g nhưng hàm lượng Lentinan giảm nhiều (35,37-34,13%). Vì vậy tốc độ khuấy 130 vòng/phút là phù hợp cho các nghiên cứu tiếp theo.

Khảo sát nhiệt độ dung môi chiết thích hợp cho quá trình chiết Lentinan

Các thông số để tách chiết Lentinan từ nấm hương như trên với nhiệt độ dung môi chiết thay đổi từ 50-100°C. Kết quả ảnh hưởng của nhiệt độ dung môi tới quá trình tách chiết Lentinan được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ dung môi tới quá trình chiết Lentinan.

Nhiệt độ dung môi chiết (°C)	Lượng nấm hương khô ban đầu (kg)	Khối lượng chất chiết (g)	Hàm lượng Lentinan trong chất chiết (%)
50	20	68,1	8,22
60	20	96,7	9,63
70	20	160,9	16,72
80	20	310,4	30,62
90	20	313,5	32,62
100	20	424,7	48,36

Qua bảng 3 cho thấy, nhiệt độ dung môi chiết ảnh hưởng rất nhiều đến quá trình chiết tách Lentinan, nếu nhiệt độ dung môi chiết chỉ khoảng 50-60°C hiệu quả chiết rất thấp, khối lượng chất chiết thu được 68,1-96,7 g, hàm lượng Lentinan trong chất chiết chỉ khoảng 8,22-9,63%. Khi nhiệt độ dung môi chiết tăng dần, hiệu quả chiết tách cũng tăng theo. Ở nhiệt độ chiết 90°C, hiệu quả chiết tăng vọt, khối lượng chất chiết thu được là 313,5 g, hàm lượng Lentinan trong chế phẩm thô đạt 32,62%. Ở 100°C, hiệu quả chiết đạt cao nhất, tương ứng với khối lượng chất chiết thu được 424,7 g và hàm lượng Lentinan trong chế phẩm đạt 48,36%.

Nhìn chung, nhiệt độ dung môi ở quy mô chiết 20 kg

nguyên liệu nấm khô/mẻ tương đương nhiệt độ dung môi chiết ở quy mô phòng thí nghiệm (100 g nguyên liệu khô/mẻ).

Kết quả nghiên cứu này phù hợp với nghiên cứu của Nor Azreen Mohd Jamil và cộng sự (2013) cũng chiết tách Lentinan từ nấm hương bằng nước ở nhiệt độ 100°C và chiết hai lần [8]. Trong khi đó, tác giả Tanaka, patent US5780097 cho rằng quá trình chiết tách Lentinan chỉ nên duy trì ở 85-90°C và bổ sung cyclodextrin vào dịch chiết làm chất mang cho Lentinan [7]. Ngược lại, các tác giả của patent CN 103059162 A lựa chọn nhiệt độ chiết rất cao (140-180°C) để tách chiết Lentinan từ nấm hương trong môi trường kiềm [9].

Nhóm nghiên cứu cho rằng, nhiệt độ nước 100°C là thích hợp nhất để tách chiết Lentinan từ nấm hương vì ở nhiệt độ này Lentinan không bị biến tính. Mặt khác, nhiệt độ chiết cao hơn 100°C để chiết ra các sản phẩm phụ không mong muốn, sản phẩm sau chiết sẽ khó tinh chế.

Khảo sát thời gian chiết thích hợp cho quá trình tách chiết Lentinan

Trong quá trình chiết tách cần lựa chọn thời gian chiết thích hợp nhằm nâng cao hiệu quả chiết, đồng thời không làm biến đổi chất lượng và hàm lượng Lentinan.

Tiến hành tách chiết 20 kg mẫu bột nấm hương khô trong điều kiện: dung môi chiết là RO: 50 lít; nhiệt độ dung môi chiết 100°C; thời gian chiết thay đổi từ 20-90 phút, thời gian gia nhiệt: 15 phút; nồng độ etanol: 90%; tỷ lệ dịch chiết/etanol = 1/2 (v/v).

Ảnh hưởng của thời gian chiết tới quá trình tách chiết Lentinan được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng của thời gian chiết tới quá trình chiết Lentinan.

Thời gian chiết (phút)	Lượng nấm hương khô ban đầu (kg)	Khối lượng chất chiết (g)	Hàm lượng Lentinan (%)
50	20	27,6	2,42
60	20	59,1	3,98
70	20	129,2	11,27
80	20	423,6	48,32
90	20	558,3	36,67

Qua bảng 4 cho thấy, nếu thời gian chiết quá ngắn (chỉ khoảng 50 phút), hiệu quả chiết sẽ rất thấp, khối lượng chế phẩm thu được là 27,6 g, hàm lượng Lentinan trong chế phẩm chỉ khoảng 2,42%. Nếu thời gian chiết kéo dài 60 phút, hiệu quả chiết cũng tăng lên rõ rệt, khối lượng chế phẩm thô thu được là 59,1 g, nhưng hàm lượng Lentinan trong chế phẩm chỉ khoảng 3,98%. Thời gian chiết thích hợp nhất ở đây là 80 phút, khi đó hàm lượng Lentinan trong chế phẩm đạt cao nhất (48,32%). Nếu kéo dài thời gian chiết

tới 90 phút, hiệu quả chiết lại giảm, thể hiện ở khối lượng chế phẩm thô thu được rất cao (558,3 g) nhưng hàm lượng Lentinan trong chế phẩm chỉ đạt 36,67%, chứng tỏ nếu kéo dài thời gian chiết sẽ tạo ra sản phẩm bị lẫn nhiều tạp chất hoặc các polysaccharit không mong muốn.

Nhìn chung, thời gian chiết ở quy mô 20 kg nguyên liệu nấm khô/mẻ không chênh lệch so với thời gian chiết ở quy mô phòng thí nghiệm (100 g nguyên liệu khô/mẻ). Tuy nhiên, có sự khác biệt đáng kể về khối lượng chất chiết và hàm lượng Lentinan trong chất chiết ở hai quy mô này. Ở quy mô 20 kg nguyên liệu khô/mẻ, khối lượng chất chiết thu được tăng khoảng 10% và hàm lượng Lentinan trong chất chiết tăng khoảng 7-8% so với quy mô 100 g nguyên liệu khô/mẻ. Có thể ở quy mô chiết 20 kg nguyên liệu khô/mẻ với hệ thiết bị chiết đồng bộ khép kín hơn so với quy mô phòng thí nghiệm, giảm hao hụt nguyên liệu và năng lượng, nên nâng cao được hiệu quả thu hồi sản phẩm chiết. Tác giả Nor Azreen Mohd Jamil và cộng sự (2013) tách Lentinan từ 300 g nấm hương khô bằng nước nóng và dung dịch kiềm cần 25,5 giờ liên tục để tinh chế được Lentinan hàm lượng cao 90%, nhưng chỉ cần 90 phút để tách được Lentinan thô [8]. Trong khi đó, Yap và Ng (2001) dùng nước nóng để tách từ 100 g nấm hương khô thu được 300 mg Lentinan tinh khiết phải cần thời gian là 72 giờ [10]. Monic Tomassen và cộng sự (2011) thì dùng kỹ thuật sóng siêu âm để tách chiết Lentinan thô $\geq 40\%$ từ 100 g nấm hương khô cần 50 phút, tuy nhiên để tinh chế Lentinan có hàm lượng $\geq 90\%$ cần khoảng 75-80 giờ [11].

Nhóm nghiên cứu khảo sát thực tế thấy thời gian 80 phút là thích hợp nhất để tách chiết Letinan có hàm lượng $>45\%$ từ 20 kg nguyên liệu khô/mẻ. Kết quả này về cơ bản là phù hợp với những thông số nghiên cứu của các tác giả vừa đề cập ở trên.

Khảo sát tỷ lệ dịch chiết và etanol 95° trong quá trình thu hồi Lentinan

Trong quá trình chiết tách Lentinan từ nấm hương sử dụng etanol 95° để thu hồi Lentinan từ dịch chiết thô cho thấy: etanol là một dung môi linh hoạt, có thể pha trộn với nước; Lentinan là một β -glucan, đây nổi β -1,3-glucan làm cho mạch polysaccharit có dạng xoắn; (1,3)- β -D-glucan tan trong nước nóng và tan một phần trong nước lạnh, tuy nhiên Lentinan không tan trong etanol. Dựa vào đặc tính này, sử dụng etanol để tách Lentinan ra khỏi dung dịch.

Tỷ lệ dịch chiết/etanol 95° ảnh hưởng nhiều đến hiệu quả thu nhận Lentinan và tỷ lệ này có ý nghĩa quan trọng trong sản xuất ở quy mô lớn, vì nó tác động lớn tới giá thành sản phẩm.

Tiến hành tách chiết 20 kg mẫu bột nấm hương khô trong điều kiện: dung môi chiết là nước RO: 50 lít, nhiệt độ dung

môi chiết: 100°C; thời gian chiết: 80 phút; nồng độ etanol: 95°; tỷ lệ dịch chiết/etanol thay đổi từ 1/1 đến 1/3 (v/v). Kết quả khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ dịch chiết và etanol 95° trong quá trình thu hồi Lentinan được thể hiện trong bảng 5.

Bảng 5. Ảnh hưởng của tỷ lệ dịch chiết và etanol 95° trong quá trình thu hồi Lentinan.

Tỷ lệ dịch chiết/etanol 95° (v/v)	Lượng nấm hương khô ban đầu (kg)	Khối lượng chất chiết (g)	Hàm lượng Lentinan trong chế phẩm (%)
1/1	20	137,5	12,90
1/2	20	423,6	48,33
1/3	20	552,65	37,04

Từ bảng 5 thấy rằng, nếu tỷ lệ dịch chiết/etanol là (1/1) thì lượng Lentinan không được kết tủa hoàn toàn, do vậy khối lượng chất chiết chỉ là 137,5 g và hàm lượng Lentinan là 12,9%. Nếu lượng etanol cho vào gấp hai lần dịch chiết (dịch chiết/etanol = 1/2) thì khối lượng chất chiết thu được không phải là cao nhất (423,6 g), nhưng hàm lượng Lentinan trong chế phẩm đạt cao nhất là 48,33%. Trong khi đó, nếu dịch chiết/etanol = 1/3 thì khối lượng chất chiết thu được là cao nhất (552,65 g) nhưng hàm lượng Lentinan trong chế phẩm lại bị giảm còn 37,04%. Chứng tỏ nếu sử dụng lượng etanol quá nhiều cũng không tốt, vì làm giảm hiệu quả thu hồi Lentinan, điều này có thể là do lượng etanol quá nhiều tạo kết tủa nhanh, kéo theo các thành phần polysaccharit không mong muốn hoặc các tạp chất khác.

Nhóm tác giả của patent CN 103724447 A cũng sử dụng etanol để thu hồi Lentinan từ dịch chiết nấm hương. Dịch chiết thô nấm hương sau khi được cô đặc, bổ sung etanol 90° vào với tỷ lệ dịch chiết/etanol = 1/8 (v/v), ly tâm, thu kết tủa. Phần dịch sau ly tâm bổ sung tiếp etanol với tỷ lệ như vậy, ly tâm thu hồi kết tủa. Lặp lại ba lần như vậy. Theo quy trình đó, phần kết tủa thu được là Lentinan hàm lượng 7-10% [12]. Việc sử dụng etanol với khối lượng gấp khoảng 8 lần dịch chiết, chi phí sẽ rất lớn, tuy nhiên hàm lượng Letinnan khá thấp (7-10%). Hơn nữa, etanol được bổ sung lại vào dịch ly tâm nhiều lần sẽ kết tủa thêm nhiều thành phần polysaccharit không mong muốn hoặc các tạp chất khác lẫn trong sản phẩm Lentinan sẽ làm giảm hàm lượng Lentinan trong sản phẩm cuối cùng.

Nhóm nghiên cứu lựa chọn phương pháp chỉ chiết tách Lentinan từ nấm hương bằng nước nóng 100°C, dịch chiết thu được đem cô đặc, bổ sung vào đó etanol 95° với tỷ lệ dịch chiết/etanol = 1/2 (v/v), sau đó đem ly tâm, thu được kết tủa là Lentinan có hàm lượng $\geq 45\%$. Xét về mặt kinh tế, phương pháp này hiệu quả, ít tốn thời gian, chi phí thấp, dung môi chiết thân thiện môi trường. Hơn nữa, đây là phương pháp rất phù hợp với các trang thiết bị và điều kiện chiết tách tại Việt Nam, hướng tới việc đưa ra quy trình sản xuất Lentinan ở quy mô lớn hơn.

Kết luận

Sau khi nghiên cứu, khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tách chiết và thu nhận Lentinan từ nấm hương khô tại Việt Nam, quy mô chiết 20 kg nguyên liệu khô/mẻ, chúng tôi đã xác định được các điều kiện thích hợp để tách chiết Lentinan như sau:

- Tỷ lệ nấm hương khô/nước = 1/2,5 (w/v).
- Tốc độ khuấy 130 vòng/phút.
- Nhiệt độ dung môi chiết (nước RO): 100°C.
- Thời gian chiết: 80 phút.
- Tỷ lệ dịch chiết/etanol 95° = 1/2 (v/v).
- Hàm lượng Lentinan trong chất chiết $\geq 48\%$.

Do giới hạn của khuôn khổ bài báo này, chúng tôi chỉ đề cập tới việc nghiên cứu các điều kiện ảnh hưởng đến quá trình chiết tách từ nấm hương khô bằng nước nóng kết hợp với biện pháp khuấy trộn và dùng etanol thu hồi sản phẩm Lentinan có hàm lượng 30-50% ứng dụng làm nguyên liệu sản xuất thực phẩm chức năng. Trong bài báo khác, chúng tôi sẽ trình bày ảnh hưởng của các biện pháp công nghệ (khuấy trộn, siêu âm, vi sóng, trích ly liên tục...) tới hiệu quả chiết suất Lentinan ở quy mô công nghiệp.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin trân trọng cảm ơn Bộ Công thương và Ban điều hành Chương trình hóa dược, Cục Hóa chất đã cấp kinh phí thực hiện đề tài thông qua Hợp đồng số 073/2016/HĐ-ĐT.CNHD.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] S. Hazama, S. Watanabe, M. Ohashi, et al. (2009), "Efficacy of orally administered superfine dispersed Lentinan (beta-1,3-glucan) for the treatment of advanced colorectal cancer", *Anticancer Res.*, **29**(7), pp.2611-2617.

[2] H. Kataoka, T. Shimura, T. Mizoshita, et al. (2009), "Lentinan with S-1 and paclitaxel for gastric cancer chemotherapy improve patient quality of life", *Hepatogastroenterology*, **56**(90), pp.547-550.

[3] Mantovani, et al. (2008), "β-Glucans in promoting health: Prevention against mutation and cancer", *Mutation Research*, **658**, pp.154-161.

[4] Steven Anderson, Dave Marcouiller (2009), *Growing Shiitake Mushrooms*, Oklahoma Cooperative Extension service, <http://www.osuextra.com>.

[5] Nguyễn Văn Mùi (2001), *Thực hành hóa sinh học*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội.

[6] Hoàng Phương Lan và cs (2013), *Nghiên cứu quy trình chiết tách Lentinan từ nấm hương (Lentinula edodes) sử dụng làm thực phẩm chức năng*, Báo cáo kết quả đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp Bộ Công thương.

[7] Yoshio Tanaka (1998), *Process for preparation of powdery extract of shiitake mushroom*, Patent US 5780097.

[8] Nor Azreen Mohd Jamil, et al. (2013), "LCMS-QTOF Determination of Lentinan-Like β-D-Glucan Content Isolated by Hot Water and Alkaline Solution from Tiger's Milk Mushroom, Termite Mushroom, and Selected Local Market Mushrooms", *Journal of Mycology*, doi.org/10.1155/2013/718963.

[9] Hu Wei (2013), *Novel method for effectively extracting Lentinan*, Patent CN 103059162 A.

[10] A.T. Yap, M.L.M. Ng (2001), "An improved method for the isolation of lentinan from the edible and medicinal shiitake mushroom, *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. (Agaricomycetideae)", *International Journal of Medicinal Mushrooms*, **3**, pp.6-19.

[11] Monic Tomassen E.A.H.J. Hendrix, A.S.M. Sonnenberg, H.J. Wichers, J.J. Mes (2011), *Proceedings of the 7th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP7) 2011: 254-262*.

[12] Ding Jianxun, Xu Weiguo, Zhuang Xiuli, Chen Xuesi (2013), *Extraction and classification method of Lentinan*, Patent CN 103724447 A.

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 61 - Number 3 - March 2019

Động đất Mường Ảng (M=3,9) ngày 08/01/2018 và động đất Điện Biên Đông (M=4,3) ngày 09/01/2018.

Lê Văn Dũng, Cao Đình Triều, Đình Quốc Văn, Cao Đình Trọng, Nguyễn Đắc Cường

Xác định vị trí phân loại mẫu *Alocasia* sp. thu thập ở Xuân Sơn (Phú Thọ) trên cơ sở phân tích 3 vùng gen *matK*, *petD* và *trnY-trnE*.

Bùi Hồng Quang, Nguyễn Văn Dư, Lê Thị Mai Linh, Lê Xuân Đắc, Hà Minh Tâm

Nghiên cứu xây dựng bản đồ nguy cơ sạt lở đất cho huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái.

Đặng Thị Hà, Bùi Thị Thu Trang, Nguyễn Khắc Thành

Giải pháp tích hợp viễn thám và GIS trong giám sát xâm nhập mặn sông Cửu Long.

Lê Văn Trung, Trần Thị Vân, Nguyễn Nguyên Vũ

Nghiên cứu tính chất nhiệt của tấm dán composite trên nền giấy bucky và polyaniline.

Quách Thị Ngọc Anh, Nguyễn Thị Hồng Thắm, Ngô Võ Kế Thành, Đỗ Hữu Quyết

Nghiên cứu thực nghiệm hiệu quả gia cường dầm bê tông bị nứt bằng vật liệu tấm sợi các bon CFRP.

Nguyễn Trung Hiếu, Lý Trần Cường

Nghiên cứu ảnh hưởng của các điều kiện biên và kích thước vùng nghiên cứu đến kết quả dự báo và phân tích tai biến địa chất trong xây dựng công trình ngầm khi sử dụng phương pháp số.

Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Huy Vững, Ngô Doãn Hào, Nguyễn Trọng Tâm

Giải pháp xả bùn cát bằng cửa phai giữa dòng chính, ứng dụng cho công trình đập dâng vùng Tây Bắc.

Nguyễn Chí Thanh, Nguyễn Huy Vượng, Trần Văn Quang, Vũ Lê Minh

Nghiên cứu xây dựng mô hình thống kê để tối ưu quá trình agglomeration hóa ứng dụng trong hòa tách đồng quặng urani.

Trần Thế Định, Thân Văn Liên, Phạm Văn Thiêm

Nghiên cứu phát triển hệ thống bảo vệ catốt bằng dòng điện ngoài chống ăn mòn vỏ tàu biển.

Nguyễn Ngọc Phong, Đỗ Chí Linh, Phạm Hồng Hạnh, Phạm Quang Ngân, Phạm Xuân Ngọc

Tối ưu hóa thành phần môi trường lên men chủng *Bacillus subtilis* DB104 thu nhận peptide kháng khuẩn tái tổ hợp bằng phương pháp đáp ứng bề mặt.

Trần Quốc Tuấn, Đinh Thị Lan Anh, Lê Thị Thúy Ái, Đinh Minh Hiệp

Nghiên cứu chế tạo vật liệu nanocomposite polyaniline ứng dụng cho cảm biến sinh học.

Chu Văn Tuấn, Nguyễn Trọng Nghĩa, Hoàng Văn Hán, Chu Thị Thu Hiền, Nguyễn Khắc Thông, Hoàng Thị Hiền, Trần Trung

Một số điều kiện ảnh hưởng đến quá trình tách chiết Lentinan từ nấm hương khô Việt Nam.

Hoàng Phương Lan, Nguyễn Thị Lan Anh, Nguyễn Hà Việt, Hoàng Danh Dư, Lê Đăng Quang, Nguyễn Đức Minh

1 The earthquakes in Muong Ang (M=3.9) on 08/01/2018 and Dien Bien Dong (M=4.3) on 09/01/2018.

Van Dung Le, Dinh Trieu Cao, Quoc Van Dinh, Dinh Trong Cao, Dac Cuong Nguyen

11 Determination of taxonomic location of the *Alocasia* sp. sample collected in Xuan Son (Phu Tho province) based on analysis results of genes *matK*, *petD* and *trnY-trnE*.

Hong Quang Bui, Van Du Nguyen, Thi Mai Linh Le, Xuan Dac Le, Minh Tam Ha

15 Research on building the landslide risk map of Van Yen district, Yen Bai province.

Thi Ha Dang, Thi Thu Trang Bui, Khac Thanh Nguyen

22 Integrating remote sensing and GIS technology in monitoring salinity intrusion in Mekong River.

Van Trung Le, Thi Van Tran, Nguyen Vu Nguyen

27 Research on thermal properties of composite pad based on Bucky paper and Polyaniline.

Thi Ngoc Anh Quach, Thi Hong Tham Nguyen, Vo Ke Thanh Ngo, Huu Quyet Do

32 Experimental research on flexural strengthening efficiency of pre-cracked reinforced concrete beam using CFRP composite sheets.

Trung Hieu Nguyen, Tran Cuong Ly

36 Influences of selected boundary conditions and size of the study area on the forecast and analysis results of geological hazards in underground construction when using numerical methods.

Quang Phich Nguyen, Huy Vung Nguyen, Doan Hao Ngo, Trong Tam Nguyen

42 A solution to flush sediment by penstocks in main stream, applying for groundwater dams in the Northwest Vietnam.

Chi Thanh Nguyen, Huy Vuong Nguyen, Van Quang Tran, Le Minh Vu

48 Study on statistical model building to optimise the agglomeration for applications in heap leaching of uranium ore.

The Dinh Tran, Van Lien Than, Van Thiem Pham

53 Development of impressed current cathodic protection system for corrosion prevention of ship hull.

Ngoc Phong Nguyen, Chi Linh Do, Hong Hanh Pham, Quang Ngan Pham, Xuan Ngoc Pham

58 Optimisation of medium composition for recombinant antibacterial peptide production from *Bacillus subtilis* DB104 by using response surface methodology.

Quoc Tuan Tran, Thi Lan Anh Dinh, Thi Thuy Ai Le, Minh Hiep Dinh

63 Synthesis of polyaniline nanocomposites for biosensor applications.

Van Tuan Chu, Trong Nghia Nguyen, Van Han Hoang, Thi Thu Hien Chu, Khac Thong Nguyen, Thi Hien Hoang, Trung Tran

67 Some conditions affecting the Lentinan extraction from dried *Lentinula edodes* in Vietnam.

Phuong Lan Hoang, Thi Lan Anh Nguyen, Ha Viet Nguyen, Danh Du Hoang, Dang Quang Le, Duc Minh Nguyen