

LỜI NÓI ĐẦU

Tạp chí Khoa học Trường Đại học Hồng Đức là cơ quan ngôn luận chính thức của Trường Đại học Hồng Đức, có Mã số chuẩn quốc tế ISSN 1859 - 2759, hoạt động theo Giấy phép số 14/BTTTT-GPHĐBC ngày 01/01/2009, và Giấy phép số 125/GP-BTTTT cấp lại ngày 10 tháng 4 năm 2014 của Bộ Thông tin và Truyền thông.

Tạp chí Khoa học Trường Đại học Hồng Đức là nơi phản ánh hoạt động giáo dục, đào tạo; Công bố các tác phẩm, công trình nghiên cứu khoa học của cán bộ, giảng viên, học viên, các nhà khoa học trong và ngoài trường; Tuyên truyền phổ biến các chủ trương đường lối, chính sách của Đảng và Nhà nước về công tác giáo dục, đào tạo; Giới thiệu, trao đổi các kết quả nghiên cứu, ứng dụng các thành tựu khoa học và công nghệ trong nước và quốc tế.

Hội đồng biên tập rất mong nhận được sự cộng tác nhiệt tình của đông đảo cán bộ giảng viên, cán bộ nghiên cứu, các nhà khoa học trong và ngoài trường để Tạp chí Khoa học Trường Đại học Hồng Đức mang đến độc giả những kết quả, thông tin có giá trị khoa học và hữu ích.

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

TẠP CHÍ KHOA HỌC
TRƯỜNG ĐẠI HỌC HỒNG ĐỨC
SỐ 45(8-2019)

MỤC LỤC

1	<i>Lê Hoàng Anh</i>	An toàn dữ liệu trong mạng cảm biến không dây	5
2	<i>Lê Ngọc Anh</i>	Phương pháp xác định hàm lượng một số kim loại nặng và kích thước hạt trong các mẫu trầm tích biển ven bờ	15
3	<i>Nguyễn Văn Cần</i>	Sự ổn định của các chuyển động	22
4	<i>Lê Đình Chấn</i> <i>Hoàng Thị Hà</i> <i>Trịnh Thị Hồng</i>	Phân lập và đọc trình tự gen <i>rpoB</i> loài mã tiền (<i>Strychnos nitida</i>) tại Thanh Hóa	31
5	<i>Lê Sỹ Chính</i> <i>Phạm Đỗ Tường Linh</i> <i>Doãn Thanh Cảnh</i>	Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi lợn của hệ thống lọc sinh học sục khí luân phiên tại xã Định Long, huyện Yên Định, tỉnh Thanh Hóa	40
6	<i>Nguyễn Thế Cường</i> <i>Vũ Hải Nam</i> <i>Nguyễn Thu Hương</i>	Ứng dụng mạng cảm biến xây dựng hệ thống quan trắc tự động liên tục môi trường lao động tại VNPT Thanh Hóa	49
7	<i>Lê Xuân Dũng</i>	Hệ số Hilbert của môđun phân bậc liên kết và nón phân thớ của môđun lọc phân bậc	57
8	<i>Lê Thị Hoa</i> <i>Trịnh Thị Huấn</i> <i>Nguyễn Thị Hương</i> <i>Vũ Thị Hà Mai</i>	Tổng hợp và cấu trúc của một số chất màu azo từ anetol trong tinh dầu Hồi	64
9	<i>Lê Thị Hồng</i> <i>Trịnh Thị Anh Loan</i> <i>Nguyễn Thu Hương</i>	Xây dựng trang thông tin và diễn đàn tin học trẻ Thanh Hóa	72
10	<i>Nguyễn Mạnh Hùng</i> <i>Nguyễn Xuân Thuần</i>	Bất đẳng thức biến phân đối với họ các ánh xạ S-đơn điệu trong không gian Banach	81

11	<i>Đinh Thị Tố Hương</i> <i>Lê Đình Chấn</i> <i>Trịnh Thị Hồng</i>	Phân lập và đọc trình tự gen <i>rpoB</i> loài Ba kích (<i>Morinda officinalis</i>) tại Thanh Hóa	87
12	<i>Nguyễn Thị Loan</i> <i>Nguyễn Thị Lâm Hoài</i>	Tính toán dòng spin trong cấu trúc tiếp xúc di chất bán dẫn	95
13	<i>Nguyễn Văn Lương</i> <i>Trần Thị Hương</i> <i>Hoàng Lê Minh</i>	Định lý điểm bất động chung kiểu Presic và ứng dụng	103
14	<i>Nguyễn Thị Mùi</i> <i>Lê Thị Thương</i>	Nghiên cứu đánh giá tài nguyên nước lưu vực sông Mã dưới các kịch bản biến đổi khí hậu trong tương lai	113
15	<i>Phạm Trí Nguyễn</i>	Sự hội tụ theo trung bình và luật yếu số lớn cho mảng kép các tập ngẫu nhiên và các tập ngẫu nhiên mờ trong không gian Banach	117
16	<i>Hà Thị Phương</i> <i>Trần Thị Hải Yến</i>	Nghiên cứu tuyển chọn xạ khuẩn (<i>Actinomycetes</i>) được phân lập từ đất ngập mặn huyện Quảng Xương (tỉnh Thanh Hóa) có khả năng kháng nấm <i>Fusarium oxysporum</i>	127
17	<i>Lương Thị Kim Phượng</i>	Ảnh hưởng của nguyên tố Sb đến tính chất quang của màng Ge/Si đồng pha tạp Sb và P	138
18	<i>Nguyễn Thị Thảo</i>	Nghiên cứu mô phỏng cấu trúc nano xốp từ cụm phân tử $Zn_{12}O_{12}$	146

AN TOÀN DỮ LIỆU TRONG MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY

Lê Hoàng Anh¹

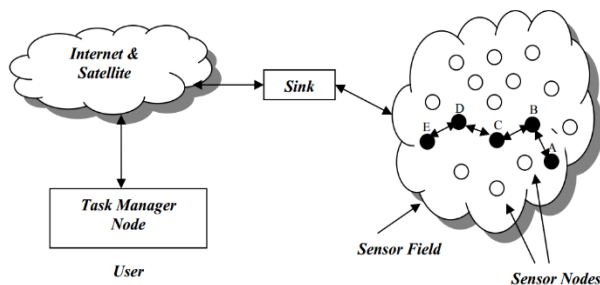
TÓM TẮT

Mạng cảm biến không dây có nhiều ưu điểm và đang được áp dụng phát triển mạnh mẽ. Tuy nhiên mạng vẫn còn nhiều thách thức cần được giải quyết như: nguồn năng lượng bị giới hạn, các nút (node) cảm biến có bộ nhớ và bộ vi xử lý thấp, đặc biệt là các cơ chế an ninh còn hạn chế. Việc bảo mật trong mạng là vấn đề đầy thách thức và đang được các nhà khoa học tiếp tục nghiên cứu. Bài viết này sẽ trình bày những lợi ích của mạng cảm biến không dây và lý giải những vấn đề bảo mật vẫn còn nhiều thách thức. Từ đó bài viết sẽ trình bày các thuật toán mã hóa và xác thực có thể áp dụng trong mạng cảm biến không dây. Chúng tôi đã cài đặt, thực nghiệm và đưa ra hai cơ chế bảo mật trong mạng cảm biến không dây.

Từ khóa: An toàn dữ liệu, bảo mật, cảm biến, mạng cảm biến không dây.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mạng cảm biến không dây là mạng lưới các thiết bị có kích thước nhỏ, nhiều nút cảm biến, các nút cảm biến có thể cảm nhận môi trường và truyền thông tin thu thập được từ các vùng giám sát về sink thông qua kết nối không dây. Mạng cảm biến không dây được ứng dụng trong các lĩnh vực như: an ninh quốc gia, giám sát, quân sự, chăm sóc sức khỏe, giám sát môi trường và nhiều lĩnh vực khác [9].



Hình 1. Kiến trúc truyền thông mạng cảm biến không dây [9]

Tuy mạng cảm biến không dây có nhiều ứng dụng trong cuộc sống, nhưng mạng cũng có những khó khăn và hạn chế gặp phải khi triển khai như: giới hạn về năng lượng, giới hạn về băng thông, giới hạn về phần cứng, giới hạn về kết nối. Trong đó thách thức và trở ngại lớn nhất là nguồn năng lượng bị giới hạn không thể nạp lại, vấn đề bảo mật và an ninh mạng. Trong mạng cảm biến không dây, năng lượng được sử dụng chủ yếu cho 3 mục đích: truyền dữ liệu, xử lý dữ liệu và đảm bảo cho phần cứng hoạt động. Hiện nay, các nhà khoa học đang nghiên cứu phát triển mạng cảm biến không dây vừa đảm bảo về mặt bảo mật dữ liệu nhưng cũng phải đảm bảo các yêu cầu về năng lượng.

¹ Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học An Giang

Trong mạng cảm biến không dây, các gói tin dễ bị tấn công theo các cách khác nhau như: tấn công từ chối dịch vụ, tấn công thông tin quá cảnh, tấn công Sybil, tấn công Blackhole/Sinkhole, tấn công Hello Flood, tấn công Wormhole [1]. Từ khảo sát các cuộc tấn công và các mối đe dọa đối với mạng cảm biến không dây các nhà nghiên cứu đã đưa ra các chương trình bảo mật khác nhau cho mạng cảm biến không dây như: JAM; Wormhole based; Statistical En-Route Filtering; Radio Resource Testing, Random Key Pre-distribution; Bidirectional Verification, Multi-path multi-base station routing; On Communication Security; TIK; Random Key Predistribution; REWARD; SNEP & μ TESLA [1].

Thông thường trong các mạng cảm biến không dây, tính xác thực, tính toàn vẹn, tính bảo mật thông điệp thường được thực hiện bởi cơ chế bảo mật đầu cuối-đầu cuối như SSH, SSL, TLS hoặc IPSec; các bộ định tuyến trung gian chỉ cần xem tiêu đề của thông điệp rồi chuyển tiếp mà không cần phải xem nội dung của thông điệp. Cơ chế bảo mật đầu cuối đến đầu cuối dễ bị tấn công [7]. Nếu tính toàn vẹn thông điệp chỉ kiểm tra tại điểm cuối cùng, mạng có thể định tuyến chuyển các gói tin đã bị tấn công qua nhiều *hop* trước khi chúng bị phát hiện. Loại tấn công này sẽ làm lãng phí năng lượng và băng thông, đây được xem là tài nguyên quý giá trong mạng cảm biến không dây. Kiến trúc bảo mật lớp liên kết dữ liệu có thể phát hiện các gói dữ liệu bất hợp pháp khi lần đầu tiên chúng được đưa vào mạng. Cơ chế bảo mật lớp liên kết dữ liệu còn được đề xuất để chống lại các cuộc tấn công từ chối dịch vụ.

Với những lý do đó, chúng tôi quyết định chọn cơ chế kiến trúc bảo mật trên lớp liên kết dữ liệu trong mạng cảm biến không dây. Cơ chế bảo mật trên lớp liên kết dữ liệu đảm bảo tính xác thực, tính toàn vẹn, bảo mật các thông điệp và trên lớp liên kết dữ liệu có thể tối ưu kích thước các gói tin khi truyền, từ đó giảm băng thông và năng lượng các nút, trên lớp liên kết dữ liệu có thể kiểm tra tính xác thực của gói tin ngay khi gói tin được đưa vào mạng nên có thể loại bỏ ngay khi các gói tin bất hợp pháp được đưa vào mạng mà không phải truyền qua nút khác từ đó làm giảm việc tiêu hao năng lượng của các nút khi truyền các gói tin bất hợp pháp.

Tiếp theo bài viết sẽ trình bày: phân tích các thuật toán mã hóa và xác thực có thể áp dụng trong mạng cảm biến không dây, đánh giá kết quả bảo mật của các thuật toán trong mạng cảm biến không dây, thực nghiệm đưa ra các cơ chế bảo mật, phân tích ưu nhược điểm tương ứng với mỗi cơ chế.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

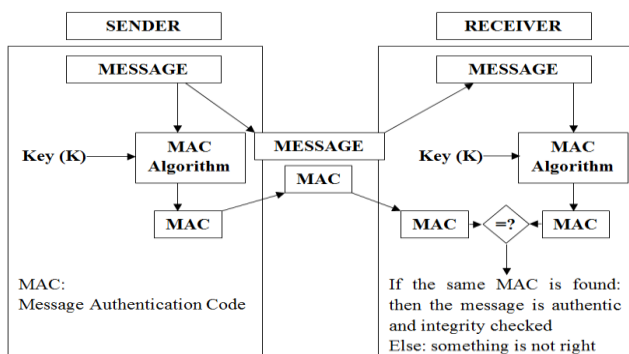
2.1. Phương pháp nghiên cứu

Bảo mật dữ liệu trên lớp liên kết dữ liệu nhằm đảm bảo tính toàn vẹn, tính xác thực, tính bảo mật.

2.1.1. Tính toàn vẹn và tính xác thực

Tính toàn vẹn và xác thực dữ liệu trong mạng có thể đạt được thông qua mã xác thực thông điệp MAC (Message Authentication Codes) được gọi là hàm băm có khóa, đầu vào là một khóa bí mật và dữ liệu để được xác thực và đầu ra là giá trị MAC. Giá trị MAC đảm

bảo tính toàn vẹn và tính xác thực của dữ liệu bằng cách so sánh giá trị MAC để phát hiện sự thay đổi nội dung của dữ liệu [11].



Hình 2. Mô hình hoạt động MAC giữa bên gửi và bên nhận

Bên gửi sẽ tính toán giá trị MAC dựa vào thông điệp và khóa K, giá trị MAC sẽ được gửi cùng với thông điệp. Bên nhận sẽ tính toán lại giá trị MAC và so sánh với giá trị MAC trong thông điệp, nếu giống thì thông điệp được xác thực ngược lại thông điệp bị loại bỏ [11].

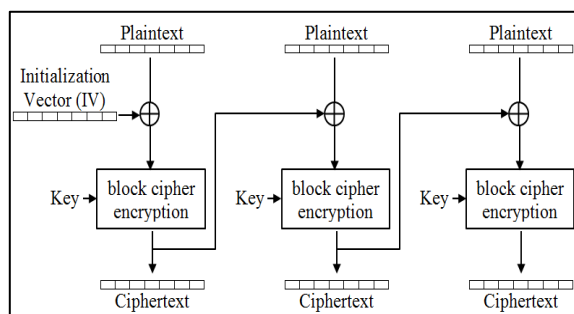
Hàm MAC có khả năng chống giả mạo các bản rõ của các cuộc tấn công mạng. Giá trị MAC được tạo ra và được xác thực cùng một khóa bí mật (hình 2).

Các thuật toán MAC được xây dựng dựa trên các mật mã nguyên thủy khác như hàm băm mật mã (như trong trường hợp của HMAC) hoặc từ các thuật toán mã hóa khối (OMAC, CBC-MAC và PMAC) [11].

2.1.2. Tính bảo mật

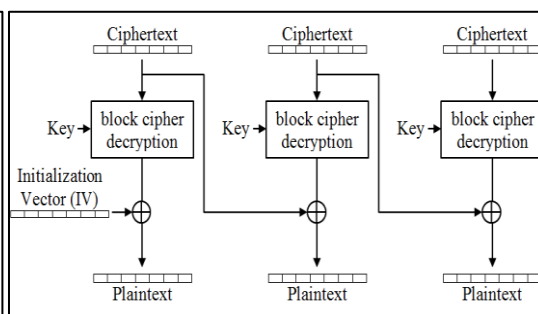
Tính bảo mật trong mạng có thể đạt được thông qua thuật toán mã hóa Skipjack, là một thuật toán mã hóa cho việc truyền tải thông tin được phát triển bởi cơ quan an ninh quốc gia Mỹ. Skipjack sử dụng các thuật toán trao đổi khóa Diffie-Hellman cho việc phân phối các khóa phiên [10].

Skipjack sử dụng một khóa 80 bits để mã hóa hoặc giải mã các khối dữ liệu 64 bits. Skipjack sử dụng một mạng Feistel không cân bằng với 32 vòng để mã hóa hoặc giải mã [6].



Hình 3. Sơ đồ mã hóa khối chuỗi [3]

Theo hình 3, thông điệp được chia thành các khối theo kích thước cố định, khối đầu tiên được mã hóa với vector khởi tạo và khóa để tạo ra mật mã và mật mã này tiếp tục làm tham số đầu vào cho khối tiếp theo, quy trình như vậy được lặp lại cho đến khối cuối cùng sẽ tạo ra được các khối mật mã.



Hình 4. Sơ đồ giải mã khối chuỗi [3]

Theo hình 4, khối mật mã đầu tiên sẽ được giải mã với tham số đầu vào là khóa và vector khởi tạo để giải mã, khối mật mã đó tiếp tục làm tham số đầu vào cùng với khóa cho khối mật mã tiếp theo để giải mã, quá trình tiếp tục đến khối mật mã cuối cùng để giải mã thành các bản rõ ban đầu.

Skipjack có thể được sử dụng cùng với vector khởi tạo (Initialization Vector - IV) như một tham số đầu vào cùng với khóa bí mật K nhằm làm tăng tính bảo mật của dữ liệu được mã hóa. Các chương trình mã hóa chủ yếu sử dụng giá trị IV được tạo ngẫu nhiên để đảm bảo an toàn ngữ nghĩa, do tính chất này mà nhờ đó việc sử dụng lặp đi lặp lại của chương trình cùng 1 dữ liệu với cùng 1 khóa ngăn không cho phép kẻ tấn công suy ra mối quan hệ giữa các phân đoạn của thông điệp được mã hóa [6].

Kích thước của IV phụ thuộc vào mật mã gốc được sử dụng, đối với mật mã khối thì kích thước của IV thường là kích thước khối của thuật toán mã hóa. Khi chọn kích thước cho IV phải tính tới xác suất độn độ do vấn đề lặp lại IV phải được tính toán và cân nhắc [6].

2.1.3. Đánh giá việc bảo mật dữ liệu trên lớp liên kết dữ liệu

2.1.3.1. Tính bảo mật thông điệp

Để sử dụng mã hóa ngữ nghĩa an toàn đòi hỏi phải có chương trình mã hóa và xác định định dạng IV phù hợp.

Mã hóa khóa đối xứng thường có 2 loại: mật mã dòng và phương thức hoạt động sử dụng mật mã khối. Mật mã dòng thường sử dụng một khóa K và vector khởi tạo IV như tham số đầu vào của hàm *pseudorandom keystream* $GK(IV)$. Keystream sau đó được XOR với thông điệp như công thức (1) để có được bản mã:

$$C = (IV, GK(IV) \oplus P) \quad (1)$$

Theo một số tài liệu thì mật mã dòng nhanh hơn mật mã khối trong những môi trường xử lý hạn chế về tài nguyên [8]. Nhưng bất lợi của mật mã dòng là nếu dùng cùng IV để mã hóa 2 gói tin khác nhau thì có thể phục hồi lại được cả 2 bản rõ (plaintext). Ví dụ cho $C = (IV, GK(IV) \oplus P)$ và $C' = (IV, GK(IV) \oplus P')$, ta có thể phục hồi rất nhiều thông tin của P và P' từ $P \oplus P'$, thường thì có thể phục hồi hầu hết thông tin của P và P' từ $P \oplus P'$. Để đảm bảo rằng IV không lặp lại đòi hỏi IV phải khá dài ít nhất 8 bytes. Như đã nói ở trên trong điều kiện hạn chế về nguồn tài nguyên của mạng cảm biến không dây chúng ta phải hạn chế chi phí gói tin càng ít càng tốt. Trong ngữ cảnh này phải thêm 8 bytes trong một gói tin 30 bytes nghĩa là chiếm tới gần 27% (hơn 1/4) tổng gói tin thì khó có thể chấp nhận được và nếu IV ngắn hơn thì việc lặp lại IV sẽ xảy ra và điều này không đảm bảo về mặt bảo mật nên trong bài này chúng tôi không sử dụng mật mã dòng mà thay vào đó sẽ là mật mã khối.

Thuật toán mã hóa khối là một *hàm giả ngẫu nhiên* có khóa trên các chuỗi bit nhỏ, thường là 8 hoặc 16 bytes. Các thuật toán thuộc họ mã khối bao gồm DES, AES, RC5 và Skipjack. Để mã hóa những thông điệp dài hơn 8 hoặc 16 bytes, mật mã khối chia thông điệp thành từng khối nhỏ để mã hóa. Ví dụ một mật mã khối k byte thì nó sẽ ngắt thông điệp thành những đoạn k byte và thuật toán mã hóa khối sẽ mã hóa thông điệp theo từng khối. Ngoài ra khi sử dụng thuật toán mã hóa khối còn có một số thuận lợi: thuật toán mã xác thực thông điệp sẽ hoạt động hiệu quả hơn trên mã hóa khối, sử dụng thuật toán mã hóa khối sẽ không làm tăng chiều dài mật mã sau khi mã hóa. Để sử dụng thuật toán mã

hóa khối để mã hóa thì phải chọn một phương thức (chế độ) hoạt động phù hợp. Thông thường là sử dụng chế độ *counter* (CTR).

Khi nói tới thuật toán mã hóa khối thì người ta thường nghĩ tới một trong hai thuật toán AES hoặc Triple-DES. Tuy nhiên, AES và Triple-DES thì quá chậm để thực hiện trong các vi điều khiển nhúng [2] vì thế thuật toán AES và Triple-DES sẽ loại bỏ không được sử dụng ở bài viết này. Do đó với những phân tích ở trên thì thuật toán Skipjack sẽ thích hợp hơn trong mạng cảm biến không dây nên chúng tôi sẽ chọn thuật toán Skipjack là thuật toán mã hóa trong bài viết này.

Mục tiêu của chúng tôi là bảo mật nhưng phải làm sao có thể giảm chi phí cho việc bảo mật càng ít càng tốt. Chiều dài của *IV* và cách tạo ra *IV* có thể ảnh hưởng lớn đến việc bảo mật và hiệu suất. Nếu *IV* quá dài, sẽ dẫn đến thêm các bit không cần thiết vào các gói tin và có ảnh hưởng đáng kể đến chi phí về băng thông và tiêu hao năng lượng. Đồng thời, nếu *IV* quá ngắn thì *IV* có nguy cơ sẽ bị lặp lại và dẫn đến sự bảo mật trong mạng có thể sẽ không được đảm bảo.

Vậy *IV* dài bao nhiêu bit là đủ? Theo nguyên tắc chuồng bồ câu, một *IV* có n -bit sẽ lặp lại sau khi $2^n + 1$ gói tin được gửi đi. Nếu sử dụng *counter* n -bit thì việc lặp lại sẽ không xảy ra trước thời điểm $2^n + 1$ gói tin được gửi. Tuy nhiên, với một số cách tạo ra *IV*, việc lặp lại có thể xảy ra trước đó. Nếu chọn mỗi *IV* như một giá trị n -bit ngẫu nhiên, sau đó sử dụng hàm *paradox* để tạo ra *IV* thì xác suất sự lặp lại *IV* đầu tiên là sau khoảng $2^{n/2}$ gói tin được gửi đi. Vì thế, chúng tôi sử dụng một *counter* trong *IV* và truyền tải nó trong các gói tin để bên nhận có thể biết được giá trị của *counter*.

Cấu trúc của *IV* là *Dst* // *AM* // *L* // *Src* // *Ctr*, *Dst* là địa chỉ đích của người nhận, *AM* là loại thông điệp, *L* là chiều dài payload của dữ liệu, *Src* là địa chỉ của người gửi và *Ctr* là một *counter* 16 bits. *Counter* bắt đầu từ 0 và bên gửi tăng nó lên 1 sau mỗi thông điệp được gửi đi.

Với 2 bytes *counter* như vậy chúng tôi muốn tối đa hóa số lượng *IV* cho mỗi nút và như vậy theo tính toán thì mỗi nút có thể gửi ít nhất 2^{16} gói tin trước khi *IV* lặp lại và với 1 mạng cảm biến không dây gồm n nút thì tổng số gói tin được gửi là $n \cdot 2^{16}$ gói tin được gửi trước khi *IV* lặp lại. Đối với các mạng thông thường băng thông khoảng trên 1Mb/s thì thời gian để gửi 2^{16} gói tin là rất ngắn. Tuy nhiên với điều kiện hạn chế của mạng cảm biến không dây thì thời gian để gửi 2^{16} gói tin sẽ lớn hơn nhiều so với mạng thông thường. Ví dụ một ứng dụng mạng cảm biến không dây thực tế ở Great Duck Island các nút cảm biến sẽ gửi thông tin cảm biến được cứ mỗi 70 giây 1 lần. Như vậy có thể tính được thời gian để gửi 2^{16} gói tin với 70 giây sẽ gửi 1 lần là khoảng 53 ngày. Do đó thời gian này có thể được xem là hợp lý với mạng cảm biến không dây vì với các nút cảm biến mica2 thời gian sống khoảng 2 tuần. Đối với một số mạng nếu có thời gian sống trên 53 ngày thì việc lặp lại *IV* xảy ra chỉ gặp vấn đề về bảo mật an toàn khi dùng chung 1 khóa. Cách giải quyết khi *IV* lặp lại là khi gần đến thời gian lặp lại *IV* thì sẽ cập nhật lại khóa mới cho mạng cảm biến không dây.

Theo như cấu trúc của *IV* thì chúng ta còn 4 bytes *Dest//AM//L* để đảm bảo an toàn khi *counter* lặp lại. *IV* bao gồm cả phần *Dest//AM//L* điều này có nghĩa là nếu *counter* có lặp lại thì cũng chưa chắc *IV* cũng bị lặp lại. Như vậy, khi giá trị *counter* lặp lại thì thông tin chỉ bị lộ khi gửi 2 thông điệp cùng đến 1 địa chỉ *Dest*, cùng 1 loại *AM*, cùng chiều dài *L* và điều này rất ít khi xảy ra cũng như phải biết 2 thông điệp hoặc 2 gói tin nào được gửi cùng 1 *IV* mới có thể giải mã ra được bản rõ. Tóm lại với định dạng *IV* là *Dst//AM//L//Src//Ctr* thì có thể nói dữ liệu được bảo mật kép vì muốn giải mã được phải biết *IV* hoặc tìm được 2 thông điệp được mã hóa với cùng 1 *IV* (nghĩa là cùng 1 *counter*, cùng 1 *Dest*, cùng 1 *AM* và cùng 1 *L*) thì mới có thể giải mã được thông điệp.

2.1.3.2. Tính toàn vẹn và tính xác thực

Nếu chỉ có mã hóa không thì chưa đủ để bảo mật và thực tế đã chỉ ra rằng nếu sử dụng mã hóa mà không có xác thực thì sẽ không đảm bảo an toàn và vì thế ngoài việc mã hóa chúng ta cần có cơ chế xác thực thông điệp. Tính toàn vẹn và tính xác thực nghĩa là xác thực nguồn gốc của thông điệp, phát hiện thông điệp có bị thay đổi, chỉnh sửa trong quá trình truyền hay không. Trong bài viết này chúng tôi sử dụng mật mã khối CBC-MAC để tính toán và xác thực MAC trên mỗi gói tin. CBC-MAC thì hiệu quả và nhanh chóng vì nó dựa trên một thuật toán mã hóa khối để giảm thiểu số lượng các mã hóa nguyên thủy phải thực hiện trong điều kiện bộ nhớ hạn chế trong mạng cảm biến không dây.

MAC được xem là một kiểm tra mã hóa an toàn của thông điệp. Bên gửi và bên nhận phải sử dụng cùng 1 khóa bí mật để tính toán MAC. Bên gửi tính toán giá trị MAC với đầu vào là khóa bí mật và payload, giá trị MAC được gắn trên mỗi gói tin khi truyền. Bên nhận tính toán lại giá trị MAC cũng với khóa bí mật và payload, so sánh 2 giá trị MAC nếu giống nhau thì gói tin được chấp nhận nếu không giống thì gói tin bị loại bỏ. Giá trị MAC rất khó tính ra nếu không có khóa bí mật. Nghĩa là nếu kẻ tấn công thay đổi thông điệp hoặc thêm thông điệp thì kẻ tấn công không thể tính toán ra được giá trị MAC tương ứng khi đó người nhận sẽ kiểm tra và loại bỏ những thông điệp này.

Sự an toàn của CBC-MAC liên quan trực tiếp đến độ dài của MAC. Giao thức bảo mật ở các máy thông thường sử dụng 8 hoặc 16 bytes MAC nhưng ở đây chúng tôi thấy có thể rút ngắn xuống còn 4 bytes MAC và chúng tôi nghĩ nó sẽ phù hợp trong bối cảnh các mạng cảm biến không dây vì: đầu ra của CBC-MAC là 4 bytes nhị phân, với 4 bytes chúng ta có 2^{32} giá trị khác nhau. Nếu kẻ tấn công tấn công bằng cách thử sai và thử lại thì kẻ tấn công có thể phải thử đến 2^{32} lần (tỷ lệ thành công là $1/2^{32}$) và để làm được điều này thì kẻ tấn công không thể thử offline mà chúng phải thử trực tiếp trên đường truyền để biết giá trị MAC có đúng hay không. Như vậy với kênh truyền 19,2 kbps của mạng cảm biến không dây mà phải gửi 2^{32} gói tin thì phải mất thời gian khoảng 25 tháng do đó đối với mạng cảm biến không dây khoảng thời gian như vậy có thể xem là an toàn (vì thời gian sống của nút cảm biến mica2 chỉ có khoảng vài tuần đến vài tháng).

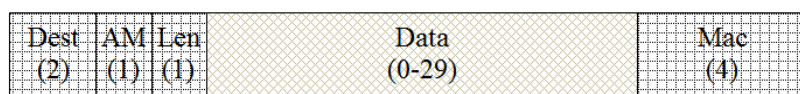
2.2. Thục nghiệm

Các nút cảm biến được sử dụng phổ biến hiện nay như Mica, Mica2, Mica2Dot chạy trên nền hệ điều hành TinyOS. Với những kết quả như đã phân tích bài báo đã thực hiện việc bảo mật dữ liệu trên lớp liên kết dữ liệu bằng thuật toán mã hóa khối Skipjack và mã xác thực CBC-MAC để mã hóa và xác thực dữ liệu nhằm đảm bảo tính bảo mật, tính toàn vẹn và tính xác thực dữ liệu của các nút cảm biến trên hệ điều hành TinyOS.

Dựa trên định dạng gói tin hiện tại của TinyOS, tác giả đề xuất cải tiến về cấu trúc định dạng gói tin để phù hợp hơn với thuật toán CBC-MAC và thuật toán mã hóa khối như sau:



Hình 5. Định dạng gói tin mặc định trên TinyOS [5]



Hình 6. Định dạng gói tin với chế độ chỉ có xác thực



Hình 7. Định dạng gói tin với chế độ mã hóa và xác thực

Các gói tin ở lớp liên kết dữ liệu được mã hóa dữ liệu bằng thuật toán mã hóa khối Skipjack với vector khởi tạo (IV) có chiều dài là 8 bytes và xác thực bằng thuật toán CBC-MAC có chiều dài là 4 bytes MAC. Trong 8 bytes IV thực tế thì chỉ có thêm 2 bytes counter, các byte còn lại là được mượn từ phần header của gói tin gồm: Dest (2 bytes), AM (1 bytes), Len (1 byte), Src (2 bytes).

Bài báo đã thực hiện mã hóa và xác thực bằng 2 module riêng trên hệ điều hành TinyOS, các module được viết bằng ngôn ngữ nesC để tương thích với hệ điều hành TinyOS. Do 2 module mã hóa và xác thực được tách riêng nên đối với các ứng dụng chúng ta có thể lựa chọn một trong hai cách đó là: chỉ có xác thực mà không có mã hóa nghĩa là gói tin được xác thực bằng giá trị MAC nhưng phần dữ liệu payload của gói tin thì không được mã hóa; mã hóa và xác thực nghĩa là phần dữ liệu payload của gói tin được mã hóa bằng thuật toán Skipjack trước, sau đó mới tính giá trị MAC.

2.2.1. Mô tả thực nghiệm

Trên bộ mô phỏng TOSSIM có các thư viện hỗ trợ mô phỏng các nút cảm biến như Mica, Mica2, Mica2Dot, Mica128 chạy trên hệ điều hành TinyOS.

Trong thư viện TinyOS chúng tôi đã thêm 2 module mã hóa và xác thực bằng thuật toán Skipjack và CBC-MAC, trên ứng dụng chúng tôi thực hiện trên cảm biến Mica2 để

gửi dữ liệu. Ở đây chúng tôi gửi 24 bytes payload để đo năng lượng tiêu thụ ở mỗi chế độ: chế độ bảo mật của TinyOS hiện tại, chế độ chỉ có xác thực, chế độ mã hóa và xác thực. Đối với chế độ bảo mật TinyOS hiện tại dữ liệu được xác thực bằng thuật toán CRC, với chế độ xác thực thì dữ liệu được xác thực bằng thuật toán CBC-MAC được cung cấp bởi module xác thực, với chế độ mã hóa và xác thực thì dữ liệu được mã hóa trước bằng thuật toán Skipjack sau đó mới tính toán giá trị MAC để xác thực.

Hiện tại ở bài báo này thực nghiệm trên hệ điều hành TinyOS 1.1.13 có hỗ trợ để lấy thông số năng lượng tiêu thụ của mỗi nút cảm biến. Sau đó sẽ thu được các thông số năng lượng tiêu thụ của mỗi chế độ để phân tích.

2.2.2. Phân tích đánh giá kết quả đạt được

Với những phân tích ở trên bài báo đã đảm bảo về tính bảo mật, tính xác thực và tính toàn vẹn của các gói tin trên lớp liên kết dữ liệu. Tuy nhiên, theo hình 5, 6, 7 thấy rằng chiều dài của gói tin đề xuất so với chiều dài gói tin hiện hành của TinyOS là: tăng 1 byte đối với các gói tin chỉ có xác thực, tăng 5 bytes đối với các gói tin có xác thực và mã hóa. Sự tăng kích thước gói tin làm tăng sự tiêu hao năng lượng của các nút cảm biến vì phải tiêu tốn năng lượng cho sự tính toán và tốn thêm năng lượng cho việc gửi các gói tin có kích thước dài hơn. Điều này làm cho chúng ta phải cân nhắc khi sử dụng các ứng dụng mạng cảm biến không dây là nên lựa chọn bảo mật ở mức nào là thích hợp. Nếu chúng ta chọn ứng dụng có bảo mật là mã hóa và xác thực thì sẽ tiêu tốn năng lượng của các nút cảm biến nhiều dẫn đến thời gian sống của chúng giảm, ngược lại nếu chúng ta chỉ chọn là chỉ có xác thực không thì tiêu tốn năng lượng của các nút cảm biến sẽ ít hơn và thời gian sống của chúng tăng lên. Do đó, đòi hỏi chúng ta phải cân nhắc đánh đổi giữa sự bảo mật và mức tiêu hao năng lượng của các nút cảm biến.

Để đánh giá năng lượng tiêu hao, chúng tôi đã so sánh năng lượng tiêu hao khi sử dụng với chế độ bảo mật mặc định của TinyOS, bảo mật ở mức chỉ có xác thực, bảo mật ở mức mã hóa và xác thực. Bài viết đã thực hiện bằng cách gửi gói tin 24 bytes payload với TinyOS mặc định, bảo mật ở mức chỉ có xác thực, bảo mật ở mức mã hóa và xác thực thu được bảng so sánh như bảng 1.

Bảng 1. So sánh tổng năng lượng tiêu hao để gửi gói tin 24 byte payload với chế độ bảo mật của TinyOS

Chế độ bảo mật	Năng lượng tiêu hao (μ AH)	Tỷ lệ % tiêu hao so với TinyOS
TinyOS hiện tại	1058250	0,00%
Chỉ có xác thực	1060650	0,23%
Mã hóa và xác thực	1070250	1,13%

Bảng 1 cho thấy rằng chế độ bảo mật chỉ có xác thực tăng 0,23% so với TinyOS hiện hành, chế độ mã hóa và xác thực tăng 1,13% so với TinyOS hiện hành. Sự tăng năng lượng này là do kích thước gói tin tăng phải tiêu tốn năng lượng để gửi và tiêu tốn năng lượng để tính toán.

3. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Bài viết trình bày các thuật toán mã hóa, xác thực và đã thực hiện trên mạng cảm biến không dây với bộ mô phỏng TOSSIM để bảo mật dữ liệu trong mạng cảm biến không dây nhằm đạt được tính bảo mật, tính xác thực và tính toàn vẹn dữ liệu trên lớp liên kết dữ liệu. Chúng tôi đã phân tích đánh giá mức độ bảo mật của các thuật toán sử dụng để đảm bảo bảo mật dữ liệu trong mạng cảm biến không dây, đưa ra kết quả thực nghiệm về mức tiêu hao năng lượng đối với các chế độ bảo mật để người dùng khi sử dụng có thể cân nhắc đánh đổi giữa các mức độ bảo mật và tiêu hao năng lượng (làm ảnh hưởng đến thời gian sống của các cảm biến). Hướng phát triển sẽ kiểm nghiệm so sánh về thời gian, băng thông giữa các chế độ bảo mật.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Al-Sakib Khan Pathan, Hyung-Woo Lee, & Choong Seon Hong (2006), *Security in Wireless Sensor Networks: Issues and Challenges*, International Conference on Advanced Communication Technology, 2(8), 1043-1048.
- [2] Azzedine Boukerche (2008), *Algorithms and Protocols for Wireless Sensor Networks*, Hoboken, New Jersey. John Wiley & Sons.
- [3] Chris Kowalczyk. Block ciphers modes of operation, *Crypto-it*. Truy cập từ: www.crypto-it.net [19/09/2018].
- [4] David Boyle, Thomas Newe (2009), *Securing Wireless Sensor Networks: Security Architectures*, Journal of networks, 3(1), 65-77.
- [5] Javier Lopez, Jianying Zhou (2008), *Wireless Sensor Network Security*, Cryptology and Information Security Series.1.
- [6] Lars Knudsen, David Wagner (2001), *On the structure of Skipjack*, Discrete Applied Mathematics, 111, 103-116.
- [7] Parli B. Hari, Monika (2014), *Protocols Security for Wireless Sensor Networks*, International Journal of Science and Research, 3(10), 1231-1234.
- [8] Ramnath Venugopalan, Prasanth Ganesan, Pushkin Peddabachagari, Alexander Dean, Frank Mueller, Mihail Sichitiu (2003), *Encryption overhead in embedded systems and sensor network nodes: Modeling and analysis*, International conference on Compilers, architecture and synthesis for embedded systems, 188-197.
- [9] Saurabh Singh, Dr. Harsh Kumar Verma, (2011), *Security For Wireless Sensor Network*, International Journal on Computer Science and Engineering, 3(6), 2393-2399.
- [10] Skipjack. Skipjack (cipher), *Wikipedia*. Truy cập từ: <https://en.wikipedia.org> [19/09/2018].
- [11] *Tutorialspoint. Message Authentication. Tutorialspoint.com*. Truy cập từ <http://www.tutorialspoint.com> [19/09/2018].

SECURE COMMUNICATION IN WIRELESS SENSOR NETWORK

Le Hoang Anh

ABSTRACT

Wireless sensor network provides great benefits of low cost and flexibility, but it also poses many challenges to be addressed. Some of the main problems can be identified as follows: limited energy resources, restricted memory storage and restricted power of processor, especially the security mechanisms for wireless sensor network. Due to these limitations, security techniques in the traditional wireless network cannot be applied effectively on wireless sensor network. Therefore, the security issue in the wireless sensor network is considered as a major challenge that draws much attention from researchers. In this paper, we first discuss several advantages and challenges of wireless sensor network. We then propose two security measures: (1) authentication, (2) encryption and authentication. We also give an implementation to show that energy consumption is acceptable (with an overhead of 0.23%) and data is secured.

Keywords: *Safety data, sensor, security, wireless sensor network.*

Ngày nộp bài: 23/10/2018; Ngày gửi phản biện: 9/11/2018; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019

PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG MỘT SỐ KIM LOẠI NẶNG VÀ KÍCH THƯỚC HẠT TRONG CÁC MẪU TRẦM TÍCH BIỂN VEN BỜ

Lê Ngọc Anh¹

TÓM TẮT

Bài báo trình bày phương pháp thích hợp xác định hàm lượng một số kim loại nặng (KLN) và kích thước hạt trầm tích trong các mẫu trầm tích biển ven bờ Đồng bằng sông Mekong (Cửu Long). Bốn KLN bao gồm As, Cd, Cr và Pb trong 72 mẫu thu thập từ trầm tích biển ven bờ Đồng bằng sông Cửu Long đã được xác định bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS). Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng KLN không vượt quá giới hạn cho phép. Kích thước hạt trầm tích được xác định bằng phương pháp ống hút Robinson. Dựa trên kích thước hạt trung bình (Md), mẫu trầm tích biển có thể được chia thành ba nhóm: đất sét (Md = 1 - 10 μm); phù sa (Md = 10 - 100 μm); cát (Md = 100 - 1000 μm).

Từ khóa: Kim loại nặng, kích thước hạt, trầm tích, trầm tích biển.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quá trình phát triển công nghiệp, nông nghiệp, dịch vụ như du lịch, thương mại, y tế đã làm cho môi trường bị ô nhiễm nghiêm trọng, trong đó có ô nhiễm các KLN trong đất, nước, lương thực, thực phẩm đã và đang là vấn đề môi trường được cộng đồng quan tâm. Vùng cửa sông, ven biển là nơi tích tụ các chất gây ô nhiễm có nguồn gốc từ lục địa trong đó có các KLN. Trong môi trường thủy sinh, trầm tích có vai trò quan trọng trong việc hấp thụ các KLN qua quá trình lắng đọng các hạt lơ lửng cũng như các quá trình có liên quan đến bề mặt các vật chất vô cơ và hữu cơ. Trầm tích ven biển đồng bằng sông Cửu Long, đặc biệt là bán đảo Cà Mau là trầm tích rừng ngập mặn, rất giàu sunfua và các chất hữu cơ, thích hợp cho việc lắng đọng và lưu giữ các KLN có nguồn gốc từ đất liền [4, 6]. Để nghiên cứu được mối tương quan giữa hàm lượng các KLN với kích thước hạt trầm tích, việc xác định chính xác hàm lượng các KLN và kích thước hạt trầm tích là rất quan trọng và cần thiết. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả phân tích hàm lượng một số KLN như As, Cd, Cr và Pb cũng như kích thước hạt trầm tích trong 72 mẫu trầm tích biển ven bờ từ cửa Định An về phía tây bán đảo Cà Mau bằng các phương pháp phân tích hiện đại, phù hợp với mẫu trầm tích [2, 5].

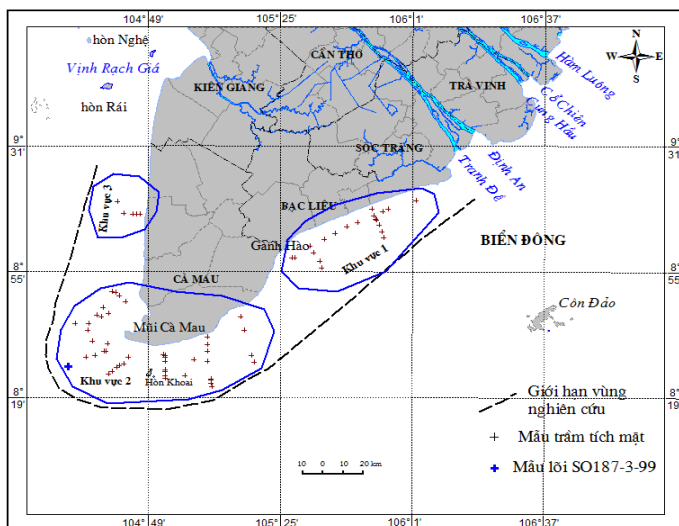
2. THỰC NGHIỆM

2.1. Địa điểm nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu được chia ra làm ba khu vực: khu vực 1 từ cửa Tranh Đề đến Gành Hào, khu vực 2 xung quanh mũi Cà Mau và khu vực 3 phía tây bán đảo Cà Mau. Vị trí

¹Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

72 mẫu trầm tích bề mặt thu thập được từ các chuyến khảo sát Việt - Đức các năm từ 2006 đến 2008 được trình bày trong hình 1.



Hình 1. Sơ đồ khu vực lấy mẫu nghiên cứu

2.2. Thiết bị, dụng cụ, hóa chất

Thiết bị quang phổ hấp thụ nguyên tử Analyst 800 của hãng Perkin Elmer sử dụng kỹ thuật nguyên tử hóa bằng ngọn lửa, lò graphit và hidrua hóa (HVG-AAS).

Lò vi sóng của hãng Milestone (Start D); micropipette Eppendorf. Cân phân tích AB204-S ($\pm 0,1\text{mg}$, Thụy Sĩ). Máy cất nước hai lần Aquatron (Anh).

Ống nghiệm thủy tinh chịu nhiệt 30 ml có nắp xoáy; cốc thủy tinh chịu nhiệt, thể tích 100ml, 250 ml, 1000ml; bình định mức thủy tinh, thể tích 25ml, 50ml, 100 ml, 1000ml.

Tất cả hóa chất sử dụng đều có độ tinh khiết phân tích của Merck. Dung dịch chuẩn của các kim loại nghiên cứu được chuẩn bị từ dung dịch gốc 1000 ppm của Merck.

2.3. Phương pháp phân tích

2.3.1. Phương pháp phân tích KLN [1]

Cách tiến hành: Mẫu trầm tích được hong khô ở nhiệt độ phòng, nghiền mịn và sấy ở nhiệt độ 105°C . Cân khoảng 500 mg mẫu trầm tích khô đã được nghiền nhỏ cho vào bình tam giác dung tích 250 ml hoặc cốc Teflon. Thêm vào đó 5ml H_2O_2 30% và 10ml HNO_3 8N hoặc hỗn hợp HCl, HNO_3 đặc. Phân hủy mẫu khoảng 1 giờ ở nhiệt độ $110\text{-}130^{\circ}\text{C}$ trong thiết bị phá mẫu lò vi sóng. Để nguội, lọc và định mức đến 100ml rồi tiến hành xác định hàm lượng KLN bằng thiết bị quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS).

Giới hạn phát hiện và khoảng tuyến tính

Giới hạn phát hiện của phương pháp phân tích Pb, Cd bằng kỹ thuật lò graphit kết hợp phá mẫu lò vi sóng được xác định trên các mẫu trầm tích tương ứng là 0,04 mg/kg, 0,2 mg/kg. Khoảng tuyến tính xác định được đối với Pb là: 2÷40 ppb và đối với Cd là: 2÷20 ppb.

Giới hạn phát hiện của phương pháp xác định As bằng kỹ thuật hydrua hóa kết hợp phá mẫu lò vi sóng được xác định trên các mẫu trầm tích là 0,05mg/kg; khoảng tuyến tính của đường chuẩn 3÷20 ppb.

Giới hạn phát hiện của phương pháp xác định kim loại Cr bằng kỹ thuật ngọn lửa sau khi phá các mẫu trầm tích bằng kỹ thuật lò vi sóng là: 0,2 mg/kg, khoảng tuyến tính là: 0,2÷5 ppm.

2.3.2. Phương pháp phân tích kích thước hạt trầm tích

Thành phần độ hạt trầm tích được xác định theo phương pháp rây và ống hút Robinson [2]. Nguyên tắc của phương pháp là tách các cấp hạt của mẫu trầm tích bằng hỗn hợp natri hexametaphotphat (NaPO_3)₆ và natri cacbonat Na_2CO_3 hoặc có thể sử dụng natri pyro photphat $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$. Thành phần bột và sét được xác định bằng pipét, thành phần cát được xác định bằng rây. Thành phần cấp hạt được phân theo thang Wentworth (Hoa Kỳ) như sau: cát thô có cỡ hạt 0,5 - 2,0 mm; cát mịn có cỡ hạt 125 - 250 μm ; cát rất mịn có cỡ hạt 62,5 - 125 μm ; bột có cỡ hạt 3,90625 - 62,5 μm ; sét có cỡ hạt < 3,90625 μm .

Các rây được sử dụng có kích thước lỗ: 63 μm , 125 μm , 250 μm , 500 μm . Bằng bộ rây với các kích thước trên ta có thể phân ra được các cấp hạt: 63 μm -125 μm , 125 μm -250 μm , 250 μm -500 μm và lớn hơn 500 μm .

Phần kích thước hạt nhỏ hơn 63 μm được xác định bằng phương pháp ống hút Robinson. Trong phương pháp này đã sử dụng ống đong 1000 ml để thực hiện việc phân tích. Lượng mẫu trầm tích được hòa vào nước cất ở nhiệt độ 20⁰C, sử dụng pipet hút dung dịch mẫu theo thời gian như bảng 1, để vào giấy lọc biết trước khối lượng, sấy khô và cân, từ đó tính toán thành phần kích thước hạt của mẫu.

Bảng 1. Thời gian và độ sâu hút mẫu xác định kích thước hạt sét ở 20⁰C

Đường kính hạt	<63 μm	< 31 μm	< 16 μm	< 8 μm	< 4 μm	< 2 μm
Độ sâu hút	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	5 cm	5 cm
Thời gian hút	29''	1' 55''	7' 40''	30' 40''	61' 19''	4 ^h 05'

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kích thước hạt trầm tích biển

Từ kết quả xác định thành phần cấp hạt theo phương pháp được nêu trên, ta tính toán được giá trị kích thước hạt median (Md) của các mẫu trầm tích [3]. Giá trị Md của các mẫu trầm tích biển thuộc khu vực nghiên cứu được nêu trong bảng 2. Từ giá trị Md ta có thể chia các mẫu trầm tích thành 3 nhóm chính: nhóm sét (Md = 1 ÷ 10 μm), nhóm bột (Md = 10 ÷ 100 μm), nhóm cát (Md = 100 ÷ 1000 μm).

3.2. Hàm lượng kim loại nặng trong trầm tích biển

Kết quả xác định hàm lượng KLN trong các mẫu trầm tích biển khu vực nghiên cứu được nêu trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả phân tích hàm lượng kim loại nặng và Md của các mẫu trầm tích biển

STT	Kí hiệu mẫu	Hàm lượng kim loại nặng (mg/kg)				Md (µm)
		As	Cd	Cr	Pb	
1	DA20 - 18	36.54	0.28	93.72	32.95	11.65
2	DA20 - 5	24.73	0.57	90.23	37.34	12.00
3	DA20 - 6	28.94	0.17	90.82	33.29	15.26
4	DA20 - 7	27.22	0.35	90.23	33.90	10.55
5	DA20 - 9	47.11	0.43	58.82	34.95	8.243
6	DA20 - 11	26.82	0.35	99.20	55.33	158.6
7	GH19 - 17	32.05	0.60	87.24	29.21	16.12
8	GH19 - 16	31.31	0.21	100.2	40.03	11.83
9	GH20 - 2	37.19	0.57	90.23	33.10	20.71
10	GH20 - 4	34.60	0.43	87.24	43.67	18.11
11	GH19 - 12	26.87	0.39	95.21	33.90	9.352
12	GH19 - 10	30.17	0.89	101.02	40.74	8.061
13	GH19 - 8	32.70	0.75	101.69	37.14	12.29
14	GH19 - 5	34.50	0.35	95.21	37.79	8.339
15	GH18 - 4	35.19	0.32	98.21	36.94	9.501
16	GH18 - 6	21.59	0.17	53.14	21.26	26.50
17	GH18 - 9	37.24	0.25	75.27	31.06	88.00
18	GH18 - 11	29.71	0.32	59.82	28.86	99.18
19	GH17 - 17	30.63	0.28	92.27	33.14	13.81
20	GH17 - 16	29.57	0.07	78.10	34.90	8.892
21	BD14 - 3	22.52	0.48	94.99	32.40	17.66
22	BD14 - 4	21.25	0.37	97.32	32.06	9.499

STT	Kí hiệu mẫu	Hàm lượng kim loại nặng (mg/kg)				Md (µm)
		As	Cd	Cr	Pb	
37	W7/063	20.54	0.18	74.78	28.27	11.98
38	W7/066	18.94	0.21	53.34	24.18	70.98
39	W7/067	20.39	0.14	67.80	25.47	12.41
40	W7/071	26.97	0.25	71.78	26.27	10.34
41	W7/0 7	27.52	0.35	79.26	29.56	10.92
42	W7/045	21.05	0.46	50.89	25.40	27.77
43	W7/070	20.94	0.39	57.83	24.88	22.88
44	W7/072	25.82	0.14	72.28	29.96	8.655
45	W7/074	21.68	0.32	83.25	29.41	8.025
46	W7/064	24.10	0.31	63.41	23.32	12.49
47	W7/088	22.48	0.21	46.31	23.13	13.75
48	W7/089	16.65	0.64	44.92	21.19	35.95
49	W7/090	14.56	0.32	29.81	18.44	95.59
50	W7/080	24.38	0.29	69.20	25.39	8.628
51	W7/084	36.27	0.14	49.51	25.64	38.98
52	W7/085	26.47	0.67	70.29	27.57	8.659
53	W7/082	25.25	0.28	63.73	23.82	8.981
54	CM22 - 1	20.79	0.92	63.81	26.17	8.391
55	CM22 - 5	22.94	0.32	46.97	21.89	22.91
56	CM06 - 3	21.17	0.53	68.27	23.04	8.955
57	CM23 - 5	21.09	0.18	61.81	22.08	10.97
58	CM23 - 2	19.35	0.13	63.24	22.09	10.19

23	BD14 - 12	26.92	0.39	71.29	47.66	17.13
24	BD14 - 16	30.51	0.57	89.73	33.70	7.940
25	BD15 - 17	31.11	0.43	68.79	31.56	14.00
26	BD15 - 16	25.97	0.35	67.30	32.40	25.03
27	BD15 - 15	21.54	0.35	79.26	29.36	18.42
28	BD15 - 13	24.93	0.46	60.82	27.97	15.66
29	BD15 - 6	24.68	0.07	78.76	33.15	9.668
30	BD15 - 5	23.18	0.18	87.74	32.00	11.10
31	BD15 - 4	39.08	0.18	73.28	35.19	302.8
32	BD15 - 2	22.43	0.46	69.29	29.86	13.45
33	BD15 - 1	29.27	0.38	81.74	30.69	146.9
34	W7/054	33.45	2.16	94.72	35.79	8.886
35	W7/056	23.33	0.18	74.28	37.34	25.44
36	W7/058	14.46	0.18	41.82	17.25	10.53

59	CM23 - 3	20.51	0.92	61.81	21.85	10.65
60	CM08 - 3	12.36	0.14	49.01	16.50	7.573
61	CM08 - 5	31.63	0.23	82.27	30.14	12.81
62	CM08 - 7	30.57	0.17	76.10	32.90	8.982
63	CM08 - 9	22.52	0.48	94.99	32.40	15.66
64	CM08 - 12	23.25	0.32	96.32	31.06	8.492
65	CM08 - 14	24.94	0.17	90.82	33.24	14.26
66	CM08 - 1	27.28	0.35	90.23	33.92	12.55
67	CM08 - 2	44.12	0.48	57.82	34.85	8.249
68	CM08 - 4	27.85	0.37	94.20	54.35	143.6
69	CM08 - 10	31.07	0.64	83.24	28.21	17.12
70	CM08 - 11	30.34	0.25	99.02	39.03	10.87
71	CM08 - 15	27.92	0.35	74.76	27.24	10.44
72	CM08 - 16	26.92	0.38	78.29	28.59	10.83

Từ kết quả phân tích thu được ghi ở bảng 2 cho thấy:

Hàm lượng Asen trong các mẫu trầm tích trong nhóm sét dao động trong khoảng 9,08 - 47,11 mg/kg, trung bình 23,96 mg/kg. Trong các mẫu trầm tích có kích thước hạt trung bình thuộc nhóm bột, hàm lượng Asen dao động trong khoảng từ 14,46 mg/kg đến 37,24 mg/kg, trung bình 25,01 mg/kg. Trong nhóm bột, hàm lượng trung bình của Asen cao hơn trong các mẫu trầm tích ở nhóm sét. So với Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng trầm tích vùng nước mặn, lợ [1], thì hàm lượng Asen trong hầu hết các mẫu đều chưa vượt quá giá trị giới hạn cho phép, chỉ có một vài mẫu đã vượt quá giới hạn (41,6 mg/kg). Điều này cho thấy hàm lượng Asen trong mẫu trầm tích nghiên cứu chưa ảnh hưởng bất lợi đến động vật thủy sinh.

Với nhóm sét, tổng hàm lượng của Crom biến đổi từ 46,47 - 101,02 mg/kg, trung bình đạt 72,46 mg/kg. Còn trong nhóm bột, hàm lượng Crom biến đổi từ 29,81 mg/kg đến 101,69 mg/kg. Hàm lượng Crom trung bình trong các mẫu nghiên cứu là 70,19 mg/kg. So với các mẫu trầm tích nhóm sét, hàm lượng Crom trung bình ở nhóm bột có xu hướng cao hơn. So với QCVN 43:2012/BTNMT [1], thì hàm lượng Crom trong các mẫu trầm tích nghiên cứu đều chưa vượt quá giới hạn cho phép (160 mg/kg). Điều này cho thấy kim loại Crom chưa gây ảnh hưởng đến đời sống thủy sinh.

Các mẫu trầm tích thuộc nhóm sét có hàm lượng Pb biến đổi từ 12,5 đến 47,6 mg/kg. Trong nhóm bột, hàm lượng Pb dao động trong khoảng từ 17,25 mg/kg đến 47,66 mg/kg, trung bình 28,33 mg/kg. So với các mẫu trầm tích nhóm sét, hàm lượng Pb trung bình ở nhóm bột cao hơn. So với tiêu chuẩn chất lượng trầm tích QCVN 43:2012/BTNMT đối với trầm tích biển ven bờ, thì trong hầu hết các mẫu trầm tích nghiên cứu, hàm lượng Pb đều chưa vượt quá giá trị giới hạn cho phép (112mg/kg). Điều này chứng tỏ, trầm tích biển ven bờ Đồng bằng sông Cửu long (ĐBSCL) chưa bị ô nhiễm Pb.

So với các kim loại nghiên cứu khác, Cadimi có hàm lượng thấp nhất. Trong các mẫu trầm tích thuộc nhóm sét, hàm lượng của Cadimi thay đổi trong phạm vi từ 0,07 đến 2,16 mg/kg, song chủ yếu tập trung trong khoảng 0,07 - 0,89 mg/kg. Hàm lượng trung bình của Cadimi là 0,37mg/kg. Còn ở nhóm bột, hàm lượng Cadimi biến thiên trong khoảng 0,13 mg/kg đến 0,96 mg/kg, trung bình 0,34 mg/kg. Theo QCVN 43:2012/BTNMT [1], thì chưa có mẫu nào hàm lượng Cadimi vượt quá giới hạn cho phép (4,2 mg/kg). Điều này cho thấy hàm lượng Cadimi trong mẫu trầm tích nghiên cứu chưa gây ảnh hưởng đến đời sống thủy sinh.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã nghiên cứu phương pháp xác định hàm lượng một số KLN như As, Cd, Cr và Pb cũng như thành phần cấp hạt trong 72 mẫu trầm tích biển ven bờ Đồng bằng sông Cửu Long.

Theo Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng trầm tích biển (QCVN 43:2012/BTNMT) cho thấy: trong các mẫu nghiên cứu, hàm lượng Pb, Cd thấp hơn nhiều so với giá trị giới hạn cho phép, trong khi hàm lượng của As, Cr có giá trị lớn hơn hàm lượng Pb, Cd, nhưng vẫn còn nằm dưới giá trị hàm lượng giới hạn cho phép. Điều này cho thấy các kim loại nghiên cứu chưa gây ảnh hưởng bất lợi đến động vật thủy sinh trong vùng biển ven bờ Đồng bằng sông Cửu Long.

Kết quả phân tích thành phần cấp hạt cho thấy các mẫu trầm tích trong khu vực nghiên cứu chủ yếu ở dạng bột và sét. Việc nghiên cứu mối tương quan của hàm lượng KLN với kích thước hạt trầm tích biển khu vực nghiên cứu sẽ tiếp tục được nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] (QCVN 43:2012/BTNMT), Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng trầm tích.
- [2] TCVN 8567:2010, *Chất lượng đất - Phương pháp xác định thành phần cấp hạt*.
- [3] Trần Nghi (2003), *Giáo trình trầm tích học*, Nxb. Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội.
- [4] Tam, N. F. Y., and Wong, Y. S (2000), *Spatial variation of heavy metals in surface sediments of Hong Kong Mangrove Swamps*, Environmental Pollution, 110, 195-205.
- [5] UNEP/IOC/IAEA (1995), *Reference Methods for Marine Pollution Studies*, No 63. Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter. UNEP, 1995.

- [6] Zheng W.J, Cheng X.Y, Lin Peng (1997), *Accumulation and biological cycling of heavy metal elements in Rhizophora stylosamangroves in Yingluo Bay, China*, Marine Ecology Progress Series, 159, 293-301.

METHODS OF DETERMINING SOME HEAVY METALS' CONTENTS AND COASTAL SEDIMENTS' PARTICLE MEASUREMENTS

Le Ngoc Anh

ABSTRACT

In this article, four heavy metals including As, Cd, Cr, and Pb were determined in 72 marine sediment samples in the Mekong Delta by Atomic Absorption Spectrophotometric method (AAS). Analysis results show that contents of heavy metals do not exceed permissible limits. Sediments particle sizes are determined by the Robinson's straw method. Based on the average particle size (Md), the sample of marine sediments can be divided into three groups: clay ($Md = 1 - 10\mu m$); silt ($Md = 10 - 100\mu m$); sand ($Md = 100 - 1000\mu m$).

Keywords: *Heavy metals, particle size, sediment, sea sediment.*

Ngày nộp bài: 7/6/2019; Ngày gửi phản biện: 7/6/2019; Ngày duyệt đăng: 13/6/2019

SỰ ỔN ĐỊNH CỦA CÁC CHUYỂN ĐỘNG

Nguyễn Văn Càn¹

TÓM TẮT

Trong bài viết này chúng tôi giới thiệu một trong các phương pháp để xét sự ổn định của các chuyển động, được định danh bằng cách chuyển các hệ phương trình vi phân phi tuyến về hệ phương trình vi phân tuyến tính dẫn đến sự nghiên cứu được đơn giản hơn nhiều nhờ vào phương pháp của Aizerman.

Từ khóa: Sự ổn định, hệ phương trình vi phân phi tuyến tính, hệ phương trình vi phân tuyến tính.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chúng ta đã biết mọi chuyển động đều được mô tả dưới một hệ phương trình vi phân (phần lớn là hệ phi tuyến), tuy nhiên việc xét sự ổn định của chuyển động là khó và phức tạp. Trong bài viết này, chúng tôi trình bày một phương pháp quan trọng đưa các chuyển động phức tạp về chuyển động đơn giản ổn định. Kỹ thuật được dùng là đưa hệ phương trình vi phân phi tuyến về hệ phương trình tuyến tính dựa vào khai triển Taylor, nhờ đó việc xét sự ổn định của chuyển động được đơn giản và tối ưu hơn nhiều.

2. NỘI DUNG

2.1. Kiến thức liên quan

2.1.1. Một số khái niệm và kết quả về sự ổn định nghiệm của hệ phương trình vi phân

Xét hệ phương trình vi phân $\frac{dx}{dt} = f(t, x)$ (2.1)

Trong đó $x = \text{colon}(x_1, x_2, \dots, x_n)$; $f(t, x) = \text{colon}(f_1(t, x_1, x_2, \dots, x_n))$, $x \in \mathbb{R}^n$

$f: \mathbb{R} \times \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$ là hàm véc tơ trong miền $\Omega = \{I^+ \times D / I^+ = (a, +\infty); D \subset \mathbb{R}^n\}$

Giả thiết rằng hệ có tính chất

- Tồn tại duy nhất nghiệm của bài toán Cauchy.
- Nghiệm thác triển được ra vô tận bên phải.
- Nghiệm có tính chất liên tục tích phân.

Định nghĩa 1.[7] Nghiệm $\eta(t)$, $t \in I^+$ của hệ (1) được gọi là ổn định (theo nghĩa Liapunov) khi $t \rightarrow +\infty$, nếu với $\forall \varepsilon > 0$; $\forall t_0 \in I^+$, $\exists \delta = \delta(\varepsilon, t_0) > 0$ sao cho mọi nghiệm $x(t)$ của hệ kể cả $\eta(t)$ thỏa mãn $\|x(t_0) - \eta(t_0)\| > \delta$, thì

¹ Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Hồng Đức

i. Xác định trên $[t_0, +\infty)$.

ii. Thỏa mãn bất đẳng thức $\|x(t) - \eta(t)\| < \varepsilon$ với $\forall t \in [t_0, +\infty)$.

Định nghĩa 2. Nghiệm $\xi \equiv 0$ của hệ được gọi là ổn định (theo nghĩa Liapunov) khi $t \rightarrow +\infty$, nếu với $\forall \varepsilon > 0; \forall t_0 \in I^+, \exists \delta = \delta(\varepsilon, t_0) > 0$ sao cho mọi nghiệm $x(t)$ của hệ thỏa mãn $\|x(t_0)\| > \delta$, thì

i. Xác định trên $[t_0, +\infty)$.

ii. Thỏa mãn bất đẳng thức $\|x(t)\| < \varepsilon$ với $\forall t \in [t_0, +\infty)$.

Định nghĩa 3. Nghiệm $\eta(t), t \in I^+$ của hệ (2.1) được gọi là không ổn định, nếu $\exists \varepsilon_0 > 0; \exists t_0 \in I^+, \forall \delta > 0$; tồn tại nghiệm $x_\delta(t), \exists t_1 > t_0$, thỏa mãn $\|x_\delta(t_0) - \eta(t_0)\| < \delta$ và $\|x_\delta(t_1) - \eta(t_1)\| \geq \varepsilon_0$.

Định nghĩa 4. Nghiệm $\eta(t), t \in I^+$ của hệ (2.1) được gọi là ổn định tiệm cận khi $t \rightarrow +\infty$ nếu

i. $\eta(t)$ ổn định khi $t \rightarrow +\infty$.

ii. Với $\forall t_0 \in I^+, \exists \Delta = \Delta(t_0) > 0$ sao cho mọi nghiệm $x(t)$ của hệ thỏa mãn $\|x(t_0) - \eta(t_0)\| < \Delta$, thì: $\lim_{t \rightarrow \infty} \|x(t) - \eta(t)\| = 0$.

Định nghĩa 5. Nghiệm $\xi = 0$ của hệ (2.1) được gọi là ổn định tiệm cận khi $t \rightarrow +\infty$ nếu

i. Nếu nó ổn định khi $t \rightarrow +\infty$.

ii. Với $\forall t_0 \in I^+, \exists \Delta = \Delta(t_0) > 0$ sao cho mọi nghiệm $x(t)$ của hệ thỏa mãn $\|x(t_0)\| < \Delta$, thì $\lim_{t \rightarrow \infty} \|x(t)\| = 0$.

Định nghĩa 6. Nghiệm $\eta(t), t \in I^+$ của hệ (2.1) được gọi là ổn định tiệm cận toàn cục khi $t \rightarrow +\infty$ nếu

i. $\eta(t)$ ổn định khi $t \rightarrow +\infty$.

ii. Với $\forall t_0 \in I^+$, sao cho mọi nghiệm $x(t)$ của hệ thỏa mãn $\|x(t_0) - \eta(t_0)\| < +\infty$, thì: $\lim_{t \rightarrow \infty} \|x(t) - \eta(t)\| = 0$.

2.1.2. Sự ổn định của hệ vi phân tuyến tính

$$\text{Xét hệ vi phân } \frac{dx}{dt} = A(t)x + f(t); A(t); f(t) \in C(I^+). \quad (2.2)$$

$$\text{và hệ thuần nhất tương ứng } \frac{dx}{dt} = A(t)x. \quad (2.3)$$

Định nghĩa 7. Hệ (2.2) được gọi là ổn định (không ổn định) khi $t \rightarrow +\infty$, nếu mọi nghiệm của hệ là ổn định (hoặc không ổn định) khi $t \rightarrow +\infty$.

Chú ý:

a. Nếu hệ (2.3) ổn định tiệm cận thì cũng ổn định toàn cục.

b. Hệ (2.3) ổn định khi ít nhất một nghiệm của nó ổn định và không ổn định khi có một nghiệm không ổn định.

Định lý 1. Điều kiện cần và đủ để hệ (2.2) ổn định tiệm cận là nghiệm $x = 0$ của hệ ổn định tiệm cận.

2.1.3. Sự ổn định của hệ vi phân với hệ số hằng số

Xét hệ vi phân: $\frac{dx}{dt} = A(t)x + f(t); A(a_{ij})_{m \times n}; a_{ij} \in \mathbb{R}$ (2.4)

Định lý 2. Điều kiện cần và đủ để hệ (2.4) ổn định là $\text{Re } \lambda_j(A) \leq 0, j = \overline{1, m} (m \leq n)$, trong đó nghiệm λ_j có $\text{Re } \lambda_j(A) = 0$ chỉ có nghiệm sơ cấp đơn.

Định lý 3. Điều kiện cần và đủ để hệ (2.4) ổn định tiệm cận là $\text{Re } \lambda_j(A) < 0 \forall j = \overline{1, n}$.

2.1.4. Sự ổn định theo xấp xỉ thứ nhất (Liapunov) [2]

Xét hệ vi phân $\frac{dx}{dt} = f(t, x)$; giả sử $x_i(t) = 0$ là một nghiệm. Để xét sự ổn định của nghiệm tầm thường này ta tách phần tuyến tính của các hàm $f_i (f = (f_1, f_2, \dots, f_n))$ trong lân cận của điểm $(x_1 = x_2 = \dots = x_n = 0)$ nhờ công thức Taylor.

Định lý 4. (Định lý Liapunov)

Xét hệ:
$$\begin{cases} \frac{dx_i}{dt} = \sum_{k=1}^n a_{ik} x_k + \varphi_i(t, x_1, x_2, \dots, x_n) \\ i = \overline{1, n} \end{cases}$$

trong đó $a_{ik} \in \mathbb{R}; \varphi_i(t, x) \in C(0 \leq t < +\infty, \|x\| < H)$ và $\frac{\varphi(t, x)}{\|x\|} \xrightarrow{t \rightarrow 0} 0$, khi $x \rightarrow 0$; ở

đây $\|x\| = \sqrt{|x_1|^2 + |x_2|^2 + \dots + |x_n|^2}$. Khi đó, nếu tất cả các nghiệm đặc trưng của ma trận $A = (a_{ik}); i, k = \overline{1, n}$ có phần thực âm, thì nghiệm không của hệ là ổn định tiệm cận.

2.1.5. Toán tử tự liên hợp [1]

Định nghĩa 8. Nếu X, Y là các không gian Hilbert và $A: X \rightarrow Y$ là toán tử tuyến tính liên tục thì toán tử liên hợp A^* của $A; A^*: Y \rightarrow X$ là một ánh xạ tuyến tính liên tục xác định bởi: $(A^* y, x) = (y, Ax); x \in X, y \in Y$

Định nghĩa 9. Toán tử $A: X \rightarrow X$ trong không gian Hilbert X là tự liên hợp nếu $A = A^*$; nghĩa là: $(Ax, y) = (x, Ay)$, với mọi x, y thuộc X .

2.1.6. Các ký hiệu được dùng [4,5,6]

a. $R(a, r) = \{x \in \mathbb{R}^n, \|x - a\| \leq r\}$.

b. $S(a, r) = \{x \in \mathbb{R}^n, \|x - a\| = r\}$.

c. $\text{Re } A = \frac{1}{2}(A + A^*)$.

d. $\sigma(A)$ là phổ của toán tử A , trong đó :

A là ma trận hằng thì: $\sigma(A) = \{\lambda_j(A)\}$ với λ_j là các giá trị riêng của A .

e. $\Lambda(A) = \lim_{h \downarrow 0} \frac{\|I + hA\| - 1}{h}$, là chuẩn logarit của toán tử A .

f. $S_j(A) = \lambda_j(A^*A)$, là các s - số của toán tử A .

g. $\frac{dx}{dt} \equiv \dot{x}$.

2.2. Tính ổn định của hệ phương trình vi phân phi tuyến

Xét sự ổn định của các chuyển động; trong bài báo này chỉ đặt tiêu chí mà các chuyển động được mô tả bởi các hệ vi phân phi tuyến dạng $\dot{x} = Ax + F(x)$ (3.1)

Trong đó: $A = (a_{ik}); i, k = \overline{1, n}; a_{ik} \in \mathbb{R}$; và $F(x) = (f_1(x_1, x_2, \dots, x_n); f_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \dots; f_n(x_1, x_2, \dots, x_n))$ là ổn định toàn cục.

Xét hệ vi phân tuyến tính: $\dot{x} = Ax + Bx$ (3.2), trong đó $B = (b_{ik}); i, k = \overline{1, n}$ được chọn sao cho $\sigma(\text{Re}(A+B)) \leq -\alpha$; α là hằng số dương, nghĩa là (3.2) ổn định tiệm cận.

Ký hiệu $G = \{B/\sigma(\text{Re}(A+B)) \leq -\alpha\}$. Tácố định phần tử $z = (z_1, z_2, \dots, z_n) \in \mathbb{R}^n$ và đặt

tương ứng với ma trận $C(z) = (c_{ik}); i, k = \overline{1, n}$. Ở đây $c_{ik} = \begin{cases} \frac{f(z_1, z_2, \dots, z_n)}{mz_k}; z_k \neq 0 \\ d_{ik} & z_k = 0 \end{cases}$;

m là số phần tử khác 0 của vectơ z .

$d_{ik} = \lim_{z_k \rightarrow 0} \frac{f(z_1, z_2, \dots, z_n)}{z_k}$, nếu giới hạn tồn tại và $d_{ik} = 0$ khi giới hạn không tồn tại.

$D(x) = (d_1, d_2, \dots, d_n); d_i = f_i(x_1, x_2, \dots, x_n) - f_i(z_1, z_2, \dots, z_n) - \sum_{k=1}^n c_{ik}(x_k - z_k)$.

Khi đó hệ (3.1) được chuyển thành hệ $\dot{x} = Ax + Bx + D(x)$. (3.3)

Định lý 5. [3] Giả sử $z=(z_1,z_2,\dots,z_n) \in \mathbb{R}^n$; ma trận $C(z) \in G$; các hàm $f_i(z)$ liên tục và $f_i(0,0,\dots,0)=0$; $i=\overline{1,n}$. Khi đó nghiệm của hệ (3.3) ổn định toàn cục.

Ví dụ 1. Nghiên cứu sự ổn định toàn cục của hệ vi phân
$$\begin{cases} \dot{x} = -2x - x^3 \\ \dot{y} = -y. \end{cases} \quad (1)$$

Ta có $A = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$; $f_1(x,y) = -x^3$; $f_2(x,y) = 0$ là các hàm liên tục và $f_i(0,0) = 0$.

Ta xác định ma trận $C = (c_{ik})$; $i, k = 1, 2$.

a. Trường hợp 1

$$z = (z_1, z_2) \in \mathbb{R}^2; (z_1, z_2) \neq (0, 0); c_{11} = -\frac{z_1^2}{2}; c_{12} = -\frac{z_1^3}{2z_2}; c_{21} = c_{22} = 0; C = \begin{bmatrix} -\frac{z_1^2}{2} & -\frac{z_1^3}{2z_2} \\ 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Trong trường hợp này $A + C = \begin{bmatrix} -2 - \frac{z_1^2}{2} & -\frac{z_1^3}{2z_2} \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$ dễ thấy các trị riêng của $A + C$ là

$$\lambda_1 = -2 - \frac{z_1^2}{2}; \lambda_2 = -1 \text{ đều âm. Vậy } C(z) \in G.$$

b. Trường hợp 2

$$z = (z_1, 0), z_1 \neq 0; \text{ Ta có } c_{11} = -\frac{z_1^2}{2}; c_{12} = c_{21} = c_{22} = 0; \text{ Vậy } A + C = \begin{bmatrix} -2 - \frac{z_1^2}{2} & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}.$$

Trong trường hợp này $\lambda_1 = -2 - \frac{z_1^2}{2}$; $\lambda_2 = -1$ đều âm nên $C(z) \in G$.

c. Trường hợp 3

$$z = (0, z_2); z_2 \neq 0. \text{ Ta có } c_{11} = \lim_{z_1 \rightarrow 0} \left(-\frac{z_1^3}{z_1}\right) = 0; c_{12} = -\frac{z_1^3}{z_2}; c_{21} = c_{22} = 0.$$

Vậy $A + C = \begin{bmatrix} -2 & -\frac{z_1^3}{z_2} \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$. Dễ nhận thấy ma trận $A + C$ có 2 giá trị riêng là:

$\lambda_1 = -2$; $\lambda_2 = -1$ đều âm. Vậy $C(z) \in G$.

d. Trường hợp 4

$$z = (0, 0), \text{ ta có } c_{11} = \lim_{z_1 \rightarrow 0} \left(-\frac{z_1^3}{z_1}\right) = 0; c_{12} = c_{21} = c_{22} = 0 \text{ và } A + C = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \text{ có các}$$

giá trị riêng $\lambda_1 = -2$; $\lambda_2 = -1$ nên $C(z) \in G$.

Nhận xét: Qua ví dụ trên ta khẳng định được với $\forall z=(z_1, z_2) \in \mathbb{R}^2$ thì hệ (3.3) ổn định toàn cục.

Điều ngược lại của Định lý 5 là không đúng.

Ví dụ 2: Nghiên cứu sự ổn định của hệ
$$\begin{cases} \dot{x} = -2x + y + x^2 \\ \dot{y} = x - 2y + x^2 y. \end{cases} \quad (2)$$

Ta có $A = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 1 & -2 \end{bmatrix}$ và các hàm $f_1(x, y) = x^2$; $f_2(x, y) = x^2 y$ là các vô cùng bé cấp cao so với $\sqrt{x^2 + y^2}$. Hơn nữa $x = 0, y = 0$ là nghiệm của hệ (2); các nghiệm đặc trưng của ma trận A là $\lambda_1 = -1; \lambda_2 = -3$, nên theo định lý Liapunov (xem [9]) thì hệ (3.3) là ổn định toàn cục.

Mặt khác theo Định lý 5, ta có với $z = (2, 0) \in \mathbb{R}^2$ thì $c_{11} = 4; c_{12} = 0$ do $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2}{y} = \infty; c_{21} = 0; c_{22} = \lim_{y \rightarrow 0} \frac{x^2 y}{y} = 4$ nên $C = \begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 4 \end{bmatrix}$ và $A + C = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$ có các trị riêng là: $\lambda_1 = 3; \lambda_2 = 1$ đều dương nghĩa là ma trận $C \notin G$, điều này cho câu khẳng định của nhận xét trên.

2.3. Phương pháp Aizerman [3]

Cho hệ phương trình:
$$\begin{cases} \dot{x}_1 = \sum_{j=1}^n a_{1j} x_j + b x_1 \\ \dot{x}_k = \sum_{j=2}^n a_{kj} x_j, k = \overline{2, n} \end{cases}; a_{kj}, b \in \mathbb{R}; \alpha < b < \beta. \quad (4.1)$$

Biết rằng nghiệm 0 của hệ là ổn định tiệm cận, xét sự ổn định toàn cục của hệ phi tuyến

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = \sum_{j=1}^n a_{1j} x_j + f(x_1) \\ \dot{x}_k = \sum_{j=2}^n a_{kj} x_j, k = \overline{2, n} \end{cases} \quad (4.2) \text{ và với điều kiện } a_{kj}, b \in \mathbb{R}; \alpha < \frac{f(x_1)}{x_1} < \beta.$$

Định lý 6. Giả sử hệ vi phân tuyến tính
$$\begin{cases} \dot{x}_1 = \sum_{j=1}^n a_{1j} x_j + b x_1 \\ \dot{x}_k = \sum_{j=2}^n a_{kj} x_j, k = \overline{2, n} \end{cases}; \quad (4.1)$$

là ổn định tiệm cận; $\forall b \in \mathbb{R}, A = (a_{ij}) i, j = \overline{1, n}$ là tự liên hợp và $\alpha < \frac{f(x_1)}{x_1} < \beta; -\infty < \alpha, \beta < +\infty$

$f(0) = 0$ khi đó hệ phi tuyến:
$$\begin{cases} \dot{x}_1 = \sum_{j=1}^n a_{1j} x_j + f(x_1) \\ \dot{x}_k = \sum_{j=2}^n a_{kj} x_j, k = \overline{2, n} \end{cases} \quad (4.2) \text{ là ổn định toàn cục.}$$

Nhận xét. Điều ngược lại của Định lý 6 là không đúng.

Ví dụ 3: Xét sự ổn định của hệ:
$$\begin{cases} \dot{x} = y + \sin x \\ \dot{y} = -3x - 2y \end{cases} \quad (3)$$

Giải

Rõ ràng $x = 0, y = 0$ là nghiệm của hệ. Dùng khai triển Taylor tại $x = 0$ thì $\sin x = x + 0(x^2)$,

khi đó hệ (3) trở thành
$$\begin{cases} \dot{x} = x + y + 0(x^2) \\ \dot{y} = -3x - 2y. \end{cases} \quad (4)$$

Có ma trận $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -3 & -2 \end{bmatrix}$ không là ma trận tự liên hợp và các trị riêng là

$\lambda_1 = -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i, \lambda_2 = -\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}i$ có $\text{Re}\lambda_1 = \text{Re}\lambda_2 = -\frac{1}{2} < 0$. Theo định lý Lyapunov hệ ổn định tiệm cận.

Định lý 7. Giả sử với mỗi $z \in \mathbb{R}^n$ ma trận $C(z) \in G^* = \{C : \Lambda(A+C) \leq \alpha < 0\} \quad i = \overline{1, n}$ các hàm $f_i(z_1, z_2, \dots, z_n)$ liên tục và $f_i(0, 0, \dots, 0) = 0, \quad i = \overline{1, n}$. Khi đó nghiệm của hệ (4.2) là ổn định toàn cục.

Nhận xét: Điều ngược lại là không đúng.

Ví dụ 4: Nghiên cứu sự ổn định của hệ
$$\begin{cases} \dot{x} = -x + y + x^2 \\ \dot{y} = x - 3y + x^2 y. \end{cases} \quad (5)$$

Tácó $A = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 1 & -3 \end{bmatrix}$ và các hàm $f_1(x, y) = x^2; \quad f_2(x, y) = x^2 y$ là các vô cùng bé cấp cao so

với $\sqrt{x^2 + y^2}$, hơn nữa $x = 0, y = 0$ là nghiệm của hệ (5); có các nghiệm đặc trưng của ma trận A là $\lambda_1 = -2 + \sqrt{2}; \lambda_2 = -2 - \sqrt{2}$, nên theo định lý Liapunov (xem [2]) thì hệ (5) là ổn định tiệm cận. Mặt khác ta có với $z = (2, 0) \notin G^*$ điều này cho câu khẳng định của nhận xét trên.

Định lý 8. Giả sử $\forall z \in \mathbb{R}^n$ ma trận $C(z) \in G^{**} = \{C : \max_j S_j(A+C) \leq \alpha < 0\}$; các hàm $f_i(z_1, z_2, \dots, z_n)$ liên tục và $f_i(0, 0, \dots, 0) = 0, \quad i = \overline{1, n}$, khi đó nghiệm của hệ (3.2) là ổn định toàn cục.

Hệ quả. Giả sử nghiệm của hệ: $\dot{x} = \overline{A_b^*} x; \quad (4.1)$ ổn định tiệm cận $\forall b \in B$,

$\alpha < \frac{f(x_1)}{x_1} < \beta$; Khi đó hệ:
$$\begin{cases} \dot{x}_1 = \sum_{j=1}^n a_{1j} x_j + f(x_1) \\ \dot{x}_k = \sum_{j=2}^n a_{kj} x_j, \quad k = \overline{2, n} \end{cases} \quad (4.2)$$
 ổn định toàn cục.

Chứng minh

Theo Định lý 8 hệ ổn định tiệm cận, \overline{A}_b tự liên hợp nên có các giá trị riêng là số thực [1].

Suy ra $\operatorname{Re}\lambda_j(\overline{A}_b^* \overline{A}_b) = \lambda_j(\overline{A}_b^* \overline{A}_b) < 0$ với $\forall j = \overline{1, m}; m \leq n$ theo định nghĩa s - số của toán tử \overline{A}_b ta có: $S_j(\overline{A}_b) \equiv \lambda_j(\overline{A}_b^* \overline{A}_b) \leq \alpha < 0$.

Và Định lý 8 cho ta kết luận hệ (4.2) là ổn định toàn cục.

Ví dụ 5: Nghiên cứu sự ổn định toàn cục của hệ vi phân
$$\begin{cases} \dot{x} = -2x - x^3 \\ \dot{y} = -y \end{cases} \quad (6)$$

Trong ví dụ 1 đã khẳng định hệ là ổn định toàn cục. Tuy nhiên với $z = (0, 1)$ ta có $C = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$ và $A + C = \begin{bmatrix} -3 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$, $(A + C)^* (A + C) = \begin{bmatrix} 9 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ có các trị riêng là $\lambda_1 = 9$, $\lambda_2 = 1$ đều dương nghĩa là $C \notin G^{**}$. Đó là điều khẳng định cho nhận xét trên.

3. KẾT LUẬN

Trong bài viết chúng tôi đã đưa ra các hệ quả, nhận xét và các ví dụ chứng tỏ rằng các chuyển động được mô tả bởi các hệ vi phân phi tuyến được nêu ra chỉ là điều kiện ít có chưa đủ để chuyển động tương ứng là ổn định; trình bày phương pháp Aizerman để đưa các chuyển động phức tạp về các chuyển động đơn giản ổn định, bằng việc sử dụng khai triển Taylor để đưa hệ phương trình vi phân phi tuyến về hệ phương trình vi phân tuyến tính. Nhờ đó việc xét tính ổn định của chuyển động được đơn giản và tối ưu hơn nhiều.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Phan Đức Chính (1978), *Giải tích hàm*, Nxb. Đại học và Trung học chuyên nghiệp - Hà Nội.
 [2] Nguyễn Thế Hoàn, Trần Văn Nhung (2014), *Bài tập phương trình vi phân*, Nxb. Giáo dục Việt Nam (Tái bản lần thứ 5), Hà Nội.
 [3] А Айзерман, Ф.Р, Гантмахер (1963), *Абсолютная устойчивость регулируемых систем*, Изд Наук СССР, М.
 [4] Р. Беллман (1969), *Введение в теорию матриц*, Изд Наука, М.
 [5] И.В. Бойков, К проблеме Айзерман (1994), *Прикладная математика и механика*, Том 58, выл, М.
 [7] Ю. Л. Далечкий, М. Г. Крейн (1970), *Устойчивость решений дифференциальных уравнений в банаховом пространстве*, М.Мир.
 [8] Б.В. Демидович (1967), *Лекции по математической теории устойчивости*, Наука.

STABILITY OF MOVEMENTS

Nguyen Van Can

ABSTRACT

In this article we introduce one of the methods to test the stability of movements, through converting nonlinear differential systems to linear systems, which simplifies the research process by using Aizerman's conjecture.

Keywords: *Stability, nonlinear differential systems, linear systems.*

Ngày nộp bài: 27/3/2019; Ngày gửi phản biện: 8/4/2019; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019

PHÂN LẬP VÀ ĐỌC TRÌNH TỰ GEN *RPOB* LOÀI MÃ TIỀN (*STRYCHNOSNITIDA*) TẠI THANH HÓA

Lê Đình Chấn¹, Hoàng Thị Hà², Trịnh Thị Hồng³

TÓM TẮT

Thuật ngữ “DNA mã vạch” không chỉ giúp các nhà phân loại học trong công tác phân loại và xác định loài, mà còn nâng cao năng lực kiểm soát, hiểu biết và tận dụng sự đa dạng sinh học. Vì vậy trong bài viết này, chúng tôi đề cập đến kết quả phân lập và đọc trình tự gen *rpoB* của các mẫu Mã tiền thu tại Thanh Hóa. Chúng tôi đã phân lập gen *rpoB* từ 2 mẫu Mã tiền thu tại Bến En và Xuân Liên Thanh Hóa, kích thước gen *rpoB* mà chúng tôi thu được là 469 nucleotid và có sự tương đồng là 98,5% so với trình tự gen *rpoB* của loài *Strychnos erichsonii* (mã số FJ038322) đã công bố trên ngân hàng gen.

Từ khóa: *rpoB*, DNA barcoding, gen *rpoB*, gen lục lạp, *Strychnos nitida*.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mã tiền (*Strychnos nitida*) có nhiều hợp chất quý có tác dụng chữa bệnh cao, đặc biệt là một số hợp chất như: khoảng 2 - 3% là các alcaloid phụ khác như α - colubrin, β - colubrin, vomicin, novacin, pseudostrychin; chất béo (4 - 5%), acid igasuric (= acid clorogenic), acid loganic, stigmasterin, cycloarterol và một glycosid là loganin; Công trình của Li W. và cs cũng đã phát hiện được 3 hợp chất pyridocarbazole racemic mới, (\pm) -stritidas AC (1-3) và 3monoterpenoid indalo alkaloids (4-6) đây là những hợp chất được phát hiện mới trong loài cây này [10]. Nghiên cứu của Wang B. và cs cũng đã phát hiện được 3 glycosides indole mới, đó là 22-deoxystrictosamide (1), 22-deoxystrictosamide N b-oxit (2) và vincosamide 2'-O- β -D-xylopyranoside-11-O- β -D-glucopyranosit (3) [14]. Nghiên cứu của Gu Z. và cs đã cho thấy 6 hợp chất đã được phân lập từ *Strychnos nitida* gồm beta-sitosterol, strychnine, brucine, cantieyine, axit lignoceric và axit palmitic [7]. Tuy nhiên việc nghiên cứu đặc điểm di truyền học của loài cây này còn hạn chế, do đó những dữ liệu khoa học về di truyền học của loài dược liệu quý này chưa được công bố nhiều trên thế giới và trong nước, đặc biệt là hệ thống mã vạch DNA (DNA barcode).

Đối với thực vật, trong hệ thống mã vạch DNA thì hệ gen lục lạp mang nhiều đặc điểm thích hợp đối với chỉ thị DNA và hệ gen nhân, vùng DNA nằm giữa các gen hay còn gọi ITS (Internal Transcribed Spacer) thường được sử dụng làm DNA chỉ thị trong một số nghiên cứu [3, 8, 11]. Trong những năm gần đây, nhiều vùng gen đã được nghiên cứu và đề xuất là chỉ thị DNA cho thực vật như Matk, *rpoC1*, *rpoB*... [4, 6, 9].

^{1,3} Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Hồng Đức

² Trường Trung học Phổ thông Thiệu Hóa, huyện Thiệu Hóa, tỉnh Thanh Hóa

Trong bài viết này, chúng tôi đề cập đến việc phân lập và đọc trình tự gen *ropB* loài Mã tiền (*Strychnos nitida*) tại Thanh Hóa nhằm cung cấp dữ liệu thực vật học về loài được liệu quý này.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Mẫu Mã tiền (*Strychnos nitida*) được thu thập tại Thanh Hóa. Việc định danh cây Mã tiền được thực hiện tại bộ môn Thực vật học, Trường Đại học Hồng Đức theo Phạm Hoàng Hộ (1999) [1], Nguyễn Nghĩa Thìn (2007) [2].

Cặp mồi đặc hiệu *rpoB* (Bảng 1) [5] và các hóa chất cần thiết trong nghiên cứu sinh học phân tử như: Tris HCl, EDTA, phenol, ethanol (100%), agarose... thuộc các hãng: Merck, Sigma, Biolabscasccủa các nước Mỹ, Anh, Đức.

Bảng 1. Trình tự cặp mồi nhân bản *rpoB*

Tên mồi		Trình tự mồi (5' - 3')
<i>rpoB</i>	F	AAGTGCATTGTTGGAAGCTGG
	R	GATCCCAGCATCACAATTCC

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp tách chiết DNA tổng số

DNA tổng số được tách chiết từ lá non theo phương pháp của Shanghai Marooft và cs (1984) [12].

2.2.2. Phương pháp nhân gen *proB* bằng kỹ thuật PCR

Theo phương pháp của Peter và cs (2011) và bảng các cặp mồi DNA Barcoding [15]. Trong đó, đoạn gen *rpoB* được khuếch đại bằng kỹ thuật PCR với cặp mồi đặc hiệu *rpoB*-1f/*rpoB*-3r với kích thước dự kiến là khoảng 500 nucleotide.

Phản ứng PCR được tiến hành với thành phần phản ứng được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Thành phần phản ứng PCR nhân gen *rpoB*

STT	Thành phần	Nồng độ	Thể tích (μl)
1	PCR Master Mix	2X	12,5
2	Mồi xuôi	10 pmol/ml	1
3	Mồi ngược	10 pmol/ml	1
4	DNA khuôn	10ng/μl	1
5	Nước khử ion	-	9,5
Tổng thể tích			25

2.2.3. Phương pháp chạy điện di kiểm tra sản phẩm PCR

Sau khi điện di, sản phẩm PCR được kiểm tra bằng điện di trên gel agarose 0,8%, sau đó nhuộm với Ethidium Bromide (EtBr) và quan sát dưới tia UV.

Sau khi chạy điện di, lấy bản gel ra khỏi máy điện di, nhẹ nhàng lấy riêng phần gel agarose cho vào hộp chứa dung dịch Ethidium bromide. Nhuộm trong 10 phút. Lấy bản gel ra, rửa bằng cách ngâm trong nước 2 - 3 phút. Đem vào máy quan sát dưới đèn tử ngoại (UV) và chụp ảnh.

2.2.4. Phương pháp tinh sạch sản phẩm PCR

Sau khi nhân được gen *rpoB* bước tiếp theo cần thu nhận gen ở dạng tinh sạch và không lẫn gel agarose. Quá trình tinh sạch được thực hiện theo Kit GenJET PCR Purification của hãng Thermo Scientific.

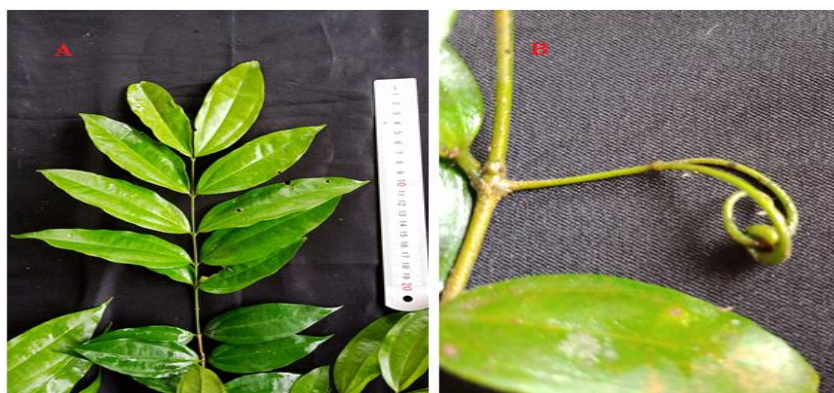
2.2.5. Phương pháp xác định trình tự nucleotide của đoạn gen *rpoB*

Trình tự nucleotide của đoạn gen *rpoB* được xác định bằng máy giải trình tự ABI PRISM® 3100 Avant Genetic Analyzer, sử dụng bộ Kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing với cặp mồi đặc hiệu. Trình tự gen đó được phân tích, so sánh và lập cây phát sinh chủng loại bằng các chương trình Bioedit, BLAST, DNASTAR.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả phân tích hình thái *Strychnos nitida*

Dây leo gỗ, có móc đôi mang lông thưa. Lá hình trái xoan hẹp, dài 8 - 14cm, rộng 4 - 5cm, đỉnh lá có mũi nhọn nhỏ, có 3 gân chính và một đôi gân nhỏ sát mép lá; cuống lá dài khoảng 5 mm (hình 1). Cụm hoa là một chùm xim kép ở đầu cành, dài 4 - 6cm. Cuống hoa và cuống cụm hoa có lông. Hoa mẫu 5, Tràng hoa hình ống, màu xanh nhạt, dài 14 - 15mm, ống tràng dài gấp 4 - 5 lần thùy; Thùy dài khoảng 2,5mm, hơi cong; Nhị dính ở họng tràng, tại đây có một vòng lông dày; Chỉ nhị rất ngắn khoảng 0,5mm, bao phấn nhẵn; Bầu hình trứng, nhẵn, vòi dài khoảng 12mm, đỉnh bầu và nửa dưới của vòi có lông; Núm nhụy thò ra ngoài bộ nhị; Quả có đường kính 3 - 5cm; Vỏ quả nhẵn, rất dày (khoảng 5mm).



Hình 1. Ảnh chụp cành, lá cây Mã tiền (*Strychnos nitida*)

3.2. Kết quả tách chiết DNA

DNA được tách chiết theo phương pháp của Shanghai Maroof và cs (1984), sau đó DNA được đo nồng độ và xác định độ sạch bằng máy đo NanoDrop (Thermo Scientific).

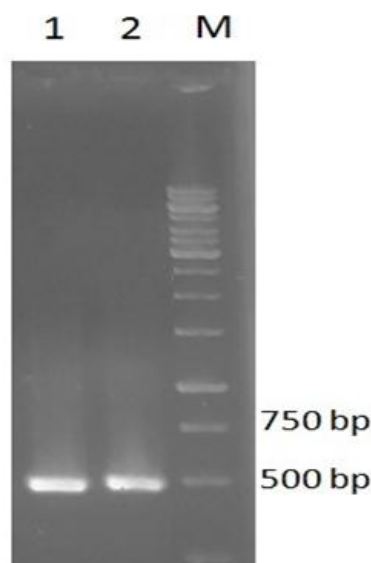
Bảng 3. Nồng độ và độ tinh sạch các mẫu

Tên mẫu	OD260/280	Nồng độ (ng/μl)
MTXL	2,04	103,5
MTPL	1,99	159,0

Qua bảng 3 có thể thấy rằng DNA được tách chiết với độ tinh sạch cao nằm trong khoảng từ 1,99 đến 2,04. Nồng độ DNA được tách chiết đạt từ 159,0 đến 103,5. DNA này sẽ được pha loãng đến nồng độ cuối cùng là 100 ng/μl cho phản ứng PCR tiếp theo.

3.3. Kết quả nhân bản gen *rpoB* các mẫu Mã tiền

Sau khi thực hiện PCR sản phẩm được tiến hành điện di kiểm tra trên gel agarose 0,8%. Kết quả PCR với các cặp mồi đặc hiệu (bảng 1) được thể hiện trên hình 2.

**Hình 2. Kết quả PCR 2 mẫu với cặp mồi *rpoB***

M: Marker (1kb, Thermo);

*1: Sản phẩm nhân bản từ cặp mồi *rpoBF/R* từ mẫu Mã tiền Xuân Liên;*

*2: Sản phẩm nhân bản từ cặp mồi *rpoBF/R* từ mẫu Mã tiền Pù Luông*

Kết quả PCR từ 2 mẫu Mã tiền với cặp mồi *rpoB* F/R thu được một băng duy nhất ở vị trí khoảng 500 bp, kết quả này phù hợp với tính toán lý thuyết và làm cơ sở cho việc đọc trình tự gen *rpoB* phục vụ cho các nghiên cứu tiếp theo.

3.4. Kết quả đọc trình tự gen *rpoB* của hai mẫu Mã tiền thu được

Sản phẩm PCR sau khi được kiểm tra bằng phương pháp điện di, cho thấy sản phẩm thu được là đặc hiệu đúng kích thước so với tính toán lý thuyết, là cơ sở để chúng tôi tiến hành đọc trình tự gen *rpoB* trên máy ABI PRISM® 3100 Avant Genetic Analyzer, sử dụng bộ Kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing với cặp mồi đặc hiệu, kết quả thu được như sau:

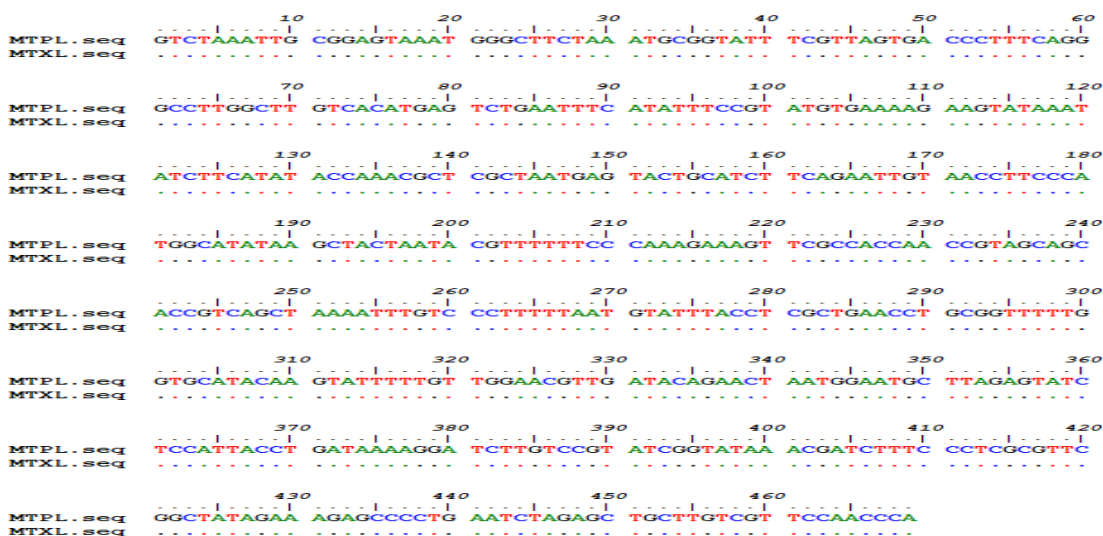
Trình tự gen *rpoB* của mẫu Mã tiền thu tại Pù Luông

GTCTAAATTGCGGAGTAAATGGGCTTCTAAATGCGGTATTTTCGTTAGTGACCCTTTCAGG
 GCCTTGGCTTGTACATGAGTCTGAATTTTCATATTTCCGTATGTGAAAAGAAGTATAAAAT
 ATCTTCATATACCAAACGCTCGCTAATGAGTACTGCATCTTCAGAATTGTAACCTTCCCA
 TGGCATATAAGCTACTAATACGTTTTTTTCCCAAAGAAAGTTCGCCACCAACCGTAGCAGC
 ACCGTCAGCTAAAATTTGTCCCTTTTTTAATGTATTTACCTCGCTGAACCTGCGGTTTTTG
 GTGCATACAAGTATTTTTGTTGGAACGTTGATACAGAACTAATGGAATTCTTAGAGTATC
 TCCATTACCTAATAAAAAGGATCGTGTCCGTATCGGTATAAACGACCCTTCCCCCGCGTTC
 GGCTATAGAAAAGAGCCCCTGAATCTAGAGCTGCTTGGCGTTCCAACCCA

Trình tự gen *rpoB* của mẫu Mã tiền thu tại Xuân Liên

GTCTAAATTGCGGAGTAAATGGGCTTCTAAATGCGGTATTTTCGTTAGTGACCCTTTCAGG
 GCCTTGGCTTGTACATGAGTCTGAATTTTCATATTTCCGTATGTGAAAAGAAGTATAAAAT
 ATCTTCATATACCAAACGCTCGCTAATGAGTACTGCATCTTCAGAATTGTAACCTTCCCA
 TGGCATATAAGCTACTAATACGTTTTTTTCCCAAAGAAAGTTCGCCACCAACCGTAGCAGC
 ACCGTCAGCTAAAATTTGTCCCTTTTTTAATGTATTTACCTCGCTGAACCTGCGGTTTTTG
 GTGCATACAAGTATTTTTGTTGGAACGTTGATACAGAACTAATGGAATTCTTAGAGTATC
 TCCATTACCTAATAAAAAGGATCGTGTCCGTATCGGTATAAACGACCCTTCCCCCGCGTTC
 GGCTATAGAAAAGAGCCCCTGAATCTAGAGCTGCTTGGCGTTCCAACCCA

Với 2 mẫu thu được từ kết quả phân lập, chúng tôi nhận được trình tự nucleotide của mẫu đều bằng nhau và bằng 469 nucleotit, để khẳng định mối quan hệ di truyền của các trình tự này, chúng tôi tiến hành so sánh bằng phần mềm tin sinh Bioedit, kết quả thu được trên hình 3, sau đó chúng tôi tiến hành so sánh với trình tự gen *rpoB* đã công bố trên Ngân hàng gen Quốc tế mã số FJ038322 để làm cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo.

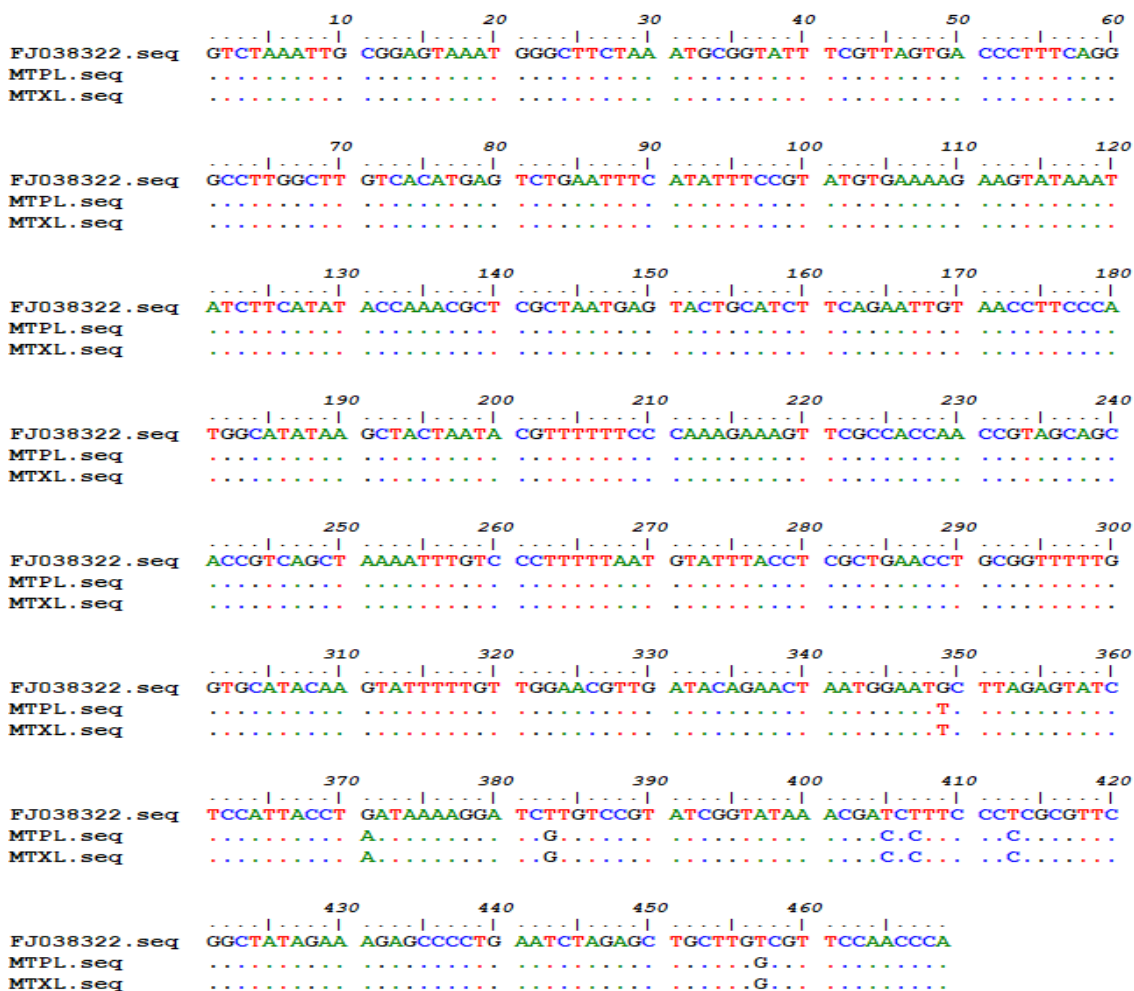


Hình 3. Kết quả so sánh hai trình tự gen *rpoB* của hai mẫu Mã tiền thu được tại Xuân Liên và Pù Luông

Kết quả phân tích trên hình 3 cho thấy, độ tương đồng của hai trình tự gen *rpoB* chúng tôi thu được là 100%. Như vậy, các trình tự gen *rpoB* thu được là cùng loài, từ đó có thể khẳng định các cá thể cùng loài trong cùng điều kiện địa lý sẽ có trình tự gen phân loại là hoàn toàn giống nhau.

Kết quả phân tích trình tự gen *rpoB* thu được với trình tự gen *rpoB* mang mã số FJ038322 đã công bố trên Ngân hàng gen Quốc tế.

Sau khi thu được các trình tự gen *rpoB*, chúng tôi tiến hành so sánh với trình tự gen *rpoB* đã công bố trên Ngân hàng gen Quốc tế mang mã số FJ038322 bằng phần mềm Blast. Kết quả được thể hiện trên hình 4.



Hình 4. Kết quả so sánh trình tự gen *rpoB* thu được với trình tự gen *rpoB* đã công bố trên Ngân hàng gen Quốc tế mã số FJ038322

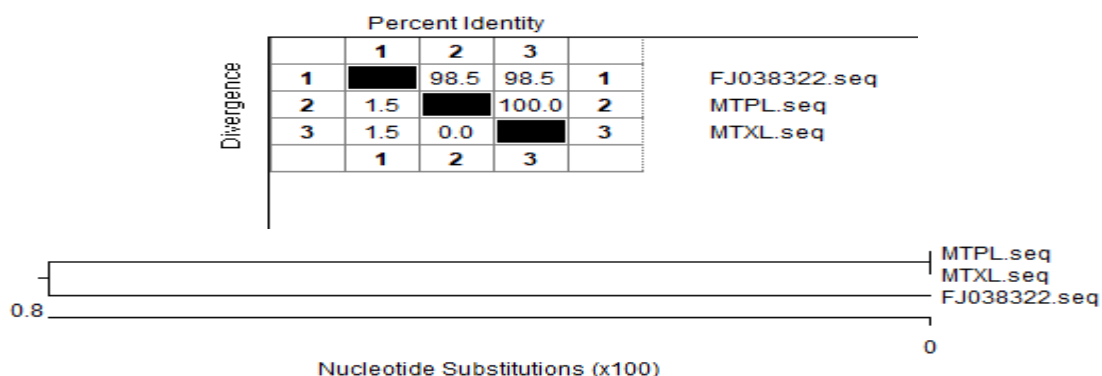
Kết quả trên hình 4, cho thấy: Các mẫu Mã tiền thu được tại Pù Luông và Xuân Liên có trình tự nucleotide của gen *rpoB* sai khác một số vị trí so với trình tự gen *rpoB* mang mã số FJ038322 đã được công bố trên Ngân hàng gen Quốc tế. Sự sai khác này được cụ thể hóa bởi bảng 3.

Bảng 3. Sự sai khác của các trình tự gen *rpoB* thu được và trình gen *rpoB* đã công bố trên Ngân hàng gen Quốc tế mang mã số FJ038322

TT	Vị trí	FJ038322	Xuân Liên	Pù Luông
1	349	G	T	T
2	371	G	A	A
3	383	T	G	G
4	405	T	C	C
5	407	T	C	C
6	413	T	C	C
7	457	T	G	G

Sự tương đồng của các trình tự gen *rpoB* chúng tôi thu được so với trình tự gen *rpoB* của loài *Strychnos erichsonii* đã công bố trên Ngân hàng gen banks mã số FJ038322 là khá cao (98,5%). Nhận xét này cũng được thể hiện trên bảng 4 và hình 5.

Bảng 4. So sánh trình tự *rpoB* thu được với trình tự *rpoB* công bố trên Ngân hàng gen banks mã số FJ038322



Hình 5. Sơ đồ cây dựa trên trình tự nucleotide của gen *rpoB* của các mẫu thu được với trình tự gen *rpoB* đã công bố trên Ngân hàng gen banks FJ038322

Với kết quả trên hình 3, hình 4, bảng 3 và bảng 4, hình 5 cho thấy, các mẫu Mã tiền thu được tại Pù Luông và Xuân Liên là cùng loài và có quan hệ di truyền gần với loài *Strychnos erichsonii* được Gonzalez, M.A. và cs mô tả năm 2016 tại Pháp, điều này được thể hiện ở kết quả phân tích Blast trong NCBI.

4. KẾT LUẬN

Chúng tôi đã thành công trong việc phân lập và đọc trình tự gen *rpoB* của loài Mã tiền tại Thanh Hóa, kích thước gen *rpoB* thu được là 469 nucleotide và có sự tương đồng 98,5% so với trình tự gen *rpoB* loài *Strychnos erichsonii* đã công bố trên Ngân hàng gen Quốc tế mã số FJ038322;

Trình tự gen *rpoB* của các mẫu Mã tiền thu được tại Xuân Liên và Pù Luông Thanh Hóa có độ tương đồng là 100%, điều này cho thấy các mẫu Mã tiền chúng tôi thu được là cùng loài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phạm Hoàng Hộ (2000), *Cây cỏ Việt Nam*. Nxb. Trẻ, Tp. Hồ Chí Minh.
- [2] Nguyễn Nghĩa Thìn (2007), *Các phương pháp nghiên cứu thực vật (Methods of plant research)*, Nxb. Đại học Quốc Gia Hà Nội, Hà Nội.
- [3] Borsch T., Hilu K.W., Quandt D., Wilde V., Neinhuis C., Barthlott W. (2003), *Noncoding plastid trnT-trnF sequences reveal a well resolved phylogeny of basal angiosperms*, J. Evol. Biol, (6), 558-576.
- [4] Chase M. W., Nicolas S., Mike W., James M. D., Rao P. K., Nadia H., and Vincent S. (2005), *Land plants and DNA barcodes: short-term and long-term goals*, Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci, 360 (1462), 1889-1895.
- [5] Chiou SJ, Yen JH, Fang CL, Chen HL, Lin TY (2007), *Authentication of medicinal herbs using PCR-amplified ITS2 with specific primers*, Planta Med.73(13),1421-6..
- [6] German Serino and Pal Maliga (1998), *RNA Polymerase Subunits Encoded by the Plastid rpo Genes Are Not Shared with the Nucleus-Encoded Plastid Enzyme*, Plant Physiol. Aug, 117(4), 1165-1170.
- [7] Gu Z, Li T, Xiao P, Chen J, Lian W. (1997), *Chemical constituents of Strychnos nitida G. Don*, Zhongguo Zhong Yao Za Zhi. 22(1), 40-1, 62.
- [8] Kim S, Kim J, Liu J (2009), *Genetic discrimination of Catharanthus roseus cultivars by pyrolysis mass spectrometry*, J Plant Biol 52: 462-465. doi:10.1007/s12374-009-9059-1.
- [9] Kress W. J., Erickson D. L. (2008), *DNA barcodes: Genes, genomics, and bioinformatics*, Proc Natl Acad Sci USA, 105(8), 2761-2762.
- [10] Li W, Tang GH, Chen L, Tang YQ, Xu YK, Liu B, Yin S. (2017), *New pyridocarbazole alkaloids from Strychnos nitida*, Nat Prod Res. 12, 1-5. doi: 10.1080/14786419.2017.1385016.
- [11] Ole S. and Gitte P. (2009), *How many loci does it take to DNA barcode a crocus?*, PLoS one, 4(2), 4598.
- [12] Saghai-Marooif MA, Soliman KM, Jorgensen RA, Allard RW (1984), *Ribosomal DNA spacer-length polymorphism in barley: mendelian inheritance, chromosomal location, and population dynamics*, Proc Natl Acad Sci, 81, 8014-8019.
- [13] Taberlet P., Eric C., François P., Ludovic G., Christian M., Alice V., Thierry V., Gérard C., Christian B., and Eske W. (2007), *Power and limitations of the chloroplast trnL (UAA) intron for plant DNA barcoding*, Nucleic Acids Res, 35(3), 14.
- [14] Wang B, Dai Z, Liu L, Wei X, Zhu PF, Yu HF, Liu YP, Luo XD (2016), *Indole Glycosides from Aqueous Fraction of Strychnos nitida*, Nat Prod Bioprospect. 6(6):285-290.

[15] <http://europepmc.org/articles/pmc2063462>

ISOLATING AND SEQUENCING OF RPOB GENE FROM STRYCHNOS NITIDA IN THANH HOA

Le Dinh Chac, Hoang Thi Ha, Trinh Thi Hong

ABSTRACT

The term, “DNA barcoding” techniques not only help taxonomists in classifying and identifying species, but also improve their capacity to control, understand and utilize biodiversity. Therefore in this article, we present the results of isolation and sequencing of rpoB genes of the Strychnos nitida collected in Thanh Hoa province. We isolated two rpoB genes from two Strychnos nitida samples collected in Pu Luong and Xuan Lien, Thanh Hoa. The rpoB gene size we obtained was 469 nucleotides and 98.5% of it was similar to the published rpoB gene sequence with accession number FJ038322.

Keywords: *rpoB, DNA barcoding, gen rpoB, chloroplast gene, Strychnos nitida.*

Ngày nộp bài: 16/7/2018; Ngày gửi phản biện: 24/7/2018; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHĂN NUÔI LỢN CỦA HỆ THỐNG LỌC SINH HỌC SỤC KHÍ LUÂN PHIÊN TẠI XÃ ĐỊNH LONG, HUYỆN YÊN ĐỊNH, TỈNH THANH HÓA

Lê Sỹ Chính¹, Phạm Đỗ Trường Linh², Doãn Thanh Cảnh³

TÓM TẮT

Nghiên cứu tiến hành nhằm đánh giá hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi lợn bằng hệ thống lọc sinh học sục khí luân phiên. Ở giai đoạn khởi động hiệu suất xử lý COD chưa ổn định, dao động 77 - 80%, nhưng sang đến giai đoạn ổn định đạt tương đối cao, trong khoảng 88 - 92%. Không có sự khác biệt về hiệu suất xử lý $N-NH_4^+$ ở giai đoạn khởi động và giai đoạn ổn định đều đạt $\approx 100\%$. Ở giai đoạn khởi động, hiệu suất xử lý T-N không ổn định, dao động trong khoảng 70-77% ở khoảng tải trọng COD 0,11-0,18 kg-COD/(m³ ngày), tải trọng T-N 0,11-0,15 kg-N/(m³ ngày). Chuyển sang giai đoạn ổn định, tải trọng COD và T-N đều ở mức cao (tải trọng COD 0,3 - 0,47 kg COD/(m³ ngày), tải trọng T-N ở mức 0,19 - 0,2 kgN/(m³ ngày)) nhưng vẫn đạt được hiệu suất xử lý T-N tương đối ổn định, trong khoảng 90 - 93%. Ở đầu giai đoạn khởi động hiệu suất xử lý T-P tương đối thấp, nhưng sau đó tăng nhanh đến giai đoạn ổn định hiệu suất xử lý T-P trong khoảng 70 - 90%. Hiệu suất xử lý SS tương đối cao, đạt gần 80 % và SS trong nước thải ra tương đối ổn định và hầu như đều < 50 mg/l. Kết quả trên chứng tỏ rằng, hệ thiết bị lọc sinh học sục khí - ngừng sục khí tương đối ổn định và đạt hiệu quả cao có thể thực hiện các quá trình nitrit/nitrat hóa và khử nitrit/nitrat đồng thời trong cùng một thiết bị.

Từ khóa: Nước thải chăn nuôi lợn, biogas, lọc sinh học, sục khí.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, trên địa bàn tỉnh Thanh Hóa các trang trại, gia trại nuôi lợn trên địa bàn tỉnh đều xây dựng hệ thống xử lý chất thải bằng biogas. Tuy nhiên, biện pháp này chỉ giảm thiểu ô nhiễm, nước thải sau xử lý vẫn có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường, nhất là khi các cơ sở không tuân thủ quy trình sản xuất, quy trình vận hành hệ thống xử lý chất thải. Thực tế cho thấy, công nghệ xử lý biogas không triệt để được nguồn gây ô nhiễm từ chất thải chăn nuôi, do đó rất cần có các biện pháp hỗ trợ, xử lý sau biogas, như xây ao hồ sinh học, vườn cây... Do chi phí đầu tư và vận hành để xử lý triệt để các chất gây ô nhiễm môi trường khá tốn kém; nên hầu hết các chủ trang trại đều trốn tránh việc đầu tư xây dựng các công trình xử lý chất thải trong chăn nuôi nhằm bảo đảm vệ sinh môi trường.

Nước thải chăn nuôi lợn có đặc trưng là chứa các thành phần hữu cơ, N, P cao nên việc lựa chọn công nghệ xử lý phải đáp ứng được các tiêu chí sau: (1) Công nghệ xử lý phù hợp với đặc trưng nước thải nhằm xử lý có hiệu quả các thành phần ô nhiễm

^{1,2,3} Khoa Kỹ thuật Công nghệ, Trường Đại học Hồng Đức

BOD, COD, SS, N, P và chất lượng nước xử lý đảm bảo đạt yêu cầu một cách ổn định; (2) Công nghệ xử lý phù hợp với điều kiện Việt Nam: tiên tiến nhưng không quá phức tạp, dễ vận hành, bảo dưỡng, đảm bảo tính ổn định cao; (3) Tiết kiệm mặt bằng xây dựng, chi phí đầu tư hợp lý, chi phí xử lý thấp; (4) Tự động hoá điều khiển nhằm đảm bảo quá trình xử lý có tính ổn định cao, đơn giản hoá thao tác cho người vận hành; (5) Điều kiện cơ sở hạ tầng: cấp điện, cấp nước, giao thông; (6) Điều kiện mặt bằng, địa hình khu vực xây dựng hệ thống xử lý; (7) Điều kiện vận hành và quản lí hệ thống xử lý nước thải; (8) Đảm bảo thẩm mỹ, an toàn và vệ sinh môi trường (biện pháp khử mùi hôi thối của nước thải).

Phương pháp lọc sinh học sục khí luân phiên là một dạng cải tiến của phương pháp lọc sinh học hiếu khí thông thường, là dựa trên quá trình hoạt động của màng sinh học phát triển trên bề mặt vật liệu mang. Màng sinh học là tập hợp các vi sinh vật hiếu khí (ở lớp phía ngoài của màng sinh học), và các vi sinh vật thiếu khí và kỵ khí (ở lớp phía trong của màng sinh học). Các chất hữu cơ và nitơ trước hết bị oxy hóa bởi vi sinh vật hiếu khí, sau đó tiếp tục bị chuyển hóa bởi các vi sinh vật thiếu khí và kỵ khí ở lớp phía trong của màng sinh học. Chính vì vậy phương pháp lọc sinh học sục khí luân phiên có thể xử lý đồng thời các thành phần hữu cơ và nitơ. Trong nghiên cứu này nhằm đánh giá hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi lợn bằng hệ thống lọc sinh học sục khí luân phiên. Với mục đích tìm ra giải pháp phù hợp nhằm nâng cao hiệu suất xử lý thành phần các chất trong nước thải chăn nuôi lợn đã qua xử lý hầm biogas bằng hệ lọc sinh học sục khí luân phiên.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nước thải

Nước thải sử dụng trong nghiên cứu này là nước thải chăn nuôi lợn đã qua xử lý kỵ khí bằng hầm biogas tại xã Định Long, huyện Yên Định, tỉnh Thanh Hóa. Thành phần của nước thải được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Thành phần của nước thải chăn nuôi lợn sau xử lý kỵ khí

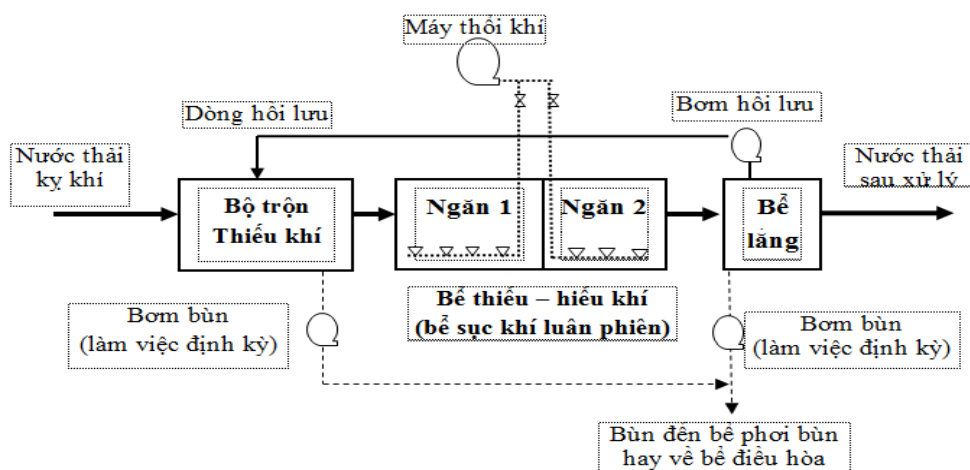
STT	Thông số	Khoảng dao động	QCVN 62-MT:2016/BTNMT (*)	
			A	B
1	pH	7,5 - 8,5	6 - 9	5,5 - 9
2	COD _{Cr} (mg/l)	1000 - 2000	100	300
3	N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	600 - 800	-	-
4	T-N (mg/l)	700 - 1000	50	150
5	Tổng Photpho (mg/l)	30 - 90	-	-
6	SS (mg/l)	300 - 1000	50	150

Ghi chú: (*): Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về nước thải chăn nuôi (Cột A giá trị các thông số ô nhiễm trong nước thải chăn nuôi khi xả ra nguồn nước được dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt; Cột B giá trị các thông số ô nhiễm trong nước thải chăn nuôi khi xả ra nguồn nước không dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt).

2.2. Hệ thiết bị lọc sinh học sục khí luân phiên tại hiện trường

Mô hình được thiết kế và lắp đặt tại trang trại chăn nuôi lợn của Công ty Cổ phần chăn nuôi và chuyển giao Công nghệ Yên Định, với công suất thiết kế là $9\text{m}^3/\text{ngày}$ đêm nước thải sau xử lý kỵ khí. Trong đó bao gồm hai bể xử lý chính là bể lọc thiếu khí và bể lọc thiếu - hiếu khí (sục khí luân phiên). Nước thải cuối bể thiếu - hiếu khí được tuần hoàn với tỉ lệ thích hợp về bể thiếu khí. Máy thổi khí cấp khí cho bể thiếu - hiếu khí được điều khiển qua bộ điều khiển PLC có thể cài đặt thay đổi được chu kỳ sục khí. Việc xả bùn ở đáy bể thiếu khí và bể lắng cuối cũng được tự động hóa.

Sau quá trình nuôi cấy vi sinh vật (bằng nguồn bùn hoạt tính của một hệ thống xử lý nước thải thực tế và bùn hoạt tính giàu vi khuẩn nitrit/nitrat hóa và vi khuẩn khử nitrit/nitrat nuôi cấy trong phòng thí nghiệm) và khởi động hệ thống trong khoảng hơn hai tháng, mô hình pilot được vận hành nâng công suất từ $0,2\text{ m}^3/\text{h}$ lên $0,35 - 0,4\text{ m}^3/\text{h}$ với mục tiêu nghiên cứu là đánh giá được hiệu quả xử lý chất hữu cơ, N, P, SS và tối ưu hóa các điều kiện của mô hình thiếu - hiếu khí.



Hình 1. Sơ đồ công nghệ lọc sinh học sục khí luân phiên tại hiện trường

2.3. Điều kiện thí nghiệm

pH vào duy trì trong suốt quá trình vận hành dao động trong khoảng 7,5 - 8,5. Tiến hành ở điều kiện nhiệt độ ngoài trời. DO ở cả hai ngăn trong thời gian sục khí duy trì trong khoảng 2 - 4 mg/l. Thời gian sục khí : ngừng sục khí tại bể thiếu - hiếu khí là 2 : 1 (giờ). Lưu lượng vào trong giai đoạn khởi động dao động trong khoảng $0,2\text{ m}^3/\text{h}$. Sau khi vận hành ổn định tăng lưu lượng dòng vào lên khoảng $0,35 - 0,4\text{ m}^3/\text{h}$. Thời gian lưu ở bể thiếu khí trong khoảng 0,3 ngày, ở bể thiếu - hiếu khí dao động trong khoảng 3 ngày.

2.4. Phương pháp phân tích

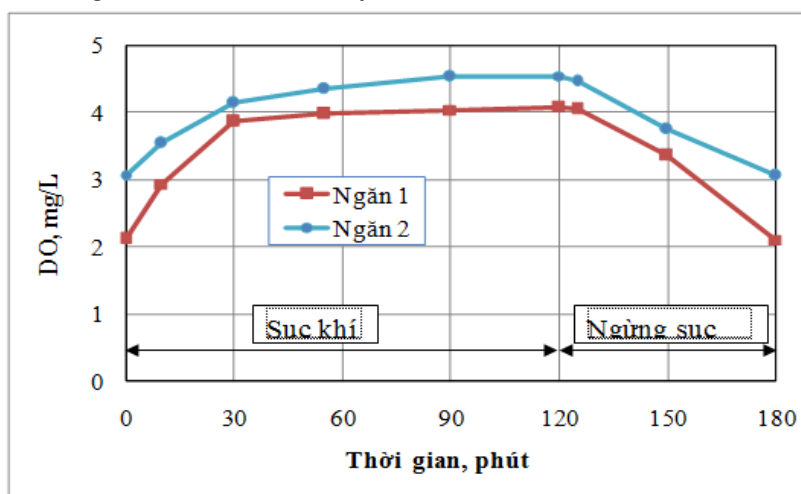
COD được xác định bằng phương pháp chuẩn độ dicromat kali theo TCVN 6491:1999, sử dụng thiết bị phản ứng Thermoreactor TR 320 (Merck, Đức). N-NH_4^+ xác định bằng phương pháp TCVN 6179-1:1996. T-P được xác định theo phương pháp so màu

axit ascorbic, theo standard Method 1995. $N-NO_3^-$ xác định bằng phương pháp trắc phổ dùng axit sunfosalixylic, theo TCVN 6180:1996. $N-NO_2^-$ xác định bằng phương pháp trắc phổ hấp thụ phân tử theo TCVN 6178:1996. T-N được xác định trên máy phân tích TOC-N (model TNM-1, Shimadzu, Nhật Bản) bằng phương pháp đốt các hợp chất nitơ thành NO ở $720^\circ C$ có xúc tác và phát hiện bằng detector quang hóa. Xác định các thông số pH theo tiêu chuẩn TCVN 6492:2011, DO xác định theo tiêu chuẩn TCVN 7324:2004.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Diễn biến DO trong bể thiếu - hiếu khí trong một chu kỳ thiếu - hiếu khí

DO cũng là một thông số rất quan trọng để thực hiện quá trình nitrat hóa và khử nitrat. Toya (1970) [2] chỉ ra rằng nếu duy trì DO trong khoảng 3 - 4 mg/L thì hiệu quả của quá trình nitrat hóa có thể đạt được 90 % hoặc nhiều hơn nữa. Diễn biến DO trong bể thiếu - hiếu khí trong một chu trình thiếu - hiếu khí được thể hiện trên hình 2. Thời gian sục khí: ngừng sục khí trong một chu trình thiếu - hiếu khí là 2 : 1 (giờ). Ở giai đoạn hiếu khí, DO tại ngăn 1 và ngăn 2 có sự biến đổi khác nhau, ngăn 1 DO dao động trong khoảng 2,1 - 4 mg/l; ngăn 2 dao động trong khoảng 3 - 4,6 mg/l. Có sự chênh lệch DO giữa hai ngăn là do nước thải từ bể trộn vào ngăn 1 nồng độ chất hữu cơ vẫn còn cao dẫn đến DO thấp. Sau khi nước thải được xử lý ở ngăn 1 được chảy tràn sang ngăn 2 nên ở ngăn 2 nồng độ chất hữu cơ đã giảm nhiều so với ngăn 1 dẫn đến DO tại ngăn 2 lúc nào cũng cao hơn ngăn 1, kể cả ở giai đoạn sục khí lẫn không sục khí. Ở cả hai ngăn sau khi sục khí 60 phút thì DO đạt cao nhất và ổn định cho đến cuối chu kỳ sục khí. Khi ngừng sục khí DO giảm rất nhanh, sau khoảng 60 phút DO giảm xuống ở mức bắt đầu chu kỳ sục khí.

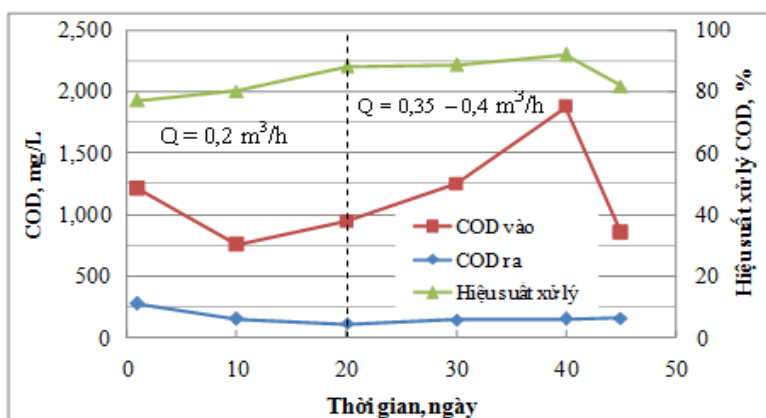


Hình 2. Diễn biến DO trong bể thiếu - hiếu khí trong một chu kỳ thiếu - hiếu khí

3.2. Hiệu quả xử lý hữu cơ

Kết quả xử lý chất hữu cơ trên hệ thiết bị pilot được thể hiện trên hình 3. Kết quả hình 3 cho thấy, ở giai đoạn khởi động hiệu suất xử lý COD chưa ổn định, dao động trong khoảng

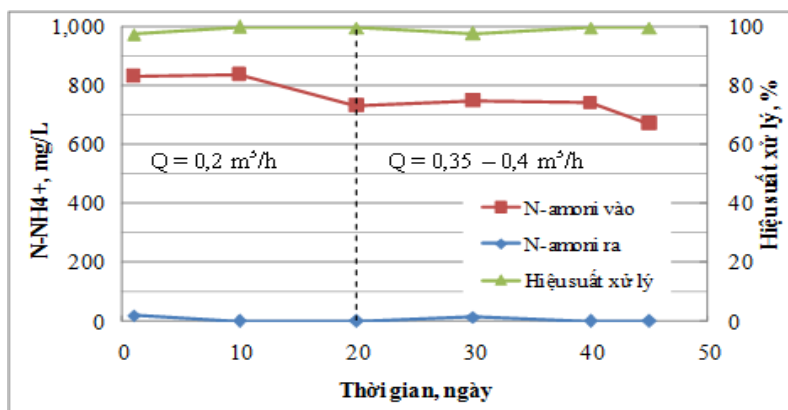
77 - 80%. Nhưng sang đến giai đoạn ổn định hiệu suất xử lý COD đạt tương đối cao, trong khoảng 88 - 92%. Kết quả xử lý COD cũng tương tự như nghiên cứu trong phòng thí nghiệm của chúng tôi với điều kiện gần tương tự (thời gian sục khí : ngừng sục khí 110 : 70 (phút)). Sở dĩ giữa nghiên cứu trong phòng thí nghiệm và ngoài thực tế không có sự khác biệt vì vẫn duy trì được các điều kiện thí nghiệm gần tương đồng nhau và DO cấp vào thiết bị là đủ nên tạo điều kiện thích hợp cho quá trình nitrat hóa và oxi hóa chất hữu cơ.



Hình 3. Hiệu suất xử lý chất hữu cơ

3.3. Hiệu quả xử lý nitơ

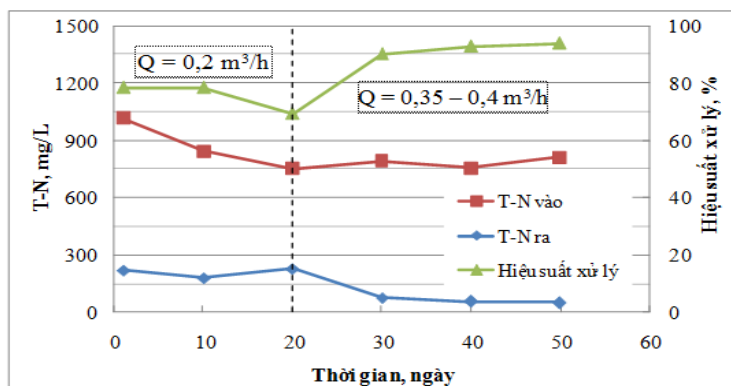
Kết quả xử lý amoni trên hệ thiết bị pilot được thể hiện trên hình 4.



Hình 4. Hiệu suất xử lý N-NH₄⁺

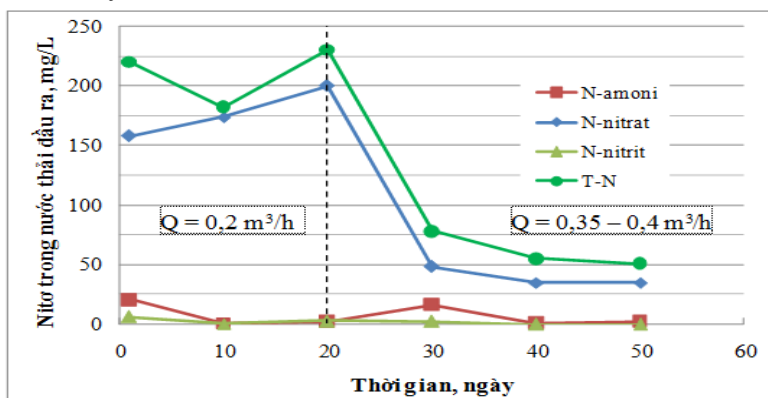
Kết quả hình 4 cho thấy, ngay ở giai đoạn khởi động hiệu suất xử lý amoni đã đạt ở mức cao và tương đối ổn định, hầu như không có sự khác biệt về hiệu suất ở giai đoạn khởi động và giai đoạn ổn định. Hiệu suất xử lý N-NH₄⁺ ở cả hai giai đoạn đều ≈ 100%. Từ các kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, tỉ lệ thời gian sục khí có ảnh hưởng lớn đến quá trình chuyển hóa amoni và thời gian sục khí > thời gian ngừng sục khí thì hiệu quả nitrat hóa mới đạt được kết quả tốt. Kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm với thời gian sục khí : ngừng sục khí 110 : 70 (phút) thì hiệu suất xử lý N-NH₄⁺ trung bình là 98%.

Kết quả vận hành trên hệ thiết bị pilot và kết quả trong phòng thí nghiệm về hiệu suất xử lý amôni đạt được kết quả tương tự nhau, vì dựa vào kết quả trong phòng thí nghiệm nên ngoài thực tế cũng duy trì thời gian sục khí : ngừng sục khí gần tương tự nên đạt được hiệu suất tối ưu. Kết quả xử lý T-N trên hệ thiết bị pilot được thể hiện trên hình 5.



Hình 5. Hiệu suất xử lý T-N

Ở giai đoạn khởi động, hiệu suất xử lý T-N không ổn định, dao động trong khoảng 70 - 77% ở khoảng tải trọng COD 0,11 - 0,18 kg-COD/(m³·ngày), tải trọng T-N 0,11 - 0,15 kg-N/(m³·ngày). Chuyển sang giai đoạn ổn định, tải trọng COD và T-N đều ở mức cao (tải trọng COD 0,3 - 0,47 kg-COD/(m³·ngày), tải trọng T-N 0,19 - 0,2 kg-N/(m³·ngày)) nhưng vẫn đạt được hiệu suất xử lý T-N và tương đối ổn định, trong khoảng 90 - 93%. Kết quả xử lý T-N đạt được rất cao, cao hơn so với các nghiên cứu trong phòng thí nghiệm (ở điều kiện sục khí : ngừng sục khí 110 : 70 (phút) hiệu suất xử lý T-N đạt khoảng 80 - 87%). Kết quả xử lý T-N trên hệ pilot cao hơn nghiên cứu trong phòng thí nghiệm một phần do nghiên cứu trong phòng thí nghiệm ở điều kiện tải trọng T-N cao hơn (dao động trong khoảng 0,28 ± 0,10 kg-N/(m³·ngày)). Mặt khác, từ kết quả trên chứng tỏ rằng, hệ thiết bị lọc sinh học sục khí - ngừng sục khí tương đối ổn định và đạt hiệu quả, có thể thực hiện các quá trình nitrit/nitrat hóa và khử nitrit/nitrat đồng thời trong cùng một thiết bị không những ở điều kiện phòng thí nghiệm mà còn ở ngoài thực tế nếu duy trì các điều kiện vận hành cần thiết.



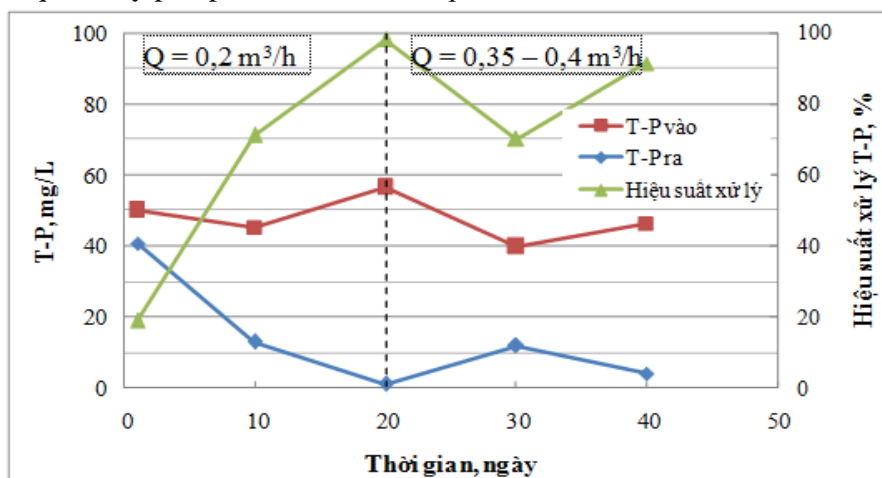
Hình 6. Các thành phần nitơ trong nước thải đầu ra

Nếu quá trình khử nitrit/nitrat trong các giai đoạn thiếu khí xảy ra không triệt để, nitơ sẽ tích tụ lại trong hệ dưới dạng nitrit và/hoặc nitrat (sản phẩm của quá trình chuyển hóa amoni và nitơ hữu cơ trong các giai đoạn hiếu khí).

Hình 6 thể hiện nồng độ của các hợp chất chứa nitơ trong nước thải đầu ra. Ở giai đoạn khởi động T-N đầu ra tương đối cao nhưng chủ yếu là N dưới dạng NO_3^- nhưng sang đến giai đoạn ổn định N-NO_3^- giảm xuống, dẫn đến T-N cũng giảm xuống, nồng độ T-N đầu ra luôn < 100 mg/l. Nồng độ N-NH_4^+ và N-NO_3^- trong nước thải đầu ra ở cả 2 giai đoạn đều rất thấp, như đã giải thích ở trên do trong quá trình vận hành duy trì được các điều kiện để tối ưu cho cả quá trình nitrat hóa và khử nitrat. Nếu nồng độ N-NH_4^+ còn lại trong hệ cao có thể dẫn đến sự ức chế vi khuẩn khử nitrit/nitrat [1], vì vậy quá trình khử nitrit/nitrat ở chế độ này xảy ra kém. Nếu N-NO_3^- trong nước thải đầu ra cao thì ức chế hệ thực vật thủy sinh.

3.4. Hiệu quả xử lý photpho

Kết quả xử lý photpho trên hệ thiết bị pilot được thể hiện trên hình 7.

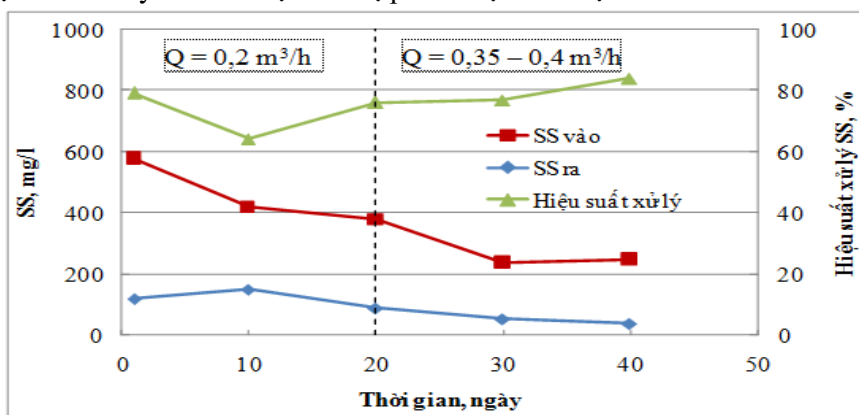


Hình 7. Hiệu suất xử lý T-P

Ở đầu giai đoạn khởi động hiệu suất xử lý T-P tương đối thấp, nhưng sau đó hiệu suất xử lý đã tăng nhanh. Đến giai đoạn ổn định hiệu suất xử lý T-P dao động trong khoảng 70 - 90 %. Tuy nhiên, hiệu suất xử lý T-P dao động nhiều và không ổn định như hiệu suất xử lý COD hay T-N. Quá trình xử lý photpho bằng phương pháp sinh học đòi hỏi sự lặp đi lặp lại của các quá trình kỵ khí và hiếu khí. Tính lặp lại này làm thay đổi sự cân bằng enzym để điều chỉnh việc tổng hợp vi sinh vật poly photphat (là vi sinh vật tích tụ photpho ở dạng poly photphat) ở quá trình kỵ khí. Photpho được tích tụ trong cơ thể vi sinh vật do vậy chúng được thải ra cùng với bùn dư thừa. Như thế hiệu suất việc khử photpho phụ thuộc hoàn toàn vào lượng photpho chứa trong bùn và sản sinh ra bùn dư thừa. Mà quá trình lọc sinh học là quá trình bám dính nên mật độ bùn khó xác định được như quá trình sinh trưởng lơ lửng, do đó khi mật độ bùn tăng cao mà chưa đến chu kỳ tháo bùn dẫn đến hiệu suất xử lý T-P lại có xu hướng giảm đi.

3.5. Hiệu quả xử lý SS

Hiệu suất xử lý SS trên hệ thiết bị pilot được thể hiện trên hình 8.



Hình 8. Hiệu suất xử lý SS

Hiệu suất xử lý SS ở giai đoạn khởi động thấp hơn đôi chút so với giai đoạn ổn định. Hiệu suất xử lý SS tương đối cao, đạt gần 80%. SS trong nước thải ra tương đối ổn định và hầu như đều < 50 mg/l. Kết quả này cũng gần tương tự như nghiên cứu trong phòng thí nghiệm. Hiệu quả xử lý SS hầu như không bị ảnh hưởng bởi các điều kiện vận hành. Điều này càng chứng tỏ rằng, hệ thiết bị lọc sinh học sục khí luân phiên vận hành tương đối đơn giản và không bị ảnh hưởng các hiện tượng bùn nổi, không lắng được trong quá trình vận hành. Nếu như trong quá trình SBR xảy ra các hiện tượng bùn nổi, bùn khó lắng thì nước thải đầu ra có SS rất cao, nhưng đối với quá trình lọc sinh học thì không xảy ra các hiện tượng như vậy, dẫn đến hiệu quả xử lý SS rất cao, ổn định và hoàn toàn không phụ thuộc vào các điều kiện vận hành.

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả đánh giá hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi lợn qua xử lý kỵ khí bằng hệ thống lọc sinh học sục khí luân phiên cho thấy hiệu suất xử lý $N-NH_4^+$; COD; T-N; T-P và SS tương đối cao, lần lượt là $\approx 100\%$; 88 - 92%; 90 - 93%; 70 - 90% và 80%. Kết quả này chứng tỏ rằng, hệ thiết bị lọc sinh học sục khí - ngừng sục khí tương đối ổn định và đạt hiệu quả cao có thể thực hiện các quá trình nitrit/nitrat hóa và khử nitrit/nitrat đồng thời trong cùng một thiết bị.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] D.L. Ford, R.L. Churchwell, and J.W. Kachtick(1980), *Comprehensive Analysis of Nitrification of Chemical Processing Wastewater*, J. Water Pollut. Control. Fed., 52, 2726-2746.
- [2] Toya Y (1970), *Study of removal of nitrogen by bioprocess*, Gesouidou Kyoukaisi 7, 74-78.
- [3] TCVN 7324:2004, *Về chất lượng nước - Xác định oxy hoà tan*.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF PIG BREEDING WASTEWATER TREATMENT BY BIOLOGICAL AERATED FILTER IN DINH LONG COMMUNE, YEN DINH DISTRICT, THANH HOA PROVINCE

Le Sy Chinh, Pham Do Tuong Linh, Doan Thanh Canh

ABSTRACT

The study was conducted to evaluate the effectiveness of treatment of pig breeding wastewater by biological aerated filter. In the start-up phase, the COD processing efficiency was not stable, ranging from 77 to 80%, but in the stable phase it was relatively high, in the range of 88-92%. There is no difference in the N-NH₄⁺ processing efficiency at the start-up and stable phases, reaching $\approx 100\%$. In the start-up phase, the T-N processing treatment efficiency was unstable, fluctuating in the range of 70-77% with the COD load range of 0.11 - 0.18 kg-COD/(m³-day), the load was TN 0.11 - 0.15 kg-N/(m³- day). Moving to a stable phase, COD and TN loads were high (load of COD 0.3 - 0.47 kg-COD / (m³-day), load of 0.19 - 0.2 kg-N / (m³-day)), but still achieved relatively stable treatment processing efficiency, with the range of 90-93%. At the beginning of the start-up phase, the T-P processing efficiency was relatively low, but then increases rapidly, reaching 70-90% in the stable phase. The SS treatment efficiency was relatively high, reaching nearly 80% and SS in wastewater was relatively stable and reached almost <50 mg/l. The above results show that the relatively stable and highly efficient biological aerated filter can perform nitrite/nitrification processes and reduce nitrite/nitrate simultaneously in the same device.

Keywords: *Pig breeding wastewater, biogas, biological filter, aeration.*

Ngày nộp bài: 29/3/2019; Ngày gửi phản biện: 18/4/2019; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019.

ỨNG DỤNG MẠNG CẢM BIẾN XÂY DỰNG HỆ THỐNG QUAN TRẮC TỰ ĐỘNG LIÊN TỤC MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG TẠI VNPT THANH HOÁ

Nguyễn Thế Cường¹, Vũ Hải Nam², Nguyễn Thu Hương³

TÓM TẮT

Quan trắc môi trường lao động là yêu cầu cần thiết cho các đơn vị có sử dụng lao động nhằm đảm bảo chất lượng môi trường làm việc cho người lao động. Để đánh giá được chất lượng môi trường làm việc cần sử dụng những thiết bị thu nhận thông tin về các yếu tố liên quan đến môi trường. Sự phát triển của điện tử và công nghệ thông tin - truyền thông tạo nên những thiết bị cảm biến cho phép người sử dụng thu nhận thông tin về thế giới thực. Việc ứng dụng các mạng cảm biến để giám sát môi trường lao động là một giải pháp có chi phí thấp nhưng vẫn đảm bảo được độ chính xác trong quá trình thu nhận thông tin. Bên cạnh đó, các mạng cảm biến còn cho phép giám sát tự động, liên tục trong một khoảng thời gian dài. Trong bài báo này, chúng tôi giới thiệu một hệ thống mạng cảm biến được sử dụng để quan trắc môi trường lao động tại Viễn thông Thanh Hoá (VNPT Thanh Hóa). Lần đầu tiên chất lượng môi trường làm việc tại các trạm viễn thông được đánh giá và giám sát. Kết quả nghiên cứu sẽ tạo điều kiện để mở rộng ứng dụng cho các môi trường làm việc tại các đơn vị khác.

Từ khóa: *Quan trắc môi trường, mạng cảm biến, môi trường lao động, quan trắc tự động.*

1. TỔNG QUAN VỀ QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG VÀ MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG

Điều 18 Luật An toàn vệ sinh lao động quy định rõ việc đảm bảo điều kiện an toàn cho người lao động kể cả có hay không có hợp đồng lao động. Người lao động phải được cung cấp một cách đầy đủ và chính xác thông tin nếu có về các yếu tố nguy hiểm, yếu tố có hại tại nơi làm việc để chủ động hoặc tự nguyện làm việc trong môi trường đó. Quan trắc môi trường lao động là việc theo dõi thường xuyên chất lượng môi trường làm việc của người lao động với mục đích đánh giá mức độ phù hợp của môi trường lao động với các yếu tố liên quan đến sức khỏe con người. Việc quan trắc môi trường lao động được thực hiện bằng việc sử dụng các thiết bị để đo các chỉ số liên quan đến môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, độ ồn, chất lượng không khí và các yếu tố khác có thể làm ảnh hưởng đến sức khỏe và khả năng lao động của con người.

Theo quan sát của chúng tôi, hiện nay tại Việt Nam chưa có một đề tài nào nghiên cứu đầy đủ và cụ thể về quan trắc môi trường lao động tự động, liên tục. Các nghiên cứu

¹ Khoa Công nghệ Thông tin và Truyền thông, Trường Đại học Hồng Đức

² Công ty Cổ phần ThinkLABs

³ Trường Cao đẳng Y Thanh Hóa

đa phần tập trung vào xây dựng các trạm quan trắc môi trường ngoài trời, có kích thước lớn, chi phí cao, không thể áp dụng cho các doanh nghiệp, các khu công nghiệp và đặc biệt không phù hợp với các trạm viễn thông. Một số giải pháp quan trắc môi trường lao động tập trung vào việc sử dụng các thiết bị cầm tay, có khả năng lưu động cao nhưng không thể thực hiện tự động, thường xuyên và liên tục.

Trạm viễn thông là nơi được thiết kế để các thiết bị thu/phát các tín hiệu viễn thông cung cấp cho người dùng trong một khoảng cách địa lý phù hợp. Môi trường làm việc của các trạm viễn thông thường là các môi trường làm việc đóng, có phạm vi hẹp với số lượng thiết bị nhiều và là một môi trường lao động điển hình có nhiều yếu tố có thể ảnh hưởng đến sức khỏe người lao động về lâu dài (Hình 1). Bài báo tập trung trình bày về việc áp dụng mạng cảm biến không dây xây dựng hệ thống thu nhận thông tin về các yếu tố chất lượng môi trường trong các trạm viễn thông thuộc quản lý của Viễn thông Thanh Hóa (VNPT Thanh Hóa).



Hình 1. Hình mô phỏng một trạm BTS với trạm điều khiển độc lập

Mạng cảm biến không dây sử dụng các cảm biến có kích thước nhỏ, rẻ tiền nhằm tăng số lượng các cảm biến tham gia thu nhận thông tin nhưng vẫn giữ được chi phí thấp [6]. Các thông tin này thường được dùng để hỗ trợ các hệ ra quyết định trong việc cải tiến chất lượng làm việc tại các tòa nhà. Việc quan trắc còn được thực hiện tại các nhà kính, nơi có thể được sử dụng để phát triển các sản phẩm nông nghiệp có giá trị cao nhưng cũng đòi hỏi cao về điều kiện sinh trưởng [1, 7]. Các nghiên cứu này thường được áp dụng trong quá trình xây dựng mô hình nông nghiệp thông minh. Việc triển khai thành công đối với các nhà kính là cơ sở để phát triển các ứng dụng liên quan đến quan trắc chất lượng môi trường làm việc khác.

Với khả năng hoạt động mới mức tiêu thụ năng lượng thấp, mạng cảm biến là giải pháp cho việc quan trắc môi trường liên tục trong đó các thông tin về môi trường được thu nhận bởi các cảm biến và được truyền về trung tâm xử lý và đưa ra các đánh giá về chất lượng. Petros Spachos và cộng sự [8] đã xây dựng một bản mẫu cho phép quan trắc chất lượng không khí trong nhà, tuy nhiên, đây mới dừng lại ở giải pháp bản mẫu dành cho nghiên cứu khoa học. Các nghiên cứu [3, 9] trình bày các giải pháp thiết kế cảm biến và mạng cảm biến để giám sát chất lượng không khí trong nhà nhằm đánh giá chất lượng môi trường sống. Trong nghiên cứu [3] tác giả trình bày giải thuật tích hợp dữ liệu thông qua mạng các cảm biến, giải thuật cho phép nội suy ra các giá trị của các yếu tố cấu thành chất lượng môi trường lao động nhằm đánh giá chính xác hơn về chất lượng làm việc. Tuy nhiên, các nghiên cứu chưa xây dựng được một hệ thống hoàn chỉnh và trực quan về quá trình giám

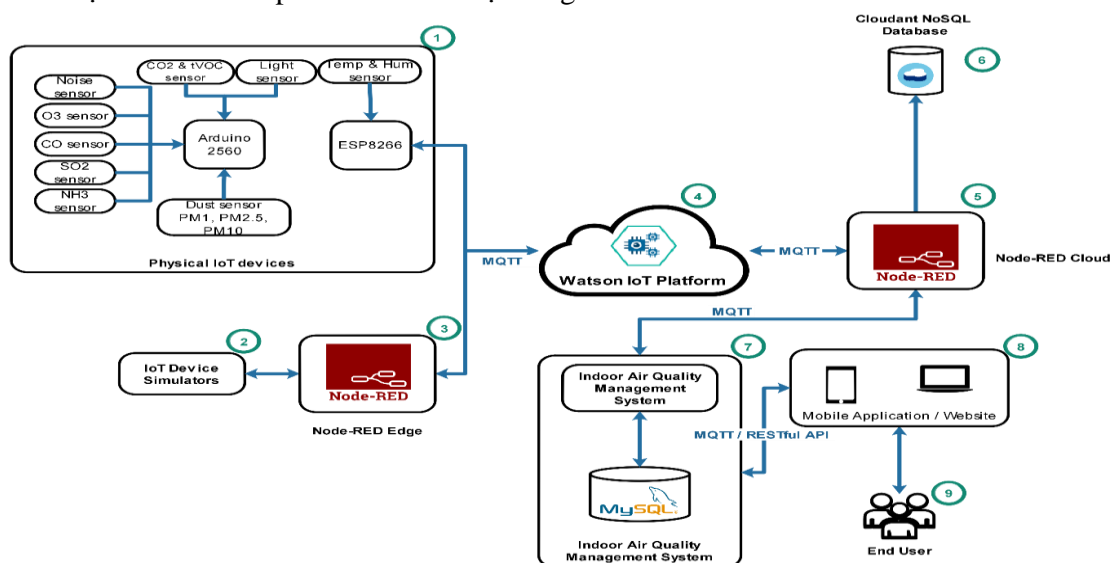
sát chất lượng môi trường lao động hiện nay. Hệ thống mạng cảm biến cũng được sử dụng để thu thập dữ liệu về môi trường nước tại Viện Hải dương học Nha Trang [10].

Thông thường, việc quan trắc môi trường lao động thực tế là việc giám sát môi trường bên trong các tòa nhà tại các cơ quan, xí nghiệp, khu công nghiệp và các khu chế xuất. Gần đây, quan trắc môi trường thu được nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học và nhóm nghiên cứu trên thế giới. Các nghiên cứu thường tập trung vào việc giám sát các thông số cơ bản về nhiệt độ, độ ẩm không khí, tỉ lệ khí độc (CO, CO₂, khí ga) trong không khí ở điều kiện phòng kín [1, 4]. Các nghiên cứu này thường sử dụng các mạng cảm biến không dây để thu nhận các thông số cảm biến rồi biểu diễn các thông tin thu nhận được dưới dạng các bản đồ số [5].

Nghiên cứu của chúng tôi tập trung thiết kế và xây dựng các thiết bị quan trắc môi trường dưới dạng các thiết bị hoàn chỉnh. Điều này tạo thuận lợi cho quá trình cài đặt, triển khai, bảo trì bảo dưỡng. Nghiên cứu cũng tập trung vào việc xây dựng các giao diện trực quan hóa thông tin quan trắc để người dùng có được cái nhìn tổng quan và chi tiết về hiện trạng của chất lượng môi trường làm việc tại các điểm quan trắc.

2. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG

Hình thể hiện sơ đồ giải pháp hệ thống quan trắc tự động môi trường làm việc tại các trạm viễn thông. Hệ thống bao gồm mạng cảm biến, nền tảng mạng vạn vật kết nối (IoT) do IBM phát triển, các module xử lý dữ liệu, module lưu trữ dữ liệu và module hiển thị dữ liệu quan trắc được tại các vị trí được lựa chọn. Trong các phần tiếp theo sẽ là các mô tả cho một số các thành phần chính của hệ thống.



Hình2. Kiến trúc giải pháp đề xuất cho hệ thống quan trắc môi trường lao động

2.1. Các thiết bị quan trắc

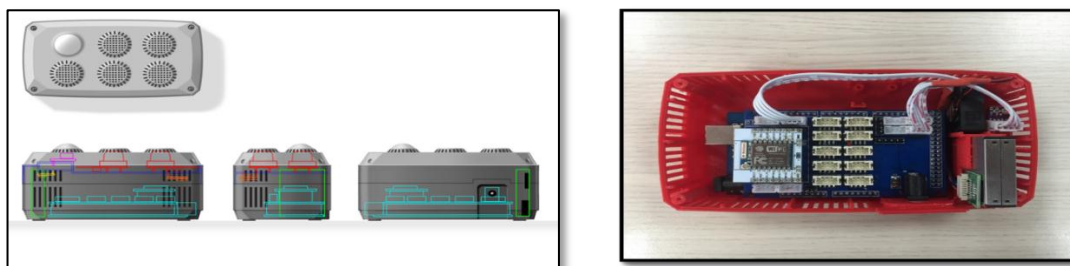
Các thiết bị quan trắc được xây dựng dựa trên các cảm biến riêng biệt dùng để thu thập các thông tin về môi trường làm việc. Các yếu tố được quan trắc bao gồm:

Nhiệt độ, độ ẩm

Các khí độc: CO, CO₂, NH₃, SO₂,...

Các hạt bụi cực nhỏ PM10, PM2.5,...

Các thiết bị quan trắc được thiết kế và lắp đặt theo nguyên lý all-in-one (*tất cả trong một*) nhằm tăng cường độ linh hoạt của các thiết bị trong quá trình di chuyển, lắp đặt và bảo dưỡng, bảo trì. Việc các thiết bị được thiết kế nhỏ gọn sẽ tạo sự thuận lợi trong quá trình quan trắc, giám sát môi trường ở những vị trí không thuận lợi. Hình là thiết kế 3D của thiết bị quan trắc, trong đó **Error! Reference source not found.** là hình ảnh thật của thiết bị sau khi được lắp đặt hoàn chỉnh.



Hình3. Thiết kế 3D (trái) và ảnh thật (phải) của thiết bị quan trắc môi trường trong nhà

2.2. Nền tảng Watson IoT Platform

Có ba khía cạnh chính của giải pháp được sử dụng trong giải pháp quan trắc môi trường:

Thiết bị/công: Kết nối với những thiết bị thông minh hoặc cảm biến nhằm thu thập dữ liệu về thế giới vật chất. Thiết bị được kết nối với Internet để truyền tải dữ liệu một cách an toàn với một nền tảng IoT để phân tích, xử lý và điều khiển dựa trên tín hiệu dữ liệu được truyền từ thiết bị đến hệ thống.

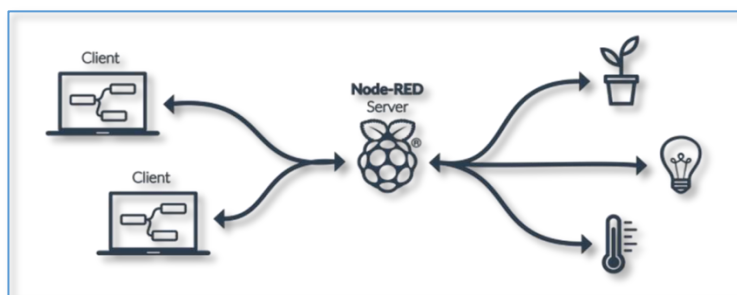
IBM Watson IoT: Thu thập dữ liệu từ thiết bị IoT và cung cấp dịch vụ khác nhau mà phân tích dữ liệu và có những điều khiển tiếp theo để giải quyết. Watson IoT cung cấp một tập hợp phong phú dịch vụ nhận thức (như học máy xử lý ngôn ngữ tự nhiên, và phân tích hình ảnh) để tăng cường khả năng xử lý dữ liệu phi cấu trúc thu thập từ cảm biến thông minh khác nhau.

IBM Cloud: là một tiêu chuẩn mở dựa trên nền tảng điện toán đám mây để xây dựng, chạy và quản lý ứng dụng và dịch vụ. IBM Cloud hỗ trợ triển khai các ứng dụng IoT trên nền tảng điện toán đám mây với khả năng cung cấp các dịch vụ triển khai linh hoạt và an toàn.

2.3. Đám mây Node-RED

Node-RED được dựa trên Node.js, có thể được xem như một web server vô hình tùy chỉnh các chức năng gọi là “flow” (dòng dữ liệu) từ bất kỳ trình duyệt nào trên máy tính. Mỗi ứng dụng Node-RED bao gồm các nút (node) có thể liên kết được với nhau với các dạng là dữ liệu đầu vào(input), dữ liệu đầu ra(output) và hoạt động(operation). Với Node-RED ta có thể hình dung cách tương tác và giao tiếp với các thiết bị một cách tổng quan như hình dưới. Ở đây máy tính sẽ đóng vai trò là chủ (server) và khách (client). Kết nối qua Node-RED cho phép tùy chỉnh các kết nối với các thiết bị IoT và xây dựng các mô

hình kết nối giữa các thiết bị. Hình 4 mô tả khả năng kết nối của Node-RED với các thiết bị IoT và các thành phần khác trong mạng.



Hình4. Mô hình kết nối với các thiết bị IoT và các ứng dụng người dùng

2.4. Cơ sở dữ liệu quan trắc

Hệ quản trị cơ sở dữ liệu MongoDB được nhóm nghiên cứu lựa chọn để phát triển hệ thống quan trắc môi trường căn cứ vào những lí do sau:

MongoDB quản lý ít lược đồ cơ sở dữ liệu hơn. Mỗi lược đồ được xây dựng dựa trên một đối tượng cụ thể. Cấu trúc của các đối tượng là rõ ràng, không sử dụng các kết nối phức tạp như trong cơ sở dữ liệu quan hệ.

Khả năng mở rộng cực lớn: việc mở rộng dữ liệu mà không phải lo đến các vấn đề như khóa ngoại, khóa chính, kiểm tra ràng buộc,... MongoDB cho phép thực hiện nhân bản và lưu trữ dữ liệu phân tán nên việc mở rộng cũng thuận lợi hơn. Sử dụng bộ nhớ đệm để lưu giữ cửa sổ làm việc cho phép truy cập dữ liệu nhanh hơn. Việc cập nhật được thực hiện nhanh gọn nhờ update tại chỗ (in-place).

MongoDB có khả năng xử lý dữ liệu lớn với khả năng truy vấn hàng trăm nghìn bản ghi trong khoảng thời gian cho phép. Điều này là khác biệt với các hệ quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ khác. Giả sử bạn có đến 10 triệu bản ghi thì đó là cơn ác mộng với MySQL. Tuy nhiên, MongoDB có thể xử lý được quá trình tìm kiếm dữ liệu trong khoảng thời gian cho phép. Nghiên cứu cho thấy Tốc độ truy vấn (find, update, insert, delete) của MongoDB nhanh hơn hẳn so với các hệ quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ (RDBMS). Thử nghiệm cho thấy tốc độ cập nhật cơ sở dữ liệu của MongoDB có thể nhanh tới gấp 100 lần so với MySQL. Điều này phù hợp với các ứng dụng liên quan đến quan trắc môi trường khi mà dữ liệu được thu nhận theo thời gian thực và có số lượng rất lớn.

2.5. Hệ thống quản lý chất lượng không khí

Hệ thống quản lý chất lượng không khí là tập hợp các module xử lý và lưu trữ dữ liệu quan trắc được về các yếu tố của môi trường làm việc. Các module dữ liệu được xây dựng và triển khai trên nền tảng điện toán đám mây IBM Cloud của IBM. Dựa trên cơ sở dữ liệu đã được lưu trữ, nhóm nghiên cứu xây dựng các RESTful API (giao diện lập trình) để cung cấp dữ liệu cho các ứng dụng hiển thị thông tin quan trắc tại các địa điểm đặt thiết bị quan trắc.

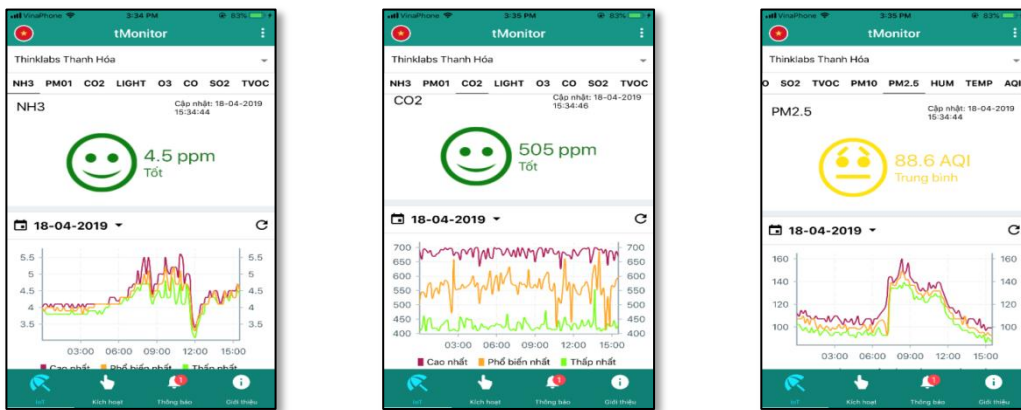
3. KẾT QUẢ TRIỂN KHAI THỰC TẾ

Hiện nay hệ thống quan trắc môi trường tự động đã được triển khai tại 18 địa điểm với những đặc thù tương đối khác nhau nhằm đánh giá hiệu năng hoạt động của các thiết bị

quan trắc và thu thập thông tin về môi trường làm việc tại các địa điểm quan trọng. Cụ thể là: 10 thiết bị tại 10 trạm viễn thông, 3 thiết bị tại 03 văn phòng khác nhau của công ty cổ phần ThinkLABs, 1 thiết bị tại bệnh viện Đa khoa tỉnh Thanh Hoá. 2 thiết bị tại công ty in thẻ nhựa và 2 thiết bị tại Trường Đại học Phú Xuân, thành phố Huế.

Người dùng tra cứu thông tin quan trắc các yếu tố môi trường tại các vị trí quan trắc trên nền tảng của thiết bị thông minh qua các ứng dụng được xây dựng trên nền hệ điều hành Android hoặc iOS và qua máy tính thông qua giao diện Web do nhóm nghiên cứu phát triển.

Thông qua ứng dụng được xây dựng cho các điện thoại thông minh, máy tính bảng, người dùng có thể tra cứu thông tin về môi trường tại các địa điểm được liệt kê trong danh sách do ứng dụng đưa ra. Thông tin về các yếu tố môi trường còn được thể hiện dưới dạng các bảng biểu nhằm hỗ trợ người dùng có cái nhìn tổng quan về diễn biến của các thông số môi trường trong thời gian qua.



Hình 2. Màn hình trên ứng dụng trên nền iOS hiển thị thông tin quan trắc

Người dùng cũng có thể xem thông tin quan trắc môi trường ở các địa điểm có lắp đặt các thiết bị quan trắc trên nền web (Hình 3). Các thông tin được thể hiện dưới dạng trực quan, dễ hiểu, dễ theo dõi. Bên cạnh đó, người dùng có thể xem thông tin chi tiết và thông tin lịch sử quan trắc của các trạm quan trắc đã được thiết lập (Hình 4).



Hình 3. Màn hình hiển thị thời gian thực thông tin các yếu tố môi trường



Hình 4. Màn hình hiển thị thời gian thực thông tin các yếu tố môi trường tại địa điểm cụ thể

4. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Bài báo đã trình bày một giải pháp ứng dụng các thiết bị cảm biến để thiết kế và xây dựng ứng dụng quan trắc môi trường lao động tại các trạm BTS thuộc quản lý của VNPT. Để trực quan hoá được kết quả quan trắc môi trường, nhóm nghiên cứu đã xây dựng các giao diện người dùng trên nền các thiết bị thông minh và trên nền web. Để làm được điều đó, các dữ liệu được truy xuất từ cơ sở dữ liệu thông qua các giao diện lập trình RESTful API.

Một trong những hướng nghiên cứu tiếp theo cho đề tài là xây dựng các module cảnh báo và quản trị rủi ro cho các trạm viễn thông dựa trên các thông số quan trắc thời gian thực. Mọi quan hệ giữa các yếu tố môi trường có thể chỉ ra được những rủi ro có thể có trong quá trình làm việc của các thiết bị bên trong nhà trạm. Việc đảm bảo được môi trường làm việc theo đúng yêu cầu và ổn định sẽ giúp đơn vị và doanh nghiệp tăng được năng suất lao động và giảm thiểu rủi ro cho người lao động nói riêng và doanh nghiệp nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Vũ Văn Tác, Trần Tiến Phúc, Quách Đức Cường (2015), *Thiết kế và thực hiện hệ thống thu thập dữ liệu môi trường từ xa qua mạng Zigbee Wireless cho bảo tàng viện Hải dương học*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển, 14(3), 289-298.
- [2] M. W. Ahmad, M. Mourshed, D. Mundow, M. Sisinni, and Y. Rezgui (2016), *Building energy metering and environmental monitoring - A state-of-the-art review and directions for future research*, Energy Build, 120, 85-102.
- [3] L. Guo, G. Wang, and X. Yu (2016), *Design for indoor environment monitoring system based on embedded system and multi-sensor data fusion algorithm*, Int. J. Smart Home, 10(1), 31-40.
- [4] G. N. Kodandaramaiah and K. V (2015), *Cloud IoT Based Greenhouse Monitoring System*, Int. J. Eng. Res. Appl., 5(10), 35-41.
- [5] M. Mekki, O. Abdallah, M. Amin, M. Eltayeb, T. Abdalfatah, and A. Babiker (2010), *Greenhouse Monitoring and Control System Based on Zigbee Wireless Sensor Network*, in International Conference on Electrical and Control Engineering, 1-4.

- [6] M. F. Othman and K. Shazali (2012), *Wireless Sensor Network Applications: A Study in Environment Monitoring System*, in International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors 2012 (IRIS 2012),41, 1204-1210.
- [7] D. M. G. Preethichandra (2015), *Design of a Smart Indoor Air Quality Monitoring Wireless Sensor Network for Assisted Living*, in 2013 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC).
- [8] A. Somov, A. Baranov, D. Spirjakin, A. Spirjakin, V. Sleptsov, and R. Passerone (2013), *Deployment and evaluation of a wireless sensor network for methane leak detection*, Sensors Actuators A Phys.,202, 217-225.
- [9] P. Spachos, L. Song, and D. Hatzinakos (2013), *Prototypes of Opportunistic Wireless Sensor Networks Supporting Indoor Air Quality Monitoring*, in 2013 IEEE 10th Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), no. January, 844-845.
- [10] Y. Wang, D. Ewert, T. Meisen, D. Schilberg, and J. S (2014), *Working area monitoring in dynamic environments using multiple auto-aligning 3-D sensor*, J. Sensors Sens. Syst., 3, 113-120.

BUILDING AN AUTOMATIC MONITORING SYSTEM FOR WORKING AREA OF VNPT-THANH HOA USING SENSOR NETWORKS

Nguyen The Cuong, Vu Hai Nam, Nguyen Thu Huong

ABSTRACT

Monitoring the working environment is an essential requirement for employers to ensure the quality of working environment for workers. In order to assess the quality of the working environment, it is necessary to use devices that receive information about environmental factors. The development of electronics and information-communication technology creates sensors that allow users to receive information about the real world. The application of sensor networks to monitor the working environment is a low cost solution but still ensures the accuracy of the information. Besides, sensor networks also allow automatic, continuous monitoring for a long time. In this paper, we introduce a sensor network system used to monitor the working environment in Thanh Hoa Telecommunications (VNPT). For the first time, the quality of working environment at telecommunication stations is assessed and monitored. Research results will be applied for monitoring working environments in other units.

Keyword: *Environmental monitoring, sensor network, working area, automatical monitoring.*

Ngày nộp bài: 22/4/2019; Ngày gửi phản biện: 6/5/2019; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019.

HỆ SỐ HILBERT CỦA MÔĐUN PHÂN BẠC LIÊN KẾT VÀ NÓN PHÂN THỚ CỦA MÔĐUN LỘC PHÂN BẠC

Lê Xuân Dũng¹

TÓM TẮT

Bài báo chứng minh được hệ số Hilbert của môđun phân bậc liên kết và của nón phân thớ của một môđun lọc phân bậc bị chặn theo bậc đồng điều của môđun phân bậc đó.

Từ khóa: Môđun phân bậc, môđun phân bậc liên kết, nón phân thớ, hệ số Hilbert.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bài viết, luôn giả thiết $R = \bigoplus_{n \geq 0} R_n$ là đại số phân bậc chuẩn Noether trên vành địa phương Artin (R_0, m_0) và không mất tính tổng quát ta có thể giả thiết R_0/m_0 là trường vô hạn. Kí hiệu $m := m_0 \oplus (\bigoplus_{n \geq 1} R_n)$ là idêan cực đại thuần nhất của R .

Gọi M là R -môđun phân bậc hữu hạn sinh chiều d . Sau đây là một số khái niệm và kí hiệu quen thuộc liên quan đến môđun phân bậc M .

Với $0 \leq i \leq d$, đặt $a_i(M) = \sup\{n \mid H_{R_+}^i(M)_n \neq 0\}$, trong đó $R_+ = \bigoplus_{n > 0} R_n$ và $H_{R_+}^i(M)_n$ là môđun đối đồng điều địa phương của M ứng với giá R_+ tại bậc i . Chỉ số chính quy Castelnuovo-Mumford của M là số $\text{reg}(M) := \max\{a_i(M) + i \mid 0 \leq i \leq d\}$.

Giả sử I là idêan m -nguyên sơ thuần nhất của R , một dãy các môđun con phân bậc của M

$$\mathbb{M}: M = \mathcal{M}_0 \supseteq \mathcal{M}_1 \supseteq \cdots \supseteq \mathcal{M}_n \supseteq \cdots$$

được gọi là là I -lọc của M nếu $I\mathcal{M}_i \subseteq \mathcal{M}_{i+1}$ với mọi i . Một I -lọc được gọi là một I -lọc tốt nếu $I\mathcal{M}_i = \mathcal{M}_{i+1}$ với $i \gg 0$. Môđun M có một I -lọc được gọi là môđun I -lọc phân bậc hay môđun lọc phân bậc. Nếu N là môđun con của môđun lọc M thì dãy $\{M_n + N/N\}$ là một I -lọc tốt của M/N được kí hiệu là \mathbb{M}/N .

Môđun phân bậc liên kết ứng với lọc \mathbb{M} (môđun phân bậc liên kết của môđun lọc M) được cho bởi công thức

$$G(\mathbb{M}) = \bigoplus_{n \geq 0} \mathcal{M}_n / \mathcal{M}_{n+1}.$$

Đây là môđun phân bậc hữu hạn sinh trên vành phân bậc chuẩn $G_I(R) = \bigoplus_{n \geq 0} I^n / I^{n+1}$. Đặc biệt, nếu \mathbb{M} là $\{I^n M\}_{n \geq 0}$ thì ta viết $G(\mathbb{M}) = G_I(M)$.

Số rút gọn của I -lọc tốt là số $r(\mathbb{M}) = \min\{t \geq 0 \mid \mathcal{M}_{n+1} = I\mathcal{M}_n, \forall n \geq t\}$.

Kí hiệu $HP_{\mathbb{M}}(z) := HP_{G(\mathbb{M})}(z)$. Ta gọi $H_{\mathbb{M}}(n) := \ell(M/\mathcal{M}_{n+1})$ là hàm Hilbert-Samuel của M ứng với lọc \mathbb{M} . Với n đủ lớn ta có hàm Hilbert-Samuel của M ứng với

¹ Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Hồng Đức

lọc \mathbb{M} trở thành một đa thức gọi là đa thức Hilbert-Samuel của M ứng với lọc \mathbb{M} , đa thức đó được viết như sau:

$$P_{\mathbb{M}}(n) = \sum_{i=0}^d (-1)^i e_i(\mathbb{M}) \binom{n+d-i}{d-i},$$

các số nguyên $e_i(\mathbb{M})$ với $i = \overline{1, d}$ được gọi là hệ số Hilbert của M ứng với lọc \mathbb{M} hay là hệ số Hilbert của môđun phân bậc liên kết $G(\mathbb{M})$. Khi $\mathbb{M} = \{I^n M\}_{n \geq 0}$, $H_{\mathbb{M}}(n)$, $P_{\mathbb{M}}(n)$ và $e_i(\mathbb{M})$ tương ứng thường được kí hiệu bởi $H_{I, M}(n)$, $P_{I, M}(n)$ và $e_i(I, M)$.

Giả sử q là một idêan thuần nhất chứa I . Nón phân thớ của \mathbb{M} ứng với idêan q được xác định như sau:

$$F_q(\mathbb{M}) := \bigoplus_{n \geq 0} \mathcal{M}_n / q\mathcal{M}_n.$$

Kí hiệu

$$q\mathbb{M} : M \supseteq qM \supseteq q\mathcal{M}_0 \supseteq q\mathcal{M}_1 \supseteq \dots \supseteq q\mathcal{M}_n \supseteq \dots$$

Nếu \mathbb{M} là một I -lọc tốt phân bậc thì $q\mathbb{M}$ cũng là một I -lọc tốt phân bậc và có $r(q\mathbb{M}) \leq r(\mathbb{M}) + 1$.

Ta thấy $H_{F_q(\mathbb{M})} := \ell(\mathcal{M}_n / q\mathcal{M}_n)$ hữu hạn và được gọi là hàm Hilbert của nón phân thớ $F_q(\mathbb{M})$, đa thức Hilbert của $F_q(\mathbb{M})$ được xác định như sau:

$$P_{F_q(\mathbb{M})}(n) = \sum_{i=0}^{d-1} (-1)^i f_i(\mathbb{M}) \binom{n+d-i-1}{d-i-1},$$

các số nguyên $f_i(\mathbb{M})$ với $i = \overline{1, d-1}$ được gọi là hệ số Hilbert của $F_q(\mathbb{M})$.

Hệ số Hilbert của M ứng với lọc \mathbb{M} và hệ số Hilbert của nón phân thớ $F_q(\mathbb{M})$ là các bất biến thông dụng, nó cung cấp nhiều thông tin về môđun M .

Trong trường hợp M là môđun hữu hạn sinh trên vành địa phương Noether R với idêan cực đại m , I là idêan m -nguyên sơ, năm 2007 Linh [L2] đã chặn được hệ số Hilbert của môđun M ứng với lọc I -adic theo bậc mở rộng của M ứng với idêan I , khái niệm này được giới thiệu trong [RTV] và [L1]. Với \mathbb{M} I -lọc tốt các môđun con của M , năm 2012, Hoa-Dũng trong [HD1] đã chứng tỏ các hệ số Hilbert của M ứng với lọc \mathbb{M} và hệ số Hilbert của nón phân thớ $F_q(\mathbb{M})$ cũng bị chặn bởi bậc mở rộng của M ứng với I . Đến năm 2015 [GZW] đã chỉ ra được các hệ số Hilbert của M ứng với lọc \mathbb{M} bị chặn bởi bất biến khác là các độ dài của một số môđun đối đồng điều địa phương liên quan đến môđun M .

Xét trường hợp phân bậc, một kết quả thú vị của Hoa-Dũng trong [HD1] đã chỉ ra là sử dụng bậc đồng điều của M ta có thể chặn được chỉ số chính quy Castelnuovo-Mumford của môđun phân bậc liên kết $G(\mathbb{M})$ và của nón phân thớ $F_q(\mathbb{M})$. Do đó, một vấn đề tự nhiên được đặt ra là “Hệ số Hilbert của môđun phân bậc liên kết $G(\mathbb{M})$ và hệ số Hilbert của nón phân thớ $F_q(\mathbb{M})$ có thể chặn được bởi bậc đồng điều của M hay không?”

Mục đích chính của bài báo này là giải quyết câu hỏi trên trong trường hợp I là idêan thuần nhất sinh bởi các phần tử cùng bậc.

Ngoài phần mở đầu và kết luận bài báo chia thành ba phần. Mục 1, giới thiệu về bài toán cần giải quyết. Mục 2, giới thiệu một số tiên thức chuẩn bị cho chứng minh các kết quả chính. Mục 3, chứng minh các kết quả chính của bài báo xem Định lí 7 và Định lí 9.

2. KIẾN THỨC CHUẨN BỊ

Các kết quả sau đã được chứng minh trong trường hợp địa phương và vẫn còn đúng trong trường hợp M là R -môđun phân bậc hữu hạn sinh chiều d , I là idêan thuần nhất m -nguyên sơ của M và \mathbb{M} là I -lọc tốt các môđun con phân bậc của M .

Bổ đề 1. (Xem [D, Bổ đề 1.4.9]) $H_{\mathbb{M}}(n) = P_{\mathbb{M}}(n)$ với mọi $n \geq \text{reg}(G(\mathbb{M}))$.

Bổ đề 2. (Xem [RV, Proposition 1.2]) Giả sử $x \in I \setminus mI$ sao cho phần tử khởi đầu x^* của $G_I(R)$ là một phần tử lọc chính quy trên $G(\mathbb{M})$. Khi đó

$$(i) \dim(M/xM) = d - 1,$$

$$(ii) e_j(\mathbb{M}) = e_j(\mathbb{M}/xM) \text{ với mọi } j = 0, \dots, d - 2,$$

$$(iii) e_{d-1}(\mathbb{M}/xM) = e_{d-1}(\mathbb{M}) + (-1)^{d-1} \ell(0 :_M x).$$

Bổ đề 3. (Xem [DH1, Lemma 1.7 (i)]) Giả sử I là idêan m -nguyên sơ. Khi đó

$$\ell(M/\mathcal{M}_{n+1}) \leq \binom{n+d}{d} \ell(M/QM),$$

trong đó Q là một idêan rút gọn tối thiểu của $I(A/\text{Ann}(M))$.

Bổ đề 4. (Xem [DH1, Lemma 2.6]) Giả sử $x \in I \setminus mI$ là một phần tử thuần nhất. Giả sử phần tử khởi đầu x^* của $G_I(R)$ là một phần tử lọc chính quy trên $G(\mathbb{M})$. Khi đó ta có x là một phần tử lọc chính quy trên M .

Giả sử R là ảnh đồng cấu của đại số Gorenstein phân bậc, bậc đồng điều của môđun M , ký hiệu là $\text{hdeg}(M)$, bằng quy nạp theo d như sau:

$$\text{Khi } d = 1, \text{ hdeg}(M) := \ell(M).$$

Khi $d > 0$, vì $\dim(\text{Ext}_S^{s+i+1-d}(M, S)) \leq d - i - 1$ nên ta đặt

$$\text{hdeg}(M) := e(m, M) + \sum_{i=0}^{d-1} \binom{d-1}{i} \text{hdeg}(m, \text{Ext}_S^{s+i+1-d}(M, S)).$$

Nếu R không là ảnh đồng cấu của vành Gorenstein thì ta đặt

$$\text{hdeg}(M) := \text{hdeg}(m, M \otimes_R R)$$

trong đó R là kí hiệu của vành m -adic đầy đủ của R .

Khi đó, Dung-Hoa trong [HD1] đã chặn trên được $\text{reg}(G(\mathbb{M}))$ theo $\text{hdeg}(M)$ như sau:

Định lí 5. (Xem [DH1, Theorem 2.2]) Cho \mathbb{M} là I-lọc tốt của R-môđun phân bậc M chiều $d \geq 1$. Khi đó

- (i) $\text{reg}(G(\mathbb{M})) \leq \ell(R/I) \text{hdeg}(M) + r(\mathbb{M}) - 1$ nếu $d = 1$.
- (ii) $\text{reg}(G(\mathbb{M})) \leq [\ell(R/I)^d \text{hdeg}(M) + r(\mathbb{M}) + 1]^{3^{(d-1)!-1}} - d$ nếu $d \geq 2$.

3. HỆ SỐ HILBERT

Trong mục này, ta luôn giả thiết I là idêan m -nguyên sơ thuần nhất sinh bởi các phần tử cùng bậc.

Từ Bổ đề 4, ta luôn chọn được một dãy các phần tử thuần nhất cùng bậc $x_1, x_2, \dots, x_d \in I \setminus mI$ là dãy lọc chính của M sao cho dãy các phần tử khởi đầu $x_1^*, x_2^*, \dots, x_d^*$ của $G_I(R)$ là một dãy lọc chính quy trên $G(\mathbb{M})$. Do đó, kết quả [HD2, Proposition A] vẫn còn đúng cho trường hợp M là môđun phân bậc và I là idêan m -nguyên sơ thuần nhất.

Mệnh đề 6. Giả sử $x_1, x_2, \dots, x_d \in I \setminus mI$ là dãy lọc chính của M sao cho dãy các phần tử khởi đầu $x_1^*, x_2^*, \dots, x_d^*$ của $G_I(R)$ là một dãy lọc chính quy trên $G(\mathbb{M})$. Đặt $B = \ell(M / (x_1, x_2, \dots, x_d)M)$. Khi đó ta có

- (i) $e_0(\mathbb{M}) \leq B$.
- (ii) $|e_i(\mathbb{M})| < B(2\text{reg}(G(\mathbb{M})) + 2)^i$ với mọi $1 \leq i \leq d$.

Chứng minh.

Để cho gọn ta đặt $a = \text{reg}(G(\mathbb{M}))$ và $e_i = e_i(\mathbb{M})$. Khi đó $e_0 \leq B$. Theo Bổ đề 1, ta có

$$H_{\mathbb{M}}(a) = P_{\mathbb{M}}(a) = \sum_{i=0}^d (-1)^i e_i(\mathbb{M}) \binom{a+d-i}{d-1}. \quad (1)$$

Từ Bổ đề 3 ta nhận được $H_{\mathbb{M}}(a) = \ell(M / \mathcal{M}_{a+1}) \leq B \binom{a+d}{d}$.

Bây giờ, ta chứng minh định lí bằng phương pháp quy nạp theo d .

Trường hợp $d = 1$.

$$|e_1| = |H_{\mathbb{M}}(a) - e_0(a+1)| \leq \max\{B(a+1), e_0(a+1)\} = B(a+1).$$

Trường hợp $d \geq 2$.

Trước ta chứng minh cho $0 < i \leq d-1$. Giả sử $\text{depth}(M) > 0$, ta luôn có thể giả sử x_1 là phần tử chính quy khi đó M/x_1M là R-môđun phân bậc có chiều $\dim(M/x_1M) = d-1$, theo Bổ đề 2 ta có $e_i(\mathbb{M}) = e_i(\mathbb{M}/x_1M)$ với mọi $i \leq d-1$ và từ [HD2, Lemma 1.9] ta thấy $\text{reg}(G(\mathbb{M}/x_1M)) \leq a$. Khi đó áp dụng giả thiết quy nạp cho môđun phân bậc $N := M/x_1M$ và dãy x_2, \dots, x_d ta nhận được

$$|e_i(\mathbb{M})| = |e_i(\mathbb{M}/x_1\mathbb{M})| < \ell(N/(x_2, \dots, x_d)N) (2\text{reg}(G(\mathbb{M}/x_1\mathbb{M})) + 2)^i \leq B(2a+2)^i.$$

Giả sử $\text{depth}(\mathbb{M}) = 0$. Đặt $\overline{M} = M/H_m^0(M)$, $\overline{\mathbb{M}} = \mathbb{M}/H_m^0(\mathbb{M})$, khi đó ta có

$$e_i(\mathbb{M}) = e_i(\overline{\mathbb{M}}) \text{ với mọi } i \leq d-1, \ell(\overline{M}/(x_1, \dots, x_d)\overline{M}) \leq B \text{ và } \text{reg}(G(\overline{\mathbb{M}})) \leq \text{reg}(G(\mathbb{M})) = a.$$

Suy ra

$$|e_i(\mathbb{M})| = |e_i(\overline{\mathbb{M}})| < \ell(\overline{M}/(x_1, \dots, x_d)\overline{M}) (2\text{reg}(G(\overline{\mathbb{M}})) + 2)^i \leq B(2a+2)^i.$$

Cuối cùng ta cần chứng minh cho $e_d(\mathbb{M})$. Từ công thức (1), ta có

$$(-1)^d e_d(\mathbb{M}) = H_{\mathbb{M}}(a) - \sum_{i=0}^{d-1} (-1)^i e_i(\mathbb{M}) \binom{a+d-i}{d-1}.$$

Suy ra

$$\begin{aligned} |e_d| &= \left| H_{\mathbb{M}}(a) - \sum_{i=0}^{d-1} (-1)^i e_i \binom{a+d-i}{d-i} \right| \leq H_{\mathbb{M}}(a) + \sum_{i=0}^{d-1} |e_i| \binom{a+d-i}{d-i} \\ &< B \binom{a+d}{d} + B \sum_{i=0}^{d-1} 2^i (a+1)^i \binom{a+d-i}{d-i} \leq B2^d (a+1)^d. \end{aligned}$$

Vậy mệnh đề được chứng minh xong.

Định lí 7. Giả sử I sinh bởi các phần tử thuần nhất cùng bậc. Giả sử $x_1, x_2, \dots, x_d \in I \setminus mI$ là dãy lọc chính của M sao cho dãy các phần tử khởi đầu $x_1^*, x_2^*, \dots, x_d^*$ của $G_I(R)$ là một dãy lọc chính quy trên $G(\mathbb{M})$. Đặt $B = \ell(M/(x_1, x_2, \dots, x_d)M)$. Khi đó

$$|e_i(\mathbb{M})| \leq B[\ell(R/I)^d \text{hdeg}(M) + r(\mathbb{M}) + 1]^{3i(d-1)-i} \text{ với mọi } 1 \leq i \leq d.$$

Chứng minh.

Theo Mệnh đề 6 (ii), với mọi $1 \leq i \leq d$ ta có $|e_i(\mathbb{M})| < B(2\text{reg}(G(\mathbb{M})) + 2)^i$, kết hợp với định lí 5 (ii), ta nhận được

$$\begin{aligned} |e_i(\mathbb{M})| &\leq B(2\text{reg}(G(\mathbb{M})) + 2)^i \leq B[\ell(R/I)^d \text{hdeg}(M) + r(\mathbb{M}) + 1]^{3i(d-1)-i} - d + 1 \\ &\leq B[\ell(R/I)^d \text{hdeg}(M) + r(\mathbb{M}) + 1]^{3i(d-1)-i}. \end{aligned}$$

Vậy định lí được chứng minh xong.

Rossi-Valla trong [RV] đã tìm được mối liên hệ giữa hệ số Hilbert của nón phân thớ $F_q(\mathbb{M})$ và các môđun phân bậc liên kết $G(\mathbb{M}), G(q\mathbb{M})$ được xác định như sau:

Lemma 8. ([RV, (5.5)]) Giả sử q là một idêan thuần nhất chứa I , khi đó ta có

$$f_{i-1}(\mathbb{M}) = e_i(\mathbb{M}) + e_{i-1}(\mathbb{M}) - e_i(q\mathbb{M})$$

với mọi $i = \overline{1, d}$.

Theo [RV, Remark 1.1], kết hợp với Bổ đề 4, ta luôn chọn được $x_1, x_2, \dots, x_d \in I \setminus mI$ là dãy lọc chính của M sao cho dãy các phần tử khởi đầu $x_1^*, x_2^*, \dots, x_d^*$ của $G_I(R)$ là một dãy lọc chính quy trên $G(\mathbb{M})$ và $G(q\mathbb{M})$. Mặt khác theo Định lí 7, hệ số Hilbert của môđun phân bậc liên kết của $G(\mathbb{M})$ và $G(q\mathbb{M})$ chặn được qua $\text{hdeg}(M)$, do đó kết hợp với Lemma 8 ta sẽ chặn được các hệ số Hilbert của nón phân thứ theo $\text{hdeg}(M)$.

Định lí 9. Giả sử I sinh bởi các phần tử thuần nhất cùng bậc, q là một I đêan thuần nhất chứa I . Giả sử $x_1, x_2, \dots, x_d \in I \setminus mI$ là dãy lọc chính của M sao cho dãy các phần tử khởi đầu $x_1^*, x_2^*, \dots, x_d^*$ của $G_I(R)$ là một dãy lọc chính quy trên $G(\mathbb{M})$. Đặt $B = \ell(M / (x_1, x_2, \dots, x_d)M)$. Khi đó

$$|f_i(\mathbb{M})| \leq 2B[\ell(R/I)^d \text{hdeg}(M) + r(\mathbb{M}) + 2]^{3i(d-1)^{d-i}} \text{ với mọi } 0 \leq i \leq d-1.$$

Chứng minh.

Theo Bổ đề 8, ta có $f_{i-1}(\mathbb{M}) = e_i(\mathbb{M}) + e_{i-1}(\mathbb{M}) - e_i(q\mathbb{M})$ suy ra

$$|f_{i-1}(\mathbb{M})| \leq |e_i(\mathbb{M})| + |e_{i-1}(\mathbb{M})| + |e_i(q\mathbb{M})|.$$

Áp dụng Định lí 7 và kết hợp với $r(q\mathbb{M}) \leq r(\mathbb{M}) + 1$ ta nhận được

$$\begin{aligned} |f_{i-1}(\mathbb{M})| &\leq B[\ell(R/I)^d \text{hdeg}(M) + r(\mathbb{M}) + 1]^{3i(d-1)^{d-i}} + \\ &\quad + B[\ell(R/I)^d + \text{hdeg}(M) + r(\mathbb{M}) + 1]^{3(i-1)(d-1)^{d-(i-1)}} + \\ &\quad + B[\ell(R/I)^d \text{hdeg}(M) + r(\mathbb{M}) + 2]^{3i(d-1)^{d-i}} \\ &\leq 2B[\ell(R/I)^d \text{hdeg}(M) + r(\mathbb{M}) + 2]^{3i(d-1)^{d-i}}. \end{aligned}$$

Vậy Định lí được chứng minh xong.

4. KẾT LUẬN

Gọi M là R -môđun phân bậc hữu hạn sinh chiều d . $R = \bigoplus_{n \geq 0} R_n$ là đại số phân bậc chuẩn Noether trên vành địa phương Artin (R_0, m_0) , $m := m_0 \oplus (\bigoplus_{n \geq 1} R_n)$. Giả sử I là đêan m -nguyên sơ thuần nhất của R , và \mathbb{M} là một I -lọc tốt. Bài báo đã chặn được hệ số Hilbert của môđun phân bậc liên kết $G(\mathbb{M})$ và hệ số Hilbert của nón phân thứ $F_q(\mathbb{M})$ theo bậc đồng điều của M và một số bất biến khác liên quan đến môđun M như sau:

Giả sử I sinh bởi các phần tử thuần nhất cùng bậc. Giả sử $x_1, x_2, \dots, x_d \in I \setminus mI$ là dãy lọc chính của M sao cho dãy các phần tử khởi đầu $x_1^*, x_2^*, \dots, x_d^*$ của $G_I(R)$ là một dãy lọc chính quy trên $G(\mathbb{M})$. Đặt $B = \ell(M / (x_1, x_2, \dots, x_d)M)$. Khi đó

$$|e_i(\mathbb{M})| \leq B[\ell(R/I)^d \text{hdeg}(M) + r(\mathbb{M}) + 1]^{3i(d-1)^{d-i}} \text{ với mọi } 1 \leq i \leq d.$$

Giả sử I sinh bởi các phần tử thuần nhất cùng bậc, q là một I đân thuần nhất chứa I . Giả sử $x_1, x_2, \dots, x_d \in I \setminus mI$ là dãy lọc chính của M sao cho dãy các phần tử khởi đầu $x_1^*, x_2^*, \dots, x_d^*$ của $G_I(R)$ là một dãy lọc chính quy trên $G(\mathbb{M})$. Đặt $B = \ell(M / (x_1, x_2, \dots, x_d)M)$. Khi đó $|f_i(\mathbb{M})| \leq 2B[\ell(R/I)^d \text{hdeg}(M) + r(\mathbb{M}) + 2]^{3i \cdot (d-1)! - i}$ với mọi $0 \leq i \leq d-1$.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo này là kết quả nghiên cứu từ đề tài cấp Bộ Mã số B2017-HDT-05

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] L. X. Dung and L. T. Hoa(2012), *Castelnuovo-Mumford regularity of associated graded modules and fiber cones of filtered modules*, Comm. Algebra. 40: 404-422.
- [2] L. X. Dung and L. T. Hoa(2016), *Dependence of Hilbert coefficients manuscripta math*, 149: 235 -249, Corrigendum, ArXiv 1706.08669.
- [3] Y. Gu, G. Zhu and X. Wei(2015), *Castelnuovo-Mumford regularity of fiber cones of filtered modules*, Miskolc Mathematical Notes, 16: 843-851.
- [4] C. H. Linh (2005), *Upper bound for Castelnuovo-Mumford regularity of associated graded modules*, Comm. Algebra. 33:1817-1831.
- [5] C. H. Linh(2007), *Castelnuovo-Mumford regularity and degree of nilpotency*, Math. Proc. Cambridge Philos. Soc, 142: 429-437.
- [6] M. E. Rossi, N. V. Trung and G. Valla(2003), *Castelnuovo-Mumford regularity and extended degree*, Trans. Amer. Math. Soc, 355: 1773-1786.
- [7] M. E. Rossi and G. Valla (2010), *Hilbert function of filtered modules*, Lect. Notes UMI 9, Springer-Verlag.

HILBERT COEFFICIENTS OF ASSOCIATED GRADED MODULES AND FIBER CONE OF GRADED FILTERED MODULES

Le Xuan Dung

ABSTRACT

In this paper, we give bounds on the Hilbert coefficients of associated graded modules and fiber cones of graded filtered modules in terms of the homological degree of the grade modules.

Keywords: *Grade modules, associated graded modules, fiber cones and Hilbert coefficients.*

Ngày nộp bài: 5/6/2018; Ngày gửi phản biện: 17/6/2018; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019.

TỔNG HỢP VÀ CẤU TRÚC CỦA MỘT SỐ CHẤT MÀU AZO TỪ ANETOL TRONG TINH DẦU HỒI

Lê Thị Hoa¹, Trịnh Thị Huân², Nguyễn Thị Hương³, Vũ Thị Hà Mai⁴

TÓM TẮT

Từ anetol, thành phần chính trong tinh dầu hồi đã tổng hợp được chất chèn khóa 4-metoxi-3-(3-metylfuroxan-4-yl)phenylamin. Phản ứng của 4-metoxi-3-(3-metylfuroxan-4-yl)phenylamin với các phenol và amin thơm đã được thực hiện. Cấu trúc của bốn hợp chất màu azo mới được xác định bằng các phổ IR, ¹H-NMR, ¹³C-NMR, HMBC, HSQC and MS.

Từ khóa: Azo, furoxan, anetol, 4-metoxi-3-(3-metylfuroxan-4-yl)phenylamin.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghiên cứu các hợp chất dị vòng tổng hợp từ các hợp chất đồng vòng có trong tinh dầu thực vật của nước ta là một hướng nghiên cứu lý thú. Từ đó có thể tạo ra những hợp chất mới phối hợp phân dị vòng với tính dễ dung nạp của hợp phần đồng vòng từ tinh dầu thực vật, do đó hy vọng tìm ra những hợp chất có ứng dụng trong y dược. Các hợp chất chứa dị vòng furoxan (1,2,5-oxadiazole-2-oxide) thể hiện hoạt tính sinh học rất phong phú như kháng khuẩn, kháng kí sinh trùng, ức chế miễn dịch gây đột biến, chống ung thư. Dahong Li và cộng sự [3] đã tổng hợp dãy chất gắn kết vòng furoxan với hợp chất loại phenylsunfunyl, kết quả thử nghiệm trên 4 dòng ung thư người cho thấy hợp chất thể hiện hoạt tính mạnh nhất đạt giá trị IC₅₀ đối với tế bào ung thư K562 ở nồng độ 1,82 μM, đối với MGC-803 ở 1,81 μM, đối với Bel-7402 ở 0,86 μM. Một số chất có tác dụng đối với hệ thống thần kinh điều khiển co giãn mạch máu, có triển vọng trong điều trị tim mạch [2]. Nhóm tác giả cũng đã chỉ ra một chất màu azo chứa dị vòng furoxan thể hiện hoạt tính cao đối với Gr+ *S.aureus* ở nồng độ 12,5 μg/mL [5]. Ngoài ra, các hợp chất màu azo chứa dị vòng furoxan cũng thể hiện hoạt tính chống oxy hóa, chống vi trùng hiệu quả [6]. Trên thế giới có rất ít nghiên cứu tổng hợp loại hợp chất này từ các tinh dầu thực vật. Tuy nhiên trong nước đã có nhiều hợp chất azo chứa dị vòng furoxan (1,2,5-oxadiazole-2-oxide) tổng hợp từ các thành phần chính trong tinh dầu thực vật như eugenol trong tinh dầu hương nhu, anetol trong tinh dầu hồi đã được công bố trong các công trình [4, 5]. Trong công trình này chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu tổng hợp, cấu trúc, tính chất của một số chất màu azo chứa dị vòng furoxan từ anetol trong tinh dầu hồi.

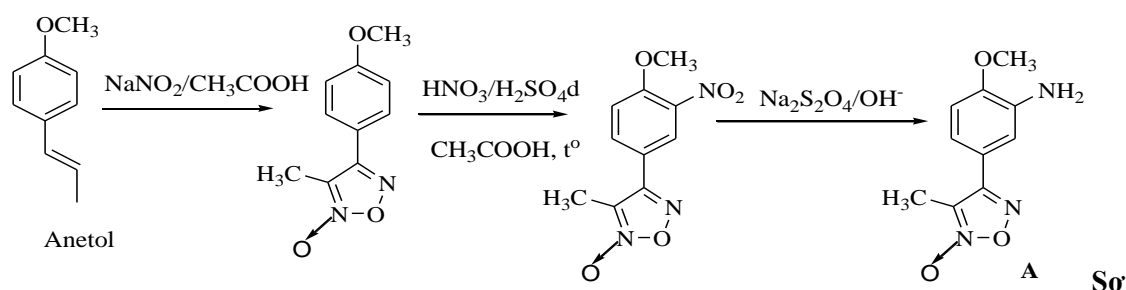
2. THỰC NGHIỆM

2.1. Tổng hợp 4-metoxi-3-(3-metylfuroxan-4-yl)phenylamin

4-metoxi-3-(3-metylfuroxan-4-yl)phenylamin (A) được tổng hợp từ anetol trong tinh dầu hồi theo [1] được thể hiện theo sơ đồ 1.

^{1,2,3} Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Hồng Đức

⁴ Phòng Quản lý Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Hồng Đức



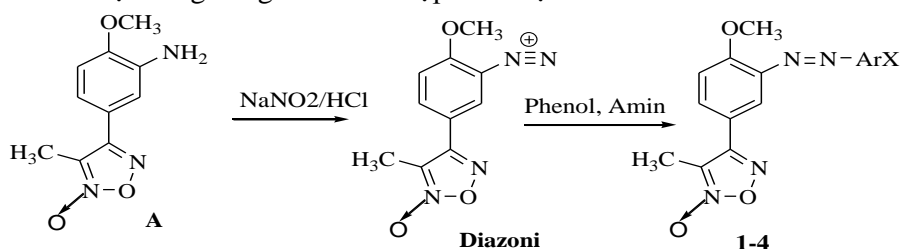
đồ 1. Quy trình tổng hợp chất A từ anetol

Phản ứng đầu, sản phẩm chứa vòng furoxan từ anetol được nhận dạng qua phổ $^1\text{H-NMR}$. Chất amin A được nhận dạng qua nhiệt độ nóng chảy và phổ IR.

2.2. Tổng hợp các hợp chất màu azo 1÷4

Quy trình tổng hợp các chất màu azo được thực hiện theo [5] như sau:

Cho 1mmol amin A, 3ml HCl 3M, vào bình cầu dung tích 50ml khuấy mạnh đồng thời làm lạnh bằng hỗn hợp đá + muối (nhiệt độ $< 5^\circ\text{C}$) để amin tan hết. Nhỏ từ từ 1ml dung dịch NaNO_2 1M được dung dịch màu vàng tươi, giữ nhiệt độ trong khoảng $0 - 5^\circ\text{C}$. Cho từ từ dung dịch thu được vào dung dịch chứa 1,1 mmol phenol (amin) thơm trong 3ml NaOH (CH_3COOH) 1,5M và khuấy mạnh ở $0 - 5^\circ\text{C}$ trong 2h, lọc kết tủa, rửa nhiều lần bằng nước, làm khô, kết tinh lại trong dung môi thích hợp thu được 4 chất mới từ A theo sơ đồ 2.



-ArX: 2- NO_2 -4- HOC_6H_3 -; 4-(CH_3) $_2\text{NC}_6\text{H}_4$ -; 2- CH_3 -4- HOC_6H_3 -; 2-HO-5- $\text{CH}_3\text{COC}_6\text{H}_3$ -.

Sơ đồ 2. Quy trình tổng hợp chất màu azo

Tính chất vật lí của các hợp chất được thể hiện ở bảng 1.

2.3. Nghiên cứu cấu trúc và tính chất

Nhiệt độ nóng chảy của các chất được đo trên máy Gallemkamp tại Bộ môn Hóa, khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Hồng Đức. Phổ IR đo trên máy IMPACT 410 Nicolet, ép viên với KBr, phổ NMR được đo trong d_6 -DMSO, máy Bruker Avance 500 MHz, tại Viện Hoá học thuộc Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Hoạt tính kháng vi sinh vật kiểm định và độc tính tế bào được thử tại Viện Hóa học Hợp chất thiên nhiên - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Các chất màu azo tạo ra A được liệt kê ở bảng 1. Các chất đều có dạng tinh thể kim, tan được trong các dung môi hữu cơ thông thường, hầu như không tan trong nước.

Bảng 1. Tính chất vật lý của các chất màu azo 1-4

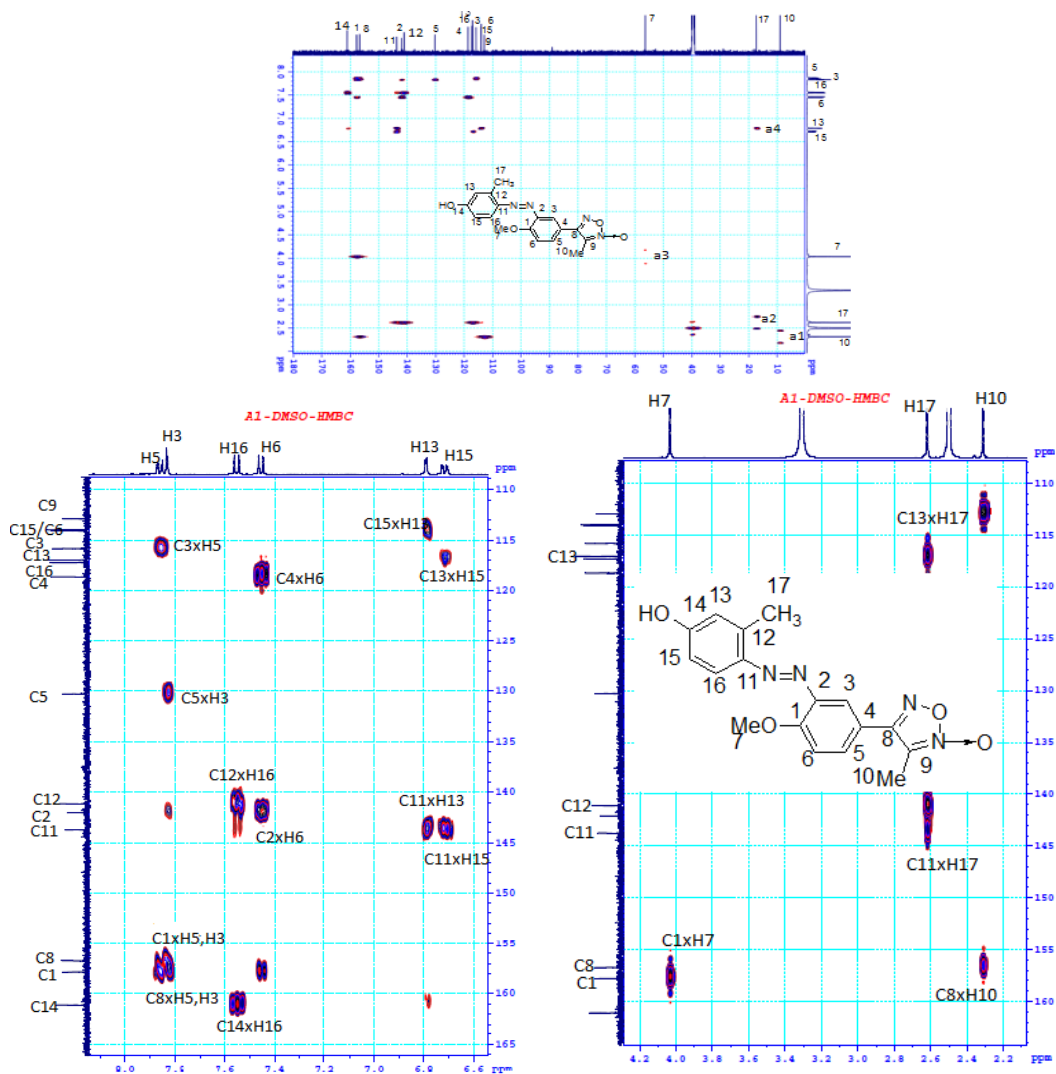
Chất phản ứng với A	Sản phẩm	Dung môi kết tinh	Dạng bề ngoài	t _{nc} , °C	Hiệu suất, %
<i>m</i> -Nitrophenol	1	Etanol:đioxan= 1:1	Tinh thể màu đỏ đậm	205	80
Đimetylanilin	2	Etanol:đioxan= 1:1	Tinh thể nhỏ, màu lục nhạt	168, 169	80
<i>m</i> -Crezol	3	Etanol	Tinh thể nhỏ, màu cam	224, 225	75
<i>p</i> -Hydroxiacetophenon	4	Etanol:đioxan= 1:1	Tinh thể nhỏ, màu đỏ	190	70

Phản ứng tạo hợp chất màu azo cho hiệu suất cao và xảy ra khá dễ dàng với cấu tử diazoni đóng vai trò là electrophin tấn công vào cấu tử ghép là các phenol hay amin là những hợp chất giàu electron. Tuy nhiên diazoni tạo thành rất kém bền với nhiệt nên phải thực hiện trong điều kiện nhiệt độ thấp 0-5°C cho đến khi muối diazoni tấn công vào nhân thơm. Trên phổ IR của các chất thu được không còn vân dao động hóa trị và vân dao động biến dạng của nhóm NH₂ chứng tỏ nhóm này đã chuyển hóa thành nhóm azo. Phổ IR của các chất azo cho thấy các vân dao động hóa trị H-O, H-N, H-C_{no}, H-C_{thom}, C=C, C=N... đều thể hiện rõ trên phổ. Các dao động cụ thể được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Tín hiệu từ phổ IR (cm⁻¹)

Sản phẩm	V _{OH}	V _{C-H (thom)}	V _{C-H (no)}	V _{C=N, V_{C=C, V_{N=N}}}	V _{ONO}
1	3200-3550	3010, 3070	2956	1602, 1528, 1494	1381, 1271
2	3500	3169, 3001	2944	1607, 1590, 1468	1433, 1311
3	3200-3500	3150, 3085	2950	1605, 1560, 1470	1360, 1268
4	3300-3550	3010	2907	1599, 1574, 1521	1373

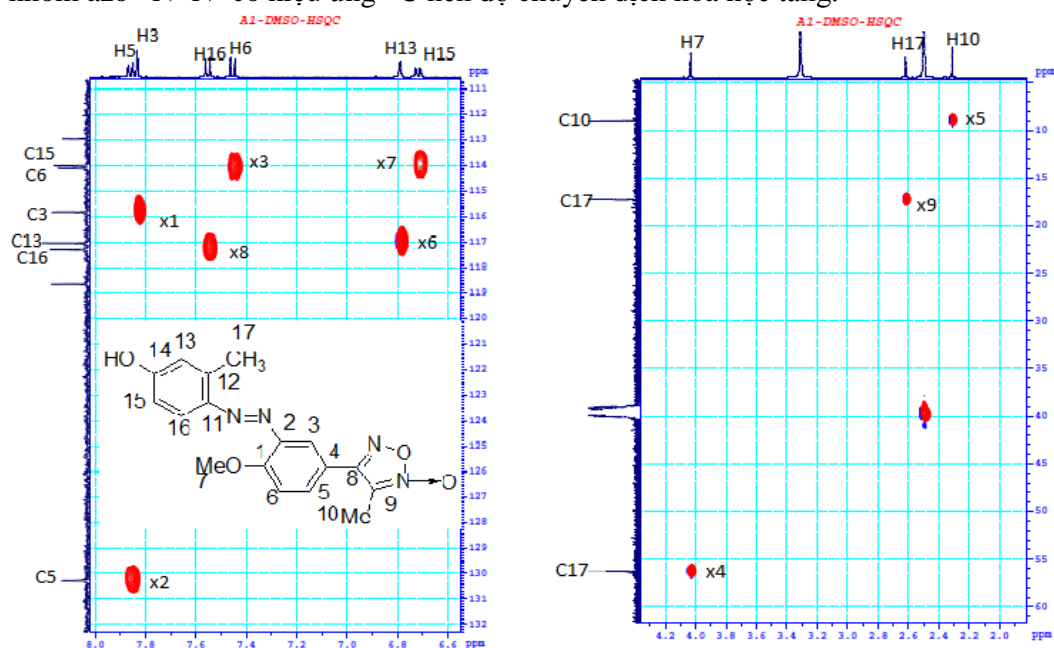
Với các chất phản ứng là phenol và amin có nhóm thế ở vị trí *o*-, hay *p*- thì tác nhân electrophin tấn công vào các vị trí *p*-, hay *o*- còn lại giàu e. Tuy nhiên với những cấu tử ghép có nhóm thế ở vị trí *m*- thì nhân electrophin có thể tấn công vào các vị trí *p*- hoặc *o*-. Nhóm tác giả [5] đã cho thấy khi cấu tử ghép có nhóm thế ở vị trí *m*- thì nhân electrophin sẽ tấn công vào vị trí *p*-. Để chứng tỏ điều này, chúng tôi đã kết hợp phân tích phổ ¹H-NMR, ¹³C-NMR, HMBC và HSQC của **3**. Phổ HMBC của **3** được trình bày ở hình 1.



Hình 1. Phổ HMBC của 3

Trên phổ $^1\text{H-NMR}$ và $^{13}\text{C-NMR}$ của **3** các tín hiệu H10/C10, H17/C17, H7/C7 dễ dàng được quy kết vì chúng thuộc trường mạnh tương ứng với ba vân đối xứng a1, a2, a3. Trong đó, tín hiệu của H7(4,032 ppm) ở trường mạnh hơn do H7 liên kết trực tiếp với nguyên tử O và có một pic giao duy nhất với C1 ở 156,72 ppm. Hai tín hiệu H17 và H10 được phân biệt nhờ các vân giao của chúng trên phổ HMBC, H10 được xác định ở (2,31 ppm) có hai vân giao với C8 (tương tác qua 3 liên kết) và C9 (tương tác qua 2 liên kết), qua đó cũng xác định được tín hiệu của C9 ở 112,97 ppm do C9 không còn vân giao nào khác. Trên hình phổ HMBC cho thấy ngoài vân đối xứng a2, C17 chỉ có một vân giao duy nhất a4 đó là tương tác qua 3 liên kết với H13, còn C10 không có vân giao nào khác. Như vậy, nhóm azo chỉ có thể dính vào vị trí *p*- so với $-\text{OH}$ và *m*- so với nhóm $-\text{CH}_3$. Từ tín hiệu của H13 ở 6,789 ppm (d; $J=2,5$ Hz) xác định được tín hiệu của C13 ở 117,05 ppm (trên phổ HSQC), C15 ở 114,02 ppm (có 1 vân giao duy nhất trên HMBC), C11 ở 143,75 ppm (có

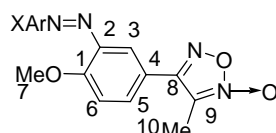
hai vân giao với H13 và H15) và H15 ở 6,717 ppm (dd; $J=9$ và $J=2,5$ Hz). Tương tự, hai tín hiệu H3 và H5 được xác định qua pic giao với C8 và C1. Trên phổ $^1\text{H-NMR}$ xác định được tín hiệu của H5 ở 7,858ppm (dd; $J=8,5$ và $J=2,5$ Hz) do có tương tác *o*- và *m*-, còn tín hiệu của H3 ở 7,85ppm (d; $J=2$ Hz), kết hợp phổ HSQC xác định được tín hiệu của C3 và C5. Để phân biệt H6 và H16, chúng tôi dựa vào các vân giao trên phổ HMBC, trong đó H16 có hai vân giao với C12 và C14, vân giao ở 7,552/141,11 chỉ ra tín hiệu của H16/C12 còn có vết mờ thể hiện sự tương tác của H16 với C11 qua hai tương tác. Vân giao ở 7,552/161,09 chỉ ra tín hiệu của C14 cũng là phù hợp với độ chuyển dịch hóa học cao nhất do C14 liên kết trực tiếp với OH. Còn lại là tín hiệu của H6 có hai vân giao với C4 và C2, chúng tôi xác định tín hiệu của C2 ở 142,10 ppm và tín hiệu của C4 ở 118,66 ppm. Điều này được giải thích là do C4 trong các hợp chất azo tổng hợp được không thay đổi so với trong amin ban đầu, còn C2 thì từ liên kết với nhóm NH_2 có hiệu ứng +C sang liên kết với nhóm azo $-\text{N}=\text{N}-$ có hiệu ứng $-C$ nên độ chuyển dịch hóa học tăng.



Hình 2. Phổ HSQC của 3

Phân tích tương tự chúng tôi đã chỉ ra được các tín hiệu của ^1H và ^{13}C của các chất **1,2,4** thể hiện ở bảng 3,4,5. Để dễ theo dõi chúng tôi chia hợp chất azo thành hai hợp phần là hợp phần amin (khung của amin khi chưa diazoni hóa), hợp phần azo là khung của amin và phenol thơm ghép vào. Bảng 3 là tín hiệu $^1\text{H-NMR}$ hợp phần amin và bảng 4 là tín hiệu $^1\text{H-NMR}$ hợp phần azo của các hợp chất mới tổng hợp được.

Bảng 3. Tín hiệu $^1\text{H-NMR}$ hợp phần amin các hợp chất azo từ A, δ (ppm), J (Hz)



KH	H3	H5	H6	H7	H10
A	7,06 d; <i>J</i> 2	6,90 dd; <i>J</i> 8,5;2	6,96 d; <i>J</i> 8,0	3,83 s	2,28 s
1	7,754 d; <i>J</i> 2	7,959 dd; <i>J</i> 8,5;2,5	7,519 d; <i>J</i> 8,5	4,067 s	2,298 s
2	7,85 d; <i>J</i> 2	7,78 dd <i>J</i> 8,5;2,5	7,42 d; <i>J</i> 9	4,02 s	2,31 s
3	7,83 d; <i>J</i> 2	7,858 dd; <i>J</i> 8,5; 2,5	7,550 d; <i>J</i> 8,5	4,032 s	2,31 s
4	8,135 d; <i>J</i> 2	7,951 dd; <i>J</i> 8,5;2,0	7,53 d; <i>J</i> 8,5	4,09 s	2,32 s

Từ tín hiệu phổ $^1\text{H-NMR}$ của các hợp chất azo đã phân tích ở trên cho thấy độ chuyển dịch hóa học của các proton của hợp phần amin của các hợp chất azo tổng hợp được đều tăng so với độ chuyển dịch hóa học của các proton trong amin A. Điều này có thể giải thích là do nhóm amin có hiệu ứng +C đã chuyển thành nhóm azo $-\text{N}=\text{N}-$ có hiệu ứng -C.

Bảng 4. Tín hiệu $^1\text{H-NMR}$ hợp phần azo của các hợp chất azo, δ (ppm), *J* (Hz)

KH	Ar	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18
1		-	7,392d; <i>J</i> 2,5	-	7,205dd; <i>J</i> 9;2,5	7,717d; <i>J</i> 9	-	-
2		7,78d; <i>J</i> 9,5	6,84d; <i>J</i> 9,5	-	6,84d; <i>J</i> 9,5	7,78d; <i>J</i> 9,5	3,07s	3,07s
3		-	6,789d; <i>J</i> 2,5	-	6,717dd; <i>J</i> 9;2,5	7,552d; <i>J</i> 9	2,61s	-
4		-	7,16d; <i>J</i> 8,5	8,02dd; <i>J</i> 8,5;2,5	-	8,372d; <i>J</i> 2,5	-	2,59s

Việc phân tích phổ $^{13}\text{C-NMR}$ của **1-4** chủ yếu dựa vào phân tích phổ HMBC và HSQC. Qua đó chỉ ra chính xác tín hiệu của từng C. Tín hiệu $^{13}\text{C-NMR}$ của các chất **1-4** được chỉ ra trong bảng 5.

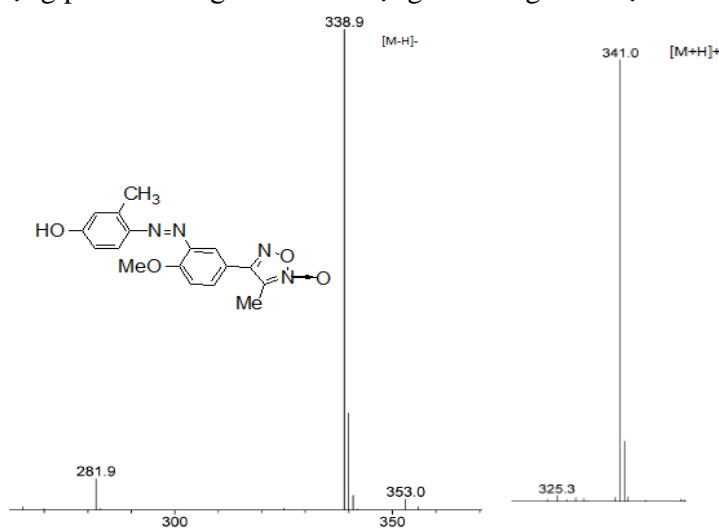
Bảng 5. Tín hiệu $^{13}\text{C-NMR}$ của các hợp chất azo; δ (ppm)

KH	C1 C2	C3 C4	C5 C6	C7 C8	C9 C10	C11 C12	C13 C14	C15 C16	C17 C18
A	148,7 138,7	111,9 119,0	116,0 110,7	55,65 157,8	113,0 9,4				
1	158,43 141,35	114,55 119,96	132,03 115,70	56,55 156,46	112,94 8,96	136,34 150,14	109,87 161,04	118,80 119,54	

2	157,48	115,26	129,67	56,27	112,96	143,08	111,50	111,50	40,00
	142,04	118,61	113,85	156,84	8,99	125,07	152,65	125,07	40,00
3	157,79	115,83	130,30	56,35	112,97	143,75	117,05	114,02	17,28
	142,10	118,66	114,11	156,72	8,98	141,11	161,09	117,30	
4	157,22	114,16	129,20	56,51	112,29	137,34	118,18	132,83	195,37
	139,23	118,88	115,22	156,10	8,5	157,62	127,47	132,02	25,91

Nhìn vào bảng phổ ^{13}C -NMR của các hợp chất azo cho thấy độ chuyển dịch của C1, C2, C3 và C5 ở các azo tổng hợp được cao hơn so với độ chuyển dịch của C1, C2, C3 và C5 ở amin A. Điều này có thể giải thích là do nhóm NH_2 đẩy electron còn nhóm azo hút electron.

Phổ ESI MS của **3**, **4** đều xuất hiện pic ion giả phân tử cho thấy các chất tổng hợp được có khối lượng phân tử đúng với khối lượng của công thức dự đoán (bảng 6).



Hình 3. Phổ EMS $[\text{M}+\text{H}]^+$ và EMS $[\text{M}-\text{H}]^-$ của hợp chất **3**

Bảng 6. Kết quả phân tích phổ ESI MS của các azo

STT	Công thức phân tử	M tính	-MS $[\text{M}-\text{H}]^-$; m/s (cường độ %)	+MS $[\text{M}+\text{H}]^+$; m/s (cường độ %)
3	$\text{C}_{17}\text{H}_{16}\text{O}_4\text{N}_4$	340	338,9 (100)	341 (100)
4	$\text{C}_{18}\text{H}_{16}\text{O}_5\text{N}_4$	368	366,9 (100)	369 (100)

Trong 4 chất tổng hợp được chúng tôi lấy 3 chất A1, A3, A3 làm mẫu thử nghiệm hoạt tính kháng vi sinh vật kiểm định. Kết quả được thể hiện trong bảng 7.

Bảng 7. Kết quả thử hoạt tính kháng vi sinh vật kiểm định của các hợp chất azo

Chất	KH mẫu	Nồng độ đầu của	Giá trị IC_{50} đối với các chủng ($\mu\text{g}/\text{ml}$)		
			Vi khuẩn G(-)	Vi khuẩn G(+)	Nấm men

		mẫu ($\mu\text{g/ml}$)	<i>S. enterica</i>	<i>E. coli</i>	<i>P.aeruginosa</i>	<i>B.subtilis</i>	<i>L.fermentum</i>	<i>S.aureus</i>	<i>C.albicans</i>
1	A2	50	>128	>128	>128	>128	>128	>128	>128
2	A3	50	>128	>128	>128	>128	>128	>128	>128
3	A1	50	>128	>128	>128	>128	>128	>128	>128

Kết quả cho thấy ba mẫu thử của các chất **1,2,3** đều không thể hiện hoạt tính ức chế vi sinh vật kiểm định ở nồng độ $128\mu\text{g/ml}$.

4. KẾT LUẬN

Từ anetol, hợp phần chính trong tinh dầu hồi, bằng chuỗi phản ứng thích hợp, chúng tôi đã thu được 4 hợp chất azo mới có chứa dị vòng furoxan. Đã phân tích phổ IR, $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$, HMBC, HSQC và MS để xác định cấu trúc của bốn hợp chất azo mới. Từ 4 hợp chất mới, đã thăm dò hoạt tính sinh học của 3 chất nhưng không có chất nào thể hiện hoạt tính kháng vi sinh vật kiểm định ở nồng độ $128\mu\text{g/ml}$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Hữu Đình, Lê Thị Nhiều, Ngô Thị Lý (2002), *Tổng hợp và cấu trúc một số hợp chất chứa vòng 1,2,5-Oxadiazol*, Tạp chí Hóa học, 40, 30-33.
- [2] O. A. Bizzozero., Gisela Dejesus., & Tamara A. Howard (2004), *Exposure of rat optic nerves to nitric oxide causes protein S-nitrosation and myelin decompaction*, Neurochemical Research, 29(9), 1675-1685.
- [3] Dahong Li, Lei Wang, Hao Cai, Yihua Zhang and Jinyi Xu (2012), *Synthesis and Biological Evaluation of Novel Furozan-Based Nitric Oxide-Releasing Derivatives of Oridonin as Potential Anti-Tumor Agents*, Molecules, 17, 7556-7568.
- [4] Nguyen Huu Dinh, Ngo Thi Ly, Trinh Thi Huan (2005), *Imines and azo compounds derived from 4-(3-amino-4-methoxyphenyl)-3-methylfuroxan*, Vietnam Journal of Chemistry, 43, 128-132.
- [5] Nguyen Huu Dinh, Ngo Thi Ly, Pham Van Hoan (2006), *Some Imines and Azo Compounds Containing Furoxan Ring Synthesized from Methylisoeugenol*, Journal of Heterocyclic Chemistry, 43, 1657-1663.
- [6] A.H.Shridhar., J.Keshavayya., S.k.Peethambar., H.Joy Hoskeri (2012), *Synthesis and biological activities of Bis alkyl 1,3,4-oxadiazole incorporated azo dye derivative*, Arabian Journal of Chemistry, 9, 1643-1648. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2012.04.018>.

SYNTHESIS AND STRUCTURE OF SOME AZO COLORS FROM ANETHOLE IN ANISE ESSENTIAL OIL

Le Thi Hoa, Trinh Thi Huan, Nguyen Thi Huong, Vu Thi Ha Mai

ABSTRACT

From anethole, the main component of Hoi oil has synthesized 4-methoxy-3-(3-methylfuroxan-4-yl)phenylamine key. Reactions of 4-methoxy-3-(3-methylfuroxan-4-yl)phenylamine with aromatic phenol and aromatic amine were examined. The structure of four new azo compounds was determine by IR, ¹H-NMR, ¹³C-NMR, HMBC, HSQC and MS spectroscopy.

Keywords: *Azo, furoxan, anethole, 4-methoxy-3-(3-methylfuroxan-4-yl)phenylamine.*

Ngày nộp bài: 18/4/2019; Ngày gửi phản biện: 22/4/2019; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019.

XÂY DỰNG TRANG THÔNG TIN VÀ DIỄN ĐÀN TIN HỌC TRẺ THANH HÓA

Lê Thị Hồng¹, Trịnh Thị Anh Loan², Nguyễn Thu Hương³

TÓM TẮT

Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất một số giải pháp phần mềm - Website Tin học trẻ Thanh Hóa nhằm cung cấp thông tin, bồi dưỡng kiến thức tin học cho đối tượng học sinh trên địa bàn tỉnh Thanh Hóa nói riêng và đối tượng học sinh nói chung. Mục tiêu quan trọng của giải pháp đó là cung cấp cho giáo viên, phụ huynh và các em học sinh thông tin về các cuộc thi tin học, tài liệu cần thiết để triển khai việc bồi dưỡng hoặc tự học tin học thông qua phương tiện trao đổi trực tuyến; đồng thời tạo ra một sân chơi bổ ích để các giáo viên trao đổi kinh nghiệm, các bậc phụ huynh trao đổi những thắc mắc và các bạn học sinh yêu thích môn tin học có cơ hội tự học, phát triển niềm đam mê của mình. Website tập hợp thông tin về các kỳ thi, đề thi các năm, kiến thức, kỹ năng phân theo từng khối, bài tập phân loại theo từng chuyên đề và từng lứa tuổi học sinh, các hình ảnh, video minh họa, diễn đàn để trao đổi thông tin và cung cấp một công cụ để các bạn học sinh kiểm tra trình độ tin học thông qua bài trắc nghiệm.

Từ khóa: Tin học, trắc nghiệm online, diễn đàn, tin học trẻ.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công nghệ thông tin giờ đây đã có mặt ở nhiều phương diện trong cuộc sống hàng ngày của chúng ta, từ thương mại đến giải trí và thậm chí cả văn hóa, xã hội và giáo dục. Ngày nay, điện thoại di động, máy tính để bàn, thiết bị cầm tay, thư điện tử và việc sử dụng internet đã trở thành tâm điểm trong văn hóa và cộng đồng của chúng ta, là cầu nối không thể tách rời trong nhịp sống toàn cầu hóa. Công nghệ thông tin giữ một vai trò rất quan trọng tại các quốc gia trên thế giới. Gần như mọi khía cạnh của nền kinh tế, mọi hoạt động khoa học ngày nay đều có sự hiện diện của công nghệ thông tin.

Việc dạy tin học nói chung và lập trình **sớm** nói riêng không chỉ có ích cho toàn bộ học sinh, giúp các bạn học sinh rèn luyện thói quen tư duy logic và sáng tạo, khơi gợi các khả năng tiềm ẩn mà còn trợ giúp rất lớn cho ngành công nghệ thông tin và quá trình hiện đại hóa đất nước. Vì vậy, ở các nước phát triển việc triển khai chương trình dạy học tin học cho học sinh từ cấp tiểu học đã được quan tâm đầu tư từ nhiều năm nay. Việc ứng dụng công nghệ thông tin trong đào tạo cũng được chú trọng phát triển, nhiều website được xây dựng cung cấp thông tin, khái niệm cơ bản về công nghệ thông tin, lập trình và thông tin thời đại số nhằm hướng dẫn học sinh tìm hiểu kiến thức và kỹ năng liên quan đến tin học, thiết kế, lập trình, thử nghiệm.

^{1,2} Khoa Công nghệ Thông tin và Truyền thông, Trường Đại học Hồng Đức

³ Trường Cao đẳng Y Thanh Hóa

2. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU

2.1. Tổng quan tình hình nghiên cứu ngoài nước

Ở Hoa Kỳ, Tổng thống Barack Obama trong thông điệp liên bang 2013, đã nhấn mạnh vào “việc xây dựng các kỹ năng cho học sinh đáp ứng một nền kinh tế công nghệ cao”, và sau này, ông kêu gọi “giới trẻ - thay vì chỉ biết tiêu thụ, hãy sản xuất ra thông tin”, và “không chỉ sử dụng máy điện thoại di động, hãy lập trình cho nó”. Hoa Kỳ đã có nhiều chương trình tài trợ đưa việc giảng dạy lập trình vào khối tiểu học và trung học.

Anh quốc là quốc gia đầu tiên trên thế giới đã đưa việc học lập trình thành điều bắt buộc trong các trường tiểu học và trung học. Trẻ em sẽ học lập trình ở độ tuổi 5 đến 16. Ở giai đoạn 1, học sinh học viết chương trình nhỏ, các khía cạnh đơn giản của thuật toán, cài đặt và thực thi trên thiết bị điện tử. Trong giai đoạn 2, học sinh được học cách thiết kế và viết các chương trình phức tạp hơn, tương tác với môi trường xung quanh. Ở giai đoạn 3 (cấp trung học), học sinh học về đại số Boolean, tư duy thuật toán. Giai đoạn 4 tập trung vào sáng tạo và định hướng nghề nghiệp.

Ở New Zealand, trẻ bắt đầu sử dụng công nghệ khi mới lên 5. Ở tuổi này, chúng vẽ được các chương trình đồ họa đơn giản và gửi lời chú thích cho giáo viên. Khi lên lớp 3, học sinh có thể tự đăng bài viết và hình vẽ một cách độc lập lên mạng. Viết blog là một cách để mỗi học sinh có tiếng nói riêng.

Hiện nay, có nhiều trang web cung cấp các thông tin, tài liệu về tin học, các chương trình hướng dẫn, hỗ trợ học tin học cho các đối tượng học sinh từ lớp 1 đến lớp 12, có thể kể đến một số trang web như:

<http://newtechkids.com>: là một website của Hà Lan dạy trẻ em tiểu học suy nghĩ tính toán và các khái niệm cơ bản về công nghệ, lập trình; hướng dẫn trẻ em tìm hiểu kiến thức và kỹ năng liên quan đến thiết kế, lập trình, thử nghiệm.

<https://www.technokids.com>: của Canada cung cấp các thông tin về tin học cho các đối tượng học sinh từ lớp 1 đến lớp 12. Từ đó giúp học sinh áp dụng kiến thức để phân tích thông tin, hợp tác, giải quyết vấn đề và ra quyết định.

<https://www.thinkfun.com/robot-turtles>: của Ai Cập dạy trẻ lập trình chương trình Robot Turtles trước khi trẻ học đọc, được phát minh bởi Dan Shapiro, một doanh nhân phần mềm ở Seattle.

<http://teachyourkidstocode.com>: dạy trẻ viết mã và hướng dẫn của phụ huynh, giáo viên phương pháp, tài liệu để dạy trẻ lập trình cơ bản và giải quyết vấn đề bằng ngôn ngữ lập trình Python. Có sự tham gia của giáo sư khoa học máy tính Dr. Bryson Payne - Đại học Kinh doanh Mike Cottrell tại bắc Georgia.

<https://www.gethopsotch.com>: được xây dựng bởi những người tạo ra Hopscotch. Ứng dụng vui nhộn, miễn phí này có giao diện kéo và thả dễ dàng mà trẻ em ở mọi lứa tuổi có thể sử dụng để làm sinh động Daisy và khiến cô bé nhảy múa trên màn hình. Trẻ em sẽ trực giác nắm bắt những điều cơ bản của các đối tượng, giải trình tự, vòng lặp và sự kiện bằng cách giải quyết các thách thức của ứng dụng này.

Hầu hết các trang web này đều cung cấp các tài liệu, thông tin nền tảng cho người dùng (trẻ em, học sinh, phụ huynh); giải thích từng bước sẽ khiến trẻ học được tư duy tính toán ngay lập tức, trong khi các ví dụ về hình ảnh và định hướng trò chơi khiến trẻ tập trung và hứng thú hơn. Cách giới thiệu các khái niệm cơ bản rất thân thiện và dễ nhớ giúp ngay cả những lập trình viên trẻ nhất cũng có thể hiểu và tự xây dựng các kỹ năng để tạo ra các ứng dụng và trò chơi thú vị của riêng chúng. Tuy nhiên, các trang web này đều sử dụng ngôn ngữ tiếng Anh, đây chính là rào cản lớn nhất đối với người Việt.

2.2. Tổng quan tình hình nghiên cứu trong nước

Xác định rõ tầm quan trọng của công nghệ thông tin, Việt Nam đã đưa môn Tin học vào trong trường học ngay từ bậc tiểu học. Học sinh tiểu học được tiếp xúc với môn Tin học để làm quen dần với lĩnh vực công nghệ thông tin, tạo nền móng cơ sở ban đầu và tiếp tục học những phần nâng cao ở các khối phổ thông cơ sở và phổ thông trung học. Tin học đã trở thành một môn học quan trọng, có hoạt động trí tuệ sáng tạo và hấp dẫn đối với nhiều học sinh, các thầy cô giáo và các bậc phụ huynh. Nhiều tỉnh thành đã và đang xây dựng phong trào khuyến học để phát triển và bồi dưỡng cho các học sinh có năng khiếu về tin học. Hằng năm, đã có một số cuộc thi về tin học cho các đối tượng là học sinh được tổ chức từ cấp quận/huyện, cấp tỉnh và trên phạm vi toàn quốc thu hút đông đảo các em học sinh tham gia. Qua đó phát hiện và bồi dưỡng được nhiều học sinh có năng khiếu về tin học.

Hiện nay có một số website cung cấp thông tin về các cuộc thi và diễn đàn phục vụ cho việc bồi dưỡng kiến thức, kỹ năng tin học cho đối tượng là học sinh như:

<http://tainangviet.vn> đăng tải các thông tin về Hội thi tin học trẻ toàn quốc.

<http://emyeutinhoc.com> cung cấp một số câu hỏi trắc nghiệm về tin học, một số bài tập về lập trình MSWLogo, lập trình Scratch và lập trình Pascal.

<http://tinhoc tre.khoahoc tre.com.vn> cung cấp các thông tin và giải pháp thi trắc nghiệm online Hội thi tin học trẻ TP. Hồ Chí Minh.

<http://vnoi.info> và <http://vn.spoj.com> tổng hợp và dịch một số đề thi Olympic tin học, ACM, Challenge; đăng tải các bài viết về lập trình; cung cấp diễn đàn trao đổi về kinh nghiệm học tin, giải các đề thi, bài tập,...

Tuy nhiên các website này có một số hạn chế như:

Chưa sắp xếp, phân loại hệ thống bài tập nên việc tham khảo chỉ dành cho các học sinh đã có kiến thức chuyên sâu về lập trình. Các học sinh hoặc giáo viên mới làm quen rất khó để tiếp cận.

Chưa phân loại theo đối tượng (người mới học, đang tìm hiểu, có kiến thức chuyên sâu,...), theo khối (tiểu học, trung học cơ sở, trung học phổ thông, ..)

Ở tỉnh Thanh Hóa, Hội thi tin học trẻ được tổ chức hằng năm dành cho đối tượng thí sinh là học sinh các khối tiểu học, trung học cơ sở, trung học phổ thông trên địa bàn toàn tỉnh. Hội thi ngày càng thu hút sự tham gia của đông đảo học sinh và là mối quan tâm của nhiều trường học, nhiều thầy cô giáo và các bậc phụ huynh. Đây là sân chơi bổ ích để ươm mầm tài năng tin học cho đối tượng học sinh của tỉnh, ngày càng thu hút sự

quan tâm của các bạn học sinh, các bậc phụ huynh, các trường học, các tổ chức đoàn thể,... Tuy nhiên, chưa có một website chính thức nào cung cấp các thông tin cần thiết về hội thi như: thông báo, thể lệ hội thi, danh sách thí sinh dự thi, kết quả thi,... Bên cạnh đó phong trào bồi dưỡng kiến thức, kỹ năng tin học trong tỉnh vẫn chưa thực sự phát triển. Khó khăn chủ yếu là do thiếu hụt các nguồn tài liệu phục vụ cho việc bồi dưỡng như: sách, nguồn bài tập, phân phối chương trình, thông tin về các kỳ thi, kinh nghiệm học tập và giảng dạy,... Điều này làm cho các giáo viên dạy tin học ở các trường trong tỉnh rất khó triển khai việc bồi dưỡng cho các em học sinh; các bạn học sinh có khả năng tự học cũng khó phát huy.

3. GIẢI PHÁP ĐỀ XUẤT

Trong phần này, chúng tôi trình bày chi tiết các nội dung nghiên cứu của đề tài bao gồm: khảo sát nhu cầu và xây dựng kiến trúc hoạt động của giải pháp phần mềm đề xuất.

3.1. Khảo sát nhu cầu

Hiện nay, tỉnh Thanh Hóa chưa có website chính thức để đăng tải các thông tin về các cuộc thi tin học trong tỉnh. Việc tổ chức các cuộc thi tin học trong tỉnh hiện nay diễn ra theo quy trình:

Các thông tin về các cuộc thi tin học được Tỉnh đoàn thông báo đến các Huyện đoàn trong tỉnh thông qua văn bản giấy.

Các Huyện đoàn triển khai thông báo đến các trường học trên địa bàn huyện thông qua văn bản giấy.

Các trường học triển khai thông báo đến các học sinh (các học sinh đăng ký, trường có thể tổ chức thi chọn hoặc không tùy vào từng trường).

Các trường học lập danh sách học sinh tham dự chuyển lên Huyện đoàn, Huyện đoàn lập danh sách thí sinh tham gia thi trong toàn huyện gửi lên Tỉnh đoàn.

Căn cứ vào danh sách thí sinh đăng ký tham gia thi của các Huyện đoàn, Tỉnh đoàn phối hợp với các đơn vị tổ chức lập danh sách thí sinh dự thi, làm thẻ dự thi và xếp danh sách phòng thi.

Tất cả các thông tin về buổi thi bao gồm: nội dung thi, thời gian thi, địa điểm thi, phòng thi,... sẽ được Tỉnh đoàn gửi đến các Huyện đoàn và Huyện đoàn lại thông tin đến các trường học, đến các thí sinh.

Việc công bố kết quả thi: mấy năm trước đây thông thường các thí sinh chỉ biết kết quả là đạt giải hay không mà không biết cụ thể điểm thi của mình. Riêng năm 2018, kết quả thi vòng 1 được công bố trên website của Trường Đại học Hồng Đức và kết quả thi vòng 2 được dán bảng sau buổi thi tại bên ngoài hội trường tổ chức trao giải.

Thực tế thông thường các văn bản này được đưa đến các trường học khá sát ngày thi gây nhiều bất cập cho các trường học, các em học sinh và các bậc phụ huynh. Nếu thông báo thất lạc dẫn đến các trường học không nhận được thông báo hoặc các trường học nhận thông báo nhưng quên không triển khai hoặc triển khai không nhiệt tình các đối tượng học

sinh thì học sinh và phụ huynh sẽ không biết ý nghĩa thực sự của các kỳ thi. Điều này ảnh hưởng đến số lượng học sinh đăng ký tham gia các cuộc thi và ảnh hưởng đến chất lượng ôn tập của các bạn học sinh.

Nhiều bạn học sinh và bậc phụ huynh không biết đến thể lệ cuộc thi, cấu trúc đề thi nên không biết định hướng ôn tập như thế nào. Cũng có nhiều bậc phụ huynh và các bạn học sinh muốn ôn tập để chuẩn bị tốt cho các cuộc thi tin học hoặc đơn giản là học để biết, để khám phá về tin học, về máy tính thì lại không biết tìm tài liệu ở đâu. Vấn đề ở đây không phải là không thể tìm được tài liệu để học mà vấn đề là không biết lựa chọn tài liệu nào tốt để học cho hiệu quả. Lý do là hiện nay có quá nhiều tài liệu được đưa lên internet, chính vì vậy chỉ cần vào máy tìm kiếm gõ một yêu cầu là cả hàng trăm, hàng ngàn chỉ dẫn tài liệu hiện ra. Các em học sinh, các bậc phụ huynh những người chưa có kiến thức sâu về tin học làm sao để lựa chọn được tài liệu tốt, tài liệu hay, tài liệu phù hợp?

Việc thông báo số báo danh, phòng thi của các thí sinh đến các Huyện đoàn thông thường khá muộn nên khó cho Huyện đoàn trong việc thông báo các thông tin này đến các thí sinh. Vì vậy, thông thường các thí sinh thường đến buổi thi mới đến xem số báo danh, phòng thi tại địa điểm thi dẫn đến tình trạng nhốn nháo, chen lấn nhau gây tâm lý không tốt cho các thí sinh.

Việc không được xem kết quả thi hoặc chen lấn nhau để xem kết quả thi cũng gây tâm lý khó chịu cho nhiều bậc phụ huynh, dẫn đến nhiều người có những phát ngôn không hay về cuộc thi, ảnh hưởng đến uy tín của cuộc thi và Ban tổ chức.

3.2. Giải pháp đề xuất

Để giải quyết tất cả các vấn đề trên, cần có một website chính thức để đăng tải công khai thông tin về các cuộc thi tin học trẻ đến mọi người. Website ra đời sẽ đơn giản hóa mọi thủ tục, công văn thông báo, đồng thời là nơi để các bạn học sinh, phụ huynh có thể tham gia trao đổi về kiến thức tin học, tìm kiếm thông tin, tài liệu hay về tin học, cùng hỗ trợ nhau bồi dưỡng kiến thức tin học.

Yêu cầu về chức năng

Website bao gồm các chức năng chính

Chức năng cung cấp thông tin bao gồm: thông tin về các cuộc thi tin học trẻ và kho tài liệu học tập, các đề thi, các bài tập và hệ thống câu hỏi trắc nghiệm về các kỳ thi và các tài liệu liên quan đến môn Tin học được phân loại theo các chuyên đề và theo các khối lớp.

Chức năng trắc nghiệm online giúp học sinh tự kiểm tra kiến thức về tin học.

Chức năng diễn đàn: tạo cho các bạn học sinh, các thầy cô giáo, các bậc phụ huynh một sân chơi để cùng trao đổi và được tư vấn về các thông tin, các bài tập, các đề thi, các kiến thức về tin học.

Yêu cầu về tính năng

Website phải có dung lượng không quá lớn, tốc độ xử lý nhanh

Giao diện dễ nhìn thân thiện với người sử dụng

Việc tìm kiếm phải thực hiện chính xác, không chấp nhận sai sót

Website chạy ổn định

Bảng 1. Các chức năng chính của hệ thống

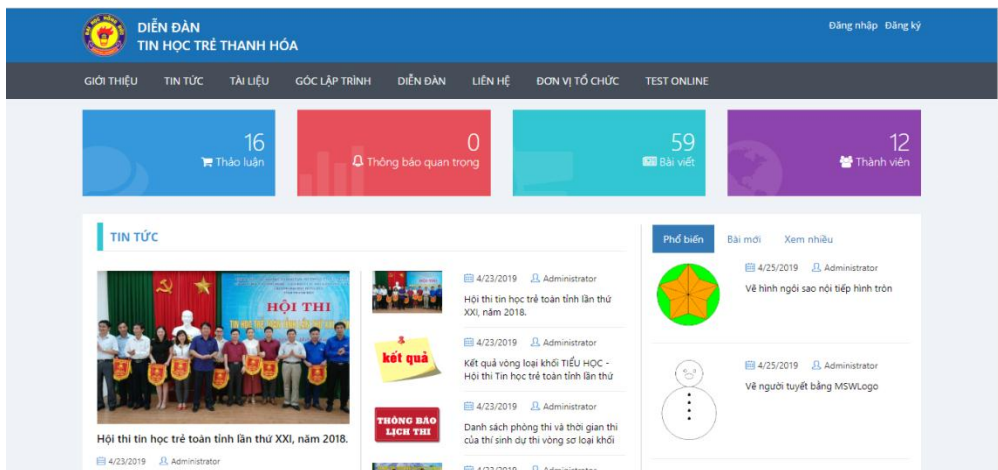
TT	Chức năng	Module	Đối tượng người dùng
1	Quản lý người dùng (thêm, sửa, xóa người dùng)	AdminApp	Quản trị viên
2	Quản lý phân quyền (thêm, sửa xóa quyền của người dùng)		
3	Quản lý danh mục (thêm, sửa, xóa các danh mục tài liệu, danh mục đề thi test online và các nội dung trong đề thi test online)		
4	Quản lý tin tức (thêm, sửa, xóa tin bài)		
5	Quản lý tài liệu (import, sửa, xóa tài liệu)		
6	Quản lý ngân hàng câu hỏi thi (import, sửa, xóa câu hỏi)		
7	Quản lý đề thi (tạo, sửa, xóa, thay đổi trạng thái (kích hoạt hay không kích hoạt))		
8	Quản lý diễn đàn (xóa các bài viết, các bình luận)		
9	Tin tức (xem, tìm kiếm thống kê, download)	InforApp	Người dùng
10	Tài liệu (xem, tìm kiếm thống kê, download)	DocumApp	Người dùng
11	Test online (làm bài thi, xem kết quả bài thi, xem lịch sử bài thi)	TestApp	Thành viên
12	Forum (xem, tìm kiếm, viết bài, bình luận)	ForumApp	Thành viên

3.3. Các chức năng chính của website

Sau khi khảo sát hiện trạng nhu cầu trong tỉnh, chúng tôi đã xây dựng website Tin học trẻ Thanh Hóa gồm các chức năng chính như sau:

3.3.1. Trang chủ (Tin tức)

Khi người dùng truy cập vào trang chủ của website hoặc vào mục Tin tức của website sẽ hiển thị giao diện dưới đây.



Đây chính là trang chủ của website: cung cấp thông tin về các hội thi Tin học trẻ trong tỉnh và toàn quốc: kế hoạch thi, thể lệ các hội thi, thông báo về địa điểm thi, phòng thi, số báo danh đến các thí sinh, thông báo kết quả thi, ghi danh các thí sinh đạt giải cao.

Các phân mục trong website đều được mặc định hiển thị các bài viết mới nhất: thông báo mới nhất, tài liệu mới nhất, bài tập mới nhất, bài trong diễn đàn mới nhất,... giúp người dùng thuận tiện khi cập nhật thông tin từ website thường xuyên.

Các tin tức cũng có thể được thống kê theo số lượng (số thảo luận, số thông báo quan trọng, số bài viết hay số thành viên) và được hiển thị ưu tiên theo tin nổi bật, theo thời gian tạo bài viết (ưu tiên bài viết mới nhất) hoặc theo lượng xem (ưu tiên lượng truy cập nhiều nhất).

Trong phần này còn hiển thị thông tin về Góc lập trình gồm các bài viết về Lập trình MSWLogo, Scratch và Pascal thuộc chương trình học của các khối tiểu học, THCS, THPT. Đó là các bài giảng, các tài liệu về các ngôn ngữ lập trình này, các bài viết chia sẻ kinh nghiệm về lập trình, các bài viết giải quyết các bài toán trong chương trình học và các bài toán thực tế bằng các ngôn ngữ lập trình.

Trên trang chủ cho phép người dùng tìm kiếm tin tức từ khóa của tiêu đề bài viết hoặc thống kê các bài viết theo danh mục (Tất cả, tin tổng hợp, lập trình MSWLogo, lập trình với Scratch, lập trình với Pascal,...)

Trang chủ cũng hiển thị thông tin về website, các bài viết, các thảo luận mới và cho phép kết nối đến một số trang web phổ biến.

3.3.2. Tài liệu

Cung cấp các bài giảng, các tài liệu tin học cho các bạn học sinh thuộc các khối tiểu học, trung học cơ sở, trung học phổ thông theo các chủ đề khác nhau: tin học văn phòng (Word, Excel, Powerpoint), phần mềm vẽ tranh Paint, lập trình MSWLogo, lập trình Scratch, lập trình Pascal.

Cung cấp đề thi theo khối (tiểu học, THCS, THPT) của các hội thi Tin học trẻ của các quận/huyện, tỉnh/thành và đề thi Tin học toàn quốc qua các năm.

Cung cấp các dạng đề thi học kỳ theo khối lớp.

Các tài liệu có thể được tìm kiếm, thống kê theo loại tài liệu. Người dùng có thể xem tài liệu ngay trên website bằng cách kích chuột lên tên tài liệu hoặc tải tài liệu về máy bằng cách kích chuột lên biểu tượng download.

3.3.3. Test online

Cho phép người dùng tự kiểm tra trình độ tin học của mình qua các bài kiểm tra trắc nghiệm online theo các chủ đề hoặc theo các khối thi. Người dùng có thể chọn khối thi (tiểu học, THCS, THPT) hoặc khối kiến thức (Tin học văn phòng, lập trình MSWLogo, lập trình Scratch, lập trình Pascal) để làm bài trắc nghiệm.

Mỗi bài trắc nghiệm sẽ có 20 câu hỏi thực hiện trong thời gian 20 phút. Số lượng câu hỏi và thời gian làm bài hoàn toàn có thể thay đổi cho phù hợp với các bài thi.

Trong quá trình thí sinh làm bài, đồng hồ sẽ đếm ngược thời gian. Nếu hết thời gian làm bài mà thí sinh chưa thực hiện thao tác nộp bài thì hệ thống sẽ dừng việc làm bài của thí sinh tự động thu bài, thông báo kết quả cho thí sinh: Số lượng câu đúng/Tổng số câu hỏi.

Hệ thống cho phép thí sinh xem đáp án và chi tiết bài làm của mình. Đáp án đúng được tô màu xanh, đáp án sai được tô màu đỏ.

3.3.4. Diễn đàn

Cho phép người dùng trao đổi kiến thức về Tin học. Các thành viên có thể trao đổi, thảo luận trên website thông qua các chủ đề do chính mình tạo. Nội dung trên diễn đàn rất phong phú và hoàn toàn do người dùng tạo dựng. Tất cả người dùng đều có thể tham gia bình luận nhưng chỉ có một số thành viên được cấp quyền viết.

Các bài viết được chia thành các chủ đề: Lập trình MSWLogo, lập trình Scratch, lập trình Pascal, tin học văn phòng.

4. KẾT LUẬN HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Trang thông tin và diễn đàn tin học trẻ là nơi cung cấp thông tin về các cuộc thi tin học trong tỉnh như các thông báo, quy định, thể lệ, thông tin, sự kiện, kết quả thi, vinh danh,... giúp các trường học, các bạn học sinh, các bậc phụ huynh nắm được thông tin về các cuộc thi đầy đủ, nhanh chóng, kịp thời. Bên cạnh đó, website cũng cung cấp các đề thi của các cuộc thi, bài tập, hệ thống câu hỏi trắc nghiệm và tài liệu bồi dưỡng kiến thức, kỹ năng tin học cho học sinh khối Tiểu học và Trung học; kết hợp với diễn đàn trao đổi và các chức năng test online giúp các thí sinh có thể ôn tập và tự kiểm tra trình độ, đồng thời phát hiện, đào tạo từ xa được nhiều học sinh có năng khiếu ở các trường trong tỉnh, khuyến khích khả năng tự học và ứng dụng công nghệ thông tin vào học tập cho các em học sinh. Website trở thành cầu nối liên kết và nền tảng thúc đẩy phong trào học tập tin học của các bạn học sinh trên địa bàn tỉnh Thanh Hóa nói riêng và các khối từ tiểu học đến trung học nói chung.

Hiện tại, người dùng chỉ có thể xem đề bài và giải ở máy cá nhân và website đang được lưu trữ trên máy chủ của khoa Công nghệ thông tin và Truyền thông, Trường Đại học Hồng Đức. Trong thời gian tới chúng tôi dự kiến sẽ nâng cấp và sử dụng tên miền riêng và xây dựng thêm hệ thống chấm điểm bài tập trực tuyến và quản lý điểm số giải bài của người dùng để tăng thêm tính tương tác và thu hút người sử dụng. Chúng tôi cũng sẽ tìm hiểu và áp dụng các giải pháp bảo mật tốt hơn cho website.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Alabo H. Biriya, and Emmah V. Thomas (2014), *Online Discussion Forum: A Tool for Effective StudentTeacher Interaction*, International Journal of Applied Science-Research and Review, 111-116.

- [2] John Maloney, Mitchel Resnick, Natalie Rusk, Brian Silverman, and Evelyn Eastmond (2010), *The Scratch Programming Language and Environment*, ACM Transactions on Computing Education · November 2010.
- [3] Report of the joint Informatics Europe & ACM Europe Working Group on Informatics Education(2013), *Informatics education: Europe cannot afford to miss the boat*, April, <http://www.informatics-europe.org/images/documents/informatics-education-acm-ie.pdf>.

BUILDING WEBSITE AND INFORMATICS FORUM FOR THANH HOA YOUNGSTERS

Le Thi Hong, Trinh Thi Anh Loan, Nguyen Thu Huong

ABSTRACT

In this paper, we propose a software solution - Thanh Hoa youngsters Informatics Website which provides information and forum for pupils in Thanh Hoa province and others. The main goal of the solution is to provide information about informatics competitions for teachers, parents and pupils. Besides, it creates a useful playground for teachers to exchange experiences, for parents to exchange information and for pupils to study informatics. We collect exam questions from previous years' exams and selected good assignments. All of them are classified by proficiency levels. We also provide an online test function. Users can evaluate their own computer skills through the exam questions that are provided on the website.

Keywords: *Informatics, test online, forum.*

Ngày nộp bài: 5/4/2019; Ngày gửi phản biện: 9/4/2019; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019.

BẤT ĐẲNG THỨC BIẾN PHÂN ĐỐI VỚI HỌ CÁC ÁNH XẠ S-ĐƠN ĐIỆU TRONG KHÔNG GIAN BANACH

Nguyễn Mạnh Hùng¹, Nguyễn Xuân Thuần²

TÓM TẮT

Bài báo đưa ra một số kết quả mới về sự tồn tại nghiệm của bất đẳng thức biến phân phi tuyến đối với họ các ánh xạ S- đơn điệu, tương thích với nhau trên không gian Banach phản xạ.

Từ khóa: Ánh xạ kiểu đơn điệu, giải tích phi tuyến, bất đẳng thức biến phân.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Giả sử X, Y là các không gian Banach thực, X^* là không gian đối ngẫu của X (nếu $X = \mathbb{R}^n$ hoặc X là không gian Hilbert thì có thể đồng nhất X với X^*). Ký hiệu $\langle x^*, x \rangle$ là cặp đôi ngẫu giữa $x^* \in X^*$ và $x \in X$; $\text{span}(D)$ - là bao tuyến tính của tập D . Gọi d là metric được cảm sinh bởi chuẩn trên X và H là metric Hausdorff trên X cảm sinh bởi d , nghĩa là:

Trong đó, $d(x, E) = \inf \{d(x, y) : y \in E\}$ là khoảng cách từ điểm $x \in X$ tới tập con $E \subset X$.

Giả sử $D \subset X$ là tập lồi đóng, $A : D \rightarrow X^*$ là ánh xạ đơn trị. Bài toán tìm $u \in D$ thỏa mãn $\langle Au, x - u \rangle \geq 0, \forall x \in D$ (1)

gọi là bài toán bất đẳng thức biến phân hoặc, nói đơn giản là bất đẳng thức biến phân (hay bài toán biến phân [1]). Chú ý rằng, bài toán (1) liên hệ với bài toán tối ưu qua định lí sau.

Định lí 1.1.[7] *Giả sử $f : X \rightarrow \mathbb{R}$ là hàm khả vi Frechet và D là tập con lồi trong X . Khi đó, nếu u là nghiệm của bài toán tối ưu: $\min \{f(x) : x \in D\}$, thì u là nghiệm của bài toán biến phân $\langle f'(u), x - u \rangle \geq 0, \forall x \in D$.*

Phiếm hàm $f : D \subset X \rightarrow \mathbb{R}$ được gọi là lồi trên D , nếu $\forall t \in [0, 1], \forall x, y \in D: f(tx + (1-t)y) \leq tf(x) + (1-t)f(y)$;

và f gọi là nửa liên tục dưới trên D , nếu $f(x) \leq \liminf_{y \rightarrow x} f(y), \forall x \in X$.

Ánh xạ $A : D \subset X \rightarrow X^*$ được gọi là

Đơn điệu, nếu $\langle Ax - Ay, x - y \rangle \geq 0$ và đơn điệu ngặt, nếu $\langle Ax - Ay, x - y \rangle > 0$, với $\forall x, y \in D$ và $x \neq y$.

Anti-đơn điệu, nếu $\langle Ax, y - x \rangle \geq 0$ thì $\langle Ay, y - x \rangle \geq 0, \forall x, y \in D$.

^{1,2} Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Hồng Đức

Hemi-liên tục, nếu ánh xạ $t \mapsto \langle A(x+ty), z \rangle$ liên tục, $\forall x, y, z \in D$.

Tính liên tục và tính hemi-liên tục là đồng nhất trên các không gian hữu hạn chiều. Trong [8] lớp bài toán biến phân dạng

$$\langle T(y) - T(u), y - u \rangle \geq 0, \quad \forall y \in D, \quad (2)$$

đã được xét cho lớp toán tử đơn điệu, nửa đơn điệu trên không gian Banach. Mở rộng hơn, bài toán (2) được giải cho lớp ánh xạ ngẫu nhiên kiểu đơn điệu, nửa đơn điệu yếu và đơn điệu cực đại chính qui ([3,4,5]).

Trong ([7], Định lí 3) bài toán biến phân dạng

$$\langle T(u), y - u \rangle + f(y) - f(u) \geq \langle M(u), y - u \rangle, \quad \forall y \in D. \quad (3)$$

được giải đối với lớp ánh xạ T, M đồng thời Hemi-liên tục, đơn điệu và anti-đơn điệu.

Gần đây, mở rộng định lí 3 ([5], trang 971), bài toán (1) được giải đối với lớp ánh xạ S -đơn điệu T, M . Trong bài báo này, chúng tôi đề cập tới bài toán biến phân (3), đối với họ các ánh xạ S -đơn điệu $\{A_\lambda, M_\lambda, f_\lambda\}_{\lambda \in I \subseteq \mathbb{R}}$ tương thích với nhau trên X , trong đó $A_\lambda, M_\lambda : D_\lambda \subset X \rightarrow X^*$ là các ánh xạ S -đơn điệu và $f_\lambda : D_\lambda \subset X \rightarrow \mathbb{R}$ là họ phiếm hàm lồi, nửa liên tục dưới.

2. CÁC KẾT QUẢ

Định nghĩa 2.1. Giả sử X, Y là các không gian Banach thực. Ánh xạ $T: X \rightarrow Y$ là ánh xạ S -đơn điệu (S -anti-đơn điệu) nếu tồn tại ánh xạ $S: X \times X \rightarrow Y$ sao cho:

1) $T(x) = S(x, x), \forall x \in X$.

2) Với mỗi $y \in X$, ánh xạ $S_y: x \mapsto S_y(x) = S(x, y)$ là đơn điệu (anti-đơn điệu) và hemi-liên tục, $\forall x \in X$.

3) Với mỗi $x \in X$, ánh xạ $S_x: y \mapsto S_x(y) = S(x, y)$ là hemi liên tục, $\forall y \in X$.

Nhận xét 2.2. Trong định nghĩa 2, ánh xạ $x \rightarrow S(x, x) = T(x)$ là hemi-liên tục.

Định nghĩa 2.3. Giả sử X, Y là các không gian Banach thực, $A: D \subseteq X \rightarrow Y$ và $\{D_\lambda\}_{\lambda \in I \subseteq \mathbb{R}}$ là họ các tập con khác rỗng trong X . Họ các ánh xạ $A_\lambda: D_\lambda \subseteq X \rightarrow Y$ được gọi là tương thích trên X , nếu

1) $\lim_{\lambda \searrow 0} H(D_\lambda, D) = 0$.

2) Nếu $x_\lambda \in D_\lambda$ và $\lim_{\lambda \searrow 0} x_\lambda = u \in D$, thì $\lim_{\lambda \searrow 0} A_\lambda x_\lambda = Au$.

Bổ đề 2.4. Giả sử D là tập con khác rỗng, lồi, đóng trong không gian Banach phản xạ tách được X và các ánh xạ $T, M: D \subseteq X \rightarrow X^*$ lần lượt là S -đơn điệu và S -anti-đơn điệu, $f: D \rightarrow \mathbb{R}$ - là phiếm hàm lồi, nửa liên tục dưới. Khi đó, hai bài toán sau tương đương

$$\exists u \in D, \quad \langle T(u), x - u \rangle + f(x) - f(u) \geq \langle M(u), x - u \rangle, \quad \forall x \in D \quad (4)$$

$$\exists u \in D, \quad \langle T(x), x - u \rangle + f(x) - f(u) \geq \langle M(x), x - u \rangle, \quad \forall x \in D \quad (5)$$

Chứng minh. Ta chứng minh

(i). (4) \Rightarrow (5). Suy ra trực tiếp từ tính S - đơn điệu và S - anti -đơn điệu của T, M .

(ii). (5) \Rightarrow (4). Giả sử $u \in D$ thoả mãn (5). Nghĩa là

$$\langle T(x), x-u \rangle + f(x) - f(u) \geq \langle M(x), x-u \rangle, \quad \forall x \in D \quad (6)$$

Từ (6) và tính hemi-liên tục của $x \mapsto T(x), x \mapsto M(x)$; tính lồi của f , với mọi $t \in [0, 1], y \in D$, trong (6) thay x bởi $ty + (1-t)u \in D$, ta có

$$\langle T(ty + (1-t)u), ty + (1-t)u - u \rangle + f(ty + (1-t)u) - f(u) \geq \langle M(ty + (1-t)u), ty + (1-t)u - u \rangle, \quad \forall y \in D$$

$$\text{Suy ra: } t \langle T(ty + (1-t)u), y - u \rangle + tf(y) - tf(u) \geq t \langle M(ty + (1-t)u), y - u \rangle, \quad \forall y \in D$$

Triệt tiêu t ở hai vế sau đó cho $t \rightarrow 0^+$, ta được

$$\langle T(u), y - u \rangle + f(y) - f(u) \geq \langle M(u), y - u \rangle, \quad \forall y \in D, \quad (7)$$

$$\text{Hay } \langle T(u), x - u \rangle + f(x) - f(u) \geq \langle M(u), x - u \rangle, \quad \forall x \in D.$$

Bổ đề được chứng minh.

Từ ý tưởng trong [6] (Mệnh đề 1.1.7, trang 4), nếu $\{K_\alpha\}_{\alpha \in J}, K_\alpha : X \rightarrow Y$ là lưới các toán tử compact và K_α hội tụ đều tới toán tử K trên tập bị chặn $D \subseteq X$ khi $\alpha \searrow 0$, thì K là toán tử compact. Ta có thể xét tập $\Phi(S_f)$ các họ ánh xạ $\{T_\lambda, M_\lambda, f_\lambda\}_{\lambda \in I}$ tương thích trên X (theo Định nghĩa 2.3), trong đó T_λ, M_λ là các họ ánh xạ S-đơn điệu, f_λ là họ các phiếm hàm nửa liên tục dưới và gọi

$$S(u) = \{u \in D : \langle T(u), x - u \rangle + f(x) - f(u) \geq \langle M(u), x - u \rangle, \quad \forall x \in D\}$$

Khi đó, ta có nhận xét sau

Nhận xét 2.5. Với tập $\Phi(S_f)$ các họ (tùy ý) ánh xạ tương thích trên X , thì $S(u) \neq \emptyset$.

Hay, có thể nói, $\Phi(S_f)$ có tính chất $\mathcal{S}(u)$.

Định lí sau sẽ khẳng định điều đó.

Định lí 2.6. Giả sử $\{D_\lambda\}_{\lambda \in I}$ là họ tập con khác rỗng, lồi, đóng, bị chặn trong không gian Banach phân xạ tách được X ; $T, M : D \subseteq X \rightarrow X^*$, $f : D \rightarrow \mathbb{R}$ và $T_\lambda, M_\lambda : D_\lambda \rightarrow X^*$ lần lượt là các họ ánh xạ S-đơn điệu và S-anti-đơn điệu và tương thích trên X ; $f_\lambda : D_\lambda \rightarrow \mathbb{R}$ là họ phiếm hàm lồi, nửa liên tục dưới, tương thích trên X . Khi đó, tồn tại $u \in D$ sao cho

$$\langle T(u), x - u \rangle + f(x) - f(u) \geq \langle M(u), x - u \rangle, \quad \forall x \in D. \quad (8)$$

Chứng minh. Từ giả thiết, ta có thể chỉ ra với mỗi dãy $\{\lambda_m\}_{m \geq 1}, \lambda_m \searrow 0$, thì $H(D_{\lambda_m}, D) \xrightarrow{\lambda_m \rightarrow 0} \emptyset$. Giả sử $X_k, k = 1, 2, \dots, m$ là các không gian con hữu hạn chiều của X , xác định bởi.

$$\begin{cases} X_m = \text{span}\{x_{\lambda_1}, x_{\lambda_2}, \dots, x_{\lambda_m}\} \\ D_{\lambda_m} = \overline{\{x_{\lambda_m}\}}; x_{\lambda_m} \in D_{\lambda_m} := X_m \cap D_{\lambda} \subset D_{\lambda} \end{cases}$$

Khi đó, D_{λ_m} là tập con lồi, đóng, bị chặn trong D_{λ} . Chú ý rằng, thu hẹp của các ánh xạ $T_{\lambda}, M_{\lambda}, f_{\lambda}$ trên D_{λ_m} là các ánh xạ liên tục. Do đó, theo Định lý 3 trong [7], tồn tại $x_{\lambda_m} \in D_{\lambda_m}$ sao cho $\langle T_{\lambda_m}(x_{\lambda_m}), x - x_{\lambda_m} \rangle + f_{\lambda_m}(x) - f_{\lambda_m}(x_{\lambda_m}) \geq \langle M_{\lambda_m}(x_{\lambda_m}), x - x_{\lambda_m} \rangle, \forall x \in D_{\lambda_m}$

Hơn nữa, với mỗi $m \in \mathbb{Z}^+, D_{\lambda_m}$ là tập compact yếu, nên dãy $\{x_{\lambda_m}\}_{m \geq 1}$ có dãy con $\{x_{\lambda_n}\}_{\lambda_n > \lambda_m}, x_{\lambda_n} \in D_{\lambda_n}$ hội tụ yếu tới $u \in X$ khi $\lambda_n \searrow 0$. Hơn nữa, vì $\lim_{\lambda_n \searrow 0} H(D_{\lambda_n}, D) = 0$, và D là tập con đóng yếu trong D_{λ} , nên $u \in D$ và ta có

$$\langle T_{\lambda_n}(x_{\lambda_n}), x - x_{\lambda_n} \rangle + f_{\lambda_n}(x) - f_{\lambda_n}(x_{\lambda_n}) \geq \langle M_{\lambda_n}(x_{\lambda_n}), x - x_{\lambda_n} \rangle, \forall x \in D_{\lambda_n}. \quad (9)$$

Cuối cùng, từ giả thiết và định nghĩa 2.3 và $T, M: D \subseteq X \rightarrow X^*, f: D \rightarrow \mathbb{R}$ là các họ ánh xạ S-đơn điệu và S-anti-đơn điệu, tương thích trên X nên ta có các giới hạn $\lim_{\lambda_n \searrow 0} T_{\lambda_n}(x_{\lambda_n}) = T(u), \lim_{\lambda_n \searrow 0} M_{\lambda_n}(x_{\lambda_n}) = M(u)$ và $\lim_{\lambda_n \searrow 0} f_{\lambda_n}(x_{\lambda_n}) = f(u)$. Từ tính liên tục của phiếm hàm $\langle \cdot, \cdot \rangle$, tính nửa liên tục dưới của f và (9) ta được

$$\langle T(u), x - u \rangle + f(x) - f(u) \geq \langle M(u), x - u \rangle, \forall x \in D.$$

Định lý được chứng minh.

Tiếp theo, xét các họ hàm $\varphi_{\lambda}, \psi_{\lambda}: D_{\lambda} \times D_{\lambda} \subseteq X \times X \rightarrow \mathbb{R}$,

$$\text{xác định bởi } (x, y) \mapsto \varphi_{\lambda}(x, y) := \langle T_{\lambda}(x), y - x \rangle \quad (10)$$

$$\text{và } (x, y) \mapsto \psi_{\lambda}(x, y) := \langle M_{\lambda}(x), y - x \rangle \quad (11)$$

Trong đó $\varphi_{\lambda}(x, x) = 0$ và $\psi_{\lambda}(x, x) = 0, \forall x, y \in D_{\lambda}$. Khi đó, trường hợp đặc biệt của (8) là

$$\text{Tìm } u \in D \text{ sao cho } \varphi(u, y) + f(y) \geq \psi(u, y) + f(u), \forall y \in D. \quad (12)$$

Khi $\psi \equiv 0$, bài toán (12) trở thành:

$$\text{Tìm } u \in D \text{ sao cho } f(u) \leq \varphi(u, y) + f(y), \forall y \in D. \quad (13)$$

Từ đó, ta có kết quả sau.

Mệnh đề 2.7. Giả sử $\{D_{\lambda}\}_{\lambda \in I}$ là họ tập con khác rỗng, lồi, đóng và bị chặn trong không gian Banach phản xạ tách được X . Các ánh xạ $T, f, T_{\lambda}, f_{\lambda}$ được giả thiết như trong Định lý 2.6 và họ hàm φ_{λ} được xác định ở (10). Khi đó, với mọi $x, y \in X$.

1) Bài toán (13) có nghiệm.

2) Các bài toán cực tiểu hoá $f(x) = \min!$ và $f(x) + \varphi(x, y) = \min!$ có nghiệm.

Đặc biệt, khi X là không gian Hilbert, thì cặp đối ngẫu $\langle \cdot, \cdot \rangle$ là tích trong (\cdot, \cdot) trên X . Gọi $T, M : D \subseteq X \rightarrow X$ là ánh xạ phi tuyến trên tập con lồi, đóng D ; T', M' tương ứng là đạo hàm Frechet của T, M . Xét các dạng song tuyến tính liên tục $a, b : X \times X \rightarrow \mathbb{R}$

$(x, y) \mapsto a(x, y)$ và $(x, y) \mapsto b(x, y), \forall x, y \in X$ thỏa mãn điều kiện

$$(\exists \alpha_k > 0, \beta_k > 0)_{k=1,2} : \begin{cases} a(x, x) \geq \alpha_1 \cdot \|x\|^2 ; & b(x, x) \geq \alpha_2 \cdot \|x\|^2 \\ |a(x, y)| \leq \beta_1 \cdot \|x\| \cdot \|y\| ; & |b(x, y)| \leq \beta_2 \cdot \|x\| \cdot \|y\|, \forall x, y \in X. \end{cases} \quad (14)$$

Khi đó, theo [8], tồn tại $u \in D$ sao cho

$$a(u, x-u) \geq (T'(u), x-u), \forall x \in D \quad (16)$$

(tương tự, ta cũng có $b(u, x-u) \geq (M'(u), x-u), \forall x \in D$)

Trong trường hợp $D = X$ thì bài toán (16) tương đương với bài toán tìm $u \in X$ sao cho $a(u, x-u) = (T'(u), x-u), \forall x \in D$ (17)

Tương tự, ta cũng có $b(u, x-u) = (M'(u), x-u), \forall x \in D$.

Từ (16),(17) chúng ta đề cập tới bài toán sau

Bài toán. Tìm $u \in D$ sao cho

$$a(u, x-u) + b(u, x-u) + f(x) - f(u) \geq (T'(u), x-u) + (M'(u), x-u), \forall x \in D, \quad (18)$$

(với $f : D \subseteq X \rightarrow \mathbb{R}$; $T'(u), M'(u) \in X$); và khi $D = X$ thì bài toán (18) tương đương với bài toán

$$a(u, x-u) + b(u, x-u) + f(x) - f(u) = (T'(u), x-u) + (M'(u), x-u), \forall x \in D. \quad (19)$$

Từ (16) và (17), ta có bổ đề sau

Bổ đề 2.8. Giả sử D là tập con khác rỗng, lồi, đóng trong không gian Hilbert X và các ánh xạ $T', M' : D \subseteq X \rightarrow X$ - tương ứng là S -đơn điệu và S -anti-đơn điệu; $f : D \rightarrow \mathbb{R}$ - là phiếm hàm lồi, nửa liên tục dưới. Khi đó, $u \in D$ là nghiệm của bài toán

$$a(u, x-u) + b(u, x-u) + f(x) - f(u) \geq (T'(x), x-u) + (M'(x), x-u), \forall x \in D. \quad (20)$$

khi và chỉ khi $u \in D$ là nghiệm của bài toán (18). Trong đó, $a(\cdot, \cdot)$ và $b(\cdot, \cdot)$ thỏa mãn các điều kiện (14), (15).

Sau đây, ta sẽ phát biểu định lý tương tự Định lý 2.6 trong không gian Hilbert.

Định lý 2.9. Giả sử $\{D_\lambda\}_{\lambda \in I}$ là họ tập con khác rỗng, lồi, đóng, bị chặn trong không gian Hilbert X ; $T', M' : D \subseteq X \rightarrow X^*$, $f : D \rightarrow \mathbb{R}$ và $T_\lambda, M_\lambda : D_\lambda \rightarrow X^*$ tương ứng là các họ ánh xạ S -đơn điệu và S -anti-đơn điệu, tương thích trên X ; $f_\lambda : D_\lambda \rightarrow \mathbb{R}$ là họ phiếm hàm lồi, nửa liên tục dưới, tương thích trên X ; và $\{a_\lambda(\cdot, \cdot), b_\lambda(\cdot, \cdot)\}_{\lambda \in I}$ là họ các dạng song tuyến tính liên tục thỏa mãn các điều kiện (14), (15). Khi đó, tồn tại $u \in D$ sao cho.

$$a(u, x-u) + b(u, x-u) + f(x) - f(u) \geq (T'(u), x-u) + (M'(u), x-u), \forall x \in D.$$

Chứng minh. Áp dụng trực tiếp Bổ đề 2.8 và phương pháp chứng minh của Định lí 2.6. Định lí 2.6 và Định lí 2.9 là các kết quả mới về sự tồn tại nghiệm của bất đẳng thức biến phân phi tuyến đối với họ các ánh xạ S -đơn điệu, tương thích với nhau trên không gian Banach phản xạ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Browder.F.E(1965), *Problèmes nonlinéaires*, University of Montreal. Lectures Notes.
- [2] Nguyen Minh Chuong and Nguyen Xuan Thuan (2006), *Random nonlinear variational inequalities for mappings of monotone type in Banach spaces*. Stoch. Anal, Appl. 24, 489 - 499.
- [3] Denkowski.Z, Migorski.S and Papageorgiou(2003), *An introduction to nonlinear analysis*, Kluwer Academic Publishers,.
- [4] Itoh S.(1977), *Nonlinear random equations with monotone operator in Banach Spaces*, Math. Ann. 236,133-146.
- [5] Kinderlehrer. D and Stampacchia. G(1980), *An Introduction to Variational Inequalities and Their Applications*, Academic Press, New York-London,.
- [6] Noor.M.A (1972), *Bilinear forms and convex set in Hilbert space*, Boll. Unione Mat. Ital. 5, 241-244.
- [7] Siddiqui, A.H, Ansari, Q.H and Kazmi K.R(1994), *On nonlinear variational inequalities*, Indian J. Pure Appl. Math. 25, 963-973.
- [8] Zeidler E. (1986), *Nonlinear functional analysis and its applications*, Vol II, Springer.

VARIATIONAL INEQUALITIES FOR A FAMILY OF S-MONOTONE MAPPINGS IN BANACH SPACES

Nguyen Manh Hung, Nguyen Xuan Thuan

ABSTRACT

In this paper, we present some new results that concern the existence of solution of nonlinear variational inequalities for a family of S - monotone mappings which are compatible in reflexive Banach spaces.

Keywords: Mappings of monotone type, Nonlinear Analysis, Variational inequality.

Ngày nộp bài: 23/10/2018; Ngày gửi phản biện: 19/11/2018; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019.

PHÂN LẬP VÀ ĐỌC TRÌNH TỰ GEN *RPOB* LOÀI BA KÍCH (*MORINDA OFFICINALIS*) TẠI THANH HÓA

Đinh Thị Tố Hương¹, Lê Đình Chấn², Trịnh Thị Hồng³

TÓM TẮT

Thuật ngữ “DNA barcode” được sử dụng nhiều trong nghiên cứu phân loại học phân tử. Về cơ bản, kỹ thuật này dựa vào việc sử dụng một trình tự DNA khoảng 400-800 bp như là một tiêu chuẩn để nhận dạng và xác định quan hệ chủng loài của các loài sinh vật một cách nhanh chóng và chính xác. Do đó, kỹ thuật DNA mã vạch không chỉ giúp các nhà phân loại học trong công tác phân loại và xác định loài, mà còn nâng cao năng lực kiểm soát, hiểu biết và tận dụng sự đa dạng sinh học. Trong bài viết này, chúng tôi đề cập đến kết quả phân lập và đọc trình tự gen *rpoB* của 2 mẫu Ba kích thu tại Bến En và Pù Luông, Thanh Hóa. Kích thước gen *rpoB* chúng tôi thu được là 509 nucleotid và có sự tương đồng là 99% so với trình tự gen *rpoB* đã công bố trên ngân hàng gen mã số KR689730 của loài *Morinda officinalis*.

Từ khóa: *rpoB*, DNA barcoding, gen *rpoB*, Gen lục lạc, Ba kích, *Morinda officinalis*.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo Y học cổ truyền Việt Nam, Ba kích (*Morinda officinalis*) có tác dụng cường dương, tăng cường sức khỏe, điều trị, ngăn ngừa một số bệnh như ung thư, tăng sức đề kháng, chống viêm, tăng sức dẻo dai, chống loãng xương, cân bằng nội tiết, cải thiện trí nhớ, chống oxy hóa, đau lưng, loãng xương, kích thích hệ thống miễn dịch...[1].

Một số nghiên cứu gần đây cho thấy, trong rễ Ba kích khô có acid hữu cơ, đường, nhựa, anthraglucoside, phytosterol, 1 ít tinh dầu, Morindin. Rễ tươi có Vitamin C... Gentianine, Carpaine, Choline, Trigonelline, Díogenin, Yamogenin, Gitogenin, Tigogenin, Vitexin, Orientin, Quercetin, Luteolin, Vitamin B1, acetylcholinesterase (AChE), butyrylcholinesterase (BChE),... các protein như IL10, MAPK1, PTGS2, AKT1, APOE, PPARA, MAPK1, MIF, NOS3 và TNF- α ...[5, 6, 10, 13].

Công trình của Zhang JH và cộng sự cho thấy, trong Ba kích có chứa một số chất như: 1,2-Dihydroxy-3-metylanthraquinone, 1,3,8-trihydroxy-2-methoxy-anthraquinone, 1,6-dihydroxy-2,4-dimethoxyanthraquinone, 1,6-dihydroxy-2-methoxyanthraquinone, 1F-fructofuranosylmystose, 1-hydroxy-2-methoxyanthraquinone, 1-hydroxy-2-metylanthraquinone, 1-hydroxyanthraquinone, 2,4-etylcholesterol, 2-hydroxy-1-methoxy-anthraquinon, 2-hydroxymetyl-3-hydroxyanthraquinon, 2-methoxyanthraquinon, 2-methyl-anthraquinone, arabinose...(13). Các hợp chất này được đánh giá là có tác dụng y

¹ Trường Trung cấp Kỹ nghệ, Thanh Hóa

^{2,3} Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Hồng Đức

học và dược học cao. Tuy nhiên việc nghiên cứu đặc điểm di truyền học của loài cây này còn hạn chế, những dữ liệu khoa học về di truyền học của loài dược liệu quý này chưa được công bố nhiều trên thế giới và trong nước, đặc biệt là hệ thống mã vạch DNA (DNA barcode).

Đối với thực vật, trong hệ thống mã vạch DNA thì hệ gen lục lạp mang nhiều đặc điểm thích hợp đối với chỉ thị DNA và hệ gen nhân, vùng DNA nằm giữa các gen hay còn gọi ITS (Internal Transcribed Spacer) thường được sử dụng làm DNA chỉ thị trong một số nghiên cứu [3,8, 11]. Trong những năm gần đây, nhiều vùng gen đã được nghiên cứu và đề xuất là chỉ thị DNA cho thực vật như *Matk*, *rpoC1*, *rpoB*... [4,7,9].

Những thay đổi ở DNA lục lạp (cpDNA) đã và đang được sử dụng cho các nghiên cứu về tiến hóa, sinh thái và phát sinh chủng loại ở thực vật. CpDNA có mức độ bảo thủ trong việc thay thế cho các nucleotide. Điều này tạo điều kiện cho sự so sánh những thay đổi ở phạm vi rộng trong phân loại thực vật. Một số chỉ thị cpDNA như microsatellite lục lạp, một số vùng không mã hóa, một số phân đoạn của chuỗi đơn lớn (*trnC - trnD*, *trnD - trnT*, *psaA - trnS*, *petB - petD*, *trnH - psaA*, *trnD - trnT*) và một số vùng đệm giữa các gen (*trnL - trnF*) đã được sử dụng trong các nghiên cứu về đa dạng di truyền và phát sinh loài ở thực vật [2]. Vì vậy trong bài viết này, chúng tôi đề cập đến việc phân lập và đọc trình tự gen *ropB* loài Ba kích (*Morinda officinalis*) tại Thanh Hóa nhằm cung cấp dữ liệu thực vật học về loài dược liệu quý này.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Mẫu Ba kích (*Morinda officinalis*) được thu thập tại Thanh Hóa.

Cặp mồi đặc hiệu *rpoB* và các hóa chất cần thiết trong nghiên cứu sinh học phân tử như: Tris HCl, EDTA, phenol, ethanol (100%), agarose... thuộc các hãng: Merck, Sigma, Biolabscasc của các nước Mỹ, Anh, Đức.

Bảng 1. Trình tự cặp mồi nhân bản *rpoB*

Tên mồi		Trình tự mồi (5' - 3')
<i>rpoB</i>	F	AAGTGCATTGTTGGAAGCTGG
	R	GATCCCAGCATCACAAATCC

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp tách chiết DNA tổng số

DNA tổng số được tách chiết từ lá non theo phương pháp của Shanghai Maroof và cộng sự (1984).

2.2.2. Phương pháp nhân gen *proC1* bằng kỹ thuật PCR

Theo phương pháp của Peter và co (2011) và bằng các cặp mồi DNA Barcoding [15].

Trong đó, đoạn gen *rpoB* được khuếch đại bằng kỹ thuật PCR với cặp mồi đặc hiệu *rpoB-1f/rpoB-3r* với kích thước dự kiến là khoảng 500 nucleotide.

Phản ứng PCR được tiến hành với thành phần phản ứng được trình bày ở bảng 1.

Bảng 2. Thành phần phản ứng PCR nhân gen *rpoB*

STT	Thành phần	Nồng độ	Thể tích (μl)
1	PCR Masster Mix	2X	12,5
2	Môi xuôi	10 pmol/ml	1
3	Môi ngược	10 pmol/ml	1
4	DNA khuôn	10ng/μl	1
5	Nước khử ion	-	9,5
Tổng thể tích			25

2.2.3. Phương pháp chạy điện di kiểm tra sản phẩm PCR

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng DNA trên gel agarose 0,8% được phát hiện bằng cách nhuộm với Ethidium Bromide (EtBr) và quan sát dưới tia UV.

Sau khi chạy điện di, lấy bản gel ra khỏi máy điện di, nhẹ nhàng lấy riêng phần gel agarose cho vào hộp chứa dung dịch Ethidium bromide. Nhuộm trong 10 phút. Lấy bản gel ra, rửa bằng cách ngâm trong nước 2 - 3 phút. Đem vào máy quan sát dưới đèn tử ngoại (UV) và chụp ảnh.

2.2.4. Phương pháp tinh sạch sản phẩm PCR

Sau khi nhân được gen *rpoB* bước tiếp theo cần thu nhận gen ở dạng tinh sạch và không lẫn gel agarose. Quá trình tinh sạch được thực hiện theo Kit GenJET PCR Purification của hãng Thermo Scientific.

2.2.5. Phương pháp xác định trình tự nucleotide của đoạn gen *rpoB*

Trình tự nucleotide của đoạn gen *rpoB* được xác định bằng máy giải trình tự ABI PRISM® 3100 Avant Genetic Analyzer, sử dụng bộ Kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing với cặp môi đặc hiệu. Trình tự gen đó được phân tích, so sánh và lập cây phát sinh chủng loại bằng các chương trình Bioedit, BLAST, DNASTAR.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả tách chiết DNA

DNA được tách chiết theo phương pháp của Shanghai Maroof và cộng sự (1984), sau đó DNA được đo nồng độ và xác định độ sạch bằng máy đo NanoDrop (Thermo Scientific).

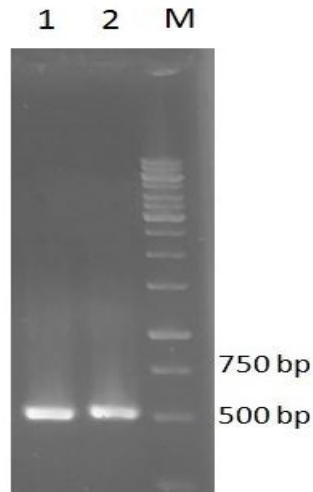
Bảng 3. Nồng độ và độ tinh sạch các mẫu

Tên mẫu	OD260/280	Nồng độ (ng/μl)
BKBE	2,04	103,5
BKPL	1,99	159,0

Kết quả bảng 3 cho thấy, DNA được tách chiết với độ tinh sạch cao nằm trong khoảng từ 1,99 đến 2,04. Nồng độ DNA được tách chiết đạt từ 159,0 đến 103,5. DNA này sẽ được pha loãng đến nồng độ cuối cùng là 100 ng/μl cho phản ứng PCR tiếp theo.

3.2. Kết quả nhân bản gen *rpoB* các mẫu Ba kích

Sau khi thực hiện PCR sản phẩm được tiến hành điện di kiểm tra trên gel agarose 0,8%. Kết quả PCR với các cặp mồi đặc hiệu được thể hiện trên hình 1.



Hình 1. Kết quả PCR 2 mẫu với cặp mồi *rpoB*

M: Marker (1kb, Thermo);

*1: Sản phẩm nhân bản từ cặp mồi *rpoBF/R* từ mẫu Ba kích Bến En;*

*2: Sản phẩm nhân bản từ cặp mồi *rpoBF/R* từ mẫu Ba kích Pù Luông*

Kết quả PCR từ 2 mẫu Ba kích với cặp mồi *rpoB* F/R thu được một băng duy nhất ở vị trí khoảng 500 bp, kết quả này phù hợp với tính toán lý thuyết và làm cơ sở cho việc đọc trình tự gen *rpoB* phục vụ cho các nghiên cứu tiếp theo.

3.3. Kết quả đọc trình tự gen *rpoB* của 2 mẫu Ba kích thu được

Sản phẩm PCR sau khi được kiểm tra bằng phương pháp điện di, cho thấy sản phẩm thu được là đặc hiệu đúng kích thước so với tính toán lý thuyết, là cơ sở để chúng tôi tiến hành đọc trình tự gen *rpoB* trên máy ABI PRISM® 3100 Avant Genetic Analyzer, sử dụng bộ Kit BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing với cặp mồi đặc hiệu, kết quả thu được như sau:

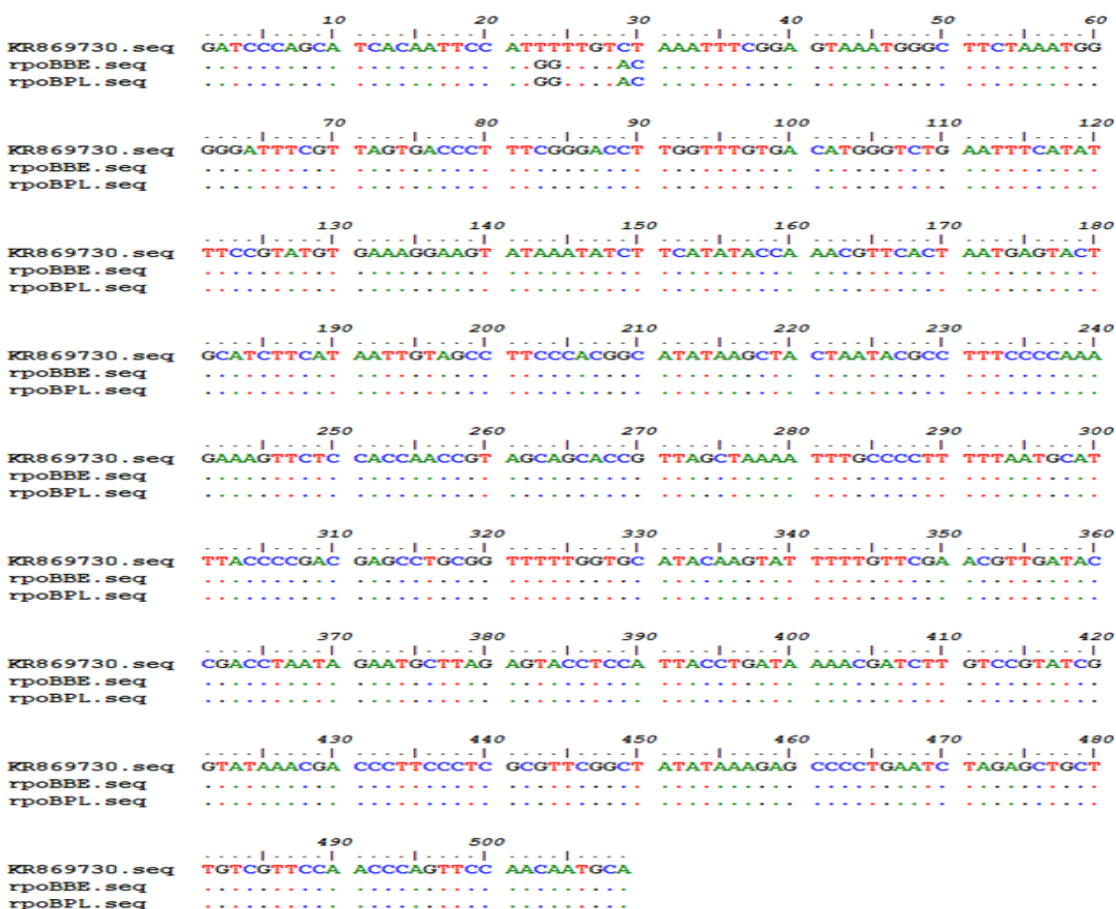
*Trình tự gen *rpoB* của cây Ba kích thu tại Pù Luông*

```
GATCCCAGCATCACAAATTCATGGTTGTACAAATTCGGAGTAAATGGGCTTCTAAATGGGG
GATTTTCGTTAGTGACCCTTTCGGGACCTTGGTTTTGTGACATGGGTCTGAATTTTCATATTTCC
GTATGTGAAAGGAAGTATAAATATCTTCATATACCAAACGTTCACTAATGAGTACTGCATCT
TCATAATTGTAGCCTTCCCACGGCATATAAGCTACTAATACGCCTTTCCCCAAAGAAAGTTC
TCCACCAACCGTAGCAGCACCGTTAGCTAAAATTTGCCCTTTTTAATGCATTTACCCCGAC
GAGCCTGCGGTTTTTGGTGCATACAAGTATTTTTGTTCGAACGTTGATACCGACCTAATAGA
ATGCTTAGAGTACCTCCATTACCTGATAAACGATCTTGTCCGTATCGGTATAAACGACCCCT
TCCCTCGCGTTCGGCTATATAAAGAGCCCCTGAATCTAGAGCTGCTTGTTCGTTCCAACCCAG
TTCCAACAATGCA
```

Trình tự gen *rpoB* của cây Ba kích thu tại Bến En

GATCCCAGCATCACAAATCCATGGTTGTACAAATTTCCGGAGTAAATGGGCTTCTAAATGGGG
 GATTTTCGTTAGTGACCCTTTCCGGACCTTGGTTTGTGACATGGGTCTGAATTTTCATATTTCC
 GTATGTGAAAGGAAGTATAAATATCTTCATATACCAAACGTTCACTAATGAGTACTGCATCT
 TCATAAATTGTAGCCTTCCCACGGCATATAAGCTACTAATACGCCTTCCCCAAAGAAAGTTC
 TCCACCAACCGTAGCAGCACCGTTAGCTAAAATTTGCCCTTTTTAATGCATTTACCCCGAC
 GAGCCTGCGGTTTTTGGTGCATACAAGTATTTTTGTTCGAACGTTGATACCGACCTAATAGA
 ATGCTTAGAGTACCTCCATTACCTGATAAAACGATCTTGTCCGTATCGGTATAAACGACCCCT
 TCCCTCGCGTTCGGCTATATAAAGAGCCCCTGAATCTAGAGCTGCTTGTTCGTTCCAACCCAG
 TTCCAACAATGCA

Với hai mẫu thu được từ kết quả phân lập, chúng tôi nhận được trình tự nucleotide của mẫu đều bằng nhau và bằng 509 nucleotit, để khẳng định mối quan hệ di truyền của các trình tự này so với các trình tự gen *rpoB* đã công bố trên Gen banks, chúng tôi tiến hành so sánh bằng phần mềm tin học Bioedit, kết quả thu được trên hình 2 để làm cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo.



Hình 2. Kết quả so sánh hai trình tự gen *rpoB* của hai mẫu Ba kích thu được tại Bến En và Pù Luông với trình tự gen *rpoB* đã công bố trên Ngân hàng gen banks, mã số KR869730

Kết quả phân tích trên hình 2 cho thấy, độ tương đồng của hai trình tự gen *rpoB* thu được là hoàn toàn giống nhau. Như vậy, các trình tự gen *rpoB* của 2 mẫu ở Bến En và Pù Luông là cùng loài, và có sự sai khác không nhiều so với trình tự gen *rpoB* đã công bố trên Gen banks mã số KR869730 của loài *Morinda officinalis*. Sự sai khác này được thể hiện trên bảng 4.

Bảng 4. Sự sai khác của các trình tự gen *rpoB* thu được và trình gen *rpoB* đã công bố trên Ngân hàng gen quốc tế mang mã số KR869730

TT	Vị trí	KR869730	BE	PL
1	23	T	G	G
2	24	T	G	G
3	29	C	A	A
4	30	T	C	C

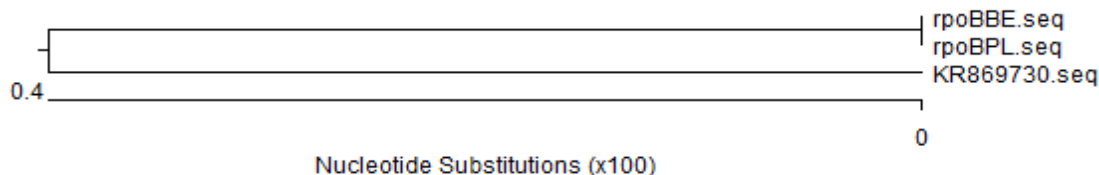
Kết quả trên bảng 4 cho thấy, sự khác nhau trong trình tự các cặp nucleotide gen *rpoB* chúng tôi thu được với trình tự gen *rpoB* đã công bố có mã số KR869730 tại các nucleotide số 23,24, 29 và 30. Để phân tích sự khác nhau và sự tương đồng của các trình tự gen *rpoB* thu được với trình tự gen *rpoB* đã công bố trên Gen banks mã số KR869730, chúng tôi tiếp tục sử dụng phần mềm Biodit để phân tích, kết quả được thể hiện trên bảng 5.

Bảng 5. So sánh trình tự gen *rpoB* thu được với trình tự gen *rpoB* công bố trên Ngân hàng gen banks mã số KR869730

		Percent Identity			
		1	2	3	
Divergence	1		99.2	99.2	1
	2	0.8		100.0	2
	3	0.8	0.0		3
		1	2	3	

KR869730.seq
 rpoBBE.seq
 rpoBPL.seq

Kết quả trên bảng 5 cho thấy, sự tương đồng của các trình tự gen *rpoB* chúng tôi thu được là 100% và có sự sai khác 0,8 % so với trình tự gen *rpoB* loài *Morinda officinalis* đã công bố trên Gen banks mã số KR869730. Mỗi quan hệ di truyền của các trình tự này được thể hiện trên hình 3.



Hình 3. Sơ đồ cây dựa trên trình tự nucleotide của gen *rpoB* của các mẫu thu được với trình tự gen *rpoB* đã công bố trên Ngân hàng gen banks mã số 869730

Kết quả trên hình 3 cho thấy, các mẫu Ba kích thu được tại Pù Luông và Bến En là cùng loài và có quan hệ di truyền cùng loài *Morinda officinalis* được Ding,P và cs nghiên cứu năm 2015 tại Trung Quốc, điều này được thể hiện ở kết quả phân tích Blast trong NCBI.

4. KẾT LUẬN

Chúng tôi đã thành công trong việc phân lập và đọc trình tự gen *rpoB* của loài Ba kích (*Morinda officinalis*) tại Thanh Hóa, kích thước gen *rpoB* thu được là 509 nucleotid và có sự tương đồng 99% so với trình tự gen *rpoB* đã công bố trên Ngân hàng gen Quốc tế mã số KR689730 của loài *Morinda officinalis*;

Trình tự gen *rpoB* của các mẫu Ba kích thu được tại Xuân Liên và Pù Luông Thanh Hóa có độ tương đồng là 100%, điều này cho thấy trình tự gen *rpoB* các mẫu Ba kích chúng tôi thu được có độ tinh sạch cao và là cùng loài *Morinda officinalis*.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Viện dược liệu (2001), *Cây thuốc và động vật làm thuốc ở Việt Nam*, tập 1, Nxb. Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
- [2] Aron J. F., Kevin S. B., Prasad R. K., Sean W. G., Steven G. N., Brian C. H., Diana M. P., Mehrdad Hajibabaei, Spencer C. H. B. (2008), *Multiple multilocus DNA barcodes from the plastid genome discriminate plant species equally well*, PLoS ONE, 3(7), 2802.
- [3] Borsch T., Hilu K.W., Quandt D., Wilde V., Neinhuis C., Barthlott W. (2003), *Noncoding plastid trnT-trnF sequences reveal a well resolved phylogeny of basal angiosperms*, J. Evol. Biol, (6), 558-576.
- [4] Chase M. W., Nicolas S., Mike W., James M. D., Rao P. K., Nadia H., and Vincent S. (2005), *Land plants and DNA barcodes: short-term and long-term goals*, Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci, 360 (1462), 1889-1895.
- [5] Chen D, Yang X, Yang J, Lai G, Yong T, Tang X, Shuai O, Zhou G, Xie Y, Wu Q. (2017), *Prebiotic Effect of Fructooligosaccharides from *Morinda officinalis* on Alzheimer's Disease in Rodent Models by Targeting the Microbiota-Gut-Brain Axis*, Front Aging Neurosci. Dec 8;9:403. doi: 10.3389/fnagi.eCollection.
- [6] Cheng D, Murtaza G, Ma S, Li L, Li X, Tian F, Zheng J, Lu Y. (2017), *In Silico Prediction of the Anti-Depression Mechanism of a Herbal Formula (Tiansi Liquid) Containing Morinda officinalis and Cuscuta chinensis*, Molecules. ep 26;22(10). pii: E1614. doi: 10.3390/molecules22101614.
- [7] German Serino and Pal Maliga (1998), *RNA Polymerase Subunits Encoded by the Plastid rpo Genes Are Not Shared with the Nucleus- Encoded Plastid Enzyme*, Plant Physiol. Aug, 117(4): 1165-1170.
- [8] Kim S, Kim J, Liu J (2009), *Genetic discrimination of Catharanthus roseus cultivars by pyrolysis mass spectrometry*, J Plant Biol 52: 462-465. doi:10.1007/s12374-009-9059-1.
- [9] Kress W. J., Erickson D. L. (2008), *DNA barcodes: Genes, genomics, and bioinformatics*, Proc Natl Acad Sci U S A, 105(8), 2761-2762.

- [10] Lee YK, Bang HJ, Oh JB, Whang WK. (2017), *Bioassay-Guided Isolated Compounds from Morindaofficinalis Inhibit Alzheimer's Disease Pathologies*, *Molecules*. Sep 29;22(10). pii: E1638. doi: 10.3390/molecules22101638.
- [11] Ole S. and Gitte P. (2009), *How many loci does it take to DNA barcode a crocus?*, *PLoS ONE*, 4(2), 4598.
- [12] Taberlet P., Eric C., François P., Ludovic G., Christian M., Alice V., Thierry V., Gérard C., Christian B., and Eske W. (2007), *Power and limitations of the chloroplast trnL (UAA) intron for plant DNA barcoding*, *Nucleic Acids Res*, 35(3), 14.
- [13] Zhang Z, Zhang Q, Yang H, Liu W, Zhang N, Qin L, Xin H. (2016), *Monotropein isolated from the roots of Morindaofficinalis increases osteoblastic bone formation and prevents bone loss in ovariectomized mice*, *Fitoterapia*;110:166-72, doi: 10.1016/j.fitote.2016.03.013.
- [14] Zhang JH, Xin HL, Xu YM, Shen Y, He YQ, Hsien-Yeh, Lin B, Song HT, Juan-Liu, Yang HY, Qin LP, Zhang QY, Du J.(2018), *Morinda officinalis How-A comprehensive review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology*, *J Ethnopharmacol*, Epub 2017 Nov 7. 213:230
- [15] <http://europepmc.org/articles/pmc2063462>.

AMPLIFICATION AND NUCLEOTIDE SEQUENCING OF RPOB GENE FROM MORINDA OFFICINALIS IN THANH HOA

Dinh Thi To Huong, Le Dinh Chac, Trinh Thi Hong

ABSTRACT

The term “DNA barcode” is applied extensively in molecular taxonomy research. Basically, this technique is based on the use of a DNA sequence of about 400-800 bp as a standard for quickly and accurately recognizing and identifying subspecies of species. Thus, DNA barcoding techniques not only help taxonomists in classifying and identifying species, but also improve their capacity to control, understand and utilize biodiversity. Therefore, in this article, we refer to the results of isolation and sequencing of rpoB genes of the Morinda officinalis, in Thanh Hoa province. We isolated two rpoB gene samples in Ben En and Pu Luong Thanh Hoa. The rpoB gene size we obtained was 509 nucleotides and was 99% similar to the published rpoB gene sequence. Found gene bank code KR689730.

Keywords: *rpoB, DNA barcoding, rpoB gene, chloroplast gene.*

Ngày nộp bài: 23/10/2018; Ngày gửi phản biện: 19/11/2018; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019.

TÍNH TOÁN DÒNG SPIN TRONG CẤU TRÚC TIẾP XÚC DỊ CHẤT BÁN DẪN

Nguyễn Thị Loan^{1,2}, Nguyễn Thị Lâm Hoài³

TÓM TẮT

Trong bài báo này chúng tôi tính toán dòng spin qua cấu trúc dị chất bán dẫn nền GaAs. Chúng tôi sử dụng mô hình k.p 14 vùng để mô tả các vật liệu bán dẫn. Chúng tôi thiết lập chương trình tính toán và đưa ra đồ thị của dòng spin trong cấu trúc dị chất bán dẫn GaMnAs/GaAs/GaMnAs trong ba cấu hình từ hóa: song song, đối song và cấu hình truyền spin. Mô hình này cho phép bao gồm sự có mặt của cả tương tác spin quỹ đạo và tương tác trao đổi trong biểu thức của Hamiltonian.

Từ khóa: Spintronic, dòng spin, spin bán dẫn, điện tử học spin.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Spintronics là ngành khoa học mới rất được quan tâm phát triển trong khoảng 3 thập kỉ trở lại đây. Spintronics khai thác các tính chất của spin của các electron thay vì điện tích của chúng nhằm tạo ra các linh kiện spin tử với kích thước nhỏ gọn nhưng đa năng hơn, mạnh mẽ hơn và có thời gian sống lâu hơn so với các linh kiện điện tử truyền thống. Các linh kiện spintronics thế hệ đầu hiện đã được thương mại hóa trên thị trường.

Dòng spin là khái niệm then chốt của công nghệ spintronics. Dòng spin thường được hiểu là hiệu số các dòng hạt tải mang spin up và spin down, và là hệ quả của sự không cân bằng về mật độ hay thế hóa của các hạt mang spin. Đến nay đã có rất nhiều công trình nghiên cứu, tính toán và tìm cách định nghĩa dòng spin trong các vật liệu khác nhau [1-9]. Tuy vậy, hiện vẫn chưa có công trình nghiên cứu nào cho thấy đáng điệu cụ thể của dòng spin.

Các lớp tiếp xúc xuyên hầm từ tính (Magnetic tunnelling junctions- TMJs) gồm có hai lớp kim loại từ tính được cách ly bởi 1 lớp cực mỏng chất cách điện, đang hứa hẹn những ứng dụng quan trọng trong công nghiệp tích trữ thông tin, sensor và trong công nghệ spintronics. Trong các cấu trúc này thì cấu trúc tạo bởi vật liệu bán dẫn pha tạp từ GaMnAs rất đáng chú ý cả về mặt nghiên cứu lý thuyết và công nghệ vì hai lý do: i) GaMnAs là vật liệu spintronics bán dẫn điển hình ở đó mô men từ của tạp Mn có tương tác với điện tử và lỗ trống của bán dẫn; ii) Linh kiện làm từ GaMnAs dễ dàng tích hợp với các linh kiện điện tử bằng bán dẫn III-V đã và đang tồn tại. Trong bài báo này, chúng tôi sẽ tính toán cụ thể dòng spin qua cấu trúc dị chất bán dẫn GaMnAs/ GaAs/GaMnAs kết quả đạt được sẽ có ý nghĩa quan trọng trong sự phát triển của ngành khoa học spintronics.

¹ Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Hồng Đức

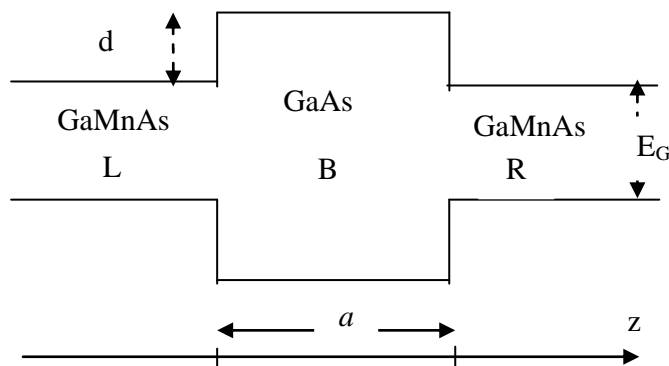
² Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

³ Viện Vật lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

2. NỘI DUNG

2.1. Hamiltonian

Ta xem xét bài toán vận chuyển đa vùng, i.e., bao gồm cả điện tử và lỗ trống, qua cấu trúc đơn tường thế tạo bởi tiếp xúc dị chất bán dẫn được cấy dọc theo trục [001] của tinh thể. Cấu trúc này bao gồm một lớp bán dẫn thuần GaAs có độ dày a (nm) đóng vai trò tường thế (B) kẹp giữa hai vùng bán dẫn pha từ loãng GaMnAs ở phía trái (L) và phía phải (R). Độ cao tường thế d (eV) được tính bởi sự chênh lệch năng lượng giữa hai vùng cấm của hai vật liệu (Hình 1).



Hình 1. Cấu trúc MTJ GaMnAs/GaAs/GaMnAs

Theo Drouhin và các cộng sự [9], toán tử dòng spin được định nghĩa bằng phản giao hoán tử của toán tử spin và toán tử vận tốc hạt.

$$\hat{J}_j^\alpha = \frac{1}{2}(\hat{v}_j \hat{\sigma}_\alpha + \hat{\sigma}_\alpha \hat{v}_j) \quad (1)$$

Ở đây, toán tử vận tốc được định nghĩa bằng đạo hàm của Hamiltonian theo xung lượng.

$$\hat{v}_j = \frac{\partial \hat{H}}{\partial \hat{p}_j} \quad (2)$$

Giá trị của dòng spin tại điểm z được tính:

$$J_s = \text{Re} \langle \psi | \hat{J}_s | \psi \rangle \quad (3)$$

Trong đó $|\psi\rangle$ là nghiệm của phương trình Schrodinger:

$$(\hat{H} + V)|\psi\rangle = E|\psi\rangle \quad (4)$$

Với $\hat{H} = \{\hat{H}^{(j)}, j = L, B, R\}$ là Hamiltonian mô tả vật liệu trong từng vùng, $V^L = V^R = 0$ là thế năng và E là năng lượng của hạt tải. Chúng tôi sử dụng hình thức luận k, p vùng để mô tả cấu trúc điện tử của các vật liệu. Trong hình thức luận này, Hamiltonian có dạng một ma trận 14×14 , cho phép bao gồm trong tính toán vùng dẫn bậc cao Γ_{7C}, Γ_{8C} , vùng dẫn thứ nhất Γ_6 , vùng lỗ trống nặng, lỗ trống nhẹ Γ_8 và vùng lỗ trống bị tách do tương tác spin quỹ đạo Γ_7 . Biểu thức cụ thể của Hamiltonian có thể tham khảo trong tài liệu [10].

Cho vật liệu GaAs (vùng B), chúng tôi chỉ sử dụng ma trận k.p với các mức năng lượng ở tâm vùng Brillouin là $E_{8c}= 4.74$; $E_{7c}= 4.54$; $E_6= 1.519$; $E_8= 0$; $E_7= 0.341$ (eV). Các thông số kết cặp k.p và các tham số Luttinger của mô hình được liệt kê ở bảng 1 dưới đây.

Bảng 1. Các tham số của ma trận k.p 14x14 cho vật liệu GaAs

Tham số kết cặp k.p và tương tác spin quỹ đạo	Tham số Luttinger
$\Delta = 0,341(eV)$	$\gamma'_1 = -1; \gamma'_2 = 0,375; \gamma'_3 = -0,318$
$\Delta' = 0,17(eV)$	$\gamma'_c = 1;$
$P = 9,88 \left(eV \overset{0}{A} \right)$	$\gamma'_{c1} = -1; \gamma'_{c2} = 0,1; \gamma'_{c3} = 0,1$
$P_x = 8,68 \left(eV \overset{0}{A} \right)$	$\gamma'_{D1} = -1; \gamma'_{D2} = 0,375; \gamma'_{D3} = 0,318$
$P' = 0,41 \left(eV \overset{0}{A} \right)$	$\gamma'_{DC1} = -1; \gamma'_D = 0,1; \gamma'_{DC3} = 0,1$

Đối với vật liệu GaMnAs (vùng L và R), ngoài ma trận k.p, ta phải thêm vào phần tương tác trao đổi giữa tạp từ và vật liệu nền GaAs. Tương tác này thêm vào ma trận k.p một số hạng:

$$\hat{H}_{exc} = 6B_G s.m \quad (5)$$

Ở đây m là độ từ hóa, s là spin của điện tử hay lỗ trống. Trong hệ cơ sở của ma trận k.p 14x14, phần tương tác trao đổi này được viết dưới dạng ma trận

$$H_{exc} = \begin{pmatrix} H_{exc}^{\Gamma_{7,8c}} & 0 & 0 \\ 0 & H_{exc}^{\Gamma_1} & 0 \\ 0 & 0 & H_{exc}^{\Gamma_{7,8}} \end{pmatrix} \quad (6)$$

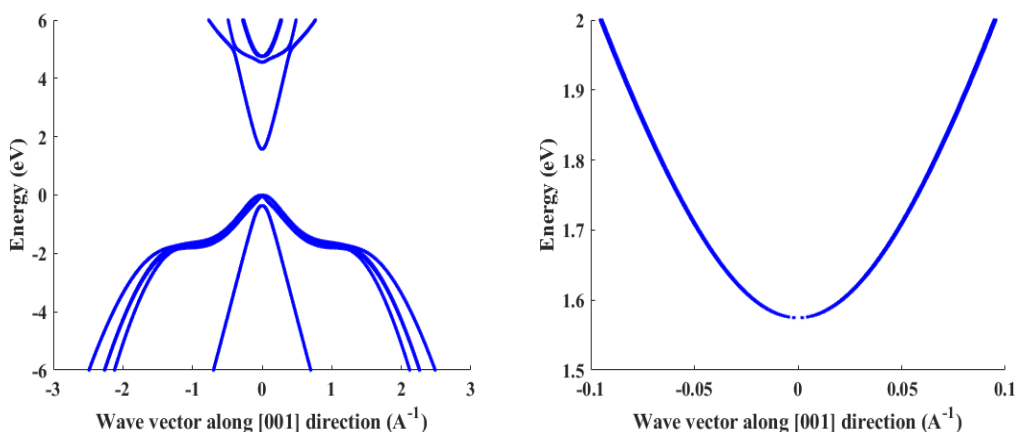
ở đó:

$$H_{exc}^{\Gamma_{7,8}} = B_G^{\Gamma_{7,8}} \begin{pmatrix} 3m_z & \sqrt{3}m_- & 0 & 0 & -\sqrt{6}m_- & 0 \\ \sqrt{3}m_+ & m_z & 2m_- & 0 & 2\sqrt{2}m_z & -\sqrt{2}m_z \\ 0 & 2m_+ & -m_z & \sqrt{3}m_- & \sqrt{2}m_+ & 2\sqrt{2}m_z \\ 0 & 0 & \sqrt{3}m_+ & -3m_z & 0 & \sqrt{6}m_+ \\ -\sqrt{6}m_+ & 2\sqrt{2}m_z & \sqrt{2}m_- & 0 & -m_z & -m_- \\ 0 & -\sqrt{2}m_+ & 2\sqrt{2}m_z & \sqrt{6}m_- & -m_+ & m_z \end{pmatrix} \quad (7)$$

với $m_+ = m_x + im_y$; $m_- = m_x - im_y$. Do tính đối xứng, $H_{exc}^{\Gamma_{7,8c}}$ có dạng giống hệt như $H_{exc}^{\Gamma_{7,8}}$, nhưng với hệ số tỉ lệ tương ứng là $B_G^{\Gamma_{7,8c}}$. Ma trận $H_{exc}^{\Gamma_1}$ có dạng:

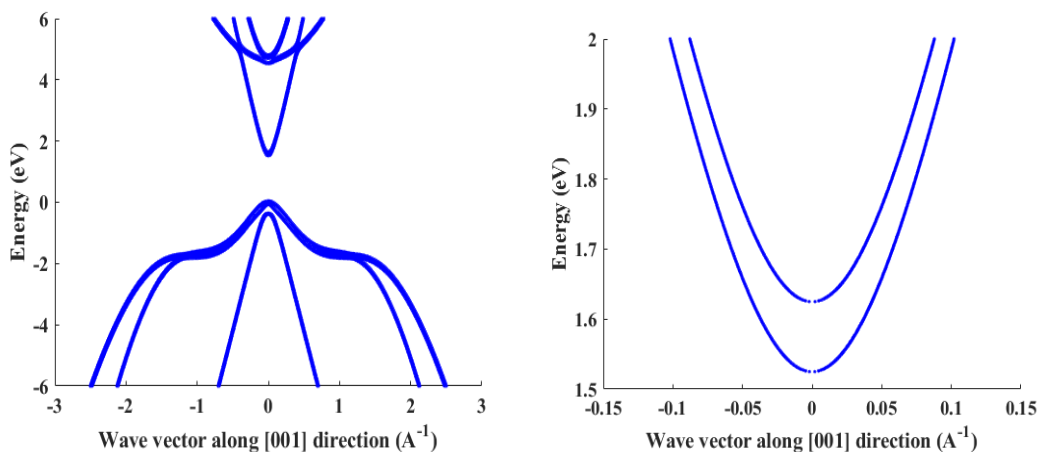
$$H_{exc}^{\Gamma_1} = 3B_G^{\Gamma_1} \begin{pmatrix} m_z & m_- \\ m_+ & -m_z \end{pmatrix} \quad (8)$$

Từ Hamiltonian xây dựng được khi thêm vào phần tương tác trao đổi, chéo hóa ma trận k.p 14x14 ta thu được cấu trúc toàn vùng năng lượng và cấu trúc vùng dẫn của GaAs và GaMnAs như hình 2 và hình 3.



Hình 2. Cấu trúc toàn vùng năng lượng (a) và cấu trúc vùng dẫn (b) của GaAs

Cấu trúc toàn bộ vùng năng lượng và cấu trúc vùng dẫn của vật liệu trong trường thế GaAs biểu diễn tương ứng trên các hình 2a, 2b, với thành phần véc tơ sóng song song được chọn là $[k_x, k_y] = [0, 0.05, 0]$. Cấu trúc vùng năng lượng và vùng dẫn của GaMnAs được biểu diễn trên Hình 3a, 3b với năng lượng trao đổi 0.05 (eV). Ta thấy sự có mặt của tương tác trao đổi sẽ làm khử sự suy biến theo spin của các vùng năng lượng ngay từ tâm vùng. Hình 3b cho thấy vùng dẫn của GaMnAs bị tách ra làm hai vùng con với khoảng cách năng lượng là 0.1eV, bằng hai lần năng lượng của tương tác trao đổi. Spin của điện tử trên hai vùng con là ngược nhau và có định hướng song song với véc tơ từ hóa.



Hình 3. Cấu trúc toàn vùng năng lượng (a) và cấu trúc vùng dẫn (b) của GaMnAs

2.2. Điều kiện biên

Trở lại phương trình Schrodinger, xét trạng thái dừng với năng lượng chui ngầm E , và giả thiết rằng thành phần véc tơ sóng $[k_x, k_y]$ song song với tường thế là bảo toàn, bằng cách tìm nghiệm của Hamiltonian ta có thể tìm được các giá trị số sóng k_z tương ứng với mỗi vùng tại mỗi lớp của vật liệu. Gọi nghiệm k_z tương ứng với vùng năng lượng n là k_n . Do tính nghịch đảo thời gian, nếu k_n là một nghiệm thì $-k_n$ cũng là một nghiệm. Bởi vậy ta tìm hàm sóng của phương trình trong lớp vật liệu j ($j = L, B, R$) dưới dạng:

$$\Psi^{(j)} = \sum_{n=1}^N a_n^{(j)} \Phi^{(j)}(k_n, z) + b_n^{(j)} \Phi^{(j)}(-k_n, z) \quad (9)$$

ở đó $N = 14$ là số vùng trong mô hình k.p. Để thuận tiện ta kí hiệu $-k_n = k_{n+N}$. Để tìm các hệ số $a_n^{(j)}, b_n^{(j)}$ xác định hàm sóng, chúng tôi sử dụng điều kiện biên chuẩn cho vận chuyển đa vùng, ở đó hàm sóng $|\psi\rangle$ và dòng xác suất $(\psi | \mathbf{J}_z | \psi)$ là liên tục khi đi qua các mặt phân cách. Hàm Φ thông thường được chọn là các hàm sóng phẳng $\Phi(kz, z) = \exp(ik_z z)$ ta thu được các phương trình cho $a_n^{(j)}, b_n^{(j)}$ dưới dạng:

Tại biên $z=0$:
$$M^L \begin{pmatrix} a^L \\ b^L \end{pmatrix} = M^B \begin{pmatrix} a^B \\ b^B \end{pmatrix} \quad (10)$$

Tại biên $z=a$
$$M^B Q^B \begin{pmatrix} a^B \\ b^B \end{pmatrix} = M^R \begin{pmatrix} a^R \\ b^R \end{pmatrix} \quad (11)$$

Trong đó:
$$M_L = \begin{pmatrix} \Phi_1^L(k_1) & \dots & \Phi_1^L(k_{2N}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \Phi_N^L(k_1) & \dots & \Phi_N^L(k_{2N}) \\ J_z \Phi_1^L(k_1) & \dots & J_z \Phi_1^L(k_{2N}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ J_z \Phi_N^L(k_1) & \dots & J_z \Phi_N^L(k_{2N}) \end{pmatrix}; M_B = \begin{pmatrix} \Phi_1^B(k_1) & \dots & \Phi_1^B(k_{2N}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \Phi_N^B(k_1) & \dots & \Phi_N^B(k_{2N}) \\ J_z \Phi_1^B(k_1) & \dots & J_z \Phi_1^B(k_{2N}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ J_z \Phi_N^B(k_1) & \dots & J_z \Phi_N^B(k_{2N}) \end{pmatrix} \quad (12)$$

và
$$Q_B = \begin{pmatrix} e^{-ik_1 d} & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & e^{-ik_{2N} d} \end{pmatrix} \quad (13)$$

Ta cũng sử dụng các kí hiệu rút gọn $a^{(j)} = [a_1^{(j)}, a_2^{(j)}, \dots, a_N^{(j)}]^T$; $b^{(j)} = [b_1^{(j)}, b_2^{(j)}, \dots, b_N^{(j)}]^T$. Các điều kiện đầu về sóng tới cho ta giá trị của a^L , điều kiện không tồn tại sóng phản xạ ở vô cùng cho ta $b^R = 0$. Các phương trình (10-13) cho phép ta xác định các hệ số còn lại của hàm sóng ở phương trình 9.

2.3. Tính toán dòng spin

Một khi hàm sóng đã được xác định, ta có thể tính toán giá trị của dòng spin theo công thức ở phương trình 3. Để dễ dàng cho việc nhìn nhận ý nghĩa vật lý của kết quả, chúng tôi chọn tính toán ở mức năng lượng của sóng tới là $E = 1.6eV$ tương ứng với vùng con thấp hơn trong cấu trúc vùng dẫn của GaMnAs. Lúc này chỉ có duy nhất một hàm sóng điện tử được chiếu vào cấu trúc. Chú ý rằng do các tham số $P', \Delta' \neq 0$ nên trên vùng dẫn có sự xuất hiện của từ trường nội hiệu dụng D'yakonov Perel [10].

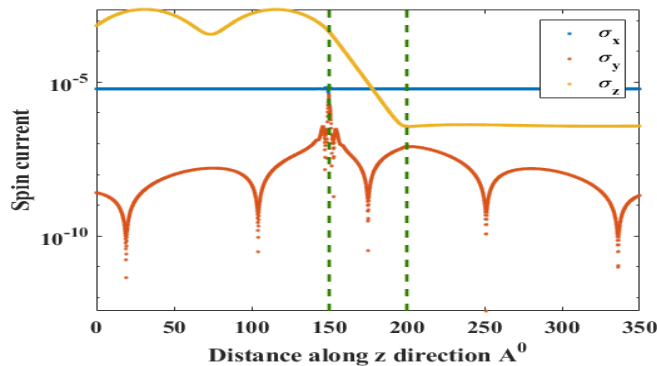
$$H_{DP} = -\gamma \begin{pmatrix} k_z(k_x^2 - k_y^2) & k_x(k_y^2 - k_z^2) - ik_y(k_z^2 - k_x^2) \\ k_x(k_y^2 - k_z^2) + ik_y(k_z^2 - k_x^2) & -k_z(k_x^2 - k_y^2) \end{pmatrix} \quad (14)$$

Định hướng của spin được xác định bởi cạnh tranh giữa từ trường nội Dresselhaus và tương tác trao đổi (phương trình 5). Chọn $[k_x, k_y] = [0, 0.3, 0]$, độ cao tường thế được chọn là $d = 0.5(eV)$. Không mất tính tổng quát, giả sử véc tơ độ từ hóa trong vùng L là $m = [m_x, 0, 0]$.

Ta sẽ tính toán dòng spin $\sigma_\alpha = J_z^\alpha$ với $\alpha = x, y, z$ là các chỉ số trong không gian spin.

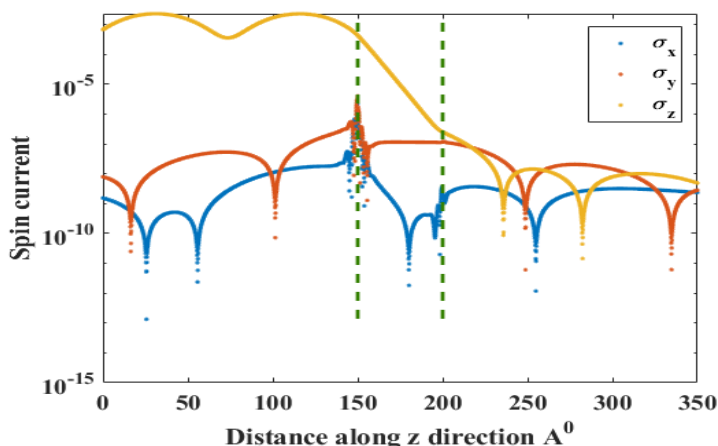
Xét cấu hình PA khi độ từ hóa của vùng R cùng hướng với độ từ hóa vùng L. Đáng điều của ba thành phần của dòng spin trong cấu trúc PA được biểu diễn trên hình 4. Chú ý rằng ở đây chúng tôi biểu thị độ lớn trên thang log. Ta thấy thành phần dòng σ_y có giá trị rất nhỏ và có thể bỏ qua bên cạnh các thành phần dòng σ_x, σ_z . Điều này là hợp lý. Thật vậy, do $k_y = 0$, nên từ trường nội D'yakonov-Perel là $H_{DP} = -\gamma k_z k_x^2 \hat{\sigma}_z + \gamma k_x k_z^2 \hat{\sigma}_x$. Mặt khác tương tác trao đổi chỉ hỗ trợ định hướng spin theo phương x, bởi vậy về mặt vật lý sẽ không có dòng spin σ_y được gửi vào hay truyền qua cấu trúc.

Do tương tác trao đổi của cả hai vùng L,R đều hỗ trợ định hướng spin \uparrow_x nên ta thấy dòng spin σ_x gần như được bảo toàn. σ_z có giá trị tương đối lớn trong điện cực trái L, bị suy giảm trong rào thế do sự dập tắt hàm sóng trong hiện tượng chui ngầm và có giá trị không đổi trong vùng điện cực phải.



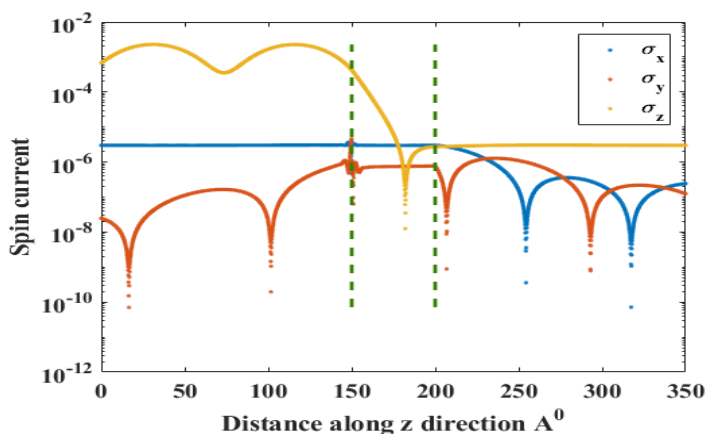
Hình 4. Dòng spin của điện tử trong cấu hình PA

Hình 5 biểu diễn ba thành phần của dòng spin trên cấu trúc cấu hình từ hóa đối song (AP) tại hai điện cực L và R. Điều đáng chú ý xảy ra với thành phần σ_x : do tác dụng ngược nhau của véc tơ từ hóa, nó bị dập tắt và có giá trị nhỏ trên cả ba vùng.



Hình 5. Dòng spin của điện tử trong cấu hình AP

Cuối cùng, ta tính giá trị của dòng spin khi cấu trúc có cấu hình từ “vận chuyển spin” (ST), ở đó véc tơ độ từ hóa trong lớp L là trục giao với véc tơ độ từ hóa trong lớp R. Ở đây chúng tôi chọn véc tơ độ từ hóa của lớp R là song song với trục z (hình 6). Ta thấy, giống như hai trường hợp trước, thành phần $\sigma_y = 0$ rất nhỏ và có thể bỏ qua. Thành phần σ_x có giá trị đáng kể trong vùng L và trong tường thế, nhưng bị suy giảm khi đi vào vùng phải R. Trong khi đó, thành phần σ_z bị suy giảm mạnh trong tường thế nhưng phục hồi trong vùng điện cực phải do sự hỗ trợ của tương tác trao đổi trong vùng R.



Hình 6. Dòng spin của điện tử trong cấu hình ST

3. KẾT LUẬN

Trong bài báo này, chúng tôi đã tính toán dòng spin trong cấu trúc tiếp xúc dị chất bán dẫn điển hình. Kết quả tính toán cho thấy độ lớn của dòng spin được quy định bởi tương tác spin quỹ đạo (thông qua từ trường nội D'yakonov-Perel) và tương tác trao đổi. Sự mở rộng kết quả tính toán cho dòng spin của các lỗ trống trong vùng hóa trị của bán dẫn, và dòng spin trong các cấu trúc đa tường thế là mục tiêu nghiên cứu của chúng tôi trong thời gian tới.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo này là kết quả nghiên cứu từ đề tài cấp cơ sở mã số ĐT-2018-03 của Trường Đại học Hồng Đức.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Wolf, S. A., D. D. Awschalom (2001), R. A. Bulrman, J. M. Daughton, S. von Molnar, M. L. Roukers, A. Y. Chtchelkanova, and D. M. Treger, Science 2911, 1488.
- [2] E. I. Rashba (2003), Phys. Rev. B 68, 241315(R).
- [3] Sun, Q. F. & Xie, X. C, Phys. Rev. B 72, 245305 (2005)
- [4] Sun, Q. F., Xie, X. C. & Wang, J. Phys. Rev. B 77, 035327 (2008).
- [5] J. Shi, P. Zhang, D. Xiao, and Q. Niu (2006), Phys. Rev. Lett. 96, 076604.
- [6] Zutic, J. Fabrian, S. D. Sarma, Spintronics: Rev. Mod. Phys. 76, 323 – 410 (2004).
- [7] T. L. Hoai Nguyen, H.-J. Drouhin, J.-E. Wegrowe, and G. Fishman (2009), Phys. Rev. B 79, 165204.
- [8] Federico Bottegoni, H.-J. Drouhin, Guy Fishman, and J. -E Wegrowe, Phys. Rev B 85, 235313 (2012).
- [9] H.-J Drouhin, Guy Fishman, and J.-E Wegrowe, Phys. Rev. B 83, 113307 (2011)
- [10] Huong T. Dang, PhD thesis, Ecole Polytechnique (2015).

CALCULATING THE SPIN CURRENTS IN SEMICONDUCTOR HETEROSTRUCTURE

Nguyen Thi Loan, Nguyen Thi Lam Hoai

ABSTRACT

In this paper we calculate the spin currents through semiconductor heterostructure made of GaAs. We use 14×14 k.p approach to describe the semiconductor materials. We establish the boundary conditions based on the continuity of the probability current and then perform numerical calculations for spin current components. Profiles of spin currents in GaMnAs/GaAs/GaMnAs semiconductor heterostructure were obtained in three different magnetization configurations: Parallel, Anti-Parallel, and Spin Transfer. This model allows one to include the presence of both spin-orbit interaction and exchange interaction in the expression of the Hamiltonian.

Keywords: Spintronic, spin currents, semiconductor spins, spin electronics.

Ngày nộp bài: 9/7/2019; Ngày gửi phản biện: 19/7/2019; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019.

ĐỊNH LÝ ĐIỂM BẤT ĐỘNG CHUNG KIỂU PRESIC VÀ ỨNG DỤNG

Nguyễn Văn Lương¹, Trần Thị Hương², Hoàng Lê Minh³

TÓM TẮT

Trong bài báo này chúng tôi đưa ra một số ứng dụng của định lý điểm bất động chung kiểu Presic vào giải các bài toán về sự hội tụ của dãy số và giải các hệ phương trình đối xứng phi tuyến.

Từ khóa: Điểm bất động chung, định lý điểm bất động kiểu Presic, dãy truy hồi, hệ phương trình đối xứng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nguyên lý ánh xạ co được phát biểu và chứng minh trong luận án tiến sĩ của Banach năm 1922 và trở thành một công cụ quan trọng có nhiều ứng dụng trong giải tích, toán học cũng như các lĩnh vực khoa học khác. Bởi tầm quan trọng đó, nhiều nhà toán học đã tìm cách mở rộng nguyên lý ánh xạ co và đưa ra các ứng dụng mới. Việc mở rộng nguyên lý ánh xạ co về cơ bản theo hai hướng: mở rộng lớp ánh xạ và mở rộng không gian. Năm 1965, Presic [7] chứng minh một định lý điểm bất động thỏa mãn điều kiện kiểu co cho “ánh xạ nhiều biến” trên không gian tích. Kết quả này có nhiều ứng dụng, đặc biệt là trong lý thuyết phương trình sai phân, do đó nhiều nhà toán học mở rộng kết quả của Presic cho các trường hợp tổng quát hơn [3,5,6,8,9] và các tài liệu được trích dẫn trong các bài báo đó). Trong bài báo [4], các tác giả đã áp dụng định lý của Presic vào nghiên cứu sự hội tụ của các dãy số cho ở dạng truy hồi và vào giải các hệ phương trình đối xứng phi tuyến. Trên cơ sở ý tưởng của bài báo [4], trong bài báo này chúng tôi đưa ra một số áp dụng tương tự của định lý điểm bất động chung kiểu Presic. Để làm được điều đó, trước tiên chúng tôi sẽ chứng minh một định lý về điểm bất động chung cho hai ánh xạ trên tập số thực. Lưu ý rằng, sự tồn tại điểm chung, điểm bất động chung của các ánh xạ thỏa mãn điều kiện của định lý là đã biết. Tuy nhiên, chúng tôi xây dựng các dãy số “chứa trễ” và chứng minh các dãy số này hội tụ về giá trị chung của các ánh xạ. Kết quả này là mới và có vai trò quan trọng trong việc đưa ra các áp dụng. Phần còn lại của bài báo được bố cục như sau. Trong mục 2, chúng tôi trình bày một số khái niệm và kết quả về dãy số được sử dụng trong bài báo. Trong mục 3, chúng tôi chứng minh định lý điểm bất động (chung) kiểu Presic cho các ánh xạ trên tập số thực. Áp dụng sơ cấp của định lý sẽ được trình bày trong mục 4.

^{1,3} Giảng viên Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Hồng Đức

² Giáo viên Trường Trung học phổ thông Sầm Sơn, Thanh Hóa

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Một số khái niệm và kết quả sơ bộ

Định nghĩa 2.1. Cho E là một tập con khác rỗng của \mathbb{R} , k là một số nguyên dương và $f: E^k \rightarrow E$ là một hàm số. Số thực $x \in E$ được gọi là điểm bất động của f nếu $f(x, x, \dots, x) = x$.

Định nghĩa 2.2. Cho E là một tập con khác rỗng của \mathbb{R} , k là một số nguyên dương và $f: E^k \rightarrow E$ và $g: E \rightarrow E$ là các hàm số.

- (1) Số thực $x \in E$ được gọi là điểm bất động chung của f và g nếu $f(x, x, \dots, x) = g(x)$.
- (2) Nếu $y = f(x, \dots, x) = g(x)$ thì y được gọi là giá trị chung của f và g .
- (3) Nếu $x = f(x, \dots, x) = g(x)$ thì x được gọi là điểm bất động chung của f và g .
- (4) f và g được gọi là giao hoán tại x nếu $g(f(x, \dots, x)) = f(g(x), \dots, g(x))$.
- (5) f và g được gọi là tương thích yếu nếu các hàm số giao hoán tại các điểm chung.

Bổ đề 2.3. ([1]) Cho E là một tập con khác rỗng của \mathbb{R} , k là một số nguyên dương và $f: E^k \rightarrow E$ và $g: E \rightarrow E$ là các hàm số tương thích yếu. Nếu f và g có duy nhất một giá trị chung y thì y là điểm bất động chung của f và g .

Kết quả sau tương tự như kết quả của Presic [7]. Tuy nhiên, để sử dụng cho việc chứng minh kết quả trong phần sau, chúng tôi đã cho phép “trễ” trong điều kiện chính (2.1). Bổ đề được chứng minh tương tự như kết quả của Presic.

Bổ đề 2.4. Cho k là một số nguyên dương, p là số nguyên không âm và $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k$ là các số thực không âm thỏa mãn $\sum_{i=1}^k \alpha_i = \alpha < 1$. Nếu $\{\Delta_n\}$ là một dãy số thực không âm thỏa mãn:

$$\Delta_{n+p+k} \leq \alpha_1 \Delta_n + \alpha_2 \Delta_{n+1} + \dots + \alpha_k \Delta_{n+k-1} \quad (2.1)$$

với mọi $n \geq 1$, thì tồn tại $L > 0$ và $\theta \in (0, 1)$ sao cho $\Delta_n \leq L \cdot \theta^n$, $\forall n \geq 1$. (2.2)

Chứng minh.

Giả sử tồn tại i sao cho $\alpha_i \neq 0$. Không mất tính tổng quát, giả sử $\alpha_1 \neq 0$. Xét hàm số liên tục $f(x) = \alpha_1 + \alpha_2 x + \dots + \alpha_k x^{k-1} - x^{p+k}$.

Vì $f(1) = \alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_k - 1 = \alpha - 1 < 0$ và $f(0) = \alpha_1 > 0$, nên tồn tại $\theta \in (0, 1)$ sao cho $f(\theta) = 0$, tức là $\theta^{p+k} = \alpha_1 + \alpha_2 \theta + \dots + \alpha_k \theta^{k-1}$.

$$\text{Đặt } L = \max \left\{ \frac{\Delta_1}{\theta}, \frac{\Delta_2}{\theta^2}, \dots, \frac{\Delta_{p+k}}{\theta^{p+k}} \right\}.$$

Khi đó bất đẳng thức (2.2) đúng với $n = 1, 2, \dots, p+k$. Giả sử (2.2) đúng với k giá trị liên tiếp của n là $m, m+1, \dots, m+k-1$ ta sẽ chứng minh (2.2) cũng đúng với $n = m+p+k$. Thật vậy,

$$\begin{aligned} \Delta_{m+p+k} &\leq \alpha_1 \Delta_m + \alpha_2 \Delta_{m+1} + \dots + \alpha_k \Delta_{m+k-1} \\ &\leq \alpha_1 L \theta^m + \alpha_2 L \theta^{m+1} + \dots + \alpha_k L \theta^{m+k-1} \\ &\leq L \theta^m (\alpha_1 + \alpha_2 \theta + \dots + \alpha_k \theta^{k-1}) = L \theta^{m+p+k}. \end{aligned}$$

Vậy bất đẳng thức đã được chứng minh. Nếu $\alpha_i = 0$ với mọi i , thì dễ thấy bất đẳng thức (2.2) đúng với L như trên, trong đó $\theta \in (0,1)$ bất kỳ.

Bổ đề 2.5. Cho $k \geq 0$ là một số nguyên, $0 \leq q < 1$ và $\{x_n\}, \{b_n\}$ là hai dãy số không âm thỏa mãn $x_{n+1} \leq qx_{n-k} + b_n$, với mọi $n \geq k$. Nếu $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n = 0$, thì $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = 0$.

Chứng minh.

Vì $0 \leq q < 1$, tồn tại $a > 0$ sao cho $q + a < 1$. Giả sử dãy số $\{x_n\}$ không hội tụ về 0. Khi đó tồn tại dãy con $\{x_{n_i}\}$ của $\{x_n\}$ không hội tụ về 0 và $ax_{n_i} \geq b_{n_i}$ với mọi i . Khi đó, với mọi i ta có $x_{n_i+1} \leq qx_{n_i-k} + ax_{n_i}$

Áp dụng Bổ đề 2.4, ta suy ra $x_{n_i} \rightarrow 0$ khi $i \rightarrow \infty$. Điều này mâu thuẫn với giả thiết. Vậy $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = 0$.

Trường hợp $k = 1$ có thể xem trong [2]. Chú ý rằng, trong [2], chứng minh cho trường hợp $k = 1$ khá dài, sử dụng định lý Stolz - Cesaro.

2.2. Định lý điểm bất động chung kiểu Presic

Trong phần này, chúng tôi sẽ chứng minh điểm bất động chung kiểu Presic cho hai ánh xạ. Sự tồn tại giá trị chung và điểm bất động chung cho hai ánh xạ thỏa mãn các điều kiện ở định lý dưới đây là một kết quả đã biết cho không gian metric tổng quát (ví dụ ở bài báo [9]). Tuy nhiên, ở định lý dưới đây, chúng tôi phát biểu kết quả trong tập các số thực. Ngoài ra, khi xây dựng các dãy lặp hội tụ về giá trị chung của các hàm số, chúng tôi xây dựng các dãy số có chứa trễ.

Định lý 3.1. Cho E là một tập con khác rỗng của \mathbb{R} , k là một số nguyên dương và $f: E^k \rightarrow E$ và $g: E \rightarrow E$ là các ánh xạ thỏa mãn $f(E^k) \subset g(E)$ và $g(E)$ là tập con đóng của \mathbb{R} . Giả sử tồn tại các số thực không âm $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k$ và $\sum_{i=1}^k \alpha_i = \alpha < 1$ sao cho

$$|f(x_0, x_1, \dots, x_k) - f(x_1, x_2, \dots, x_k)| \leq \sum_{i=1}^k \alpha_i |g(x_{i-1}) - g(x_i)|$$

với mọi $x_0, x_1, \dots, x_k \in E$. Khi đó

(i) f và g có một giá trị chung duy nhất, kí hiệu là x^* .

(ii) Giả sử l là một số nguyên dương cho trước. Với $x_0, x_1, \dots, x_{n-l-1} \in E$ cho trước, ta có thể xây dựng được dãy số $\{x_n\}$ thỏa mãn

$$g(x_n) = f(x_{n-l}, x_{n-l}, \dots, x_{n-l}), \quad \forall n \geq l$$

và dãy số $\{g(x_n)\}$ hội tụ tới x^* .

(iii) Giả sử p là một số nguyên dương cho trước. Với $y_0, y_1, \dots, y_{k+p-2} \in E$ cho trước, ta có thể xây dựng được dãy số $\{y_n\}$ thỏa mãn

$$g(y_n) = f(y_{n-p}, y_{n-p-1}, \dots, y_{n-p-k+1}), \quad \forall n \geq p+k-1$$

và dãy số $\{g(y_n)\}$ hội tụ tới x^* .

(iv) Giả sử q là một số nguyên dương cho trước. Với $z_0, z_1, \dots, z_{k+q-2} \in E$ cho trước, ta có thể xây dựng được dãy số $\{z_n\}$ thỏa mãn

$$g(z_n) = f(z_{n-q-k+1}, x_{n-q-k+2}, \dots, x_{n-q}), \quad \forall n \geq q+k-1$$

và dãy số $\{g(z_n)\}$ hội tụ tới x^* .

(v) Nếu f và g là hai ánh xạ tương thích yếu, thì f và g có điểm bất động chung duy nhất.

Chứng minh.

(i), (ii). Với $x_0, x_1, \dots, x_{n-l-1} \in E$ cho trước, vì $f(E^k) \subset g(E)$ nên dãy số $\{g(x_n)\}$ hoàn toàn xác định. Với $n \geq l$, ta có

$$\begin{aligned} |g(x_n) - g(x_{n+1})| &= |f(x_{n-l}, x_{n-l}, \dots, x_{n-l}) - f(x_{n-l+1}, x_{n-l+1}, \dots, x_{n-l+1})| \\ &\leq |f(x_{n-l}, x_{n-l}, \dots, x_{n-l}) - f(x_{n-l}, \dots, x_{n-l}, x_{n-l+1})| \\ &\quad + |f(x_{n-l}, \dots, x_{n-l}, x_{n-l+1}) - f(x_{n-l}, \dots, x_{n-l}, x_{n-l+1}, x_{n-l+1})| + \dots \\ &\quad + |f(x_{n-l}, x_{n-l+1}, \dots, x_{n-l+1}) - f(x_{n-l+1}, \dots, x_{n-l+1}, x_{n-l+1})| \\ &\leq \alpha_k |g(x_{n-l}) - g(x_{n-l+1})| + \dots + \alpha_1 |g(x_{n-l}) - g(x_{n-l+1})| \\ &= \alpha |g(x_{n-l}) - g(x_{n-l+1})|. \end{aligned}$$

Đặt $L_1 = \max \{|g(x_{n-l}) - g(x_{n-l+1})| : 0 \leq l \leq l+1\}$. Với mọi $n \geq l$, ta có

$$|g(x_n) - g(x_{n+1})| \leq \alpha^{\left[\frac{n}{l}\right]} L_1.$$

Với $m > n \geq l$, ta có

$$\begin{aligned} |g(x_n) - g(x_m)| &= |g(x_n) - g(x_{n+1}) + g(x_{n+1}) - g(x_{n+2}) + \dots + g(x_{m-1}) - g(x_m)| \\ &\leq |g(x_n) - g(x_{n+1})| + |g(x_{n+1}) - g(x_{n+2})| + \dots + |g(x_{m-1}) - g(x_m)| \\ &\leq \alpha^{\left[\frac{n}{l}\right]} L_1 + \alpha^{\left[\frac{n+1}{l}\right]} L_1 + \dots + \alpha^{\left[\frac{m-1}{l}\right]} L_1 \leq \left(\alpha^{\left[\frac{n}{l}\right]} + \alpha^{\left[\frac{n}{l}\right]+1} + \dots \right) L_1 l \\ &\leq \frac{\alpha^{\left[\frac{n}{l}\right]}}{1-\alpha} L_1 l. \end{aligned}$$

Do đó $\lim_{m,n \rightarrow \infty} |g(x_n) - g(x_m)| = 0$.

Tức là, dãy số $\{g(x_n)\}$ là dãy Cauchy. Vì $g(E)$ là tập đóng nên $\{g(x_n)\}$ hội tụ tới $x^* \in g(E)$. Vì $x^* \in g(E)$ nên tồn tại $u \in E$ sao cho $g(u) = x^*$.

Với $m > n \geq l$, ta có

$$\begin{aligned} |g(x_n) - f(u, u, \dots, u)| &= |f(x_{n-l}, x_{n-l}, \dots, x_{n-l}) - f(u, u, \dots, u)| \\ &= |f(x_{n-l}, x_{n-l}, \dots, x_{n-l}) - f(x_{n-l}, \dots, x_{n-l}, u) + \dots + f(x_{n-l}, u, \dots, u) - f(u, u, \dots, u)| \\ &\leq |f(x_{n-l}, x_{n-l}, \dots, x_{n-l}) - f(x_{n-l}, \dots, x_{n-l}, u)| + \dots + |f(x_{n-l}, u, \dots, u) - f(u, u, \dots, u)| \\ &\leq \alpha_k |g(x_{n-l}) - g(u)| + \dots + \alpha_1 |g(x_{n-l}) - g(u)| = \alpha |g(x_{n-l}) - g(u)|. \end{aligned}$$

Vì $g(x_n) \rightarrow g(u)$ khi $n \rightarrow \infty$, nên suy ra $g(x_n) \rightarrow f(u, u, \dots, u)$ khi $n \rightarrow \infty$. Do giới hạn là duy nhất nên ta có $g(u) = f(u, u, \dots, u) = x^*$.

Do đó u là một điểm chung của f và g , còn x^* là một giá trị chung của f và g .

Giả sử f và g có giá trị chung y^* với $y^* \neq x^*$. Khi đó tồn tại $w \in E$ sao cho

$$g(w) = f(w, w, \dots, w) = y^*.$$

Ta có

$$\begin{aligned} |g(u) - g(w)| &= |f(u, u, \dots, u) - f(w, w, \dots, w)| \\ &= |f(u, u, \dots, u) - f(u, \dots, u, w) + \dots + f(u, w, \dots, w) - f(w, w, \dots, w)| \\ &\leq |f(u, u, \dots, u) - f(u, \dots, u, w)| + \dots + |f(u, w, \dots, w) - f(w, w, \dots, w)| \\ &\leq \alpha_k |g(u) - g(w)| + \dots + \alpha_1 |g(u) - g(w)| = \alpha |g(u) - g(w)|. \end{aligned}$$

Vì $\alpha < 1$, nên ta có $g(u) = g(w)$, hay $x^* = y^*$. Điều này vô lý, suy ra f và g có một giá trị chung duy nhất.

(iii) Với $y_0, y_1, \dots, y_{k+p-2} \in E$ cho trước, vì $f(E^k) \subset g(E)$ nên dãy số $\{g(y_n)\}$ hoàn toàn xác định. Với $n \geq p+k-1$, ta có

$$\begin{aligned} |g(y_n) - g(y_{n+1})| &= |f(y_{n-p}, y_{n-p-1}, \dots, y_{n-p-k+1}) - f(y_{n-p+1}, y_{n-p}, \dots, y_{n-p-k+2})| \\ &\leq \alpha_1 |g(y_{n-p}) - g(y_{n-p+1})| + \dots + \alpha_k |g(y_{n-p-k+1}) - g(y_{n-p-k+2})|. \end{aligned}$$

Đặt $\Delta_{n+1} = |g(y_n) - g(y_{n+1})|$, $n \geq p+k-1$. Khi đó

$$\Delta_{n+1} = \alpha_1 \Delta_{n-p+1} + \alpha_2 \Delta_{n-p} + \dots + \alpha_k \Delta_{n-p-k+2}, \quad \forall n \geq p+k-1,$$

với $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k \geq 0$ và $\sum_{i=1}^k \alpha_i = \alpha < 1$. Do đó theo Bổ đề 2.4 tồn tại số $L > 0$ và

$$\theta \in (0, 1)$$

sao cho

$$\Delta_n \leq L\theta^n, \quad \forall n \geq p+k-1.$$

Hay $|g(y_{n-1}) - g(y_n)| \leq L\theta^n, \quad \forall n \geq p+k-1.$

Với $m > n \geq 0$, ta có

$$\begin{aligned} |g(y_n) - g(y_m)| &= |g(y_n) - g(y_{n+1}) + g(y_{n+1}) - g(y_{n+2}) + \dots + g(y_{m-1}) - g(y_m)| \\ &\leq |g(y_n) - g(y_{n+1})| + |g(y_{n+1}) - g(y_{n+2})| + \dots + |g(y_{m-1}) - g(y_m)| \\ &\leq L\theta^{n+1} + L\theta^{n+2} + \dots + L\theta^m \\ &\leq L\theta^{n+1} (1 + \theta + \theta^2 + \dots + \theta^{m-n-1} + \dots) \\ &\leq L\theta^{n+1} \cdot \frac{\theta}{1-\theta}. \end{aligned}$$

Vì $\lim_{n \rightarrow \infty} \theta^{n+1} = 0$, do đó $\lim_{m, n \rightarrow \infty} |g(y_n) - g(y_m)| = 0$. Tức dãy $\{g(y_n)\}$ là dãy Cauchy.

Vì $g(E)$ là tập đóng nên $\{g(y_n)\}$ hội tụ. Ta chứng minh $\{g(y_n)\}$ hội tụ tới x^* . Với $n \geq p+k-1$, ta có

$$\begin{aligned} |g(y_{n+1}) - x^*| &= |f(y_{n-p+1}, y_{n-p}, \dots, y_{n-p-k+2}) - f(u, u, \dots, u)| \\ &\leq |f(y_{n-p+1}, y_{n-p}, \dots, y_{n-p-k+2}) - f(y_{n-p}, y_{n-p-1}, \dots, y_{n-p-k+2}, u)| + \dots \\ &\quad + |f(y_{n-p-k+2}, u, \dots, u) - f(u, u, \dots, u)| \\ &\leq [\alpha_1 |g(y_{n-p}) - g(y_{n-p+1})| + \dots + \alpha_k |g(y_{n-p-k+2}) - x^*|] \\ &\quad + [\alpha_1 |g(y_{n-p-1}) - g(y_{n-p})| + \dots + \alpha_{k-1} |g(y_{n-p-k+2}) - x^*| + \alpha_k |x^* - x^*|] + \dots \\ &\quad + [\alpha_1 |g(y_{n-p-k+2}) - x^*| + \alpha_2 |x^* - x^*| + \dots + \alpha_k |x^* - x^*|] \\ &\leq [\alpha_1 L\theta^{n-p+1} + \dots + \alpha_{k-1} L\theta^{n-p-k+3} + \alpha_k |g(y_{n-p-k+2}) - x^*|] \\ &\quad + [\alpha_1 L\theta^{n-p} + \dots + \alpha_{k-1} |g(y_{n-p-k+2}) - x^*| + \alpha_k \cdot 0] + \dots \\ &\quad + [\alpha_1 |g(y_{n-p-k+2}) - x^*| + \alpha_2 \cdot 0 + \dots + \alpha_k \cdot 0] \\ &= \alpha_1 L\theta^{n-p+1} + (\alpha_1 + \alpha_2) L\theta^{n-p} + \dots + (\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_k) |g(y_{n-p-k+2}) - x^*|. \end{aligned}$$

Khi đó $|g(y_{n+1}) - x^*| \leq \alpha |g(y_{n-p-k+2}) - x^*| + L\theta^n [\alpha_1 \theta^{1-p} + \dots + (\alpha_1 + \dots + \alpha_{k-1}) \theta^{3-p-k}]$.

Vì $\theta \in (0, 1)$, ta có $\lim_{n \rightarrow \infty} L\theta^n [\alpha_1 \theta^{1-p} + \dots + (\alpha_1 + \dots + \alpha_{k-1}) \theta^{3-p-k}] = 0$.

Áp dụng Bổ đề 2.5, ta được $\lim_{n \rightarrow \infty} |g(y_{n+1}) - x^*| = 0$,

hay $\lim_{n \rightarrow \infty} g(y_n) = x^*$.

(iv). Chứng minh tương tự như (iii).

(v). Kết luận suy ra từ Bổ đề 2.3.

Ví dụ 3.2. Cho $E = [0, 32]$ và các hàm số $f : E \times E \rightarrow E, g : E \rightarrow E$ xác định bởi

$$f(x_1, x_2) = \sqrt{x_1 + 34} - \sqrt{x_2 + 2}, \quad \forall x_1, x_2 \in E,$$

và
$$g(x) = \sqrt{8x}, \quad \forall x \in E$$

Với mọi $x, y, z \in E$ ta có

$$\begin{aligned} |f(x, y) - f(y, z)| &\leq \frac{|x - y|}{\sqrt{x + 34} + \sqrt{y + 34}} + \frac{|x - y|}{\sqrt{y + 2} + \sqrt{z + 2}} \\ &= \frac{\sqrt{8x} + \sqrt{8y}}{8(\sqrt{x + 34} + \sqrt{y + 34})} |g(x) - g(y)| + \frac{\sqrt{8y} + \sqrt{8z}}{8(\sqrt{y + 2} + \sqrt{z + 2})} |g(y) - g(z)| \\ &\leq \frac{\sqrt{2}}{4} |g(x) - g(y)| + \frac{\sqrt{2}}{4} |g(y) - g(z)| \\ &= \alpha_1 |g(x) - g(y)| + \alpha_2 |g(y) - g(z)|. \end{aligned}$$

Vì $\alpha_1 + \alpha_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} < 1$

Nên điều kiện của Định lý 3.1 thỏa mãn. Ngoài ra có thể kiểm tra các điều kiện khác của Định lý 3.1 (trừ tính tương thích yếu của f và g) cũng thỏa mãn và ta có $x = 2$ thỏa mãn $g(x) = f(x, x) = 4$.

2.3. Ứng dụng vào các bài toán sơ cấp

Trong phần này, chúng tôi áp dụng kết quả trình bày ở phần trước vào giải một số bài toán sơ cấp. Cụ thể, chúng tôi áp dụng Định lý 3.1 chứng minh sự hội tụ của dãy số cho dưới dạng truy hồi và giải hệ phương trình đối xứng.

2.3.1. Sự hội tụ của dãy số

Chúng tôi sẽ áp dụng Định lý 3.1 để chứng minh sự hội tụ và tìm giới hạn dãy số $\{x_n\}$ cho trước thỏa mãn một trong các điều kiện: $g(x_n) = f(x_{n-p}, x_{n-p-1}, \dots, x_{n-p-k+1})$ với p, k là các số nguyên dương và $f : E^k \rightarrow E, g : E \rightarrow E$ là các hàm số.

Nếu ta chỉ ra rằng các hàm số f và g thỏa mãn các điều kiện của Định lý 3.1, thì dãy $\{g(x_n)\}$ hội tụ. Hơn nữa, nếu g^{-1} tồn tại, liên tục thì $\{x_n\}$ hội tụ tới x là nghiệm của phương trình $g(x) = f(x, x, \dots, x)$.

Ví dụ 4.1. (Đề thi Olympic 30/4 năm 2018 cho khối 11). Cho dãy số $\{x_n\}$ thỏa mãn

điều kiện sau:
$$\begin{cases} x_1 = 30, & x_2 = 4 \\ x_{n+2} = \sqrt[3]{3x_{n+1} + \sqrt{2 + x_n}} \end{cases}$$

với mọi n nguyên dương. Tìm giới hạn của dãy số $\{x_n\}$.

Lời giải.

Trước tiên, bằng quy nạp ta có thể chứng minh được rằng $x_n \geq 2$ với mọi n . Dãy $\{x_n\}$ thỏa mãn: $x_{n+2}^3 = 3x_{n+1} + \sqrt{2+x_n}$, hay $g(x_{n+2}) = f(x_n, x_{n+1})$,

trong đó $g: [2, \infty) \rightarrow [2, \infty)$ xác định bởi $g(x) = x^3$ và $f: [2, \infty)^2 \rightarrow [2, \infty)$ xác định bởi $f(x, y) = 3y + \sqrt{2+x}$. Với mọi $x, y, z \in [2, \infty)$, ta có

$$\begin{aligned} |f(x, y) - f(y, z)| &= |3y + \sqrt{2+x} - 3z - \sqrt{2+y}| \\ &\leq 3|y - z| + \frac{|x - y|}{\sqrt{2+x} + \sqrt{2+y}} \\ &\leq \frac{3}{y^2 + yz + z^2} |y^3 - z^3| + \frac{|x^3 - y^3|}{(x^2 + xy + y^2)(\sqrt{2+x} + \sqrt{2+y})} \\ &\leq \frac{1}{4} |g(y) - g(z)| + \frac{1}{48} |g(x) - g(y)|. \end{aligned}$$

Do đó điều kiện (3.1) trong Định lý 3.1 thỏa mãn. Ta dễ dàng kiểm tra các điều kiện khác của Định lý 3.1 thỏa mãn. Do đó $\{g(x_n)\}$ hội tụ. Từ đó suy ra $\{x_n\}$ hội tụ tới nghiệm phương trình $x^3 = 3x + \sqrt{2+x}$ trên $[2, \infty)$. Giải ra ta được $x = 2$. Vậy $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = 2$.

Xuất phát từ ví dụ trên, ta có thể chứng minh sự hội tụ và tìm giới hạn của các dãy số sau:

Ví dụ 4.2. Chứng minh các dãy số sau hội tụ và tìm giới hạn:

(a) Cho $x_1, x_2, x_3 > 2$ và $x_{n+3} = \sqrt[3]{3x_{n+1} + \sqrt{2+x_n}}$

(b) Cho $x_1, x_2, x_3 > 2$ và $x_{n+3} = \sqrt[3]{3x_{n+2} + \sqrt{2+x_n}}$

(c) Cho $x_1 > 2$ và $x_{n+1} = \sqrt[3]{3x_n + \sqrt{2+x_n}}$

2.3.2. Giải hệ phương trình phi tuyến đối xứng

Trong phần này chúng tôi áp dụng Định lý 3.1 vào giải hệ phương trình phi tuyến đối xứng dạng

$$\begin{cases} g(x_1) = f(x_2, x_3, \dots, x_{k+1}) \\ g(x_2) = f(x_3, x_4, \dots, x_{k+2}) \\ \dots \\ g(x_{n-1}) = f(x_n, x_1, \dots, x_{k-1}) \\ g(x_n) = f(x_1, x_2, \dots, x_k) \end{cases}$$

với $f: E^k \rightarrow \mathbb{R}, g: E \rightarrow \mathbb{R}$ là các hàm số, $E \subseteq \mathbb{R}$ và k, n là các số nguyên dương thỏa mãn $1 \leq k \leq n$.

Ví dụ 4.3. Giải hệ phương trình trong \mathbb{R}^3

$$\begin{cases} \sqrt{8x} = \sqrt{y+34} - \sqrt{z+2} \\ \sqrt{8y} = \sqrt{z+34} - \sqrt{x+2} \\ \sqrt{8z} = \sqrt{x+34} - \sqrt{y+2} \end{cases}$$

Lời giải. Điều kiện để hệ có nghĩa:

$$\begin{cases} x - y + 32 \geq 0 \\ z - x + 32 \geq 0 \\ y - z + 32 \geq 0 \\ x, y, z \geq 0 \end{cases}$$

Xét hàm số $f : B \rightarrow E$ xác định bởi

$$f(x_1, x_2) = \sqrt{x_1 + 34} - \sqrt{x_2 + 2}, \quad \forall (x_1, x_2) \in B,$$

và $g : E \rightarrow E$ xác định bởi: $g(x) = \sqrt{8x}, \quad \forall x \in E,$

ở đây $E = [0, \infty); B = \{(x_1, x_2) \in E^2 : x_1 - x_2 + 32 \geq 0\}$.

Như trong Ví dụ 3.2, ta có thể kiểm tra điều kiện của Định lý 3.1 thỏa mãn. Do đó tồn tại duy nhất $u \in E$ sao cho tồn tại $x^* \in E$ thỏa mãn $u = f(x^*, x^*) = g(x^*)$. Như trong Ví dụ 3.2, ta có $u = 4$ và $x^* = 2$.

Giả sử (x, y, z) là một nghiệm của hệ. Ta có:

$$\begin{aligned} |g(x) - g(y)| &= |f(y, z) - f(z, x)| \leq \alpha_1 |g(y) - g(z)| + \alpha_2 |g(z) - g(x)| \\ |g(y) - g(z)| &= |f(z, x) - f(x, y)| \leq \alpha_1 |g(z) - g(x)| + \alpha_2 |g(x) - g(y)| \\ |g(z) - g(x)| &= |f(x, y) - f(y, z)| \leq \alpha_1 |g(x) - g(y)| + \alpha_2 |g(y) - g(z)| \end{aligned}$$

Cộng các vế tương ứng của các bất đẳng thức trên với chú ý $\alpha_1 + \alpha_2 < 1$, ta được

$$|g(x) - g(y)| + |g(y) - g(z)| + |g(z) - g(x)| = 0.$$

Hay $g(x) = g(y) = g(z)$. Từ đó suy ra $x = y = z$. Do đó hệ có nghiệm duy nhất $(2, 2, 2)$.

Bạn đọc có thể tham khảo thêm các ví dụ khác trong bài báo [4] trong trường hợp g là hàm số đồng nhất.

3. KẾT LUẬN

Bài báo đã đưa ra và chứng minh một định lý điểm bất động chung kiểu Presic cho các ánh xạ trên tập số thực. Các kết quả về sự tồn tại điểm bất động chung của các ánh xạ dạng này là đã biết. Tuy nhiên, ở đây, chúng tôi xây dựng các dãy số truy hồi có thể và chứng minh các dãy này hội tụ về giá trị chung (và điểm bất động chung) của các ánh xạ. Các kết quả này được áp dụng vào giải một số bài toán sơ cấp: Chứng minh dãy truy hồi hội tụ, giải hệ phương trình phi tuyến đối xứng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. Abbas, G. Jungck(2008), *Common fixed point results for noncommuting mappings without continuity in cone metric spaces*, J. Math. Anal. Appl. 341, 416 - 420.
- [2] V. Berinde(2009), *On a family of first order difference inequalities used in the iterative approximation of fixed point*, Creat. Math. Inform. 18,110-122.
- [3] V. Berinde, A.R.Khan, M. Pacurar (2015), *Analytic and empirical study of the rate of convergence of some iterative methods*, J. Numer. Anal. Approx. Theory, 44, 25 - 37.
- [4] V. Berinde, M. Pacurar (2011), *Two elementary applications of some Presic type fixed point theorems*, Creat. Math. Inform. 20, 32 - 42.
- [5] L.B. Ćirić, S.B. Presić(2007), *On Presic type generalization of the Banach contraction mapping principle*, Acta Math. Univ. Comenianae. 76, 143 -147.
- [6] Y.Z. Chen(2009), *A Presic type contractive condition and its applications*, Nonlinear Anal. 71, e2012 – e 2017.
- [7] S.B. Presić(1965), *Sur une classe d' inéquations aux différences finites et sur la convergence de certaines suites*, Publ. Inst. Math. (Beograd)(N.S) 5, 75- 78.
- [8] M. Pacurar (2009), *Approximating common fixed point of Presic - Kannan type operators by a multi-stepIterative method*, Univ. “Ovidius” Constanta Ser. Mat. 17, 153- 168.
- [9] S. Shukla, S. Radenovic (2015), *Some generalizations of Presic type mappings and applications*, Annals of the Alexandru Ioan Cuza University-Mathematics, DOI: 10.1515/aicu-2015-0026.

**A COMMON FIXED POINT THEOREM OF PRESIC TYPE
AND APPLICATIONS**

Nguyen Van Luong, Tran Thi Huong, Hoang Le Minh

ABSTRACT

In this paper, we present some applications of a common fixed point theorem of Presic type to study the convergence of recurrent sequences and to solve cyclic nonlinear systems of equations.

Keywords: *Common fixed point, Presic type fixed point theorem, recurrent sequences, cyclic systems of equations.*

Ngày nộp bài: 23/10/2018; Ngày gửi phản biện: 19/11/2018; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019.

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TÀI NGUYÊN NƯỚC LƯU VỰC SÔNG MÃ DƯỚI CÁC KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TRONG TƯƠNG LAI

Nguyễn Thị Mùi¹, Lê Thị Thương²

TÓM TẮT

Nước là tài nguyên thiên nhiên đặc biệt quan trọng đối với phát triển kinh tế xã hội và bảo vệ môi trường lưu vực. Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển kinh tế, xã hội nhanh chóng và tác động của biến đổi khí hậu đã tạo nên những áp lực căng thẳng trong sử dụng tài nguyên nước, vì vậy cần thiết phải đánh giá tiềm năng và sử dụng hợp lý nguồn nước. Trên quan điểm đó nghiên cứu sử dụng mô hình WEAP(Water Evaluation and Planning System - Hệ thống Đánh giá và Quy hoạch nguồn nước) tính toán cân bằng nước lưu vực sông Mã theo hai kịch bản: (i). Kịch bản hiện trạng năm 2015; (ii) Kịch bản phát triển kinh tế xã hội đến năm 2030 có xét đến biến đổi khí hậu. Kết quả nghiên cứu cho thấy tình trạng thiếu nước đã xảy ra trên bốn vùng đồng bằng và ven biển sông Mã với lượng nước thiếu không chỉ tăng về lượng mà còn kéo dài về thời gian theo các kịch bản.

Từ khóa: Tài nguyên nước, cân bằng nước, sông Mã, mô hình WEAP.

1.ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghiên cứu đánh giá tài nguyên nước (TNN) lưu vực sông là cần thiết nhằm phục vụ cho việc phát triển kinh tế xã hội (KTXH) trên lưu vực. Hiện đã có nhiều nghiên cứu trên thế giới và Việt Nam tiến hành tính toán cân bằng nước để đánh giá TNN, có thể kể tới các nghiên cứu sau:

Trên thế giới đã nghiên cứu về cân bằng nước sông Dương Tử và Hoàng Hà. Qua nghiên cứu cho thấy có tới 81% nguồn nước thuộc sông Hoàng Hà và các sông phía nam. Đây là cơ sở để quyết định dự án chuyển nước Nam - Bắc của Trung Quốc [5]; Nghiên cứu vềcân bằng nước châu thổ sông Colorado [6] cho thấy lượng nước sử dụng cho nông nghiệp là chính, lớn hơn lượng nước trung bình của hệ thống sông. Do đó, chiến lược khai thác tài nguyên nước ở đây là phải phối hợp giữa nước mặt và nước ngầm cùng với việc bổ cập nước ngầm trong mùa mưa; Nghiên cứu về mô hình cân bằng nước Úc (AWBM) [12], mô hình dùng bài toán cân bằng nước lưu vực để tính toán dòng chảy từ mưa với thời đoạn ngày hoặc giờ. Ứng dụng mô phỏng dòng chảy của 19 lưu vực sông lớn nhỏ trên toàn nước Úc với các kết quả so với các mô hình khác là khá tốt và có thể ứng dụng phục vụ cho chiến lược phát triển, khai thác và quản lý tài nguyên nước của quốc gia....

Ở Việt Nam cũng đã triển khai nhiều đề tài, dự án về cân bằng nước lưu vực, như nghiên cứu về quy hoạch tài nguyên nước lưu vực sông Ba [8], đã đi tính toán cân bằng nước cho năm 2005 và dự báo đến năm 2010, 2015 theo kịch bản phát triển. Trên cơ sở đó đề xuất các

^{1,2} Khoa Kỹ thuật Công nghệ, Trường Đại học Hồng Đức

giải pháp quản lý tài nguyên nước tổng hợp theo lưu vực sông; Nghiên cứu bước đầu về ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (BĐKH) đến nhu cầu nước tưới của cây trồng trên vùng tưới Trung Hà - Suối Hai [7]. Kết quả nghiên cứu có xét tới kịch bản BĐKH- B2 cho thấy nhu cầu nước tưới của ngô Đông Xuân tăng lên cao nhất so với thời kỳ 1980-1999, tiếp đến là lúa vụ chiêm, lúa vụ Mùa tăng lên ít nhất; Nghiên cứu phân bổ nguồn nước trên lưu vực sông Ba [3] đã đi tính toán cân bằng nước lưu vực sông Ba tại thời điểm hiện trạng năm 2010 và tương lai năm 2020 theo các kịch bản. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra tình trạng thiếu nước ở hầu hết các ngành dùng nước. Trên cơ sở đó đưa ra các giải pháp phân bổ nguồn nước.

Như vậy, có thể nói đối với bất kỳ lưu vực sông thuộc quốc gia nào hay khu vực nào, giàu hay nghèo tài nguyên nước thì bài toán cân bằng nước luôn là cơ sở quan trọng nhất đối với các hoạt động đánh giá, khai thác và quản lý bền vững tài nguyên nước.

Lưu vực sông Mã với tổng diện tích 28.490km², trong đó phần thuộc Việt Nam là 17.690km² chiếm 68% diện tích lưu vực gồm các tỉnh: Điện Biên, Sơn La, Hòa Bình, Nghệ An và Thanh Hóa; phần thuộc Lào là 10.800km² chiếm 32% diện tích lưu vực [4]. Dòng chính sông Mã bắt nguồn từ núi Phu Lan (Tuần Giáo - Điện Biên) sông chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam, chảy qua Lào tại Chiềng Khương và trở lại Việt Nam tại Mường Lát, cuối cùng ra biển tại Cửa Hới. Sông Mã có ba nhánh sông lớn nhất gồm: Sông Chu, sông Bưởi, sông Cầu Chày và hai phân lưu là sông Lèn và sông Lạch Trường.

Tổng lượng nước trung bình hàng năm của lưu vực sông Mã khoảng 18 tỷ m³ với mô đun dòng chảy 20l/s.km², lượng nước sản sinh ở Việt Nam là 14,1 tỷ m³ chiếm 62% với mô đun dòng chảy 25,3l/s.km² và lượng nước sinh ra ở Lào là 3,9 tỷ m³ chiếm 38%, mô đun dòng chảy 11,4l/s.km² [4]. Tiềm năng nguồn nước là tương đối dồi dào nhưng phân bố không đều theo không gian và thời gian. Trong một năm vẫn xảy ra tình trạng mùa mưa thì thừa nước gây lũ lụt, mùa khô thiếu nước, xâm nhập mặn, các thiên tai, BĐKH ngày càng gia tăng trên lưu vực. Trước tình trạng đó bài toán tính cân bằng nước lưu vực sông Mã là rất cần thiết nhằm đánh giá tiềm năng tài nguyên nước, nhu cầu khai thác sử dụng nước trên lưu vực, từ đó có biện pháp khắc phục.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ SỐ LIỆU SỬ DỤNG

Để đánh giá tài nguyên nước lưu vực sông Mã dưới ảnh hưởng của BĐKH trong tương lai nghiên cứu tiến hành tính cân bằng nước lưu vực.

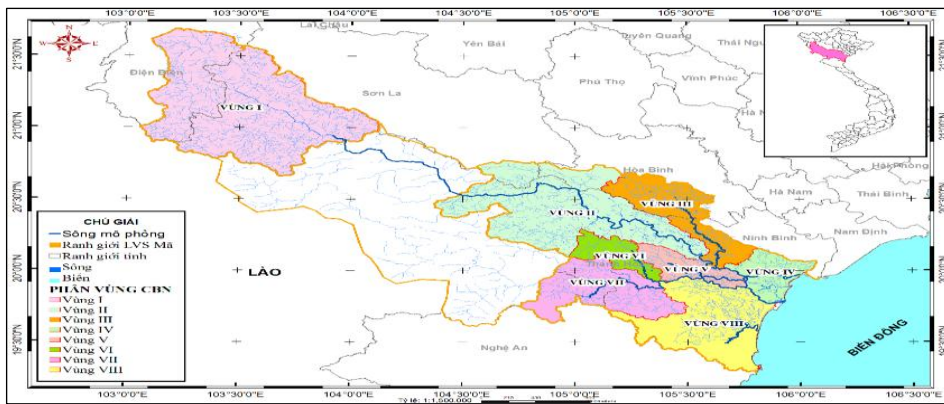
Phân vùng lưu vực sông Mã để tính cân bằng nước được kế thừa từ dự án [11] chia lưu vực thành 8 vùng: Vùng I: Thượng nguồn sông Mã; Vùng II: Trung sông Mã; Vùng III: Lưu vực sông Bưởi; Vùng IV: Bắc sông Mã; Vùng V: Sông Cầu Chày; Vùng VI: lưu vực sông Âm; Vùng VII: Thượng nguồn sông Chu; Vùng VIII: Nam sông Chu. Mỗi vùng bao gồm các xã thuộc các huyện thị khác nhau nhưng đảm bảo mỗi vùng là một địa phận có diện tích liên tục, khá đồng nhất về các điều kiện tự nhiên và kinh tế, xã hội (hình 1).

Phần mềm CropWat của FAO được sử dụng để tính toán nhu cầu nước cho cây trồng trên cơ sở số liệu diện tích đất, loại đất, loại cây trồng, thời gian sinh trưởng và các tài liệu về khí tượng trên lưu vực (mưa, bốc hơi, nhiệt độ, độ ẩm, số giờ nắng, tốc độ gió). Nhu cầu nước sử dụng cho công nghiệp, sinh hoạt, chăn nuôi, thủy sản, môi trường được tính

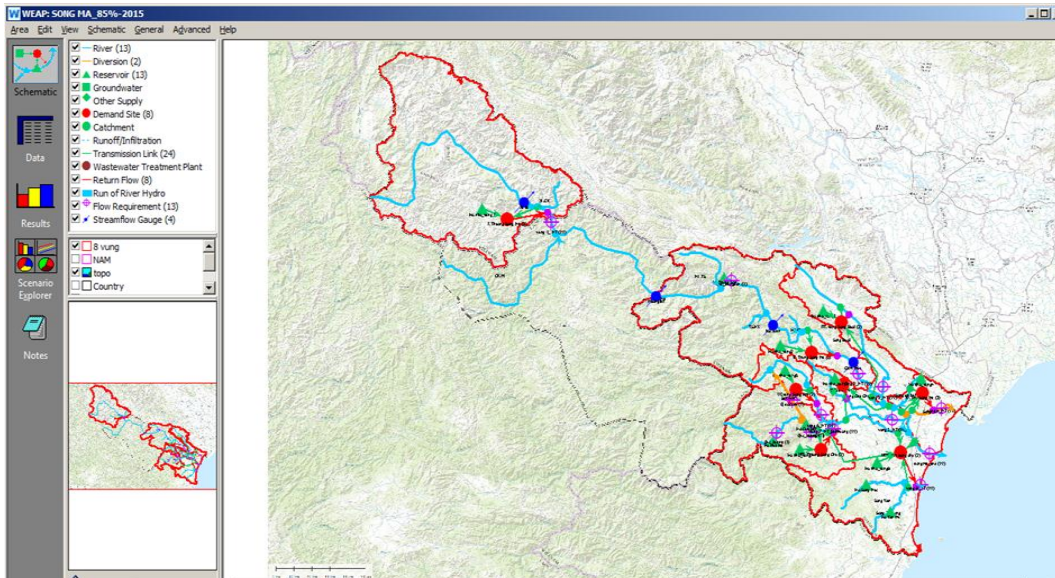
theo các tiêu chuẩn [9], [10], công thức kinh nghiệm, số liệu niên giám thống kê của các tỉnh [2] và quy hoạch phát triển vùng;

Mô hình mưa dòng chảy MIKE-NAM dùng để tính lượng nước đến các vùng cân bằng nước với tần suất $P=85\%$ trên lưu vực từ các số liệu mưa của 21 trạm đo mưa, 7 trạm đo lưu lượng và 7 trạm đo bốc hơi.

Kết quả tính toán nhu cầu sử dụng nước, lượng nước đến các vùng cân bằng nước và số liệu các hồ chứa trên lưu vực làm đầu vào cho mô hình WEAP để tính toán cân bằng nước lưu vực (hình 2).



Hình 1. Sơ đồ phân vùng cân bằng nước lưu vực sông Mã



Hình 2. Sơ đồ cân bằng nước trên lưu vực sông Mã

Các nút chính trong sơ đồ cân bằng WEAP gồm: Số điểm nút dẫn lấy nước:16; Số điểm nút dòng hồi quy: 8 và 8 điểm kiểm soát dòng chảy môi trường; Số hồ chứa trên dòng chính: 5; Dung tích các hồ vừa và nhỏ trên mỗi vùng được gộp chung tương ứng với 8 vùng cân bằng nước.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu tiến hành tính toán cân bằng nước cho 8 vùng lưu vực sông Mã theo hai kịch bản: (1). Kịch bản hiện trạng năm 2015 (KB HT2015); (2). Kịch bản phát triển kinh tế - xã hội đến năm 2030 có xét đến BĐKH [1] (KB2030+BĐKH). Kết quả nghiên cứu như sau:

Bảng 1. Lưu lượng dòng chảy tháng đến các nút cân bằng nước (P=85%) giai đoạn (1986-2005)

Đơn vị: m³/s

Vùng	Nút	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
I	Xã Là	200,6	238,6	172,4	84,2	63,5	47,2	38,6	30,9	33,4	31,7	25,8	66,2
	C. Khương	205,5	244,4	176,6	86,3	65,0	48,4	39,5	31,6	34,2	32,4	26,4	67,8
II	Mường Lát	239,9	285,3	206,1	100,7	75,9	56,5	46,1	36,9	39,9	37,8	30,9	79,2
	Trung Sơn	259,4	308,5	222,9	108,9	82,1	61,1	49,9	39,9	43,2	40,9	33,4	85,6
	Hội Xuân	381,8	456,5	489,5	192,8	144,6	118,0	78,5	65,5	62,8	57,9	57,9	113,7
	Cắm Thủy	447,4	535,0	573,7	225,9	169,4	138,3	92,0	76,8	73,6	67,9	67,9	133,3
	Ngã Ba Bông	548,0	655,3	702,7	276,7	207,6	169,5	112,7	94,1	90,2	83,2	83,2	163,2
III	Vụ Bản	14,93	55,90	59,38	25,53	7,75	2,68	1,82	1,48	2,22	5,13	6,15	10,83
	Ngã Ba Sòi	27,0	101,2	107,5	46,2	14,0	4,9	3,3	2,7	4,0	9,3	11,1	19,6
IV	Sông Đa Bút	0,20	3,28	4,28	1,83	0,77	0,61	0,48	0,38	0,30	0,24	0,19	0,15
	Sông Lèn	1,69	27,55	35,92	15,35	6,43	5,11	4,05	3,22	2,55	2,03	1,61	1,29
V	Sông C. Chày	9,91	36,03	47,38	15,82	8,39	5,34	4,10	4,00	2,86	4,38	7,34	6,96
VI	Lang Chánh	6,2	22,4	29,4	9,8	5,2	3,3	2,5	2,5	1,8	2,7	4,6	4,3
	Ngã Ba S. Âm	13,9	50,5	66,5	22,2	11,8	7,5	5,8	5,6	4,0	6,2	10,3	9,8
VII	Hủa Na	114,8	196,7	248,4	91,4	60,3	43,8	34,6	31,1	24,9	23,1	36,5	40,1
	Cửa Đạt	129,3	221,6	279,9	102,9	68,0	49,3	39,0	35,1	28,1	26,0	41,1	45,2
	Bái Thượng	155,0	265,5	335,4	123,3	81,4	59,1	46,7	42,0	33,7	31,1	49,3	54,1
VIII	Sông Mực	2,87	7,70	12,80	3,47	2,64	2,00	1,52	1,16	0,88	0,67	0,51	0,39
	Yên Mỹ	2,15	5,78	9,61	2,60	1,98	1,50	1,14	0,87	0,66	0,50	0,38	0,29
	Cửa sông Yên	37,3	100,1	166,4	45,1	34,3	26,0	19,8	15,0	11,5	8,7	6,6	5,0

Bảng 2. Lưu lượng dòng chảy tháng đến các nút cân bằng nước (P=85%) giai đoạn (2016-2030)

Đơn vị: m³/s

Vùng	Nút	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
I	Xã Là	177,9	217,0	142,8	68,7	52,8	39,9	32,9	26,6	29,0	25,2	22,7	52,3
	C. Khương	210,2	256,4	168,8	81,2	62,4	47,1	38,9	31,5	34,3	29,8	26,8	61,8
II	Mường Lát	220,2	268,6	176,8	85,1	65,4	49,4	40,8	33,0	35,9	31,2	28,1	64,7
	Trung Sơn	238,0	290,4	191,1	92,0	70,7	53,4	44,1	35,6	38,8	33,7	30,3	70,0
	Hồi Xuân	330,0	396,3	410,0	154,0	116,9	96,5	64,8	54,5	52,7	43,8	49,2	76,8
	Cẩm Thủy	399,4	479,6	496,2	186,4	141,4	116,7	78,4	66,0	63,7	53,1	59,6	93,0
	Ngã Ba Bông	502,9	603,8	624,7	234,7	178,1	147,0	98,7	83,1	80,2	66,8	75,0	117,0
III	Vụ Bản	17,24	64,55	68,57	29,49	8,95	3,09	2,10	1,71	2,57	5,92	7,11	12,50
	Ngã Ba Sòi	28,1	105,3	111,8	48,1	14,6	5,0	3,4	2,8	4,2	9,7	11,6	20,4
IV	Sông Đa Bút	0,20	2,47	4,39	1,83	0,76	0,60	0,48	0,38	0,30	0,24	0,19	0,15
	Sông Lèn	1,98	24,34	43,24	18,03	7,49	5,95	4,73	3,76	2,98	2,37	1,88	1,50
V	Sông C. Chày	8,90	32,39	42,58	14,23	7,54	4,80	3,68	3,60	2,57	3,94	6,60	6,26
VI	Lang Chánh	6,3	22,8	30,0	10,0	5,3	3,4	2,6	2,5	1,8	2,8	4,6	4,4
	Ngã Ba S. Âm	14,0	50,8	66,7	22,3	11,8	7,5	5,8	5,6	4,0	6,2	10,3	9,8
VII	Hủa Na	90,2	171,8	242,3	85,8	54,6	39,6	31,3	28,1	22,5	20,8	26,0	29,3
	Cửa Đạt	101,8	193,9	273,4	96,9	61,6	44,7	35,3	31,8	25,4	23,5	29,4	33,1
	Bái Thượng	124,3	236,8	333,9	118,3	75,2	54,5	43,1	38,8	31,0	28,7	35,9	40,4
VIII	Sông Mực	1,24	6,48	14,05	3,62	2,75	2,09	1,59	1,21	0,92	0,70	0,53	0,40
	Yên Mỹ	0,80	4,19	9,08	2,34	1,78	1,35	1,03	0,78	0,59	0,45	0,34	0,26
	Cửa sông Yên	17,5	91,5	198,4	51,1	38,8	29,5	22,5	17,1	12,9	9,9	7,5	5,6

Bảng 3. Nhu cầu sử dụng nước năm 2015 tại đầu mối với P=85% và hiệu suất sử dụng nước $\eta=60\%$ Đơn vị: $10^6 m^3$

Vùng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	55,6	59,4	60,3	53,5	54,4	49,9	70,4	61,3	69,0	30,9	21,7	20,9
II	53,8	46,0	53,2	64,9	19,9	21,9	28,3	36,4	30,9	9,2	6,8	10,4
III	81,0	49,5	64,8	74,8	23,6	35,2	31,2	34,9	54,3	12,8	8,0	13,4
IV	142,3	75,9	172,1	138,3	48,2	128,2	112,6	59,5	36,1	19,5	37,0	50,7
V	111,5	67,6	87,5	87,8	30,7	81,5	56,0	44,1	30,1	13,1	15,4	14,6
VI	12,3	8,2	13,1	13,3	4,4	12,8	11,3	5,3	4,6	1,7	2,9	4,1
VII	18,8	11,6	15,9	15,3	6,1	14,5	13,4	6,6	5,5	1,9	2,8	3,9
VIII	313,6	187,0	299,8	236,6	149,8	222,8	252,4	122,9	54,3	40,5	62,5	87,1

Bảng 4. Nhu cầu sử dụng nước năm 2030+BĐKH tại đầu mối với P=85% và hiệu suất sử dụng nước $\eta=70\%$ Đơn vị: $10^6 m^3$

Vùng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	60,1	61,4	63,4	60,2	58,0	37,0	58,7	53,3	59,5	29,2	25,5	24,6
II	52,9	44,3	50,3	61,7	22,0	23,6	29,3	34,1	30,1	11,0	9,8	12,8
III	87,9	53,3	70,2	80,3	30,2	38,5	34,1	35,3	54,8	16,5	12,0	17,5
IV	190,7	85,9	180,7	143,0	67,0	127,6	110,9	61,5	48,6	29,5	47,1	61,2
V	122,3	64,2	80,0	80,1	33,9	70,3	48,6	37,1	24,3	15,5	19,1	19,5
VI	10,7	7,5	12,9	13,6	4,6	10,5	9,5	4,9	4,1	2,2	3,7	4,5
VII	12,9	9,3	12,9	12,7	5,5	9,5	9,2	5,4	4,3	2,2	2,7	3,2
VIII	342,2	189,5	305,0	246,2	165,4	234,3	253,4	137,4	82,3	82,1	107,6	127,3

Bảng 5. Lượng nước thiếu trong cân bằng nước lưu vực sông Mã, KB HT2015Đơn vị: $10^6 m^3$

Vùng	Tháng												Tổng
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0	29,5	39,9	49,9	46,6	0	0	165,9
IV	0	0	0	0	0	0	23,2	15,4	109,9	87,3	0	0	235,8
V	0	0	0	0	0	0	63,2	33,8	53,1	50,6	0	37,6	238,2
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0,5	11,5	118,8	68,9	0	57,9	257,7
Tổng	0	0	0	0	0	0	116,5	100,6	331,7	253,4	0	95,5	897,60

Bảng 6. Lượng nước thiếu trong cân bằng nước lưu vực sông Mã, KB2030+BĐKHĐơn vị: $10^6 m^3$

Vùng	Tháng												Tổng
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0	45,8	46,9	59,4	60,9	7,0	7,3	227,3
IV	0	0	0	0	0	0	54,5	35,2	128,3	107,6	7,4	25,6	358,8
V	0	0	0	0	0	0	75,1	31,4	46,4	44,0	0,0	28,2	225,1
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	34,7	14,1	124,7	78,8	8,9	73,2	334,3
Tổng	0	0	0	0	0	0	210,1	127,5	358,8	291,3	23,3	134,3	1.145,4

4. PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ VÀ ĐỀ XUẤT ĐỊNH HƯỚNG GIẢI PHÁP GIẢM THIỂU

4.1. Phân tích, đánh giá kết quả

4.1.1. Kịch bản hiện trạng 2015 (KB HT 2015)

Kịch bản hiện trạng với 5 công trình hồ chứa (Trung Sơn, Hòa Na, Cửa Đạt, Sông Mực và Yên Mỹ), các kết quả nghiên cứu cho thấy: Tồn tại 4 vùng thiếu nước với tổng lượng nước thiếu 897,6 triệu m^3 . Vùng thiếu nước nhiều nhất là vùng V và VIII, thời gian thiếu nước tập trung từ tháng 1 đến tháng 4 (hai vùng V và VIII có thiếu cả tháng 6). Tháng thiếu nước nhiều nhất là tháng 3.

Kịch bản này mặc dù đã có sự tham gia điều tiết của các công trình thủy lợi nhưng lượng nước thiếu vẫn xảy ra đáng kể 4/8 vùng (vùng III, vùng IV, vùng V, vùng VIII) với thời gian kéo dài từ tháng 1 đến tháng 4,6. Điều này đã gây ảnh hưởng đến sản xuất và các ngành dùng nước cũng như bảo vệ môi trường, đặc biệt là các vùng đồng bằng ven biển.

4.1.2. Kịch bản phát triển KTXH đến năm 2030 có xét tới BĐKH (KB 2030+BĐKH)

Các kết quả nghiên cứu trong bảng 6 cho thấy: tồn tại 4 vùng thiếu nước như KB HT 2015, trong đó có 3 vùng thiếu nước liên tục từ tháng 1 đến tháng 6, đó là vùng III, IV và VIII (tức thêm vùng IV so với kịch bản trước). Tổng lượng nước thiếu cả năm của toàn lưu vực là 1145,4 triệu m³, tăng thêm 247,8 triệu m³ tức tăng 27,6% so với KB HT 2015. Trong kịch bản này vùng thiếu nước nhiều nhất là vùng IV (Bắc sông Mã) chứ không phải là vùng VIII (Nam sông Chu) như các kịch bản trước đây. Chứng tỏ tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước và nhu cầu dùng nước trên lưu vực sông Mã là đáng kể. Trong tương lai để giảm thiểu thiệt hại do thiếu nước cho phát triển kinh tế- xã hội, BĐKH cần phải có biện pháp bổ sung nước cho thời kỳ mùa kiệt của các vùng thiếu nước.

4.1.3. Đánh giá tổng hợp về tài nguyên nước lưu vực sông Mã theo các kịch bản

Trên cơ sở kết quả cân bằng nước theo hai kịch bản (KB HT2015, KB 2030+BĐKH) nghiên cứu có thể rút ra kết luận sau: có 4/8 vùng không xảy ra thiếu nước trong cả hai kịch bản (Vùng I, II, VI, VII), 4 vùng còn lại (vùng III, IV, VI, VIII) đã xảy ra thiếu nước. Thời gian thiếu nước kéo dài từ tháng 1 đến tháng 4, 6 và có vùng kéo dài liên tục đến tháng 6 (KB 2030+BĐKH), tháng thiếu nước nhiều nhất là tháng 3 và vùng thiếu nước nhiều nhất là vùng IV, VIII, đây là hai vùng có tiềm năng phát triển KTXH nhất trên lưu vực ở cả hiện tại và tương lai. Lượng nước thiếu các vùng tăng dần theo các kịch bản mặc dù đã có sự điều tiết của các công trình thủy lợi. Cần phải có những giải pháp để bổ sung lượng nước thiếu cho những vùng thiếu nước này.

Bảng 7. Tổng hợp lượng nước thiếu các vùng lưu vực sông Mã theo các kịch bản

Đơn vị: 10⁶ m³

Vùng	KB HT 2015	KB 2030+BĐKH
III	165,9	227,3
IV	235,8	358,8
V	238,2	225,1
VIII	257,7	334,3
Tổng	897,60	1.145,4

4.2. Đề xuất các định hướng giải pháp giảm thiểu

Nhóm các giải pháp bảo vệ tài nguyên nước

Bảo vệ và duy trì số lượng nước trong các thủy vực và sông suối, đặc biệt trong mùa cạn kiệt bằng các công trình điều tiết nước và bảo vệ thảm phủ trên toàn lưu vực, đặc biệt là rừng đầu nguồn, rừng ngập mặn ven biển;

Xây dựng mạng lưới trạm giám sát số lượng và chất lượng nước; nâng cao năng lực xử lý nước thải tập trung tại các khu công nghiệp các thành phố, thị trấn thị tứ; xác định và đề xuất các vùng, các tầng chứa nước cần bảo vệ, cần hạn chế khai thác.

Nhóm các giải pháp khai thác, sử dụng tài nguyên nước

Nâng cao hiệu quả khai thác sử dụng nước của các công trình thủy lợi, thủy điện trên sông chính và các sông nhánh lớn bằng việc nghiêm túc sử dụng quy trình vận hành liên

hồ chứa và các quy trình điều tiết cụ thể của từng hồ chứa nhằm giải quyết mâu thuẫn giữa các ngành sử dụng nước;

Từng bước chuyển đổi phương thức quản lý từ phương thức quản lý tài nguyên nước truyền thống sang phương thức quản lý tài nguyên nước tổng hợp và thực hiện quản lý tài nguyên nước theo lưu vực sông (quản lý lưu vực sông);

Bổ sung các giải pháp tổng hợp để giảm thiểu tình trạng cạn kiệt nguồn nước và thiếu nước trong mùa khô để đảm bảo nước cho các nhu cầu sử dụng; giải quyết vấn đề chia sẻ, phân bổ tài nguyên nước giữa các ngành dùng nước, giữa các khu vực thượng và hạ lưu và vấn đề chuyển nước sang lưu vực lân cận.

Nhóm các giải pháp cơ chế, chính sách

Xây dựng các cơ chế, chính sách và luật pháp như tổ chức năng lực quản lý lưu vực sông với cơ chế, chính sách quản lý, kinh tế, bảo vệ các tài nguyên cụ thể dựa trên nguyên tắc xử lý các vi phạm;

Kiểm kê, đánh giá hiện trạng tài nguyên, môi trường với các cơ sở dữ liệu đầy đủ và tiện dụng cho nhiều mục đích khác nhau, nhiều ngành khai thác sử dụng, đặc biệt cơ sở dữ liệu về tài nguyên nước, tài nguyên đất, tai biến môi trường.

Xây dựng chiến lược khai thác và bảo vệ các tài nguyên thiên nhiên. Lập quy hoạch, kế hoạch (dài hạn, trung hạn, ngắn hạn) và các chương trình, dự án cụ thể để khai thác, sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên trên lưu vực sông; Theo dõi, giám sát việc thực hiện các chương trình, dự án liên quan đến khai thác, sử dụng tài nguyên nước trên lưu vực sông.

5.KẾT LUẬN

Sông Mã là sông liên quốc gia có nguồn nước tương đối dồi dào nhưng do điều kiện địa hình, sự phân bố không đều theo không gian và thời gian đã dẫn đến tình trạng thừa nước, thiếu nước xảy ra trên lưu vực, đặc biệt là thiếu nước trong mùa khô kiệt và nhiều vùng thiếu nước trầm trọng.

Nghiên cứu sử dụng mô hình WEAP để đánh giá tài nguyên nước lưu vực sông Mã với hai kịch bản khác nhau đã cho thấy thiếu nước đã xảy ra trên lưu vực ở tất cả các kịch bản, tập trung vào bốn vùng: Vùng sông Bưởi, vùng Bắc sông Mã, vùng sông Cầu Chày và vùng Nam sông Chu với thời gian thiếu nước kéo dài từ tháng 1 đến tháng 4, 6. Lượng nước thiếu ngày càng gia tăng, đặc biệt KB 2030+ BĐKH lượng nước thiếu nhiều nhất và thời gian thiếu nước liên tục từ tháng 1 đến tháng 6. Cần có các giải pháp để khắc phục tình trạng thiếu nước này. Trên cơ sở đó nghiên cứu đề xuất ba nhóm giải pháp định hướng nhằm giảm thiểu tác động do thiếu nước trên lưu vực sông Mã.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), *Kịch bản Biến đổi khí hậu nước biển dâng cho Việt Nam*, Nxb. Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
- [2] Cục thống kê tỉnh Điện Biên, Sơn La, Hòa Bình, Nghệ An, Thanh Hóa (2016), *Niên giám thống kê tỉnh Điện Biên, Sơn La, Hòa Bình, Nghệ An, Thanh Hóa năm 2015*, Nxb. Thống kê, Hà Nội.

- [3] Hoàng Thanh Tùng và cộng sự (2015), *Nghiên cứu phân bố nguồn nước trên lưu vực sông Ba*, Tạp chí khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, số 48, (3).
- [4] Lã Thanh Hà (2009), *Lập nhiệm vụ quy hoạch tài nguyên nước lưu vực sông Mã*, Đề tài cấp Bộ.
- [5] Liu Guowei và Gui Yueng (1991), *The water balance of China and its larger river basins*, Hydrology for the Water management of large river basin, No.201.
- [6] Michael J et al (2001), *Water balance for the Colorado river delta*, Journal of Arid Environments, 49, 35-48.
- [7] Nguyễn Tuấn Anh, Lê Văn Chín (2012), *Một số kết quả nghiên cứu bước đầu về ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến nhu cầu nước tưới của cây trồng trên vùng tưới Trung Hà - Suối Hai*, Tạp chí khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, số 36(3/2012).
- [8] Nguyễn Văn Thắng và cộng sự (2009), *Quy hoạch tài nguyên nước lưu vực sông Ba*, Đề tài cấp Bộ.
- [9] Tiêu chuẩn TCXDVN-33-2006, *Tiêu chuẩn dùng nước cho ăn uống, sinh hoạt và các nhu cầu dùng nước khác tính theo đầu người đối với các điểm dân cư*.
- [10] Tiêu chuẩn Việt Nam 4454-2012, *Tiêu chuẩn cấp nước cho các trạm, trại chăn nuôi gia súc, gia cầm*.
- [11] Viện Quy hoạch thủy lợi (2015), *Rà soát quy hoạch lưu vực sông Mã*, Đề tài cấp Bộ.
- [12] Walter Boughton (2003), *The Australian water balance model*, Environmental modelling & softwater, 19, 943-956.

EVALUATION OF WATER RESOURCES OF MA RIVER BASIN UNDER CLIMATE CHANGE SCENARIOS IN THE FUTURE

Nguyen Thi Mui, Le Thi Thuong

ABSTRACT

Water is a natural resource that is particularly important for socio-economic development and environmental protection. For recent years, along with rapid economic and social development, the climate change has made an intensive pressure on the use of water resources; thus it is necessary to assess and use water resources properly. This study used WEAP model (Water Evaluation and Planning System) to calculate the water balance of Ma river basin based on two scenarios (i) scenario of the current situation in 2015, (ii) scenario of socio-economic development up to 2030 with consideration of climate change. The study results shows that water shortages have occurred in four deltas and coastal areas of Ma river with the lack of water not only increasing in volume but also prolonging the time under scenarios.

Keywords: *Water resources, water balance, Ma river, WEAP model.*

Ngày nộp bài: 23/10/2018; Ngày gửi phản biện: 19/11/2018; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019.

SỰ HỘI TỤ THEO TRUNG BÌNH VÀ LUẬT YẾU SỐ LỚN CHO MẢNG KÉP CÁC TẬP NGẪU NHIÊN VÀ CÁC TẬP NGẪU NHIÊN MỜ TRONG KHÔNG GIAN BANACH

Phạm Trí Nguyễn¹

TÓM TẮT

Trong bài báo này, chúng tôi thiết lập sự hội tụ theo trung bình và luật yếu số lớn cho mảng kép các tập ngẫu nhiên và các tập ngẫu nhiên mờ trong không gian Banach.

Từ khóa: Hội tụ theo trung bình, luật yếu số lớn, không gian Banach, compact khả tích đều.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Năm 1986, Puri và Ralescu [8] đưa ra khái niệm tập ngẫu nhiên mờ, đó được xem như là sự mở rộng một cách tự nhiên của các tập ngẫu nhiên, và từ đó nhiều định lý giới hạn về các tập ngẫu nhiên mờ đã được nghiên cứu và thiết lập. Chẳng hạn, một số kết quả nghiên cứu về luật mạnh số lớn đối với các tập ngẫu nhiên mờ có thể tìm thấy trong các bài báo [4], [5], [6],... Tuy nhiên, các kết quả nghiên cứu về sự hội tụ theo trung bình và luật yếu số lớn đối với các tập ngẫu nhiên mờ thì hầu như rất ít. Mục đích của bài báo này là nghiên cứu và thiết lập một số kết quả về sự hội tụ theo trung bình và luật yếu số lớn đối với mảng kép các tập ngẫu nhiên và các tập ngẫu nhiên mờ trong không gian Banach.

2. TẬP NGẪU NHIÊN VÀ TẬP NGẪU NHIÊN MỜ

Trong bài báo này, ký hiệu Ξ là không gian Banach với chuẩn $\| \cdot \|$, không gian liên hợp của Ξ được ký hiệu là Ξ^* và $B \Xi$ là σ -đại số Borel của Ξ . Với mỗi tập $A \subset \Xi$, cA và coA là ký hiệu bao đóng và bao lồi của tập A . Gọi $c \Xi$ (tương ứng: $cc \Xi$) là tập hợp tất cả các tập con compact khác rỗng (tương ứng: compact lồi khác rỗng) của Ξ . Trên $c \Xi$, ta trang bị các phép toán như sau

$$A + B = \{ a + b \mid a \in A, b \in B \}$$

$$\lambda A = \{ \lambda a \mid a \in A \}$$

Trong đó $A, B \in c \Xi$. Chú ý rằng $c \Xi$ không phải là các không gian tuyến tính vì nói chung không tồn tại phần tử đối của $A \in c \Xi$. Ngoài ra, khi A và B là các tập đóng bị chặn thì $A + B$ có thể không phải là tập đóng. Tuy nhiên, nếu $A, B \in c \Xi$ thì $A + B \in c \Xi$. Hơn nữa, nếu $A, B \in cc \Xi$ thì $A + B \in cc \Xi$. Với $A, B \in c \Xi$, khoảng cách Hausdorff $d_H(A; B)$ của A và B và chuẩn $\|A\|_H$ của A được định nghĩa bởi

¹Trường Đại học Điện lực, Hà Nội

$$d_H(A; B) = \max \left\{ \sup_{a \in A} \inf_{b \in B} \|a - b\|, \sup_{b \in B} \inf_{a \in A} \|a - b\| \right\}$$

$$\|A\|_H = d_H(A; 0) = \sup_{a \in A} \|a\|.$$

Ký hiệu Ω, F, \mathbb{P} là không gian xác suất. Sigma đại số Borel của $c \Xi$ sinh bởi họ các tập $U^- = \{A \in c \Xi : A \cap U \neq \emptyset\}$, với U là tập mở trong Ξ , và nó được ký hiệu là $B_{c \Xi}$.

Định nghĩa 2.1. ([2]) *Ánh xạ $X : \Omega \rightarrow c \Xi$ được gọi là tập (compact) ngẫu nhiên, nếu với mọi $B \in B_{c \Xi}$ thì $X^{-1} B \in F$.*

Ta ký hiệu $S_X = \{f \in L(\Omega, \Xi) : f(\omega) \in X(\omega) \text{ h.c.c}\}$

trong đó $L(\Omega, \Xi)$ là không gian Banach các phần tử ngẫu nhiên $f : \Omega \rightarrow \Xi$ thỏa mãn $E\|f\| < \infty$.

Định nghĩa 2.2. ([7]) *Tập ngẫu nhiên $X : \Omega \rightarrow c \Xi$ được gọi là khả tích nếu $S_X \neq \emptyset$.*

Chú ý rằng tập ngẫu nhiên X là khả tích khi và chỉ khi biến ngẫu nhiên $\|X(\omega)\|_H$ là khả tích. Kỳ vọng của tập ngẫu nhiên X được Aumann đưa ra trong [1] như sau.

Định nghĩa 2.3. ([1]) *Kỳ vọng của tập ngẫu nhiên khả tích X , ký hiệu EX , được định nghĩa bởi $EX = \{Ef : f \in S_X\}$.*

Chú ý rằng EX có thể không phải là tập đóng (xem [7]). Tuy nhiên, nếu $E\|coX(\omega)\|_H < \infty$ thì ta có thể định nghĩa $E coX = \{Ef : f \in S_{coX}\}$ và ta có $E coX \in cc \Xi$ (xem [3]).

Với $A, B, C, D \in c \Xi$, $\lambda \in \mathbb{R}$ và X, Y là các tập compact, ta có một số tính chất về khoảng cách Hausdorff như sau

$$d_H(\lambda A; \lambda B) \leq |\lambda| d_H(A; B)$$

$$d_H(A; B) \leq d_H(A; C) + d_H(C; B)$$

$$d_H(A + C; B + D) \leq d_H(A; B) + d_H(C; D)$$

$$d_H(coA; coB) \leq d_H(A; B)$$

$$d_H(EcoX; EcoY) \leq E d_H(X; Y).$$

Ngoài ra, nếu các tập compact A, A_1, A_2, B, B_1, B_2 thỏa mãn $A_1 \subset A \subset A_2, B_1 \subset B \subset B_2$, thì $d_H(A; B) \leq \max\{d_H(A_1; B_2), d_H(A_2; B_1)\} \leq d_H(A_1; B_2) + d_H(A_2; B_1)$

Mảng kép các tập ngẫu nhiên $X_{ij} : i \geq 1, j \geq 1$ được gọi là độc lập (tương ứng: độc lập đôi một) nếu mảng kép các sigma đại số $\sigma X_{ij} : i \geq 1, j \geq 1$ là độc lập (tương ứng: độc lập đôi một).

Mảng kép các tập ngẫu nhiên $X_{ij} : i \geq 1, j \geq 1$ được gọi là compact khả tích đều (viết tắt là CUI) nếu với mỗi $\varepsilon > 0$ tồn tại tập con compact K_ε của Ξ sao cho $\sup_{i \geq 1, j \geq 1} E \left\| X_{ij} I_{X_{ij} \notin K_\varepsilon} \right\|_H < \varepsilon$.

Tiếp theo, chúng ta trình bày một số khái niệm về tập ngẫu nhiên mờ. Một tập mờ trên Ξ là ánh xạ $u : \Xi \rightarrow [0; 1]$. Ký hiệu $F \Xi$ là tập hợp tất cả các tập mờ u thỏa mãn các điều kiện sau

- (a) u là nửa liên tục trên,
- (b) $\text{supp } u = \text{cl } \{x \in \Xi : u(x) > 0\}$ là tập compact trong Ξ ,
- (c) $\{x \in \Xi : u(x) = 1\} \neq \emptyset$.

Với mỗi tập mờ $u \in F \Xi$, tập α -mức $L_\alpha u$ được định nghĩa

$$L_\alpha u = \{x \in \Xi : u(x) \geq \alpha\}, \text{ với } \alpha \in [0; 1].$$

Chú ý rằng, hai tập mờ là bằng nhau khi và chỉ khi các tập α -mức của chúng tương ứng là bằng nhau và tập mờ u là nửa liên tục trên khi và chỉ khi $L_\alpha u$ là tập đóng trong Ξ với mọi $\alpha \in [0; 1]$. Ngoài ra ta còn định nghĩa

$$L_\alpha^+ u = \text{cl } \{x \in \Xi : u(x) > \alpha\}, \text{ với } \alpha \in [0; 1].$$

Các tập $L_\alpha u$ và $L_\alpha^+ u$ là các tập compact trong Ξ , hơn nữa ta có thể kiểm tra được rằng $L_\alpha u = \bigcap_{\beta < \alpha} L_\beta u$ và $L_\alpha^+ u = \text{cl } \left\{ \bigcup_{\beta > \alpha} L_\beta u \right\}$.

Với $u, v \in F \Xi$ và $\lambda \in \mathbb{R}$, cấu trúc tuyến tính trên $F \Xi$ được định nghĩa

$$u + v(x) = \sup_{y+z=x} \min \{u(y), v(z)\},$$

$$\lambda u(x) = \begin{cases} u(\lambda^{-1}x), & \text{khi } \lambda \neq 0 \\ I_0(x), & \text{khi } \lambda = 0. \end{cases}$$

Khi đó với mỗi $\alpha \in [0; 1]$, ta có

$$L_\alpha(u + v) = L_\alpha u + L_\alpha v,$$

$$L_\alpha(\lambda u) = \lambda L_\alpha u.$$

Bao lồi $\text{co}u$ của $u \in F \Xi$ được định nghĩa $\text{co}u x = \sup_{\alpha \in [0;1]} x \in \text{co} L_\alpha u$
 Khi đó $L_\alpha \text{co}u = \text{co} L_\alpha u$, với mọi $\alpha \in [0;1]$.

Trên $F \Xi$ ta xét metric $d_\infty u, v = \sup_{\alpha \in [0;1]} d_H L_\alpha u, L_\alpha v$,

với mọi $u, v \in F \Xi$. Khi đó với mỗi $u \in F \Xi$ ta định nghĩa $\|u\|_\infty = d_\infty u, I_0 = \sup_{\alpha \in [0;1]} L_\alpha u$.

Định nghĩa 2.4. ([7]) Ánh xạ $X : \Omega \rightarrow F \Xi$ được gọi là tập ngẫu nhiên mờ nếu $L_\alpha X$ là tập ngẫu nhiên với mọi $\alpha \in [0;1]$.

Tập ngẫu nhiên mờ X được gọi là bị chặn khả tích nếu $\|\text{supp} X\|_H$ là biến ngẫu nhiên khả tích.

Định nghĩa 2.5. ([2]) Kỳ vọng của tập ngẫu nhiên mờ bị chặn khả tích X , ký hiệu EX , là một tập mờ trên Ξ thỏa mãn với mọi $\alpha \in [0;1]$ thì $L_\alpha EX = E L_\alpha X$.

Về sự tồn tại và duy nhất của kỳ vọng của tập ngẫu nhiên mờ ta có thể tham khảo trong [8]. Ngoài ra ta có $L_\alpha E \text{co}X = E L_\alpha \text{co}X$.

Mảng kép các tập ngẫu nhiên mờ $X_{ij} : i \geq 1, j \geq 1$ được gọi là độc lập (tương ứng: độc lập đôi một) nếu mảng kép các tập ngẫu nhiên $L_\alpha X_{ij} : i \geq 1, j \geq 1$ là độc lập (tương ứng: độc lập đôi một) với mọi $\alpha \in [0;1]$.

Mảng kép các tập ngẫu nhiên mờ $X_{ij} : i \geq 1, j \geq 1$ được gọi là compact khả tích đều (viết tắt là CUI) nếu với mỗi $\varepsilon > 0$ tồn tại tập con compact K_ε của $c \Xi$ sao cho với mọi $\alpha \in [0;1]$ thì $\sup_{i \geq 1, j \geq 1} E \left\| L_\alpha X_{ij} I_{L_\alpha X_{ij} \notin K_\varepsilon} \right\|_H < \varepsilon$.

Sự hội tụ theo trung bình cấp $p > 0$ (tương ứng: theo xác suất) được ký hiệu là $\xrightarrow{\mathbb{P}}_{L_p}$ (tương ứng: \rightarrow). Chú ý rằng, sự hội tụ theo trung bình kéo theo sự hội tụ theo xác suất. Với hai số thực m và n , ta ký hiệu $m \vee n = \max\{m, n\}$.

3. SỰ HỘI TỤ THEO TRUNG BÌNH VÀ LUẬT YẾU SỐ LỚN CHO MẢNG KÉP CÁC TẬP NGẪU NHIÊN VÀ CÁC TẬP NGẪU NHIÊN MỜ

Bổ đề sau (chi tiết xem [9], Bổ đề 3.1) là công cụ để chứng minh kết quả chính của mục này.

Bổ đề 3.1. ([9]) Giả sử $A \in c \Xi$ và $\{a_{mn} : m \geq 1, n \geq 1\}$ là mảng kép các số thực không âm. Nếu

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} \leq m^\alpha n^\beta \text{ và } \frac{1}{m^\alpha n^\beta} \max_{1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n} a_{ij} \rightarrow 0 \text{ khi } m \vee n \rightarrow \infty$$

với $\alpha > 0, \beta > 0$, thì

$$d_H \left(\frac{1}{m^\alpha n^\beta} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} A; \frac{1}{m^\alpha n^\beta} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} \text{co} A \right) \rightarrow 0 \text{ khi } m \vee n \rightarrow \infty.$$

Định lý 3.2. Giả sử $\{X_{ij} : i \geq 1, j \geq 1\}$ là mảng kép các tập ngẫu nhiên trong $c \Xi$ độc lập đôi một và CUI. Khi đó

$$d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n E \text{co} X_{ij} \right) \xrightarrow{L_1} 0 \text{ khi } m \vee n \rightarrow \infty$$

và do đó

$$d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n E \text{co} X_{ij} \right) \xrightarrow{\mathbb{P}} 0 \text{ khi } m \vee n \rightarrow \infty.$$

Chứng minh. Với mỗi $\varepsilon > 0$, vì $\{X_{ij} : i \geq 1, j \geq 1\}$ là mảng kép các tập ngẫu nhiên trong $c \Xi$ thỏa mãn điều kiện CUI nên tồn tại tập con compact K_ε của $c \Xi$ sao cho với mọi $i \geq 1, j \geq 1$

$$E \left(\left\| X_{ij} \right\|_H I_{\{X_{ij} \notin K_\varepsilon\}} \right) < \varepsilon.$$

Do tính compact của K_ε nên tồn tại $\{c_1, c_2, \dots, c_p\} \subset K_\varepsilon$ sao cho

$$K_\varepsilon \subset \bigcup_{t=1}^p B(c_t; \varepsilon), \text{ ở đây } B(c_t; \varepsilon) = \{x \in c \Xi : d_H(x, c_t) < \varepsilon\}.$$

Với mỗi $i \geq 1, j \geq 1$, ta định nghĩa các tập ngẫu nhiên trong $c \Xi$ như sau

$$Y'_{ij} = c_1 I_{\{X_{ij} \in B(c_1; \varepsilon)\}} + \sum_{t=2}^p c_t I_{\left\{ X_{ij}(\omega) \in B(c_t; \varepsilon) \cap \left(\bigcup_{k=1}^{t-1} B(c_k; \varepsilon) \right)^c \right\}}$$

Và $Y_{ij} = Y'_{ij} I_{\{X_{ij} \in K_\varepsilon\}}.$

Chú ý rằng với mọi $i \geq 1, j \geq 1$ thì

$$Y_{ij} = \sum_{t=1}^p c_t I_{\{Y_{ij} = c_t\}} \text{ và } EI_{\{Y_{ij} = c_t\}} = \mathbb{P}(Y_{ij} = c_t).$$

Theo bất đẳng thức tam giác

$$\begin{aligned}
 d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n EcoX_{ij} \right) &\leq d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} I_{X_{ij} \in K_\varepsilon} \right) \\
 &+ d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} I_{X_{ij} \in K_\varepsilon}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right) \\
 &+ d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^p c_t I_{\{Y_{ij} = c_t\}}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^p c_t \mathbb{P}(Y_{ij} = c_t) \right) \\
 &+ d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^p c_t \mathbb{P}(Y_{ij} = c_t); \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^p \text{coc}_t \mathbb{P}(Y_{ij} = c_t) \right) \\
 &+ d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n EcoY_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n EcoX_{ij} I_{\{Y_{ij} \in K_\varepsilon\}} \right) \\
 &+ d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n EcoX_{ij} I_{\{Y_{ij} \in K_\varepsilon\}}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n EcoX_{ij} \right) \\
 &:= (C_1) + (C_2) + (C_3) + (C_4) + (C_5) + (C_6)
 \end{aligned}$$

Ta đánh giá $(C_1) - (C_6)$ như sau

Với (C_1) , ta có

$$\begin{aligned}
 &d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} I_{X_{ij} \in K_\varepsilon} \right) \\
 &\leq \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(\left\| X_{ij} I_{X_{ij} \notin K_\varepsilon} \right\|_H - E \left\| X_{ij} I_{X_{ij} \notin K_\varepsilon} \right\|_H \right) + \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n E \left\| X_{ij} I_{X_{ij} \notin K_\varepsilon} \right\|_H \\
 &\leq \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(\left\| X_{ij} I_{X_{ij} \notin K_\varepsilon} \right\|_H - E \left\| X_{ij} I_{X_{ij} \notin K_\varepsilon} \right\|_H \right) + \varepsilon.
 \end{aligned}$$

Do đó với mọi $m \geq 1, n \geq 1$ thì:

$$Ed_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} I_{X_{ij} \in K_\varepsilon} \right) \leq \varepsilon.$$

Với (C_2) , bởi cách xây dựng Y_{ij} , ta có

$$d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} I_{X_{ij} \in K_\varepsilon}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right) \leq \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_H \left(X_{ij} I_{X_{ij} \in K_\varepsilon}; Y_{ij} \right) < \varepsilon.$$

$$\text{Do đó } Ed_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} I_{X_{ij} \in K_\varepsilon}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right) < \varepsilon.$$

Với (C_3) , đặt $M = \max_{1 \leq t \leq p} \|c_t\|_H$, ta có

$$d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^p c_t I_{Y_{ij}=c_t}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^p c_t \mathbb{P} Y_{ij} = c_t \right) \leq \sum_{t=1}^p \|c_t\|_H \left| \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[I_{Y_{ij}=c_t} - \mathbb{P} Y_{ij} = c_t \right] \right|.$$

Do đó

$$\begin{aligned} & Ed_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^p c_t I_{Y_{ij}=c_t}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^p c_t \mathbb{P} Y_{ij} = c_t \right) \\ & \leq \sum_{t=1}^p \|c_t\|_H E \left| \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[I_{Y_{ij}=c_t} - \mathbb{P} Y_{ij} = c_t \right] \right| \leq M \sum_{t=1}^p \frac{1}{mn} E \left| \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[I_{Y_{ij}=c_t} - \mathbb{P} Y_{ij} = c_t \right] \right| \\ & \leq M \sum_{t=1}^p \frac{1}{mn} \left(E \left| \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[I_{Y_{ij}=c_t} - \mathbb{P} Y_{ij} = c_t \right] \right|^2 \right)^{1/2} \leq Mp \binom{m}{n}^{1/2}. \end{aligned}$$

Với (C_4) , từ Bổ đề 3.1 với $m \vee n$ đủ lớn, ta có

$$\begin{aligned} & d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^p c_t \mathbb{P} Y_{ij} = c_t; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^p c_o c_t \mathbb{P} Y_{ij} = c_t \right) \\ & \leq \sum_{t=1}^p d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_t \mathbb{P} Y_{ij} = c_t; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_o c_t \mathbb{P} Y_{ij} = c_t \right) < \varepsilon. \end{aligned}$$

Với (C_5) , bởi cách xây dựng Y_{ij} , ta có

$$\begin{aligned} & d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Eco Y_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Eco X_{ij} I_{X_{ij} \in K_\varepsilon} \right) \\ & \leq \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_H Eco Y_{ij}; Eco X_{ij} I_{X_{ij} \in K_\varepsilon} \leq \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Ed_H Y_{ij}; X_{ij} I_{X_{ij} \in K_\varepsilon} < \varepsilon. \end{aligned}$$

Với (C_6) , ta có

$$\begin{aligned} & d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Eco X_{ij} I_{X_{ij} \in K_\varepsilon}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Eco X_{ij} \right) \\ & \leq \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_H Eco X_{ij} I_{X_{ij} \notin K_\varepsilon}; 0 \leq \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n E \left\| X_{ij} I_{X_{ij} \notin K_\varepsilon} \right\|_H \leq \varepsilon. \end{aligned}$$

Kết hợp các đánh giá ở trên, ta thu được

$$Ed_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Eco X_{ij} \right) \leq 5\varepsilon + Mp \binom{m}{n}^{-1/2}.$$

Cho $m \vee n \rightarrow \infty$, bởi tính tùy ý của ε , ta thu được điều phải chứng minh.

Trong kết quả tiếp theo, chúng ta thiết lập sự hội tụ theo trung bình và luật yếu số lớn cho mảng kép các tập ngẫu nhiên mờ.

Định lý 3.3. Giả sử $\{X_{ij} : i \geq 1, j \geq 1\}$ là mảng kép các tập ngẫu nhiên mờ trong $F \Xi$ độc lập đôi một và CUI, và với mỗi $\varepsilon > 0$ tồn tại phân hoạch hữu hạn $0 = \alpha_0 < \alpha_1 < \dots < \alpha_p = 1$ của $[0; 1]$ sao cho với mọi $i \geq 1, j \geq 1$: $\max_{1 \leq k \leq p} Ed_H L_{k-1}^+ X_{ij}; L_k X_{ij} < \varepsilon$.

Khi đó $d_\infty \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n EcoX_{ij} \right) \xrightarrow{L_1} 0$ khi $m \vee n \rightarrow \infty$
 và do đó $d_\infty \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n EcoX_{ij} \right) \xrightarrow{\mathbb{P}} 0$ khi $m \vee n \rightarrow \infty$.

Chứng minh. Với mỗi $\varepsilon > 0$, tồn tại phân hoạch hữu hạn $0 = \alpha_0 < \alpha_1 < \dots < \alpha_p = 1$ của $[0; 1]$ sao cho với mọi $i \geq 1, j \geq 1$: $\max_{1 \leq k \leq p} Ed_H L_{k-1}^+ X_{ij}; L_k X_{ij} < \varepsilon$.

Ta có

$$\begin{aligned} & \sup_{\alpha_{k-1} < \alpha_k} d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} EcoX_{ij} \right) \\ & \leq d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_{k-1}}^+ EcoX_{ij} \right) + d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_{k-1}}^+ X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} EcoX_{ij} \right) \\ & \leq d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} EcoX_{ij} \right) + d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_{k-1}}^+ X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_{k-1}}^+ EcoX_{ij} \right) \\ & + 2d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_{k-1}}^+ EcoX_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} EcoX_{ij} \right) \\ & \leq d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} EcoX_{ij} \right) + d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_{k-1}}^+ X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_{k-1}}^+ EcoX_{ij} \right) \\ & + 2 \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Ed_H \left(L_{\alpha_{k-1}}^+ X_{ij}; L_{\alpha_k} X_{ij} \right) \\ & \leq d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} EcoX_{ij} \right) + d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_{k-1}}^+ X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_{k-1}}^+ EcoX_{ij} \right) + 2\varepsilon. \end{aligned}$$

Do đó

$$\begin{aligned} d_\infty \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n EcoX_{ij} \right) & = \max_{1 \leq k \leq p} \sup_{\alpha_{k-1} < \alpha_k} d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} EcoX_{ij} \right) \\ & \leq \max_{1 \leq k \leq p} d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} EcoX_{ij} \right) \\ & + \max_{1 \leq k \leq p} d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_{k-1}}^+ X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_{k-1}}^+ EcoX_{ij} \right) + 2\varepsilon. \end{aligned}$$

Từ đó suy ra

$$\begin{aligned}
 Ed_{\infty} \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n EcoX_{ij} \right) &\leq E \max_{1 \leq k \leq p} d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} EcoX_{ij} \right) \\
 &+ E \max_{1 \leq k \leq p} d_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_{k-1}}^+ X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_{k-1}}^+ EcoX_{ij} \right) + 2\varepsilon \\
 &\leq \sum_{k=1}^p Ed_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} EcoX_{ij} \right) \\
 &+ \sum_{k=1}^p Ed_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_{k-1}}^+ X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_{k-1}}^+ EcoX_{ij} \right) + 2\varepsilon.
 \end{aligned}$$

Với $k = 1, p$, áp dụng Định lý 3.2, ta có

$$Ed_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_k} EcoX_{ij} \right) \rightarrow 0 \text{ khi } m \vee n \rightarrow \infty$$

$$Ed_H \left(\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_{k-1}}^+ X_{ij}; \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n L_{\alpha_{k-1}}^+ EcoX_{ij} \right) \rightarrow 0 \text{ khi } m \vee n \rightarrow \infty.$$

Bởi tính tùy ý của ε , ta thu được điều phải chứng minh.

4. KẾT LUẬN

Kết quả chính của bài báo là Định lý 3.2 và Định lý 3.3. Định lý 3.2 thiết lập điều kiện đủ cho sự hội tụ theo trung bình và do đó kéo theo luật yếu số lớn cho mảng kép các tập ngẫu nhiên trong không gian các tập con compact khác rỗng của không gian Banach, sự hội tụ ở đây được xét theo metric Hausdorff. Định lý 3.3 thiết lập sự hội tụ theo trung bình và luật yếu số lớn cho mảng kép các tập ngẫu nhiên mờ trong không gian Banach, sự hội tụ ở đây được xét theo metric d_{∞} .

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] R. J. Aumann (1965), *Integrals of set-valued functions*, Journal of Mathematical Analysis and Applications, 12, 1-12.
- [2] C. Castaing and M. Valadier (1977), *Convex analysis and measurable multifunctions*, Lecture Notes in Math, 580, Springer-Verlag, Berlin and New York.
- [3] G. Debreu (1952), *Integration of correspondence*, Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Vol. 2, University of California Press, 351-372.
- [4] K. A. Fu and L. X. Zhang (2008), *Strong laws of large numbers for arrays of rowwise independent random compact sets and fuzzy random sets*, Fuzzy Sets and Systems, 159, 3360-3368.

- [5] H. Inoue (1991), *A strong law of large numbers for fuzzy random sets*, Fuzzy Sets and Systems. 41, 285-291.
- [6] S. Li and Y. Ogura (2006), *Strong laws of large number for independent fuzzy set-valued random variables*, Fuzzy Sets and Systems 157, 2569-2578.
- [7] S.M. Li, Y. Ogura, V. Kreinovich (2002), *Limit theorems and applications of set-valued and fuzzy set-valued random variables*, Kluwer Academic Publishers Group, Dordrecht.
- [8] M. L. Puri and D. A. Ralescu (1986), *Fuzzy random variables*, Journal of Mathematical Analysis and Applications, 114, 409-422.
- [9] N. V. Quang and N. T. Thuan (2012), *Strong laws of large numbers for adapted arrays of set-valued and fuzzy-valued random variables in Banach space*, Fuzzy Sets and Systems, 209, 14-32.

MEAN CONVERGENCE AND WEAK LAW OF LARGE NUMBERS FOR DOUBLE ARRAY OF RANDOM SETS AND FUZZY RANDOM SETS IN BANACH SPACE

Pham Tri Nguyen

ABSTRACT

In this paper, we establish mean convergence and weak law of large numbers for double array of random sets and fuzzy random sets in Banach space.

Keywords: *Mean convergence, weak law of large numbers, banach space, compactly uniformly integrable.*

Ngày nộp bài: 23/10/2018; Ngày gửi phản biện: 19/11/2018; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019.

**NGHIÊN CỨU TUYỂN CHỌN XẠ KHUẨN (*ACTINOMYCETES*)
ĐƯỢC PHÂN LẬP TỪ ĐẤT NGẬP MẶN HUYỆN QUẢNG XƯƠNG
(TỈNH THANH HÓA) CÓ KHẢ NĂNG KHÁNG NẤM
*FUSARIUM OXYSPORUM***

Hà Thị Phương¹, Trần Thị Hải Yến²

TÓM TẮT

Chúng tôi đã tiến hành phân lập được 18 chủng xạ khuẩn khác nhau từ đất ngập mặn huyện Quảng Xương, tỉnh Thanh Hóa. Từ đó, xác định được 10 chủng có khả năng kháng nấm *Fusarium oxysporum* và tuyển chọn được 2 chủng có khả năng kháng nấm mạnh là MD17, MD18. Cả hai chủng xạ khuẩn MD17, MD18 đều có hoạt tính chitinase mạnh. Theo khóa phân loại của Gause (1983), Bergey's Manual (1989) và phương pháp phân loại của Chương trình xạ khuẩn quốc tế (ISP) cho thấy chủng xạ khuẩn MD17 có đặc điểm giống loài *Streptomyces hygroscopicus*, chủng xạ khuẩn MD18 có đặc điểm giống loài *Streptomyces albobacillus*. Các nghiên cứu đã xác định được điều kiện thích hợp cho hai chủng xạ khuẩn này sinh trưởng, phát triển và sinh chất kháng nấm là ở 30°C, pH = 7, NaCl 1%.

Từ khóa: Xạ khuẩn, đất rừng ngập mặn, hoạt tính kháng nấm.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là nước có khí hậu nhiệt đới nóng ẩm, nhiệt độ trung bình 27-30°C, độ ẩm tương đối cao là điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của nấm gây bệnh trong đó có nhóm nấm bệnh cây. Một trong các nhóm nấm có nguồn gốc từ đất gây hại cây trồng, nguy hiểm trong sản xuất là *Fusarium*. Nấm *Fusarium* có thể tồn tại nhiều năm trong đất, trong tàn dư thực vật và lan truyền qua hạt giống, cây nhiễm bệnh hoặc lan truyền theo nước và gió [13].

Để hạn chế những thiệt hại do nấm bệnh gây ra cho cây trồng, đã có nhiều công trình nghiên cứu và ứng dụng các biện pháp đấu tranh sinh học trong công tác bảo vệ thực vật. Trong bài báo này chúng tôi trình bày các kết quả nghiên cứu tuyển chọn một số chủng xạ khuẩn (*Actinomycetes*) được phân lập từ đất ngập mặn huyện Quảng Xương, tỉnh Thanh Hóa có khả năng kháng nấm *Fusarium oxysporum* hại cây trồng.

2. NỘI DUNG

2.1. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1.1. Vật liệu

Các giống vi sinh vật đã sử dụng.

¹ Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Hồng Đức

² Sinh viên K17 Đại học Sư phạm Sinh, Trường Đại học Hồng Đức

Nấm *Fusarium oxysporum* gây bệnh héo vàng trên cây, được cung cấp bởi Trung tâm Bệnh cây nhiệt đới - Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

Xạ khuẩn phân lập từ đất ngập mặn huyện Quảng Xương, tỉnh Thanh Hóa.

Môi trường đã sử dụng: Gause I, Gause II, Potato Dextrose Agar (PDA) [5]

2.1.2. Phương pháp nghiên cứu

Phân lập xạ khuẩn theo phương pháp đĩa thạch trên môi trường Gause I (Phương pháp của Vinogradkii (1952) [5].

Xác định hoạt tính enzyme theo phương pháp cấy chấm điểm. Các chủng xạ khuẩn nghiên cứu được cấy lặp lại 3 lần trên môi trường đĩa thạch Gause I chứa cơ chất phù hợp với từng loại enzyme: protease (cơ chất là gelatin), chitinase (cơ chất là bột vỏ tôm), cellulase (cơ chất là bột giấy lọc). Nuôi cấy xạ khuẩn trong tủ ẩm 3- 4 ngày, xác định mức sinh trưởng của các khuẩn lạc xạ khuẩn và kiểm tra hoạt tính enzyme bằng thuốc thử ($HgCl_2$ thử hoạt tính protease, lugol để thử hoạt tính kitinase và cellulose) (D: đường kính vòng phân giải; cm) [10].

Xác định hoạt tính kháng nấm theo phương pháp đồng nuôi cấy và phương pháp giếng thạch (phương pháp nhỏ dịch) [3].

Phương pháp nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện nuôi cấy đến khả năng sinh trưởng và hoạt tính kháng nấm của xạ khuẩn, bao gồm các yếu tố: Nhiệt độ (20, 25, 30, 35, 40, 45°C), pH ban đầu (5, 6, 7, 8, 9, 10), độ mặn với các nồng độ NaCl: 0, 1, 2, 3, 4, 5(%). Các chủng xạ khuẩn được nuôi cấy lác trên môi trường Gause dịch thể ở các điều kiện tương ứng. Sau đó thu sinh khối và thử hoạt tính kháng nấm theo phương pháp nhỏ dịch để xác định điều kiện tối ưu cho nuôi cấy.

Phương pháp định danh xạ khuẩn

Các đặc điểm phân loại xạ khuẩn được mô tả theo Chương trình xạ khuẩn quốc tế (ISP), có so sánh với khóa phân loại của Gause (1983)[9] và Bergey's Manual (1989)[1]. Các môi trường phân loại xạ khuẩn được chuẩn bị theo ISP [6,7] và Gause [9].

Quan sát đặc điểm hình thái: Tiến hành nuôi cấy các chủng xạ khuẩn được tuyển chọn trên môi trường Gause I, quan sát các đặc điểm hình thái của xạ khuẩn.

Quan sát đại thể: Xạ khuẩn được nuôi cấy trên môi trường Gause I ở nhiệt độ phòng, sau 7 ngày lấy ra quan sát các đặc điểm: Kích thước khuẩn lạc để biết tốc độ phát triển, hình dạng, đặc điểm của bề mặt, mép khuẩn lạc, màu sắc khuẩn lạc mặt phải, mặt trái, màu sắc của môi trường do sắc tố xạ khuẩn tạo ra[7].

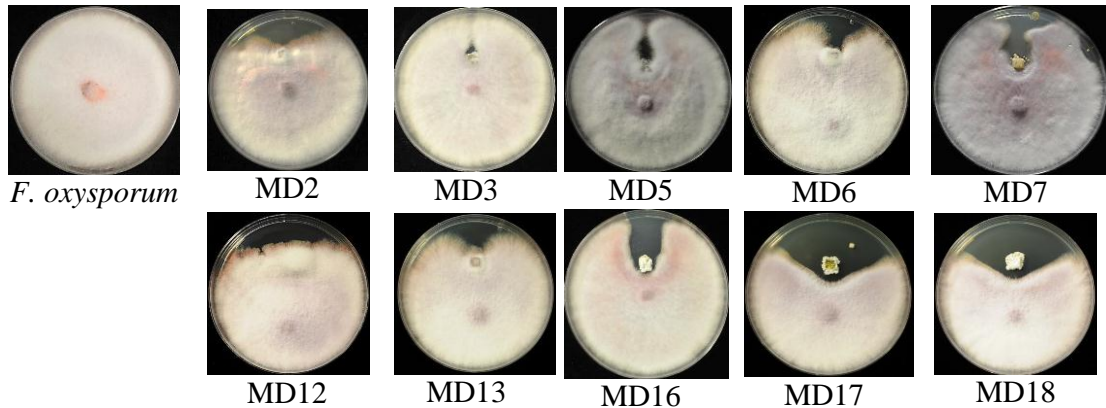
Quan sát vi thể: Xạ khuẩn được nuôi cấy trên môi trường Gause I có đặt lamel nghiêng 45⁰ trên bề mặt môi trường. Sau 7 ngày nuôi ở nhiệt độ phòng lấy lamel ra quan sát hình dạng cuống sinh bào tử, bào tử dưới kính hiển vi [8].

2.2. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

2.2.1. Kết quả phân lập và tuyển chọn sơ bộ các chủng xạ khuẩn từ đất ngập mặn Quảng Xương có khả năng kháng nấm *Fusarium oxysporum*

Từ 10 mẫu đất lấy ở các khu vực khác nhau tại sông Nham, huyện Quảng Xương, tỉnh Thanh Hóa, chúng tôi đã phân lập và thuần khiết được 18 chủng xạ khuẩn kí hiệu từ MD1 đến MD18.

Tiến hành tuyển chọn sơ bộ các chủng xạ khuẩn có khả năng sinh tổng hợp chất kháng nấm *Fusarium oxysporum* theo phương pháp đồng nuôi cấy [3]. Kết quả cho thấy 10 trong số 18 chủng xạ khuẩn phân lập được có khả năng sinh tổng hợp chất kháng nấm *Fusarium oxysporum* (chiếm 55,56%). Trong đó, có 2 chủng có hoạt tính kháng nấm mạnh là MD17, MD18 (chiếm 11,11%).



Hình 1. Khả năng kháng nấm *F. oxysporum* của các chủng xạ khuẩn

2.2.2. Kết quả xác định khả năng sinh enzyme ngoại bào của các chủng xạ khuẩn

Theo Ismet Ara và cộng sự (2012), khả năng đối kháng của xạ khuẩn với nấm là do khả năng sinh tổng hợp hai nhóm hợp chất sinh trưởng. Một là, kháng sinh nhóm polyen có tác dụng phá hủy màng sinh chất dẫn đến phá vỡ chức năng thẩm chọn lọc của tế bào. Hai là, enzyme chitinase, glucanase phá hủy thành tế bào của nấm. Mặt khác enzyme ngoại bào còn có vai trò phân giải các hợp chất hữu cơ giúp xạ khuẩn tận dụng nguồn dinh dưỡng từ môi trường cho sinh trưởng và phát triển [11].

Nhằm mục đích xác định cơ sở khả năng kháng nấm và vai trò phân giải các hợp chất hữu cơ có trong đất ngập mặn, chúng tôi đã tiến hành thử khả năng hình thành các enzyme ngoại bào: protease (cơ chất là gelatin), chitinase (cơ chất là bột vỏ tôm), cellulase (cơ chất là bột giấy lọc) theo phương pháp cấy chấm điểm trên môi trường đĩa thạch GauseI. Kết quả thu được ở bảng 1.

Bảng 1. Hoạt tính enzyme ngoại bào của các chủng xạ khuẩn

(Đơn vị: cm)

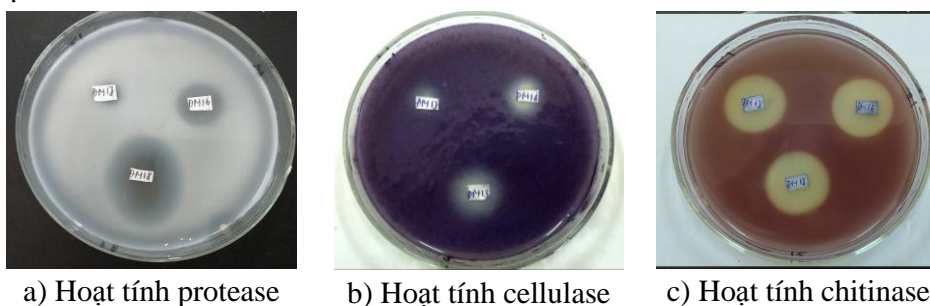
Kí hiệu chủng	Kích thước vòng phân giải		
	Protease	Cellulase	Chitinase
MD1	1,2 ± 0,1	1,6 ± 0,1	1,6 ± 0,1
MD2	0,7 ± 0,0	2,4 ± 0,1	2,0 ± 0,1
MD3	2,0 ± 0,2	2,1 ± 0,1	2,1 ± 0,3
MD4	1,6 ± 0,1	0,9 ± 0,4	1,8 ± 0,1

MD5	$1,8 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,3$	$2,1 \pm 0,1$
MD6	$1,7 \pm 0,2$	$1,2 \pm 0,3$	$2,0 \pm 0,1$
MD7	$0,9 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,2$
MD8	$1,3 \pm 0,2$	$0,6 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,1$
MD9	$1,0 \pm 0,2$	$0,6 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$
MD10	-	$1,3 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,1$
MD11	-	$1,4 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,1$
MD12	-	$1,0 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,1$
MD13	$2,5 \pm 0,2$	$1,2 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,1$
MD14	$2,3 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,3$
MD15	$2,8 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,2$
MD16	$1,6 \pm 0,2$	$1,3 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,1$
MD17	$0,8 \pm 0,1$	$1,1 \pm 0,2$	$2,3 \pm 0,2$
MD18	$2,6 \pm 0,2$	$1,5 \pm 0,1$	$2,4 \pm 0,2$

Kết quả cho thấy đa số các chủng xạ khuẩn phân lập được từ đất ngập mặn huyện Quảng Xương, tỉnh Thanh Hóa đều có khả năng sinh các enzyme ngoại bào cellulase, chitinase và protease. Kết quả này phù hợp với quan điểm của Nguyễn Lâm Dũng (2000) [4] và Biên Văn Minh (2006) [12] cho rằng xạ khuẩn có khả năng sinh nhiều loại enzyme ngoại bào.

So sánh với kết quả của Đào Thị Bưởi (2013) tuyển chọn và nghiên cứu hoạt tính sinh học của một số chủng xạ khuẩn phân lập từ đất ngập mặn huyện Tĩnh Gia, tỉnh Thanh Hóa có 13,34% chủng xạ khuẩn có hoạt tính enzyme protease mạnh, 13,34% chủng có hoạt tính enzyme cellulase mạnh, không có chủng xạ khuẩn nào có khả năng sinh enzyme amylase, khả năng sinh enzyme chitinase chưa được nghiên cứu; điều đó cho thấy tỷ lệ chủng xạ khuẩn từ đất ngập mặn huyện Quảng Xương, tỉnh Thanh Hóa có khả năng sinh enzyme ngoại bào có phần cao hơn nhiều. [2]

Khả năng sinh nhiều loại enzyme ngoại bào giúp các chủng xạ khuẩn tận dụng được nhiều nguồn dinh dưỡng trong môi trường để sinh trưởng và phát triển. Đặc biệt, các chủng có hoạt tính kháng nấm đều có hoạt tính enzyme chitinase mạnh. Như vậy có thể nói khả năng sinh tổng hợp enzyme chitinase đã góp phần tăng khả năng kháng nấm của các chủng xạ khuẩn.



Hình 2. Khả năng sinh enzyme ngoại bào của các chủng xạ khuẩn MD16, MD17, MD18

2.2.3. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của các điều kiện nuôi cấy lên sự sinh trưởng, phát triển và khả năng kháng nấm của một số chủng xạ khuẩn phân lập được

Từ kết quả xác định khả năng sinh enzym ngoại bào và kết quả tuyển chọn khả năng kháng nấm *Fusarium oxysporum* của các chủng xạ khuẩn phân lập được ở đất ngập mặn huyện Quảng Xương, chúng tôi lựa chọn 2 chủng MD17, MD18 để tiếp tục các nghiên cứu.

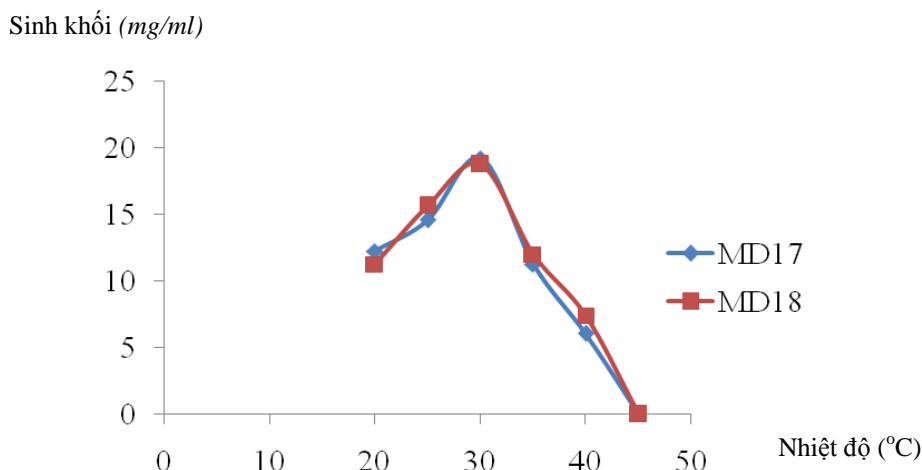
2.2.3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên sự sinh trưởng, phát triển và khả năng kháng nấm của chủng xạ khuẩn MD17, MD18

Để nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ lên sự sinh trưởng, phát triển và khả năng sinh chất kháng nấm của 2 chủng xạ khuẩn MD17 và MD18, chúng tôi sử dụng các thang nhiệt độ như sau: 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C, 45°C. Hai chủng xạ khuẩn được nuôi cấy lắc (200 vòng/phút) trong môi trường dịch thể Gauze I với thời gian 120 giờ. Kết quả xác định sinh khối và hoạt tính kháng nấm bằng phương pháp giếng thạch được trình bày ở bảng 2 và hình 3.

Bảng 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên sự sinh trưởng, phát triển và khả năng sinh chất kháng nấm của 2 chủng xạ khuẩn MD17 và MD18

Nhiệt độ nuôi cấy	Sinh khối (mg/ml)		Đường kính vòng ức chế nấm <i>Fusarium oxysporum</i> (D-d) cm	
	MD17	MD18	MD17	MD18
20°C	12,24 ± 0,03	11,27 ± 0,14	1,7 ± 0,00	1,9 ± 0,06
25°C	14,56 ± 0,12	15,63 ± 0,12	2,3 ± 0,06	2,5 ± 0,00
30°C	19,20 ± 0,06	18,74 ± 0,18	3,1 ± 0,06	3,5 ± 0,06
35°C	11,27 ± 0,17	12,00 ± 0,06	1,9 ± 0,06	2,1 ± 0,12
40°C	6,04 ± 0,18	7,40 ± 0,06	1,0 ± 0,12	1,2 ± 0,12
45°C	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,0 ± 0,00	0,0 ± 0,00

Kết quả ở bảng 2 và hình 3 cho thấy cả 2 chủng xạ khuẩn MD17 và MD18 đều sinh trưởng tốt ở nhiệt độ 20°C đến 35°C, nhưng nhiệt độ tối ưu cho sự sinh trưởng và phát triển của chúng là 30°C, phát triển yếu hơn ở 40°C và không có khả năng sinh trưởng ở nhiệt độ 45°C. Hoạt tính kháng nấm của 2 chủng xạ khuẩn MD17 và MD18 cũng phụ thuộc vào nhiệt độ nuôi cấy, cả hai chủng này đều sinh chất kháng nấm *Fusarium oxysporum* mạnh nhất khi nuôi cấy ở 30°C. Như vậy, 30°C là nhiệt độ thích hợp nhất cho sinh trưởng và khả năng sinh chất kháng nấm *F.oxysporum* của 2 chủng xạ khuẩn MD17 và MD18. Vì vậy, chúng tôi chọn nhiệt độ 30°C để nuôi cấy trong các nghiên cứu tiếp theo.



Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sinh trưởng của 2 chủng xạ khuẩn MD17 và MD18

2.2.3.2. Ảnh hưởng của pH

Để nghiên cứu ảnh hưởng của pH lên sự sinh trưởng, phát triển và khả năng sinh chất kháng nấm của 2 chủng xạ khuẩn MD17 và MD18, chúng tôi sử dụng các thang pH từ 5 đến 10. Hai chủng xạ khuẩn được nuôi cấy lắc (200 vòng/phút) trong các môi trường dịch thể Gauze I có pH ban đầu là 5, 6, 7, 8, 9, 10 ở nhiệt độ 30°C với thời gian 120 giờ. Kết quả xác định sinh khối và hoạt tính kháng nấm bằng phương pháp giếng thạch được trình bày ở bảng 3 và hình 4.

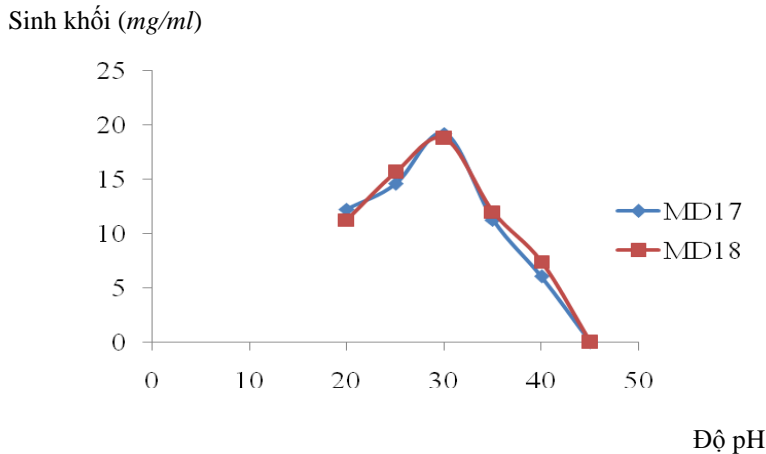
Bảng 3. Ảnh hưởng của pH lên sự sinh trưởng, phát triển và khả năng sinh chất kháng nấm của 2 chủng xạ khuẩn MD17 và MD18

pH ban đầu	Sinh khối (mg/ml)		Đường kính vòng ức chế nấm <i>Fusarium oxysporum</i> (D-d) cm	
	MD17	MD18	MD17	MD18
5	6,94 ± 0,23	6,27 ± 0,12	1,2 ± 0,00	1,6 ± 0,06
6	14,32 ± 0,12	15,03 ± 0,06	2,0 ± 0,03	2,3 ± 0,06
7	19,97 ± 0,06	19,65 ± 0,03	3,2 ± 0,06	3,5 ± 0,06
8	15,27 ± 0,18	15,00 ± 0,18	2,6 ± 0,12	2,7 ± 0,00
9	10,24 ± 0,12	11,04 ± 0,06	1,1 ± 0,00	1,9 ± 0,12
10	3,00 ± 0,03	3,22 ± 0,12	0,0 ± 0,00	0,0 ± 0,00

Kết quả ở bảng 4 và hình 4 cho thấy cả 2 chủng xạ khuẩn MD17 và MD18 đều có khả năng sinh trưởng và phát triển được trên môi trường kiềm hoặc axit. Tuy nhiên, các chủng xạ khuẩn này sinh trưởng và phát triển mạnh nhất ở pH = 7.

Kết quả ở bảng 4 cũng cho thấy hoạt tính kháng nấm của 2 chủng xạ khuẩn MD17 và MD18 phụ thuộc vào pH nuôi cấy, cả hai chủng này đều sinh chất kháng nấm *Fusarium*

oxysporum mạnh nhất khi nuôi cấy ở pH ban đầu là 7. Như vậy, pH = 7 là thích hợp nhất cho sinh trưởng và khả năng sinh chất kháng nấm *F. oxysporum* của 2 chủng xạ khuẩn MD17 và MD18. Từ kết quả đó, chúng tôi chọn pH ban đầu của môi trường nuôi cấy xạ khuẩn trong các nghiên cứu tiếp theo là 7.



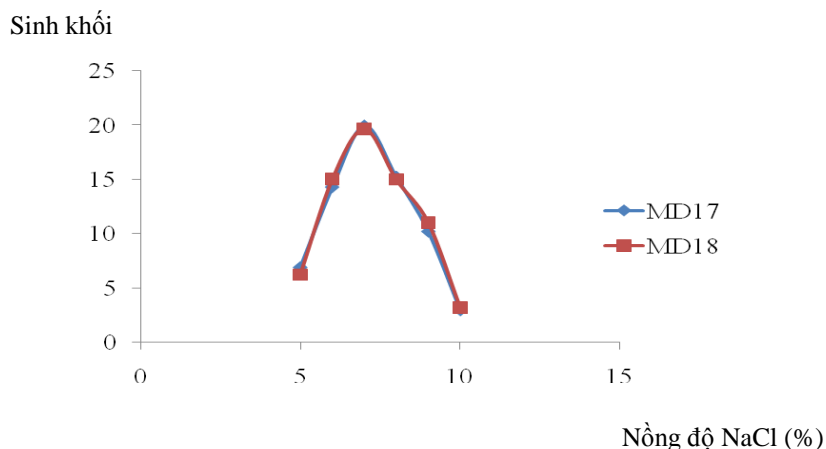
Hình 4. Ảnh hưởng của độ pH đến sinh trưởng của 2 chủng xạ khuẩn MD17 và MD18

2.2.3.3. Ảnh hưởng của nồng độ NaCl

Để nghiên cứu ảnh hưởng của độ mặn lên sự sinh trưởng, phát triển và khả năng sinh chất kháng nấm của 2 chủng xạ khuẩn MD17 và MD18, chúng tôi sử dụng các thang nồng độ NaCl 0, 1, 2, 3, 4, 5(%). Hai chủng xạ khuẩn được nuôi cấy lắc (200 vòng/phút) trong các môi trường dịch thể Gauze I có nồng độ NaCl lần lượt là 0, 1, 2, 3, 4, 5 ở nhiệt độ 30°C, pH = 7 với thời gian 120 giờ. Kết quả xác định sinh khối và hoạt tính kháng nấm bằng phương pháp giếng thạch được trình bày ở bảng 4 và hình 5.

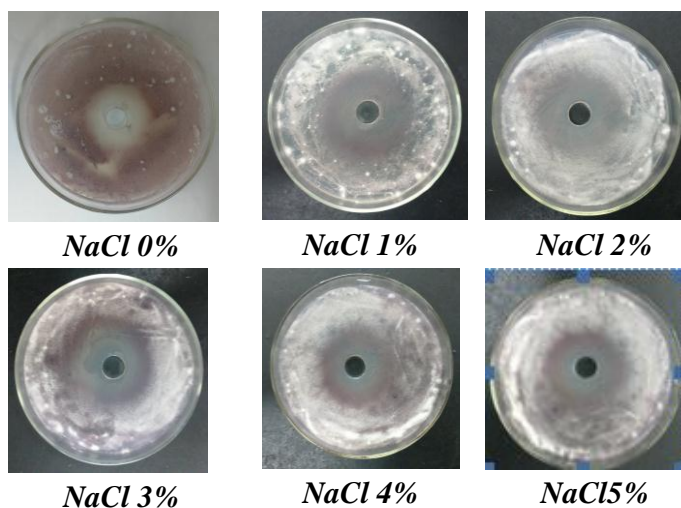
Bảng 4. Ảnh hưởng của độ mặn lên sự sinh trưởng, phát triển và khả năng sinh chất kháng nấm của 2 chủng xạ khuẩn MD17 và MD18

Nồng độ NaCl (%)	Sinh khối (mg/ml)		Đường kính vòng ức chế nấm <i>Fusarium oxysporum</i> (D-d) cm	
	MD17	MD18	MD17	MD18
0	12,74 ± 0,21	15,27 ± 0,12	2,6 ± 0,00	1,6 ± 0,06
1	19,67 ± 0,06	19,65 ± 0,03	3,3 ± 0,06	3,4 ± 0,06
2	15,32 ± 0,12	15,03 ± 0,06	2,6 ± 0,03	2,7 ± 0,06
3	11,27 ± 0,18	12,00 ± 0,18	2,0 ± 0,12	2,3 ± 0,00
4	10,24 ± 0,12	11,04 ± 0,06	1,8 ± 0,12	1,9 ± 0,12
5	9,97 ± 0,03	10,22 ± 0,12	1,7 ± 0,06	1,8 ± 0,06



Hình 5. Ảnh hưởng của nồng độ NaCl đến sự sinh trưởng của 2 chủng xạ khuẩn MD17 và MD18

Kết quả bảng 5 và hình 5 cho thấy cả hai chủng xạ khuẩn MD17, MD18 đều có khả năng sinh trưởng, phát triển trong giới hạn độ mặn rộng 0 - 5% và có thể sinh chất kháng nấm ngay cả ở độ mặn cao hơn độ mặn trung bình của nước biển là 3.5%. Tuy nhiên, cả chủng MD17, MD18 đều sinh trưởng, phát triển mạnh nhất và thể hiện khả năng kháng nấm *Fusarium* tốt nhất ở nồng độ NaCl 1%.



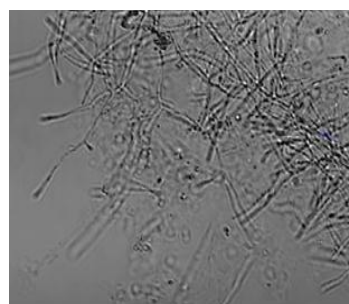
Hình 6. Hoạt tính đối kháng nấm *Fusarium oxysporum* của chủng xạ khuẩn MD18 ở nồng độ muối khác nhau

2.2.4. Kết quả phân loại chủng xạ khuẩn MD17, MD18

Từ kết quả quan sát đặc điểm hình thái, kết hợp với các đặc tính sinh hóa do Bảo tàng giống chuẩn vi sinh vật thuộc Trung tâm công nghệ sinh học Đại học quốc gia thực hiện, chúng tôi đã tiến hành định loại hai chủng xạ khuẩn MD17, MD18. Dựa vào khóa phân loại xạ khuẩn của Bergey 1989 [13] và so sánh với các đặc điểm phân loại xạ khuẩn chuẩn thuộc chi *Streptomyces* của ISP được trình bày ở bảng 5.

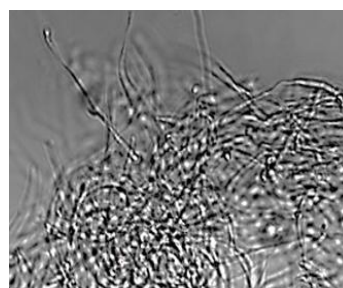
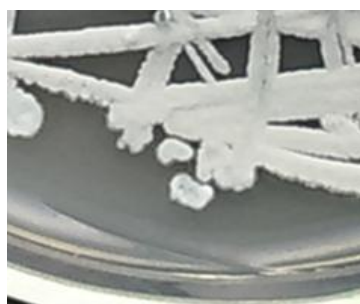
Bảng 5. So sánh đặc điểm phân loại của hai chủng xạ khuẩn đã tuyển chọn với các chủng xạ khuẩn chuẩn thuộc chi *Streptomyces* của ISP

Đặc điểm phân loại	<i>Streptomyces hygroscopicus</i>		<i>Streptomyces albobacillus</i>	
	MD17	ISP5578	MD18	ISP5268
Màu sắc KTKS	Ghi	Ghi, nâu	Trắng	Trắng, trắng xám
Màu sắc KTCC	Ghi sẫm	Ghi, ghi sẫm	Trắng	Trắng, hơi vàng
Hình dạng cuống sinh bào tử	Xoắn ốc	Xoắn ốc	Xoắn ốc	Xoắn ốc
Bề mặt bào tử	Xù xì	Xù xì	Nhẵn	Nhẵn
Sắc tố tan	Không có	Không có	Không có	Không có
Hình thành melanin	-	-	-	-
Khả năng đồng hóa cacbon:				
D - Glucose	+	+	+	+
L - Arabinose	+	±	+	+
D - Xylose	-	±	-	-
I - Inositol	+	±	+	+
Manitol	+	+	+	+
Raffinose	-	-	+	+
Rhamnose	-	-	-	-



(x 1.000)

Hình 7. Hình thái hệ sợi khuẩn tị và cuống sinh bào tử của chủng xạ khuẩn MD17



(x 1.000)

Hình 8. Hình thái hệ sợi khuẩn tị và cuống sinh bào tử của chủng xạ khuẩn MD18

Kết quả so sánh giữa các chủng xạ khuẩn đã tuyển chọn với các chủng xạ khuẩn chuẩn ở bảng 5 cho thấy:

Chủng MD17 mang những đặc điểm giống loài *Streptomyces hygroscopicus* Waksman and Henrici, 1948, có đặc điểm tương tự chủng ISP 5578.

Chủng MD18 mang những đặc điểm giống loài *Streptomyces albobacillus* Thirumalachar and Bhatt, 1960, có đặc điểm tương tự chủng ISP 5268.

3. KẾT LUẬN

Đã tuyển chọn được 10 chủng xạ khuẩn có khả năng kháng nấm *Fusarium oxysporum* gây bệnh cây, trong đó có hai chủng kháng nấm mạnh là MD17, MD18. Hai chủng MD17, MD18 có hoạt tính kháng nấm mạnh nhất, sinh trưởng và phát triển tốt nhất ở nhiệt độ 30°C, pH = 7, NaCl 1%; có khả năng sống sót ở nhiệt độ 40°C, chịu mặn đến 5%.

Các chủng xạ khuẩn phân lập được đều có khả năng sinh nhiều loại enzyme ngoại bào. Đặc biệt, các chủng kháng nấm mạnh đều có hoạt tính chitinase mạnh.

Đã định loại đến loài hai chủng kháng nấm mạnh. Chúng đều thuộc chi *Streptomyces*: chủng MD17 giống loài *Streptomyces hygroscopicus* Waksman and Henrici, chủng MD18 giống loài *Streptomyces albobacillus* Thirumalachar and Bhatt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bergey's (1989), *Manual of Systematic Bacteriology*, Vol. 4. Williams Wilkins.
- [2] Đào Thị Bưởi (2013), *Bước đầu tuyển chọn và nghiên cứu hoạt tính sinh học của một số chủng xạ khuẩn phân lập từ đất ngập mặn huyện Tĩnh Gia, tỉnh Thanh Hóa*, Luận văn tốt nghiệp Trường Đại học Hồng Đức, Thanh Hóa.
- [3] Dhasekaran D., Thajuddin N., Panneerselvam A. (2012), *Application of Actinobacterial Fungicides in Agriculture and Medicine*, Fungicides for Plant and Animal Diseases, 1-27.
- [4] Nguyễn Lâm Dũng, Nguyễn Đình Quyến, Phạm Văn Ty (2010), *Vi sinh vật học*, Nxb. Giáo dục Việt Nam, Hà Nội, trang 96-147.
- [5] Nguyễn Thành Đạt (2000), *Sinh học vi sinh vật*, Nxb. Giáo dục Việt Nam, Hà Nội.
- [6] E.B. Shirling and D.Gottlieb (1966), *International Journal of Systematic Bacteriology*, 16(3), 313 - 340.
- [7] E.B. Shirling and D.Gottlieb (1968), *International Journal of Systematic Bacteriology*, 18(1), 69 - 189.
- [8] E.B. Shirling and D.Gottlieb (1972), *International Journal of Systematic Bacteriology*, 22(3), 265 - 394.
- [9] Gause G. et al. (1983), *Opredelitev actinomycetes*, Nauka, Moskva.
- [10] Gulve and Deshmukh (2011), *Enzymatic activity of Actinomycetes isolated from marine sediments*, Recent Reserch in Science and Technolory, 3(5), 80-83.

- [11] Ismet Ara, Bukhari N. A, Perveen K, Bakir M. A (2012), *Antifungal activiti of some actinomycetes isolated from Riyadh soil, Saudi Arabia: An evaluation for their abiliti to control Alternaria caused tomato blight in green house pot trial*, African Journal of Agricultural research, 7(3), 2042-2050.
- [12] Biền Văn Minh (Chủ biên), Kiều Hữu Ảnh, Phạm Ngọc Lan, Phạm Hồng Sơn, Phạm Văn Ty, Nguyễn Thị Thu Thủy (2006), *Vi sinh vật học*, Nxb. Đại học Huế, TP. Huế.
- [13] Phạm Thị Thùy (2010), *Giáo trình công nghệ sinh học trong bảo vệ thực vật*, Nxb. Giáo dục Việt Nam, Hà Nội.

**SCREENING OF ACTINOMYCES SPECIES ISOLATED FROM
MANGROVE SOIL IN QUANG XUONG DISTRICT (THANH HOA
PROVINCE) FOR ANTIFUNGAL ACTIVITY AGAINST
*FUSARIUM OXYSPORUM***

Ha Thi Phuong, Tran Thi Hai Yen

ABSTRACT

Eighteen Actinomycetes strains were isolated from mangrove soil samples collected from Quang Xuong district, Thanh Hoa province. Among them, 10 Actinomycetes strains were found to have antifungal activity against Fusarium oxysporum. Two Actinomycetes strains exhibited strongest antifungal activity named MD17 and MD18 were chosen for further studies. Both selected strains MD17 and MD18 were able to produce high chininase activities. The two selected strain were then classified according to Gause's classification (1983), Bergey's Manual (1989) and the Classification method of International Streptomyces Program (ISP). The results showed that the two strains belonged to Streptomyces genus, strains MD17 and MD18 shared the closest relationship with Streptomyces hygrosopicus and Streptomyces anifaciens, respectively. In addition, the results of our study indicated that temperature of 30⁰C, pH = 7, and 1% NaCl was found to be favourable conditions for the growth and antifungal activity of two selected strains.

Keywords: *Actinomycetes, mangrove soil, antifungal activity.*

Ngày nộp bài: 23/10/2018; Ngày gửi phản biện: 19/11/2018; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019.

ẢNH HƯỞNG CỦA NGUYÊN TỐ Sb ĐẾN TÍNH CHẤT QUANG CỦA MÀNG Ge/Si ĐỒNG PHA TẠP Sb VÀ P

Lương Thị Kim Phượng¹

TÓM TẮT

Cấu trúc vùng năng lượng của Ge có thể bị thay đổi nếu tạo ra một ứng suất căng và pha tạp điện tử trong màng Ge. Điều này làm cho khả năng phát quang của Ge được cải thiện đáng kể. Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất một cách tiếp cận mới để tăng nồng độ các nguyên tố pha tạp trong mạng nền Ge bằng kỹ thuật đồng pha tạp từ hai nguồn rắn GaP và Sb. Màng Ge được lắng đọng trên đế Si (100) bằng phương pháp epitaxy chùm phân tử MBE (Molecular Beam Epitaxy). Phép đo phổ nhiễu xạ điện tử phản xạ năng lượng cao RHEED (Reflection High Energy Electron Diffraction) được dùng để đánh giá chất lượng bề mặt của mẫu cũng như chất lượng tinh thể của màng Ge. Ảnh hưởng của nguyên tố pha tạp thứ hai (Sb) tới cấu trúc và tính chất quang của màng Ge được tập trung nghiên cứu. Nhiệt độ của nguồn Sb được khảo sát trong khoảng 257-300°C và nhiệt độ tăng trưởng được thay đổi từ 140-230°C. Khả năng phát quang của lớp Ge được khảo sát bằng thiết bị đo phổ huỳnh quang. Phép đo hiệu ứng Hall được sử dụng để xác định mật độ điện tử đã kích hoạt trong màng Ge. Trên nền vật liệu Ge pha tạp điện tử mật độ cao, diode phát quang đã được nghiên cứu, chế tạo và khảo sát các tính chất quang điện đặc trưng.

Từ khóa: Ge, đồng pha tạp, GaP và Sb, mật độ điện tử, phổ huỳnh quang.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự giảm kích thước của các vi mạch dựa trên công nghệ CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) đang tiến dần đến mức tới hạn. Hơn nữa, tốc độ xử lý của công nghệ này cũng chỉ đạt ngưỡng thấp hơn nhiều so với các công nghệ khác. Nguyên nhân chính là do sự trễ của các thành phần tụ trở mắc bên ngoài mạch [1]. Chính vì vậy việc xây dựng một hệ thống liên kết các linh kiện khép kín trong các IC (Integrated Circuits) đang là một hướng đi khả quan trong việc có thể nâng cao được tốc độ xử lý. Để đạt được điều này thì phải tìm được vật liệu thay thế các thành phần RC hoặc sử dụng một tín hiệu khác không phải tín hiệu điện để loại bỏ hoàn toàn thành phần RC (Resistance Capacitance). Giữa những hướng tiếp cận trên thì thiết kế một hệ thống liên kết bằng tín hiệu quang tương thích với công nghệ CMOS đang nổi lên như một giải pháp khả quan nhất [2]. Hệ thống quang bao gồm các thành phần chính như: Nguồn phát; module chuyển tín hiệu; kênh dẫn sóng; bộ nhận tín hiệu [3]. Hầu hết các thiết bị trên đã được phát triển

¹ Phòng Quản lý Đào tạo Sau Đại học, Trường Đại học Hồng Đức

trên nền CMOS với băng thông lớn, duy nhất phần nguồn bơm vẫn còn là vấn đề nan giải khi nó chưa thực sự tương thích với công nghệ này [4].

Vì vậy, nhiều hướng tiếp cận để giải quyết vấn đề này đã được đưa ra như nghiên cứu khả năng phát quang của các loại vật liệu trên nền Si [5-9]. Tuy nhiên đến thời điểm này, vẫn chưa có cách tiếp cận nào làm cho Si có hiệu suất phát quang mạnh ở nhiệt độ phòng. Một số khảo sát gần đây về khả năng phát quang của màng Ge đã chỉ ra rằng, khi thay đổi cấu trúc vùng năng lượng của nguyên tử Ge bằng cách tạo ra ứng suất căng đồng thời pha tạp điện tử trong màng Ge thì cấu trúc vùng năng lượng của nó bị thay đổi [10]. Từ đó làm cho Ge từ một vật liệu bán dẫn chuyển tiếp xiên thành vật liệu bán dẫn chuyển tiếp thẳng với hiệu suất phát quang cao [10-12]. Hơn nữa, màng Ge có thể tăng trưởng trực tiếp trên đế Si bằng kỹ thuật tăng trưởng hai bước với chất lượng tinh tốt và phù hợp cho những ứng dụng quang điện tử [4]. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, so với hướng tạo ra ứng suất căng thì hướng pha tạp điện tử vào màng Ge tỏ ra hiệu quả hơn trong việc nâng cao khả năng phát quang của màng Ge [13]. Để pha tạp điện tử vào lớp Ge, chúng ta thường pha tạp các nguyên tố thuộc nhóm V trong bảng hệ thống tuần hoàn như P, Sb hoặc As. Vì khi tổ hợp và thay thế vị trí của Ge trong mạng nền, các nguyên tố này chỉ tham gia liên kết với 4 nguyên tử Ge lân cận và thừa ra một điện tử. Trong bài báo này, chúng tôi đưa ra một cách tiếp cận mới để tăng nồng độ điện tử tổng cộng trong lớp Ge. Vì độ hòa tan của mỗi nguyên tố trong vật liệu nền là hoàn toàn xác định nên ta có thể tăng mật độ tổng cộng của điện tử bằng cách sử dụng kỹ thuật đồng pha tạp. Trên cơ sở đó chúng tôi đã nghiên cứu màng Ge pha tạp điện tử mật độ cao sử dụng kỹ thuật đồng pha tạp P và Sb. Trong nghiên cứu này, P được tổ hợp vào mạng nền Ge từ nguồn rắn GaP vì P được phân tách từ nguồn GaP có hệ số dính lớn gấp 10 lần so với phốt pho được tạo ra từ nguồn khí PH₃ thông thường khi mẫu được chế tạo bằng phương pháp CVD [14]. Điều thú vị là bán kính nguyên tử của P (128 pm) nhỏ hơn 10% so với Ge (137 pm) trong khi bán kính nguyên tử của Sb (159 pm) lớn hơn 16% so với Ge. Do đó, các trường kết hợp của P và Sb trong mạng tinh thể Ge có thể được bù đắp lẫn nhau và cho phép tăng nồng độ hòa tan tổng của nguyên tố pha tạp trong Ge. Theo hiểu biết của chúng tôi, cho đến thời điểm hiện tại chỉ mới có kết quả về việc pha tạp riêng P hoặc Sb trong Ge [14-15] mà chưa có kết quả về việc pha tạp đồng thời của các nguyên tố đó trong Ge.

2. THỰC NGHIỆM

Màng Ge được lắng đọng trên đế Si bằng cách sử dụng hệ thống MBE tiêu chuẩn với áp suất nền thấp hơn $3\div 5 \times 10^{-10}$ torr. Nhiệt được cung cấp ở hai vùng trên nguồn Knudsen làm cho Ge bay hơi với tốc độ bốc bay khoảng từ 2 đến 5nm/phút. Các nguyên tố Sb và P được tổ hợp vào mạng nền Ge từ các nguồn rắn Sb và GaP trong cùng quá trình lắng đọng của lớp Ge. Các nguồn rắn này được lắp đặt trong buồng tăng trưởng MBE. Chú

ý rằng khi nguồn GaP được nung nóng thì xảy ra sự phân tách thành các nguyên tố Ga và P, tuy nhiên nhờ có cấu tạo dạng bẫy của nguồn mà hầu như chỉ có nguyên tố P được thoát ra khỏi nguồn để tổ hợp vào mạng nền Ge [14].

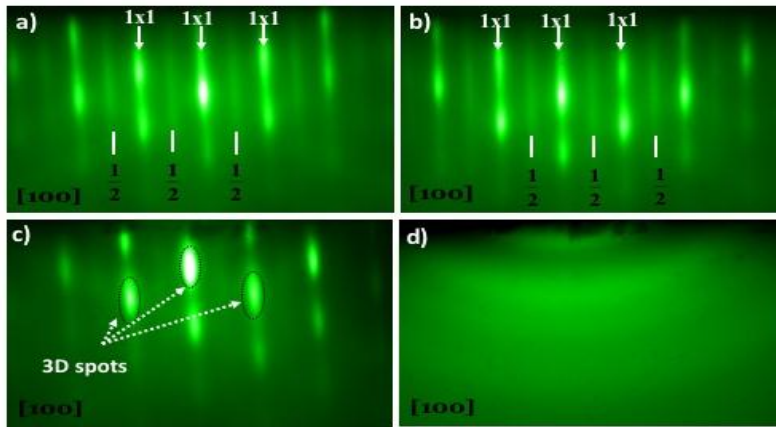
Đế Si phẳng có định hướng (100) và được pha tạp từ nguyên tử B (loại n). Bề mặt đế được làm sạch qua 2 giai đoạn: giai đoạn xử lý hoá học và giai đoạn xử lý nhiệt trong buồng MBE [16]. Sau khi hoàn thiện quy trình làm sạch mẫu, quan sát RHEED cho thấy sự xuất hiện rõ nét của vạch (2x1) đặc trưng cho sự tái cấu trúc bề mặt của Si. Một công tắc cặp nhiệt được gắn ở mặt phía sau của đế Si để xác định nhiệt độ tăng trưởng với độ chính xác khoảng $\pm 20^{\circ}\text{C}$.

Kiểu tăng trưởng của màng Ge trong quá trình lắng đọng được quan sát bằng thiết bị RHEED được lắp đặt trong buồng tăng trưởng MBE. Thiết bị này cho phép quan sát kiểu tăng trưởng của lớp Ge ngay trong quá trình lắng đọng. Nhờ vào phổ nhiễu xạ điện tử phản xạ năng lượng cao RHEED với chùm điện tử tới gần như song song với bề mặt mẫu. Do chùm điện tử này chỉ đi sâu vào vài đơn lớp của màng Ge nên từ tín hiệu RHEED chúng ta có thể khảo sát chất lượng bề mặt của màng Ge.

Phổ huỳnh quang của lớp Ge được đo khi sử dụng đầu thu InGaAs để thu tín hiệu huỳnh quang phát ra từ mẫu. Mẫu được kích thích bằng nguồn laser có bước sóng 523nm. Các phép đo huỳnh quang được tiến hành ở nhiệt độ phòng. Phép đo hiệu ứng Hall được sử dụng để xác định mật độ các hạt tải (điện tử) trong màng Ge.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Để khảo sát ảnh hưởng của nồng độ Sb tới cấu trúc của màng Ge chúng tôi sử dụng phép đo RHEED để xác định lượng Sb có thể thêm được vào Ge trong quá trình đồng pha tạp. Để nghiên cứu việc đồng thời pha tạp P và Sb trong Ge, chúng tôi cố định nhiệt độ nguồn GaP ở 725°C và nhiệt độ đế là 170°C . Lượng Sb và sẽ được xác định thông qua nhiệt độ của nguồn Sb. Hình 1 mô tả các hình ảnh RHEED quan sát thấy khi nhiệt độ nguồn Sb được thiết lập tương ứng ở 257°C (hình a), 275°C (hình b), 300°C (hình c) và ở 330°C (hình d.). Ban đầu màng Ge tăng trưởng theo kiểu từng lớp một, thể hiện qua hình ảnh RHEED là các vạch sọc với sự có mặt của cả vạch (1x1) và vạch (2x1) khi nhiệt độ nguồn Sb tăng từ 257°C đến 275°C (hình a và b) và các chấm 3D cũng bắt đầu hình thành. Khi tiếp tục tăng nhiệt độ nguồn Sb lên 300°C (hình c), các vạch (2x1) dần dần biến mất và các chấm 3D rõ ràng hơn. Lúc này màng Ge được tăng trưởng theo kiểu đảo (3D). Cuối cùng, khi nguồn Sb được thiết lập ở 330°C (hình d), màng Ge trở nên vô định hình sau 15 phút lắng đọng. Với việc sử dụng kỹ thuật RHEED chúng tôi có thể kiểm soát được quá trình tiến triển hình thái học và cấu trúc của màng theo thời gian thực và nhận được kết quả là tồn tại một khoảng nhiệt độ khá hẹp của nguồn Sb từ 257- dưới 300°C chế độ tăng trưởng của màng Ge đồng pha tạp P và Sb là theo kiểu từng lớp một.

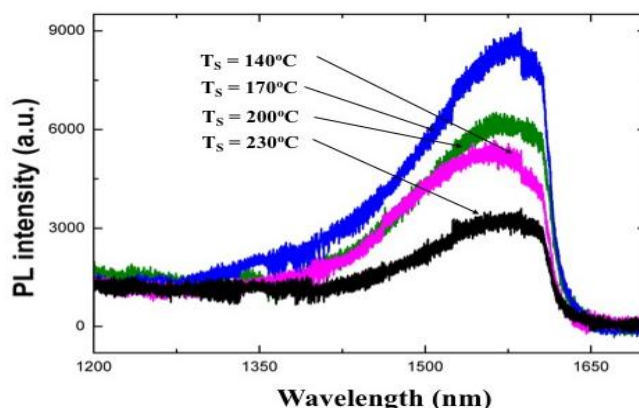


Hình 1. Sự thay đổi của phổ quan sát RHEED theo hướng [100] của màng Ge đồng pha tạp P và Sb ở nhiệt độ khác nhau của nguồn Sb: (a) ở 257° C, (b) tại 275° C, (c) tại 300° C và (d) ở 330° C

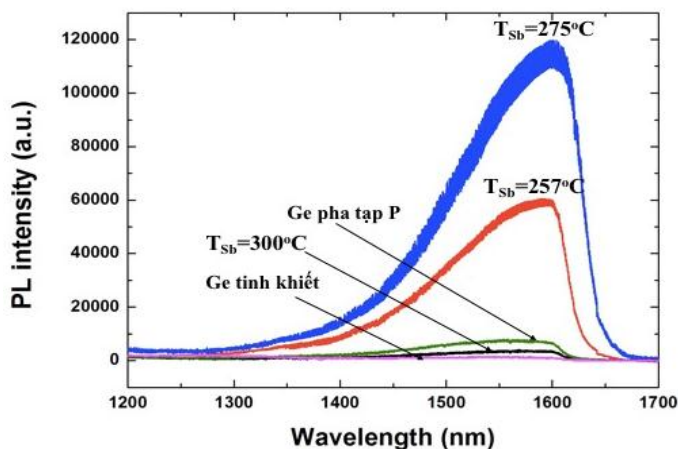
Sự phụ thuộc của phổ huỳnh quang theo nhiệt độ tăng trưởng (nhiệt độ đế) được biểu diễn trên hình 2. Nhiệt độ đế ảnh hưởng trực tiếp đến hệ số dính của các phân tử pha tạp lên trên bề mặt đế. Sự khuếch tán ngoài của P và Sb cũng phụ thuộc mạnh vào nhiệt độ tăng trưởng, đặc biệt là nguyên tố Sb [15,17]. Vì vậy, nhiệt độ tăng trưởng của mẫu được chọn khảo sát trong vùng 140-230°C và nhiệt độ của nguồn Sb được cố định ở 257°C. Kết quả từ hình 2 cho thấy, khi nhiệt độ giảm từ 230°C đến 160°C thì cường độ huỳnh quang tăng dần. Cường độ huỳnh quang đạt giá trị lớn nhất tại $T_S=160^\circ\text{C}$. Nguyên nhân là do nhiệt độ đế càng thấp thì hệ số dính của các nguyên tố pha tạp tăng lên, dẫn tới mật độ tổng cộng P và Sb trong màng Ge tăng. Tuy nhiên khi tiếp tục giảm nhiệt độ đế xuống 140°C thì cường độ huỳnh quang suy giảm mạnh. Vì khi nhiệt độ đế thấp (<170°C) thì qua quan sát RHEED cho thấy kiểu tăng trưởng của màng Ge trên đế Si chuyển sang tăng trưởng dạng đảo 3D với mật độ sai hỏng lớn trong mạng tinh thể dẫn đến sự suy giảm mạnh khả năng phát quang của Ge.

Để nghiên cứu sự ảnh hưởng của nồng độ Sb đến cường độ huỳnh quang, ta cố định nhiệt độ đế ở 170°C và thay đổi nhiệt độ nguồn Sb. Hình 3 biểu diễn phổ huỳnh quang PL (Photo Luminescence) ở nhiệt độ phòng của các lớp Ge đồng pha tạp với P và Sb khi nhiệt độ nguồn Sb tăng dần từ 257°C đến 275°C và cuối cùng 300°C. Để so sánh, chúng tôi cũng đưa thêm phổ huỳnh quang PL của một lớp Ge không pha tạp và màng Ge chỉ pha tạp P. Tất cả các màng có độ dày 600 nm và ủ nhiệt được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp ủ nhiệt nhanh ở 650°C trong thời gian 60 giây để kích hoạt nguyên tử pha tạp vào các vị trí thay thế của mạng tinh thể Ge. Có thể thấy, cường độ huỳnh quang PL tăng lên khi tăng nhiệt độ nguồn Sb từ 257°C đến 275°C. Khi tiếp tục tăng nhiệt độ nguồn Sb lên 300°C thì cường độ huỳnh quang giảm, điều này khá phù hợp với kết quả từ phép đo RHEED vì lúc này màng Ge tăng trưởng theo dạng đảo và chất lượng tinh thể bị suy giảm. Cường độ PL cao nhất thu được đối với nhiệt độ nguồn Sb ở 275°C. Quan sát thấy so với cường độ PL của mẫu Ge không pha tạp thì lúc này cường độ tăng lên đến 150 lần. Từ đó ta có thể đi đến kết

luận rằng với nhiệt độ nguồn Sb ở 275°C sẽ cho phổ huỳnh quang tốt nhất. Cần lưu ý rằng từ phổ huỳnh quang PL hiển thị trong hình 3, vị trí đỉnh phổ của Ge không được xác định, đỉnh phổ bị cắt ở khoảng 1600 nm vì nó vượt quá giới hạn của đầu thu InGaAs.



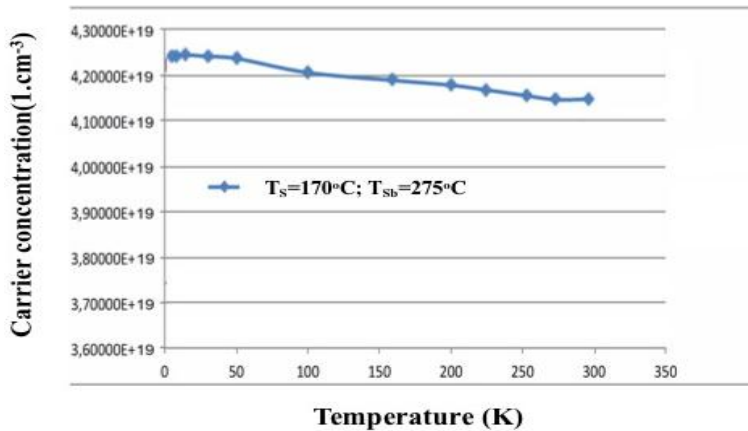
Hình 2. Sự phụ thuộc của phổ huỳnh quang của màng Ge pha tạp điện tử từ nguồn rắn GaP và Sb vào nhiệt độ tăng trưởng khi tăng nhiệt độ để từ 140°C đến 230°C
 Các phép đo được thực hiện ở nhiệt độ phòng



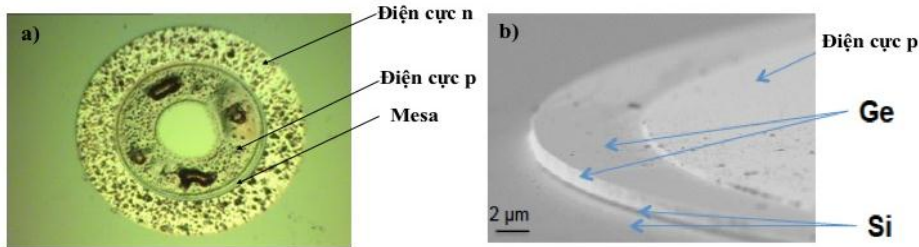
Hình 3. Sự phụ thuộc của cường độ huỳnh quang PL ở nhiệt độ phòng của màng Ge đồng pha tạp P và Sb theo nhiệt độ nguồn Sb tại 257, 275 và 300°C
 Tất cả các màng có độ dày 600 nm

Cường độ huỳnh quang của lớp Ge phụ thuộc vào chất lượng tinh thể và mật độ điện tử đã kích hoạt. Mật độ điện tử đã kích hoạt được định nghĩa là mật độ các nguyên tố pha tạp đã thay thế vị trí của Ge trong mạng nền. Mật độ điện tử đã kích hoạt tăng lên đáng kể nếu mẫu được xử lý nhiệt sau tăng trưởng vì khi xử lý nhiệt các nguyên tố pha tạp được cung cấp một động năng để chuyển từ vị trí xen kẽ vào vị trí thay thế trong mạng nền. Sau tăng trưởng, tất cả các mẫu được xử lý nhiệt nhanh ở 650°C trong thời gian 60 giây, khi đó ứng suất tạo ra trong lớp Ge là $\epsilon_{//}=0.20\%$. Để xác định mật độ điện tử đã kích hoạt trong màng Ge chúng tôi sử dụng phép đo hiệu ứng Hall. Hình 4 biểu diễn sự thay đổi của mật

độ hạt tải trong màng Ge theo nhiệt độ đo. Có thể thấy rằng, mật độ hạt tải (điện tử) thay đổi nhẹ theo nhiệt độ, khi nhiệt độ đo tăng từ 5K đến 300K (nhiệt độ phòng) thì mật độ hạt tải giảm nhẹ đến từ $4,2 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ xuống $4,1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$. Đối với màng Ge chỉ pha tạp mình P thì mật độ điện tử đã kích hoạt đạt cỡ $2 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ [18].



Hình 4. Sự thay đổi của nồng độ hạt tải của màng Ge đồng pha tạp P và Sb vào nhiệt độ đo



Hình 5. Cấu tạo chi tiết của diode phát quang quan sát qua kính hiển vi quang học (5a) và kính hiển vi điện tử quét SEM (5b)

Trên cơ sở khả năng phát quang mạnh của màng Ge đồng pha tạp P và Sb, chúng tôi tiến hành chế tạo một diode phát quang dựa trên chuyển tiếp p-n, trong đó lớp bán dẫn n được tăng trưởng từ màng Ge pha tạp mạnh điện tử từ P và Sb còn lớp p là bán dẫn Si (để Si) pha tạp B. Các điện cực được tạo ra ở lớp p và lớp n, điện cực ở lớp p được làm từ Ti/Al và điện cực ở lớp n được làm từ Ni/Au. Hình 5a là ảnh chụp bằng kính quang học của diode có cấu trúc mesa dạng hình tròn. Điện cực p có dạng hình vành khuyên bé còn điện cực n có dạng hình vành khuyên lớn. Vùng phát quang của diode (mesa) là hình vành khuyên xen kẽ giữa điện cực p và điện cực n. Cấu trúc chi tiết của diode được quan sát rõ hơn bằng kính hiển vi điện tử quét SEM (Scanning Electron Microscopy) ở hình 5b. Từ hình vẽ ta thấy lớp n được tạo thành từ màng Ge có độ đồng đều, mịn và độ dày cỡ 1,2 μm. Các phép đo điện (không trình bày ở đây) cho thấy, đồ thị I-V tuân theo đường đặc trưng Von- ampe của diode và phổ điện phát quang có một đỉnh phổ ứng với bước sóng 1630nm ứng với phát xạ của chuyển mức trực tiếp trong màng Ge.

4. KẾT LUẬN

Màng Ge pha tạp điện tử mật độ cao sử dụng kỹ thuật đồng pha tạp từ nguồn rắn GaP và Sb đã được chế tạo thành công. Lớp Ge được tăng trưởng epitaxy trên đế Si có chất lượng tinh thể tốt. Các phép đo huỳnh quang cho thấy, cường độ huỳnh quang của màng Ge đạt giá trị lớn nhất ứng với nhiệt độ tăng trưởng là 170°C và nhiệt độ các nguồn rắn GaP, Sb tương ứng là 725°C và 275°C. Mật độ điện tử tổng cộng đã kích hoạt được pha tạp trong màng Ge đạt tới $4,1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$. Trên cơ sở vật liệu bán dẫn Ge pha tạp điện tử và có hiệu suất phát quang lớn, một diode phát quang đã được chế tạo thành công với các tính chất điện-quang đặc trưng.

LỜI CẢM ƠN

Xin chân thành cảm ơn nhóm nghiên cứu “Heterostructure”, viện CiNam của Trường Đại học Aix- Marseille, Cộng hoà Pháp vì sự giúp đỡ trong quá trình thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] *International Technology Roadmap for Semiconductors (2008)*, <http://www.itrs.net/home.html>.
- [2] M. Haurylau, G. Chen, H. Chen, J. Zhang, N. A. Nelson, D. H. Albonese, E. G. Friedman, P. M. Fauchet (2006), *On-Chip Optical Interconnect Roadmap: Challenges and Critical Directions*, IEEE J. Sel. Topic Quantum Electron. 12, 1699.
- [3] www.intel.com
- [4] Luong Thi Kim Phuong (2014), *Croissance épitaxiale de germanium contraint en tension et fortement dopé de type n pour des applications en optoélectronique intégrée sur silicium*, Doctoral Thesis, Aix-Marseille, France.
- [5] N. Koshida, H. Koyama (1992), *Visible electroluminescence from porous silicon*, Appl. Phys. Lett. 60, 347.
- [6] B. Zheng, J. Michel, F.Y.G. Ren, L.C. Kimerling, D.C. Jacobson, J.M. Poate (1994), *Room-temperature sharp line electroluminescence at $\lambda=1.54 \mu\text{m}$ from an erbiumdoped silicon light-emitting diode*, Appl. Phys. Lett. 64, 2842.
- [7] L. Pavesi, L. Dal Negro, C. Mazzoleni, G. Franzo, F. Priolo (2000), *Optical gain in silicon nanocrystals*, Nature 408, 440.
- [8] C.S. Peng, Q. Huang, W.Q. Cheng, J.M. Zhou, Y.H. Zhang, T.T. Sheng, C.H. Tung (1998), *Optical properties of Ge self-organized quantum dots in Si*, Phys. Rev. B 57, 8805.
- [9] M. El Kurdi, S. David, P. Boucaud, C. Kammerer, X. Li, V. Le Thanh, S. Sauvage, J.-M. Lourtioz (2004), *Strong 1.3-1.5 μm luminescence from Ge/Si self-assembled islands in highly-confining microcavities on silicon-on-insulator*, J. Appl. Phys. 96, 997.
- [10] X. Sun, J.F. Liu, L.C. Kimerling, and J. Michel (2009), *Direct gap photoluminescence of n-type tensile strained Ge-on-Si*, Appl. Phys. Lett. 95, 011911.

- [11] M. El Kurdi, T. Kociniewski, T.-P. Ngo, J. Boulmer, D. Débarre, P. Boucaud, J. F. Damlencourt, O. Kermarrec, D. Bensahel (2009), *Enhanced photoluminescence of heavily n-doped germanium*, Appl. Phys. Lett. 94, 191107.
- [12] X. Sun, J.F. Liu, L.C. Kimerling, J. Michel (2010), *Toward a germanium laser for integrated silicon photonics*, IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron. 16, 124.
- [13] Thi Kim Phuong Luong et al (2015), *Making germanium, an indirect band gap semiconductor, suitable for light-emitting devices*, Advances in Natural Science: Nano-science and Nanotechnology 6, 015013.
- [14] Lippert G, Osten H J, Kr ger D, Gaworzewski P, Eberl K (1995), *Heavy Phosphorus Doping in Molecular Beam Epitaxial Grown Silicon with a GaP Decomposition Source*, Appl. Phys. Lett. 66, 3197.
- [15] M. Oehme, J. Werner, E. Kasper (2008), *Molecular beam epitaxy of highly antimony doped germanium on silicon*, Journal of Crystal Growth 310 4531.
- [16] Lương Thị Kim Phượng (2018), *Phương pháp xử lý bề mặt ở nhiệt độ thấp ứng dụng trong kỹ thuật tăng trưởng epitaxy chùm phân tử*, Tạp chí khoa học và công nghệ Đại học Thái Nguyên, 185, 09.
- [17] K. Nakagawa, N. Sugii, S. Yamaguchi, M. Miyao (1999), *Ge concentration dependence of Sb surface segregation during SiGe MBE*, J. CrystalGrowth 201/202 560.
- [18] Luong Thi Kim Phuong (2018), *A New Approach For Heavy N-doping Process In Ge Epilayers Using Specific Solid Source*, Optic and Photonic Journal, 8 No.2.

THE EFFECT OF Sb ELEMENT ON OPTICAL PROPERTIES OF Ge/Si THIN FILM CO-DOPED WITH P AND Sb

Luong Thi Kim Phuong

ABSTRACT

The Energy band structure of Ge could be modified if we apply a tensile strain and n-doping in the Ge layers. As a result, the photoluminescence ability of Ge is enhanced. In this paper, we propose a new approach to increase the total dopant concentration in the Ge matrix by using co-doping technique from two solid sources of GaP and Sb. The Ge film was grown by Molecular Beam Epitaxy technique. The surface quality was investigated using Reflection of High Energy Electron Diffraction. The effect of the second dopant (Sb) on structure and optical properties was studied. The Sb source temperature varied in the range of 257-330°C and growth temperature increased from 140°C to 230°C. The photoluminescence efficiency of the Ge layers was evaluated by the photoluminescence spectrum. Hall measurement was used to estimate the activated electron concentration in the Ge film. Based on highly n-doped Ge material, a light emitting diode was investigated, fabricated and analyzed in terms of optical-electrical properties.

Keywords: Ge, co-doping, GaP and Sb, electron concentration, photoluminescence.

Ngày nộp bài: 23/10/2018; Ngày gửi phản biện: 19/11/2018; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019.

NGHIÊN CỨU MÔ PHỎNG CẤU TRÚC NANO XÓP TỪ CỤM PHÂN TỬ $Zn_{12}O_{12}$

Nguyễn Thị Thảo¹

TÓM TẮT

Ở đây, chúng tôi sử dụng lý thuyết phiếm hàm mật độ kết hợp gần đúng liên kết chặt (DFTB) để dự đoán một số pha cấu trúc nano xốp từ cụm phân tử $Zn_{12}O_{12}$ bằng phương pháp tiếp cận từ dưới lên. Chúng tôi cũng chỉ ra rằng tất cả các cấu trúc đó có thể được phân loại tương tự như các vật liệu vô cơ khung mở zeolit aluminosilicate. Nghiên cứu của chúng tôi cũng cho thấy chúng đều là bán dẫn có độ rộng vùng cấm lớn.

Từ khóa: Lý thuyết phiếm hàm mật độ, cấu trúc nano xốp, chất bán dẫn.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kẽm oxit (ZnO) là vật liệu bán dẫn có nhiều đặc tính quan trọng và thú vị hơn so với các vật liệu khác, do đó đã thu hút được sự quan tâm của rất nhiều nhà khoa học. ZnO có tính chất phát quang tuyệt vời và khả năng thay đổi độ rộng vùng cấm năng lượng, tính tương thích sinh học của nó tìm thấy ứng dụng trong cảm biến hóa sinh, tính trong suốt cao và khả năng có tính sắt từ ở nhiệt độ phòng sẽ tìm thấy ứng dụng trong quang điện tử và điện tử học spin [1, 2].

Kể từ khi phát hiện ra những đặc tính tuyệt vời và các ứng dụng của zeolit aluminosilicate trong các lĩnh vực: trao đổi ion, sự phân tách và xúc tác thì lĩnh vực vật liệu vô cơ khung mở đã trở thành một trong những hướng nghiên cứu mạnh. Số liệu được đưa bởi Hiệp hội Zeolite quốc tế (IZA) cho thấy số lượng các cấu trúc khung nano xốp độc đáo đã tăng lên liên tục, từ 27 cấu trúc trong năm 1970, lên 38 cấu trúc vào năm 1978, lên 64 cấu trúc vào năm 1988 và đến 174 loại trong năm 2007 [3]. Một trong những mục tiêu chính của hướng nghiên cứu vật liệu khung mở là tìm các vật liệu sở hữu các kênh, các tính năng khác để làm cho chúng trở thành vi xốp hoặc nano xốp. Những vật liệu xốp này đóng một vai trò quan trọng trong nhiều ứng dụng liên quan đến năng lượng và phát triển bền vững, chẳng hạn: xúc tác, tách khí, lọc nước và pin nhiên liệu. Do đó tổng hợp được một cấu trúc cụ thể là rất quan trọng và trong hầu hết các trường hợp vẫn còn là thách thức. Cách tiếp cận được sử dụng nhiều nhất là phương pháp tiếp cận từ trên xuống liên quan đến việc tháo gỡ một cấu trúc zeolite nguồn để đạt đến cấu trúc mục tiêu [4, 5]. Gần đây, trên phương diện lý thuyết, Bromley et al [6] đã chỉ ra rằng: bằng cách dùng những lồng nano bé nhất như thành tố cơ bản có thể xây dựng lên cấu trúc khối của các pha mới, và đã chứng minh được rằng không có rào cản cho việc các lồng nano này hợp nhất để tạo thành các pha nano xốp mật độ thấp như là SOD, LTA, và FAU. Tiếp đó, một số pha mật độ thấp được lắp ghép từ cụm phân tử Zn_kO_k ($k = 12, 16$) được thông báo bởi Song et al và Z.Liu [7, 8].

¹ Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Hồng Đức

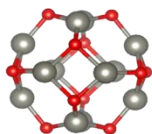
Trong bài báo này, chúng tôi tính toán mô phỏng dựa trên lý thuyết phiếm hàm mật độ cho các cấu trúc nano xếp bắt đầu từ cụm phân tử $Zn_{12}O_{12}$. Ở đây, chúng tôi cũng thảo luận về độ bền vững và cấu trúc điện tử của các pha nano xếp đó.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp thiết kế cấu trúc

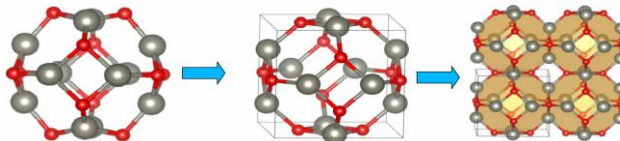
Phần này sẽ mô tả chi tiết cách thức chúng tôi sử dụng phương pháp tiếp cận từ dưới lên để dự đoán về mặt lý thuyết các cấu trúc tinh thể nano xếp rỗng. Đến nay khả năng hình thành các vật liệu khung mở nano xếp mật độ thấp khác nhau dựa trên tính bền vững cao của các cụm nguyên tử Zn_kO_k (với $k = 12, 16$) đã được nghiên cứu một cách hệ thống [4,5,7,9,15]. Nói chung, các cụm thành tố cơ bản ưu tiên để xây dựng thành khối thường được lựa chọn là các cấu trúc có tính đối xứng cao. Thông qua các cách kết dính hoặc liên kết khác nhau của các cụm thành tố cơ bản này, nhiều loại đa hình mật độ thấp của vật liệu ZnO xếp khác nhau đã được đề xuất.

Các cấu trúc nano xếp chúng tôi đề cập ở đây được khởi đầu từ cụm phân tử $Zn_{12}O_{12}$ ở hình 1 - là cụm phân tử của hợp chất liên kết cặp (Zn-O) dạng tứ diện của các cấu trúc WZ ZnO - là pha bền vững ở nhiệt độ phòng, bao gồm các nguyên tử có phối vị 3 (khác so với 4 cho trường hợp tinh thể). Cụ thể, cụm phân tử $Zn_{12}O_{12}$ này bao gồm 8 mạch vòng sáu nguyên tử (gọi tắt là 6-MR) và sáu mạch vòng bốn nguyên tử (gọi tắt là 4-MR).



Hình 1. Cấu trúc đã được hồi phục của cụm phân tử $Zn_{12}O_{12}$. Những quả tròn nhỏ (màu đỏ) là nguyên tử O, quả lớn (màu xám) là nguyên tử Zn

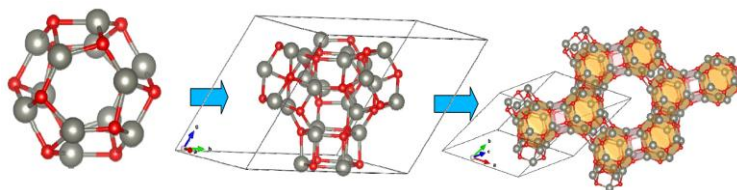
Pha đa hình SOD [1,15], được bắt đầu từ cụm cơ bản $Zn_{12}O_{12}$ thông qua 14 liên kết chặt qua tất cả các mạch vòng (6-MR) và (4-MR) của nó. Ngoài cùng của hình 2 là cụm $Zn_{12}O_{12}$ đứng riêng đã hồi phục, phần giữa là cụm $Zn_{12}O_{12}$ khi được liên kết với nhau từ tất cả các hướng với các cụm $Zn_{12}O_{12}$ lân cận tạo thành một pha đa hình tinh thể $Zn_{12}O_{12}$ tuần hoàn vô hạn theo cả ba chiều với ô đơn vị được biểu thị bằng hình hộp vuông màu đen nét mảnh và hình tiếp theo ở ngoài cùng bên phải cho thấy cách kết dính của các cụm $Zn_{12}O_{12}$ này lại với nhau tạo thành pha đa hình SOD. Khi tạo thành pha tinh thể, khác biệt lớn nhất so với khi đứng độc lập là số phối vị của nó sẽ là 4 cho tất cả các nguyên tử.



Hình 2. Từ trái qua phải cấu trúc cụm $Zn_{12}O_{12}$ đã hồi phục, cấu trúc tinh thể $Zn_{12}O_{12}$ đã hồi phục, cấu trúc pha đa hình SOD

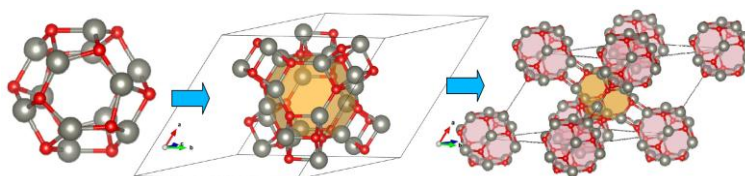
Đối với pha đa hình FAU [5,15] (hình 3), cũng được tạo ra bởi liên kết các cụm $Zn_{12}O_{12}$ nhưng khác nhau ở cách thức liên kết, cụ thể gồm 4 liên kết kép của mạch (6-MR). Như vậy có thể thấy ngay được là so với pha đa hình SOD thì các liên kết giữa các cụm

$Zn_{12}O_{12}$ ở trong FAU là ít hơn, kém chặt chẽ hơn (vì thông qua các cầu liên kết chứ không phải là liên kết chặt) và điều này có thể thấy rõ hơn trong đồ thị năng lượng liên kết riêng ở phần tính toán chi tiết (hình 7).



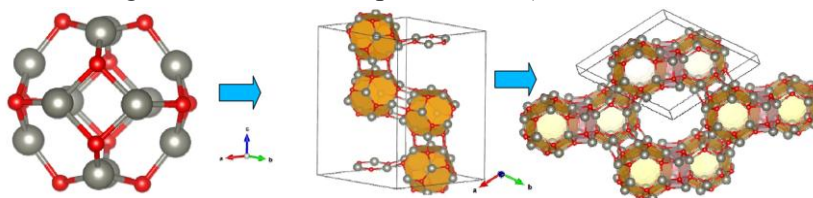
Hình 3. Từ trái qua phải cấu trúc cụm $Zn_{12}O_{12}$ đã hồi phục, cấu trúc tinh thể $Zn_{12}O_{12}$ đã hồi phục, cấu trúc pha đa hình FAU

Với pha đa hình tiếp theo là pha LTA [5,9] (hình 4) vẫn được tạo ra bởi liên kết các cụm $Zn_{12}O_{12}$ nhưng gồm 6 liên kết kép của mạch (4-MR).



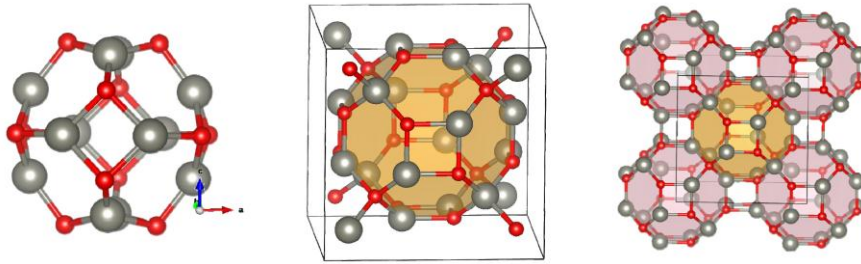
Hình 4. Từ trái qua phải cấu trúc cụm $Zn_{12}O_{12}$ đã hồi phục, cấu trúc tinh thể $Zn_{12}O_{12}$ đã hồi phục, cấu trúc pha đa hình LTA

Trong trường hợp pha đa hình tinh thể EMT [8] (hình 5) vẫn tiếp tục được tạo ra từ các cụm $Zn_{12}O_{12}$ nhưng với bốn liên kết kép của mạch (6-MR).



Hình 5. Từ trái qua phải cấu trúc cụm $Zn_{12}O_{12}$ đã hồi phục, cấu trúc tinh thể $Zn_{12}O_{12}$ đã hồi phục, cấu trúc pha đa hình EMT

Tiếp tục mở rộng tìm kiếm dựa trên phương pháp tạo pha đa hình từ dưới lên này, chúng tôi đã tìm thấy 1 pha đa hình mới và được phân loại dựa vào tính đối xứng của chúng theo phân loại của IZA - được gọi là AST (hình 6). Điều đặc biệt ở đây là pha đa hình AST được tạo ra từ cụm phân tử $Zn_{12}O_{12}$, đi kèm với 6 liên kết kép của mạch (4-MR) và 8 liên kết chặt của mạch (6-MR), tức là khác biệt so với pha đa hình SOD trước đó đã tìm ra bởi Carrasco và Yoang [1,15] với tất cả 14 liên kết đều là liên kết chặt (6 của mạch (4-MR) và 8 của mạch (6-MR)) mặc dù cùng xuất phát từ cấu trúc $Zn_{12}O_{12}$. Do vậy mà số nguyên tử trong ô đơn vị lớn hơn (40 so với 12), nhóm đối xứng tinh thể cũng khác nhau (IT 223 cho cấu trúc SOD và IT216 cho cấu trúc AST), ngoài ra kích thước ô đơn vị (hằng số mạng), độ rộng vùng cấm, diện tích riêng của hốc, thể tích hốc xốp cũng khác nhau (xem bảng 1).



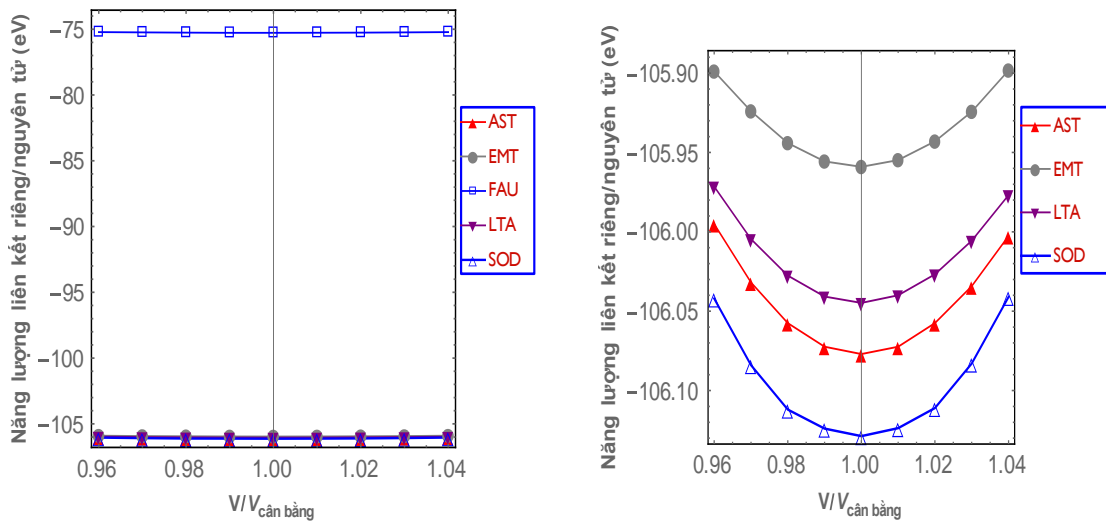
Hình 6. Từ trái qua phải cấu trúc cụm $Zn_{12}O_{12}$ đã hồi phục, cấu trúc tinh thể $Zn_{12}O_{12}$ đã hồi phục, cấu trúc pha đa hình AST

2.2. Kết quả và thảo luận

Kết quả tính toán của chúng tôi dựa trên phương pháp phiếm hàm mật độ kết hợp gần đúng liên kết chặt (DFTB+) [2,11,16] có phân cực spin và tự tương thích điện tích. Phương pháp này dựa trên việc khai triển đến gần đúng bậc hai phiếm hàm năng lượng tổng của hệ điện tử Kohn-Sham phụ thuộc vào spin của hệ điện tử tham chiếu cho trước nhất định và mật độ từ hóa.

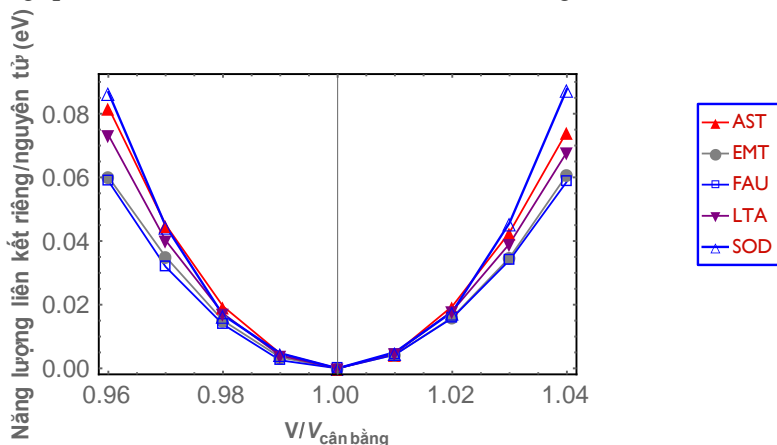
2.2.1. Năng lượng liên kết riêng và độ bền vững của cấu trúc

Để đánh giá sự bền vững giữa các cấu trúc trên, chúng tôi tính năng lượng liên kết riêng (năng lượng liên kết của toàn cấu trúc chia cho đầu mỗi nguyên tử) theo thể tích tỷ đối. Các kết quả được trình bày trong hình 7 và hình 8, trong đó các đường liền nét được nội suy ra từ phương trình trạng thái Birch- Murnaghan bậc ba [3,6]. Như chúng tôi đã dự kiến, các cấu trúc xóp được đề xuất đều đứng vững trong hệ cấu trúc tuần hoàn mà không bị sụp đổ về mặt cấu trúc, điều này dẫn đến sự tồn tại của các pha nano xóp mật độ thấp của chúng.



Hình 7. Sự phụ thuộc của năng lượng liên kết riêng tuyệt đối với thể tích tỷ đối

Theo hình 7, có thể thấy cấu trúc bền vững nhất là cấu trúc SOD, tiếp sau đó là AST, LTA, EMT rồi cuối cùng là FAU. Điều này hoàn toàn có thể giải thích phù hợp vì trong tất cả các cấu trúc này, SOD là cấu trúc có các liên kết giữa các cụm $Zn_{12}O_{12}$ nhiều nhất và chặt nhất (thông qua 14 liên kết chặt ở tất cả các mạch vòng).



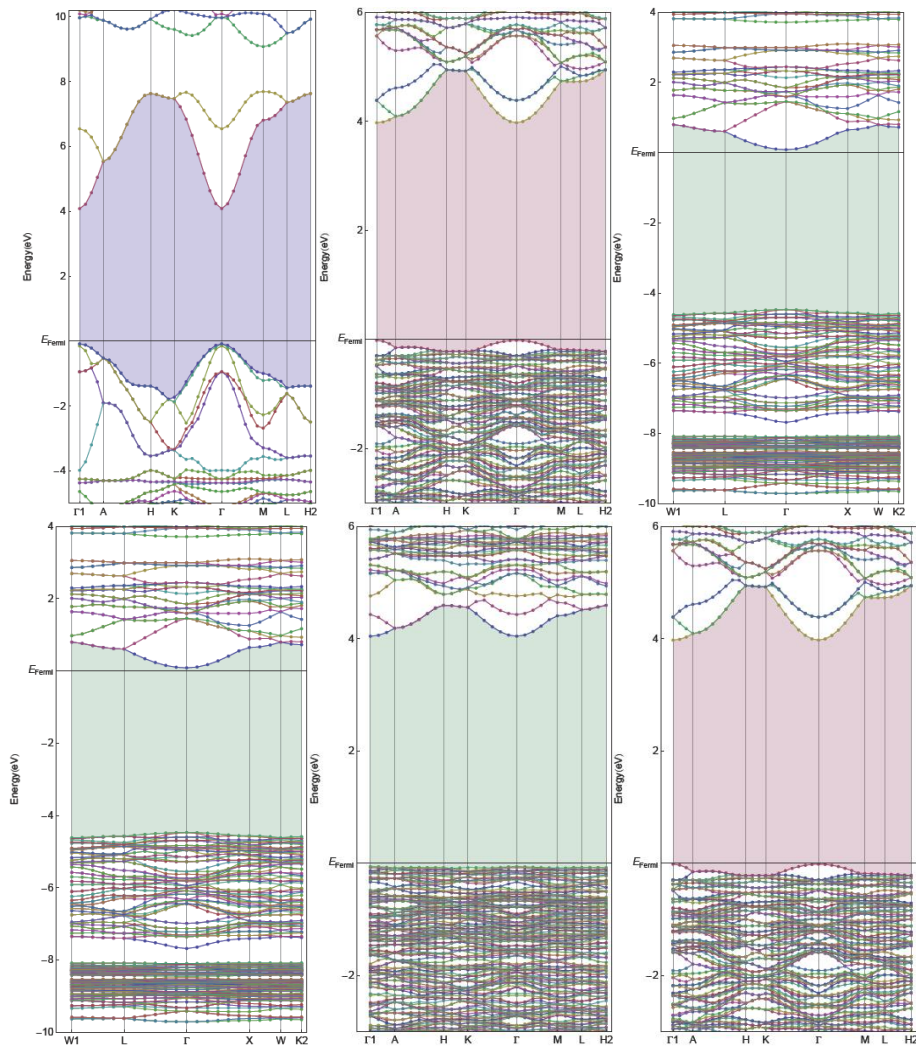
Hình 8. Sự phụ thuộc của năng lượng liên kết riêng trong đối với thể tích tỷ đối

Về dáng điệu đường cong ở hình 8- Khác với hình 7 sử dụng năng lượng liên kết tuyệt đối riêng, ở đây chúng tôi quy về năng lượng liên kết tương đối riêng - là năng lượng liên kết của mỗi cấu trúc tính so với góc là năng lượng ở trạng thái cân bằng - hay cực tiểu năng lượng - của mỗi cấu trúc. Bằng cách này chúng tôi có thể so sánh được phần năng lượng riêng cần cung cấp để làm biến dạng cấu trúc - qua đó đánh giá khả năng làm biến dạng cấu trúc - khó hay dễ. Hình 8 cho thấy sự khác biệt không đối xứng giữa hai nhánh parabol của đường cong. Đối với cấu trúc AST và LTA ta thấy nhánh bên trái (phần $V/V_{\text{cân bằng}} < 1$) cao hơn nhánh bên phải, một cách định tính điều này có nghĩa là việc kéo giãn sẽ dễ dàng (về mặt năng lượng) hơn so với việc tạo các ứng suất nén. Còn ở cấu trúc SOD, EMT, FAU việc nén giãn là gần như tương đương nhau.

2.2.2. Cấu trúc vùng năng lượng của điện tử

Liên quan đến hiệu ứng của tính đa hình lên cấu trúc vùng năng lượng điện tử, tức là cấu trúc vùng năng lượng và độ rộng vùng cấm. Các tính toán của chúng tôi cho thấy rằng độ rộng vùng cấm của các pha đa hình ở đây dao động từ 4,054eV với AST đến 4,572eV cho LTA.

Với cách tham số hóa của gần đúng liên kết chặt được sử dụng trong tính toán của chúng tôi, các tính toán DFTB+ thu được độ rộng vùng cấm của ZnO pha wurtzite là 4,16eV, của ZnO zinblend là 3,73eV. Như vậy các pha đa hình tinh thể này vẫn gần về đặc tính điện tử với pha wurtzite hơn là với pha zinblend. Từ kết quả này, chúng tôi cũng có thể kết luận một cách chính xác là tất cả các pha đa hình này vẫn là các bán dẫn có vùng cấm thẳng rộng.



Hình 9. Từ trái qua phải, từ trên xuống dưới là cấu trúc vùng của wurtzite ZnO, SOD, FAU, LTA, EMT, AST

2.2.3. Các thông số cấu trúc

Bảng 1. Bảng tổng hợp thông số đặc trưng của tất cả các pha nano xếp ZnO

Cấu trúc	WZ	ZB	SOD	FAU	LTA	EMT	AST
Mật độ khối lượng (gcm ⁻³)	5,68	5,4	4,306	3,081	3,563	3,078	4,089
Thể tích riêng V/at (Å ³ /at)	11,9	12,6	15,69	21,93	18,967	21,953	16,53
Mật độ hạt (10 ²³ cm ⁻³)	8,8	4,84	12,64	48,46	48,53	96,46	40,60
Số phối vị trung bình	4	4	4	4	4	4	4
Cấu trúc tinh thể	Hex	Cub	Cub	Cub	FCC	Trigonal	Cub

Nhóm đối xứng tinh thể	P63M186	F43216	PM3N223	FD-3203	FM3C226	P31C163	F43M216
Số nguyên tử trong ô đơn vị	4	8	12	48	48	96	40
Hằng số mạng ($a-c$) (Å)	3,25-5,205	4,63	5,732	16,15	10,89	11,43-18,64	8,711
Độ dài liên kết trung bình (Å)	1,977	2,015	2,027	2,043	2,032	2,043	2,031
Góc liên kết trung bình							
Zn-O-Zn	109,5	109,5	110	109,2	107,3	108,7	108,0
O-Zn-O	109,5	109,5	110	108,7	107,6	109,1	107,9
Độ rộng vùng cấm (eV)	4.16	3.73	4.218	4.108	4.572	4,109	4,054
Diện tích bề mặt tiếp cận (Å ²)	0	0	80,63	1464	377,6	3159	273
Thể tích rỗng (Å ³)	0	0	248,3	2096	1201	736,7	188

Kết quả tính toán ở bảng 1, chúng tôi tiến hành các đánh giá chi tiết về đặc tính của các vách xấp thông qua các đại lượng như thể tích lỗ rỗng cũng như diện tích bề mặt riêng. Đánh giá về mức độ xấp của các pha đa hình này, cho phép đưa ra các đặc trưng cho từng cấu trúc rỗng xấp đó. Cụ thể, thể tích riêng của mỗi nguyên tử trong các pha nano xấp cao hơn các pha WZ và ZB, tương ứng hơn từ 31,8% đến 84,5% so với WZ. Nghĩa là, các pha nano xấp này sẽ có khả năng nén cao hơn đi kèm với nó là module khối của các pha nano xấp mới này cũng giảm đi. Do đó, các pha nano xấp mới này nếu được tổng hợp, sẽ là một trong những ứng cử viên hứa hẹn nhất để thay thế các vật liệu đất liền, dễ bị giòn hay gãy vỡ cơ học hoặc các vật liệu dùng cho việc lọc các phân tử. Các thông số cấu trúc thiết yếu khác, chẳng hạn như các hằng số mạng tinh thể, mật độ hạt, mật độ khối lượng, cấu trúc mạng tinh thể đi kèm với nhóm đối xứng không gian, cho thấy rằng tất cả các pha này đều là các pha tinh thể có tính đối xứng cao, nghĩa là đi kèm với sự ổn định rất cao của các pha cấu trúc tinh thể này.

Trong các pha đa hình, sau khi đã được lắp ghép từ cụm phân tử $Zn_{12}O_{12}$ đứng độc lập để phát triển thành các cấu trúc tinh thể tuần hoàn 3 chiều vô hạn, số phối vị cho tất cả các pha đều là 4, tức là mỗi nguyên tử Zn(O) có 4 nguyên tử O(Zn) gần nhất để hình thành một liên kết dạng lai hóa sp^3 bị biến đổi trong hầu hết tất cả pha. Tức là, các pha đa hình này vẫn giữ lại được tính chất quan trọng của vật liệu ZnO như: bán dẫn vùng cấm rộng, áp điện và trong suốt quang học với ánh sáng nhìn thấy.

3. KẾT LUẬN

Sự bền vững của các cấu trúc được chúng tôi nghiên cứu ở trên đây là bằng chứng rõ ràng cho thấy một cách hợp lý có thể tin rằng các pha đa hình tinh thể nano xấp được tạo ra bằng cách lắp ghép các cụm nguyên tử sẽ trở thành mục tiêu hấp dẫn cho việc tổng hợp

các pha đa hình nano xếp. Cùng xuất phát từ cụm phân tử $Zn_{12}O_{12}$, nhưng theo các cách liên kết khác nhau sẽ cho các pha đa hình nano xếp với độ rộng vùng cấm, diện tích bề mặt, thể tích hốc rỗng... khác nhau - đây là yếu tố quan trọng trong việc định hướng thực nghiệm cũng như ứng dụng thực tế của các cấu trúc nano xếp.

Xa hơn nữa nhờ tính tương đồng về mặt cấu trúc, từ những pha đa hình ZnO này, chúng ta có thể liên tưởng đến những vật liệu bán dẫn khác cùng trong nhóm bán dẫn hợp chất nhị phân II-VI khác, chẳng hạn như ZnS, CdSe, CdTe là những chất mà các đa hình tinh thể khác nhau cũng có thể được tìm thấy và cũng có giá trị ứng dụng cao.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo này là kết quả nghiên cứu từ đề tài cấp cơ sở mã số ĐT-2018-04 của Trường Đại học Hồng Đức.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] J. Carrasco, F. Illas, S. T. Bromley (2007), *Ultralow-Density Nanocage-Based Metal-Oxide Polymorphs*. Phys. Rev. Lett. 99, 235502.
- [2] M. Elstner, D. Porezag, G. Jungnickel, J. Elsner, M. Haugk, Th. Frauenheim, S. Suha, G. Seifert (1998), *Self-consistent-charge density-functional tight-binding method for simulations of complex materials properties*. Phys. Rev. B 58(11), 7260.
- [3] **Albert Francis Birch** (1947), *Finite Elastic Strain of Cubic Crystals*. Physical Review. 71(11), 809-824.
- [4] Ilker Demiroglu, Sergio Tosoni, Francesc Illasa and T.Stefan Bromley (2014) *Bandgap engineering through nanoporosity*. Nanoscale 6(2), 1181-1187.
- [5] Z. Liu, X. Wang, J. Cai, G. Liu, P. Zhou, K. Wang, and H. Zhu (2013), *From the ZnO Hollow Cage Clusters to ZnO Nanoporous Phases: A First-Principles Bottom-Up Prediction*, J. Phys. Chem. C 117(34), 17633-17643.
- [6] F.D. Murnaghan(1944) *The Compressibility of Media under Extreme Pressures*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 30(9), 244-247.
- [7] Peng Guo, Jiho Shin, A. G. Greenaway, J. G. Min, J. Su, H. J. Choi, L. Liu, P. A. Cox, S. B. Hong, P. A. Wright, X. Zou (2015), *A Zeolite Family with Expanding Structural Complexity and Embedded Isoreticular Structures*, Nature 524 (7563), 74-78.
- [8] W. J. Roth, P. Nachtigall, R. E. Morris, P. S. Wheatley, V. R. Seymour, S. E. Ashbrook, P. Chlubná, L. Grajciar, M. Polozij, A. Zúkal, O. Shvets & J. Cejka (2013) *A family of zeolites with controlled pore size prepared using a top-down method*. Nature Chemistry 5(7), 628-633.
- [9] A. A. Sokol, M. R. Farrow, J. Buckeridge, A. J. Logsdail, C. R. A. Catlow, D. O. Scanlon and S. M. Woodley (2014), *Double bubbles: a new structural motif for enhanced electron-hole separation in solids*, Phys. Chem. Chem. Phys. 16, 210-218.

- [10] L. Sponza, J. Goniakowski, and C. Noguera (2015), *Structural, electronic, and spectral properties of six ZnO bulk polymorphs*, Phys. Rev. B 91(7), 075126.
- [11] Nguyen Thi Thao (2018), *Molecular dynamics simulation study on ZnO nanoporous structure with hexagonal hollow*, Hong Duc University Journal of Science 39, 139-147.
- [12] Vu Ngoc Tuoc, Tran Doan Huan, Nguyen Thi Thao (2017), *Computational prediction of zinc oxide hollow structure*. Physic B: Physics of Condensed Matter 532, 15-19.
- [13] M. Willander (2014), *Zinc Oxide Nanostructures Advance and Applications*, Pan Stanford Publisher.
- [14] R. Xu, W. Pang, J. Yu, Q. Huo, J. Cheng (2007), *Chemistry of Zeolites and Related Porous Materials: Synthesis and Structure*. John Wiley & Sons (Asia), Singapore.
- [15] Y. Yong, B. Song and P. He(2011), *Growth Pattern and Electronic Properties of Cluster-Assembled Material Based on Zn₁₂O₁₂: A Density-Functional Study*, J. Phys. Chem. C 115(14), 6455–6461.
- [16] Simulation code dftb+ at <http://www.dftb-plus.info/>

SIMULATION STUDY OF NANOPOROUS STRUCTURE FROM THE CLUSTER OF Zn₁₂O₁₂

Nguyen Thi Thao

ABSTRACT

In this study, we used a density functional theory based on tight binding (DFTB) to predict several new phases of nanoporous structures from the cluster of Zn₁₂O₁₂ by a bottom-up approach. We also showed that all structures can be classified similarly to the aluminosilicate zeolite open-frame inorganic materials. Moreover, our research also revealed that they are all semiconductors with a large band gap.

Keywords: *Density Functional Theory (DFT), nanoporous structure, semiconductor.*

Ngày nộp bài: 23/10/2018; Ngày gửi phản biện: 19/11/2018; Ngày duyệt đăng: 6/8/2019.

HONG DUC UNIVERSITY

JOURNAL OF SCIENCE

No 45(8- 2019)

CONTENT

1	<i>Le Hoang Anh</i>	Secure communication in wireless sensor network	5
2	<i>Le Ngoc Anh</i>	Methods of determining some heavy metals' contents and coastal sediments' particle measurements	15
3	<i>Nguyen Van Can</i>	Stability of movements	22
4	<i>Le Dinh Chac Hoang Thi Ha Trinh Thi Hong</i>	Isolating and sequencing of <i>rpoB</i> gene from <i>Strychnos nitida</i> in Thanh Hoa	31
5	<i>Le Sy Chinh Pham Do Tuong Linh Doan Thanh Canh</i>	Evaluation of the efficiency of pig breeding wastewater treatment by biological aerated filter in Dinh Long commune, Yen Dinh district, Thanh Hoa province	40
6	<i>Nguyen The Cuong Vu Hai Nam Nguyen Thu Huong</i>	Building an automatic monitoring system for working area of VNPT-Thanh Hoa using sensor networks	49
7	<i>Le Xuan Dung</i>	Hilbert coefficients of associated graded modules and fiber cone of graded filtered modules	57
8	<i>Nguyen Thi Hoa Trinh Thi Huan Nguyen Thi Huong Vu Thi Ha Mai</i>	Synthesis and structure of some azo colors from anethole in anise essential oil	64
9	<i>Le Thi Hong Trinh Thi Anh Loan Nguyen Thu Huong</i>	Building website and informatics forum for Thanh Hoa youngsters	72

10	<i>Nguyen Manh Hung</i> <i>Nguyen Xuan Thuan</i>	Variational inequalities for a family of S-monotone mappings in Banach spaces	81
11	<i>Dinh Thi To Huong</i> <i>Le Dinh Chac</i> <i>Trinh Thi Hong</i>	Isolating and sequencing of <i>rpoB</i> gene from <i>Morinda officinalis</i> in Thanh Hoa	87
12	<i>Nguyen Thi Loan</i> <i>Nguyen Thi Lam Hoai</i>	Calculating the spin currents in semiconductor heterostructure	95
13	<i>Nguyen Van Luong</i> <i>Tran Thi Huong</i> <i>Hoang Le Minh</i>	A common fixed point theorem of presic type and applications	103
14	<i>Nguyen Thi Mui</i> <i>Le Thi Thuong</i>	Evaluation of water resources of Ma river basin under climate change scenarios in the future	113
15	<i>Pham Tri Nguyen</i>	Mean convergence and weak law of large numbers for double array of random sets and fuzzy random sets in Banach space	117
16	<i>Ha Thi Phuong</i> <i>Tran Thi Hai Yen</i>	Screening of <i>Actinomyces</i> species isolated from mangrove soil in Quang Xuong district (Thanh Hoa province) for antifungal activity against fusarium oxysporum	127
17	<i>Luong Thi Kim Phuong</i>	The effect of Sb element on optical properties of Ge/Si thin film co-doped with P and Sb	138
18	<i>Nguyen Thi Thao</i>	Simulation study of nanoporous structure from the cluster of $Zn_{12}O_{12}$	146