



ISSN 1859-4794

TẠP CHÍ

KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ Việt Nam

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

B

Tập 57 - Số 11 - Tháng 11 năm 2015

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

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

TỔNG BIÊN TẬP

Đặng Ngọc Bảo

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP

Nguyễn Thị Hải Hằng
Nguyễn Thị Hương Giang

TRƯỞNG BAN BIÊN TẬP

Phạm Thị Minh Nguyệt

TRƯỞNG BAN TRỊ SỰ

Lương Ngọc Quang Hưng

TRÌNH BÀY

Đinh Thị Luận

EDITORIAL COUNCIL

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

EDITOR-IN-CHIEF

Dang Ngoc Bao

DEPUTY EDITORS

Nguyen Thi Hai Hang
Nguyen Thi Huong Giang

HEAD OF EDITORIAL BOARD

Pham Thi Minh Nguyet

HEAD OF ADMINISTRATION

Luong Ngoc Quang Hung

ART DIRECTOR

Dinh Thi Luan

TÒA SOẠN

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

EDITORIAL OFFICE

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

GIẤY PHÉP XUẤT BẢN

Số 1153/GP-BTTTT ngày 26/7/2011
Số 2528/GP-BTTTT ngày 26/12/2012

Giá: 18000^d

PUBLICATION LICENCE

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

Nghiên cứu ảnh hưởng của nguồn gốc đá, cấp phối cốt liệu và loại nhựa đến khả năng kháng hằn lún vết bánh xe của bê tông nhựa

Bùi Ngọc Hưng*, Vũ Đức Chính, Trần Ngọc Huy

Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông Vận tải

Ngày nhận bài 2.4.2015, ngày chuyển phản biện 6.4.2015, ngày nhận phản biện 5.5.2015, ngày chấp nhận đăng 8.5.2015

Ngày 26.3.2014, Bộ Giao thông Vận tải đã ban hành Quyết định số 858/QĐ-BGTVT (Quyết định 858) nhằm tăng cường tính bền vững cho kết cấu áo đường mềm cấp cao, đã phân nào hạn chế được hư hỏng hằn lún vết bánh xe (HLVBX) tại một số dự án xây dựng đường bộ hiện nay. Để có những đánh giá mang tính định lượng các yếu tố có thể dẫn đến sự xuất hiện HLVBX trong mặt đường bê tông nhựa (BTN), nghiên cứu đã tập trung phân tích, thực hiện các thí nghiệm trong phòng, đánh giá tính chất của đá gốc, thành phần cấp phối cốt liệu, loại nhựa đường. Từ kết quả nghiên cứu thực nghiệm và nghiên cứu tổng quan kết quả nghiên cứu HLVBX trên thế giới, nhóm nghiên cứu đề xuất sử dụng đường cong hình chữ S đối với bê tông nhựa chặt (BTNC) thô và kiến nghị giới hạn thành phần hạt của BTNC 12,5 và BTNC 19 nằm trong miền giao giữa đường cấp phối quy định theo TCVN 8819:2011 và Quyết định 858. Việc lựa chọn cốt liệu, cấp phối điển hình, thiết kế thực nghiệm và một số đề xuất là những nội dung chính được trình bày trong bài báo này.

Từ khóa: cấp phối cốt liệu, hằn lún vết bánh xe, loại nhựa, nguồn gốc đá, thiết kế thực nghiệm.

Chỉ số phân loại 2.1

IMPACT OF AGGREGATE SOURCE, GRADATION AND ASPHALT BINDER ON RUTTING RESISTANCE OF ASPHALT CONCRETE

Summary

The Decision No. 858/QĐ-BGTVT which was promulgated by Ministry of Transport in 2014 aims to improve the stability of flexible pavement structures, contributing to mitigate rut damages in recently constructed road projects. In order to assess quantitatively factors which may cause rut damages on asphalt concrete pavements, the research concentrates conducting analyses, tests in lab, evaluations of aggregate properties, gradation, and asphalt binder. Based on the experimental research results and literature review of foreign researches, the research provided a proposal of the application of the S gradation curve for Coarse-Graded of Dense-Graded HMA and the limitation of particle distribution for 12.5 and 19 Dense-Graded HMA in the intersection area of gradation curves prescribed respectively by Vietnam Standards TCVN 8819:2011 and Decision No. 858/QĐ-BGTVT. Selecting typical aggregates and gradations, design of experiments, and some proposals are presented in this paper.

Keywords: aggregate source, asphalt binder, design of experiments (DOE), gradation, rutting.

Classification number 2.1

Đặt vấn đề

Trước tình hình nhiều dự án xây dựng đường bộ tại Việt Nam bị hư hỏng HLVBX ngay sau khi đưa công trình vào khai thác, Bộ Giao thông Vận tải đã ban hành Quyết định 858 [1] nhằm giải quyết tính bền vững cho kết cấu áo đường mềm cấp cao, đặc biệt là kết cấu áo đường sử dụng tầng mặt BTN trên các đường cao tốc, đường trục ô tô cấp cao, các tuyến đường có xe nặng chạy với lưu lượng và tải trọng lớn trong thực tiễn xây dựng và khai thác đường hiện nay.

Nội dung của Quyết định 858 dựa trên hướng dẫn ở Điểm 2 Điều 2.2.6 của Tiêu chuẩn 22TCN-211-06 [2], chú ý đến yêu cầu tăng cường cường độ chống cắt trượt của BTN (tăng

*Tác giả chính: Tel: 0913555106; Email: bnhungitst@itst.gov.vn

khả năng chịu HLBX), các loại BTNC đều phải sử dụng loại BTNC nhiều đá dăm (có thành phần cỡ hạt $\geq 4,75$ mm chiếm $> 50\%$; hoặc BTNC có cấp phối thô, gọi tắt là BTNC thô). Trên cơ sở mục tiêu này, Quyết định 858 có một số điều chỉnh so với TCVN 8819:2011 [3] về thành phần cấp phối của BTN; thành phần hạt của cát thiên nhiên và cát nghiền; một số chỉ tiêu về độ dẻo, độ ổn định còn lại, độ rỗng dư... của BTN.

Ngay sau khi Quyết định 858 được ban hành, nhiều nhà thầu thi công đã áp dụng các chỉ tiêu trong hướng dẫn này để chế tạo BTN và bước đầu đã có những kết quả khả quan nhất định nhằm giảm thiểu HLBX. Tuy nhiên, để có những đánh giá cụ thể hơn về các yếu tố ảnh hưởng đến HLBX mặt đường BTN, cần thiết phải xem xét tới: đặc tính đá gốc, thành phần cấp phối cốt liệu, loại nhựa đường, mối tương quan giữa chỉ tiêu HLBX và độ bền mỏi của BTN...

Về vấn đề ảnh hưởng cốt liệu đến khả năng kháng HLBX, theo tinh thần xuyên suốt của Quyết định 858 đã nêu, nếu cốt liệu (cấp phối đá) trong BTN tạo ra một bộ khung xương đủ “khỏe” thì sẽ hạn chế nhiều hiện tượng hư hỏng HLBX, từ đó Quyết định 858 đã đưa ra khái niệm BTNC thô, trong đó sử dụng mắt sàng 4,75 mm đối với BTNC 19 và mắt sàng 2,36 mm đối với BTNC 12,5.

Về lý thuyết, để xây dựng bài toán quy hoạch thực nghiệm đánh giá ảnh hưởng của cốt liệu (loại cấp phối) đến khả năng kháng HLBX thì cần nhiều đường cấp phối trải kín từ vùng mịn đến vùng vừa và vùng thô để thí nghiệm hoặc tối thiểu sẽ có 9 đường cấp phối cho 3 vùng nêu trên. Tuy nhiên, do điều kiện kinh phí, thời gian có hạn, mục tiêu của đề cương chỉ tập trung nghiên cứu trong vùng cấp phối thô theo Quyết định 858 đã đưa ra nên nhóm nghiên cứu đề xuất 3 loại cấp phối thô đặc trưng (thô ít, thô vừa và rất thô) được thiết kế cùng thỏa mãn theo Quyết định 858 và TCVN 8819:2011. Trong đó, với BTNC 12,5 cấp phối thô ít, thô vừa và rất thô được thiết kế có hàm lượng lọt qua mắt sàng không chế 2,36 mm tương ứng lần lượt là 37, 34 và 28% (điều kiện không chế đối với BTNC thô $12,5 < 38\%$). Đối với BTNC 19 với đường cấp phối thô ít, thô vừa và rất thô được thiết kế có hàm lượng lọt qua mắt sàng không chế 4,75 mm tương ứng lần lượt là 44, 41 và 37% (điều kiện không chế đối với BTNC 19 $< 45\%$).

Nội dung nghiên cứu

Lựa chọn vật liệu thí nghiệm

Cốt liệu:

Nguyên tắc lựa chọn: do việc thí nghiệm trên tất cả các loại vật liệu như đá dăm, nhựa có trên thị trường trong nước là không khả thi nên trong nghiên cứu này, chúng tôi ưu tiên sử dụng các loại vật liệu mang tính đại diện hoặc được sử dụng nhiều trong thực tế sản xuất BTN trong nước.

Đá: ngoài thực tế, đá sử dụng cho công trình giao thông nói chung và cho BTN nói riêng, có khá nhiều nguồn cung cấp (mỏ đá). Theo kết quả nghiên cứu của Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông Vận tải [4], tại miền Bắc hầu hết là các mỏ đá vôi (chiếm gần 40% tổng số lượng mỏ trên cả nước) và một phần là mỏ đá bazan. Miền Trung cũng đa phần là các mỏ đá vôi, tuy nhiên có thêm một số mỏ đá granite ở Hà Tĩnh và Đà Nẵng. Miền Nam và Tây Nguyên chủ yếu là đá diorit, andezit và đá bazan. Như vậy, để thí nghiệm đại diện cho các loại đá thì khối lượng mẫu là rất lớn, điều này không khả thi với kinh phí và thời gian của nhóm nghiên cứu. Trong phạm vi nghiên cứu này, chúng tôi đề xuất chọn loại đá vôi và đá bazan là loại đá đang được sử dụng khá phổ biến ở miền Bắc và miền Trung cho sản xuất BTN, chi tiết như sau:

Đá dăm (cốt liệu lớn): lựa chọn 2 loại đá dăm điển hình sử dụng để sản xuất BTN khu vực phía Bắc: đá bazan (mỏ Sunway - Hòa Thạch - Quốc Oai - Hà Nội) sử dụng tại dự án cầu Nhật Tân (loại đá bazan); đá vôi (mỏ Kinh Môn - Thống Nhất - Hải Dương là loại đá vôi-silic có cường độ từ trung bình đến khá).

Cát nghiền (cốt liệu mịn): cấp phối dùng đá dăm gốc đá bazan: cát nghiền được lấy từ đá mặt của cùng mỏ Sunway; cấp phối dùng đá dăm gốc đá vôi: cát nghiền được lấy từ đá mặt của cùng mỏ Kinh Môn.

Bột khoáng: sản xuất từ đá vôi tại mỏ Quang Vân - Kiện Khê - Thanh Liêm - Hà Nam.

Nhựa đường:

Nhựa 60/70 (ADCo) là loại nhựa đường được sử dụng phổ biến ở các dự án xây dựng đường bộ tại Việt Nam.

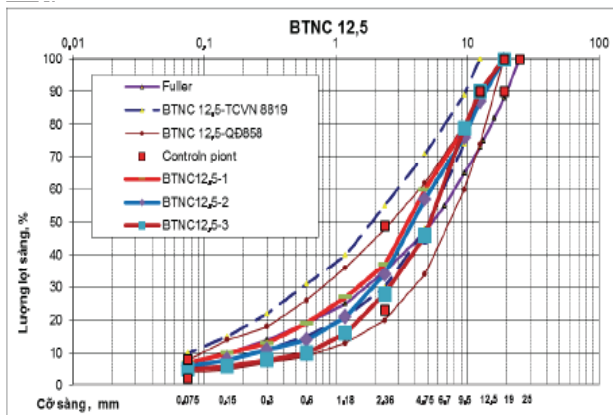
Nhựa 40/50 (ADCo) là loại nhựa có độ kim lún thấp, ít được sử dụng tại Việt Nam nhưng đã được sử dụng tại Trung Quốc và một số nước khác nhằm hạn

chế hư hỏng HLBVX.

Nhựa Polime PMBIII (Petrolimex) là loại nhựa có khả năng tạo cho BTN chịu tải và chịu nhiệt tốt. Loại nhựa này được nhiều nước trên thế giới sử dụng trong những tuyến đường có quy mô giao thông lớn và tải trọng nặng nhằm hạn chế hư hỏng HLBVX.

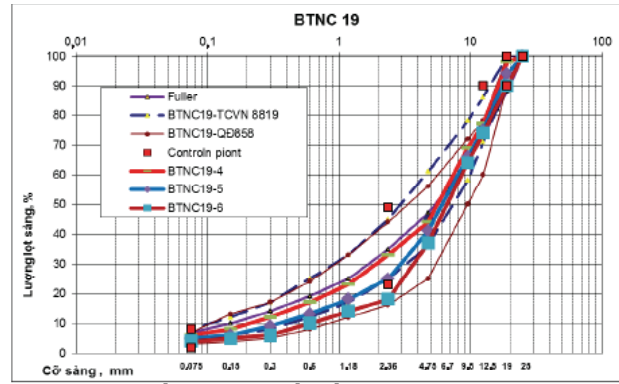
Lựa chọn cấp phối cốt liệu

Cấp phối BTNC 12,5: Lựa chọn 3 cấp phối có thành phần hạt dạng đường cong chữ S để tạo ra BTNC thô theo hướng dẫn trong bảng 2 của Quyết định 858: cấp phối 1 (cấp phối ít thô) vừa thỏa mãn đường cấp phối cốt liệu quy định theo TCVN 8819:2011, quy định theo Quyết định 858 (đi sát cận trên cấp phối cốt liệu quy định theo Quyết định 858); cấp phối 2 (cấp phối thô vừa) nằm khoảng giữa cấp phối cốt liệu quy định theo Quyết định 858; cấp phối 3 (cấp phối rất thô) nằm khoảng cận dưới cấp phối cốt liệu quy định theo Quyết định 858. Thành phần hạt của 3 loại cấp phối BTNC 12,5 được thể hiện ở hình 1.



Hình 1: thành phần hạt của 3 loại cấp phối thí nghiệm BTNC 12,5

Cấp phối BTNC 19: Lựa chọn 3 cấp phối có thành phần hạt dạng đường cong chữ S để tạo ra BTNC thô theo hướng dẫn trong bảng 2 của Quyết định 858: cấp phối 4 (cấp phối ít thô) vừa thỏa mãn đường cấp phối cốt liệu quy định theo TCVN 8819:2011, quy định theo Quyết định 858 (đi sát cận trên cấp phối cốt liệu quy định theo Quyết định 858); cấp phối 5 (cấp phối thô vừa) nằm khoảng giữa cấp phối cốt liệu quy định theo Quyết định 858; cấp phối 6 (cấp phối rất thô) nằm khoảng cận dưới cấp phối cốt liệu quy định theo Quyết định 858. Thành phần hạt của 3 loại cấp phối BTNC 19 được thể hiện ở hình 2.



Hình 2: thành phần hạt của 3 loại cấp phối thí nghiệm BTNC 19

Lựa chọn các thông số và thiết bị thí nghiệm

Thiết bị thí nghiệm: loại Hamburg Wheel Tracker do hãng Cooper Technology (Anh) sản xuất; thiết bị có thể thực hiện thí nghiệm HLBVX trong môi trường ngâm nước và không khí theo tiêu chuẩn AASHTO-T324, EN 12697-22 và Quyết định 1617.

Thông số thí nghiệm: thí nghiệm được tiến hành theo phương pháp A trong môi trường ngâm nước tại nhiệt độ thí nghiệm 50°C theo Quyết định số 1617/QĐ-BGTVT (Quyết định 1617) [5]. Mẫu thí nghiệm có dạng tấm hình chữ nhật được chế bị tại độ rỗng dư 7% bằng cách sử dụng thiết bị đầm lặn theo phụ lục C của Quyết định 1617, có kích thước quy định như sau: dài x rộng x dày = 320 x 260 x 50 mm. Tiêu chuẩn đánh giá độ sâu HLBVX theo Quyết định 1617 như bảng 1.

Bảng 1: quy định kỹ thuật về độ sâu HLBVX

Loại BTN	Độ sâu HLBVX (RD _w), mm
1. BTNC theo sử dụng nhựa thông thường (TCVN 8819:2011), sau 15.000 lần tác dụng tải	≤ 12,5
2. BTN polime (theo 22TCN 356:2006), sau 40.000 lần tác dụng tải	≤ 12,5

Xác lập quy hoạch thực nghiệm

Hàm mục tiêu: sử dụng một số phép kiểm chứng thống kê trên cơ sở số liệu thí nghiệm để chứng minh mối tương quan các yếu tố tác động đến chiều sâu HLBVX.

$$Y = F(X)$$

Trong đó: Y là biến phụ thuộc; X là biến độc lập.

Biến phụ thuộc: biến phụ thuộc Y là chiều sâu

HLVBX tại số lần tác dụng tải [15.000; 20.000; 40.000].

Biến độc lập: các biến độc lập bao gồm: X1: đặc tính đá gốc, X1 = [đá bazan; đá vôi]; X2: loại BTN, X2 = [BTNC19; BTNC12,5]; X3: cấp phối cốt liệu, X3 = [rất thô, thô vừa, thô ít]; X4: loại nhựa, X4 = [40/50; 60/70; PMBIII].

Bảng 2: quy hoạch số mẫu thí nghiệm đánh giá tương quan giữa chiều sâu HLBX với đặc tính đá gốc, loại BTN, cấp phối cốt liệu và loại nhựa đường

Loại nhựa đường	Đặc tính đá gốc												Tổng (tổ mẫu)
	Đá bazan						Đá vôi						
	BTNC 12,5			BTNC 19			BTNC 12,5			BTNC 19			
	Rất thô (1)	Thô vừa (2)	Thô ít (3)	Rất thô (4)	Thô vừa (5)	Thô ít (6)	Rất thô (1)	Thô vừa (2)	Thô ít (3)	Rất thô (4)	Thô vừa (5)	Thô ít (6)	
Nhựa 60/70 (a)	A _{1a}	A _{2a}	A _{3a}	A _{4a}	A _{5a}	A _{6a}	A _{7a}	A _{8a}	A _{9a}	A _{10a}	A _{11a}	A _{12a}	12
Nhựa 40/50 (b)	A _{1b}	A _{2b}	A _{3b}	A _{4b}	A _{5b}	A _{6b}	A _{7b}	A _{8b}	A _{9b}	A _{10b}	A _{11b}	A _{12b}	12
Nhựa PMBIII (c)	A _{1c}	A _{2c}	A _{3c}	A _{4c}	A _{5c}	A _{6c}	A _{7c}	A _{8c}	A _{9c}	A _{10c}	A _{11c}	A _{12c}	12
Chú thích: 1 tổ mẫu gồm 2 mẫu													

Phân tích phương sai (ANOVA) được sử dụng để kiểm chứng tương quan chiều sâu hần lún với các biến độc lập. Kết quả kiểm chứng cho thấy, chiều sâu HLBX tại số lần tác dụng tải khác nhau (15.000; 20.000; 40.000) có tương quan với các biến độc lập ở mức ý nghĩa thống kê 5%.

Thí nghiệm kiểm tra chất lượng vật liệu chế tạo BTN

Kiểm tra các chỉ tiêu của cốt liệu, bột khoáng đều đạt theo yêu cầu quy định của TCVN 8819:2011 và Quyết định 858. Kiểm tra các chỉ tiêu của 2 loại nhựa đường 60/70 và 40/50 đều có các chỉ tiêu đảm bảo theo quy định của tiêu chuẩn TCVN 7493:2005 [6]. Các chỉ tiêu của nhựa đường PMBIII đều đạt theo quy định của Tiêu chuẩn 22 TCN 319-04.

Bảng 3: chỉ tiêu cơ lý của đá dăm gốc đá bazan

Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Loại vật liệu	
		(Đá 5x10)	(Đá 0x5)
Cường độ đá gốc	MPa	130	-
Hàm lượng bụi bẩn	%	0,37	-
Độ mài mòn Los Angeles	%	11	-
Hàm lượng hạt thô dẹt	%	11	-
Độ dính bám	-	Cấp 5	

Bảng 4: chỉ tiêu cơ lý của đá dăm gốc đá vôi

Chỉ tiêu thí nghiệm	Đơn vị	Loại vật liệu	
		(Đá 5x10)	(Đá 0x5)
Cường độ đá gốc	MPa	94,8	-
Hàm lượng bụi bẩn	%	0,31	0,30
Độ mài mòn Los Angeles	%	25,54	-
Hàm lượng hạt thô dẹt	%	8,30	-
Độ dính bám	-	Cấp 4	

Thiết kế thành phần hỗn hợp BTN

Loại BTNC 12,5 và BTNC 19 được thiết kế phù hợp với giai đoạn thiết kế sơ bộ theo quy định của TCVN 8820:2011 [7]. Các loại BTN trong nội dung nghiên cứu được thiết kế và chế bị tại Phòng Thí nghiệm trọng điểm đường bộ I (VILAS 164) - Viện KH&CN GTVT.

Bảng 5: các chỉ tiêu thiết kế của hỗn hợp BTNC 12,5

TT	Các chỉ tiêu thiết kế hỗn hợp bê tông nhựa	Loại nhựa	Loại BTNC 12,5					
			Cấp phối ít thô (1)		Cấp phối thô vừa (2)		Cấp phối thô nhiều (3)	
			Đá bazan	Đá vôi	Đá bazan	Đá vôi	Đá bazan	Đá vôi
1	Hàm lượng nhựa thiết kế, %	60/70	5,0	4,6	4,9	4,5	4,75	4,3
		40/50	5,1	4,7	5,0	4,6	4,85	4,4
		PMBIII	5,2	4,8	5,1	4,7	4,95	4,5
2	Khối lượng thể tích, g/cm ³	60/70	2.520	2.420	2.525	2.424	2.527	2.430
		40/50	2.525	2.426	2.531	2.429	2.534	2.440
		PMBIII	2.565	2.444	2.570	2.450	2.573	2.453
3	Độ rỗng dư va, %	60/70	4,05	3,90	4,11	4,02	4,15	4,07
		40/50	4,10	3,99	4,15	4,06	4,10	4,13
		PMBIII	4,17	4,05	4,13	4,10	4,20	4,14
4	Độ ổn định Marshall ở 60°C, kN	60/70	12,03	10,14	12,35	10,64	12,68	10,84
		40/50	12,33	11,05	12,67	11,34	13,01	11,61
		PMBIII	15,60	12,45	15,80	12,89	15,94	12,77
5	Độ dẻo Marshall ở 60°C, 0,01 mm	60/70	2,67	2,90	2,80	2,70	2,50	2,72
		40/50	3,03	3,14	3,12	3,33	3,05	3,34
		PMBIII	3,73	3,85	3,41	3,78	3,49	3,61

Bảng 6: các chỉ tiêu thiết kế của hỗn hợp BTNC 19

TT	Các chỉ tiêu thiết kế hỗn hợp bê tông nhựa	Loại nhựa	Loại BTNC 19					
			Cấp phối ít thô (4)		Cấp phối thô vừa (5)		Cấp phối thô nhiều (6)	
			Đá bazan	Đá vôi	Đá bazan	Đá vôi	Đá bazan	Đá vôi
1	Hàm lượng nhựa thiết kế, %	60/70	4,65	4,25	4,5	4,15	4,45	4,1
		40/50	4,75	4,35	4,6	4,25	4,55	4,2
		PMBIII	4,85	4,45	4,7	4,35	4,65	4,3
2	Khối lượng thể tích, g/cm ³	60/70	2,523	2,424	2,529	2,433	2,535	2,436
		40/50	2,529	2,431	2,536	2,440	2,541	2,445
		PMBIII	2,570	2,449	2,575	2,457	2,577	2,459
3	Độ rỗng dư va, %	60/70	4,08	3,95	4,16	4,05	4,11	4,02
		40/50	4,11	3,92	4,10	4,01	4,16	4,18
		PMBIII	4,19	4,09	4,11	4,17	4,25	4,10
4	Độ ổn định Marshall ở 60°C, kN	60/70	12,34	10,32	12,15	10,77	12,81	10,41
		40/50	12,52	11,22	11,42	11,64	13,15	11,80
		PMBIII	15,76	12,61	15,61	12,69	15,44	12,97
5	Độ dẻo Marshall ở 60°C, 0,01 mm	60/70	2,61	2,97	2,66	2,75	2,44	2,78
		40/50	3,08	3,10	3,32	3,39	3,21	3,39
		PMBIII	3,66	3,89	3,41	3,85	3,55	3,42

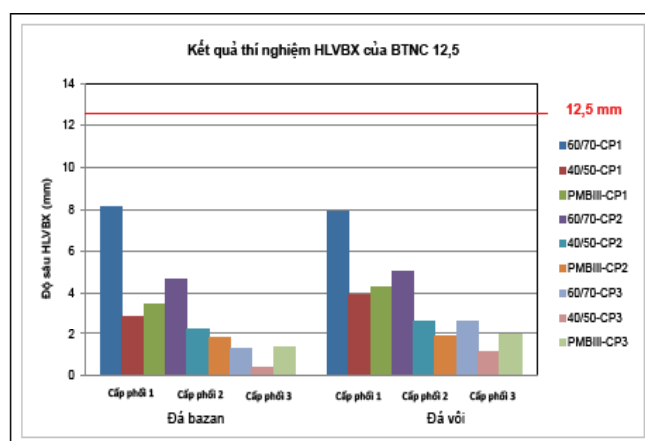
Thí nghiệm HLBX

Sau khi thiết kế từng loại BTN theo quy định TCVN 8820:2011, lựa chọn hàm lượng nhựa thiết kế để tiến hành đúc mẫu thí nghiệm HLBX. Các mẫu BTN HLBX được thí nghiệm theo hướng dẫn của Quyết định 1617.

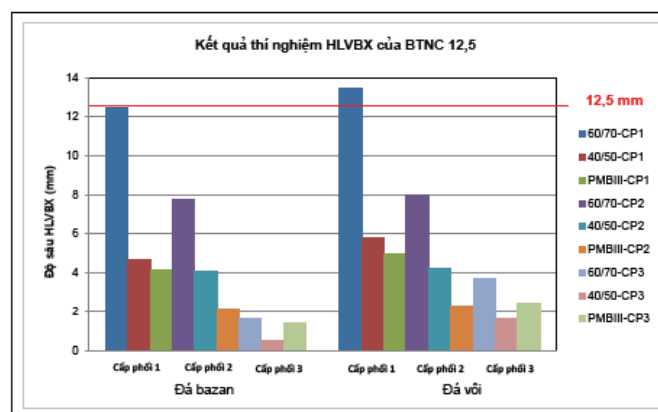
Kết quả

Đánh giá ảnh hưởng của nguồn gốc đá đến khả năng kháng HLBX

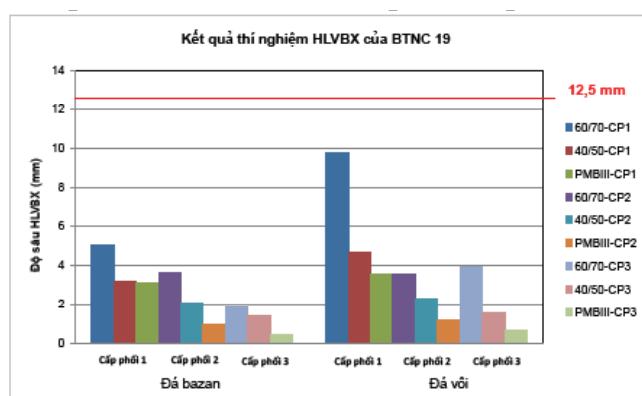
Kết quả thí nghiệm HLBX của BTNC 12,5 và BTNC 19 tương ứng với 3 loại nhựa 60/70, 40/50 và PMBIII cho 2 loại đá dăm gốc bazan và đá vôi được thể hiện trong các hình 3, 4, 5, 6.



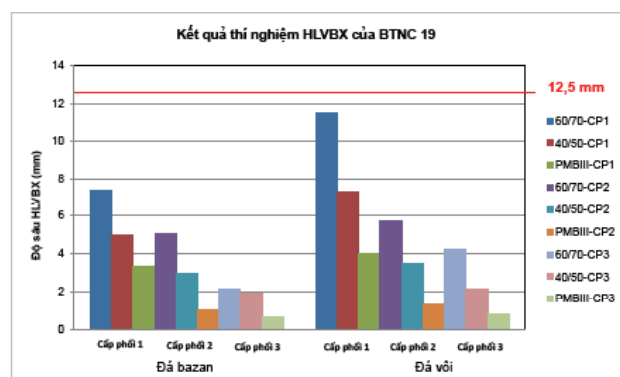
Hình 3: kết quả thí nghiệm HLBX của BTNC 12,5 với 3 loại nhựa 60/70, 40/50 và PMBIII cho 2 loại đá dăm gốc bazan và đá vôi - ứng với 15.000 lần tác dụng tải khi sử dụng nhựa 60/70, 40/50 và 40.000 lần tác dụng tải khi sử dụng nhựa PMBIII



Hình 4: kết quả thí nghiệm HLBX của BTNC 12,5 với 3 loại nhựa 60/70, 40/50 và PMBIII cho 2 loại đá dăm gốc bazan và đá vôi - ứng với 20.000 lần tác dụng tải khi sử dụng nhựa 60/70, 40/50 và 40.000 lần tác dụng tải khi sử dụng nhựa PMBIII



Hình 5: kết quả thí nghiệm HLBX của BTNC 19 với 3 loại nhựa 60/70, 40/50 và PMBIII cho 2 loại đá dăm gốc bazan và đá vôi - ứng với 15.000 lần tác dụng tải khi sử dụng nhựa 60/70, 40/50 và 40.000 lần tác dụng tải khi sử dụng nhựa PMBIII



Hình 6: kết quả thí nghiệm HLBX của BTNC 19 với 3 loại nhựa 60/70, 40/50 và PMBIII cho 2 loại đá dăm gốc bazan và đá vôi - ứng với 20.000 lần tác dụng tải khi sử dụng nhựa 60/70, 40/50 và 40.000 lần tác dụng tải khi sử dụng nhựa PMBIII

Nhận xét:

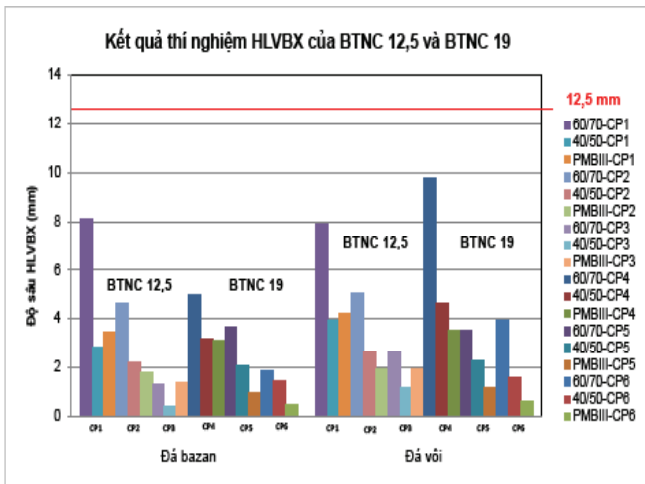
- Với cốt liệu đá dăm nguồn gốc đá bazan và đá vôi (có chất lượng đá dăm ở mức độ từ khá đến trung bình), sử dụng cát nghiền, cấp phối thô dạng đường cong chữ S, sử dụng nhựa đường 60/70, nhựa đường 40/50, nhựa đường PMBIII thỏa mãn và vượt chỉ

tiêu HLBX (12,5 mm), thậm chí khi tác dụng tải tới 20.000 lần.

- Khả năng kháng HLBX của BTNC 12,5 sử dụng đá dăm gốc bazan và gốc đá vôi cơ bản là như nhau. Khả năng kháng HLBX đối với BTNC 19 sử dụng đá dăm gốc đá vôi kém hơn so với đá gốc bazan (kém hơn khoảng từ 15-50%).

Đánh giá ảnh hưởng của loại cấp phối cốt liệu đến khả năng kháng HLBX của BTN

Kết quả thí nghiệm HLBX của BTNC 12,5 và BTNC 19 tương ứng với 3 loại nhựa 60/70, 40/50 và PMBIII cho 2 loại đá dăm gốc bazan và đá vôi được thể hiện trong hình 7.



Hình 7: so sánh kết quả thí nghiệm HLBX của BTNC 12,5 và BTNC 19 với 3 loại nhựa 60/70, 40/50 và PMBIII cho loại đá dăm gốc bazan và đá vôi

Nhận xét:

- Giá trị độ sâu HLBX của các mẫu thí nghiệm BTNC 12,5 và BTNC 19 (đá dăm gốc bazan và đá vôi) có cấp phối quy định theo TCVN 8819:2011 và Quyết định 858 đều đạt yêu cầu ($\leq 12,5$ mm) về tiêu chuẩn độ sâu HLBX theo Quyết định 1617.

- 3 loại cấp phối ít thô (1, 4), thô vừa (2, 5) và rất thô (3, 6) của BTNC 12,5 và BTNC 19 tương ứng có giá trị độ sâu HLBX sai khác nhau không nhiều. Qua đây có thể đánh giá BTNC 12,5 và BTNC 19 có khả năng kháng HLBX cơ bản là như nhau.

- Độ sâu HLBX của các mẫu BTN đối với cấp phối ít thô là cao nhất, giảm dần với cấp phối thô vừa và thấp nhất là cấp phối rất thô cho cả BTNC 12,5 và BTNC 19.

Đánh giá ảnh hưởng của loại nhựa đường đến khả năng kháng HLBX của BTN

- Trên cơ sở kết quả tại hình 7 nhận thấy, giá trị độ sâu HLBX của các mẫu BTNC 12,5 và BTNC 19 sử dụng nhựa 60/70 có giá trị cao hơn nhựa 40/50 khoảng 1,5 đến 2 lần khi thí nghiệm với 15.000 lần tác dụng tải. Giá trị độ sâu HLBX của các mẫu BTN sử dụng nhựa PMBIII sau 40.000 lần tác dụng tải có giá trị khoảng dưới 6 mm (dưới 1/2 lần giá trị giới hạn theo quy định $\leq 12,5$ mm).

- Sử dụng nhựa 40/50 và PMBIII có thể cải thiện đáng kể khả năng kháng HLBX của BTN.

Kết luận và đề xuất

Kết luận

Với cốt liệu đá dăm nguồn gốc đá bazan (khu vực Quốc Oai - Hà Nội) và đá vôi (khu vực Kinh Môn - Hải Dương), sử dụng cát nghiền, cấp phối thô dạng đường cong chữ S, sử dụng nhựa đường 60/70, nhựa đường 40/50, nhựa đường PMBIII thỏa mãn và vượt chỉ tiêu HLBX (12,5 mm), thậm chí khi tác dụng tải tới 20.000 lần.

Khả năng kháng HLBX của BTNC 12,5 sử dụng đá dăm gốc bazan và gốc đá vôi cơ bản là như nhau. Khả năng kháng HLBX đối với BTNC 19 sử dụng đá dăm gốc đá vôi kém hơn so với đá gốc bazan (kém hơn khoảng từ 15-50%).

Các loại BTNC 12,5, BTNC 19 có cấp phối mức độ thô khác nhau (thô ít, thô vừa, rất thô) với nhựa đường 40/50, 60/70, PMBIII đều thỏa mãn chỉ tiêu HLBX theo quy định ($< 12,5$ mm, 15.000 lượt tác dụng tải ứng với BTNC sử dụng nhựa 40/50 và 60/70; $< 12,5$ mm, 40.000 lượt tác dụng tải ứng với BTNC sử dụng nhựa PMB III).

Khả năng kháng HLBX của BTNC 12,5, BTNC 19 sử dụng nhựa đường 60/70, 40/50; PMBIII tăng theo mức độ thô của cấp phối cốt liệu. Khả năng chống HLBX cao nhất với cấp phối rất thô, thấp nhất với cấp phối ít thô.

Khả năng kháng HLBX của BTNC 12,5, BTN 19 sử dụng nhựa đường 40/50 cao hơn so với BTNC 12,5, BTN 19 sử dụng nhựa đường 60/70.

Đề xuất

Qua phân tích có thể thấy, giá trị độ sâu HLBX của các mẫu thí nghiệm BTNC 12,5 và BTNC 19 có

cấp phối quy định theo TCVN 8819:2011 và Quyết định 858 đều đạt yêu cầu ($\leq 12,5$ mm) về tiêu chuẩn độ sâu HLVBX theo Quyết định số 1617. Như vậy, BTNC 12,5 và BTNC 19 thiết kế theo quy định của TCVN 8819:2011 vẫn có thể là lựa chọn hợp lý đối với tuyến đường có quy mô giao thông lớn với mục đích giảm thiểu HLVBX. Tuy nhiên, để giảm thiểu HLVBX cần quy định giới hạn thành phần hạt của BTNC 12,5 và BTNC 19 như sau: đường cong cấp phối thiết kế dạng chữ S để tạo ra được BTNC thô; giới hạn thành phần hạt của BTNC 12,5 và BTNC 19 nằm trong miền giao giữa đường cấp phối quy định theo TCVN 8819:2011 và Quyết định 858 như trong bảng 7.

Bảng 7: quy định giới hạn thành phần hạt của BTNC 12,5 và BTNC 19 theo TCVN 8819:2011 nhằm giảm thiểu HLVBX

Cỡ sàng (mm)	BTNC 12,5	BTNC 19
	Lượng lọt qua sàng (% khối lượng)	
25		100
19	100	90-100
12,5	90-93	71-78
9,5	74-80	58-72
4,75	48-62	36-56
2,36	30-48	25-44
1,18	21-36	17-33
0,6	15-26	12-24
0,3	11-18	8-17
0,15	8-14	6-12
0,075	6-8	5-7

Tài liệu tham khảo

- [1] Bộ GTVT (2014), *Quyết định số 858/QĐ-BGTVT ngày 26.3.2014 “Hướng dẫn áp dụng hệ thống tiêu chuẩn kỹ thuật hiện hành nhằm tăng cường quản lý chất lượng thiết kế và thi công mặt đường bê tông nhựa nóng đối với tuyến đường ô tô có quy mô giao thông lớn”*.
- [2] Bộ GTVT (2006), *Tiêu chuẩn ngành 22TCN 211-06, Áo đường mềm - các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế*.
- [3] Bộ KH&CN (2011), *TCVN 8819:2011, Mặt đường bê tông nhựa nóng - yêu cầu thi công và nghiệm thu*.
- [4] Viện KH&CN GTVT (2010), *Báo cáo kết quả đề tài “Nghiên cứu công nghệ gia công đá thích hợp để tạo ra sản phẩm đá tiêu chuẩn làm lớp tạo nhám cho mặt đường nhựa cao cấp”*.
- [5] Bộ GTVT (2014), *Quyết định số 1617/QĐ-BGTVT ngày 29.4.2014 “Quy định kỹ thuật về phương pháp thử độ sâu vết hằn bánh xe của bê tông nhựa xác định bằng thiết bị Wheel tracking”*.
- [6] Bộ KH&CN (2005), *TCVN 7493:2005, Bitum - yêu cầu kỹ thuật*.
- [7] Bộ KH&CN (2011), *TCVN 8820:2011, Hỗn hợp bê tông nhựa nóng - thiết kế theo phương pháp Marshall*.

Nghiên cứu diễn biến lan truyền thấm trong đất của kỹ thuật tưới nhỏ giọt cho cây nho lấy lá trên vùng khan hiếm nước

Trần Thái Hùng*, Võ Khắc Trí, Lê Sâm

Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Ngày nhận bài 25.5.2015, ngày chuyển phản biện 28.5.2015, ngày nhận phản biện 22.6.2015, ngày chấp nhận đăng 29.6.2015

Kỹ thuật tưới nhỏ giọt là giải pháp giúp tiết kiệm nước hiệu quả cho cây trồng vùng khan hiếm nước. Nước được cung cấp trực tiếp, liên tục và đều đặn trên mặt đất thông qua các vòi tưới nhỏ giọt và thấm xuống tầng đất canh tác để đảm bảo cho cây trồng sinh trưởng và phát triển tốt. Trong quá trình thực nghiệm nghiên cứu động thái ẩm của đất trong kỹ thuật tưới nhỏ giọt để xác định chế độ tưới hợp lý cho cây nho lấy lá trên vùng khan hiếm nước, các tác giả đã thiết lập thí nghiệm và quan trắc diễn biến lan truyền thấm trong đất. Từ kết quả đo đạc và tính toán đã đề xuất tương quan giữa các đại lượng: độ sâu thấm (z), bán kính trung bình của vùng đất ướt theo phương ngang (r), lượng nước (w), thời gian tưới (t), tốc độ lan truyền thấm đứng (v_z) và tốc độ lan truyền thấm ngang (v_r) của kỹ thuật tưới nhỏ giọt. Biểu đồ biểu thị quan hệ tương quan giữa các đại lượng có hệ số tương quan khá cao (R^2 từ 0,906 đến 0,9899), phù hợp cho nghiên cứu động thái ẩm của đất để xác định chế độ tưới hợp lý cho cây nho lấy lá nói riêng và cây trồng cạn (có bộ rễ nông) nói chung trên vùng khan hiếm nước khu vực Nam Trung Bộ.

Từ khóa: chu kỳ tưới, diễn biến thấm, tốc độ lan truyền thấm, tưới nhỏ giọt.

Chỉ số phân loại 2.1

Đặt vấn đề

Kết quả phân tích các thí nghiệm về sự lan truyền nước trong đất của H Darcy (1885), Green và Anpt (1911), Kostiakov (1932), Phillippe (1957)... cho thấy quá trình nước thấm vào đất có thể chia thành 2 giai đoạn: giai đoạn thấm chưa ổn định (thấm hút) và giai đoạn thấm ổn định. Sự lan truyền nước trong đất phụ thuộc vào loại đất, cấu tạo đất và kỹ thuật tưới. Đối với các loại đất canh tác khác nhau, khả năng thấm và trữ ẩm trong đất cũng khác nhau, do đó thời gian tưới sẽ thay đổi tùy theo từng loại đất [1-3].

Phương pháp tưới và kỹ thuật tưới có ảnh hưởng lớn đến quá trình thấm của nước vào trong đất. Khi đất được tưới theo phương pháp cổ truyền, nước sẽ thấm dần trải đều từ mặt đất xuống phía dưới. Như vậy, tại những vị trí nằm giữa các gốc cây, lượng nước này sẽ bị lãng phí, đôi khi tạo điều kiện cho cỏ dại mọc và phát triển mạnh, gây tác dụng xấu đối với cây trồng. Trong kỹ thuật tưới nhỏ giọt, nước được cấp rất hợp lý từ một điểm trên mặt đất thông qua các thiết bị tưới, sau đó lan tỏa ra xung quanh và thấm xuống dưới, với lượng nước cung cấp vừa đủ để làm ẩm khoảng hoạt động của bộ rễ, đất sẽ đạt độ ẩm tối ưu, không bị thừa, gây bão hòa và lãng phí nước. Đối với mỗi loại cây trồng, bộ rễ tiềm năng có những đặc điểm

khác nhau về dung tích không gian. Sự phát triển của bộ rễ tiềm năng là rất quan trọng, khi đất được cung cấp đầy đủ nước và chất dinh dưỡng một cách hợp lý, rễ cây sẽ hấp thụ nước, chất dinh dưỡng và không khí để giúp cây trồng sinh trưởng và phát triển tốt, mang lại năng suất và chất lượng sản phẩm cao [4].

Trước đây, các nghiên cứu thường chủ yếu tập trung vào phương diện chế độ tưới cho cây trồng theo từng phương pháp tưới, chưa quan tâm nhiều đến động thái ẩm của đất theo không gian tiềm năng của bộ rễ cây. Có một số tác giả đã nghiên cứu diễn biến thấm đối với phương pháp tưới cổ truyền (tưới tràn, tưới rãnh, tưới rải...), nhưng rất ít mô phỏng trong kỹ thuật tưới nhỏ giọt (nước được cung cấp từ một điểm tỏa ra xung quanh). Như vậy, sẽ xảy ra hiện tượng tưới thừa nước khi vùng ẩm tối ưu vượt quá không gian bộ rễ tiềm năng hoặc tưới thiếu nước khi vùng ẩm tối ưu nhỏ hơn không gian bộ rễ tiềm năng. Điều đó không đạt yêu cầu trong sản xuất nông nghiệp, giảm hiệu quả tưới tiết kiệm nước, đặc biệt là đối với vùng khan hiếm nước.

Bình Thuận và Ninh Thuận là 2 tỉnh thuộc khu vực Nam Trung Bộ có điều kiện tự nhiên và khí hậu khắc nghiệt, lượng mưa bình quân năm thấp nhất cả nước (khoảng 500-800 mm) và phân bố không đều theo không

*Tác giả chính: Tel: 0918802527, Email: tthung.sivrr@gmail.com

RESEARCH ON INFILTRATION SPREAD IN SOIL OF DRIP IRRIGATION TECHNIQUE FOR GRAPE LEAVES AT THE WATER SCARCE REGIONS

Summary

The technique of drip irrigation is a solution of water saving for crops in the dried areas. Water is supplied on the soil surface directly, continuously and regularly by drippers and then infiltrates into the cultivated soil layer to ensure that plants will grow and develop well. During the experimental process of researching on soil moisture of drip irrigation technique to determine the suitable irrigation schedule for grape leaves at the water scarce regions, the authors have carried out the experiment and observed infiltration spread. Based on calculated and observed results, the authors have proposed the correlation of parameters as follows: infiltration depth, average radius of wetting front on horizontal direction, irrigation water amount and time, velocity of horizontal (v_r) and vertical (v_z) permeability of drip irrigation technique. The correlation coefficient of parameters is quite high (R^2 from 0.906 to 0.9899) and conformable to research on soil moisture in order to determine the suitable irrigation schedule for grape leaves in particular and for terrestrial plants (with short roots) in general at the water scarce regions of the South Central Vietnam.

Keywords: drip irrigation, infiltration, irrigation schedule, permeable velocity.

Classification number 2.1

gian và thời gian. Đặc điểm nguồn nước khan hiếm đã gây ra tình trạng hạn hán và thiếu nước nghiêm trọng trong việc phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, đặc biệt là sản xuất nông nghiệp. Hiện có khoảng hơn nửa triệu người dân của khu vực này sống phụ thuộc vào sản xuất nông nghiệp. Do điều kiện sản xuất khó khăn nên phần lớn dân cư sống ở mức nghèo khổ cần được cải thiện cuộc sống [5].

Nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu thiết lập các tương quan giữa các đại lượng: độ sâu thấm (z),

bán kính trung bình vùng đất ướt theo phương ngang (r), lượng nước tưới (w), thời gian tưới (t), tốc độ lan truyền thấm theo chiều sâu (v_z) và tốc độ lan truyền thấm theo chiều ngang (v_r) của kỹ thuật tưới nhỏ giọt nhằm phục vụ nghiên cứu động thái ẩm của đất để xác định chế độ tưới hợp lý cho cây nho lấy lá nói riêng và cây trồng cạn (có bộ rễ nông) nói chung, từ đó ứng dụng vào thực tế sản xuất trồng trọt, giúp mang lại hiệu quả tưới và tránh lãng phí nước trên vùng khan hiếm nước Nam Trung Bộ.

Đối tượng, cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là diễn biến lan truyền thấm trong đất của kỹ thuật tưới nhỏ giọt theo các chu kỳ tưới 2, 3 và 4 ngày.

Mô hình thực nghiệm được thực hiện tại trang trại trồng nho lấy lá ở xã Thuận Quý, huyện Hàm Thuận Nam, tỉnh Bình Thuận.

Thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của đất tại Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.

Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

(1) Tiếp cận lý thuyết và thực tiễn một cách toàn diện, kết hợp với việc kế thừa có chọn lọc các kết quả nghiên cứu khoa học về lan truyền thấm trong đất và công nghệ tưới tiết kiệm nước phục vụ sản xuất [4].

(2) Tiếp cận các thành phần cấu trúc của mô hình sử dụng nước: nguồn, vận chuyển, khai thác sử dụng và ứng dụng các tiến bộ khoa học và công nghệ về: thiết bị tưới, vật liệu, kết cấu, cây trồng và các phần mềm tính toán hiện đại để phục vụ việc phân tích, lựa chọn, thiết kế mô hình thí nghiệm hiện trường [2, 6].

(3) Lấy mẫu đất theo các độ sâu khác nhau tại hiện trường. Phân tích các chỉ tiêu cơ, lý đất trong phòng thí nghiệm.

(4) Thiết lập mô hình thí nghiệm, quan trắc tưới và diễn biến lan truyền thấm trong đất theo không gian (thấm ngang và thấm sâu) và thời gian với các chu kỳ tưới: 2, 3 và 4 ngày. Định kỳ quan trắc lan truyền theo các bước thời gian 5 phút/lần: 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30... đến 200 (phút) thì dừng tưới. Sau đó tiếp tục quan trắc quá trình lan truyền nước trong đất tại các bước thời gian: 210, 240, 270, 300, 330 và 360 (phút) thì dừng quan trắc [5, 7, 8].

(5) Thiết lập sự tương quan hồi quy giữa các đại lượng: z , r , w , t , v_z , v_r theo mục tiêu nghiên cứu đề xuất.

(6) Tổng hợp dữ liệu và phân tích kết quả thực nghiệm bằng chương trình Excel và SPSS16.

Kết quả và thảo luận

Đặc điểm thổ nhưỡng tại mô hình thực nghiệm là loại đất cát mịn có hệ số rỗng cao, nên các phần tử nước chuyển động nhờ thành phần trọng lực của bản thân lớn hơn lực mao dẫn của đất đối với các phần tử nước (bảng 1).

Bảng 1: đặc tính của tầng đất từ 0 đến 60 cm

Lớp đất (cm)	Phân tích thành phần hạt							Đặc tính vật lý						Chỉ chú		
	Cát (%)					Bụi (%)		Sét (%)	Dung trọng		Tỷ trọng	Độ bão hòa	Độ rỗng		Chỉ số rỗng	
	Trung bình		Mịn			Thô	Mịn		Lớt	Khô						
	2,0-0,05	0,05-0,025	0,025-0,016	0,016-0,0075	0,0075-0,01	0,01-0,005	< 0,005		g _c (g/cm³)	G _d (g/cm³)		D	S (%)		n (%)	e _s
0-20	4,30	47,60	41,50	1,70	0,40	0,50	4,00	1,60	1,56	2,65	8,86	40,99	0,69	Đất cát mịn xám nâu		
20-40	3,50	47,40	36,10	6,40	0,50	0,50	5,60	1,56	1,51	2,63	13,30	42,70	0,75	Đất cát mịn xám vàng		
40-60	3,80	48,20	35,20	6,10	0,46	0,50	5,74	1,68	1,62	2,64	15,70	38,66	0,63	Đất cát mịn xám vàng		

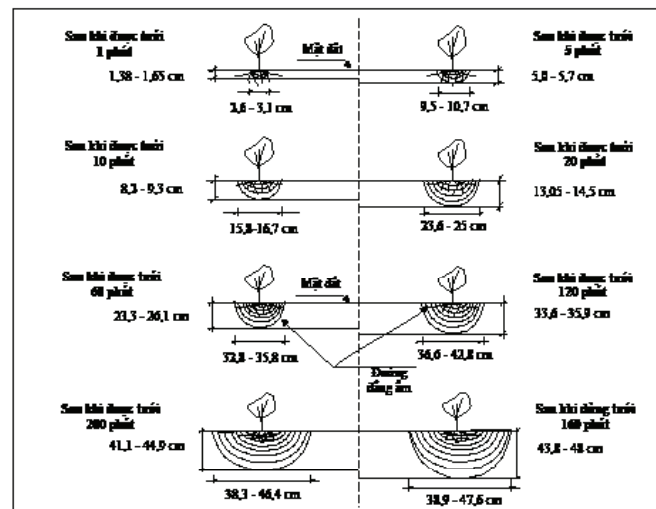
Khi nước thấm vào đất, khối đất ướt trông như hình bán cầu. Trong thời gian đầu, nước lan rất nhanh trên bề mặt đất theo hình tròn, tốc độ nước lan tỏa theo phương ngang nhanh gần bằng phương thẳng đứng (thấm sâu xuống phía dưới). Giai đoạn tiếp theo, tốc độ nước lan truyền thấm ngang nhỏ hơn lan truyền thấm sâu. Giai đoạn cuối nước chủ yếu thấm sâu, ít thấm ngang. Diễn biến lan truyền thấm trong đất của từng chu kỳ tưới cụ thể như sau (hình 1, 2 và bảng 2):

Chu kỳ tưới 2 ngày (CK2): với chu kỳ tưới ngắn, trong đất vẫn chứa hàm lượng ẩm cao nên nước có xu hướng thấm ngang so với phương thẳng đứng (thấm sâu). Trong khoảng 20 phút đầu, tốc độ thấm theo 2 phương đứng và ngang khá đều nhau, $z_{20} = 10,55-10,7$ cm, $r_{20} = 10,05-10,25$ cm, $v_{z20} = 0,5$ cm/phút, $v_{r20} = 0,46$ cm/phút; sau đó thấm theo phương ngang có xu thế chậm lại mặc dù thấm theo phương đứng vẫn diễn ra đều với mức độ giảm ít hơn. Sau 90 phút, $z_{90} = 29,3-29,5$ cm, $r_{90} = 19,3-20,05$ cm, $v_{z90} = 0,17$ cm/phút, $v_{r90} = 0,06$ cm/phút; sau 145 phút, tốc độ thấm theo phương ngang giảm nhỏ, hệ số thấm v_{r145} chỉ khoảng 0,02 cm/phút, thấp hơn phương đứng $v_{z145} = 0,1$ cm/phút. Thời điểm ngừng tưới (sau 200 phút), $z_{200} = 41,1-41,45$ cm, $r_{200} = 22,35-23,2$ cm, $v_{z200} = 0,08$ cm/phút; $v_{r200} = 0,01$ cm/phút, sau đó nước tiếp tục thấm đến độ sâu $z_{360} = 43,8-45,4$ cm và $r_{360} = 22,9-23,8$ cm.

Chu kỳ tưới 3 ngày (CK3): nước thấm đều ra xung quanh và xuống phía dưới do lượng ẩm trong đất giảm hơn so với CK2. Trong 1 phút đầu tiên tốc độ thấm sâu ($v_{z1} = 1,48$ cm/phút) nhanh hơn thấm ngang ($v_{r1} = 1,35$ cm/phút), 14 phút tiếp theo tốc độ thấm nhanh hơn CK2 và khá đều nhau theo 2 phương (đứng và ngang), trong 30 phút kế tiếp tốc độ thấm giảm xuống so với CK2, $z_{45} = 20,1-20,75$ cm, $r_{45} = 15,5-15,75$ cm, $v_{z45} = 0,23$ cm/phút, $v_{r45} = 0,1$ cm/phút; thời gian tiếp theo tốc độ thấm theo phương ngang có xu thế

chậm lại trong khi nước thấm theo phương đứng vẫn diễn ra đều với mức độ giảm ít hơn. Sau 90 phút, nước có xu thế thấm sâu lớn và giảm thấm ngang $z_{90} = 29,1-30,25$ cm, $r_{90} = 18,5-18,9$ cm, $v_{z90} = 0,19$ cm/phút, $v_{r90} = 0,04$ cm/phút; sau 125 phút, tốc độ thấm theo phương ngang giảm nhỏ, hệ số thấm v_{r125} chỉ khoảng 0,02 cm/phút, thấp hơn phương đứng $v_{z125} = 0,15$ cm/phút, đến 175 phút hệ số thấm v_{r175} chỉ khoảng 0,01 cm/phút, thấp hơn phương đứng $v_{z175} = 0,1$ cm/phút. Thời điểm ngừng tưới (sau 200 phút), $z_{200} = 42,8-43,35$ cm, $r_{200} = 20,8-21,2$ cm, $v_{z200} = 0,08$ cm/phút, $v_{r200} = 0,01$ cm/phút, sau đó nước tiếp tục thấm đến độ sâu $z_{360} = 44,8-46,9$ cm và $r_{360} = 21,3-21,7$ cm. So sánh cùng bước thời gian quan trắc thì độ sâu thấm (z) của CK3 lớn hơn CK2 nhưng ngược lại thấm ngang (r) lại nhỏ hơn CK2.

Chu kỳ tưới 4 ngày (CK4): với thời gian lặp lại tưới khá dài nên đất khô hơn do bốc thoát hơi nước bề mặt đất và qua mặt lá, lượng ẩm trong đất giảm hơn nhiều so với CK2 và CK3 nên tốc độ thấm CK4 lớn nhất, nước có xu hướng thấm sâu xuống phía dưới mạnh hơn sang phương ngang. Trong 1 phút đầu tiên, tốc độ thấm sâu ($v_{z1} = 1,63$ cm/phút) nhanh hơn thấm ngang ($v_{r1} = 1,52$ cm/phút), 50 phút tiếp theo tốc độ thấm nhanh hơn CK2, CK3 và theo 2 phương (đứng và ngang) khá đều nhau, trong thời gian tiếp theo đến khi ngừng tưới, tốc độ thấm đứng giảm xuống gần tương đương với CK3 nhưng vẫn lớn hơn CK2, ngược lại tốc độ thấm ngang có xu thế chậm lại bằng CK3 và nhỏ hơn CK2; bắt đầu từ 195 phút đến khi ngừng tưới, nước chỉ còn xu thế thấm sâu và rất ít thấm ngang. Thời điểm ngừng tưới (sau 200 phút), $z_{200} = 44,3-44,9$ cm, $r_{200} = 19,15-20,25$ cm, $v_{z200} = 0,09$ cm/phút; $v_{r200} = 0$, sau đó nước tiếp tục thấm đến độ sâu $z_{360} = 46,8-48$ cm và không thấm sang phương ngang nữa, $r_{360} = 19,45-20,3$ cm. So sánh cùng bước thời gian quan trắc thì độ sâu thấm (z) của CK4 lớn hơn CK2 và CK3, nhưng ngược lại thấm ngang (r) lại nhỏ hơn CK2 và CK3.



Hình 1: sơ họa diễn biến quá trình thấm hút nước của đất

Bảng 2: tóm tắt một số kết quả quan trắc lan truyền thấm hút nước của đất (tính bình quân của 6 lần thí nghiệm)

Thời gian	Chu kỳ tưới 2 ngày					Chu kỳ tưới 3 ngày					Chu kỳ tưới 4 ngày				
	W_z (ml)	Z_z (cm)	R_z (cm)	v_z (cm/phút)	v_z (cm/phút)	W_z (ml)	Z_z (cm)	R_z (cm)	v_z (cm/phút)	v_z (cm/phút)	W_z (ml)	Z_z (cm)	R_z (cm)	v_z (cm/phút)	v_z (cm/phút)
1	17,5	1,4	1,3	1,39	1,32	17,6	1,5	1,4	1,48	1,35	17,7	1,6	1,5	1,63	1,52
3	52,5	3,5	3,3	1,03	1,00	52,7	3,7	3,5	1,08	1,07	53,0	4,0	3,8	1,17	1,14
5	87,5	5,0	4,8	0,78	0,75	87,8	5,3	5,0	0,83	0,75	88,3	5,7	5,3	0,85	0,75
10	175,0	8,2	8,0	0,64	0,63	175,5	8,7	8,1	0,68	0,61	176,5	9,3	8,3	0,72	0,59
15	262,5	10,9	10,5	0,54	0,52	263,3	11,3	10,3	0,51	0,46	264,8	12,1	10,5	0,56	0,45
20	350,0	13,2	12,4	0,46	0,37	351,0	13,4	11,9	0,42	0,32	353,0	14,4	12,0	0,46	0,29
60	1050,0	24,1	17,7	0,19	0,09	1053,0	23,8	16,9	0,22	0,08	1059,0	25,8	16,7	0,20	0,07
120	2100,0	33,6	21,1	0,12	0,03	2106,0	34,7	19,7	0,15	0,03	2118,0	35,6	18,8	0,14	0,02
160	2800,0	37,8	22,1	0,10	0,02	2808,0	39,7	20,5	0,10	0,02	2824,0	40,7	19,5	0,10	0,02
200	3500,0	41,3	22,9	0,08	0,01	3510,0	44,3	21,0	0,08	0,01	3530,0	44,6	19,9	0,09	0,00
300	0,0	44,3	23,2	0,01	0,00	0,0	45,8	21,3	0,01	0,00	0,0	47,3	19,9	0,01	0,00
360	0,0	44,5	23,4	0,00	0,00	0,0	46,0	21,5	0,00	0,00	0,0	47,5	20,0	0,00	0,00

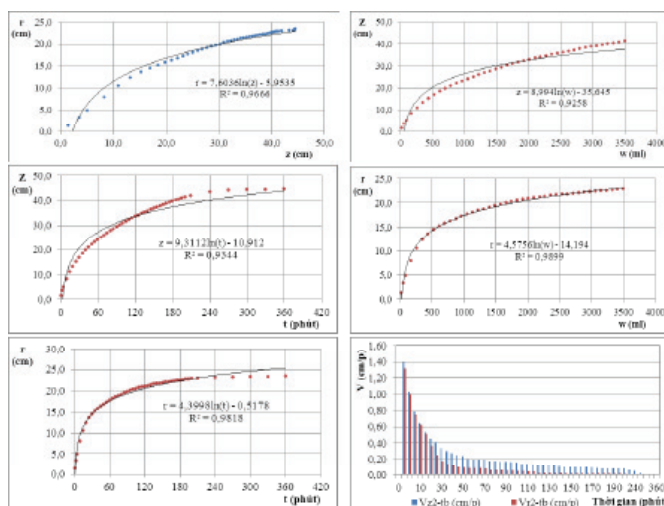


Hình 2: quan trắc diễn biến lan truyền thấm tại mô hình thực nghiệm (tỉnh Bình Thuận)

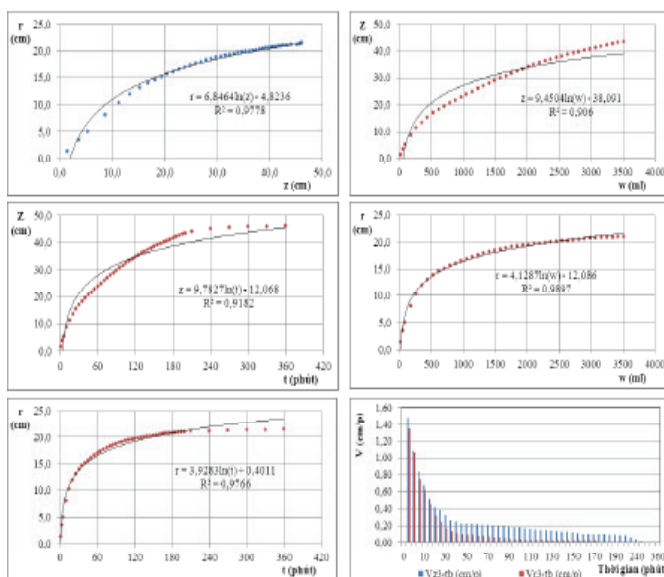
Dựa trên các kết quả quan trắc và phân tích diễn biến quá trình thấm hút nước của đất, vẽ biểu đồ quan hệ tương quan giữa các đại lượng: z , r , w , t , v_z , v_r (hình 3, 4 và 5). Kết quả bảng 3 cho thấy, các hàm số được thiết lập có hệ số tương quan khá cao ($R^2 > 0,90$).

Bảng 3: quan hệ tương quan giữa các đại lượng

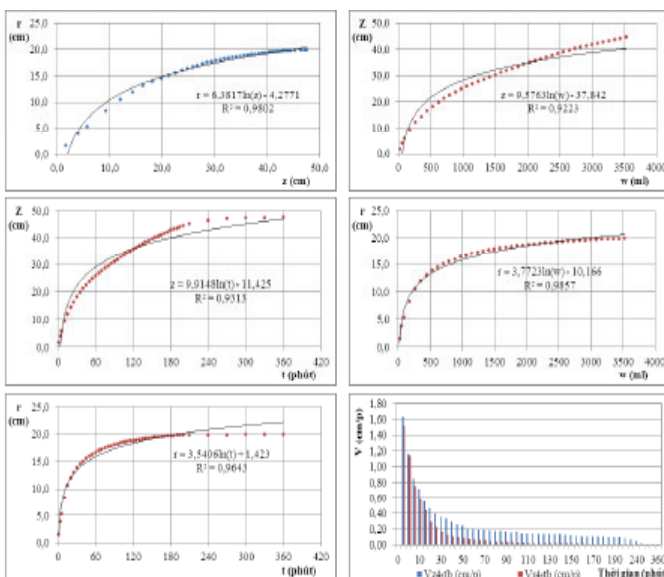
Tương quan	Chu kỳ tưới 2 ngày	Chu kỳ tưới 3 ngày	Chu kỳ tưới 4 ngày
$r - z$	$r = 7,6036\ln(z) - 5,9535$ $R^2 = 0,9666$	$r = 6,8464\ln(z) - 4,8236$ $R^2 = 0,9778$	$r = 6,3817\ln(z) - 4,2771$ $R^2 = 0,9802$
$z - w$	$z = 8,994\ln(w) - 35,645$ $R^2 = 0,9258$	$z = 9,4504\ln(w) - 38,091$ $R^2 = 0,906$	$z = 9,5763\ln(w) - 37,842$ $R^2 = 0,9223$
$z - t$	$z = 9,3112\ln(t) - 10,912$ $R^2 = 0,9344$	$z = 9,7827\ln(t) - 12,068$ $R^2 = 0,9182$	$z = 9,9148\ln(t) - 11,425$ $R^2 = 0,9313$
$r - w$	$r = 4,5756\ln(w) - 14,194$ $R^2 = 0,9899$	$r = 4,1287\ln(w) - 12,086$ $R^2 = 0,9897$	$r = 3,7723\ln(w) - 10,166$ $R^2 = 0,9857$
$r - t$	$r = 4,3998\ln(t) - 0,5178$ $R^2 = 0,9818$	$r = 3,9283\ln(t) + 0,4011$ $R^2 = 0,9766$	$r = 3,5406\ln(t) + 1,423$ $R^2 = 0,9643$



Hình 3: biểu đồ quan hệ tương quan giữa các đại lượng của chu kỳ tưới 2 ngày



Hình 4: biểu đồ quan hệ tương quan giữa các đại lượng của chu kỳ tưới 3 ngày



Hình 5: biểu đồ quan hệ tương quan giữa các đại lượng của chu kỳ tưới 4 ngày

Kết luận

Kết quả thí nghiệm lan truyền thấm phù hợp với đặc điểm thổ nhưỡng loại đất cát mịn có hệ số rỗng cao của khu vực ven biển miền Trung. Tầng đất 0-5 cm bị bốc thoát hơi nước nhiều có tốc độ thấm hút nhanh, từ 5 cm trở xuống tốc độ thấm tương đối ổn định. So sánh cùng bước thời gian quan trắc thì z của CK4 lớn hơn CK2 và CK3, nhưng ngược lại r lại nhỏ hơn CK2 và CK3. Kết quả quan trắc thấm cho thấy, khi nước thấm tới tầng đất có bộ rễ tiềm năng (CK2: $z = 5-15$ cm; CK3: $z = 6-17,5$ cm; CK4: $z = 8-20$ cm), tốc độ thấm sâu và thấm ngang lớn, điều này được lý giải rằng rễ cây đã hút nước (làm giảm độ ẩm của đất) và thoát hơi nước qua mặt lá để nuôi cây phát triển, đồng thời các rễ cây cũng đã tạo thành các đường dẫn giúp nước di chuyển dễ dàng từ vị trí có thể năng thấp tới vị trí có thể năng cao, làm cho tốc độ thấm tăng nhanh.

Biểu đồ biểu thị quan hệ tương quan giữa các đại lượng cho thấy, các hàm số được thiết lập có hệ số tương quan khá cao (R^2 từ 0,906 đến 0,9899), phù hợp cho nghiên cứu động thái ẩm của đất để xác định chế độ tưới hợp lý cho cây nho lấy lá nói riêng và cây trồng cạn (có bộ rễ nông) nói chung trên vùng khan hiếm nước.

Với thực tiễn sản xuất có đặc điểm tự nhiên tương tự, người dân chỉ cần tưới (dùng kỹ thuật tưới nhỏ giọt) trong khoảng thời gian 35-40 phút là đủ để nước thấm hết tầng rễ cây tiềm năng có độ sâu 20 cm, hoặc trong khoảng 90 phút là đủ để nước thấm tới độ sâu 30 cm, sau đó dừng tưới để tránh lãng phí nước do thấm sâu, đảm bảo hiệu quả sử dụng nước.

Kiến nghị nghiên cứu thêm về lan truyền thấm trong điều kiện các lớp đất canh tác không đồng nhất theo độ sâu, địa hình không bằng phẳng, mực nước ngầm thay đổi và có ảnh hưởng tới cây trồng để ứng dụng trong thực tiễn sản xuất một cách hiệu quả.

Để giảm hiện tượng thấm mất nước của đất, người dân những nơi khan hiếm nước thuộc khu vực Duyên hải miền Trung (có điều kiện thổ nhưỡng tương tự) cần tăng hàm lượng sét, các chất mùn hoặc chất keo cho đất để giữ ẩm, giúp cây trồng phát triển tốt.

Tài liệu tham khảo

- [1] Trần Công Tấu, Nguyễn Thị Dần (1996), *Độ ẩm với cây trồng*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- [2] NETAFIM (1994), *Irrigation System and Low Volume Irrigation Systems*, Israel.
- [3] Richard H Cierca (1989), *Irrigation System Design An Engineering Approach*, New Jersey 07632.
- [4] Lê Sâm (2002), *Kỹ thuật tưới tiết kiệm nước*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- [5] Trần Thái Hùng, Võ Khắc Trí, Lê Sâm (2014), “Nghiên cứu đề xuất giải pháp khoa học và công nghệ về hạ tầng cơ sở thủy lợi phục vụ phát triển cây nho lấy lá xuất khẩu tại tỉnh Bình Thuận”, *Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn*, tr.11-19.
- [6] Trần Thái Hùng, Nguyễn Văn Lân, Lê Sâm (2014), “Nghiên cứu đánh giá tiềm năng và đề xuất giải pháp khai thác sử dụng hợp lý và bền vững tài nguyên nước phục vụ phát triển nông thôn mới vùng Duyên hải miền Trung”, *Tạp chí Khoa học và công nghệ thủy lợi*, số 21, tr.32-40.
- [7] Tran Thai Hung (2008), *Research on infiltration flow and soil moisture dynamics according to soil depth for drip irrigation technique*, Center for Science and Technology Development, Ministry of Education, China.
- [8] Tran Thai Hung (2008), *Research on suitable drip irrigation schedule for tomato*, Center for Science and Technology Development, Ministry of Education, China.

Những biến đổi trong kiến trúc nhà ở dân tộc Thái (tỉnh Yên Bái), từ truyền thống đến hiện đại

Phạm Hùng Cường*

Khoa Kiến trúc và Quy hoạch, Trường Đại học Xây dựng

Ngày nhận bài 13.7.2015, ngày chuyển phản biện 20.7.2015, ngày nhận phản biện 17.8.2015, ngày chấp nhận đăng 21.8.2015

Nhà ở truyền thống của người Thái là một di sản văn hóa kiến trúc quý giá của Việt Nam. Thời gian gần đây, do sự thay đổi của đời sống, tập quán sinh hoạt, sản xuất và tác động đô thị hóa, ngôi nhà truyền thống đã có nhiều biến đổi. Những nghiên cứu tại tỉnh Yên Bái đã cho thấy sự biến đổi của ngôi nhà sàn dân tộc Thái truyền thống đang diễn ra khá phổ biến, từ các làng bản truyền thống đến khu vực ven đô và nội đô. Những biến đổi chủ yếu là thay đổi sử dụng vật liệu từ gỗ, tre sang bê tông, gạch, sử dụng khung nhà bê tông, mái lợp tôn... cùng với các xu hướng sử dụng tầng trệt, tách bếp khỏi nhà, nâng cao sàn, bỏ 1 thang, thay đổi cách bố trí nội thất trong nhà... Những thay đổi này khá sâu sắc và rất cần được định hướng để kiến trúc nhà có sự biến đổi phù hợp và vẫn kế thừa được những giá trị quý báu của ngôi nhà sàn Thái truyền thống.

Từ khóa: hiện đại, kiến trúc, nhà ở dân tộc Thái, nhà sàn dân tộc Thái, truyền thống.

Chỉ số phân loại 2.1

THE CHANGES IN HOUSING ARCHITECTURE OF THAI ETHNIC MINORITY (YEN BAI PROVINCE), FROM TRADITIONAL TO MODERN

Summary

Thai traditional housing is a precious cultural heritage of Vietnam architecture. Recently, under the impact of the changes of life, living habits and the impact of production and urbanization, traditional houses have been changed a lot. The study in Yen Bai province showed the transformation of traditional Thai stilt houses was fairly common from traditional villages to peri-urban and urban areas. The changes mainly included the using materials from wood, bamboo into concrete, brick and concrete home frames, corrugated iron roof... with the tendency to use the ground floor, kitchen separated from the house, raised floor, leaving 1 ladder, changing the interior layout of the house... These changes were quite profound and needed to be oriented to the appropriate variation and inheritance of house architecture, but still cherished the precious values of Thai traditional stilt houses.

Keywords: architecture, modern, Thai ethnic housing, Thai ethnicity stilt house, traditional.

Classification number 2.1

Đặt vấn đề

Dân tộc Thái phân bố chủ yếu ở vùng Tây Bắc, một phần tại miền Trung Việt Nam. Tại tỉnh Yên Bái, dân tộc Thái có khoảng 41.000 người, chiếm 6,1% dân số của tỉnh, tập trung tại 4 huyện/thị xã phía tây là Văn Chấn, Nghĩa Lộ, Trạm Tấu và Mù Cang Chải. Thị xã Nghĩa Lộ thuộc vùng đất Mường Lò, còn được coi là nơi khởi nguồn của người Thái ở Việt Nam [1].

Nhà ở truyền thống của người Thái là một di sản văn hóa kiến trúc quý báu của Việt Nam. Với một bề dày hàng ngàn năm phát triển cùng với sự hình thành của dân tộc Thái tại Việt Nam, kiến trúc nhà ở của người Thái thực sự là những tinh hoa của văn hóa xây dựng môi trường cư trú của các dân tộc miền núi. Thời gian gần đây, trong quá trình phát triển để thích ứng với cuộc sống mới, nhà ở truyền thống của người Thái tại Yên Bái đã có những biến đổi rõ rệt, nảy sinh nhiều vấn đề; trong đó các vấn đề nổi cộm như xu

*Tel: 0913542332, Email: phcuong39@gmail.com

hướng bê tông hóa nhà sàn, mái tôn hóa... đã được phản ánh trong nhiều bài viết trên các phương tiện thông tin đại chúng [2]. Ngay cả hình ảnh giới thiệu về nhà sàn truyền thống trên các trang điện tử quảng bá về du lịch tại địa phương cũng không còn đúng là nhà sàn truyền thống nữa. Đây là vấn đề rất cần được nghiên cứu, không chỉ trên quan điểm bảo tồn thuần túy nhà truyền thống, mà quan trọng hơn cả là vấn đề phải định hướng cho sự phát triển, chuyển biến của ngôi nhà sàn Thái như thế nào trong cuộc sống đương đại. Việc nghiên cứu, đánh giá những biến đổi này sẽ là những cơ sở để đưa ra các định hướng, giải pháp gìn giữ và phát triển nhà sàn của dân tộc Thái, vừa lưu giữ được những giá trị văn hóa cốt lõi, vừa đáp ứng đầy đủ các yêu cầu của cuộc sống đương đại.

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Nhóm nghiên cứu [3] lựa chọn một số khu vực thuộc tỉnh Yên Bái như một địa điểm điển hình về nhà ở dân tộc Thái, từ đó có thể áp dụng cho nhà ở của dân tộc Thái tại các vùng khác. Việc nghiên cứu, khảo sát theo lộ trình từ nghiên cứu nhà truyền thống sử dụng tư liệu, nhà mẫu dân tộc Thái tại Làng văn hóa các dân tộc Việt Nam, đến nhà sàn Thái tại bản Hóc (huyện Văn Chấn) và cuối cùng nghiên cứu tại thị xã Nghĩa Lộ với các bản người Thái ven thị xã và cả những ngôi nhà sàn đã lọt vào trong nội đô. Quá trình khảo sát này đã cho một cái nhìn tổng quan về sự chuyển biến từ truyền thống đến đương đại, cả sự thay đổi vị trí và những tác động đô thị hóa khác nhau. Nghiên cứu này mới tập trung vào nhà ở, chưa đi sâu vào cấu trúc bản làng và các yếu tố quy hoạch, môi trường ở khác.

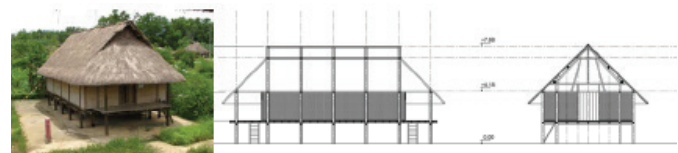
Quá trình khảo sát, đánh giá cũng so sánh, tham chiếu các giải pháp kiến trúc đang được áp dụng cho xây dựng các khu nhà ở tái định cư cho người Thái phục vụ dự án thủy điện khu vực miền núi phía Bắc.

Kết quả nghiên cứu

Về nhà ở truyền thống

Dân tộc Thái ở Yên Bái chia làm 2 nhóm chính là Thái đen (Táy Đăm) và Thái trắng (Táy Khao), nhà ở của 2 nhóm này có nhiều điểm khác nhau, nhưng cùng có những đặc điểm chính như: *một là*, kiến trúc nhà dạng nhà sàn, khung cột gỗ, tường gỗ, sàn gỗ (hoặc tre đập), mái tranh: có 5-7 gian hoặc 3 gian chính và 2 gian phụ; sàn cao 1,3-2,4 m; có 2 cầu thang, một thang dành cho khách, đàn ông (7 bậc), một thang dành cho phụ nữ (9 bậc); đầu hồi nhà có khâu-cút là trang trí rất

đặc trưng của nhà ở dân tộc Thái. *Hai là*, bên trong nhà, theo khung kết cấu được chia làm 3 nhịp ngang, các gian sát vách là nơi ngủ, phần giữa đặt 2 bếp, bếp ngoài để sưởi và bếp trong để nấu. Trong nhà có sự quy ước về chức năng sử dụng rõ rệt, từ phía cầu thang chính (tang quân) đến bếp sưởi là khu vực dành cho đàn ông, khách, người già, từ đó đến cầu thang phụ (tang chan) là khu vực dành cho phụ nữ, trẻ con và khu vực bếp phục vụ nấu ăn. *Ba là*, hình dáng nhà sàn có tỷ lệ đẹp, hài hòa với thiên nhiên, ngoài ra còn có nhiều chi tiết kiến trúc mang dấu ấn riêng như lan can, cửa sổ, khâu-cút có sự tinh tế trong tỷ lệ, đường nét. Nhà người Thái đen có mái đầu hồi khum khum, dáng nhà như con rùa, nhà người Thái trắng đầu hồi mái phẳng, là sự khác biệt lớn nhất về nhà ở của 2 nhóm. *Bốn là*, kiến trúc nhà sàn truyền thống hài hòa với khí hậu, điều kiện tự nhiên của địa phương, phù hợp với khả năng khai thác vật liệu gỗ, tranh, tre từ rừng núi, phù hợp với tập quán sinh sống, sản xuất dựa vào rừng núi của người dân.



Hình 1: nhà ở của người Thái đen (Làng văn hóa các dân tộc Việt Nam)



Hình 2: nhà ở của người Thái trắng (Làng văn hóa các dân tộc Việt Nam)

Những hình ảnh về nhà ở truyền thống của người Thái có thể tham khảo qua mẫu nhà khảo sát tại Làng văn hóa các dân tộc Việt Nam và một số mẫu nhà tại huyện Văn Chấn do nhóm nghiên cứu khảo sát (hình 1, 2), hoặc qua các nghiên cứu của Nguyễn Khắc Tụng, Trần Văn Hạc [4, 5].

Những biến đổi trong kiến trúc nhà sàn người Thái

Trong giai đoạn từ năm 1990 trở lại đây, nhà ở của người Thái đã có những thay đổi rất rõ rệt, đặc biệt là khu vực giáp đô thị, xa rừng núi, có thể kể đến như:

Xu hướng nâng cao sàn và sử dụng tầng trệt (gầm sàn) với nhiều chức năng mới. Trước đây, tầng trệt thường là thấp (dưới 2,3 m) vì mục tiêu chủ yếu là tránh không khí ẩm thấp của miền núi, có hại cho sức khỏe con người; gầm sàn chỉ để cũi và buộc trâu bò. Tuy nhiên qua khảo sát, hiện nay chiều cao sàn đã được nâng dần, nhất là những ngôi nhà mới xây dựng trong vòng 10-15 năm trở lại đây, với chiều cao 2,5-2,7 m; gầm sàn đã được sử dụng như một không gian sinh hoạt chung, tiếp khách, mắc võng nghỉ, chỗ chơi trẻ em, để nông sản (hình 3).



Hình 3: nhà ở tại Văn Chấn (trái) và Nghĩa Lộ (phải) (gầm sàn đã được sử dụng như một không gian sinh hoạt, bạt nhựa che dưới trần tránh bụi rơi từ sàn trên)

Trong xu hướng đô thị hóa, sự ảnh hưởng của lối sống đô thị, tầng trệt của một số nhà sàn tại thị xã Nghĩa Lộ đã được quay lại, ngăn để làm bếp, vệ sinh hoặc phòng ngủ. Sàn gỗ ghép kiểu truyền thống với nhiều khe hở có nhược điểm là rơi bụi xuống bên dưới, nên theo nhu cầu sử dụng tầng trệt, nhiều nhà đã dùng bạt nylon căng dưới sàn gỗ để tránh bụi, một số khác chuyển sang làm sàn bằng bê tông toàn khối. Cũng vì chiều cao tầng trệt lớn nên số bậc không còn là 7 hoặc 9 được nữa, mà tăng lên 9-11-13 bậc và người dân có xu hướng chuyển từ cột gỗ sang dùng cột bê tông.

Qua phỏng vấn người dân cho biết, giá gỗ để làm cột hiện nay rất đắt, những loại gỗ như trắc, lim khan hiếm, người dân chỉ có thể mua được những loại gỗ rẻ tiền hơn như dổi, de... không bền, nhanh mối mọt. Chính vì vậy, khá nhiều nhà người Thái khu vực Mường Lò, Nghĩa Lộ đã thay cột gỗ bằng bê tông, cột vuông kích thước 200x200 mm. Giá một ngôi nhà hoàn toàn bằng gỗ khoảng 800-900 triệu đồng, trong khi nhà bằng khung bê tông, xây tường gạch chỉ khoảng 400-500 triệu đồng. Do việc thay đổi vật liệu từ gỗ sang bê tông mà hình dáng khung mái cũng thay đổi, tuy nhiên một số hộ vẫn cố gắng đổ bê tông toàn khối giống kiểu khung gỗ, với ý thức muốn lưu giữ những đường nét kiến trúc truyền thống, nhưng cách làm này khá phức tạp cho quá trình thi công (hình 4).



Hình 4: nhà người Thái tại bản Hóc - Văn Chấn (nhà khung bê tông, dầm khung bê tông theo kiểu khung nhà gỗ, lan can inox, mái lợp tôn)

Tường nhà đang có xu hướng chuyển từ vách gỗ sang xây tường gạch 110, sàn đổ bê tông lát gạch hoa, cửa đi gỗ thay bằng cửa kính. Vật liệu lợp mái cũng có xu hướng chuyển từ vật liệu truyền thống như gỗ, tranh sang sử dụng các vật liệu mới. Hiện nay, rất ít nhà sàn còn lợp mái tranh tại thị xã Nghĩa Lộ. Ngay cả tại bản Hóc, huyện Văn Chấn, nơi được coi là bản người Thái truyền thống, có nhiều nhà làm du lịch dạng homestay, cũng dùng mái fibrôximăng hoặc mái tôn (một số ít hộ gia đình lợp ngói ta). Mái nhà dùng vật liệu này thường khá nóng, tiếng ồn lớn khi trời mưa nhưng rẻ, phù hợp với điều kiện kinh tế của người dân nên vẫn được sử dụng nhiều. Do thay đổi về loại vật liệu sử dụng nên nhiều gia đình người Thái đen không còn làm đầu hồi nhà cong hình mũi rùa mà làm phẳng giống nhà người Thái trắng, nên rất khó phân biệt nhà ở của 2 nhóm người Thái qua hình dáng bên ngoài.

Sự thay đổi trong tập quán, lối sống cũng đã làm thay đổi cách bố trí nội thất trong ngôi nhà và vị trí của các khu phụ (bếp, vệ sinh). Bên trong nhà hầu như không còn bếp, mà được bố trí ở các dạng: bếp đặt ở gian đầu hoặc cuối; bếp tách ra bên ngoài nhà, xây một ngôi nhà nhỏ trệt hoặc nhà sàn (dạng nhà sàn thường được nối trực tiếp với nhà ở); bếp bố trí ở tầng trệt. Ngoài ra, việc sử dụng bếp ga, bếp điện ngày càng phổ biến hơn tại các bản gần đô thị cũng tạo điều kiện để người Thái thay đổi không đặt bếp kiểu nấu củi truyền thống trong nhà; khu vệ sinh trước đây đặt xa nhà, đến nay ngày càng có xu hướng đặt gần hơn, nhiều nhà đã bố trí trong nhà phụ hoặc ngay trong tầng trệt nhà chính (hình 5), do có hệ thống giếng khoan nên nhiều nhà vệ sinh có thiết bị mới, việc đặt bình nước inox trên nóc nhà trở nên phổ biến.

Bên trong ngôi nhà, nhiều đồ đạc mới xuất hiện như tủ ly, tivi, một số nhà đã tiếp khách bằng bộ bàn ghế gỗ kiểu người Kinh thay vì ngôi trệt, chỗ ngủ trước đây là trải đệm nay nhiều hộ cũng được thay bằng giường (hình 6).



Hình 5: bếp, vệ sinh tách riêng, bố trí sát nhà chính (bản Hóc - nhà làm du lịch Homestay)



Hình 6: bên trong nhà sàn tại bản Hóc, kiểu ngủ sàn đã thay thế bằng giường



Hình 9: nhà ở người Thái đen, bản Hóc, huyện Văn Chấn, nhà 4 gian, chỉ có 1 cầu thang, mái ngói

Đặc biệt với các hộ gia đình ở nội đô như tại Mường Lò, thị xã Nghĩa Lộ, nhà bám theo mặt đường, tầng trệt đã trở thành nơi bán hàng và tiếp khách, một số hộ còn xây tường kín toàn bộ tầng trệt (hình 7), thậm chí có hộ làm nhà sàn 3 tầng (hình 8).



Hình 7: nhà trong thị xã Nghĩa Lộ, sử dụng toàn bộ tầng trệt, ảnh hưởng kiểu nhà của người Kinh



Hình 8: nhà sàn 3 tầng tại Nghĩa Lộ, nhà dự kiến phục vụ du lịch (xu hướng này xa lạ với truyền thống)



Hình 10: nhà ở người Thái đen, Văn Chấn, nhà 3 gian, chỉ có 1 cầu thang, mái ngói, nội thất có tủ, tivi, giường

Các chi tiết kiến trúc mang tính biểu trưng của nhà sàn Thái truyền thống cũng dần biến mất: khâu-cút (chi tiết trang trí ở đầu hồi nhà) - hình ảnh đặc trưng của ngôi nhà Thái, hầu như không còn thấy tại Yên Bái, khâu-cút vốn là biểu trưng cho sự giàu có hoặc vị thế của gia đình trong bản, nhà giàu thường làm khâu-cút đẹp. Như vậy, thời kỳ cách mạng, với quan niệm phải bình đẳng, không phân biệt giàu nghèo, đẳng cấp có thể là một yếu tố để khâu-cút không có điều kiện tồn tại. Tại bản Hóc, bản du lịch của huyện Văn Chấn, nhưng cũng không còn ngôi nhà nào có khâu-cút, người dân đã bỏ từ những năm 80-90 của thế kỷ XX. Các chi tiết trang trí như lan can, cửa sổ đã ít nhiều ảnh hưởng của vật liệu mới từ miền xuôi và không thể tránh khỏi phong cách kiến trúc từ miền xuôi như lan can thép, inox, con tiện bê tông, cửa sổ kính... (hình 11).



Hình 11: nhà ở người Thái tại thị xã Nghĩa Lộ với xu hướng sử dụng các chi tiết kiến trúc lan can, cửa kiểu nhà người Kinh

Tham khảo các khu ở tái định cư cho đồng bào người Thái trong dự án di dân thủy điện như khu tái định cư Mường Láy (tỉnh Sơn La), Than Uyên (tỉnh Lai Châu) cũng thấy hầu hết nhà ở có xây dựng nhà phụ riêng biệt, hoặc khu phụ dạng nhà sàn nối mái với nhà chính. Đây là dạng kiến trúc được thiết kế, do Nhà nước xây dựng trong bối cảnh bản làng mới nên cũng phản ánh xu hướng biến đổi nhà ở rõ nét.

Số lượng người trong một căn hộ thay đổi cũng làm cho diện tích của ngôi nhà nhỏ lại. Trước đây, hầu hết mỗi nhà đều có 3 thế hệ sinh sống, cùng với tục ở rề nên số lượng người ở lớn, có thể đến 9-10 người; nhưng hiện nay mỗi hộ gia đình cũng chỉ có 4-5 người, vì vậy số lượng gian làm nơi ngủ giảm. Một ngôi nhà truyền thống 5 gian có diện tích sàn khoảng 120 m², có thể có tới 6 buồng ngủ, nhưng nay một số nhà đã chủ động cắt ngắn để giảm diện tích sàn xuống khoảng 80-90 m², với 3-4 buồng ngủ. Chính vì vậy, nhiều ngôi nhà chỉ có 3 hoặc 4 gian, cho thấy quý ước về số gian lẻ với người Thái hiện nay không thực sự là vấn đề quan trọng (hình 9, 10).

Vẫn có thể cảm nhận được sự chất phác, mến khách của người dân, một số tập tục như tắm suối, nấu bếp củi, đi rừng, ẩm thực truyền thống, văn hóa múa sạp, đón khách... vẫn được duy trì. Tuy nhiên với những thay đổi trong kinh tế, sản xuất và đời sống mới, các tập quán văn hóa truyền thống cũng mai một dần, tại bản Hóc không

còn thấy những hình ảnh người con gái ngồi thêu, dệt bên cửa sổ.

Đánh giá về những biến đổi trong ngôi nhà dân tộc Thái đương đại

Qua khảo sát cho thấy, sự biến đổi trong kiến trúc những ngôi nhà dân tộc Thái tương thích với những thay đổi trong lối sống, sinh hoạt, do tác động của sự thay đổi phương thức sản xuất và quá trình đô thị hóa. Những xu hướng thay đổi xa rời truyền thống, biến thiên dần theo vị trí nhà ở từ làng bản truyền thống - làng bản tái định cư - làng bản gần đô thị - trong đô thị (bảng 1).

Bảng 1: Sự thay đổi kiến trúc nhà ở dân tộc Thái (tỉnh Yên Bái)

Dạng kiến trúc	Vị trí nhà ở			
	Làng bản truyền thống	Làng bản tái định cư	Ven đô	Trong đô thị
Vật liệu khung nhà	Gỗ	Gỗ - bê tông cột	Gỗ - bê tông	Bê tông hóa
Dạng nhà sàn	Sàn thấp (1,3-2,4 m)	Sàn cao 2,4-2,7 m	Sàn cao 2,4-2,7 m	Sàn cao 2,4-2,7 m
Sử dụng tầng trệt	Để nông cụ, củi, nông sản, nuôi gia súc	Sinh hoạt chung, kho, nông sản	Tiếp khách, ngủ, kho	Tiếp khách, ngủ, bán hàng
Không gian ngủ	Nhiều buồng (5-6), ngủ trệt	Ngủ đệm	Ngủ đệm, số buồng ngủ 3-4	Ngủ đệm, giường
Bếp	Bếp củi, 2 bếp, bố trí trong nhà (tầng 2)	Bếp tách riêng khỏi nhà chính	Bếp tách riêng khỏi nhà chính	Bếp tách khỏi nhà chính hoặc bố trí ở tầng trệt
Thờ cúng	Gian giữa	Gian giữa, đầu hoặc cuối	Gian giữa hoặc gian đầu, cuối hoặc làm trên cao	Gian đầu hoặc cuối, hoặc làm trên cao
Vệ sinh	Xa nhà chính	Trong nhà phụ cạnh nhà chính	Trong nhà phụ cạnh nhà chính	Trong nhà phụ, cạnh nhà chính. Bố trí dưới tầng trệt
Nuôi gia súc	Gầm sàn hoặc tách riêng	Bố trí tách riêng	Bố trí tách riêng	Bố trí tách riêng
Sàn	Gỗ ghép, phen tre đập	Gỗ ghép	Gỗ ghép, bê tông	Gỗ ghép, bê tông
Cầu thang	2 thang, 7 bậc và 9 bậc	Từ 1-2 thang (số bậc theo chiều cao nhà)	Từ 1-2 thang (số bậc theo chiều cao nhà)	Phổ biến 1 thang (số bậc theo chiều cao nhà)
Mái	Mái tranh	Mái tôn, fibrôximăng, ngói	Mái tôn, fibrôximăng, ngói	Mái tôn, fibrôximăng
Tường	Vách gỗ, lợp đan	Vách gỗ, tường xây	Vách gỗ, tường xây	Xu hướng chuyển từ gỗ sang tường xây
Lan can	Lan can gỗ, kiểu truyền thống	Lan can xi măng (sử dụng gỗ giảm)	Lan can inox, xi măng (gỗ giảm dần)	Lan can inox, bê tông xi măng

Những thay đổi chưa được xử lý tốt:

Vì sử dụng các cấu kiện bê tông dạng cột vuông đã và đang làm thay đổi cơ bản kiểu dáng kiến trúc của ngôi nhà truyền thống, khi tầng trệt được quy thành phòng thì sẽ không còn hình dáng của ngôi nhà sàn Thái (việc để lộ các cột tròn tầng trệt là một nguyên tắc cơ bản để giữ được hình thái ngôi nhà truyền thống). Mặc dù một số người dân có ý thức giữ gìn cấu trúc gỗ nhưng sử dụng dạng cấu kiện bê tông đồ toàn khối, là cách chuyển tiếp có ý thức, tuy nhiên việc thi công khá khó khăn, làm tăng giá thành công trình.

Việc chuyển từ sử dụng mái tranh sang dùng fibrôximăng hoặc tôn có nhiều hạn chế. Tuy bền, rẻ nhưng chúng thường gây ồn và nóng, vì vậy mùa hè người dân thường sinh hoạt dưới tầng trệt, thậm chí là ngủ, tối mới lên nhà. Ngoài ra, theo nhu cầu sử dụng tầng trệt nên người dân có xu hướng

làm nhà cao giống người Kinh, cũng làm cho ngôi nhà nóng hơn do tăng diện tích nắng chiếu vào tường.

Việc tách bếp ra khỏi nhà chính cũng làm mất đi vai trò của thang phụ, xu hướng bỏ 1 thang là một mất mát khá lớn trong nét đẹp văn hóa của nhà truyền thống dân tộc Thái. Do chỉ có 1 thang dẫn đến việc bố trí lại các chức năng gian trong nhà ngày càng xa rời các nguyên tắc văn hóa truyền thống như: quy định chỗ ngủ, quy cách ứng xử của nam nữ, người già... trong gia đình. Ngoài ra, xây dựng thêm nhà phụ làm bếp, vệ sinh kê sát nhà chính tuy thuận tiện về công năng, nhưng việc kết nối chính - phụ chưa được xử lý tốt, nhiều trường hợp nối mái phụ làm hỏng thẩm mỹ kiến trúc của nhà chính. Theo xu hướng tách bếp ra, nhà chính có thêm các khu vực chức năng như bàn ghế tiếp khách, khu vực xem tivi, treo tranh, ảnh gia đình, gương soi của phụ nữ... là những chức năng mới nhưng do không gian nội thất chưa được nghiên cứu nhằm chuyển đổi phù hợp nên gây cảm giác lộn xộn.

Các chi tiết lan can, cửa, cầu thang dùng các vật liệu inox, con tiện xi măng là những sự lai tạp đáng tiếc, làm mất các bản sắc văn hóa của ngôi nhà. Tuy nhiên, vẫn chưa có các nghiên cứu để tìm ra giải pháp sử dụng vật liệu mới phù hợp.

Những mặt tích cực trong chuyển biến ngôi nhà ở:

- Mặc dù có những thay đổi, nhưng hầu hết các ngôi nhà người Thái vẫn giữ được cơ bản cấu trúc nhà sàn và mái dốc, đây là những giá trị cốt lõi văn hóa vẫn được người dân gìn giữ.

- Việc sử dụng không gian tầng trệt là xu hướng tốt, phù hợp với nhu cầu cuộc sống đương đại, giúp tăng diện tích ở (trung bình là 120-160 m²/hộ), đáp ứng các nhu cầu mới này sinh trong cuộc sống.

- Cấu trúc không gian bên trong nhà sàn Thái có khả năng thích ứng với cuộc sống đương đại, sự ngăn chia các buồng tuy chưa thật sự khép kín, độc lập nhưng có khả năng xử lý độc lập hơn bằng các vách nhẹ mà không làm thay đổi hình thức ngôi nhà.

- Cửa của ngôi nhà dù có thay đổi vật liệu nhưng vẫn giữ dạng cửa sổ mở thấp, sát dưới sàn, tăng sự thoáng mát cho ngôi nhà.

- Việc xây dựng nhà phụ (bếp và vệ sinh) riêng đặt kẻ ngôi nhà cũng là các chuyển đổi hợp lý, vừa theo hướng độc lập, khép kín vừa phù hợp với tập quán sử dụng.

Đề xuất một số giải pháp

Về kiến trúc: khuyến khích duy trì hình thái cơ bản của ngôi nhà sàn truyền thống với cấu trúc khung lộ cột tròn, mái dốc lớn. Việc sử dụng tầng trệt cho các không gian sinh hoạt chung, kho... là xu hướng tốt phù hợp với cuộc

sống đương đại, tuy nhiên về cơ bản vẫn nên là không gian mở, không nên vây tường kín toàn bộ như nhà của người Kinh. Để giải quyết vấn đề này, nhà sàn phải được chống nóng tốt, duy trì không gian hiện 2 đầu hồi để hạn chế nắng chiếu vào tường, tường cao vừa đủ (2,3-2,5 m). Có thể sử dụng các giải pháp hạn chế nóng của mái tôn hiện nay như: sử dụng tấm tôn sinh thái, tăng cường khả năng chống ồn, chống nóng; sử dụng các tấm cách nhiệt dưới mái tôn, các gia đình có điều kiện có thể dùng tôn mát có tấm cách nhiệt, khuyến khích sử dụng các tấm phen kẹp lá cọ, lá mía khô hoặc rom khô, treo ngược dưới mái tôn, vừa có tác dụng chống nóng vừa tạo thẩm mỹ cho nội thất ngôi nhà. Ngoài ra, cần khuyến khích giải pháp kiến trúc dùng 2 cầu thang, cầu thang phụ sẽ là thang dùng chung cho cả nhà và bếp trong trường hợp bếp làm dạng nhà phụ (nhà sàn) sát cạnh nhà chính. Đây là yếu tố gìn giữ giá trị văn hóa trong sử dụng không gian bên trong ngôi nhà.

Về vật liệu và công nghệ xây dựng: việc sử dụng vật liệu bê tông, thép thay thế gỗ tự nhiên đã là một xu hướng khó thay đổi. Tuy nhiên, cách dùng bê tông đổ toàn khối kiểu truyền thống thường gây cảm giác nặng nề do kích thước đầm lớn. Vì vậy, cần nghiên cứu một số vật liệu và công nghệ xây dựng mới, có thể theo hướng lắp ghép, nhưng không xây dựng cấu kiện lắp ghép hoàn chỉnh mà chỉ xây dựng hệ khung, phần còn lại để người dân tự hoàn thiện theo điều kiện kinh tế của mình và cũng để khuyến khích sử dụng các vật liệu địa phương. Một số loại vật liệu mới có thể sử dụng như: khung cột bê tông (cột tròn) sơn giả gỗ, thanh dầm sàn bê tông; các tấm sàn lắp ghép có sử dụng hỗn hợp ximăng-xenlulo, trọng lượng nhẹ; mái tôn sinh thái, loại tôn có khả năng chống nóng cao, giảm được tiếng ồn khi mưa so với tôn thường; các vật liệu mới để chế tạo các lan can giả gỗ có hoa văn, chi tiết kiểu truyền thống; vách có thể làm bằng các vật liệu nhân tạo nhẹ, thay thế gỗ, tường.

Ngoài những hướng dẫn việc xây dựng, các mô hình mẫu là rất cần thiết để người dân tham khảo. Việc xây dựng các khu tái định cư có thể là một cơ hội để các nhà thiết kế đưa ra những yếu tố mới có chọn lọc vào trong ngôi nhà, làm định hướng cho người dân học tập và tự xây dựng. Các khu làng bản dự kiến đưa vào khai thác du lịch cũng cần có sự tư vấn cho người dân trong quá trình xây dựng sửa chữa, sao cho có sự kế thừa phù hợp, tránh hiện tượng lai tạp kiến trúc.

Phát triển phải đi đôi với bảo tồn: việc bảo tồn các ngôi nhà truyền thống (nguyên gốc) trong các bản làng hiện nay là một vấn đề quan trọng được đặt ra, bản Hộc (huyện Văn Chấn) là một ví dụ. Đây là việc làm cấp thiết để bảo vệ các giá trị văn hóa gốc, tránh xu hướng cải tạo sai lệch. Ngoài ra, cần có chính sách cụ thể cho việc lựa chọn những ngôi nhà có giá trị để tu bổ tôn tạo, khuyến khích người dân giữ

gìn, vừa bảo tồn vừa khai thác hoạt động du lịch.

Kết luận

Nhà sàn truyền thống của dân tộc Thái có giá trị văn hóa kiến trúc cao, thể hiện tinh hoa của dân tộc Thái, gắn liền với việc giữ gìn các giá trị văn hóa phi vật thể khác. Đặc trưng kiến trúc truyền thống là nhà sàn, mái dốc, khung cột, tường vách gỗ, có 2 thang và các chi tiết kiến trúc lan can, cửa, khâu-cút đặc thù; nội thất nhà phản ánh rõ rệt theo các tập quán sinh hoạt, tín ngưỡng của người dân, các quan hệ xã hội của cộng đồng dân tộc. Tuy nhiên, kiến trúc nhà ở dân tộc Thái tại Yên Bái đang dần biến đổi theo sự thay đổi của đời sống, điều kiện sản xuất và các tác động đô thị hóa. Những biến đổi này là khá lớn và trên diện rộng, rất cần có sự đánh giá để định hướng phát triển đúng đắn.

Sự biến đổi của kiến trúc nhà chủ yếu ở sự thay đổi nâng cao sàn, sử dụng tầng trệt, tách bếp khỏi nhà chính, chỉ sử dụng 1 thang thay vì 2 thang, bố trí lại nội thất. Nhà ở có xu hướng nhỏ lại về quy mô diện tích, thiên về số gian 3-4 gian. Vật liệu sử dụng đã chuyển rõ rệt theo hướng thay thế gỗ, tranh, tre tự nhiên bằng bê tông, tường gạch, mái tôn, fibrôximăng và các vật liệu nhân tạo khác như thép, inox... Những biến đổi này có những mặt tích cực và tiêu cực, cần định hướng cho sự thay đổi kiến trúc nhà ở dân tộc Thái trên cơ sở vừa thích nghi với điều kiện sống mới vừa kế thừa được những giá trị văn hóa của ngôi nhà cổ truyền: giữ hình thái nhà sàn, dạng kết cấu khung, cột tròn, mái dốc, sử dụng không gian tầng trệt nhưng không vây tường kín, tách bếp khỏi nhà chính, cần chú trọng việc sử dụng các vật liệu mới cho hài hòa với kiến trúc truyền thống, đặc biệt là việc chống nóng cho mái nhà và sử dụng vật liệu mới các chi tiết lan can, cửa... cho phù hợp.

Việc định hướng các chuyển biến kiến trúc nhà sàn người Thái phải được thực hiện qua các hướng dẫn, mô hình mẫu, cần ứng dụng ngay trong việc xây dựng các khu vực làng bản tái định cư. Đồng thời, phải đi liền với công tác lựa chọn bảo tồn các ngôi nhà truyền thống có giá trị kết hợp phục vụ tham quan du lịch.

Tài liệu tham khảo

- [1] <http://www.yenbai.gov.vn>.
- [2] http://www.baoyenbai.com.vn/16/120917/Nghia_Lo_Nha_san_dang_be_tong_hoa.htm.
- [3] Phạm Hùng Cường, Vũ Thành Nhơn, Nguyễn Quốc Hải, Nguyễn Hà Thu (2015), *Nghiên cứu: nhà ở các dân tộc miền núi phía Bắc và việc áp dụng các công nghệ, vật liệu xây dựng mới*, Khoa Kiến trúc và Quy hoạch, Trường Đại học Xây dựng.
- [4] Nguyễn Khắc Tụng (1990), “Đặc điểm về nhà người Thái”, *Tạp chí Kiến trúc*, 2(28), tr.25-29.
- [5] Trần Văn Hạc (2010), “Nét tương đồng nhà sàn Thái cổ với nhà sàn trên trống đồng Đông Sơn”, *Bảo Dân tộc và phát triển*, số T10.

Điều khiển Exoskeleton dùng sensor EMG

Đào Văn Hiệp^{1*}, Đào Trung Kiên²

¹Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

²Học viện Kỹ thuật Quân sự

Ngày nhận bài 10.4.2015, ngày gửi phản biện 13.4.2015, ngày nhận phản biện 13.5.2015, ngày chấp nhận đăng 3.6.2015

Bộ xương ngoài (Exo) là một loại robot sinh học đang được ứng dụng rộng rãi nhằm nâng cao năng lực cho người mang, hoặc hỗ trợ người thiếu năng đi lại và luyện tập phục hồi chức năng. Một trong những vấn đề chính mà các nhà phát triển Exo phải đối diện là dự đoán các tham số vận động, như mô men, chuyển vị, vận tốc góc khớp để cung cấp cho bộ điều khiển. Tín hiệu điện cơ đồ (ElectroMyoGraphy - EMG) thu được từ cơ người mở ra triển vọng giải quyết vấn đề này.

Bài báo giới thiệu một hệ thống dùng sensor để dự đoán mô men khớp cần thiết trên cơ sở 2 tín hiệu EMG và 1 tín hiệu chuyển vị góc khớp. Các tín hiệu EMG được đo từ 2 nhóm cơ: tứ đầu đùi và khoeo chân. Hệ thống được tổng hợp từ một hệ thu nhận dữ liệu (Data Acquisition - DAQ) thương mại và một hệ suy luận mờ (Adaptive Neuro - Fuzzy Inference System - ANFIS) do các tác giả xây dựng. Tín hiệu ra của ANFIS được dùng để điều khiển chuyển động khớp gối. Kết quả thử nghiệm cho thấy, năng lực vận động của người mang Exo với EMG được cải thiện đáng kể.

Từ khoá: bộ xương ngoài, hệ suy luận mờ, hệ thống dùng sensor, robot sinh học, tín hiệu điện cơ đồ.

Chỉ số phân loại 2.2

CONTROL OF EXOSKELETON USING EMG SENSORS

Summary

Exoskeletons (Exo) are bio-robots that are widely used to enhance wearers' performance or to assist disabled people in mobility and rehabilitation. One of the major problems faced by Exo developers is how to predict the required joint moving parameters, such as joint torques, joint angular displacements or velocities that must be fed to the motion controller. EMG signals from human muscles offer opportunities to solve such the problem.

This paper introduces a sensor-based system that can predict the required joint torque on the basis of two EMG signals and an angular displacement signal. The EMG signals are detected from the two muscle groups: quadriceps and hamstrings. The system is combined from a commercial DAQ and an adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) developed by the authors. The outputs of the ANFIS are then used to control the knee motion. Experimental results showed that performance of the people wearing this EMG-based Exo was significantly improved.

Keywords: ANFIS, bio-robot, EMG, exoskeleton, sensor-based system.

Classification number 2.2

Đặt vấn đề

Exoskeleton (bộ xương ngoài, viết tắt là Exo) là một loại robot sinh học (*bio-robot*) được ghép lên người để bảo vệ, tăng cường sức mạnh cho cơ thể; để hỗ trợ hoặc thay thế các bộ phận (thường là chân, tay) bị yếu, hỏng hay bị mất [1, 2]. Vì các Exo phải cộng sinh với người nên yêu cầu quan trọng nhất đối với chúng là hỗ trợ đúng mức, đúng lúc, đúng cách; không gây cản trở, vướng víu, mất an toàn cho người.

Đi bộ là hoạt động tự động, có chu kỳ của con người, tuy không phải bản năng nhưng quy trình đi được hệ thần kinh ghi thành chương trình. Chương trình đảm bảo sự co, duỗi (thay đổi chiều dài), sinh

*Tác giả chính: Email: hdaovan@gmail.com

lực của các cơ; từ đó tạo ra mô men góc và vận tốc góc của các khớp... tất cả được thực hiện một cách hài hòa. Vì vậy, các quan hệ lực - chiều dài cơ và lực - vận tốc cơ có vai trò then chốt trong cơ sinh học.

Trong cơ sinh học cổ điển đã xuất hiện nhiều mô hình giải tích, mô tả các quan hệ trên, trong đó mô hình Hill được cho là gần nhất với thực tế và được ứng dụng rộng rãi [3]. Trong đề tài KC03.12/11-15, mô hình Hill đã được ứng dụng để thiết lập mô hình phân xạ cơ [2]. Mô hình Hill trong cơ sinh học có vai trò then chốt như định luật Hooke trong cơ kỹ thuật. Tuy nhiên, tính chất cơ học của cơ rất phức tạp, được mô tả bằng một hệ thống hàng chục phương trình vi phân phi tuyến, hiện chưa có lời giải tường minh. Hơn nữa, các thông số cơ học của cơ, gần phụ thuộc nhiều vào thể trạng, lứa tuổi, giới tính, trạng thái tâm sinh lý... của người nên mặc dù về hình thức, các phương trình toán là tường minh nhưng bên trong lại ẩn chứa nhiều yếu tố bất định. Nhìn rộng ra với toàn hệ thống thì Exo là loại robot đặc biệt, hoạt động trong môi trường không biết trước, cần có tính thông minh, khả năng thích ứng và tính tự chủ cao. Các phân tích trên cho thấy, để điều khiển Exo, nếu chỉ áp dụng phương pháp điều khiển dựa theo mô hình của đối tượng với các yếu tố tiền định (*model-based control*) thì không đủ.

Song song với các phương pháp điều khiển truyền thống, nhiều phương pháp điều khiển không dựa vào mô hình (*model-free control*) được phát triển và tỏ ra có hiệu quả trong nhiều lĩnh vực. Đó là cách con người điều khiển thiết bị. Ví dụ, trên cơ sở thông tin thu được từ các giác quan (*sensor*), tri thức (*knowledge*) và kinh nghiệm, kỹ năng suy luận (*rule*), người lái xe có thể xử lý mọi tình huống không được biết trước (*unknown environment*) để đưa xe về đích mà không cần biết đến mô hình động lực học của đối tượng điều khiển (*model-free*). Người lái xe, với tư cách bộ điều khiển, hội tụ khá đủ các yếu tố của kỹ thuật điều khiển hiện đại, dựa trên trí tuệ nhân tạo (TTNT): *sensor-based*, *rule-based*, *knowledge-based*, *event-based*... Ngoài tính linh hoạt, tự chủ, các phương pháp này còn có những ưu điểm, như “không ngại” các hệ phi tuyến, nhiều đầu vào nhiều đầu ra (MIMO), không đòi hỏi dữ liệu chính xác, và đặc biệt là xử lý nhanh các quan hệ phức tạp, đáp ứng được yêu cầu giám sát và điều khiển thời gian thực.

Do tính chất đặc biệt của Exo: tương tác thời gian thực với người mang trong điều kiện hoạt động của người không được định trước; trạng thái tâm sinh lý

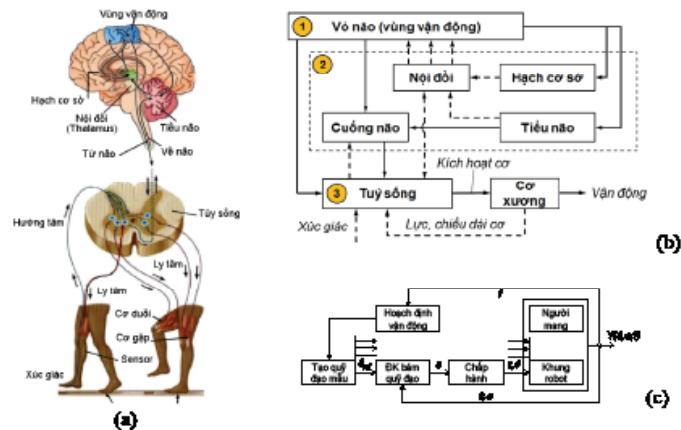
của người thay đổi thất thường... mà trong vài chục năm gần đây các công trình nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật điều khiển dùng các sensor điện sinh học {điện não (EEG - ElectroEncephalooGraphy), điện nhãn cầu (ENG - ElectroNystagmoGraphy), điện cơ đồ (EMG - ElectroMyoGraphy)} và TTNT xuất hiện ngày càng nhiều [4-7].

Theo hướng đó, trong các đề tài cấp nhà nước KC03.13/06-10 và KC03.12/11-15, nhóm tác giả đã nghiên cứu ứng dụng sensor EMG để điều khiển và giám sát hoạt động của Exo. Bài báo này trình bày giải pháp ứng dụng công cụ ANFIS để xác định mô men khớp trên cơ sở các tín hiệu EMG, phục vụ điều khiển robot sinh học.

Cơ sở sinh học của việc đo tín hiệu EMG

Hệ điều khiển vận động của người và robot

Hệ vận động của người gồm có cơ cấu vận động (hệ thống cơ gân, xương khớp) và hệ thần kinh vận động. Hệ thần kinh vận động có cấu trúc vừa phân cấp, vừa song song (hình 1a, b).



Hình 1: sơ đồ hệ vận động của người (a, b) và của robot (c)

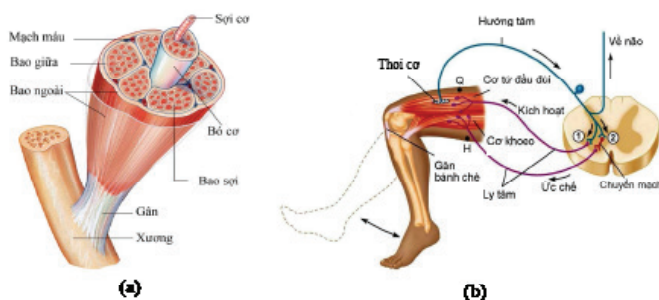
Theo cấu trúc phân cấp, hệ hình thành 3 cấp. Cấp (1), cao nhất là vùng vận động ở vỏ não. Đây là cấp hoạch định vận động (*Motion Planning & Control - MP&C*), quy định mục tiêu và phương thức chung. Cấp (2), cấp trung gian, được gọi là bộ tạo mẫu trung tâm (*Central Pattern Generator - CPG*). Cấp này có cấu trúc và nhiệm vụ khá phức tạp: điều khiển tư thế; hình thành bằng cách học các chương trình hoạt động lặp lại (tạo mẫu hoạt động) và tự động điều khiển các hoạt động đó (ví dụ đi bộ, chạy, bơi...); nhận, tổ chức và trung chuyển các tín hiệu phản hồi... Cấp (3) - tủy sống, là cấp thừa hành (*Execution*), trực tiếp điều

khởi các cơ để chân bước theo quỹ đạo và theo lệnh từ trên, đồng thời chủ động điều khiển các vận động phản xạ (bản năng), ví dụ phản xạ co chân khi dẫm phải đinh. Mặt khác, theo cả chiều thuận (tác động) lẫn chiều ngược (phản hồi) đều có các nhánh song song, đảm bảo thông tin được truyền nhanh và trung thực nhất, đồng thời cấp dưới có thể hỗ trợ hay “phản biện”, ức chế tác động từ cấp trên.

Ở đây, việc tìm hiểu cấu trúc hệ vận động của người có 2 tác dụng: (1) thiết lập hệ điều khiển robot (hình 1c); và (2) xác định loại tín hiệu điện sinh học nào có thể trích ra được, trích từ đâu và dùng vào việc gì. Điều này cũng giải thích tại sao EMG tin cậy hơn EEG trong điều khiển hệ chấp hành của robot.

Cấu trúc và động lực học của cơ

Cơ (hình 2a) được hình thành từ các sợi cơ. Các sợi được bó lại với nhau, rồi lại được bó thành bó to hơn... thành búp cơ. Giữa các sợi và các bó cơ có lớp mô dai bao bọc, hợp dần với nhau thành gân, bám chắc vào các đầu xương. Sợi cơ có cấu tạo dạng thớ đặc biệt, chỉ sinh lực (tích cực) khi co. Khi duỗi, cơ trở thành phần tử thụ động, có tác dụng như lò xo và giảm chấn với hệ số thay đổi. Vì vậy, cơ là các phần tử phi tuyến.

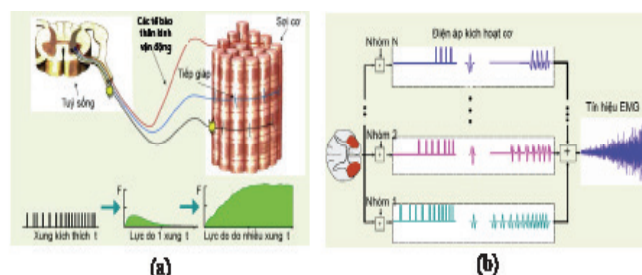


Hình 2: cấu trúc (a) và phản xạ của cơ (b)

Trong các bó cơ có các tế bào thần kinh (*neuron*) như trong hình 2b. Các nơ ron vận động (*motor neuron*) hình thành các dây thần kinh ly tâm, truyền tín hiệu vận động tới cơ. Các *sensor neuron* hình thành các dây thần kinh hướng tâm, truyền về tủy sống thông tin phản hồi về chiều dài cơ và lực căng. Các cơ hoạt động theo nguyên tắc đối ngẫu. Tùy yêu cầu chuyển động, một số cơ co để sinh lực (vận động) trong khi một số khác giãn, sinh lực cản (đối vận).

Cơ bị kích hoạt (co, sinh lực) khi bị kích thích bởi xung điện. Đối với mỗi sợi cơ, lực co cơ tăng theo tần số xung cho đến giá trị bão hòa (hình 3a). Lực của cả bó cơ bằng tổng lực của các sợi cơ. Các sợi cơ có kích

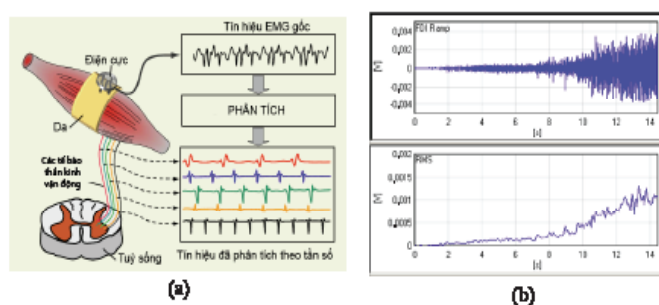
thước khác nhau, sợi nhỏ bị kích hoạt khi điện áp thấp, sợi to bị kích hoạt khi điện áp cao. Tín hiệu EMG (thể hiện lực cơ) phản ánh đầy đủ các hiện tượng trên (hình 3b).



Hình 3: sự phụ thuộc của lực cơ vào tần số (a) và điện áp (b) tín hiệu kích thích

Đo và xử lý tín hiệu EMG

Bộ sensor EMG gồm các điện cực, các mạch lọc nhiễu, khuếch đại tín hiệu, ADC (analog-to-digital converter), phân tích... Đó là các hệ DAQ, được nhà sản xuất cung cấp trọn gói với các modul cơ sở và các modul tùy chọn, kèm theo phần mềm hỗ trợ thu nhận và xử lý tín hiệu. Điện cực là mạch điện tử đặc biệt có chức năng thu tín hiệu EMG. Loại điện cực thông dụng hiện nay là loại bề mặt (*surface electrode*), được dán bên ngoài da, ngay phía trên của cơ cần đo (hình 4a). Tín hiệu thu được (*raw data*) sau đó được xử lý như trong hình 6. Phần lớn các modul chức năng có trong các hệ DAQ thông dụng, nhưng các tham số được thiết lập cho phù hợp với tín hiệu EMG.



Hình 4: nguyên tắc đo và xử lý tín hiệu EMG

Tín hiệu gốc có dạng rời rạc, răng cưa, không thể dùng ngay làm tín hiệu điều khiển nên phải được chuyển sang dạng số, có giá trị xác định hay dạng hàm số, biến thiên liên tục. Tùy theo ứng dụng, có thể xử lý theo tần số, biên độ hay thời gian. Theo tần số, phương pháp Fast Fourier transform - FFT thường được dùng (hình 4a). Theo biên độ, phương pháp RMS (*Root Mean Square*) được dùng để tính lực cơ (hình 4b). Phép phân tích trên cho ra đường cong liên tục theo thời gian

nên được gọi là trích biên (*envelope extraction*).

Một đặc điểm của tín hiệu EMG là kết quả đo phụ thuộc rất lớn vào người được đo, thời điểm đo, trạng thái dẫn điện của da (khô, ẩm, mồ hôi...). Vì vậy, không thể mang trị số thực nghiệm của trường hợp này áp dụng cho trường hợp khác. Để khắc phục hạn chế trên, người ta dùng trị số tương đối - tỷ số giữa giá trị cụ thể với giá trị lớn nhất:

$$x_{st} = \frac{x}{x_{max}} \quad (1)$$

Bước xử lý này được gọi là chuẩn hóa (*normalization*).

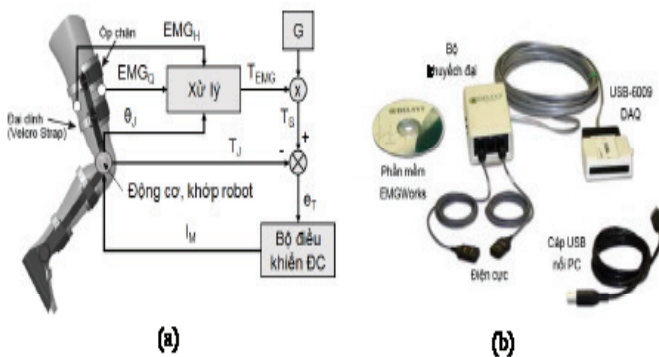
Các bước xử lý trên nằm trong nhóm 1 (thu nhận và tiền xử lý) của hình 6, do phần mềm xử lý tín hiệu chuyên dùng thực hiện.

Thiết lập hệ điều khiển nhờ sensor EMG

Theo các nguyên tắc chung được mô tả ở trên, một hệ thống điều khiển robot đã được thực hiện trên một phiên bản thử nghiệm của robot thuộc đề tài KC03.13/06-10.

Mô tả hệ thống

Hệ thống gồm người lành đi bộ mang nặng và robot hỗ trợ (Exo). Robot gồm hệ cơ khí, hệ điều khiển, hệ chấp hành và các ổp, đai truyền lực giữa người và robot. Sơ đồ hệ thống được thu gọn về một chân với khớp gối làm đại diện như hình 5a. Hệ sensor EMG là sản phẩm Bagnoli-2 của hãng Delsys (Canada). Đó là một hệ thống đồng bộ, gồm các bộ phận chính như trong hình 5b.

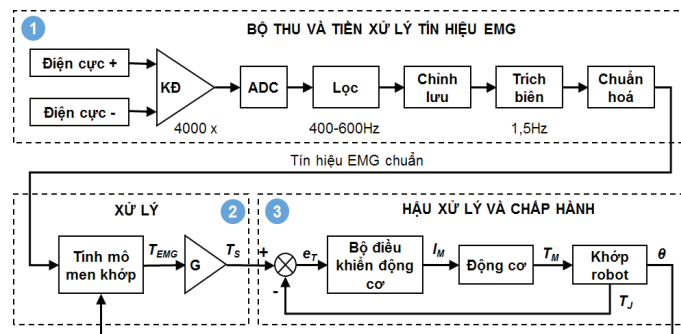


Hình 5: sơ đồ thiết bị: a- Nối ghép, b- Bộ sensor Bagnoli-2

Các thông số kỹ thuật chính của hệ Bagnoli-2 như sau [8]:

Bộ khuếch đại	
Số kênh	2 Analog EMG
Hệ số khuếch đại	100, 1000, 10.000
Dải điện áp ra lớn nhất	±5 V
Đáp ứng tần số	20±5 Hz đến 450±50 Hz, 80 dB/decade
EMG sensor	DE-2.1 (single differential)
Sensor-DE 2.1	
Output Connector	USB DAQ Connector 16 kênh
Cực tiếp xúc	dạng 2 thanh, bạc: D=1 mm, L=10 mm
Tiền khuếch đại	10 V/V
CMRR	Tiêu chuẩn 92 dB; nhỏ nhất 84 dB
Phần mềm EMGWorks 3.5	
Tốc độ lấy mẫu	48 kS/s
Độ phân giải	16 bit
Các chức năng xử lý chính	1. Thu tín hiệu: có và không dây; 64 kênh; PCI và USB. 2. Xử lý tín hiệu: thông thường: Normalize, Envelop extraction, RMS; nâng cao: MOV, INT, MDF, PSD, PSD, THLD, RATE, HIST. 3. Hiện thị: Report, Quickview, Graphing, Unit Conversion, Import/Export, Cut&Past plot cho các ứng dụng Windows.

Cấu trúc và logic quá trình xử lý được mô tả chi tiết bằng sơ đồ khối trong hình 6, gồm 3 khối. Khối 1 - thu và tiền xử lý tín hiệu EMG, chính là bộ Bagnoli-2 đã mô tả ở phần trên. Tín hiệu ra của nó là 2 kênh tín hiệu EMG chuẩn, được tính theo (1). Khối 2 (xử lý) có nhiệm vụ xác định mô men khớp từ các tín hiệu vào: 2 kênh EMG và góc khớp. Chi tiết về khối này sẽ được trình bày trong mục *Thiết lập và huấn luyện ANFIS* dưới đây. Khối 3 (điều khiển chấp hành) gồm bộ điều khiển động cơ, động cơ và truyền động cơ khí. Tùy theo động cơ điện, khí nén hay thủy lực được dùng mà bộ điều khiển sẽ đưa ra yêu cầu đáp ứng I_M của động cơ là dòng điện hay áp suất [1, 2].

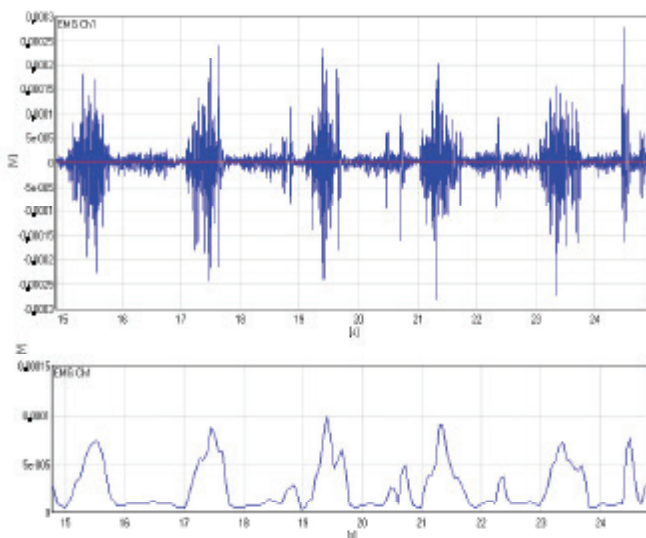


Hình 6: hệ điều khiển robot dùng sensor EMG

Thiết lập và huấn luyện ANFIS

Toàn bộ khối 1 do hệ DAQ đảm nhiệm, kết quả là tín hiệu EMG có dạng như hình 7, nửa trên là tín hiệu gốc, dưới là tín hiệu đã được trích biên bằng phương pháp RMS. Tín hiệu này còn phải được chuẩn hóa trước khi đưa vào xử lý trong khối 2.

Mục này mô tả thuật toán tính mô men khớp trong khối 2 của hình 6, là nội dung trọng tâm của bài báo. Về bản chất thì bài toán xác định lực cơ hay mô men khớp trên cơ sở các tín hiệu EMG và góc khớp thuộc nhóm các bài toán nhận dạng, nói hẹp hơn là bài toán xấp xỉ hàm. Vì vậy, việc áp dụng các phương pháp thống kê như trong [6] là có thể, nhưng với đầu ra là các phương trình toán học thì ứng dụng vào điều khiển sẽ bị hạn chế.



Hình 7: tín hiệu EMG khi đi bộ

Các công cụ TTNT, cả mạng nơ ron nhân tạo (ANN - Artificial Neural Network) và logic mờ (FL - Fuzzy Logic) đều tỏ ra có ưu thế đặc biệt trong lĩnh vực nhận dạng, nhưng mỗi công cụ có ưu, nhược điểm riêng. ANN xử lý kiểu hộp đen, không đòi hỏi người dùng biết về bản chất bên trong của đối tượng và quá trình, nhưng lại cần lượng dữ liệu lớn và ít phân tán để huấn luyện. Ngược lại, FL không có yêu cầu cao về số lượng và chất lượng tín hiệu vào nhưng đòi hỏi người dùng có kiến thức chuyên môn để xây dựng các hàm thuộc và hệ thống suy luận mờ. Cấu trúc và các tham số của FL phụ thuộc nhiều vào chủ quan của người dùng. Trong [9], các tác giả đã so sánh 2 công cụ và chỉ ra (trong trường hợp cụ thể của công trình này) FL cho

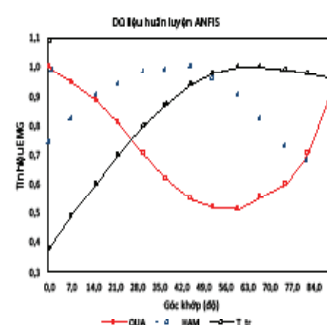
kết quả chính xác hơn ANN.

Kinh nghiệm cho thấy, phối hợp 2 công cụ ANN và FL với nhau sẽ cho kết quả chính xác, tin cậy và ít phụ thuộc chủ quan của người dùng. Trong công trình này, chúng tôi áp dụng một loại công cụ nơ ron-mờ (ANFIS), trong đó mạng nhân tạo nơ ron (ANN) có nhiệm vụ thiết lập và tối ưu hoá (Adaptive) các tham số của hệ suy luận mờ (FIS) nhờ quá trình học theo các thuật toán của ANN.

Quá trình tính toán trải qua các bước: (1) làm thí nghiệm để tạo bộ dữ liệu huấn luyện và kiểm tra mạng nơ ron; (2) xây dựng cấu trúc, huấn luyện và kiểm tra mạng; (3) xuất kết quả cho khối 3, điều khiển động cơ.

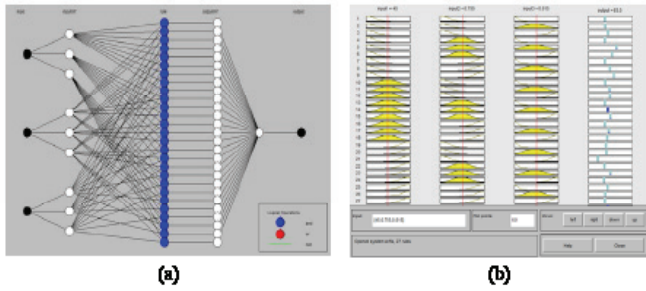
Bước 1: để tạo dữ liệu huấn luyện mạng, 2 điện cực được gắn tại 2 điểm Q và H như trong hình 2b. Dải chuyển động của khớp (90°) được chia thành 12 khoảng. Tại mỗi điểm, đo và ghi góc khớp gối (Angle), tín hiệu EMG tại cơ tứ đầu đùi (*Quadriceps - QUA*) EMG_Q và tại cơ khoeo (*Hamstrigs - HAM*) EMG_H , mô men khớp để huấn luyện (T_{tr}) và mô men khớp để kiểm tra (T_{chk}). Bảng dữ liệu và đồ thị được ghi trong Excel như hình 8. Ta thấy theo hướng chuyển động gập gối, tín hiệu EMG của 2 cơ biến thiên ngược chiều nhau, HAM co, còn QUA duỗi. Để biểu diễn được trên cùng một đồ thị, các giá trị được chuẩn hóa theo, trong đó $T_{tr_max} = 85 \text{ Nm}$, $T_{chk_max} = 86,6 \text{ Nm}$.

TT	Angle	QUA	HAM	T _{tr}	T _{chk}	T _{int}
1	0,00	1,00	0,34	0,38	0,39	0,40
2	7,50	0,95	0,82	0,49	0,50	0,50
3	15,00	0,89	0,90	0,60	0,64	0,61
4	22,50	0,81	0,94	0,70	0,71	0,71
5	30,00	0,70	0,98	0,80	0,81	0,81
6	37,50	0,62	0,99	0,87	0,87	0,89
7	45,00	0,55	1,00	0,94	0,95	0,95
8	52,50	0,52	0,98	0,98	0,98	0,97
9	60,00	0,51	0,99	1,00	0,99	1,00
10	67,50	0,58	0,82	1,00	0,99	1,00
11	75,00	0,68	0,73	0,99	1,00	0,99
12	82,50	0,70	0,68	0,98	0,98	0,99
13	90,00	0,83	0,63	0,96	0,96	0,98



Hình 8: dữ liệu để huấn luyện mạng

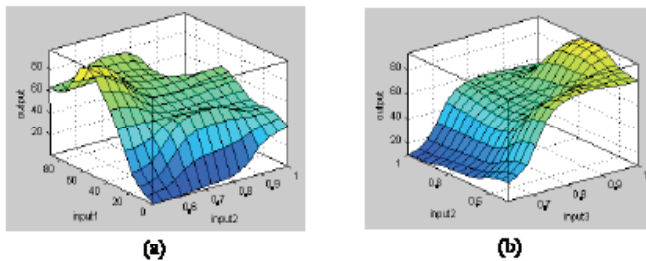
Bước 2: khởi tạo và huấn luyện ANFIS được thực hiện bởi một chương trình trong Matlab, có nhiệm vụ: đọc dữ liệu từ Excel; tạo cấu trúc cho FL, gồm số và loại hàm thuộc đầu vào và đầu ra; huấn luyện (tối ưu hoá các tham số của FL bằng thuật toán học kết hợp lan truyền ngược với bình phương tối thiểu); kiểm tra đánh giá sai số; hiển thị và xuất kết quả ra biến trong workspace để chuyển giao cho giai đoạn 3 - điều khiển động cơ.



Hình 9: cấu trúc của ANN (a) và hệ FIS (b)

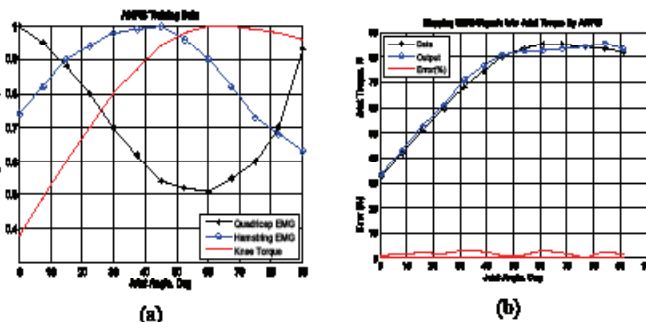
Cấu trúc của hệ thống như trong hình 9. Lớp input của mạng nơ-ron có 3 đầu vào tương ứng với 3 tín hiệu (1 góc khớp và 2 EMG), lớp ẩn có 9 nơ-ron tương ứng với 9 hàm thuộc (*inputmf*), 27 mệnh đề suy luận mờ (*rule*) cho ra 27 hàm thuộc đầu ra (*outputmf*), sau khi hợp thành và giải mờ được giá trị đầu ra (*output*) là mô men khớp.

Đồ thị 3D trong hình 10 cho hình ảnh khái quát về quan hệ giữa các biến đầu vào và đáp ứng đầu ra, trong đó input1 tương ứng góc khớp, input2 - EMG_Q, input3 - EMG_H, output - mô men T_{EMG}.



Hình 10: hiển thị 3D quan hệ vào - ra

Các đồ thị trong hình 11 cho phép đánh giá một cách định lượng kết quả tính toán, trong đó (a) là đồ thị vẽ lại (để kiểm tra) bộ dữ liệu đầu vào (giống hình 8); (b) là đồ thị mô men khớp ban đầu (data) và kiểm tra (output). Sai số giữa đầu vào và đầu ra (Error) dưới 5% là chấp nhận được.



Hình 11: thông tin đầu vào (a) và kết quả tính toán (b)

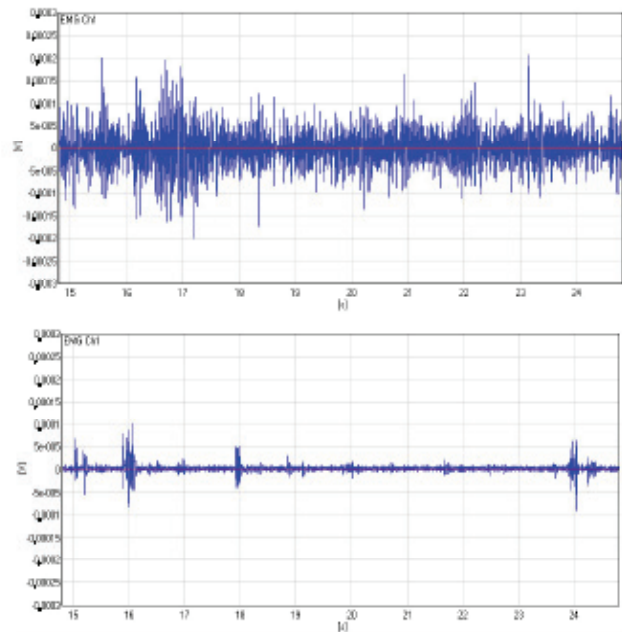
Bước 3: xuất kết quả cho bộ điều khiển động cơ. Bộ ANFIS cho ra mô men khớp T_{EMG} (xem lại hình 5a và hình 6). Đó là 100% giá trị mô men mà động cơ cần phải hỗ trợ nếu muốn tín hiệu EMG bằng 0. Tuy nhiên, trên thực tế, việc điều khiển có thể không đảm bảo sự đồng nhịp giữa robot với người. Vì vậy, cần cho phép người mang điều chỉnh mức độ hỗ trợ cho phù hợp. Hệ số hỗ trợ (*support ratio*) G quy định tỷ lệ giữa giá trị mô men hỗ trợ thực (T_s) và nhu cầu T_{EMG} (đo được từ sensor EMG).

$$T_s = G.T_{EMG} \quad (2)$$

Bộ điều khiển động cơ có nhiệm vụ đưa ra đáp ứng yêu cầu (I_M) của động cơ, để nó cho ra mô men khớp T_J, bám theo T_s. Ngoài động cơ điện, động cơ khí nén có thể được dùng, nhưng chỉ cho robot hỗ trợ người lành [1].

Kết quả ứng dụng

Hệ thống sensor EMG và thuật toán tính mô men khớp dựa trên tín hiệu EMG đã được thực hiện trên robot hỗ trợ người lành, đi bộ mang nặng là kết quả của 2 đề tài cấp nhà nước mà nhóm tác giả triển khai thực hiện. Kết quả thử nghiệm cho thấy tác dụng hỗ trợ là rõ rệt [1]. Hình 12 cho ví dụ so sánh tín hiệu EMG khi người đi bộ mang tải 15 kg trên lưng, có hỗ trợ (G=0,6) và không có hỗ trợ (G=0). Ta thấy, khi được robot hỗ trợ, cơ người gần như không phải sinh lực dù có mang vật nặng 15 kg trên lưng.



Hình 12: so sánh hiệu quả hỗ trợ của Exo

Kết luận

Trong bài báo này, những vấn đề cơ bản về cơ sinh học liên quan đến điều khiển robot - bộ xương ngoài đã được trình bày một cách khái quát. Giải pháp kỹ thuật được tập trung vào ứng dụng công cụ nơ ron mờ (ANFIS) để xác định mô men khớp trên cơ sở các thông tin về góc khớp và tín hiệu kích hoạt cơ tứ đầu đùi và cơ khoeo. Kết quả mô phỏng và thử nghiệm trên robot cho thấy giải pháp kỹ thuật là khả thi.

Tuy ưu điểm của EMG là rõ ràng, nhưng cũng cần phải chú thích thêm:

Thứ nhất, một điện cực chỉ có thể thu được tín hiệu ở một phần cơ gần nó nhất, đồng thời lại bị nhiễu bởi các cơ lân cận (hiện tượng cross-talking). Vì vậy, cần nhiều điện cực để có tín hiệu tin cậy hơn. Chúng tôi mới chỉ sắm được bộ tối thiểu có 2 điện cực nên kết quả chỉ có ý nghĩa phương pháp luận.

Thứ hai, các sensor sinh học, kể cả sensor điện não (EEG), điện nhãn (ENG) hay điện cơ (EMG) đều có nhược điểm là gây vướng víu bởi dây rợ và hệ xử lý. Tuy ngày nay đã xuất hiện kỹ thuật không dây, nhưng dùng thường xuyên vẫn gây nhiều phiền phức.

Thứ ba, các sensor điện sinh học sử dụng tín hiệu từ hệ thần kinh, nên chỉ tin cậy với người có hệ thần kinh lành mạnh (người lành, cụt chân). Chúng không được khuyến khích áp dụng cho Exo hỗ trợ người thiếu năng vận động có nguồn gốc từ hệ thần kinh, như đột quỵ, chấn thương tủy sống, bại não... Điều này là dễ hiểu và đã được khuyến cáo, ví dụ trong [10].

Lời cảm ơn

Nhóm nghiên cứu xin trân trọng cảm ơn Bộ KH&CN, Ban Chủ nhiệm Chương trình KC03/06-10 và KC03/11-15 đã hỗ trợ thực hiện các đề tài liên quan. Chúng tôi hy vọng còn có điều kiện nghiên cứu và trao đổi sâu hơn về chủ đề rất hấp dẫn này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Đào Văn Hiệp và nhóm nghiên cứu (2011), *Báo cáo tổng hợp khoa học công nghệ đề tài KC03.13/06-10*.
- [2] Đào Văn Hiệp và nhóm nghiên cứu (2015), *Báo cáo tổng hợp khoa học công nghệ đề tài KC03.12/11-15*.
- [3] Yamaguchi G.T (2001), *Dynamic Modeling of Musculoskeletal Motion A Vectorized Approach for Biomechanical Analysis in Three Dimensions*, Kluwer Academic Publishers.
- [4] Fleischer C, Wege A, Kondak K, Hommel G (2006), "Application of EMG Signals for Controlling Exoskeleton Robots", *Biomed Tech*, **Vol.51**, pp.314-319.
- [5] Mester G, A Rodić (2010), "Sensor - Based Intelligent Mobile Robot Navigation in Unknown Environments", *Int. J. of Electrical and Computer Engineering Systems* **1(2)**, pp.1-8.
- [6] Sun Y.P, Yen K.T, Liang Y.C, Wo L.N, Lu K.C (2013), "An EMG-Driven Model to Estimate Knee Joint Momen", *Life Science Journal*, **10(2)**, pp.249-253.
- [7] Yu S, Han C, Cho I (2014), "Design Consideration of a Lower Limb Exoskeleton System to Assist Walking and Load-Carrying of Infantry Soldiers", *Applied Bionics and Biomechanics*, **No.11**, pp.119-134.
- [8] Delsys (2009), *Bagnoli-2 EMG System User's Guide*.
- [9] Shalu G.K, Sivanandan K.S, Mohadas K.P (2012), "Fuzzy Logic and Probabilistic Neural Network for EMG Classification - A Comparative Study", *Int. J. of Engineering Research & Technology*, **1(5)**, pp.1-7.
- [10] Suzuki K, et al (2010), "Intention-Based Walking Support for Paraplegia Patients with Robot Suit HAL", *Climbing and Walking Robots*, In Tech.

Nghiên cứu hoàn thiện quy trình chế tạo modul và giải pháp nâng cao hiệu quả hệ thống điện mặt trời Si

Dương Ngọc Huyền^{1*}, Nguyễn Thùy Linh^{1,2}, Nguyễn Trọng Tùng¹
Lê Văn Truyền¹, Nguyễn Trường Minh³

¹Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

²Trường Đại học Phạm Văn Đồng

³Viện Nghiên cứu Chiến lược, Chính sách Công nghiệp, Bộ Công thương

Ngày nhận bài 9.3.2015, ngày chuyển phản biện 16.3.2015, ngày nhận phản biện 20.4.2015, ngày chấp nhận đăng 24.4.2015

Chế độ gia nhiệt ở nhiệt độ cao có thể rút ngắn được thời gian lưu hóa keo ethylene vinyl acetate (EVA), mở ra khả năng chế tạo hiệu quả và giảm giá thành modul pin mặt trời Si dưới 1,0 USD/Wp. Giá thành điện năng thấp nhất trong trường hợp hệ pin mặt trời nối lưới có thể dưới 0,15 USD/kWh ở điều kiện chiếu sáng trung bình, do đó có thể cạnh tranh được với điện lưới. Đối với hệ điện mặt trời độc lập, hiệu suất chuyển đổi phụ thuộc vào bộ phận tích trữ năng lượng. Kết nối hợp lý quá trình chuyển đổi trung gian theo chế độ phụ tải riêng biệt đã nâng cao hiệu suất, đưa giá thành điện năng của hệ điện mặt trời độc lập nhỏ tiếp cận với giá thành điện mặt trời nối lưới.

Từ khóa: EVA, hệ thống điện mặt trời, modul pin mặt trời.

Chỉ số phân loại 2.2

STUDY ON IMPROVEMENT OF SOLAR MODULE MAKING PROCEDURE AND EFFICIENCY ENHANCEMENT OF OFF-GRID SOLAR POWER SYSTEM

Summary

The decrease in the curing time of ethylene vinyl acetate (EVA) as a result of thermal treatment at high temperature effectively enables solar module production and reduces the module cost below 1.0 USD/Wp. As consequence, the possible minimum electricity cost in the case of the grid-tie solar system with medium illumination could be below 0.15 USD/kWh, which is comparable to that of normal grid.

With respect to off-grid solar system, the overall efficiency is mainly relied to the storage stage. A programmed bypass connection set up in a small off-grid solar system based on specific load has improved the efficiency, brought the electricity cost of the small off-grid system closer to that of the grid-tie system.

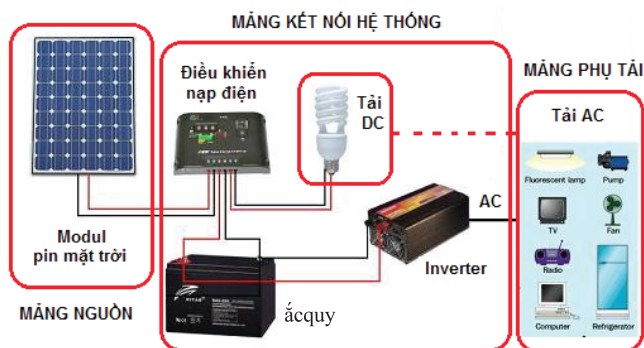
Keyword: EVA, solar module, solar power system.

Classification number 2.2

Đặt vấn đề

Một hệ thống biến đổi năng lượng mặt trời vừa phải đảm bảo thu được năng lượng tối đa từ pin mặt trời, vừa đảm bảo điều kiện hòa đồng bộ hệ thống với lưới điện khi điện áp lưới cũng như tải thay đổi. Bên cạnh đó, giá thành điện mặt trời hiện nay vẫn còn cao nên việc nâng cao hiệu suất phát điện của hệ thống điện mặt trời trở thành một vấn đề được quan tâm hàng đầu.

Về ứng dụng thực tế, một hệ thống điện mặt trời cơ bản gồm các thành phần chính sau (hình 1): mảng nguồn gồm các modul pin mặt trời; mảng kết nối hệ thống bao gồm các bộ phận điện



Hình 1: mô hình cơ bản của một hệ thống điện mặt trời

*Tác giả chính: Tel: 0912153128; Email: huyen.duongngoc@hust.edu.vn

tử liên quan đến điều khiển nạp, role đóng ngắt, bộ biến đổi điện và bộ phận tích trữ (acqury); mảng phụ tải. Dựa trên các cơ sở lập luận nêu trên, nhóm nghiên cứu đã đề xuất và được giao thực hiện đề tài cấp nhà nước mã số KC05.07/11-15: “Nghiên cứu, thiết kế và chế tạo hệ thống chiếu sáng thông minh, tiết kiệm năng lượng sử dụng điốt phát quang (LED) và nguồn cấp điện pin mặt trời” với mục đích nâng cao hiệu quả và cải thiện hoạt động của 3 mảng nêu trên.

Nội dung nghiên cứu

Đối với quy trình chế tạo modul pin mặt trời

Pin mặt trời là những thiết bị biến đổi trực tiếp năng lượng ánh sáng thành điện năng được chế tạo từ vật liệu bán dẫn có vùng cấm hẹp [trong khoảng 1,0-2,0 eV như Si, CdTe, GaAs, CZSS (Cu/Zn/Sn/S), CIS (Cu/In/S), CIGS (Cu/In/Ga/S), CSS (Cu/Sn/S)... hay hữu cơ/polyme bán dẫn (CPs)...] [1]. Theo đặc điểm vật liệu và phương pháp chế tạo, pin mặt trời có thể được phân loại theo công nghệ Si tinh thể và màng mỏng; trong đó, pin mặt trời Si tinh thể đang phổ biến nhất trên thị trường hiện nay (chiếm khoảng 90%) [2-5]. Ưu thế của pin mặt trời Si là có thể duy trì trong một thời gian dài do sự sẵn có của vật liệu và sự hoàn thiện của phương pháp chế tạo, gia công tinh thể Si thừa hưởng từ công nghệ điện tử.

Tìm điều kiện ép gia nhiệt thích hợp cho EVA (vật liệu kết nối các thành phần của modul) là thông số cơ bản để hợp lý hóa quy trình chế tạo, nâng cao chất lượng modul. Trong nghiên cứu này, phương pháp phân tích nhiệt vi sai DSC và phương pháp hòa tan dung môi được sử dụng để tìm ra chế độ gia nhiệt phù hợp cho từng loại EVA chuyên dụng cho việc chế tạo modul pin mặt trời.

Giải pháp nâng cao hiệu quả của hệ thống điện mặt trời

Trên cơ sở phân tích đặc điểm của các bộ phận cơ bản trong hệ thống điện mặt trời, đề tài đã đề ra mục tiêu tích hợp hệ thống chiếu sáng modul đèn LED và pin mặt trời một cách linh hoạt theo phương thức hoạt động độc lập hoặc nối lưới dự phòng.

Thiết bị thí nghiệm gồm các hệ hàn điện có điều khiển nhiệt độ, máy ép chân không gia nhiệt, thiết bị phân tích nhiệt vi sai.

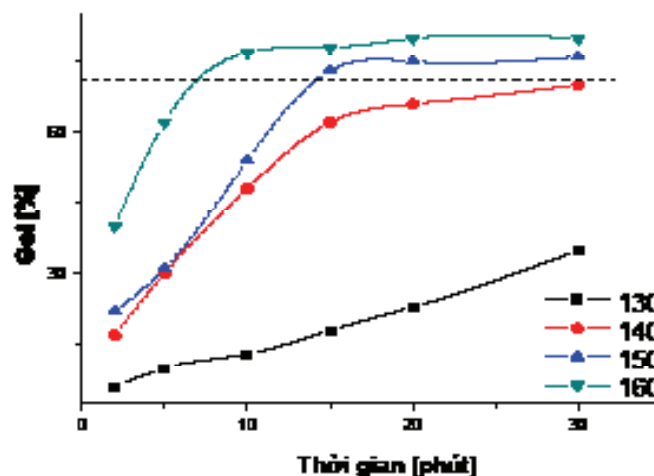
Kết quả và thảo luận

Sau khi tiến hành nghiên cứu, thực nghiệm và ứng dụng các vấn đề nghiên cứu nêu trên trong việc lắp đặt một hệ thống điện mặt trời trong thực tế, chúng tôi đưa

ra một số kết quả sau:

Đối với quy trình chế tạo modul pin mặt trời

Trong quy trình chế tạo modul pin mặt trời bằng phương pháp gia nhiệt, các phiến pin mặt trời Si được kẹp giữa các tấm EVA, sau đó được gia nhiệt và ép trong môi trường chân không. Dưới tác dụng của nhiệt, vật liệu EVA sẽ nóng chảy và kết nối mạch tạo thành keo. Tùy theo chế độ gia nhiệt, tỷ lệ keo EVA (độ lưu hóa) thay đổi như hình 2. Ngoài ra, các thành phần phụ gia được bổ sung kết hợp với keo EVA sẽ làm tăng tính chất cơ lý và khả năng chịu đựng của EVA.



Hình 2: độ lưu hóa xác định theo phương pháp hòa tan

Hình 2 cho thấy, khi gia nhiệt ở nhiệt độ cao hơn 130°C, sự kết nối mạch xảy ra và quá trình tạo keo (lưu hóa) bắt đầu xảy ra trong vật liệu EVA. Độ lưu hóa phụ thuộc vào thời gian và nhiệt độ, nhiệt độ càng cao thì độ lưu hóa xảy ra càng nhanh. Tuy nhiên, độ chảy lỏng của EVA cũng tăng theo, làm giảm chất lượng của modul. Kết quả xác định tỷ lệ gel EVA bằng phương pháp hòa tan dung môi được so sánh với nhiệt chuyển pha xác định bằng phương pháp phân tích nhiệt DSC cho biết điều kiện thích hợp để chế tạo modul pin mặt trời tương ứng với nhiệt độ 140-150°C và thời gian trong khoảng 15-30 phút. Với điều kiện gia nhiệt như vậy, độ lưu hóa của EVA được xác định trong khoảng 60-85%. Trong khuôn khổ của đề tài KC05.07/11-15, các modul pin mặt trời được chế tạo thử nghiệm với các chế độ gia nhiệt 140°C (30 phút) và 150°C (15 phút) đều đảm bảo tiêu chuẩn kỹ thuật và đã được kiểm nghiệm thực tế. Như vậy, việc lựa chọn chế độ gia nhiệt phù hợp có thể rút ngắn được thời gian chế tạo modul 20-30% và cho phép chủ động thay đổi quy trình một cách hợp lý. Dựa

vào kết quả đạt được, nhóm nghiên cứu đang phối hợp cùng Công ty Cổ phần ESOL Việt Nam đề xuất dự án hoàn thiện dây chuyền chế tạo modul pin mặt trời công suất 60 MW nhằm cung cấp cho nhu cầu trong nước và xuất khẩu.

Giải pháp nâng cao hiệu quả của hệ thống điện mặt trời

Để đánh giá hiệu quả của hệ thống điện mặt trời một cách toàn diện, cần có sự đánh giá trên cả hai phương diện kỹ thuật và kinh tế.

Trên phương diện năng lượng, từ mô hình cơ bản của hệ thống điện mặt trời ta có thể nhận thấy các bộ phận của mảng kết nối hệ thống liên quan đến các quá trình biến đổi năng lượng (quang điện, điện hóa, DC-DC và DC-AC)... do đó điện năng nhận được từ modul pin mặt trời sẽ giảm dần sau mỗi quá trình chuyển đổi. Số quá trình chuyển đổi càng nhiều thì hiệu suất sử dụng của hệ giảm càng lớn. Như vậy, để tăng hiệu quả sử dụng điện của hệ thống cần giảm tối đa các quá trình trung gian. Trên cơ sở tính toán hiệu suất chuyển đổi của hệ thống, cách tiếp cận của đề tài là điều chỉnh linh hoạt chế độ kết nối theo điều kiện phụ tải với các giải pháp sau:

- Biến đổi điện mặt trời thành điện xoay chiều trực tiếp hòa lưới.
- Chọn phụ tải sử dụng điện một chiều trực tiếp như đèn LED không qua bộ inverter trung gian.
- Chọn phụ tải hoạt động ban ngày như công sở, trường học để sử dụng điện mặt trời một cách trực tiếp qua inverter mà không cần bộ tích trữ ắc quy nhằm giảm quá trình biến đổi điện hóa.
- Kết hợp điện mặt trời độc lập và nối lưới dự phòng nhằm bổ sung điện năng cho phụ tải để giảm điện năng tích trữ bằng quá trình biến đổi điện hóa.
- Sử dụng linh hoạt các bộ inverter DC/AC có cài đặt chế độ điều khiển nạp và điều chỉnh đóng/ngắt theo bộ tích trữ và phụ tải.

Xét về phương diện kinh tế, giá thành điện năng là yếu tố cơ bản để đánh giá tính hiệu quả của hệ thống. Một cách tổng quan, giá thành điện năng được tính theo giá đầu tư, giá nhiên liệu, vận hành và sửa chữa, bảo dưỡng tính cho một chu kỳ hoạt động của thiết bị [6]:

$$Giá = \frac{PVA}{\sum_{t=1}^n (DN)} \quad (1)$$

Trong đó:

$$PVA = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t}$$

$$CF = \sum_{t=1}^n CF_t = \sum_{t=1}^n (ĐT + NL + VH)$$

ĐT, NL, VH và DN lần lượt là kinh phí đầu tư, nhiên liệu, vận hành (sửa chữa, bảo dưỡng) và điện năng (KWh) hàng năm trong chu kỳ hoạt động n năm của thiết bị, CF_t là chi phí đầu tư năm thứ t, i là lãi suất chiết khấu hàng năm (%/năm).

Từ công thức (1) ta nhận thấy, nếu một trong các chi phí trên giảm sẽ kéo theo giá thành điện năng giảm. Áp dụng thử nghiệm cho hệ thống điện mặt trời theo các hình thức hoạt động khác nhau (độc lập, độc lập có nối lưới dự phòng, trực tiếp nối lưới) với các số liệu đã khảo sát kết hợp với các biện pháp được đề xuất ở trên cho các kết quả tính toán như sau:

Đối với hệ nối lưới trực tiếp (grid-tie), do không cần các bộ phận trung gian (bộ biến đổi, bộ điều khiển nạp và bộ tích trữ) hiệu suất sử dụng năng lượng là cực đại (~100%). Tổng đầu tư tính theo công thức (1) khoảng 2,0 USD/Wp, chi phí hàng năm (tính theo khấu hao thiết bị hàng năm [7]) thì giá thành điện năng dưới 0,1 USD/kWh (~ 0,04 USD/kWh) trong điều kiện chiếu sáng ước lượng 1600 h/năm ở miền Bắc. Trong điều kiện chiếu sáng 2000 h/năm ở miền Nam thì giá thành có thể thấp hơn. Tuy nhiên, hệ nối lưới trực tiếp lại không hoạt động được khi không có điện lưới hay khi không có nguồn bức xạ (chẳng hạn vào ban đêm). Đối với hệ pin mặt trời hoạt động độc lập (off-grid), nếu tích hợp đầy đủ các bộ biến đổi, bộ điều khiển nạp và bộ tích trữ thì hiệu suất sử dụng năng lượng là cực tiểu (~60%). Giá thành điện năng của hệ độc lập do đó tăng lên khoảng 0,08 USD/kWh (do thành phần đầu tư tăng lên ~4,0 USD/Wp trong khi điện năng giảm 40%). Như vậy, giá thành điện năng phụ thuộc rất nhiều vào hiệu quả của mảng kết nối hệ thống, trong đó chủ yếu là bộ tích trữ năng lượng.

Từ cơ sở phân tích trên đây, giải pháp mà nhóm nghiên cứu đề xuất và thực hiện là giảm tối đa quá trình chuyển đổi trung gian dựa trên 2 cách tiếp cận: 1) lựa chọn phụ tải thích hợp, đồng thời điều chỉnh linh hoạt chế độ kết nối nhằm mục đích sử dụng tối đa nguồn

điện từ hệ pin mặt trời và 2) đảm bảo độ tin cậy của hệ thống. Giải pháp hướng đến hệ thống với các tiêu chí sau:

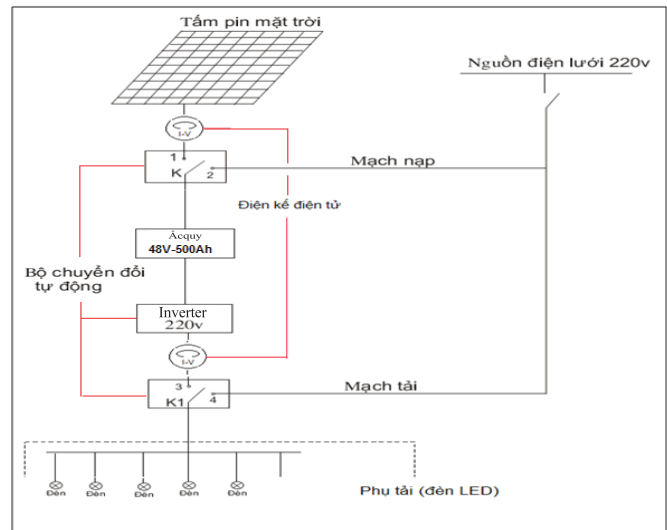
Lựa chọn phụ tải thích hợp: phụ tải bao gồm đèn chiếu sáng và tải sử dụng điện 220 VAC. Phụ tải là đèn chiếu sáng sử dụng đèn LED để tăng tối đa hiệu suất sử dụng điện mặt trời. Phụ tải sử dụng điện 220 VAC cần tích hợp thêm thiết bị inverter để chuyển nguồn DC của pin thành nguồn sin chuẩn 220 VAC. Vì lý do hiệu suất, phụ tải chiếu sáng được ưu tiên hơn.

Đảm bảo hệ thống hoạt động được trong mọi điều kiện: sử dụng nguồn dự phòng là điện lưới, khi hệ pin mặt trời không cung cấp đủ công suất hoạt động cho tải thì hệ thống tự động chuyển mạch tải về lưới điện.

Sử dụng ắc quy để tích trữ năng lượng dư thừa: đối với các hệ thống yêu cầu bắt buộc phải có nguồn dự phòng khi mất điện lưới, hệ thống cần tích hợp thêm thiết bị nạp ắc quy. Đối với hệ thống hướng đến tiêu chí khai thác điện mặt trời, ắc quy được sử dụng để tích trữ năng lượng dư thừa không dùng hết và do đó có thể không cần thiết bị nạp.

Giám sát công suất cực đại có thể cung cấp bởi hệ pin mặt trời: công suất của pin thay đổi theo điều kiện chiếu sáng. Để khai thác năng lượng mặt trời tối ưu, công suất này cần được đo theo thời gian thực (thông qua đo cường độ bức xạ mặt trời bằng cảm biến quang đặt cùng vị trí lắp đặt pin) và được phân phối tới các phụ tải bằng bộ chuyển đổi tự động được lập trình một cách tối ưu nhất: công suất cho phụ tải chiếu sáng LED sử dụng trực tiếp nguồn DC từ pin; công suất cho phụ tải dùng điện 220 VAC, sử dụng qua inverter; và công suất để nạp ắc quy. Trong trường hợp công suất điện từ pin mặt trời không dùng hết, năng lượng dư thừa sẽ được nạp vào ắc quy để sử dụng sau.

Bộ chuyển đổi tự động được lập trình linh hoạt theo nguyên tắc sau: giám sát công suất cực đại P_s của pin qua cảm biến cường độ sáng lắp đặt cùng vị trí với hệ pin. Trong trường hợp công suất P_s đủ đáp ứng phụ tải, dòng điện DC từ pin được nối tắt tới phụ tải LED, phụ tải 220 VAC được nối qua inverter, công suất dư được nạp cho ắc quy. Trong trường hợp công suất P_s nhỏ hơn công suất tiêu thụ của phụ tải LED, phụ tải 220 VAC, phần công suất thiếu hụt có thể bù bởi ắc quy, nếu ắc quy không đủ đáp ứng thì phụ tải được nối tới điện lưới, còn công suất điện mặt trời được nạp cho ắc quy.



Hình 3: sơ đồ khối của hệ thống điện mặt trời có nối lưới dự phòng

Bộ chuyển đổi tự động được lập trình ưu tiên sử dụng trực tiếp điện mặt trời một cách tối đa và giảm dung lượng của bộ tích trữ đến mức tối thiểu, sẽ tự động nối tắt các bộ phận điều khiển nạp, tích trữ và inverter để dòng điện từ pin mặt trời sang mạch tải một cách linh hoạt khi sử dụng điện mặt trời trực tiếp (hình 3), do chi phí cho phần tích trữ giảm nên giá thành điện năng cũng giảm theo. Bộ kết nối linh hoạt được áp dụng cho hệ chiếu sáng đèn LED bằng pin mặt trời đã được lắp đặt tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội và Bộ KH&CN, giúp làm tăng hiệu suất kết nối của hệ độc lập khoảng 80% và giảm một nửa hệ thống tích trữ. Giá thành điện năng ước tính giảm 50% so với giá thành của nguồn độc lập. Do đó, mặc dù giá thành còn cao nhưng hệ kết nối lưới dự phòng (như hình 3) có thể là giải pháp gia tăng độ tin cậy cho hệ độc lập.

Kết luận

Việc hoàn thiện chế độ gia nhiệt trong phương pháp Laminator mở ra khả năng chế tạo hiệu quả modul pin mặt trời Si. Với giá modul dưới 1,0 USD/Wp, giá hệ thống dưới 2,0 USD/Wp, giá thành điện mặt trời trực tiếp hòa lưới có thể nhỏ hơn 0,1 USD/kWh (với thời gian nắng bình quân 1600 h/năm ở miền Bắc và thời gian nắng bình quân 2000 h/năm ở miền Nam). Như vậy, khi được hòa lưới, điện mặt trời có thể cạnh tranh với các nguồn điện khác ngay tại Việt Nam [8].

Tuy nhiên, đối với hệ điện mặt trời độc lập, giá thành phụ thuộc rất lớn vào hiệu quả của hệ thống kết nối. Với điều kiện chuyển đổi thông qua bộ tích trữ trung gian (ắc quy), hiệu suất của hệ thống điện mặt trời độc lập là thấp nhất, giá thành điện năng khoảng

0,08 USD/kWh. Khi nối lưới dự phòng, một phần bộ tích trữ trung gian có thể được giảm bớt, hiệu suất của hệ điện mặt trời tăng lên, đưa giá thành điện năng tiếp cận được giá thành điện năng hòa lưới trực tiếp. Tại những địa điểm có điện lưới, hệ thống điện mặt trời hòa lưới trực tiếp hoặc nối lưới dự phòng có thể là giải pháp bù điện năng cho lưới điện.

Với giá thành điện năng hiện tại, hệ điện mặt trời độc lập còn cao hơn so với giá thành điện lưới. Tuy nhiên, xét về phương diện kinh tế - xã hội, hệ thống điện mặt trời độc lập có ý nghĩa lớn khi tiến hành lắp đặt ở các địa phương vùng sâu, vùng xa... hoặc kết nối lưới điện khó khăn. Giải pháp kết nối hợp lý quá trình trung gian theo chế độ phụ tải được đề xuất trong đề tài KC05.07/11-15 đã làm tăng hiệu suất chuyển đổi và do đó làm giảm giá thành điện năng của hệ điện mặt trời độc lập.

Lời cảm ơn

Nhóm nghiên cứu trân trọng cảm ơn sự hỗ trợ về mặt kinh phí của Chương trình KH&CN trọng điểm cấp nhà nước giai đoạn 2011-2015: Nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ năng lượng (mã số KC05/11-15).

Tài liệu tham khảo

- [1] John Wiley & Sons Ltd (Edited by A Luque and S Hegedus) (2003), *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*.
- [2] M Bazilian, I Onyeji, M Liebreich, I MacGill, J Chase, J Shah, D Gielen (2013), “Re-considering the Economics of Photovoltaic power”, *Renewable Energy*, **53**.
- [3] Alan Goodrich, Peter Hacke, Qi Wang, Bhushan Sopori, Robert Margolis, Ted L James, Michael Wood House (2013), “A wafer-based monocrystalline silicon photovoltaics roadmap: Utilizing known technology improvement opportunities for further reductions in manufacturing costs”, *Solar Energy Materials & Solar Cells*, **114**, pp.110-135.
- [4] International Energy Agency (2014), *Technology Roadmap: Solar Photovoltaic Energy*.
- [5] Tatsuo Saga, NPG Asia Mater (2010), *Advances in crystalline silicon solar cell technology for industrial mass production*, pp.96-102.
- [6] Department of Energy, USA (2010), *2008 Solar Technology Market Report*.
- [7] Thông tư số 45/2013/TT-BTC ngày 25.4.2013 của Bộ Tài chính về hướng dẫn chế độ quản lý, sử dụng và trích khấu hao tài sản cố định.
- [8] Quyết định số 8440/QĐ-BCT ngày 15.11.2013 của Bộ Công thương ban hành khung giá phát điện năm 2013.

Nghiên cứu sản xuất bả dạng gel diệt gián Mỹ

Trịnh Văn Hạnh^{1*}, Nguyễn Thúy Hiền¹, Đỗ Tiến Mạnh¹

Lê Quang Thịnh¹ Trần Thu Huyền¹, Trương Thị Hồng Nhung²

¹Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình

²Công ty TNHH MTV Đầu tư và Phát triển nông nghiệp Hà Nội

Ngày nhận bài 11.6.2015, ngày chuyển phản biện 15.6.2015, ngày nhận phản biện 24.7.2015, ngày chấp nhận đăng 28.7.2015

Nguyên liệu sử dụng làm bả gel diệt gián Mỹ (*Periplaneta americana* L.) trong nghiên cứu này gồm hỗn hợp chất nền (tinh bột biến tính + mật ong + phụ gia), gelatin và hoạt chất fipronil. Tỷ lệ thành phần các chất trong bả gel gồm: 99,9% công thức chất nền đã tạo gel và 0,1% fipronil. Bả gel nghiên cứu đạt hiệu quả diệt gián Mỹ 100% trong điều kiện phòng thí nghiệm sau 30 giờ. Tỷ lệ gián Mỹ suy giảm đạt 90,5% sau 4 tuần xử lý trong điều kiện hiện trường. Sau 3 tháng bảo quản trong điều kiện thường (tính từ ngày sản xuất), bả gel không bị hỏng và vẫn giữ được hiệu lực diệt gián Mỹ đạt 84,4%.

Từ khóa: bả gel diệt gián, gián Mỹ.

Chỉ số phân loại 2.4

RESEARCH ON MANUFACTURING GEL BAIT TO CONTROL AMERICAN COCKROACH (*PERIPLANETA AMERICANA* L.)

Summary

Materials using in this study include a mixed compound (starch, honey, food additives...), gelatine and active ingredient (Fipronil). The proportion of cockroach gel bait is: 99.9% gel bait substrate and 0.1% Fipronil. The effect of this gel bait has reached to 100% for controlling Americana Cockroach in the laboratory by 30 hours; and the ratio of American Cockroach decline has reached a peak at 90.5% in field conditions for four weeks. After three-month protection in the air, this gel bait keeps steadily its activation at 84.4%.

Keywords: cockroach gel bait, *Periplaneta americana*.

Classification number 2.4

Mở đầu

Gián nhà được xem là một trong những loài côn trùng gây hại đối với đời sống và sức khỏe của con người. Một trong số các loài gián nhà phổ biến trên thế giới và ở nước ta là gián Mỹ (*Periplaneta americana* L.). Gián Mỹ có khả năng thích nghi dễ dàng với điều kiện biến đổi của khí hậu và sinh sống gần với môi trường sống của con người. Chúng sống thành đàn và thường hoạt động vào ban đêm, gặm nhấm thức ăn, đồ đạc, gây mất vệ sinh thực phẩm, cắn rách quần áo, giấy tờ... và có thể lây truyền các bệnh đường ruột cho con người [1].

Có nhiều biện pháp để phòng ngừa và xử lý gián Mỹ như các biện pháp truyền thống (dùng băng phiến, vệ sinh môi trường sạch sẽ), biện pháp cơ học (bắt giết) và biện pháp hóa học (dùng các loại bả, thuốc phun xịt...). Trong đó, biện pháp diệt gián bằng các loại bả đã được nghiên cứu thành công và ứng dụng rộng rãi ở một số nước tiên tiến trên thế giới. Biện pháp này khắc phục được các nhược điểm (mùi hóa chất khó chịu, ảnh hưởng tới sức khỏe của con người...) mà các phương pháp hóa học khác gây ra và đem lại hiệu quả diệt gián cao hơn. So với các loại bả dạng bột, hạt, viên..., bả gel đã được chứng minh rất thuận tiện trong việc sử dụng và có hiệu quả cao trong việc hạn chế gián Mỹ [2, 3]. Đặc biệt, bả gel được sử dụng có chọn lựa tại những vùng nhạy cảm như các khu vực chuẩn bị thức ăn (nhà bếp), bệnh viện, khách sạn và trường mẫu giáo [1].

Hiện nay ở Việt Nam, biện pháp phòng trừ và kiểm soát gián Mỹ chủ yếu vẫn sử dụng hóa chất độc để phun, xịt. Việc sử dụng bả mới ở giai đoạn bắt đầu,

*Tác giả chính: Email: tvhanh237@gmail.com

còn nhiều hạn chế do phải nhập các sản phẩm của nước ngoài có giá thành cao và thường không sẵn có. Chính vì vậy, nghiên cứu của chúng tôi được tiến hành với mục tiêu tạo ra một loại bã dạng gel có hiệu quả diệt gián Mỹ cao, sử dụng thuận tiện và giá thành rẻ, phù hợp với điều kiện tại các khu vực đông dân cư và khu đô thị.

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Điều tra, thu thập mẫu gián Mỹ được tiến hành tại các nhà dân thuộc 3 khu đô thị Linh Đàm, Việt Hưng và Mỹ Đình (Hà Nội).

Phân tích mẫu, chế tạo và thử nghiệm bã được tiến hành tại Phòng thí nghiệm của Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

Nghiên cứu lựa chọn hỗn hợp chất nền làm bã diệt gián Mỹ dạng gel

Thí nghiệm 1: lựa chọn chất nền đơn làm bã dạng gel theo mức độ gián Mỹ ưa thích.

Dựa trên tài liệu công bố của H Nasirian (2008) [3], Bell và Adiyodi (1981) [4] lựa chọn 3 nguồn thức ăn gián Mỹ ưa thích: 50 g tinh bột biến tính (bánh mỳ khô), 50 g protein thực vật (bơ đậu phộng), 50 g protein động vật (giò chín). Thí nghiệm được bố trí theo El-Sharabasy và cộng sự (2014) [5], có cải tiến để phù hợp với điều kiện thí nghiệm. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

Thí nghiệm 2: thử nghiệm công thức phối trộn (CTPT) chất nền đơn với một số chất bổ trợ để tạo chất nền dạng gel làm bã diệt gián Mỹ.

Từ kết quả của thí nghiệm 1, chất nền ưa thích của gián Mỹ được phối trộn với mật ong và phụ gia theo 3 tỷ lệ khác nhau: CTPT1: 80% chất nền đơn + 10% mật ong + 10% phụ gia, CTPT2: 70% chất nền đơn + 20% mật ong + 10% phụ gia, CTPT3: 60% chất nền đơn + 30% mật ong + 10% phụ gia. Thí nghiệm được bố trí theo El-Sharabasy và cộng sự (2014) [5], có cải tiến để phù hợp với điều kiện thí nghiệm. Các thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

Nghiên cứu công thức gel (CTG) với hỗn hợp chất nền để làm bã diệt gián Mỹ

Dựa trên tài liệu công bố của Lê Ngọc Tú (2003) [6], tiến hành lựa chọn 3 loại phụ gia tạo gel gồm: xanthan gum, gelatine, polyphosphat. Bố trí thí nghiệm: CTG1 (hỗn hợp chất nền nghiên cứu + 5% xanthan gum), CTG2 (hỗn hợp chất nền nghiên cứu + 5% gelatin), CTG3 (hỗn hợp chất nền nghiên cứu + 5% polyphosphat). Đánh giá chỉ tiêu (màu sắc, thời gian lưu trữ...), thử nghiệm công thức gel với các cá thể gián Mỹ theo phương pháp của El-Sharabasy và cộng sự (2014) [5].

Nghiên cứu lựa chọn hoạt chất sử dụng làm bã gel diệt gián Mỹ

Lựa chọn 3 loại hoạt chất fipronil, sulfluramid, indoxacarb với các nồng độ tương ứng 0,1; 1 và 0,5% sử dụng làm bã diệt gián Mỹ [3, 7]. Trộn từng hoạt chất với công thức gel thích hợp đã nghiên cứu ở trên. Bố trí thí nghiệm theo Appel và cộng sự (2000) [8]. Hiệu lực diệt gián Mỹ trong điều kiện phòng thí nghiệm được tính theo công thức Abbott (1925) [9].

Đánh giá hiệu lực của bã gel theo thời gian bảo quản

Bảo quản bã trong điều kiện lạnh (5°C). Thử nghiệm hiệu lực của bã sau thời gian bảo quản 1, 2 và 3 tháng. Mỗi thí nghiệm có 15 cá thể gián, theo dõi trong 40 giờ và lặp lại 3 lần. Kết quả tính theo công thức Abbott (1925) [9].

Xử lý và phân tích số liệu nghiên cứu

Xác định thời gian gây chết trung bình (Median Lethal Time - LT50) bằng phần mềm IBM SPSS Statistics 21; xử lý và tính toán số liệu bằng Excel 2010.

Kết quả và thảo luận

Lựa chọn hỗn hợp chất nền làm bã dạng gel diệt gián Mỹ

Lựa chọn chất nền đơn làm bã dạng gel diệt gián Mỹ: kết quả khai thác chất nền đơn của gián Mỹ được thể hiện trong bảng 1. Kiểm định kết quả bằng hàm T-test trong Microsoft Excel cho thấy, công thức chất nền (CTCN) 3 có sự sai khác có ý nghĩa với CTCN1 và CTCN2 ($p_{1-3} < 0,05$ và $p_{2-3} < 0,05$), trong khi đó giữa CTCN1 và CTCN2 không có sự sai khác có ý nghĩa. Bên cạnh đó, thời gian gián Mỹ tới khai thác thức ăn ở CTCN3 cũng nhanh hơn so với 2 công thức còn lại. Kết quả này phù hợp với những nghiên cứu của H Nasirian (2008) [3], Bell và Adiyodi (1981) [4]. Do vậy, chúng tôi tiến hành lựa chọn chất nền đơn là tinh bột biến tính cho các nghiên cứu tiếp theo.

Bảng 1: mức độ khai thác chất nền đơn của gián Mỹ

CTCN	Lượng thức ăn gián Mỹ khai thác (g)				Độ tin cậy (p)
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình	
CTCN1	20,9	21,5	22,7	21,7 ± 0,5	$p_{1-2} > 0,05$
CTCN2	23,5	22,7	23,1	23,1 ± 0,2	$p_{2-3} < 0,05$
CTCN3	25,7	26,5	26,8	26,3 ± 0,3	$p_{1-3} < 0,05$

Lựa chọn CTPT chất nền đơn với một số chất bổ trợ để tạo chất nền dạng gel làm bã diệt gián Mỹ: với chất nền đơn là bánh mỳ (tinh bột biến tính) đã lựa chọn được ở thí nghiệm 1, chúng tôi phối trộn với mật ong và

phụ gia theo các tỷ lệ khác nhau và tiến hành thử nghiệm. Kết quả cho thấy, CTPT3 được gián Mỹ khai thác nhiều nhất, đạt giá trị $27,3 \pm 0,1$ g và ít nhất là ở CTPT2 với giá trị $25,9 \pm 0,3$ g (bảng 2). Kiểm định kết quả bằng hàm T-test trong Microsoft Excel cho thấy, CTPT1 và CTPT2 không có sự sai khác có ý nghĩa ($p_{1,2} > 0,05$) trong khi CTPT3 có sự sai khác có ý nghĩa đối với 2 công thức còn lại ($p_{1,3} < 0,05$ và $p_{2,3} < 0,05$).

Bảng 2: mức độ gián Mỹ khai thác chất nền đã phối trộn

CTPT	Lượng thức ăn gián Mỹ khai thác (g)				Độ tin cậy (p)
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình	
CTPT1	26,5	26,2	25,8	$26,2 \pm 0,2$	$p_{1,2} > 0,05$
CTPT2	25,9	26,5	25,3	$25,9 \pm 0,3$	$p_{2,3} < 0,05$
CTPT3	27,1	27,6	27,3	$27,3 \pm 0,2$	$p_{1,3} < 0,05$

Như vậy, hỗn hợp chất nền tối ưu dùng trong nghiên cứu bà diệt gián Mỹ dạng gel là CTPT3 với tỷ lệ thành phần chất nền đơn (60%), mật ong (30%) và các chất phụ gia (10%).

Tạo lập các CTG làm bà diệt gián Mỹ

Dựa trên tài liệu của về phương pháp tạo gel trong thực phẩm của Lê Ngọc Tú (2003) [6], chúng tôi lựa chọn 3 loại phụ gia tạo gel (xanthan gum, gelatin và polyphosphat) kết hợp với CTCN đã nghiên cứu ở các thí nghiệm trước. Thành phần phối trộn trong 100 g CTG gồm: 26,4 (g) tinh bột biến tính + 13,2 (ml) mật ong + 50 (ml) nước + 5,4 (ml) dầu ăn + 5 (g) phụ gia tạo gel. Sản phẩm tạo ra được đánh giá chất lượng dựa trên các tiêu chí: màu sắc, độ ẩm, thời gian lưu trữ trong điều kiện thường và điều kiện lạnh (5°C)...

Cả 3 loại phụ gia đều tạo ra được những sản phẩm gel có màu sắc và độ bóng mịn cao. Tuy nhiên, sau thời gian lưu giữ ở điều kiện thường và điều kiện 5°C , chất lượng gel tạo thành có sự khác biệt ở các công thức (bảng 3). Gel được tạo ra từ phụ gia xanthan gum và polyphosphat bị khô sau thời gian tối đa 3 và 5 ngày. Trong khi đó, sản phẩm gel được tạo ra từ phụ gia gelatine vẫn giữ được độ sánh và bóng mịn sau thời gian trên 7 ngày.

Bảng 3: chỉ tiêu đánh giá với các CTG nghiên cứu

CTG	Chỉ tiêu đánh giá			Thời gian lưu giữ (ngày)	
	Màu sắc	Độ ẩm %	Chất lượng gel	Nhiệt độ thường	5°C
CTG1	Trắng củ đậu	78	Bóng, mịn	2-3	45-50
CTG2	Trắng củ đậu	82	Bóng, mịn và sánh	10-12	> 90
CTG3	Trắng củ đậu	80	Bóng, mịn	4-5	60

Sau 3 ngày thử nghiệm, chúng tôi nhận thấy lượng thức ăn được gián Mỹ sử dụng dao động trong khoảng 13,1 g (đối với CTG2 và CTG1) tới 13,3 g đối với CTG3 (bảng 4). Kiểm định kết quả thu được bằng

hàm T-test trong Microsoft Excel, độ tin cậy p khi so sánh các CTG khác nhau đều có giá trị lớn hơn 0,05, mặc dù lượng thức ăn mà gián Mỹ tiêu thụ tại CTG polyphosphat là lớn nhất. Điều đó cho thấy, lượng thức ăn tiêu thụ của gián Mỹ ở 3 CTG nghiên cứu không có sự sai khác có ý nghĩa.

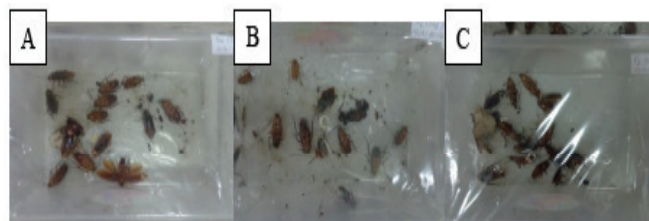
Bảng 4: mức độ sử dụng các sản phẩm gel của gián Mỹ

CTG	Lượng thức ăn gián Mỹ sử dụng (g)				Độ tin cậy (p)
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình	
CTG1	13,3	12,9	13	$13,1 \pm 0,12$	$p_{1,2} > 0,05$
CTG2	13	13,1	13,1	$13,1 \pm 0,03$	$p_{1,3} > 0,05$
CTG3	13,4	13,3	13,2	$13,3 \pm 0,06$	$p_{2,3} > 0,05$

Từ các kết quả trên, chúng tôi nhận thấy mặc dù thời gian gián Mỹ xuất hiện tại vị trí đặt các CTG và lượng thức ăn tiêu thụ tại các công thức là như nhau, nhưng yếu tố quyết định của sản phẩm tạo ra là phải giữ được chất lượng sau quá trình bảo quản. Dựa trên tài liệu của Lê Ngọc Tú (2003) [6], kết hợp với kết quả phân tích, đánh giá thu được, chúng tôi tiến hành lựa chọn phụ gia hợp lý nhất dùng trong sản xuất bà diệt gián dạng gel là gelatin.

Lựa chọn hoạt chất sử dụng làm bà gel diệt gián Mỹ

Sau khi tiến hành xử lý gián Mỹ bằng bà có chứa các hoạt chất nghiên cứu, hiệu lực của bà sulfluramid, indoxacarb và fipronil đạt 100% tương ứng với 72, 60 và 36 giờ thử nghiệm. Tại các thời điểm đầu tiên (sau 6 và 12 giờ), bà fipronil cho thấy hiệu lực diệt gián Mỹ cao, số gián chết sau 6 giờ là 5 cá thể và sau 12 giờ số lượng này đã đạt tới 18 cá thể (hiệu lực diệt đạt 30%). Trong khi đó, hiệu lực diệt gián với bà hoạt chất sulfluramid là 0% sau 12 giờ và đối với bà indoxacarb đạt hiệu lực rất thấp sau 12 giờ (6,7%). Hiệu lực diệt gián cao sau những giờ đầu tiên có ý nghĩa rất quan trọng trong quá trình thử nghiệm ngoài hiện trường bởi trong quá trình tìm kiếm thức ăn, không phải cá thể gián nào cũng tiếp xúc và khai thác bà trực tiếp. Khi một số cá thể khai thác bà và bị chết tại tổ hoặc trong quá trình quay trở về tổ, bản thân xác gián chết sẽ bị đồng loại của mình tiêu thụ. Chính hình thức lây nhiễm thứ cấp như vậy sẽ làm tăng hiệu quả diệt của bà.



Hình 1: hình ảnh gián Mỹ chết sau khi xử lý 72 giờ của 3 loại bà: bà sulfuramid (A), bà indoxacarb (B), bà fipronil (C)

Bảng 5 biểu thị thời gian gây chết trung bình (LT50) các cá thể gián Mỹ. Kết quả cho thấy, giá trị LT50 đạt thấp nhất là 17,32 giờ đối với bả fipronil và cao nhất là 44 giờ đối với bả sulfluramid. Giá trị LT50 thấp đồng nghĩa với hoạt chất sử dụng có hiệu quả nhanh hơn đối với gián Mỹ. Từ kết quả thu được về giá trị LT50 tại bảng 5, chúng tôi nhận thấy bả gel có chứa hoạt chất fipronil đạt hiệu quả nhanh hơn hai loại còn lại. Do đó, chúng tôi tiến hành lựa chọn hoạt chất fipronil với nồng độ 0,1% để làm bả dạng gel diệt gián Mỹ.

Bảng 5: thời gian gây chết trung bình của 3 loại bả nghiên cứu (giờ)

Chỉ tiêu đánh giá	Công thức bả thử nghiệm		
	Bả sulfluramid	Bả indoxacarb	Bả fipronil
LT50	44,0 (40,8-47,2)	32,32 (29,3-35,3)	17,32 (14,7-19,7)

Đánh giá hiệu lực của bả gel theo thời gian bảo quản

Kết quả bảng 6 cho thấy, sau 1 tháng bảo quản, hiệu lực của bả gel diệt gián Mỹ chỉ đạt 96% so với bả mới được sản xuất, hiệu lực này giảm xuống còn 91,1% sau 2 tháng và còn 84,4% sau 3 tháng. Mặc dù có giảm so với thời điểm ban đầu, nhưng kết quả này cho thấy hiệu lực vẫn còn ở mức cao và hoàn toàn có thể được sử dụng để xử lý gián Mỹ gây hại.

Bảng 6: hiệu lực của bả diệt gián dạng gel nghiên cứu theo thời gian 1, 2 và 3 tháng

Công thức	Cá thể thí nghiệm	Số lượng cá thể gián chết và hiệu lực của bả nghiên cứu theo thời gian bảo quản					
		Sau 1 tháng bảo quản	Hiệu lực của bả (%)	Sau 2 tháng bảo quản	Hiệu lực của bả (%)	Sau 3 tháng bảo quản	Hiệu lực của bả (%)
Đối chứng	45	0	-	0	-	0	-
Thí nghiệm	45	43	96	41	91,1	38	84,4

Kết luận

Tinh bột biến tính là chất nền đơn được gián Mỹ ưa thích khai thác hơn so với protein thực vật và động vật. Việc bổ sung thêm các chất phụ gia là dầu ăn, mật ong có tác dụng hấp dẫn và kích thích gián khai thác chất nền tốt hơn khi không bổ sung.

Trong 3 công thức chất nền dạng gel nghiên cứu, công thức thích hợp nhất được lựa chọn dùng làm bả diệt gián gồm: 95% hỗn hợp chất nền tinh bột (tinh bột + mật ong + phụ gia) + 5% gelatin. Trong 3 hoạt chất thử nghiệm (sulfluramid, fipronil và indoxacarb), fipronil là hoạt chất có hiệu lực diệt gián cao nhất với LT50

ngắn nhất (17,32 giờ).

Đã nghiên cứu và sản xuất được một loại bả dạng gel với tỷ lệ các thành phần gồm: 99,9% công thức chất nền đã tạo gel và 0,1% hoạt chất fipronil. Bả gel nghiên cứu đạt hiệu quả diệt gián 100% trong điều kiện phòng thí nghiệm sau 30 giờ. Sau 3 tháng bảo quản trong điều kiện thường (tính từ ngày sản xuất), bả không bị hỏng và vẫn giữ được hiệu lực diệt gián Mỹ đạt 84,4%.

Lời cảm ơn

Toàn bộ kinh phí sử dụng trong nghiên cứu này được trích từ đề tài Nghị định thư “Nghiên cứu các giải pháp thân thiện với môi trường để kiểm soát một số côn trùng gây hại (mối, kiến, gián) ở đô thị” do Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình chủ trì. Chúng tôi xin cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ đã hỗ trợ thực hiện đề tài này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Benson E.P, Zungoli P.A (1997), *Cockroaches*, In S.A Hedge and D Moreland [eds.] Handbook of Pest Control: The Behavior, Life History and Control of Household Pests, 8th ed. Mallis Handbook and Technical Training Company, Pest Control Technology, Cleveland, OH, pp.123-204.
- [2] Brenner R.J, et al (1987), “Health implications of cockroach infestation”, *Infections in Medicine: Infectious Disease in Medical and Family Practice*, **4(8)**, pp.349-355.
- [3] Nasirian H (2008), “Rapid Elimination of German Cockroach, *Blattella germanica*, by Fipronil and Imidacloprid Gel Baits”, *Iranian J Arthropod-Borne Dis*, **2(1)**, pp.37-43.
- [4] Bell W.J, Adiyodi K.G (1981), *The American cockroach*, Chapman and Hall. London.
- [5] El-Sharabasy H.M, et al (2014), “Food preference of the German cockroach, *Blattella germanica* L.”, *Cercetări Agronomice în Moldova*, **47(2)**, pp.81-88.
- [6] Lê Ngọc Tú, Bùi Đức Hợi, Lưu Duẩn, Ngô Hữu Hợp, Đặng Thị Thu, Nguyễn Trọng Cần (2003), *Hóa học thực phẩm*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [7] Changlu Wang, et al (2008), “Factors affecting secondary kill of the German Cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) by gel baits”, *6th International Conference on Urban Pests*, Budapest, Hungary, pp.153-159.
- [8] Appel A.G, Tanley M.J (2000), “Laboratory and field performance of an imidacloprid gel bait against german cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae)”, *Journal of Economic Entomology*, **93(1)**, pp.112-118.
- [9] Abbott W.S (1925), “A method for computing the effectiveness of an insecticide”, *Journal of Economic Entomology*, **18**, pp.265-676.

Nghiên cứu ảnh hưởng của titan dioxit và benzophenon lên quá trình phân hủy quang hóa của polyethylen

Nguyễn Thị Kim Ngân^{1*}, Nguyễn Thị Thương²
Nguyễn Đăng Mão¹, Đặng Tấn Tài³, Bạch Long Giang²

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

²Viện Kỹ thuật Công nghệ cao NTT, Trường Đại học Nguyễn Tất Thành

³Trung tâm Kỹ thuật nhựa - cao su và Đào tạo quản lý năng lượng TP Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài 10.5.2015, ngày chuyển phản biện 25.5.2015, ngày nhận phản biện 23.6.2015, ngày chấp nhận đăng 15.7.2015

Nghiên cứu này khảo sát sự tác động của hỗn hợp titan dioxit (TiO_2) và benzophenon (BP) lên sự phân hủy màng polyethylen tỷ trọng thấp (LDPE) trong môi trường UV nhân tạo và dưới ánh sáng mặt trời. LDPE được phối trộn với hỗn hợp của polyethylen-co-vinyl acetat (EVA) và các chất khơi mào quang hóa bằng phương pháp trộn nóng chảy. Hình thái cấu trúc và tính chất cơ học của màng LDPE trước và sau khi tiếp xúc với ánh sáng mặt trời trong 3 tháng được xác định thông qua kính hiển vi điện tử quét (SEM), quang phổ hồng ngoại (FTIR) và kiểm tra tính chất cơ lý. Kết quả cho thấy, tỷ lệ tối ưu của TiO_2 và BP là 1/3 (wt%) được xác định thông qua chỉ số cacbonyl (CI) của màng trong môi trường UV nhân tạo ở 72 giờ. Màng LDPE có chứa 4,5 phr EVA và 0,5 phr các chất quang hóa TiO_2 /BP (1/3) bị phân hủy nhanh nhất dưới ánh sáng mặt trời. CI của màng có chứa các chất phụ gia tăng dần theo thời gian và cao hơn đáng kể so với màng LDPE ban đầu. Ngoài ra, độ kết tinh tăng và nhiệt độ phân hủy giảm được thể hiện lần lượt thông qua dữ liệu DSC và phân tích TGA khẳng định rằng, TiO_2 và BP có vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy quá trình phân hủy màng LDPE.

Từ khóa: BP, chỉ số cacbonyl, phân hủy quang hóa, polyethylen, titan dioxit.

Chỉ số phân loại 2.4

THE EFFECT OF TITAN DIOXIDE AND BENZOPHENONE ON PHOTOCHEMICAL DEGRADATION OF LOW DENSITY POLYETHYLENE FILMS

Summary

Photochemical degradation ability of LDPE films has been investigated by the addition of titan dioxide (TiO_2) and benzophenone (BP). Masterbatches based on LDPE mixed with ethylene vinyl acetate (EVA) and photochemical additives have been synthesized by melt method, and the mixture has been exposed to sunlight in three months or UV light for 72 hours. The physico-chemical properties of masterbatches have been characterized by SEM, FTIR, DSC, TGA and mechanical testing. The result has shown that LDPE films containing 4.5 phr of EVA and 0.5 phr of photochemical additives (TiO_2 /BP = 1/3 (wt.%)) is degraded at the highest rate under sunlight conditions.

Keywords: BP, carbonyl index, LDPE, photochemical degradation, TiO_2 .

Classification number 2.4

Mở đầu

Polyethylen (PE) là một trong những polyme được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực bao bì bởi nhiều ưu điểm nổi bật như khả năng kéo màng mỏng, độ giãn dài khá tốt và có tính chống thấm tốt. Do đó, nhu cầu sử dụng PE ngày càng cao, trong khi việc phân hủy bao bì phải mất thời gian rất dài và tiêu tốn nhiều năng lượng. Vì vậy, việc nghiên cứu ra những loại bao bì nhựa có khả năng phân hủy sinh học là một vấn đề cấp thiết góp phần giải quyết tình trạng ô nhiễm môi trường do chất thải nhựa. Có hai giải pháp được đưa ra cho vấn đề này, thứ nhất là thêm phụ gia có khả năng phân hủy vào màng PE nhằm tăng tốc độ phân hủy cho màng như: tinh bột dẻo (thermoplastic starch-TPS) [1], PLA (polylactic acid) [2], PHB (polyhydroxy butylene) [3]... Tuy nhiên, nhược điểm của các phương pháp này là giá thành rất cao và tính chất cơ lý chưa được đảm bảo trong quá trình sử dụng. Thứ hai là sử dụng các chất phụ gia oxy hóa như các ligand kim loại chuyển tiếp và các oxit kim loại để thúc đẩy sự phân hủy của PE. Có rất nhiều ion kim loại chuyển

*Tác giả chính: nguyenkilimngan1912@gmail.com

tiếp được sử dụng để khơi mào cho quá trình phân hủy quang hóa hoặc oxy hóa của PE như Co [4, 5], Fe - Ca [6] và Mn - Fe - Co [7] hay oxit kim loại như TiO_2 [8]. Trong những năm gần đây, các nhà nghiên cứu đã chỉ ra rằng hoạt tính của đất sét montmorillonit (MMT) được biến tính bởi amonium alkyl cũng có thể làm chất khơi mào oxy hóa, hỗ trợ cho sự phân hủy của PE [9]. Đây là nguyên liệu giá rẻ và thân thiện với môi trường. Tuy nhiên, việc sử dụng MMT ảnh hưởng đến tính chất cơ học và tính ưa nước của PE do MMT phân tán kém trong PE nền. Do đó, việc nghiên cứu tìm ra các chất phụ gia đặc biệt thay thế không chỉ phân tán tốt trong nhựa PE mà còn bảo đảm được các tính chất của nó khi sử dụng là cần thiết.

Qua các tài liệu cho thấy, các chất phụ gia có nguồn gốc từ các ion kim loại chuyển tiếp cho kết quả rất tốt đối với sự phân hủy của PE. Tuy nhiên, chúng có thể gây ô nhiễm môi trường. Trong khi đó, TiO_2 là một trong những oxit kim loại không độc hại và không gây ô nhiễm môi trường, được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp như một chất tạo màu trắng trong bao bì và sơn. Một số nghiên cứu đã cho kết quả về khả năng khơi mào phản ứng quang hóa của TiO_2 cho PE [10] và polypropylen [8] nhưng hiệu quả của chúng không cao. Các nhà nghiên cứu cố gắng để cải thiện hoạt tính của TiO_2 bằng cách biến tính chúng với sunfat [11] hay TiO_2 được phủ canxi photphat kết hợp với poly ethylene oxit (PEO) ứng dụng trong phân hủy màng polypropylene [12] hoặc sử dụng TiO_2 kết hợp với EVA trong phối trộn với PE [13]. Họ cho rằng các polyme ưa nước như PEO và poly vinyl acetate (PVA) sẽ hỗ trợ phản ứng khơi mào quang hóa của TiO_2 [14, 15]. Hơn nữa, sự có mặt của loại polyme này cải thiện đáng kể khả năng tương tác giữa TiO_2 và polyme nền.

Để giải quyết vấn đề về hoạt tính của TiO_2 , các nhà nghiên cứu Thái Lan [8] đã kết hợp TiO_2 với BP và nghiên cứu khả năng khơi mào của hỗn hợp trong dung môi hexan và benzen. Kết quả cho thấy, hiệu quả khơi mào của hỗn hợp gấp 5 lần so với TiO_2 tinh khiết hoặc BP tinh khiết. Do đó trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng TiO_2 và BP như chất phụ gia khơi mào phản ứng phân hủy, kết hợp với EVA để phối trộn trong bao bì LDPE và khảo sát sự phân hủy của màng trong 3 tháng phơi mẫu tự nhiên.

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Vật liệu

Nhựa LDPE (2426H- Lyondellbasell) có khối lượng riêng $d = 0,925 \text{ g/cm}^3$, chỉ số chảy (MI) là 1,9 g/10 phút, nhiệt độ gia công nằm trong khoảng từ 160

đến 200°C , được cung cấp bởi Công ty TNHH Á Châu (Việt Nam). Nhựa EVA có hàm lượng vinyl acetat 18%, khối lượng riêng $d = 0,935 \text{ g/cm}^3$ và chỉ số chảy 2,0 g/10 phút. TiO_2 (Ti-Pure®R902+, Dupont) với độ tinh khiết 93%, kích thước hạt trung bình $0,405 \mu\text{m}$, khoảng 90% có cấu trúc tinh thể ở dạng rutil. BP có dạng rắn màu trắng, độ tinh khiết $> 95\%$, nhiệt độ nóng chảy từ 47 đến 49°C , nhiệt độ sôi khoảng 305°C , khối lượng phân tử là 182,2 g, khối lượng riêng khoảng $1,11 \text{ g/cm}^3$ (Trung Quốc).

Phương pháp tạo mẫu

Tổng hợp phụ gia quang hóa: EVA và phụ gia quang hóa (TiO_2 và BP) được pha trộn trên máy Haake PolyDrive với nhiều thành phần tỷ lệ khác nhau sau khi được sấy đến khối lượng không đổi ở 60°C (bảng 1). Tất cả các thành phần được trộn lẫn cùng một lúc ở 120°C với tốc độ 80 vòng/phút trong 10 phút. Sau đó, hỗn hợp được ép, cắt thành miếng nhỏ ($0,5\text{-}2 \text{ cm}^2$) và sấy khô ở 60°C trong 24 giờ.

Bảng 1: thành phần tỷ lệ của EVA, TiO_2 và BP trong hỗn hợp

STT	EVA (wt%)	TiO_2 (wt%)	BP (wt%)	TiO_2/BP
1	90	0	10	-
2	90	2,5	7,5	1/3
3	90	5	5	1/1
4	90	7,5	2,5	3/1
5	90	10	0	-

Tổng hợp màng LDPE chứa phụ gia: nhựa LDPE và hỗn hợp phụ gia được sấy khô ở 60°C đến khối lượng không đổi trước khi sử dụng. Màng LDPE chứa hỗn hợp phụ gia được tạo thành bằng phương pháp đùn thổi trong máy trộn Haake Rheomex PTW16 với thông số ($L/D = 25/1$) có đường kính 19 mm. Nhiệt độ trong vùng nạp liệu là 150°C ; vùng nén là 165°C , vùng chảy là 175°C và vùng đùn là 190°C . 100 g LDPE sẽ chứa 5 g phụ gia (tỷ lệ giữa các chất EVA, TiO_2 và BP trong phụ gia được thể hiện trong bảng 2), tất cả các màng thu được có độ dày khoảng 25-40 μm và được lưu trữ ở nhiệt độ phòng.

Bảng 2: tỷ lệ thành phần của các chất phụ gia trong màng LDPE

Mẫu	LDPE	EVA	TiO_2	BP	$\text{TiO}_2/\text{BP} = 3/1$	$\text{TiO}_2/\text{BP} = 1/1$	$\text{TiO}_2/\text{BP} = 1/3$
P	100	-	-	-	-	-	-
ET	100	4,5	0,5	-	-	-	-
EB	100	4,5	-	0,5	-	-	-
4,5ET3	100	4,5	-	-	0,5	-	-
4,5ET2	100	4,5	-	-	-	0,5	-
4,5ET1	100	4,5	-	-	-	-	0,5
4ET1	100	4	-	-	-	-	1
3,5ET1	100	3,5	-	-	-	-	1,5

Phương pháp phân tích

Có 2 phương pháp khảo sát sự phân hủy của màng, thứ nhất là các màng được sử dụng để khảo sát tỷ lệ hàm lượng của TiO_2 và BP trong LDPE được tiến hành phân hủy trong máy đo lão hóa thời tiết Solarbox 1.500, sử dụng đèn xenon 2.500 W với cường độ sáng 550 W/m^2 trong vùng bước sóng 300-800 nm. Nhiệt độ luôn được duy trì ở 40°C và độ ẩm tương đối là 60%. Thứ hai là các màng sẽ được phơi ngoài trời tại Trung tâm Kỹ thuật nhựa - cao su và Đào tạo quản lý năng lượng TP Hồ Chí Minh liên tục trong 3 tháng, nhiệt độ trung bình khoảng 25°C (đêm) đến 38°C (ngày), độ ẩm tương đối trung bình 60-80% (được đo bởi máy đo độ ẩm và cảm biến nhiệt độ). Mẫu được đặt phơi dưới ánh nắng theo chuẩn ASTM D1435-99, nghiêng 1 một góc 45° so với mặt đất hướng về phía tây nam. Các mẫu sẽ được phân tích tính chất cơ lý sau mỗi 4 tuần và xác định chỉ số CI sau mỗi 2 tuần. Trước khi xác định tính chất, mẫu màng được rửa sạch 3 lần trong nước cất và sấy khô ở 50°C để loại bỏ bụi bẩn ngoài trời.

Chỉ số CI là thông số thể hiện khả năng hình thành liên kết C=O trong các nhóm chức este, lacton, xeton và axit cacboxylic, là những sản phẩm của quá trình phân hủy màng polyme. Chỉ số CI được tính theo công thức sau [9].

$$CI = \frac{A_{1717}}{A_{1464}}$$

Trong đó: A_{1717} là độ hấp phụ ở bước sóng $1,717 \text{ cm}^{-1}$, đặc trưng cho dao động kéo của liên kết C=O; A_{1464} là độ hấp phụ ở bước sóng $1,464 \text{ cm}^{-1}$, đặc trưng cho dao động cắt kéo của nhóm $-\text{CH}_2-$.

Các màng sau khi được phơi lão hóa được xác định cấu trúc thông qua FTIR, xác định sự thay đổi cấu trúc hình thái bề mặt bằng quan sát ảnh SEM, tính chất cơ lý được xác định thông qua độ bền kéo và độ giãn dài, xác định tính chất nhiệt thông qua TGA và độ kết tinh thông qua DSC.

Độ kết tinh của các mẫu màng được xác định thông qua công thức:

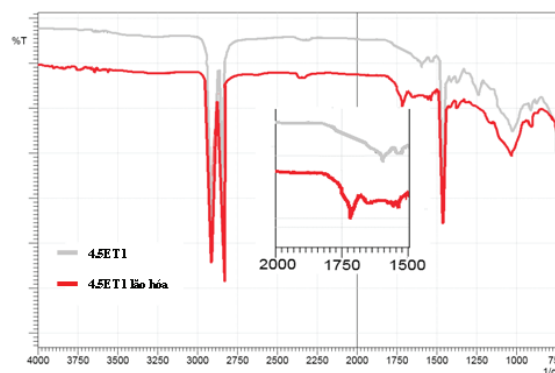
$$X_c = \frac{\Delta H_f}{\Delta H_f^*} \times 100\%$$

Trong đó: ΔH_f là giá trị enthalpy của mẫu và ΔH_f^* là giá trị enthalpy nóng chảy của PE tinh khiết và có giá trị bằng $277,1 \text{ J/g}$ [13].

Kết quả và thảo luận

Ảnh hưởng của tỷ lệ TiO_2 và BP lên sự phân hủy của màng LDPE

Phổ FTIR được sử dụng để xác định cấu trúc và thành phần các nhóm chức của màng LDPE chứa 5 phr hỗn hợp của EVA và phụ gia quang hóa trước và sau khi lão hóa 72 giờ (hình 1). Đặc tính phổ cơ bản của LDPE gồm có vùng phổ chính gồm pic dao động của nhóm C-H ở $2.800\text{-}2.900 \text{ cm}^{-1}$, pic dao động cắt kéo của nhóm $-\text{CH}_2-$ ở $1,464 \text{ cm}^{-1}$ và dao động của dây $-\text{CH}_2-$ ở 722 cm^{-1} . Trong khi đó, đặc tính phổ FTIR của thành phần nhóm vinyl acetate có trong EVA được thể hiện ở các pic $1,740 \text{ cm}^{-1}$ (dao động kéo giãn của nhóm CO este), $1,242 \text{ cm}^{-1}$ là dao động kéo giãn đối xứng của nhóm C-O-C và 1.021 cm^{-1} đặc trưng cho dao động kéo giãn bất đối xứng của C-O-C được thể hiện trong hình 1.

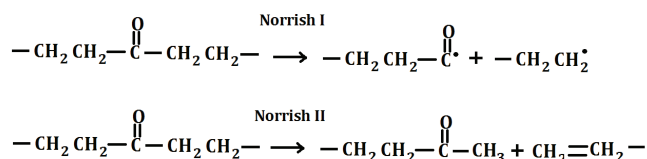


Hình 1: phổ FTIR của mẫu 4,5ET1 trước và sau khi bị lão hóa trong máy Solarbox 1.500 trong 72 giờ

Sau khi lão hóa, ngoài những pic căn bản của EVA và LDPE nêu trên, phổ FTIR của màng còn có sự xuất hiện một pic ở $1,717 \text{ cm}^{-1}$, đây là pic đặc trưng cho dao động kéo giãn của nhóm C=O trong xeton. Điều này chứng tỏ sau khi lão hóa, màng đã xuất hiện thành phần mới là xeton hoặc andehyt, một sản phẩm của quá trình phân hủy quang hóa [16].

Đối với 2 mẫu ET chỉ chứa TiO_2 và EB chỉ chứa BP, màng chứa BP cho kết quả tăng chỉ số CO cao hơn màng chứa TiO_2 được thể hiện trong bảng 3, chứng tỏ hiệu quả oxy hóa của BP tốt hơn TiO_2 . Điều này được giải thích là do TiO_2 đóng vai trò chủ yếu tạo ra những gốc tự do đầu tiên cho polyme (R^*), khởi đầu cho quá trình phân hủy polyme. Các gốc tự do này sẽ lấy H trên mạch cacbon chính để tạo thành gốc tự do trên mạch chính, kết hợp với O_2 hình thành hydroperoxit, tiếp tục

loại H₂O hình thành các xeton. Trong khi đó, các phân tử BP hoạt động như một chất hấp thụ năng lượng ánh sáng ở trạng thái bền và tạo thành trạng thái kích thích. Năng lượng được lưu trữ trong trạng thái kích thích có thể chuyển sang các phân tử khác và tạo nên phản ứng quang hóa xa hơn [13]. BP và dẫn xuất của nó tương tác với ánh sáng thông qua cơ chế Norrish II (hình 2). Cơ chế Norrish II chủ yếu thực hiện được trên các keton có sẵn để tạo ra các nhóm chức chứa CO khác.



Hình 2: cơ chế cắt mạch xeton theo Norrish I và II

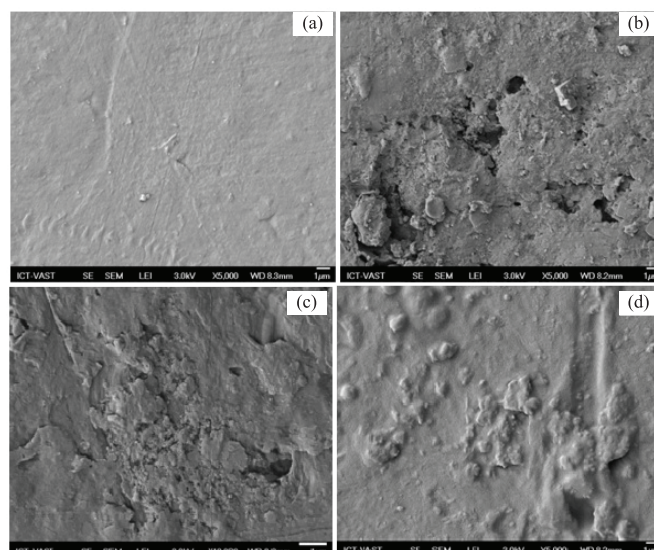
Do đó có thể dự đoán rằng, sự kết hợp giữa TiO₂ và BP sẽ làm tăng khả năng oxy quang hóa của vật liệu. Kết quả thực nghiệm đã chứng minh được điều này, khi kết hợp TiO₂ và BP ở các tỷ lệ khác nhau thì độ chênh lệch chỉ số CO đều cao hơn màng không kết hợp. Trong đó, tỷ lệ của TiO₂ và BP là 1/3 trong màng 4,5ET1 cho kết quả tăng chỉ số CO cao nhất. CO của mẫu 4,5ET1 tăng 33,07% so với màng ET và tăng 22,46% so với màng EB (bảng 3).

Bảng 3: độ chênh lệch chỉ số CO của các mẫu với tỷ lệ hàm lượng TiO₂ và BP khác nhau

Mẫu	ΔCO
ET	0,254
4,5ET1	0,338
4,5ET2	0,316
4,5ET3	0,312
EB	0,276

Tính chất của màng LDPE chứa hỗn hợp phụ gia EVA, TiO₂ và BP

Cấu trúc màng LDPE và composite sau lão hóa: hình 3 (a) thể hiện bề mặt (SEM) của màng 4,5ET1 trước lão hóa, nhận thấy bề mặt của màng khá mịn và không thấy xuất hiện khuyết tật ở cả hai kích thước 1 và 10 μm. Nhưng sau khi màng 4,5ET1 bị lão hóa thì bề mặt trở nên gồ ghề, rất nhiều lỗ hổng, lồi lõm, có sự tích tụ của hạt TiO₂ và BP có kích thước lớn hơn 1 μm diễn ra trên bề mặt màng được thể hiện trong hình 3 (b). Điều này chứng tỏ, cấu trúc của màng đã bị phá hủy, các mạch có sự phân hủy để tạo nên bề mặt gồ ghề.

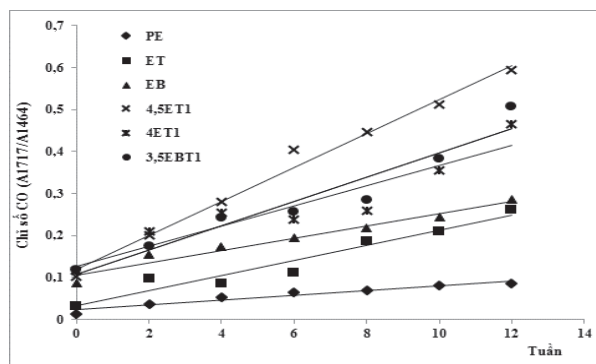


Hình 3: ảnh SEM của các màng composite 4,5ET1 trước phân hủy (a), 4,5ET1 sau phân hủy (b), 4ET1 sau phân hủy (c) và 3,5ET1 sau phân hủy ở kích thước 1 μm (d)

Đối với các hỗn hợp chứa hàm lượng phụ gia khác nhau (tỷ lệ khối lượng của EVA so với hỗn hợp TiO₂ và BP lần lượt là 4,5/0,5; 4/1 và 3,5/1,5) tương ứng với mẫu 4,5; 4 và 3,5ET1 (hình 3 a, b, c). Sau khi bị lão hóa, các màng có hàm lượng phụ gia càng cao thì bề mặt màng càng ít khuyết tật, bề mặt nhẵn hơn và ít lỗ hổng. Điều này chứng tỏ, khi tăng hàm lượng phụ gia quang hóa sẽ làm giảm hiệu suất khơi mào và ảnh hưởng đến khả năng phân hủy, dẫn đến bề mặt của màng trở nên nhẵn hơn. Hơn nữa, sự xuất hiện của các hạt với kích thước lớn 3-5 μm, có thể là do sự tích tụ của các phụ gia còn lại trong màng. Việc phân bố đều phụ gia trong màng rất quan trọng, các phân tử sẽ phát huy hết khả năng khơi mào khi tăng diện tích tiếp xúc với ánh sáng. Việc tụ lại của các phân tử sẽ làm giảm số lượng phân tử khơi mào hiệu quả. Như vậy, kết quả SEM cho thấy mẫu 4,5ET1 phân hủy tốt nhất.

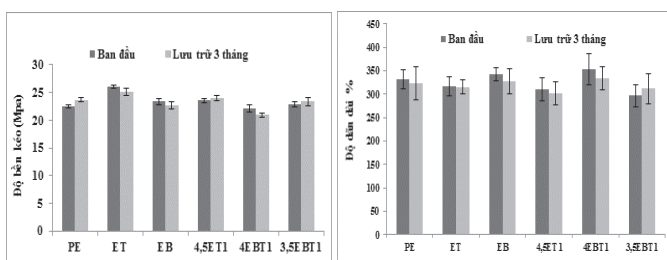
Để khẳng định về bản chất sự phân hủy của các mẫu màng, phổ FTIR được sử dụng để xác định chỉ số CO, khảo sát sự xuất hiện của các nhóm chức xeton và este (hình 4). Kết quả phổ FTIR cho thấy, màng LDPE hầu như không có sự thay đổi đáng kể về chỉ số CO, trong khi đó các màng composite còn lại đều có sự thay đổi rõ ràng về chỉ số CO. Các mẫu màng chỉ chứa 1 loại phụ gia quang hóa TiO₂ hoặc BP đều có tốc độ thay đổi chỉ số CO như nhau. Kết quả tương tự được ghi nhận cho 2 màng có chứa chất quang hóa TiO₂ và BP ở 2 hàm lượng hỗn hợp phụ gia là 4,0 phr (4ET1) và 3,5 phr (3,5ET1). Mẫu màng LDPE chỉ chứa 0,5 phr chất quang hóa cho kết quả tốt nhất về sự chênh lệch chỉ số CO và tốc độ tăng đáng kể chỉ số CO so với

các mẫu còn lại. Sự phân bố phụ gia quang hóa ảnh hưởng rất nhiều đến hiệu quả xúc tác quang hóa. Khi tăng hàm lượng của TiO_2 và BP, đồng thời giảm hàm lượng của EVA, làm giảm khả năng phân tán đồng đều các loại phụ gia trong màng LDPE. TiO_2 và BP sẽ bị kết tụ trong EVA và sự di chuyển ra khỏi EVA để hỗ trợ phản ứng khơi mào trong màng LDPE bị hạn chế. Kết quả trên cho thấy, với tỷ lệ của TiO_2 và BP ít nhất trong EVA cho khả năng phân hủy của màng LDPE hiệu quả nhất.

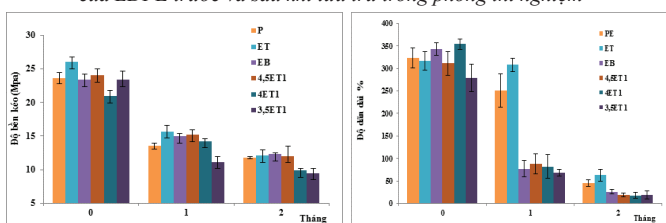


Hình 4: sự thay đổi chỉ số CO của màng LDPE và màng composite sau 3 tháng lão hóa

Tính chất cơ lý: các màng sau khi thổi được lưu trữ ở phòng thí nghiệm ở nhiệt độ 30°C và độ ẩm tương đối 30%. Sau 3 tháng, tính chất cơ lý được khảo sát để quan sát sự thay đổi tính chất độ bền kéo và độ giãn dài. Kết quả đo cơ lý trước và sau 3 tháng được thể hiện trong hình 5. Nhìn chung, các màng trong quá trình lưu trữ vẫn giữ nguyên tính chất, sự chênh lệch các giá trị độ giãn dài và độ bền kéo đều không đáng kể, như vậy các màng vẫn giữ nguyên tính chất cơ lý sau 3 tháng lưu trữ.



Hình 5: độ bền kéo và độ giãn dài của các màng LDPE trắng và composite của LDPE trước và sau khi lưu trữ trong phòng thí nghiệm



Hình 6: độ bền kéo và độ giãn dài của các màng LDPE trắng và composite của LDPE trước và sau khi lão hóa 2 tháng ngoài trời

Đối với các mẫu phơi tự nhiên ngoài trời, độ bền kéo và độ giãn dài của các mẫu LDPE và composite đều có xu hướng giảm mạnh sau tháng thứ 1 và giảm chậm sau tháng thứ 2 (hình 6). Tuy nhiên, mẫu P (LDPE trắng) và ET (chứa LDPE, EVA và TiO_2) vẫn duy trì được độ giãn dài khá cao so với các composite còn lại sau 1 tháng phơi ngoài trời và đạt giá trị tương đương sau tháng thứ 2. Số liệu không được ghi nhận sau tháng thứ 3 bởi vì các mẫu bị phân rã thành nhiều mảnh nhỏ. Như vậy, các mẫu đều bị giảm cấp mạnh sau 2 tháng phơi ngoài trời.

Trong phân tích DSC, các mẫu màng được quét nhiệt 2 lần từ 25°C đến 140°C . Kết quả cho thấy, hầu hết các mẫu bị lão hóa có nhiệt độ nóng chảy cao hơn so với các mẫu không bị lão hóa (bảng 4). Điều này chứng tỏ có sự thay đổi về cấu trúc kết tinh của mẫu trước và sau khi lão hóa.

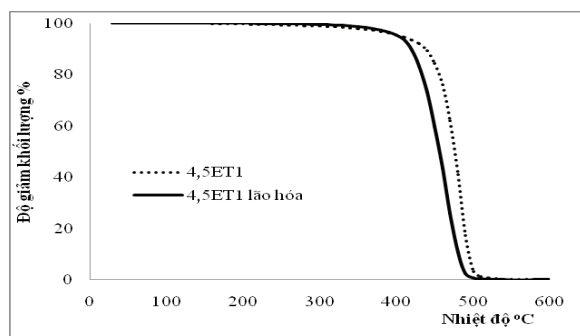
Bảng 4: các giá trị nhiệt độ nóng chảy và độ kết tinh của màng LDPE và màng composite

Mẫu	Thời gian lão hóa (ngày)	Quét nhiệt lần 1			Quét nhiệt lần 2		
		$T_m (^\circ\text{C})$	$T_{peak} (^\circ\text{C})$	$\chi_c (\%)$	$T_m (^\circ\text{C})$	$T_{peak} (^\circ\text{C})$	$\chi_c (\%)$
P	0	104	111	23,56	104	110	24,90
	90	106	111	27,26	105	112	25,04
ET	0	106	109	30,72	104	111	32,87
	90	105	112	43,30	105	112	39,50
EB	0	106	111	30,16	105	112	34,52
	90	106	112	42,56	106	112	39,12
4,5ET1	0	106	109	36,62	104	111	37,85
	90	106	113	49,54	105	112	43,52
4ET1	0	106	109	31,51	104	111	33,38
	90	105	111	46,56	104	111	40,23
3,5ET1	0	106	109	33,96	104	110	35,51
	90	105	112	46,46	104	111	41,18

Đối với các mẫu trước lão hóa, độ kết tinh của lần quét nhiệt đầu tiên luôn thấp hơn lần quét thứ 2, mẫu có thời gian để xảy ra sự tái sắp xếp lại các mạch trong quá trình hạ nhiệt lần thứ 1 làm tăng độ kết tinh trong lần quét thứ 2. Nhưng các mẫu sau khi lão hóa thì có biểu hiện ngược lại, độ kết tinh ở lần quét nhiệt thứ 2 luôn cao hơn ở lần quét nhiệt đầu tiên. Độ kết tinh của mẫu bị lão hóa luôn lớn hơn các mẫu không bị lão hóa. Sở dĩ như vậy là vì ở các mẫu sau khi bị lão hóa, ngoài pha kết tinh của LDPE ban đầu, còn có thêm thành phần kết tinh lại của pha vô định hình. Có thể giải thích là do pha vô định hình xảy ra sự tái sắp xếp lại của các mạch ngắn bị phân hủy để tạo thành cấu trúc kết tinh làm tăng độ kết tinh so với các mẫu chưa lão hóa và đã có báo cáo chứng minh rằng kích thước tinh thể tăng sau quá trình tái sắp xếp [17]. Điều này cho ta hiểu rõ hơn về cơ chế oxy hóa của TiO_2 và BP, quá trình cắt

mạch chủ yếu xảy ra trên pha định hình, phần kết tinh của các mạch ngắn sẽ trở thành pha vô định hình trở lại khi bị quét nhiệt lần 1 làm giảm độ kết tinh ở lần quét nhiệt thứ 2.

Kết quả TGA của mẫu 4,5ET1 trước lão hóa xuất hiện một bước phân hủy bắt đầu ở nhiệt độ 423,0°C, cao hơn 27,86°C so với mẫu sau lão hóa, tương ứng với nhiệt độ phân hủy mạnh nhất ở 483,26°C, cao hơn 18,61°C so với mẫu sau lão hóa với khối lượng giảm 98,85% (hình 7). Vì TiO_2 bền nhiệt và TiO_2 tương tác tốt với EVA nên làm tăng khả năng chịu nhiệt của màng LDPE.



Hình 7: các đường TGA của mẫu 4,5ET1 trước và sau khi bị lão hóa

Mẫu sau lão hóa chỉ có một bước phân hủy nhiệt duy nhất với nhiệt độ bắt đầu ở 423°C và kết thúc ở 500°C, nhiệt độ để mẫu phân hủy mạnh nhất ở 464,65°C và độ giảm khối lượng trong giai đoạn này là 100% (hình 7). Có thể hiểu rằng, hàm lượng TiO_2 được sử dụng trong quá trình khơi mào phản ứng quang hóa để cắt các mạch cacbon thành những mảnh nhỏ làm giảm nhiệt độ phân hủy của màng LDPE. Kết quả cho thấy, nhiệt độ bắt đầu phân hủy và nhiệt độ phân hủy mạnh nhất của màng sau lão hóa luôn nhỏ hơn mẫu không bị lão hóa, điều này phù hợp với giả thuyết hỗn hợp phụ gia quang hóa làm tăng khả năng phân hủy của màng. Khi màng bị lão hóa sẽ giảm khả năng bền nhiệt do cấu trúc mạch đã bị cắt ngắn, dễ phân hủy hơn ở nhiệt độ cao. Hơn nữa, trong màng polyme xuất hiện các nhóm chức chứa oxy càng xúc tác mạnh mẽ quá trình phân hủy ở nhiệt độ cao [5, 13, 16].

Bảng 5: kết quả tính chất nhiệt của mẫu 4,5ET1 trước và sau khi bị lão hóa

Mẫu	t _{lão hóa} (tháng)	T _{on} (°C)	T _{peak} (°C)	Khối lượng giảm (%)
4,5ET1	0	450,87	483,26	98,85
	3	423,01	464,65	100

Kết luận

Qua các kết quả phân tích hình thái cấu trúc màng LDPE, tính chất cơ lý và nhiệt cho thấy, việc sử dụng

các chất trợ quang hóa hay oxy hóa đã thúc đẩy quá trình phân hủy PE sau 3 tháng phơi thử nghiệm tự nhiên. Màng LDPE chứa 4,5 phr EVA và 0,5 phr phụ gia quang hóa (tỷ lệ TiO_2 và BP tối ưu là 1/3) cho kết quả chỉ số CO cao nhất, xúc tiến quá trình phân hủy màng LDPE hiệu quả nhất. Kết quả nghiên cứu đã mở ra một hướng đi mới cho việc chế tạo bao bì polyme có khả năng phân hủy và làm cơ sở cho một số nghiên cứu tiếp theo ở Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

- [1] Gupta A.P, Sharma M (2010), "Characterization of biodegradable packaging films derived from potato starch and LDPE grafted with maleic anhydride-LDPE composition. Part-II", *Journal of Polymers and the Environment*, **18**(4), pp.492-499.
- [2] Tokiwa Y, et al (2009), "Biodegradability of plastics", *International Journal of Molecular Sciences*, **10**(9), pp.3722-3742.
- [3] Ohashi E, et al (2009), "Biodegradable poly (3-hydroxybutyrate) nanocomposite", *Macromolecular Symposia*, **279**(1), pp.138-144.
- [4] Roy P.K, et al (2006), "Effect of cobalt carboxylates on the photo-oxidative degradation of low-density polyethylene", *Polymer Degradation and Stability*, **91**(9), pp.1980-1988.
- [5] Roy P.K, et al (2005), "Effect of benzil and cobalt stearate on the aging of low-density polyethylene films", *Polymer Degradation and Stability*, **90**(3), pp.577-585.
- [6] Pablos J.L, et al (2010), "Photodegradation of polyethylenes: comparative effect of Fe and Ca-stearates as pro-oxidant additives", *Polymer Degradation and Stability*, **95**(10), pp.2057-2064.
- [7] Fontanella S et al (2010), "Comparison of the biodegradability of various polyethylene films containing pro-oxidant additives", *Polymer Degradation and Stability*, **95**(6), pp.1011-1021.
- [8] Manangan T et al (2010), "Nano sized titanium dioxides as photo-catalysts in degradation of polyethylene and polypropylene packagings", *Science Journal*, **1**, pp.14-20.
- [9] Kumanayaka T.O, Parthasarathy R, Jollands M (2010), "Accelerating effect of montmorillonite on oxidative degradation of polyethylene nanocomposites", *Polymer Degradation and Stability*, **95**(4), pp.672-676.
- [10] Zan L, Fa W, Wang S (2006), "Novel photodegradable low-density polyethylene - TiO_2 nanocomposite film", *Environmental Science & Technology*, **40**(5), pp.1681-1685.
- [11] Colón G, et al (2006), "Structural and surface approach to the enhanced photocatalytic activity of sulfated TiO_2 photocatalyst", *Applied Catalysis B: Environmental*, **63**(1-2), pp.45-59.
- [12] Miyazaki K, Shibata K, Nakatani H (2011), "Preparation of degradable polypropylene by an addition of poly(ethylene oxide) microcapsule containing TiO_2 , Part III: effect of existence of calcium phosphate on biodegradation behavior", *Polymer Degradation and Stability*, **96**(5), pp.1039-1046.
- [13] Liu Z, et al (2011), "Effect of crystal form and particle size of titanium dioxide on the photodegradation behaviour of ethylene-vinyl acetate copolymer/low density polyethylene composite", *Polymer Degradation and Stability*, **96**(1), pp.43-50.
- [14] Allen N.S, et al (2004), "Degradation and stabilisation of polymers and coatings: nano versus pigmentary titania particles", *Polymer Degradation and Stability*, **85**(3), pp.927-946.
- [15] Allen N.S, et al (2006), "Factors affecting the interfacial adsorption of stabilisers on to titanium dioxide particles (flow microcalorimetry, modelling, oxidation and FTIR studies): nano versus pigmentary grades", *Dyes and Pigments*, **70**(3), pp.192-203.
- [16] Tokiwa Y, Calabia B (2007), "Biodegradability and biodegradation of polyesters", *Journal of Polymers and the Environment*, **15**(4), pp.259-267.
- [17] Tavanai H, et al (2005), "A study of the nucleation effect of pigment dyes on the microstructure of mass dyed bulked continuous filament polypropylene", *Iran Polymer Journal*, **14**, pp.267-276.

Đánh giá phóng xạ tự nhiên và liều chiếu ngoài trên địa bàn tỉnh Bình Dương

Trần Quốc Dũng*

Trung tâm Hạt nhân thành phố Hồ Chí Minh
Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam

Ngày nhận bài 10.4.2015, ngày chuyển phản biện 20.4.2015, ngày nhận phản biện 27.5.2015, ngày chấp nhận đăng 1.6.2015

Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu về phóng xạ tự nhiên tại tỉnh Bình Dương, bao gồm việc phân tích, đánh giá hiện trạng nền phóng xạ trên cơ sở các kết quả có được qua xạ trình đường bộ với 2504 điểm; phân tích hoạt độ của các nhân phóng xạ ^{232}Th , ^{40}K , ^{226}Ra và ^{137}Cs trong 247 mẫu đất được thu thập. Kết quả cho thấy, trong 7 khu vực khảo sát thì Dĩ An là khu vực có giá trị suất liều trung bình cao nhất là 1,672 mSv/năm; Phú Giáo và Dầu Tiếng là khu vực có suất liều trung bình thấp nhất, lần lượt là 1,002 mSv/năm và 1,071 mSv/năm. Giá trị trung bình là 1,376 mSv/năm và dao động trong khoảng 0,148-3,049 mSv/năm. Các tính toán đã cho thấy, hoạt độ trung bình theo trọng số dân cư đối với các nhân ^{232}Th , ^{226}Ra và ^{40}K lần lượt là 37,77; 27,11 và 109,13 Bq/kg. Suất liều hấp thụ trong không khí của các mẫu khảo sát có giá trị trong khoảng 12,20-101,24 (nGy/h), giá trị trung bình là 37,71 (nGy/h).

Từ khóa: các nhân phóng xạ, liều chiếu ngoài, phân tích gamma, phóng xạ tự nhiên.

Chỉ số phân loại 2.7

ASSESSMENT ON NATURAL RADIATION AND EXTERNAL RADIATION DOSES IN BINH DUONG PROVINCE

Summary

This paper presents the results of studies on the natural radioactivity in Binh Duong province, including the analysis and assessment on the status of natural background radiation based on the data obtained through the field measurements of 2504 points and the activity of the radionuclides ^{232}Th , ^{40}K , ^{226}Ra , and ^{137}Cs in the 247 soil samples. The results have shown that among seven surveyed areas, the Di An area has the highest value of the average dose rate as 1.672 mSv/year; Phu Giao and Dau Tieng areas have the lowest value of the average dose rate as 1.002 mSv/year and 1.071 mSv/year respectively. The dose rate of the whole province has the average value of 1.376 mSv/year and ranges from 0.148 to 3.049 mSv/year. Calculations have shown that the average values of the population weighted activities of ^{232}Th , ^{226}Ra and ^{40}K are 37.77; 27.11 and 109.13 Bq/kg respectively. Absorbed dose rates are in the range of 12.20-101.24 (nGy/h) with the average value of 37.71 (nGy/h).

Keywords: external radiation doses, gamma analysis, natural radiation, the natural radionuclides.

Classification number 2.7

Đặt vấn đề

Khảo sát phóng xạ tự nhiên luôn là một trong những hướng nghiên cứu môi trường được rất nhiều nước trên thế giới và các tổ chức quốc tế quan tâm. Nhiều kết quả khảo sát về phóng xạ tự nhiên trên toàn thế giới có liên quan đến các tia vũ trụ và bức xạ mặt đất đã được trình bày trong Báo cáo của UNSCEAR [1]. Hầu hết các quốc gia trên thế giới đều có các chương trình kiểm soát phóng xạ tự nhiên và các trạm quan trắc phóng xạ để kiểm soát hiện trạng phóng xạ theo thời gian.

Việc đánh giá, đo đạc hiện trường và xây dựng bản đồ phóng xạ tự nhiên ngày càng trở nên cấp thiết. Việc nghiên cứu này là một yêu cầu bắt buộc đối với các

*Tel: 0918435507, Email: tranquocdung@gmail.com

nước đã, đang và sẽ phát triển năng lượng nguyên tử vì mục đích hòa bình. Cơ quan Năng lượng Nguyên tử quốc tế (IAEA) đã lập những chương trình hỗ trợ kỹ thuật khi tiến hành việc khảo sát nền phóng xạ trong môi trường cho các nước thành viên, trong đó có Việt Nam.

Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu về phóng xạ tự nhiên tại tỉnh Bình Dương, bao gồm việc phân tích, đánh giá hiện trạng nền phóng xạ trên cơ sở các kết quả có được qua xạ trình đường bộ với 2504 điểm; phân tích hoạt độ của các nhân phóng xạ ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{137}Cs trong 247 mẫu đất đã được thu thập; tính toán suất liều hấp thụ trong không khí, liều hiệu dụng hàng năm, hoạt độ Radi tương đương và chỉ số nguy hiểm hoạt độ chiếu xạ ngoài; sử dụng các số liệu kết hợp với các phần mềm chuyên dụng để mô tả hiện trạng phóng xạ tự nhiên của tỉnh Bình Dương bằng bản đồ; so sánh, đánh giá các kết quả của vùng khảo sát với kết quả của các nghiên cứu đã công bố.

Nội dung nghiên cứu

Xạ trình đường bộ

Xạ trình là phương pháp cơ bản nhằm đánh giá liều chiếu ngoài trong khảo sát phóng xạ tự nhiên. Nhìn chung, xạ trình đường bộ là một kỹ thuật đơn giản, nhanh và tương đối thuận lợi. Phương pháp này cho phép hình dung một cách khái quát bức tranh về phóng xạ trong vùng khảo sát. Việc hoạch định các điểm khảo sát và đo liều phóng xạ dựa trên cơ sở như sau: vạch lưới đo sao cho việc xây dựng bản đồ phóng xạ vừa đảm bảo tính khái quát của một tỉnh, vừa thể hiện được đặc thù của các vùng, nhất là những nơi dị thường phóng xạ. Để đánh giá ảnh hưởng của phóng xạ tự nhiên đến dân cư, các vùng có mật độ dân cư cao được khảo sát chi tiết hơn, với số điểm đo nhiều hơn, nhằm đánh giá tác động của chúng đối với môi trường trên khía cạnh an toàn bức xạ cho người lao động và dân cư quanh vùng. Các trục giao thông chính cần được làm điểm tựa cho việc hoạch định lưới lấy mẫu. Thành phố Thủ Dầu Một là trung tâm tỉnh lỵ, nơi có mật độ dân cư cao và tập trung các cơ quan đầu não của tỉnh nên cần được khảo sát chi tiết hơn nhằm cảnh báo ô nhiễm và khuyến cáo các đảm bảo an toàn bức xạ phòng khi có sự cố nhiễm xạ.

Đo trực tiếp mức phóng xạ môi trường chủ yếu ở đây là đo suất liều bằng các thiết bị đo xách tay. Các máy đo liều được sử dụng để đo suất liều bề mặt vùng

khảo sát và kết hợp với việc đo, ghi tọa độ lưới khảo sát. Các thông số này dùng để sử dụng trong hệ thống thông tin địa lý. Khoảng cách đo giữa các điểm phụ thuộc vào các yếu tố như: địa hình, địa vật lý, phân bố dân cư, giao thông và mục đích của việc khảo sát. Đối với khu vực bằng phẳng, khoảng cách giữa các điểm đo theo lưới là 50-100 m theo chiều ngang và 100-200 m theo chiều dọc. Đối với khu vực dốc và phức tạp thì khoảng cách các điểm đo phụ thuộc nhiều vào hệ thống giao thông.

Trong quá trình đo, máy đo liều được mở liên tục, để cách mặt đất 1 m trong suốt thời gian xạ trình. Khi tới điểm cần đo thì ghi liên tiếp 10 số đo, mỗi lần ghi cách nhau 0,5 phút. Trong thời gian đo này, tọa độ điểm đo được ghi lại theo các thông số từ vệ tinh bằng máy Scout M⁺ GPS Trimble Navigation. Các vị trí đo được đánh dấu trên các bản đồ địa hình tỷ lệ 1:200 000 và ghi suất liều trung bình trên bản đồ với đơn vị đo là mR/h hoặc $\mu\text{Sv/h}$.

Khi gặp các số đo bất thường thì vị trí đo sẽ được khảo sát kỹ hơn, trong đó ghi tỷ mỷ nhật ký lộ trình, đo kỹ thuật 4π bằng cách khoét lỗ và đặt cả máy đo vào vị trí cần đo sau 5 phút rồi lấy ra và đọc kết quả.

Xác định hoạt độ phóng xạ

Cùng với xạ trình đường bộ, các mẫu đất được thu thập theo lưới để phân tích phóng xạ trong phòng thí nghiệm nhằm xác định hoạt độ phóng xạ của các đồng vị cần quan tâm. Mẫu được thu thập cùng với quá trình đo suất liều hiện trường. Cách thức lựa chọn và quy trình thu thập, xử lý mẫu được tham khảo từ các tài liệu [2, 3]. Đất được lấy ở độ sâu khoảng 30 cm bằng một dụng cụ lấy mẫu hình trụ có đường kính bên trong 7 cm, khối lượng khoảng 1-2 kg tại mỗi điểm. Mẫu được chứa trong các bao polyetylen và được đánh ký hiệu theo đúng với vị trí đo suất liều tại hiện trường. Trong phòng thí nghiệm, các mẫu được để khô trong không khí và sau đó được sấy khô ở nhiệt độ khoảng 100°C. Tiếp theo, các mẫu được nghiền và sàng qua một rây lưới có lỗ nhỏ cỡ 1 mm để loại bỏ sỏi cũng như rễ cây, lá và rác. Trước khi tiến hành đo trên hệ phổ kế gamma phòng thấp, mẫu đất được đựng trong cốc dạng hình học Marinelli với khối lượng khoảng 500 g và được niêm phong kín trong vòng một tháng để đạt được trạng thái cân bằng phóng xạ của hạt nhân ^{226}Ra với sản phẩm phân rã của nó trong dãy uranium.

Để xác định các đồng vị phóng xạ có trong mẫu, hệ

phổ kế gamma phòng thấp với detector HPGe tại Viện Nghiên cứu Hạt nhân đã được sử dụng [4]. Phổ năng lượng của các nguyên tố phóng xạ có trong mẫu sẽ ghi nhận sự có mặt của các nguyên tố dựa trên năng lượng gamma đặc trưng của chúng. Các nhân phóng xạ cần được phân tích trong các mẫu môi trường, các đỉnh gamma đặc trưng được liệt kê trong bảng 1.

Bảng 1: các nhân phóng xạ được phân tích bằng phổ kế gamma phòng thấp

Nhân phóng xạ	Đồng vị dùng để phân tích	Năng lượng gamma (keV)
^{226}Ra (^{238}U)	^{214}Pb ^{214}Bi	295, 352 609
^{232}Th	^{212}Pb ^{208}Tl ^{228}Ac	239 583 911
^{40}K	^{40}K	1461
^{137}Cs	^{137}Cs	661

Một tham số quan trọng khác cũng cần phải quan tâm là hoạt độ phóng xạ theo trọng số dân cư. Công thức tính cho một tỉnh là [5]:

$$PWA = \frac{\sum_{i=1}^7 P_i A_i}{\sum_{i=1}^7 P_i}$$

Trong đó, P_i và A_i là dân số và hoạt độ riêng trung bình của các nhân phóng xạ tại vùng thứ i được đưa ra trong cột 2, 3, 5 và 7 ở bảng 2. Tỉnh Bình Dương được lấy theo 7 khu vực lấy mẫu.

Bảng 2: các giá trị trung bình, cực đại và cực tiểu về hoạt độ riêng của ^{226}Ra , ^{232}Th và ^{40}K cho các địa phương thuộc tỉnh Bình Dương

Khu vực	Dân số	Hoạt độ phóng xạ (Bq/kg)					
		^{232}Th		^{226}Ra		^{40}K	
		Trung bình	Khoảng (min-max)	Trung bình	Khoảng (min-max)	Trung bình	Khoảng (min-max)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Bến Cát	185 000	36,84	12,18-97,29	23,87	8,87-45,19	78,20	7,0-478,91
Dầu Tiếng	87 000	27,21	10,64-53,47	21,08	12,71-29,59	32,62	2,79-143,27
Dĩ An	119 702	32,82	15,05-55,60	27,53	14,11-54,41	196,76	13,04-848,33
Phú Giáo	73 307	29,38	18,27-42,03	24,11	17,87-34,41	23,49	3,40-55,68
Tân Uyên	169 309	32,23	13,09-56,23	28,15	13,62-46,67	102,79	7,31-437,86
Thuận An	137 506	45,38	12,87-77,36	31,59	10,39-61,25	177,13	13,49-748,93
Thủ Dầu Một	181 587	49,85	9,41-107,66	29,89	6,22-65,45	108,53	2,96-379,86
Tỉnh Bình Dương	953 411	36,24 30,98*	9,41-107,66	26,60 18,38*	6,22-65,45	102,78 24,85*	7,0-748,93
Việt Nam*		59,84*	16,07-129,16*	42,77*	15,02-121,58*	411,93*	10,47-1085,39*
Thế giới*		30*		35*		400*	

(*) Các số liệu được công bố trong công trình gần đây [5]

Đánh giá suất liều hấp thụ, hoạt độ Radi tương đương và chỉ số nguy hiểm

Các kết quả phân tích hoạt độ riêng của các đồng vị phóng xạ ^{226}Ra , ^{232}Th và ^{40}K được dùng làm số liệu để tính toán các đại lượng vật lý đánh giá mức nguy hiểm bức xạ như suất liều hấp thụ, liều hiệu dụng hàng năm, hoạt độ Radi tương đương và chỉ số nguy hiểm hoạt độ chiếu ngoài [5-7]. Các kết quả chi tiết cho từng mẫu đã được trình bày tại [8].

Xây dựng các bản đồ phân bố suất liều, chỉ số nguy hiểm

Dựa trên các số liệu đã đo đạc và tính toán với phần mềm ArcMap - ArcInfo 9.3 và áp dụng phép nội suy (Interpolate) không gian bằng phương pháp nghịch đảo trọng số khoảng cách (Inverse Distance Weight - IDW), các bản đồ về mật độ suất liều phóng xạ, liều hiệu dụng hàng năm, chỉ số nguy hiểm bức xạ - tiêu chuẩn châu Âu cho toàn tỉnh Bình Dương đã được thiết lập.

Kết quả và thảo luận

Các giá trị suất liều trung bình, cực đại và cực tiểu cho các địa phương được đưa ra trong bảng 2. Kết quả cho thấy, trong 7 khu vực khảo sát thì Dĩ An là khu vực có giá trị suất liều trung bình cao nhất là 1,672 mSv/năm; khu vực Phú Giáo và Dầu Tiếng có suất liều trung bình thấp nhất lần lượt là 1,002 mSv/năm và 1,071 mSv/năm. Giá trị trung bình toàn tỉnh Bình Dương là 1,376 mSv/năm và dao động trong khoảng 0,148÷3,049 mSv/năm. Kết quả thu được phù hợp với giá trị suất liều gamma bề mặt khu vực Nam Bộ trước đây đã khảo sát là 1,498 mSv/năm [3, 9, 10]. Khi so sánh với suất liều gamma của khu vực dị thường phóng xạ như Hàm Tân - Bình Thuận đã khảo sát [11, 12] với giá trị trung bình là 2,961 mSv/năm thì suất liều phóng xạ trung bình ở tỉnh Bình Dương nhỏ hơn 2 lần. Giá trị cực đại của một số vị trí ở Bình Dương có giá trị cao hơn mức trung bình của khu vực Nam Bộ như tại thành phố Thủ Dầu Một 2,918 mSv/năm, khu vực Thuận An 2,787 mSv/năm, khu vực Dĩ An 2,961 mSv/năm, khu vực Bến Cát 3,049 mSv/năm. Các kết quả cho thấy, giá trị suất liều của Bình Dương nằm trong khoảng khá rộng, từ 0,148 mSv/năm đến 3,049 mSv/năm. Tuy nhiên, so với toàn Nam Bộ, giá trị trung bình suất liều của Bình Dương là nhỏ hơn.

Bảng 3: suất liều trung bình, cực đại và cực tiểu cho các địa phương thuộc tỉnh Bình Dương

Địa phương	Cực đại	Cực tiểu	Trung bình
Bến Cát	0,350 μ Sv/h 3,049 mSv/năm	0,083 μ Sv/h 0,723 mSv/năm	0,191 μ Sv/h 1,664 mSv/năm
Dĩ An	0,340 μ Sv/h 2,961 mSv/năm	0,044 μ Sv/h 0,383 mSv/năm	0,192 μ Sv/h 1,672 mSv/năm
Thuận An	0,320 μ Sv/h 2,787 mSv/năm	0,068 μ Sv/h 0,592 mSv/năm	0,185 μ Sv/h 1,611 mSv/năm
Tân Uyên	0,217 μ Sv/h 1,890 mSv/năm	0,077 μ Sv/h 0,671 mSv/năm	0,128 μ Sv/h 1,115 mSv/năm
Dầu Tiếng	0,183 μ Sv/h 1,594 mSv/năm	0,079 μ Sv/h 0,688 mSv/năm	0,123 μ Sv/h 1,071 mSv/năm
Phú Giáo	0,197 μ Sv/h 1,716 mSv/năm	0,061 μ Sv/h 0,531 mSv/năm	0,115 μ Sv/h 1,002 mSv/năm
Thủ Dầu Một	0,335 μ Sv/h 2,918 mSv/năm	0,017 μ Sv/h 0,148 mSv/năm	0,165 μ Sv/h 1,437 mSv/năm
Toàn tỉnh Bình Dương	0,350 μ Sv/h 3,049 mSv/năm	0,017 μ Sv/h 0,148 mSv/năm	0,158 μ Sv/h 1,376 mSv/năm
Nam Bộ	0,25 μ Sv/h 2,19 mSv/năm	0,10 μ Sv/h 0,876 mSv/năm	0,171 μ Sv/h 1,498 mSv/năm

Các giá trị cực đại không đột biến so các khu vực dị thường phóng xạ như ở Hàm Tân (Bình Thuận) lên đến 8,41 mSv/năm. Trong quá trình khảo sát, những giá trị này không tập trung tại một khu vực nhất định mà bắt gặp một cách tình cờ. Như vậy có thể kết luận mức phong phóng xạ tự nhiên ở Bình Dương là bình thường, không có dị thường phóng xạ.

Xác định hoạt độ phóng xạ bằng phổ kế gamma phong thấp đã cho ra các kết quả chi tiết về hoạt độ riêng của ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K [8]. Các giá trị trung bình, cực đại và cực tiểu cho các địa phương được đưa ra trong bảng 2. Từ các kết quả thu được có thể nhận thấy, hoạt độ riêng của các đồng vị ^{226}Ra , ^{232}Th là khá phù hợp với các số liệu đã được công bố gần đây [5], còn hoạt độ của ^{40}K là cao hơn. So sánh với số liệu trung bình cho toàn quốc, hoạt độ phóng xạ của các nguyên tố cần quan tâm trên địa bàn Bình Dương là thấp hơn nhiều. Cụ thể là, hoạt độ riêng của nguyên tố ^{232}Th ở Bình Dương chỉ bằng 60%, của ^{226}Ra bằng 62% và ^{40}K bằng 25% giá trị tương ứng trên toàn lãnh thổ Việt Nam. Ở đây cũng cần nhấn mạnh thêm là, kết quả của báo cáo gần đây [5] cho tỉnh Bình Dương chỉ dựa trên 4 mẫu đất. So sánh với các giá trị trung bình của thế giới thì hoạt độ phóng xạ của 2 nguyên tố ^{226}Ra , ^{232}Th ở tỉnh Bình Dương là tương đương, còn hoạt độ của ^{40}K thấp hơn nhiều. Các kết quả phân tích cũng cho thấy hoạt độ của ^{137}Cs là rất thấp.

Các tính toán đã cho thấy, hoạt độ trung bình theo trọng số dân cư (PWA) của tỉnh Bình Dương đối với

các nhân ^{232}Th , ^{226}Ra , và ^{40}K lần lượt là 37,77; 27,11 và 109,13 Bq/kg. Hoạt độ trung bình theo trọng số dân cư cho toàn Việt Nam đối với các nhân ^{232}Th , ^{226}Ra , và ^{40}K lần lượt là 55,72; 39,34 và 386,61 Bq/kg [5]. So với các giá trị tương ứng cho cả nước, kết quả này cho thấy, giá trị hoạt độ trung bình theo trọng số dân cư đối với ^{232}Th và ^{226}Ra của Bình Dương là thấp hơn, còn của ^{40}K thì cao hơn.

Kết quả tính toán cũng cho thấy, suất liều hấp thụ trong không khí của các mẫu khảo sát có giá trị nằm trong khoảng 12,20-101,24 (nGy/h), với giá trị trung bình là $37,71 \pm 2,53$ (nGy/h). Kết quả này thấp hơn gần 2 lần giá trị của toàn lãnh thổ Việt Nam với giá trị trung bình là 71,72 (nGy/h), khoảng giá trị là 17,45-149,40 (nGy/h). Giá trị trung bình cũng thấp hơn giá trị trung bình của thế giới là 57 (nGy/h) [13].

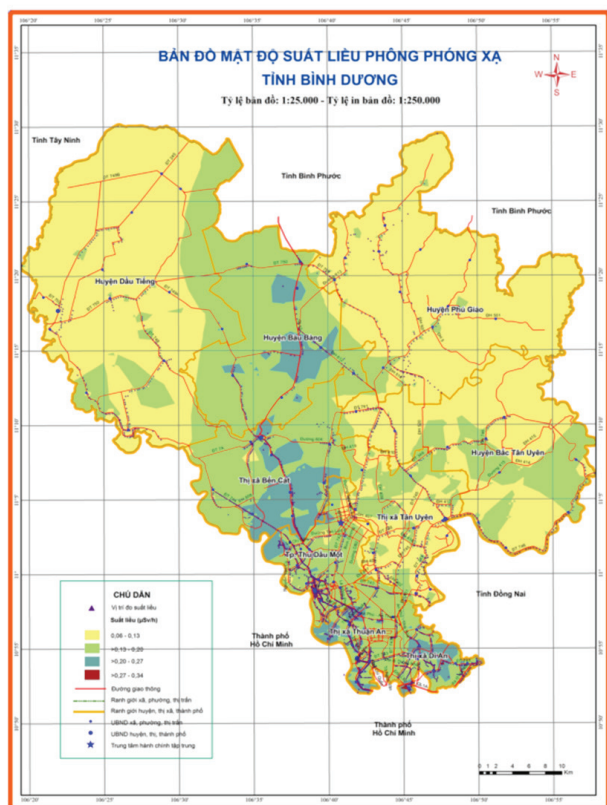
Các giá trị trung bình và khoảng giá trị suất liều hấp thụ, hoạt độ Radi tương đương và chỉ số nguy hiểm được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4: các giá trị trung bình của suất liều hấp thụ, hoạt độ Radi tương đương và chỉ số nguy hiểm (các số in nghiêng thể hiện miền biến thiên (min-max) của giá trị)

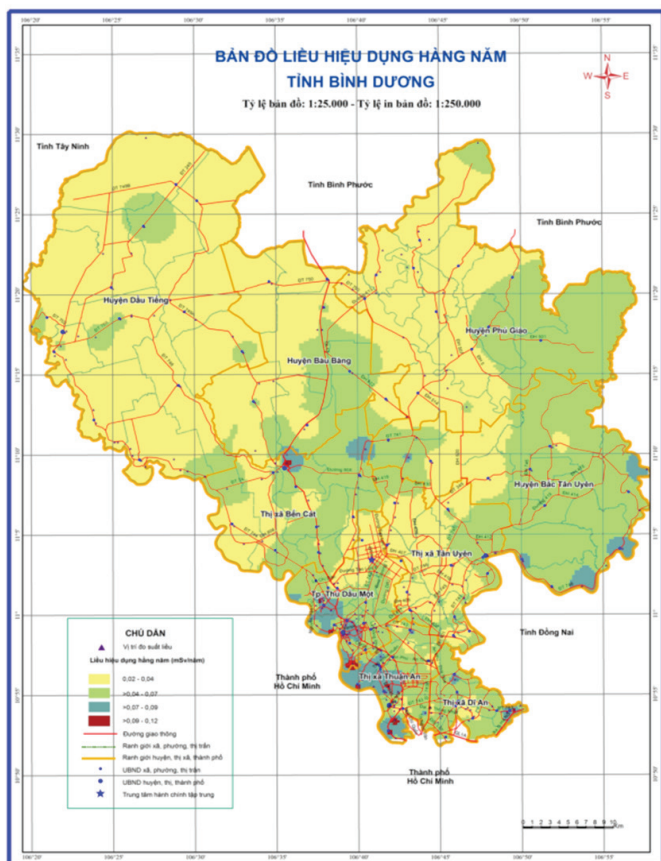
Khu vực (1)	Suất liều hấp thụ (nGy.h ⁻¹) (2)	Liều hiệu dụng hàng năm (mSv/năm) (3)	Hoạt độ Ra-di tương đương (Bq/kg) (4)	Chỉ số nguy hiểm bức xạ	
				Tiêu chuẩn châu Âu (5)	Tiêu chuẩn Thụy Sĩ (6)
Phú Giáo	29,12 20,16-42,41	0,036 0,025-0,052	67,93 47,07-98,50	0,235 0,162-0,342	0,068 0,047-0,100
Bến Cát	36,47 12,20-95,08	0,045 0,015-0,117	84,20 28,63-214,46	0,295 0,098-0,774	0,086 0,029-0,225
Dầu Tiếng	26,87 13,09-49,45	0,033 0,016-0,061	62,50 30,52-113,80	0,217 0,105-0,402	0,063 0,03-0,117
Thủ Dầu Một	47,40 13,46-92,67	0,058 0,017-0,114	109,42 31,21-214,45	0,385 0,110-0,756	0,112 0,032-0,219
Thuận An	48,32 18,96-101,24	0,059 0,023-0,124	109,99 44,49-222,12	0,391 0,155-0,815	0,114 0,045-0,239
Tân Uyên	35,89 19,86-60,39	0,044 0,024-0,074	82,15 46,19-132,94	0,289 0,159-0,488	0,084 0,046-0,143
Dĩ An	39,87 19,48-81,30	0,049 0,024-0,100	89,56 45,31-173,68	0,321 0,156-0,657	0,094 0,046-0,193
Bình Dương	37,71 12,20-101,24	0,046 0,015-0,124	86,53 28,63-222,12	0,305 0,098-0,815	0,079 0,029-0,239
	27,63*		64,58*	0,17*	
Việt Nam	71,72*		160,06*	0,43*	
	17,45-149,40		40,68-341,15	0,11-0,92	

(*) Các số liệu được công bố trong công trình gần đây [5]

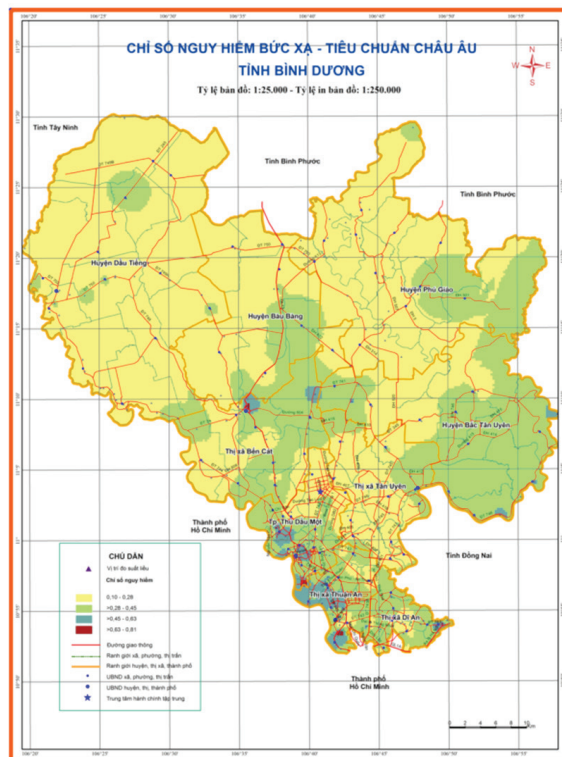
Để có bức tranh tổng quát và trực quan các bản đồ về mật độ suất liều phong phóng xạ, liều hiệu dụng hàng năm, chỉ số nguy hiểm bức xạ - tiêu chuẩn châu Âu cho toàn tỉnh Bình Dương đã được thiết lập (hình 1-3).



Hình 1: bản đồ suất liều phóng xạ của tỉnh Bình Dương dựa trên xạ trình đường bộ



Hình 2: bản đồ liều hiệu dụng hàng năm của tỉnh Bình Dương



Hình 3: bản đồ chỉ số nguy hiểm bức xạ tỉnh Bình Dương

Kết luận

Từ kết quả xạ trình đường bộ, có thể đưa ra một số kết luận như sau:

- Giá trị suất liều trung bình toàn tỉnh Bình Dương là 1,376 mSv/năm và dao động trong khoảng 0,148÷3,049 mSv/năm. Giá trị này gần bằng giá trị suất liều gamma bề mặt khu vực Nam Bộ trước đây đã khảo sát là 1,498 mSv/năm.

- Các kết quả cho thấy, giá trị suất liều của Bình Dương nằm trong khoảng khá rộng, từ 0,148 mSv/năm đến 3,049 mSv/năm.

- Giá trị suất liều gamma trung bình của tỉnh Bình Dương thấp hơn giá trị trung bình của thế giới, nằm trong mức an toàn và không có khu vực dị thường phóng xạ.

Từ kết quả phân tích các mẫu đất, có thể rút ra một số kết luận như sau:

- So sánh với số liệu trung bình cho toàn quốc, hoạt độ phóng xạ của các nguyên tố cần quan tâm trên địa bàn Bình Dương là thấp hơn nhiều. So sánh với các giá trị trung bình của thế giới thì hoạt độ phóng xạ của 2 nguyên tố ^{232}Th , ^{226}Ra của tỉnh Bình Dương là tương đương, hoạt độ của ^{40}K thì thấp hơn nhiều. Các kết quả

phân tích cũng cho thấy hoạt độ của ^{137}Cs là rất thấp. Kết quả này phản ánh khá đúng giá trị suất liều bình thường của tỉnh Bình Dương mà máy đo liều ghi nhận được.

- Suất liều hấp thụ trong không khí của các mẫu khảo sát này thấp hơn gần 2 lần giá trị trung bình của toàn Việt Nam và cũng thấp hơn giá trị trung bình của thế giới.

- Kết quả về chỉ số nguy hiểm hoạt độ chiếu xạ ngoài theo hai tiêu chuẩn châu Âu và Thụy Sĩ cũng nhỏ hơn so với quy định, cho thấy không có sự nguy hiểm phóng xạ nào đối với người dân sinh sống tại Bình Dương.

Lời cảm ơn

Các kết quả nghiên cứu được thực hiện trong khuôn khổ đề tài cấp tỉnh Bình Dương, tác giả chân thành cảm Ban giám đốc, các phòng ban chức năng của Sở KH&CN Bình Dương đã quan tâm, giúp đỡ và tạo các điều kiện thuận lợi trong quá trình thực hiện đề tài. Tác giả cảm ơn ThS Ngô Văn Dinh (Sở KH&CN Bình Dương) đã nhiệt tình giúp đỡ trong việc xây dựng bản đồ; cảm ơn TS Phan Sơn Hải (Viện Nghiên cứu Hạt nhân) đã giúp đỡ trong việc phân tích hoạt độ phóng xạ trong các mẫu; cảm ơn một số đồng nghiệp và sinh viên đã đóng góp trong việc thu thập mẫu đất và xạ

Tài liệu tham khảo

[1] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (2000), "Report to the General Assembly", *Annex B: Exposures from natural radiation sources*, UN.

[2] Soil sampling for environmental contaminants (2004), VIENNA, IAEA-TECDOC-141.

[3] Huy N.Q, Luyen T.V (2006), "Study on external exposures from terrestrial radioactivity in Southern Vietnam", *Radiat. Prot. Dosim*, **118**, pp.331-336.

[4] Phan Sơn Hải, Phạm Ngọc Sơn (1999), "Phân tích các đồng vị phóng xạ hoạt độ thấp xuất hiện trong môi trường bằng phổ kế gamma", *Hội nghị Vật lý và Kỹ thuật Hạt nhân lần 3*, Hà Nội.

[5] N.Q Huy, P.D Hien, T.V Luyen, D.V Hoang, H.T Hiep, N.H Quang, N.Q Long, D.D Nhan, N.T Binh, P.S Hai, N.T Ngo (2012), "Natural Radioactivity and external dose assessment of surface soils in Vietnam", *Radiation Protection Dosimetry*, **151**(3).

[6] Organization for Economic Cooperation and Development - OECD (1979), "Exposure to radiation from the natural radioactivity in building materials", *Report by a Group of Experts of the OECD Nuclear Energy Agency*.

[7] Beretka J, Mathew P.J (1985), "Natural radioactivity of Australian building materials, industrial wastes and by-products", *Health Phys*, **48**, pp.87-95.

[8] Trần Quốc Dũng (2014), "Xây dựng bản đồ phòng phóng xạ tự nhiên cho toàn tỉnh Bình Dương", *Báo cáo đề tài khoa học cấp tỉnh Bình Dương*, Trung tâm Hạt nhân Tp Hồ Chí Minh.

[9] Ngô Quang Huy và Trần Văn Luyến (1999), "Khảo sát nền phóng xạ môi trường đối với một số đối tượng môi trường tại thành phố Hồ Chí Minh", *Hội nghị Vật lý và Kỹ thuật Hạt nhân lần 3*.

[10] Trần Văn Luyến, Ngô Quang Huy, Mai Văn Nhơn (2001), "Xác định nền phóng xạ trong đất Nam Bộ", *Hội nghị Ứng dụng vật lý vào phát triển sản xuất và đời sống lần thứ nhất*, Đại học Quốc gia Tp Hồ Chí Minh.

[11] Trần Văn Luyến, Ngô Quang Huy, Mai Văn Nhơn (2000), "Vùng dị thường phóng xạ Hàm Tân", *Tạp chí Phát triển Khoa học Công nghệ*, Đại học Quốc gia Tp Hồ Chí Minh.

[12] Trần Văn Luyến, Ngô Quang Huy, Đào Văn Hoàng (2000), "Vùng dị thường phóng xạ Hàm Tân - Bình Thuận và Núi Cẩm - An Giang", *Báo cáo đề tài khoa học cấp Bộ Khoa học Công nghệ và Môi trường*.

[13] http://www.unscear.org/unscear/en/publications/2000_1.html.

Nghiên cứu một số giải pháp kỹ thuật tách pha nhằm hoàn thiện quy trình tách dầu dừa tinh khiết bằng công nghệ không gia nhiệt

Nguyễn Phương^{1*}, Phạm Hương Sơn¹, Hoàng Văn Tuấn¹
Nguyễn Trịnh Hoàng Anh¹, Bùi Xuân Phương¹, Mã Thị Bích Thảo¹
Phạm Tuấn Đạt¹, Nguyễn Thanh Hảo², Hoàng Thị Hường³

¹Viện Ứng dụng Công nghệ

²Học viện Nông nghiệp Việt Nam

³Trường Cao đẳng Sư phạm Hà Giang

Ngày nhận bài 24.8.2015, ngày chuyển phản biện 1.9.2015, ngày nhận phản biện 2.10.2015, ngày chấp nhận đăng 12.10.2015

Trong nghiên cứu này, sữa dừa thu được sau khi ép cùi dừa tươi từ quả dừa sẽ được tách pha dầu trên thiết bị ly tâm 3 pha. Ảnh hưởng của các thông số gồm độ hòa loãng của dịch sữa, nhiệt độ dịch sữa trước khi ly tâm, tốc độ vòng quay ly tâm đã được xem xét đến. Kết quả cho thấy, các thông số kỹ thuật của quá trình tách pha nêu trên có tác động trực tiếp đến tỷ lệ thu hồi dầu, đặc biệt là hàm ẩm của dầu. Theo đó, dịch sữa dừa được pha loãng 1,5 lần, sau đó điều chỉnh tới nhiệt độ 45°C rồi cho qua thiết bị ly tâm lần 1 với tốc độ 15.000 v/ph, lần 2 là 21.000 v/ph và lần 3 là 24.000 v/ph sẽ thu được dầu dừa. Tỷ lệ thu hồi dầu đạt 99,92%, hàm ẩm của dầu đạt 0,08%. Dầu dừa thu được sau 3 lần ly tâm được loại nước trên thiết bị cô chân không, ở độ chân không 40 mbar, thời gian 13 phút, nhiệt độ 50°C, sau khi lọc chân không thu được dầu dừa tinh khiết (VCO) có chất lượng tương đương với tiêu chuẩn của Hiệp hội dừa châu Á - Thái Bình Dương (APCC).

Từ khóa: dầu dừa tinh khiết, ly tâm 3 pha, quả dừa, sữa dừa.

Chỉ số phân loại 2.8

Đặt vấn đề

Trong các dòng sản phẩm chế biến từ quả dừa, dầu dừa là một trong những sản phẩm được sản xuất và lưu thông khá phổ biến trên thị trường. Công nghệ sản xuất dầu dừa hiện nay ở Việt Nam chủ yếu đi từ nguồn nguyên liệu cùi dừa khô theo một số phương pháp khác nhau như ép biên, ép trực hay ép thủy lực. Sau quá trình tinh chế, loại màu và khử mùi (quá trình RBD) sẽ thu được dầu dừa thành phẩm. Trong quá trình RBD, việc xử lý nhiệt ở nhiệt độ cao (trên 200°C) đã làm mất đi một lượng đáng kể thành phần dinh dưỡng có trong dầu như các loại vitamin, axit béo (lauric, palmitic, oleic...). Dầu dừa thành phẩm có màu vàng sáng, không mùi, dễ bị ôxy hoá nên giá trị gia tăng của sản phẩm không cao, khả năng tiêu thụ hạn chế, chủ yếu dùng để nấu ăn.

Ngày nay, với sự phát triển của khoa học và công nghệ đã tạo ra nhiều cải tiến trong công nghệ chiết tách dầu dừa theo hướng không sử dụng nhiệt hoặc sử dụng ở giải nhiệt độ thấp để giữ được giá trị dinh dưỡng của dầu dừa. Theo đó, dầu dừa được tách trực tiếp từ cùi dừa sấy khô (sấy ở nhiệt độ thấp) và được ép ở áp suất thấp hoặc có thể tách trực tiếp từ cùi dừa tươi, qua quá

trình: nghiền, ép, ly tâm (công nghệ không gia nhiệt). Dầu dừa được sản xuất theo công nghệ này được gọi là dầu dừa nguyên chất hay dầu dừa tinh khiết (VCO) [1]. Công nghệ sản xuất VCO theo phương pháp không gia nhiệt đã và đang được áp dụng phổ biến tại nhiều quốc gia có sản lượng dầu dừa lớn trên thế giới như Philippine, Indonesia...

Các công trình nghiên cứu khoa học đã khẳng định, VCO rất giàu axit béo có khối lượng phân tử trung bình, điển hình là axit lauric và là nguồn cung cấp dồi dào nhiều loại khoáng chất, vitamin, các chất chống oxy hóa [2]... Trong các axit béo có trong VCO, axit lauric chiếm hơn 50%, có chất lượng tương đương với sữa mẹ nên có khả năng hấp thu và tăng cường hệ miễn dịch cao. Khi vào cơ thể, axit lauric được chuyển hóa thành monolaurin có tác dụng chống một số loại virus như SARS và HIV [3].

Trong sản xuất VCO bằng công nghệ không gia nhiệt, công đoạn tách pha (pha nước, pha dầu, pha rắn) có vai trò rất quan trọng, quyết định tới chất lượng và hiệu suất thu nhận dầu dừa, do vậy, mục đích của nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của các yếu

*Tác giả chính: tsphuong65@yahoo.com.vn

A STUDY ON NON-THERMAL PROCESSING TECHNOLOGY FOR OBTAINING VIRGIN COCONUT OIL (VCO) USING PHASE SEPARATION TECHNIQUE

Summary

In this study, coconut milk was obtained by pressing fresh copra from *Cocos Nucifera* L. The coconut milk will be extracted by three-phase centrifuge. The influencing parameters including diluting the milk, the milk temperature before centrifugation, and centrifugation speed were considered. The result indicates that the specifications of the above phase separation process can directly impact the rate of oil recovery, especially the moisture of oil content. The coconut milk was diluted 1.5 times, adjusted temperature to 45°C, and then passed through centrifuges in three times with different rotation speeds: the first time with 15,000 rpm, 21,000 rpm in the second time, and 24,000 rpm in the third time when coconut oil would be gained. Oil recovery ratio reached 99.92%; moisture content of oil reached 0.08%. Coconut oil that obtained after three-time centrifugation was removed water by vacuum filtration equipment with vacuum 40 mbar, in 13 minutes, at 50°C. As a result of vacuum filtration, virgin coconut oil (VCO) was obtained with equivalent quality standards of APCC.

Keywords: coconut milk, *cocos nucifera* L, virgin coconut oil, 3-phase centrifugal device.

Classification number 2.8

tổ trong giai đoạn tách pha trên thiết bị ly tâm 3 pha để vừa thu hồi được lượng dầu lớn, vừa đảm bảo dầu dừa có chất lượng đạt được theo tiêu chuẩn của APCC.

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Vật liệu

Chọn giống dừa ta trồng tại Bến Tre, tuổi quả 11-12 tháng tuổi, thời gian lưu trữ không quá 15 ngày sau khi thu hái. Dừa nguyên liệu được tách bỏ xơ, gáo thu cơm dừa, cơm dừa được loại bỏ vỏ nâu, tiếp theo là các quá trình: rửa, băm, nghiền thô, nghiền mịn, sau đó cho

qua máy ép trục xoắn để thu dịch sữa dừa. Dịch sữa dừa được lọc qua lưới lọc có kích thước lỗ lưới 125 mesh để thu dịch sữa dừa tinh (hàm lượng chất béo 22%) sử dụng cho nghiên cứu.

Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp công nghệ: dịch sữa dừa tinh được tách pha (pha dầu, pha nước và pha rắn) thực hiện 3 lần trên thiết bị ly tâm 3 pha siêu tốc dạng ống GF75 (Trung Quốc). Tốc độ ly tâm được kiểm soát qua thiết bị biến tần ACS355 (Anh). Dầu dừa thu được sau 3 lần ly tâm được loại nước (bài khí) trên thiết bị cô chân không Heidolph (Đức), qua quá trình lọc chân không thu VCO.

Phương pháp hóa lý: xác định tỷ lệ thu hồi dầu dừa [4]: tỷ lệ thu hồi dầu (Y_o) được tính bằng % lượng dầu (pha lỏng nhẹ) thu được sau khi tách pha so với khối lượng nguyên liệu đưa vào tách, được tính bằng công thức:

$$Y_o = M_o / M_m \times 100\%$$

Trong đó: M_o là khối lượng pha dầu thu được (kg), M_m là khối lượng nguyên liệu (kg).

Xác định hiệu suất thu hồi dầu dừa [4]: hiệu suất thu hồi dầu R tính bằng % lượng dầu thu được so với hàm lượng dầu có trong sữa dừa, được tính theo công thức:

$$R (\%) = \frac{Y_o L_o}{O_m}$$

Trong đó: L_o là hàm lượng chất béo trong pha dầu, O_m là hàm lượng dầu trong sữa dừa.

Xác định hàm ẩm của dầu dừa theo phương pháp AOAC (1997) [5]; xác định hàm lượng dầu có trong sữa dừa theo phương pháp của Gerber [5]. Xác định hàm lượng các axit béo trong dầu dừa bằng phương pháp sắc ký khí ghép khối phổ (GCMS) [6]. Xác định các chỉ tiêu hoá lý của VCO: hợp chất dễ bay hơi (%), tỷ trọng tương đối, chỉ số khúc xạ ở 40°C... theo các TCVN.

Các số liệu được xử lý thống kê trên phần mềm GraphPad Prism 5.0.

Kết quả và bàn luận

Ảnh hưởng của độ hòa loãng đến hiệu quả tách ly tâm

Trong nghiên cứu này, dịch sữa dừa được hòa loãng

ở các mức khác nhau ($D = 0; 1,25; 1,5$), sau đó tiến hành ly tâm tách dầu ở tốc độ 21.000 vòng/phút. Kết quả phân tích các chỉ số của dầu thu được ở các độ hòa loãng khác nhau cho thấy, càng tăng độ hòa loãng thì tỷ lệ thu hồi pha dầu càng giảm đi, đồng thời hàm lượng nước trong dầu cũng giảm (bảng 1).

Bảng 1: ảnh hưởng của độ hòa loãng sữa dừa đối với hiệu quả tách ly tâm

Chỉ tiêu	Độ hòa loãng (lần)		
	0	1,25	1,5
Khối lượng thu hồi pha dầu (kg)	8,18	7,40	5,10
Khối lượng thu hồi pha nước (kg)	10,06	16,70	24,00
Tỷ lệ thu hồi pha dầu (%)	42,82	30,70	17,54
Tỷ lệ thu hồi pha nước (%)	52,68	65,70	79,46
Hàm lượng dầu trong nước O_w (%)	11,43	4,20	2,38
Hàm lượng nước trong dầu W_o (%)	62,21	51,14	26,40
Thất thoát dầu vào nước = dxe (%)	6,02	2,76	1,89

Khi hòa loãng 1,5 lần thì hàm lượng nước trong pha dầu giảm xuống chỉ còn 26,4%, hàm lượng dầu trong pha nước giảm xuống còn rất ít, chỉ là 2,38%, khá thấp nếu so sánh với không hòa loãng là 11,43%.

Nếu nhân hàm lượng dầu trong nước với tỷ lệ thu hồi pha nước thì được tổng lượng dầu còn sót lại trong pha nước, khối lượng này càng ít thì hiệu quả tách càng cao. Kết quả ở bảng 1 cũng cho thấy điều đó. Sau khi tách pha sữa dừa có độ hòa loãng 1,5 phần dầu chứa trong pha nước không còn được thu hồi nữa (xem như thất thoát) chỉ chiếm 1,89% tổng lượng dầu trong nguyên liệu dừa, tỷ lệ này có thể chấp nhận được về ý nghĩa kinh tế.

Ảnh hưởng của nhiệt độ đối với hiệu quả tách ly tâm

Ngoài việc hòa loãng, nhiệt độ cũng có ảnh hưởng không nhỏ đến độ nhớt sữa dừa. Nhiệt độ của sữa dừa vào thời điểm ly tâm phụ thuộc vào nhiều yếu tố như sinh ra do quá trình ép tạo ra, ảnh hưởng của thời gian chờ từ khi ép xong đến khi ly tâm, đặc biệt là nhiệt độ và tỷ lệ của nước hòa loãng... Ảnh hưởng của nhiệt độ đối với hiệu quả tách ly tâm được chỉ ra trong bảng 2.

Bảng 2: ảnh hưởng của nhiệt độ đối với hiệu suất tách ly tâm

Chỉ tiêu	Nhiệt độ sữa dừa lúc ly tâm (°C)				
	25	30	35	40	45
Tỷ lệ thu hồi pha dầu Y_o (%)	17,54	15,36	14,53	14,09	13,98
Hàm lượng nước trong dầu W_o (%)	35,82	17,13	8,33	4,16	2,50
Hàm lượng dầu trong nước O_w (%)	4,47	2,54	1,79	1,57	1,41

Trong nghiên cứu này, nhiệt độ của sữa dừa được không chế bằng nhiệt độ của nước hòa loãng, cho phép sai số $\pm 1^\circ\text{C}$ để phù hợp với điều kiện sản xuất sau này. Các khoảng nhiệt độ được xác định ở mức 25°C , 30°C , 35°C , 40°C và 45°C .

Kết quả trong bảng 2 cho thấy, khi tăng nhiệt độ, độ nhớt của sữa dừa giảm đi, do đó tốc độ tách tăng lên, hiệu quả tách cũng tăng lên. Điều này thể hiện rõ ở hàm lượng nước trong dầu (W_o) giảm đi rõ rệt. Mặt khác, không thấy tỷ lệ thu hồi pha dầu (pha lỏng nhẹ, 1 trong 2 pha do máy ly tâm tách ra) tăng lên mà ngược lại giảm đi, đó là do hàm lượng nước trong pha dầu giảm quá lớn, kéo theo sự giảm thể tích của cả pha. Đồng thời với việc giảm hàm lượng nước trong dầu (pha lỏng nhẹ) W_o , hàm lượng dầu trong pha nước (pha lỏng nặng) O_w cũng giảm theo.

Khi hàm lượng nước trong pha lỏng nhẹ giảm xuống dưới 1%, hàm lượng nước trong dầu không còn ảnh hưởng đến khối lượng của pha, tỷ lệ thu hồi của pha dầu thực sự trở thành hiệu suất tách dầu của thiết bị (Y_o), chỉ số này sẽ mang một ý nghĩa khác. Nhiệt độ thích hợp cho ly tâm sữa dừa là 45°C . Quá 55°C , một số hoạt chất của sản phẩm có nguy cơ bị biến tính, ảnh hưởng đến giá trị của VCO.

Ảnh hưởng của tốc độ quay đến hiệu quả tách ly tâm lần 1

Tốc độ ly tâm khảo sát từ 9.000 đến 21.000 v/ph. Mỗi lần ly tâm 30 lít sữa dừa có độ hòa loãng 1,5 lần, nhiệt độ ở 45°C . Kết quả thí nghiệm được đối chiếu với các chỉ tiêu năng suất và chất lượng, trình bày ở bảng 3.

Bảng 3: ảnh hưởng của tốc độ quay đối với hiệu quả tách ly tâm lần 1

Chỉ tiêu	Tốc độ quay ly tâm (v/ph)				
	9.000	12.000	15.000	18.000	21.000
Tỷ lệ thu hồi pha dầu Y_o (%)	9,49	13,22	14,73	14,56	13,99
Hàm lượng nước trong dầu W_o (%)	16,40	4,92	2,55	2,53	2,50
Hàm lượng dầu trong nước O_w (%)	7,85	2,66	0,55	0,74	1,40

Chất lượng của pha dầu (pha lỏng nhẹ) phụ thuộc rất nhiều vào hàm lượng nước chứa trong dầu W_o . Tỷ lệ thu hồi pha lỏng nhẹ (dầu) tăng lên theo chiều tăng của tốc độ ly tâm; sau mốc 15.000 v/ph thì giảm xuống. Hàm lượng nước trong pha lỏng nhẹ và dầu trong pha lỏng nặng giảm đi theo chiều tăng của tốc độ ly tâm, nhưng khi tốc độ ly tâm tăng đến một mức nào đó (quá 15.000 v/ph) thì cho hiệu quả ngược lại. Hàm lượng

nước trong pha lỏng nhẹ tiếp tục giảm nhẹ nhưng hàm lượng dầu trong pha lỏng nặng tăng lên, bởi vì khi pha dầu đã đạt được nồng độ cao (chiếm trên 97%, nước chỉ còn dưới 2,55%) thì dầu bị lực ly tâm đẩy vào pha nước, tồn thất dầu tăng lên, có nghĩa là hiệu quả tách từ sau 15.000 v/ph giảm đi. Điều này cũng giải thích vì sao tỷ lệ thu hồi pha dầu giảm đi. Điều quan trọng nhất là hàm lượng nước trong pha dầu xuống đến mức chấp nhận được cho đợt ly tâm đầu tiên, từ 2,50 đến 2,55%, khi tốc độ quay ly tâm đạt và vượt ngưỡng 15.000 v/ph. Vì vậy, mẫu tối ưu là ly tâm sữa dừa hòa loãng 1,5 lần bằng nước nóng để điều chỉnh nhiệt độ về 45°C, đưa sang ly tâm ngay với tốc độ quay thích hợp là 15.000 v/ph, áp dụng cho máy ly tâm cao tốc dạng ống có bán kính rôto là 75 mm.

Ảnh hưởng của tốc độ quay đến hiệu quả tách ly tâm lần 2

Sau ly tâm lần 1, hàm lượng nước trong dầu vẫn còn khá cao (2,55%) và chưa đạt được tiêu chuẩn của APCC về VCO (hàm lượng nước bằng hoặc dưới 0,1%), do vậy cần phải ly tâm lần 2 để loại nước. Trong ly tâm lần 2, tốc độ quay của máy được điều chỉnh đạt 5 mức từ 12.000 v/ph đến 24.000 v/ph.

Ảnh hưởng của tốc độ ly tâm đến hàm ẩm và hiệu suất thu hồi dầu được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4: ảnh hưởng của tốc ly tâm đối với hàm ẩm và hiệu suất thu hồi dầu sau ly tâm lần 2

Chỉ tiêu	Tốc độ quay ly tâm (v/ph)				
	12.000	15.000	18.000	21.000	24.000
Hàm lượng nước trong dầu W_o (%)	0,34	0,23	0,17	0,12	0,12
Hàm lượng dầu trong nước O_w (%)	15,46	8,66	4,42	2,43	1,63
Tỷ lệ thu hồi pha dầu Y_o (%)	96,89	96,96	97,01	97,03	97,04
Hàm lượng chất béo trong pha dầu L_o (%)	99,66	99,77	99,83	99,87	99,88
Hiệu suất thu hồi dầu đợt 2 R_2 (%)	96,56	96,74	96,85	96,90	96,92
Hiệu suất thu hồi dầu cả 2 đợt R (%)	93,65	93,83	93,93	93,99	94,01
Hàm lượng chất béo sau 2 đợt tách	20,79	20,83	20,85	20,87	20,87

Bảng 4 cho thấy, dù tăng tốc độ ly tâm đến cực đại theo năng suất của máy thì hàm ẩm trong dầu chỉ đạt bằng 0,12% là thấp nhất và gần đạt mức tiêu chuẩn của APCC. Mặt khác, có thể thấy rằng, tốc độ quay ly tâm

càng cao thì hiệu suất thu hồi dầu càng cao. Nhưng khi tốc độ lên tới 21.000 và 24.000 v/ph thì chênh lệch là không đáng kể. Do vậy, tốc độ quay ly tâm thích hợp cho ly tâm lần 2 được xác định là 21.000 v/ph.

Ảnh hưởng của tốc độ quay đến hiệu quả tách ly tâm lần 3

Tương tự như ly tâm lần 1, sau ly tâm lần 2 dù sử dụng tốc độ quay đạt ngưỡng cực đại theo công suất máy nhưng hàm ẩm của dầu vẫn chưa đạt được theo tiêu chuẩn của APCC, tỷ lệ thu hồi dầu vẫn còn ở mức cần cải thiện. Do vậy, trong thí nghiệm này, các thông số thí nghiệm vẫn được thực hiện tương tự như công đoạn ly tâm lần 2. Kết quả chỉ ra trong bảng 5.

Bảng 5: ảnh hưởng của tốc độ quay ly tâm đối với hàm ẩm pha dầu (VCO) sau ly tâm lần 3

Chỉ tiêu	Tốc độ quay ly tâm (v/ph)				
	12.000	15.000	18.000	21.000	24.000
Hàm ẩm trong pha dầu W_o (%)	0,099	0,090	0,084	0,081	0,080
Hàm lượng dầu trong pha nước O_w (%)	87,50	75,00	64,00	57,78	50,00
Tỷ lệ thu hồi dầu Y_o (%)	99,84	99,88	99,90	99,91	99,92

Kết quả chỉ ra trong bảng 5 cho thấy, hàm ẩm của VCO giảm dần theo chiều tăng của tốc độ quay ly tâm, ban đầu giảm đáng kể nhưng đến cuối giảm rất ít, cuối cùng đã đạt mức 0,08%. Đồng thời với việc giảm hàm ẩm trong pha dầu, hàm lượng dầu trong pha nước cũng giảm mạnh, chứng tỏ hiệu quả tách rất tốt. Như vậy, sau đợt ly tâm tách pha thứ 3, hàm ẩm của VCO đã được giảm xuống còn 0,08%, dưới mức tiêu chuẩn của APCC. Với hàm ẩm này, VCO đã đạt tới độ “tinh khiết” như các loại sản phẩm tương tự trên thị trường thế giới. Với lực tách của máy ly tâm ở tốc độ 24.000 v/ph, thu hồi dầu được đến 99,92%, phần nước thải đi rất nhỏ, không đáng kể.

Đánh giá chất lượng của VCO

Dầu dừa thu được sau 3 lần ly tâm được loại nước (bài khí) trên thiết bị cô chân không, ở độ chân không 40 mbar, thời gian 13 phút, nhiệt độ 50°C, sau khi lọc chân không thu được VCO. Kết quả phân tích các chỉ tiêu hoá lý, thành phần các axit béo đánh giá chất lượng của VCO so sánh với đánh giá chất lượng VCO theo tiêu chuẩn của APCC và Philippine được trình bày trong bảng 6.

Bảng 6: so sánh đánh giá chất lượng của VCO

TT	Tên chỉ tiêu	Kết quả	Theo tiêu chuẩn APCC [7]	Theo tiêu chuẩn Philippine [8]
I Thành phần hoá lý của VCO				
1	Độ ẩm (%)	0,08	Max 0,1	≤ 0,1
2	Hợp chất dễ bay hơi (%)	0,15	Max 0,2	0,12-0,20
3	Axit béo tự do (%)	0,13	Max 0,2	0,2
4	Chỉ số peroxyt (meq/kg)	0,7	Max 3,0	Max 3,0
5	Tỷ trọng tương đối	0,918	0,915-0,920	-
6	Chỉ số khúc xạ ở 40°C	1,4486	1,448-1,4492	-
7	Tạp chất không tan (%)	0,04	Max 0,05	-
8	Độ xà phòng hóa	250	250-260	-
9	Chỉ số Iot	8,3	4,1-11	-
10	% các chất không xà phòng hóa bởi khối lượng	0,32	0,2-0,5	-
11	Trọng lượng riêng	0,916	0,915-0,920	-
12	Chỉ số polenske	11	13	-
II Hàm lượng các axit béo trong VCO				
1	Axit Caproic (C6:0)	0,3	0,10-0,95	0,1-0,7
2	Axit Caprylic (C8:0)	4,58	4,0-10,0	4,0-10,0
3	Axit Capric (C10:0)	6,90	4,0-8,0	4,0-8,0
4	Axit Lauric (C12:0)	52,72	45,0-56,0	45,1-56,0
5	Axit Myristic (C14:0)	18,46	16,0-21,0	16,0-21,0
6	Axit Palmitic (C16:0)	8,06	7,5-10,2	7,5-10,2
7	Axit Stearic (C18:0)	2,46	2,0-4,0	2,0-5,0
8	Axit Oleic (C18:1)	5,51	4,5-10,0	5,0-10,0
9	Axit Linoleic (C18:2)	1,01	0,7-2,5	1,0-2,5

Từ kết quả bảng 6 cho thấy, các chỉ tiêu: độ ẩm, hợp chất dễ bay hơi, axit béo tự do, chỉ số peroxyt đều thấp hơn và trong khoảng cho phép của APCC.

Các chỉ tiêu khác: tỷ trọng tương đối, chỉ số khúc xạ ở 40°C, tạp chất không tan, độ xà phòng hóa, chỉ số Iot, % các chất không xà phòng hóa bởi khối lượng, trọng lượng riêng, chỉ số polenske nằm trong khoảng cho phép của APCC, tiêu chuẩn của Philippine không có quy định này.

Hàm lượng các axit béo có trong VCO thu được tương đương với hàm lượng các axit béo theo tiêu chuẩn của APCC và Philippine.

Hiện nay chúng ta chưa có tiêu chuẩn (TCVN) cụ thể nào đánh giá chất lượng cho VCO. Trên cơ sở so

sánh các chỉ tiêu hoá lý của VCO thu được qua nghiên cứu, tham khảo TCVN 7597:2007 [9], thông qua tài liệu và đánh giá một số chỉ tiêu hoá lý của VCO theo các quy định của APCC và Philippine, kết quả cho thấy, các chỉ tiêu hoá lý của VCO nghiên cứu có chất lượng tương đương với theo tiêu chuẩn của APCC và Philippine.

Kết luận

Tổng hợp các nghiên cứu cho thấy, sử dụng kỹ thuật tách pha dầu trên thiết bị ly tâm 3 pha có ảnh hưởng rất lớn tới chất lượng của dầu dừa. Trong các thông số kỹ thuật của quá trình tách pha, tốc độ quay ly tâm tác động trực tiếp đến tỷ lệ thu hồi dầu, đặc biệt là hàm ẩm của dầu. Kết quả chỉ ra rằng, sau khi dịch sữa dừa được hòa loãng ở mức 1,5 lần, nhiệt độ của dịch sau hòa loãng được điều chỉnh tới 45°C, sau đó cho qua máy ly tâm sử dụng tốc độ quay ly tâm lần 1 ở mức 15.000 v/ph, lần 2 ở mức 21.000 v/ph, lần 3 ở mức 24.000 v/ph cho tỷ lệ thu hồi dầu đạt ở mức cao nhất, đạt 99,92%, hàm ẩm của dầu chỉ còn 0,08%. Kết quả phân tích cho thấy, các chỉ tiêu hoá lý của VCO nghiên cứu đạt theo tiêu chuẩn của APCC và Philippine.

Tài liệu tham khảo

- [1] Divina D Bawalan (2011), *Processing Manual for Virgin Coconut Oil, its Products and By-products for Pacific Island Countries and Territories*, Secretariat of the Pacific Community Noumea, New Caledonia.
- [2] Manaf M.A, Che Man Y.B, Hamid N.S.A, Ismail A, Abidin S.Z (2007), "Analysis of adulteration of virgin coconut oil by palm kernel olein using Fourier transform infrared spectroscopy", *Journal of Food Lipids*, **14**, pp.111-121.
- [3] Trần Tiến Khai (2011), *Báo cáo nghiên cứu phân tích chuỗi giá trị dừa Bến tre*, Dự án DBRP Bến Tre.
- [4] Peter Clarke (2009), *Theory of sedimentation and centrifugation*, plc@badice.co.uk.
- [5] AOAC (1990), *Official Method of Analysis*, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- [6] ISO/FDIS 5590:1998.
- [7] APCC STANDARDS FOR VIRGIN COCONUT OIL.
- [8] PHILIPPINE STANDARD FOR VCO (PNS/BAFPS 22:2007/ICS 67.200.10).
- [9] TCVN 7597:2007- CODEX STAN 210-2005 - Dầu thực vật.

Nghiên cứu tạo chế phẩm nano vàng/carboxymethyl chitosan bằng kỹ thuật bức xạ ứng dụng làm chất chống oxy hóa

Lê Quang Luân^{1*}, Nguyễn Thành Long², Nguyễn Hải Nam³, Đỗ Thị Phượng Linh⁴

¹Trung tâm Hạt nhân TP Hồ Chí Minh

²Công ty Vắcxin và Sinh phẩm Nha Trang

³Công ty Bía Dung Quốc

⁴Viện Sốt rét - Ký sinh trùng - Côn trùng TP Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài 20.3.2015, ngày chuyển phản biện 26.3.2015, ngày nhận phản biện 6.5.2015, ngày chấp nhận đăng 11.5.2015

Các chế phẩm nano vàng có kích thước 5,2; 6,7 và 7,3 nm được tạo ra bằng phương pháp chiếu xạ tia gamma các dung dịch Au^{3+} (HauCl_4) có nồng độ tương ứng là 0,25; 0,5 và 1mM sử dụng carboxymethyl chitosan làm chất ổn định. Các đặc trưng quang học và kích thước hạt của chế phẩm nano vàng được xác định bằng phương pháp đo phổ UV-Vis và chụp ảnh TEM. Hoạt tính chống oxy hóa của chế phẩm nano vàng ở các nồng độ 0,025-0,5mM cũng được xác định bằng phương pháp sử dụng chất bắt gốc tự do ABTS (để đánh giá khả năng chống oxy hóa của AuNPs) và kết quả nhận được cho thấy, khi nồng độ nano vàng càng cao thì hoạt tính chống oxy hóa càng cao và thời gian phản ứng xảy ra càng nhanh. Ở nồng độ 0,375mM, hoạt tính chống oxy hóa của chế phẩm nano vàng đạt hiệu quả cao nhất chỉ trong 3-5 phút. Hoạt tính chống oxy hóa của nano vàng có xu hướng tăng dần theo thời gian và cao hơn so với acid ascorbic ở cùng nồng độ sử dụng. Các kết quả đạt được cho thấy, chế phẩm nano vàng/carboxymethyl chitosan tạo được theo phương pháp chiếu xạ này có thể được sử dụng làm nguyên liệu tiềm năng để sản xuất các sản phẩm chống oxy hóa dùng trong các ngành công nghiệp dược phẩm, thực phẩm chức năng và mỹ phẩm.

Từ khóa: ABTS, carboxymethyl chitosan, chất chống oxy hóa, chiếu xạ, nano vàng.

Chỉ số phân loại 2.9

Đặt vấn đề

Nhiều nghiên cứu cho thấy, nano vàng có ứng dụng rất rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Trong mỹ phẩm, nano vàng có tính chống oxy hóa rất mạnh và được bổ sung vào các sản phẩm chăm sóc da để loại bỏ các gốc tự do và ức chế các phản ứng oxy hóa giúp trẻ hóa da hiệu quả. Trong ứng dụng công nghiệp, nano vàng có thể được sử dụng làm xúc tác hiệu quả hay phủ điện cực giúp chống oxy hóa và ăn mòn. Trong y học, nano vàng có ái lực rất lớn với các tế bào ung thư, chính vì vậy chúng được ứng dụng để chẩn đoán và tầm soát khối u hoặc làm chất dẫn truyền thuốc điều trị ung thư. Nano vàng đã được chứng minh là có khả năng hấp thụ ánh sáng và chuyển hóa toàn bộ năng lượng này thành nhiệt trong thời gian gần như tức thì ($\sim 10^{-12}$ giây) và do đó nhiều công trình nghiên cứu ứng dụng bức xạ laser bước sóng ~ 520 nm, bức xạ laser cận hồng ngoại bước sóng ~ 800 nm để kích thích làm nóng hạt nano vàng sau khi đã được hướng đích, tập trung đến các mô ung thư cần điều trị [1-3]. Các nghiên cứu mới đây cho thấy, khi xạ trị kết hợp tiêm nano vàng thì có thể tiêu

diệt dứt điểm khối u trong thời gian ngắn [4-8].

Vật liệu nano chủ yếu được chế tạo bằng phương pháp từ trên xuống (top - down) và phương pháp từ dưới lên (bottom - up). Phương pháp top - down là phương pháp tạo vật liệu có kích thước nano từ vật liệu khối ban đầu hay từ hạt có kích thước lớn hơn bằng cách nghiền cơ học, ăn mòn laser, điện phân kết hợp siêu âm... [9]. Phương pháp bottom - up là phương pháp tạo các hạt nano từ các ion bằng nhiều cách khác nhau như khử hóa học (dùng các tác nhân hóa học như citric acid, vitamin C, NaBH_4 , cồn, ethylene glycol để khử ion kim loại thành kim loại [10]); khử vật lý (dùng các tác nhân vật lý như điện tử, sóng điện từ năng lượng cao như tia gamma, tia tử ngoại, tia laser khử ion kim loại thành kim loại [9]); khử hóa lý (kết hợp cả vật lý và hóa học như điện phân kết hợp với phương pháp siêu âm để chế tạo các hạt nano, dây nano, ống nano, bột nano...) và khử sinh học (sử dụng các tác nhân như nấm, vi khuẩn, virus có khả năng khử ion vàng tạo nguyên tử vàng kim loại [11, 12]).

*Tác giả chính: Tel: 0913711223; Email: lequangluan@gmail.com

PREPARATION OF GOLD/ CARBOXYMETHYL CHITOSAN NANOPARTICLES BY RADIATION TECHNIQUE FOR APPLICATION AS AN ANTIOXIDANT

Summary

Gold nanoparticles (AuNPs) with the sizes of 5.2, 6.7 and 7.3 nm have been synthesised by γ -irradiation of Au^{3+} solutions with the corresponding concentrations of 0.25, 0.5 and 1.0mM using carboxymethyl chitosan as stabiliser. The optical characteristics and particle sizes of AuNPs have been determined by UV-Vis spectra and TEM images respectively. The antioxidant activity of AuNPs has been investigated at the concentrations of 0.025mM and 0.5mM using ABTS scavenging activity. The results have shown that the higher concentration of AuNPs displays the stronger antioxidant activity and the faster reaction time. The highest antioxidant activity has been found at the concentration of 0.375mM within 2-3 minutes. The antioxidant activity of AuNPs increases by the increase of reaction time and is higher than that of ascorbic acid. Thus, gold/carboxymethyl chitosan nanoparticles prepared by γ -irradiation method can be potentially utilised for the production of antioxidant products in pharmaceuticals, functional foods and cosmetics.

Keywords: ABTS, antioxidant, carboxymethyl chitosan, gold nanoparticles, γ -irradiation.

Classification 2.9

Phương pháp điều chế keo vàng nano bằng bức xạ gamma Co-60 có nhiều thuận lợi so với các phương pháp khác [13] như phản ứng thực hiện trong điều kiện thường, hiệu suất cao; tạo ra hạt vàng nano với trạng thái ổn định và tinh khiết cao, không bị nhiễm bẩn bởi các oxit kim loại như khi sử dụng các phương pháp khác, dễ dàng kiểm soát kích thước hạt vàng thông qua điều chỉnh suất liều chiếu xạ và nồng độ các chất phản ứng. Thêm vào đó, chiếu xạ tia γ là phương pháp khá thân thiện với môi trường, không để lại bất kỳ dư lượng độc hại nào, có khả năng áp dụng trên quy mô lớn và đáp ứng được yêu cầu sản xuất sạch. Quá trình

khử ion kim loại bằng bức xạ có thể được kiểm soát mà không cần sử dụng thừa các chất khử hay tạo ra những sản phẩm oxy hóa trung gian không mong muốn trong quá trình sản xuất. Mục tiêu của nghiên cứu này là nhằm ứng dụng công nghệ bức xạ để tạo ra chế phẩm vàng nano có kích thước hạt nhỏ được ổn định bằng carboxymethyl chitosan, một sản phẩm polymer tự nhiên tan trong nước và đánh giá hoạt tính chống oxy hóa của chế phẩm nhằm hướng tới sản xuất và ứng dụng làm chất chống oxy hóa trong chẩn đoán, điều trị ung thư.

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Vật liệu

Muối vàng hydrogen tetrachloroaurate (III) trihydrate ($\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) sử dụng trong nghiên cứu là của Merck, Đức. Chất ổn định carboxymethyl chitosan (CM-chitosan) do Koyou Chemical Industrial Co. Ltd, Nhật Bản cung cấp. ABTS (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate) là của Biobasic, Canada và các hóa chất tinh khiết khác như sodium persulfate ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) là của Sigma, Mỹ.

Tạo chế phẩm vàng nano - CM-chitosan bằng phương pháp chiếu xạ

Các dung dịch chiếu xạ có nồng độ Au^{3+} là 0,25; 0,5 và 1mM ổn định trong CM-chitosan ở các nồng độ 0,25; 0,5 và 1% được tạo ra từ các dung dịch gốc (stock) 10mM Au^{3+} và 2% CM-chitosan theo các tỷ lệ phù hợp với nước khử ion và được điều chỉnh đến pH ~ 8 bằng dung dịch NH_4OH 2,5%. Tiến hành chiếu xạ các hỗn hợp nêu trên trong dải liều 4-8 kGy bằng nguồn xạ gamma Co-60 SVST-Co-60/B tại Trung tâm Nghiên cứu và triển khai công nghệ bức xạ với suất liều là 1,3 kGy/h. Dung dịch chứa các hạt nano vàng - CM-chitosan tạo ra được sử dụng cho các nghiên cứu tiếp theo.

Xác định các đặc trưng của chế phẩm

Để đo phổ tử ngoại (UV: Ultra Violet), các mẫu vàng nano được pha loãng trong nước khử ion sao cho nồng độ Au^{3+} là 0,1mM và tiến hành đo trên máy quang phổ UV-Vis (UV-2401PC, Shimadzu, Nhật Bản). Kích thước và phân bố kích thước hạt vàng nano trong sản phẩm chiếu xạ được xác định bằng phương pháp chụp ảnh hiển vi điện tử (TEM: Transmission Electron Microscope) trên thiết bị hiển vi điện tử truyền qua (JEM 1400, JEOL, Nhật Bản) theo phương pháp của Arya và cộng sự [14].

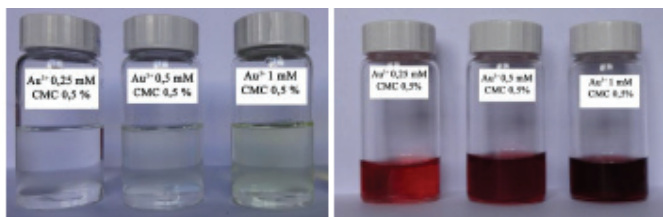
Khảo sát hoạt tính chống oxy hóa của chế phẩm vàng nano

Hoạt tính oxy hóa của chế phẩm vàng nano được xác định theo phương pháp sử dụng ABTS làm chất có khả năng phản ứng với các chất chống oxy hóa. Dung dịch gốc tự do ABTS^{•+} được chuẩn bị bằng cách pha dung dịch K₂S₂O₈ (7,4mM) với dung dịch ABTS (2,6mM) ở tỷ lệ 1:1 và giữ trong điều kiện tối ở nhiệt độ 4°C. 1 ml dung dịch gốc tự do ABTS^{•+} được cho vào 0,6 ml dung dịch nano vàng - CM-chitosan và tiến hành đo mật độ quang ở bước sóng 734 nm tại các thời điểm 1, 3, 5, 10, 20, 30, 45 và 60 phút. Hoạt tính chống oxy hóa được xác định theo phương pháp của Re [15] và Thaipong [16].

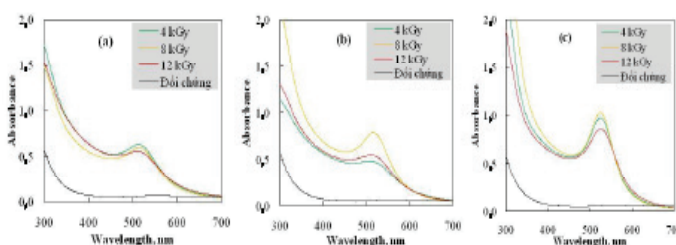
Kết quả và thảo luận

Xác định liều chuyển hóa bão hòa để tạo vàng nano - CM-chitosan

Kết quả hình 1 cho thấy, sau khi chiếu xạ thì các ion Au³⁺ trong dung dịch bị khử thành các hạt vàng dạng nano và làm cho dung dịch có màu đỏ tím, đồng thời có đỉnh hấp thụ ($\lambda_{\max}$) dao động trong khoảng 510÷526 nm (hình 2). Đây là đỉnh hấp thụ cộng hưởng plasmon bề mặt đặc trưng của vàng nano do sự dao động cộng hưởng giữa photon ánh sáng tới với electron vùng dẫn của vàng nano, hiện tượng này không có đối với vàng khối [17, 18].



Hình 1: dung dịch Au³⁺/CM-chitosan trước khi chiếu xạ (trái) và chế phẩm nano vàng - CM-chitosan hình thành sau khi chiếu xạ



Hình 2: phổ UV-Vis của dung dịch chứa 0,25 (a); 0,5 (b) và 1mM Au³⁺ (c) trong 0,5% CM-chitosan ở các liều xạ khác nhau

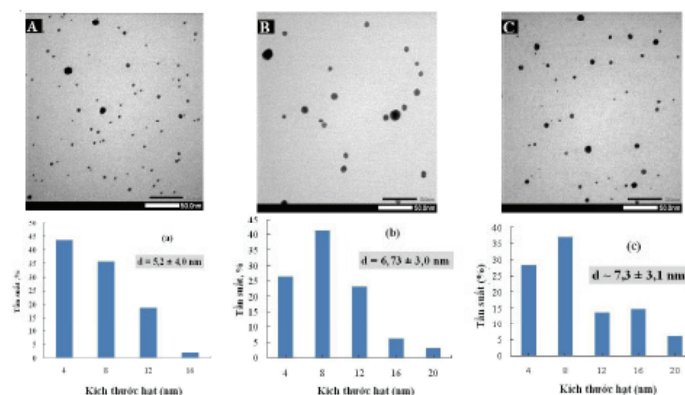
Liều chuyển hóa bão hòa là liều xạ mà tại đó các ion Au³⁺ trong dung dịch chiếu xạ bị khử hoàn toàn thành Au⁰ (vàng kim loại) và khi đó mật độ quang (OD) đạt

giá trị cực đại. Giá trị $\lambda_{\max}$ và OD của các mẫu chiếu xạ ở các liều khác nhau được trình bày trong bảng 1 cho thấy, khi chiếu xạ dung dịch 0,25mM Au³⁺/0,5% CM-chitosan thì $\lambda_{\max} \sim 510$ nm và giá trị OD đạt giá trị lớn nhất (0,6292) tại liều xạ 4 kGy và sau đó giảm dần khi tăng liều xạ lên 8 và 12 kGy. Kết quả này cho thấy, liều 4 kGy chính là liều dịch chuyển bão hòa và khi tăng liều chiếu thì các gốc tự do $\cdot\text{OH}$ sinh ra từ các phản ứng phân ly bức xạ sẽ oxy hóa các hạt nano vàng vừa tạo ra thành dạng cụm, làm giảm số lượng hạt vàng nano và giảm độ hấp thụ của dung dịch. Sự khác biệt về vị trí đỉnh hấp thụ gây ra có thể là do kích thước khác nhau của các hạt nano vàng - CM-chitosan hình thành tại các liều chiếu khác nhau. Kết quả bảng 1 cũng cho thấy, đối với dung dịch có nồng độ 0,5mM Au³⁺/0,5% CM-chitosan thì liều chuyển bão hòa cũng xác định được là 4 kGy với đỉnh hấp thụ cực đại ở $\lambda_{\max} \sim 511$ nm và giá trị OD = 0,7901. Trong khi đó, đối với dung dịch 1mM Au³⁺/0,5% CM-chitosan thì liều chuyển bão hòa là 8 kGy với đỉnh hấp thụ cực đại ở $\lambda_{\max} \sim 524$ nm và giá trị OD = 1,0299.

Bảng 1: độ hấp thụ (optical density) của các chế phẩm nano vàng - CM-chitosan theo liều chiếu xạ

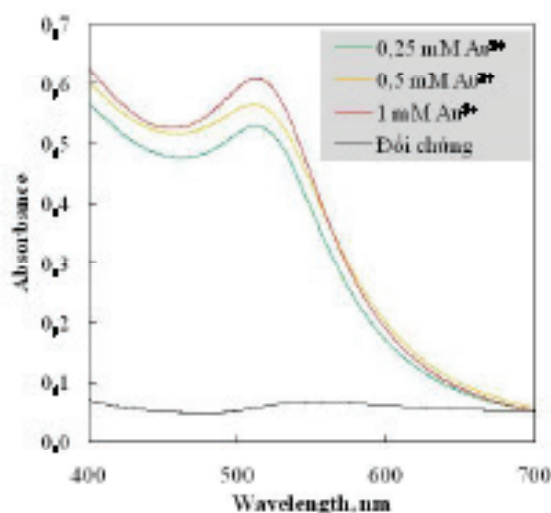
Mẫu	Liều xạ, kGy	$\lambda_{\max}$ (nm)	OD (A)
0,25mM Au ³⁺ /0,5% CM-chitosan	4	507,0	0,6292
	8	510,0	0,5981
	12	515,0	0,5498
0,5mM Au ³⁺ /0,5% CM-chitosan	4	511,0	0,7901
	8	513,5	0,5569
	12	516,0	0,4831
1mM Au ³⁺ /0,5% CM-chitosan	4	526,0	0,9757
	8	524,0	1,0299
	12	524,0	0,8591

Ảnh hưởng của nồng độ Au³⁺ đến kích thước hạt vàng nano



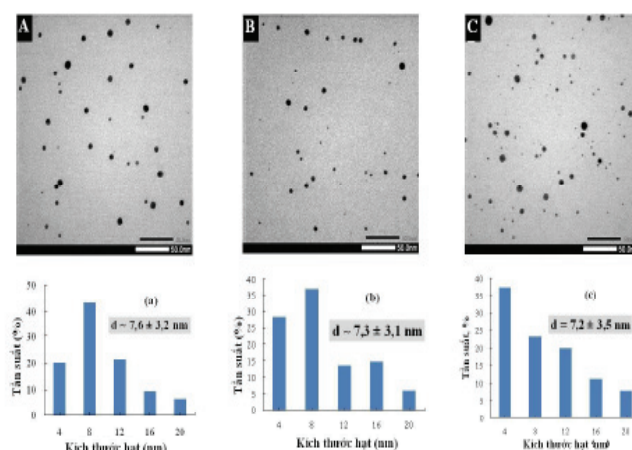
Hình 3: ảnh TEM và đồ thị phân bố kích thước hạt nano vàng - CM-chitosan tạo được từ các dung dịch muối vàng trong 0,5% CM-chitosan với nồng độ Au³⁺ lần lượt là 0,25mM (A, a); 0,5mM (B, b) và 1mM (C, c)

Một trong những công cụ được sử dụng nhiều và có độ tin cậy cao để xác định kích thước hạt vàng là kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM). Đây là thiết bị nghiên cứu vi cấu trúc vật rắn, sử dụng chùm điện tử có năng lượng cao chiếu xuyên qua mẫu vật rắn mỏng và sử dụng các thấu kính từ để tạo ảnh với độ phóng đại cực lớn. Ảnh chụp từ kính hiển vi điện tử truyền qua cho phép xác định được kích thước của các hạt nano. Trong nghiên cứu này, hình ảnh TEM của các hạt nano vàng - CM-chitosan tạo được từ các dung dịch có nồng độ Au^{3+} khác nhau và phân bố kích thước hạt của chúng được trình bày ở hình 3. Dễ dàng quan sát thấy các hạt vàng nano tạo được có dạng hình cầu, với kích thước tương đối đồng đều và sự phân bố kích thước hạt là tương đối hẹp. Kích thước trung bình của hạt vàng nano trong sản phẩm có xu hướng tăng theo sự gia tăng của nồng độ Au^{3+} trong dung dịch chiếu xạ. Cụ thể là, ở nồng độ Au^{3+} 0,25mM, hạt vàng nano tạo ra có kích thước trung bình vào khoảng 5,2 nm. Khi tăng nồng độ Au^{3+} lên 0,5mM, kích thước trung bình hạt vàng nano tăng lên 6,7 nm và khi nồng độ Au^{3+} đạt 1mM thì kích thước trung bình hạt vàng nano là khoảng 7,3 nm. Ngoài ra kết quả nhận được từ hình 4 cũng cho thấy, khi gia tăng nồng độ Au^{3+} thì giá trị OD có gia tăng lên nhưng λ_{max} thay đổi không đáng kể. Kết quả một lần nữa chứng minh rằng, khi gia tăng nồng độ Au^{3+} thì kích thước hạt vàng nano trong sản phẩm tăng lên nhưng không đáng kể, chính vì vậy, nồng độ 1mM Au^{3+} được lựa chọn để khảo sát ở các thí nghiệm tiếp theo.



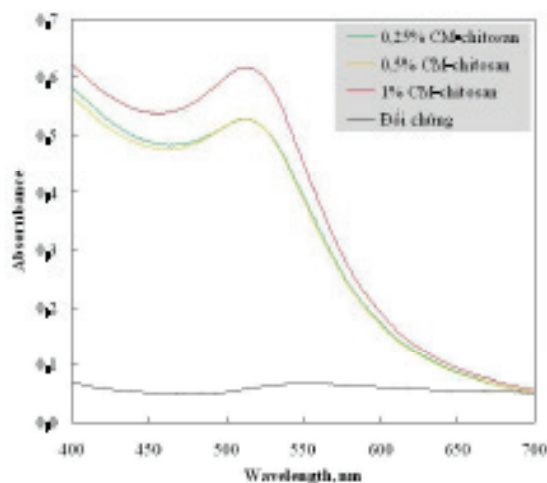
Hình 4: phổ UV-Vis của các chế phẩm nano vàng - CM-chitosan tạo được từ các dung dịch có nồng độ Au^{3+} khác nhau

Ảnh hưởng của nồng độ chất ổn định đến kích thước hạt vàng nano



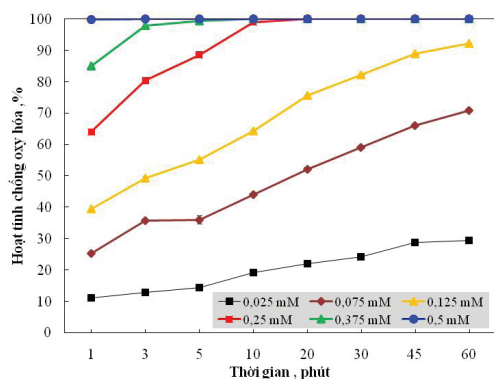
Hình 5: ảnh TEM và đồ thị phân bố kích thước hạt vàng nano - CM-chitosan được tạo ra từ các dung dịch có chứa 1mM Au^{3+} trong CM-chitosan có nồng độ lần lượt là 0,25% (A, a); 0,5% (B, b) và 1% (C, c)

Trong chế tạo vàng nano nói riêng và nano kim loại nói chung, chất ổn định có ảnh hưởng rất lớn đến kích thước hạt nano. Kết quả nghiên cứu này cho thấy, khi tăng nồng độ chất ổn định thì kích thước hạt vàng nano hình thành giảm nhẹ (hình 5 và 6). Cụ thể là, khi nồng độ CM-chitosan ở mức 0,25% thì kích thước hạt nano vàng tạo ra là 7,6 nm và khi tăng nồng độ CM-chitosan lên 0,5% thì kích thước hạt nano vàng có xu hướng giảm nhẹ còn ~7,2 nm và hầu như tương đương với khi sử dụng nồng độ CM-chitosan 1%. Như vậy có thể thấy, khi sử dụng CM-chitosan làm chất ổn định thì sự gia tăng nồng độ chất ổn định cũng như nồng độ Au^{3+} không làm thay đổi nhiều kích thước hạt vàng nano trong sản phẩm tạo thành và để tạo hạt nano vàng có kích thước ~7 nm thì nồng độ Au^{3+} là 1mM trong dung dịch CM-chitosan 0,5% là phù hợp.



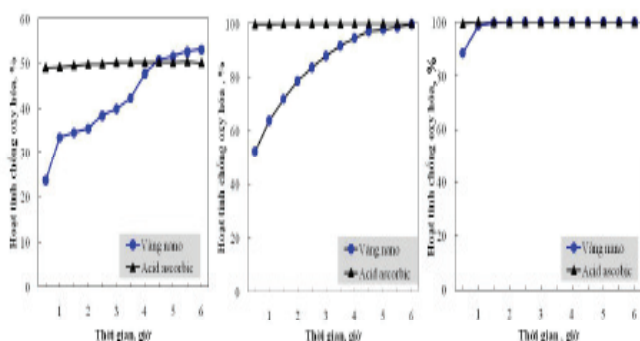
Hình 6: phổ UV-Vis của các chế phẩm nano vàng - CM-chitosan tạo được từ dung dịch có nồng độ CM-chitosan khác nhau

Hoạt tính chống oxy hóa của chế phẩm vàng nano



Hình 7: hoạt tính chống oxy hóa của chế phẩm nano vàng - CM-chitosan ở các nồng độ khác nhau

Vàng là kim loại có hoạt tính chống oxy hóa rất tốt và hoạt tính này càng được cải thiện hơn khi vàng ở dạng nano. Theo kết quả công bố của Esumi và cộng sự [19], khi nghiên cứu hoạt tính chống oxy hóa của vàng nano cho thấy, hoạt tính chống oxy hóa của vàng nano cao hơn 80 lần so với acid ascorbic (một chất chống oxy hóa điển hình). Kết quả nhận được trên hình 7 cho thấy, hoạt tính chống oxy hóa tăng theo thời gian và phụ thuộc vào nồng độ chế phẩm nano vàng - CM-chitosan áp dụng. Tuy nhiên, sau 60 phút, hoạt tính chống oxy hóa của các chế phẩm vàng nano ở các nồng độ 0,025-0,125mM vẫn chưa đạt đến trạng thái bão hòa, dù hoạt tính chống oxy hóa của chế phẩm vàng nano có nồng độ 0,125mM đã đạt 92,23%. Đối với dung dịch vàng nano có nồng độ cao hơn (0,25, 0,35 và 0,5mM) thì hiệu quả chống oxy hóa tối đa đạt được tương ứng sau 20, 5 và 1 phút. Như vậy, nồng độ dung dịch vàng nano càng cao thì hoạt tính chống oxy hóa càng cao và xảy ra càng nhanh, những mẫu dung dịch vàng nano ở nồng độ thấp cần phải có thời gian phản ứng đủ dài để đạt được trạng thái chống oxy hóa cao nhất.



Hình 8: so sánh hoạt tính chống oxy hóa của chế phẩm nano vàng - CM-chitosan (AuNPs) và acid ascorbic theo thời gian ở cùng nồng độ 0,025mM (a); 0,075mM (b); và 0,125mM (c)

Khi so sánh (khả năng duy trì hoạt tính ổn định phải được so sánh giữa hoạt tính ngay sau khi tạo được và sau một thời gian bảo quản nhất định) hoạt tính chống oxy hóa của vàng nano và acid ascorbic ở cùng nồng độ theo thời gian nhận được ở kết quả như hình 8. Có thể thấy rằng, hoạt tính chống oxy hóa của vàng nano có xu hướng tăng dần theo thời gian, trong khi đối với acid ascorbic là hầu như không thay đổi. Điều này có thể giải thích là do acid ascorbic hòa tan hoàn toàn trong nước, do đó khi phản ứng với gốc tự do xảy ra ở dạng đồng thể và sau khi phản ứng thì các phân tử acid ascorbic không còn khả năng khử gốc tự do tiếp được nữa trong khi phản ứng của các phân tử vàng là phản ứng dị pha giữa hạt vàng nano dạng rắn với gốc tự do trong dung dịch dạng lỏng nên quá trình sẽ diễn ra lâu hơn. Tuy nhiên, sau phản ứng thì các hạt vàng nano vẫn tồn tại và tiếp tục phản ứng với các gốc tự do khác trong dung dịch. Như vậy, hoạt tính chống oxy hóa của chế phẩm nano vàng có thể sẽ cao hơn cũng như lâu dài và ổn định hơn.

Kết luận

Đã xác định được liều chiếu xạ bão hòa để tạo hạt nano vàng - CM-chitosan bằng phương pháp chiếu xạ tia gamma từ dung dịch chứa Au^{3+} trong khoảng 0,25-1,0mM, sử dụng chất ổn định CM-chitosan với nồng độ 0,25-1,0%. Chế phẩm vàng nano tạo ra được có kích thước nhỏ (5,2-7,6 nm). Chế phẩm vàng nano có nồng độ 1mM trong 0,5% chất ổn định có hoạt tính chống oxy hóa cao hơn và bền hơn so với acid ascorbic ở cùng nồng độ sử dụng. Sản phẩm vàng nano được tạo ra bằng công nghệ bức xạ có nhiều ưu điểm và được xem là loại nguyên liệu rất tiềm năng để sản xuất các sản phẩm chống oxy hóa trong công nghiệp dược phẩm, thực phẩm chức năng, mỹ phẩm...

Tài liệu tham khảo

- [1] Gu H.Y, Chen Z, Sa R.X, Yuan S.S, Chen H.Y, Ding Y.T, Yu A.M (2004), "The immobilization of hepatocytes on 24 nm-sized gold colloid for enhanced hepatocytes proliferation", *Biomater*, **25**, pp.3445-3451.
- [2] Huang X, El-Sayed M.A (2010), "Gold nanoparticles: Optimal properties and implementations in cancer diagnosis and photothermal therapy", *J. Adv. Res*, **1**, pp.13-28.
- [3] Yang Y, Matsubara S, Nogami M, Sho J (2007), "Controlling the aggregation behavior of gold nanoparticles", *Mater. Sci. Eng. B*, **140**, pp.172-176.
- [4] Alkilany A.M, Murphy C.J (2010), "Toxicity and cellular uptake of gold nanoparticles: What we have learned so far?", *J. Nanopart. Res*,

12, pp.2313-2333.

[5] Ghosh P, Han G, De M, Kim C.K, Rotello V.M (2008), "Gold nanoparticles in delivery applications", *Adv. Drug Deliv. Rev.*, **60**, pp.1307-1325.

[6] Kim J.K, Seo S.J, Kim H.T, Kim K.H, Chung M.H, Kim K.R, Ye S.J (2012), "Enhanced proton treatment in mouse tumors through proton irradiated nanoradiator effects on metallic nanoparticles", *Phys. Med. Biol.*, **57**, pp.8309-8323.

[7] Bhattacharya R, Mukhopadhyay D, Mukherjee P (2010), "Fabrication of gold nanoparticles for targeted therapy in pancreatic cancer", *Adv. Drug Deliv. Rev.*, **62**, pp.346-361.

[8] Seol S.K, Kim D, Jung S, Chang W.S, Bae Y.M, Lee K.H, Hwu Y (2012), "Effect of citrate on polyvinylpyrrolidone-stabilized gold nanoparticle size of gold nanoparticle capped with polyvinylpyrrolidone", *Physica B*, **405**, pp.906-911.

[9] Simakin A.V, Voronov V.V, Shafeev G.A, Brayner R, Verdraz F.B (2001), "Nanodisks of Au and Ag produced by laser ablation in liquid environment", *Chem. Phys. Lett.*, **348**, pp.182-186.

[10] Gautam G.P, Singh G.P, Ram S (2006), "A simple polyol synthesis of silver metal nanopowder", *Mater. Sci.*, **157**, pp.5-10.

[11] Sadowski Z, Maliszewska I.H, Grochowalska B, Polowczyk I, Kozlecki T (2008), "Synthesis of silver nanoparticles using microorganism", *Mater. Sci. Poland*, **26(2)**, pp.419-424.

[12] Sinha S, Pam L, Chanda P, Sen S.K (2009), "Nanoparticles fabrication using ambient biological resources", *J. Appl. Biosci.*, **19**, pp.1113-1130.

[13] Chen P, Song L, Liu Y, Fang Y (2007), "Synthesis of silver nanoparticles by γ - ray irradiation in acetic water solution containing chitosan", *Mater.Chem. Phys.*, **76(7)**, pp.1165-1168.

[14] Aryal S, Remant B.K.C, Khil M.S, Dharmaraj N, Kim H.Y (2007), "Radical scavenger for the stabilization of gold nanoparticles", *Mater. Let.*, **61**, pp.4225-4230.

[15] Re R, Pellegrini P, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C (1999), "Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay", *Free Radic. Biol. Med.*, **26**, pp.1231-1237.

[16] Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Zavallos L.C, Byrne D.H (2006), "Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts", *J Food Compos. Anal.*, **19**, pp.669-675.

[17] Luo Y (2008), "Size-controlled preparation of dendrimer - protected gold nanoparticles: A sunlight irradiation-based strategy", *Mater. Let.*, **62**, pp.3770-3772.

[18] Shen M, Du Y, Hua N, Yang P (2006), "Microwave irradiation synthesis and self-assembly of alkylamine-stabilized gold nanoparticles", *Powder Technol.*, **162**, pp.64-72.

[19] Esumi K, Jakei N, Yoshimura T (2003), "Antioxidant-potentiality of gold-chitosan nanocomposites", *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, **32**, pp.117-123.

Nghiên cứu ảnh hưởng của hiện tượng co ngót vật liệu sấy đến thời gian sấy cà rốt dạng thái lát

Trương Minh Thắng^{1*}, Nguyễn Đức Lợi²

¹Trường Đại học Giao thông Vận tải

²Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Ngày nhận bài 13.2.2015, ngày chuyển phản biện 28.2.2015, ngày nhận phản biện 30.3.2015, ngày chấp nhận đăng 3.4.2015

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu sự ảnh hưởng của hiện tượng co ngót vật liệu sấy (VLS) đến thời gian sấy (TGS) cà rốt. Kết quả giải hệ phương trình truyền nhiệt truyền chất trong quá trình sấy bằng phương pháp sai phân hữu hạn cũng như phương pháp tương tự để xác định TGS khi xét đến hiện tượng co ngót đều cho sai số nhỏ hơn rất nhiều so với thực nghiệm ở trường hợp bỏ qua hiện tượng này.

Từ khóa: co ngót vật liệu sấy, thời gian sấy, truyền nhiệt truyền chất.

Chỉ số phân loại 2.10

RESEARCH INTO THE EFFECTS OF SHRINKAGE PHENOMENON ON DRYING TIME OF CARROT SLICES

Summary

The shrinkage of carrot slices in drying process has been studied and presented in this paper. It is shown that the results of resolving the drying time function estimated by finite-difference method and similarity method during the process of heat and mass transfer in case of considering shrinkage phenomenon have much smaller errors than that in case of ignoring the shrinkage.

Keywords: drying time, heat and mass transfer, shrinkage.

Classification number 2.10

Đặt vấn đề

Sấy là một trong những biện pháp chế biến và bảo quản sản phẩm được con người sử dụng từ rất lâu. Quá trình sấy là quá trình mà trong đó cùng với sự thay đổi nhiệt độ thì các liên kết ẩm của vật liệu bị phá vỡ và lượng ẩm này sau đó dịch chuyển ra ngoài môi trường thông qua bề mặt vật liệu. Khi đó, khoảng không gian mà lượng ẩm này chiếm chỗ sẽ bị thay đổi, đó là nguyên nhân chính gây ra hiện tượng co ngót của vật liệu trong quá trình sấy. Trong kỹ thuật sấy, TGS là một trong những thông số công nghệ cần phải xác định một cách chính xác. Đó là dữ liệu cần thiết cho quá trình thiết kế, vận hành tối ưu nhằm tiết kiệm năng lượng mà chất lượng sản phẩm sấy vẫn được đảm bảo. TGS thường được xác định bằng các phương pháp như: nửa lý thuyết nửa thực nghiệm, thực nghiệm, giải tích [1]. Trong các phương pháp trên, hầu hết các tác giả đều bỏ qua ảnh hưởng của hiện tượng co ngót VLS nên kết quả tính toán so với thực nghiệm có sự chênh lệch tương đối lớn.

Do vậy, để khắc phục hạn chế trên, các tác giả đã tiến hành nghiên cứu bổ sung ảnh hưởng của sự co ngót VLS trong tính toán xác định TGS. Đây là phương pháp lý thuyết có thể áp dụng được cho các vật liệu và đối tượng khác. Trong phạm vi bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả tính toán xác định TGS được dựa trên hai phương pháp chính, đó là phương pháp giải mô hình toán của quá trình sấy bằng phương pháp sai phân hữu hạn và phương pháp tương tự. Hai phương pháp này được kiểm chứng bằng cách sử dụng các thông số tính toán tương tự như điều kiện thực nghiệm. Do hạn chế của thực nghiệm nên chúng tôi chỉ sử dụng một loại VLS là cà rốt dạng thái lát.

Nội dung nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu ảnh hưởng của hiện tượng co ngót VLS

*Tác giả chính: Tel: 0936169626; Email: tmthangdhgt@gmail.com

đến quá trình sấy mà ở đây là TGS được sử dụng là nghiên cứu lý thuyết kết hợp với thực nghiệm kiểm chứng. Nghiên cứu lý thuyết để xác định TGS của VLS thông qua giải hệ phương trình vi phân truyền nhiệt truyền chất (TNTC) và xác định TGS dựa trên lý thuyết tương tự giữa TNTC khi có xét đến ảnh hưởng của hiện tượng co ngót VLS. Thực nghiệm được tiến hành với mục đích thu thập số liệu và kiểm chứng sự phù hợp của kết quả lý thuyết với thực nghiệm.

Đối tượng nghiên cứu ở đây là sự ảnh hưởng của hiện tượng co ngót VLS đến quá trình sấy mà cụ thể trong bài báo này là sự tác động của sự co ngót đến TGS.

Mô hình của quá trình sấy vật liệu dạng tấm phẳng

Trong quá trình sấy, hiện tượng TNTC xảy ra đồng thời và thường được biểu diễn dưới dạng hệ phương trình vi phân TNTC liên hợp [2]. Với các giả thiết: dịch chuyển ẩm bên trong chủ yếu là dạng hơi; có xét đến hiện tượng co ngót VLS nhưng coi hình dáng của VLS không đổi; xét đến ảnh hưởng của khuếch tán ẩm đến dẫn nhiệt nhưng bỏ qua ảnh hưởng của dẫn nhiệt đến khuếch tán ẩm; VLS là đồng chất, không có phản ứng hóa học và không có nguồn sinh nhiệt, nguồn sinh vật chất bên trong; các tính chất nhiệt vật lý của VLS phụ thuộc vào nhiệt độ hoặc độ chứa ẩm hoặc phụ thuộc cả hai; hệ số khuếch tán ẩm hiệu quả ít phụ thuộc vào độ chứa ẩm nhưng phụ thuộc nhiệt độ của VLS; nhiệt độ và độ chứa ẩm ban đầu của VLS là đồng nhất. Đối với bài toán 1 chiều và có xét đến ảnh hưởng của hiện tượng co ngót thông qua hệ số tốc độ ngót trung bình ω_x , hệ phương trình TNTC ở đây có dạng [3]:

$$\begin{cases} \frac{\partial t}{\partial \tau} + \omega_x \frac{\partial t}{\partial x} = \frac{1}{\rho \cdot C_p} \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \right) + \frac{r \cdot \rho_k}{\rho \cdot C_p} \cdot \frac{\partial M}{\partial \tau} \\ \frac{\partial M}{\partial \tau} + \omega_x \frac{\partial M}{\partial x} = D(T) \cdot \frac{\partial^2 M}{\partial x^2} \end{cases} \quad (1)$$

Điều kiện đơn trị của hệ phương trình (1) bao gồm:

- Điều kiện ban đầu: $t(x, 0) = t_0$; $M(x, 0) = M_0$ (2)

- Điều kiện đối xứng: $\left. \frac{\partial t}{\partial x} \right|_{x=0} = 0$; $\left. \frac{\partial M}{\partial x} \right|_{x=0} = 0$ (3)

- Điều kiện biên:

$$\alpha(t_a - t) \Big|_{x=x_s} - \beta_M \rho_k r (M - M_e) \Big|_{x=x_s} = -\lambda \left. \frac{\partial t}{\partial x} \right|_{x=x_s} - C_p \omega_x \rho t \Big|_{x=x_s} \quad (4)$$

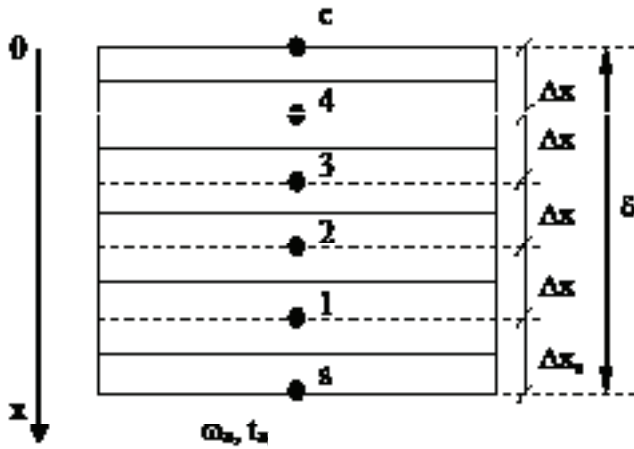
$$-D \cdot \left. \frac{\partial M}{\partial x} \right|_{x=x_s} + \omega_x M \Big|_{x=x_s} = \beta_M (M - M_e) \Big|_{x=x_s} \quad (5)$$

Trong (1), (2), (3), (4), (5): C_p là nhiệt dung riêng của VLS (J/kg×K); D là hệ số khuếch tán ẩm của VLS (m²/s); M là độ chứa ẩm ở thời điểm bất kỳ của VLS (kg ẩm/kg vật liệu khô, viết tắt là kg/kg); M_0 , M_e là độ chứa ẩm ban đầu và ở trạng thái cân bằng của VLS (kg/kg); r là nhiệt ẩm hóa hơi của nước - lượng nhiệt cần thiết để 1 kg nước ở trạng thái lỏng biến hoàn toàn thành hơi (kJ/kg); t là nhiệt độ ở thời điểm bất kỳ của VLS (°C); t_0 là nhiệt độ ban đầu của VLS (°C); t_a là nhiệt độ của không khí sấy (°C); α là hệ số trao đổi nhiệt đối lưu trung bình tại bề mặt VLS (W/m²×K); β_M là hệ số trao đổi ẩm đối lưu trung bình tại bề mặt VLS (m/s); λ là hệ số dẫn nhiệt của VLS (W/m×K); τ là thời gian sấy (s); ω_x là tốc độ co ngót trung bình của VLS (m/s); ρ_k , ρ là khối lượng riêng của vật liệu khô tuyệt đối và của vật liệu ẩm (kg/m³).

Giải hệ (1) cùng với các điều kiện đơn trị (2, 3, 4, 5) sẽ cho kết quả về động học quá trình sấy như thay đổi độ chứa ẩm của VLS, thay đổi nhiệt độ của VLS, tốc độ sấy... Kết thúc quá trình sấy cũng là lúc độ chứa ẩm của VLS đạt đến trạng thái yêu cầu đặt ra theo chế độ bảo quản ứng với mỗi loại VLS khác nhau. Khoảng thời gian từ lúc bắt đầu đến khi kết thúc quá trình sấy cũng chính là TGS cần xác định. Sau đây chúng tôi xin giới thiệu phương pháp sai phân hữu hạn để giải hệ phương trình (1).

Phương pháp sai phân hữu hạn giải hệ

Mô hình vật lý của hệ (1) được trình bày trên hình 1 và giả thiết như sau: tác nhân sấy (TNS) có nhiệt độ t_a , tốc độ ω_a và độ ẩm tương đối φ_a thực hiện quá trình trao đổi nhiệt ẩm tại bề mặt VLS. VLS có chiều dày 2δ được đặt trong buồng sấy sao cho sự trao đổi nhiệt ẩm đồng đều ở cả 2 mặt. Hiện tượng dẫn nhiệt được thực hiện khi VLS hấp thụ nhiệt từ TNS qua bề mặt làm cho nhiệt độ của VLS tăng dần lên, độ ẩm của VLS bắt đầu giảm do sự dịch chuyển dần từ trong lòng ra bề mặt và được TNS mang ra ngoài. Quá trình này được đánh giá thông qua hệ số trao đổi ẩm trung bình tại bề mặt β_M .



Hình 1: mô hình và bước chia sai phân một nửa bề dày tấm VLS

Khi quá trình sấy bắt đầu, tức là khi hiện tượng trao đổi nhiệt ẩm xảy ra thì sự dịch chuyển của bề mặt VLS dần vào phía tâm cũng bắt đầu diễn ra (chiều dày của VLS giảm dần từ δ_0 đến δ_c). Cuối quá trình sấy, chiều dày của VLS sẽ bằng chiều dày của VLS ở điều kiện cân bằng δ_c . Do quá trình này có tính chất đối xứng nên chỉ cần tính toán cho một nửa chiều dày tấm phẳng δ và được biểu diễn trên hình 1. Việc xác định đúng sự biến thiên theo phương co ngót của tốc độ co ngót ω_x là rất khó khăn nên theo Karim [4], giả sử sự co ngót là tuyến tính theo phương x và giả sử tốc độ co ngót trung bình trong toàn bộ quá trình sấy tại một vị trí x bất kỳ là:

$$\omega_{tb}^x = \omega_s \frac{x}{\delta} \quad (6)$$

Trong đó: ω_s (m/s) là tốc độ co ngót tại bề mặt của VLS (tốc độ dịch chuyển bề mặt s).

Tốc độ co ngót trung bình ω_{tb} (m/s) của VLS trong toàn bộ quá trình sấy bằng:

$$\frac{\delta_0 - \delta_c}{\tau_\Sigma} = \omega_{tb} \quad (7)$$

Ở đây: δ_0 , δ_c lần lượt là chiều dày VLS ở thời điểm ban đầu và thời điểm cuối của quá trình sấy (m), τ_Σ là tổng thời gian sấy (s). Các giá trị này được xác định từ thực nghiệm.

Chia đều một nửa chiều dày δ của VLS thành 5 khoảng Δx như trên hình 1 và tốc độ co ngót trung bình trong quá trình sấy tại các vị trí từ bề mặt s đến vị trí tâm c được tính như sau:

$$\begin{aligned} \omega_1 &= \frac{(\Delta x_1)_0 - (\Delta x_1)_c}{\sum \Delta \tau} = \omega_{tb}; \omega_2 = \frac{(\Delta x_2)_0 - (\Delta x_2)_c}{\sum \Delta \tau} = \frac{4}{5} \omega_{tb}; \omega_3 = \frac{(\Delta x_3)_0 - (\Delta x_3)_c}{\sum \Delta \tau} = \frac{3}{5} \omega_{tb} \\ \omega_4 &= \frac{(\Delta x_4)_0 - (\Delta x_4)_c}{\sum \Delta \tau} = \frac{2}{5} \omega_{tb}; \omega_5 = \frac{(\Delta x_5)_0 - (\Delta x_5)_c}{\sum \Delta \tau} = \frac{1}{5} \omega_{tb} \end{aligned} \quad (8)$$

Từ (6), (7), (8) ta được:

$$\frac{\sum_{i=s}^4 (\Delta x_i)_0 - \sum_{i=s}^4 (\Delta x_i)_c}{\sum \Delta \tau} = \sum_{i=s}^4 \omega_i = 3\omega_{tb} = 3\omega_s \quad (9)$$

Trong đó: $\Delta \tau$ (s) là bước thời gian tính toán ($\tau_\Sigma = \sum \Delta \tau$); tốc độ co ngót trung bình ω_{tb} (m/s) được xác định từ thực nghiệm. Bằng phương pháp sai phân hữu hạn và cân bằng nhiệt ẩm, chúng tôi viết được hệ phương trình sai phân dạng hàm ẩn có 12 phương trình bậc nhất mô tả quan hệ giữa sự thay đổi nhiệt độ và độ chứa ẩm của một nửa kích thước VLS trong quá trình sấy. Hệ số tỏa nhiệt α và tỏa chất β_M đối lưu trung bình được xác định dựa trên các phương trình tiêu chuẩn do Secgayep đề xuất khi nghiên cứu quá trình TNTC sự bay hơi ẩm từ bề mặt vật xốp vào không khí, tương tự như quá trình sấy ở đây:

$$Nu = 0,061 Re^{0,77} Pr^{0,33} Gu^{0,09} \quad (10)$$

$$Sh = 0,096 Re^{0,75} Sc^{0,33} Gu^{0,144} \quad (11)$$

Ở đây: Nu, Re, Pr, Gu, Sh, Sc lần lượt là các tiêu chuẩn Nusselt, Reynold, Prandtl, Gutman, Sherwood và Schmidt.

Như vậy, sau khi thay đầy đủ các dữ liệu cần thiết, xây dựng chương trình tính toán chúng tôi thu được nghiệm của hệ (1) và xác định được TGS.

Phương pháp tương tự xác định TGS

Trong thực tế, nếu cần xác định TGS thì phương pháp giải hệ phương trình vi phân được trình bày ở trên tương đối phức tạp. Vì thế, chúng tôi xin giới thiệu phương pháp khác đơn giản hơn, đó là phương pháp dựa vào sự tương tự giữa truyền nhiệt và truyền chất [5, 6] để xác định TGS. Ở đây, chúng tôi cũng đánh giá sự ảnh hưởng của hiện tượng co ngót đến việc xác định TGS theo phương pháp này để khẳng định sự cần thiết của việc xét đến sự co ngót VLS trong khi tính toán quá trình sấy. Nội dung của phương pháp này như sau:

- Xác định tính tương tự về mặt toán học của bài toán dẫn nhiệt với bài toán khuếch tán ẩm tương ứng

trong chế độ sấy cần xác định TGS.

- Tìm quan hệ $Q_{(0,\tau)}/Q_{(0,\infty)}$ của bài toán đốt nóng hay làm nguội của bài toán dẫn nhiệt tương tự được xác định trong bước 1. Với $Q_{(0,\tau)}$, $Q_{(0,\infty)}$ lần lượt là nhiệt lượng mà vật nhận được hoặc mất đi trong khoảng thời gian $(0, \tau)$ và $(0, \infty)$.

- Đồng nhất quan hệ sau:

$$Q_{(0,\tau)}/Q_{(0,\infty)} = G_{M(0,\tau)}/G_{M(0,\infty)} \quad (12)$$

Trong đó, $Q_{(0,\tau)}/Q_{(0,\infty)}$ được xác định từ nghiệm của phương trình dẫn nhiệt với điều kiện biên loại 3 đối xứng [2], và $G_{M(0,\tau)}$, $G_{M(0,\infty)}$ lần lượt là lượng ẩm mà vật mất đi trong khoảng thời gian $(0, \tau)$ và $(0, \infty)$.

- Xác định tiêu chuẩn Fourier của quá trình truyền chất (thời gian không thứ nguyên) Fo_M từ quan hệ (12) và từ đó tìm được thời gian sấy τ .

Tuy nhiên, khi xét đến hiện tượng co ngót của VLS, phương pháp này cần phải được hiệu chỉnh và bổ sung ảnh hưởng đó vào tính toán. Cách hiệu chỉnh này đã được trình bày trong [7]. Ở đây, chúng tôi tóm lược lại một số nội dung cơ bản của biện pháp hiệu chỉnh như sau: ảnh hưởng của kích thước và hệ số khuếch tán của VLS khi tính đến hiện tượng co ngót thể hiện trong Fo_M , đại lượng tìm được nhờ phương pháp tương tự:

$$Fo_M = \frac{D\tau}{\delta^2} \quad (13)$$

Như vậy, cần phải xác định kích thước cuối δ_{end} ứng với giá trị độ ẩm cuối quá trình sấy M_{end} , ở giá trị này thì cần phải tìm được hệ số khuếch tán D_{end} . Từ đó mới có thể tìm được giá trị Fo_M chính xác ở cuối quá trình sấy. Tuy nhiên, để xác định chính xác TGS ta phải có các giá trị D từ thực nghiệm ứng với quá trình tính toán. Các giá trị δ_{end} , D_{end} theo M_{end} được tính như sau:

Xác định kích thước đầu δ_0 và kích thước kết thúc quá trình sấy δ_e (ứng với trạng thái cân bằng của VLS với TNS). Các giá trị này cũng tương ứng với độ chứa ẩm ban đầu M_0 và độ chứa ẩm cân bằng M_e của VLS.

Tại các thời điểm lấy mẫu M ($M_e < M < M_0$) sẽ có tương ứng một kích thước δ ($\delta_e < \delta < \delta_0$), giả thiết hiện tượng co ngót xảy ra theo thời gian thông qua quan hệ sau, có “n” số lần lấy mẫu nên kích thước δ_i ở thời điểm thứ i là:

$$\delta_i = \delta_0 - i \cdot \frac{\delta_0 - \delta_e}{n} \quad (14)$$

Từ đây sẽ có được “n” giá trị của δ tương ứng với “n” giá trị của M . Xây dựng quan hệ giữa δ và M :

$$\delta = f(M) \quad (15)$$

Việc tiếp theo là cần xác định giá trị của D theo số liệu thực nghiệm quá trình sấy. Nghiệm của quá trình trao đổi ẩm đối với tấm phẳng trong trường hợp không có co ngót và D không đổi có dạng:

$$\ln MR = \ln \frac{M}{M_e} = \ln \left(\frac{\delta}{\pi^2} \right) - \frac{D\pi^2}{4\delta^2} \tau \quad (16)$$

Dựa vào số liệu thực nghiệm, quan hệ giữa $\ln(M/M_0)$ và thời gian τ sẽ có dạng đường thẳng và độ dốc k của đường thẳng này chính là $(D\pi^2/\delta^2)$.

$$k = \frac{D\pi^2}{4\delta^2} \quad (17)$$

Từ (17) cho thấy, với trường hợp $\delta = \text{const}$ hay không có co ngót có thể xác định được giá trị D theo k . Tuy nhiên, nếu trong trường hợp co ngót xảy ra thì giá trị này lại giảm dần theo δ và sẽ đạt nhỏ nhất ở δ_e . Vì vậy, để giải quyết vấn đề này có thể tính D_i ở thời điểm i theo biểu thức sau:

$$D_i = \frac{D_0 - D_e}{\delta_0 - \delta_e} (\delta_i - \delta_e) + D_e = D_0 - \frac{D_0 - D_e}{\delta_0 - \delta_e} (\delta_0 - \delta_i) \quad (18)$$

Ở đây, D_0 và D_e là giá trị của hệ số khuếch tán tính theo (17) nhưng ở δ_0 và δ_e .

Với cách lập luận như trên, ta sẽ tính được hệ số khuếch tán ẩm D , kích thước δ ở bất kỳ thời điểm nào trong quá trình sấy, nói cách khác là độ ẩm cuối M_{end} của quá trình sấy có thể tính được và TGS cũng sẽ xác định được theo Fo_M .

Kết quả và thảo luận

Do phạm vi bài báo, nhóm tác giả không trình bày chi tiết quá trình thực nghiệm mà chỉ giới thiệu kết quả của quá trình này với vật liệu đại diện là cà rốt dạng thái lát, các thông số của quá trình thực nghiệm được sử dụng để tính toán và so sánh với kết quả lý thuyết. Mô hình thực nghiệm cũng như cách thức tiến hành thực nghiệm sấy cà rốt đã được trình bày trong [8]. Các thông số nhiệt vật lý của VLS là cà rốt thay đổi theo nhiệt độ được tính theo [9]. Chúng bao gồm: 1) VLS: chiều dày $2\delta_0 = 10$ mm; đường kính $L = 50$ mm; độ chứa ẩm ban đầu trung bình VLS $M_0 = 6,33$ kg/kg (độ ẩm tương đối của VLS $w_0 = 86,4\%$); độ chứa ẩm

cuối trung bình VLS $M_{\text{end}} = 0,136 \text{ kg/kg}$ ($w_{\text{end}} = 12\%$); độ chứa ẩm cân bằng VLS $M_e = 0,1 \text{ kg/kg}$ ($w_e = 9,1\%$); nhiệt độ ban đầu của VLS $t_0 = 28^\circ\text{C}$; chiều dày kết thúc quá trình sấy (trạng thái cân bằng) $2\delta_e = 4 \text{ mm}$; tốc độ co ngót VLS $\omega_{\text{tb}} = 9,091 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$. Tổng thời gian sấy là 550 phút để đạt đến trạng thái cân bằng $M_e = 0,1 \text{ kg/kg}$ ($w_e = 9,1\%$) và mất 535 phút để độ ẩm cà rốt sấy đạt $M_{\text{end}} = 0,136 \text{ kg/kg}$ ($w_{\text{end}} = 12\%$). 2) TNS: nhiệt độ $t_a = 43,9^\circ\text{C}$; tốc độ $\omega_a = 1,5 \text{ m/s}$ và độ ẩm $\varphi_a = 46,5\%$.

Dựa vào các thông số trên, chúng tôi giải hệ phương trình TNTC (1) bằng phương pháp sai phân hữu hạn, tiến hành tính toán trên máy tính bằng phần mềm Microsoft Excel ứng với trường hợp không co ngót $\omega_{\text{tb}} = 0 \text{ m/s}$ và trường hợp có co ngót $\omega_{\text{tb}} = 9,091 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$. Từ đó, có thể rút ra các nhận xét về động học quá trình sấy cũng như tìm được TGS. Các nhận xét về động học quá trình sấy được trình bày trong [3], trong nội dung bài báo này, chúng tôi chỉ tập trung đánh giá sự khác nhau của kết quả tính TGS của VLS trong trường hợp có hoặc không xét đến hiện tượng co ngót khi so với thực nghiệm (bảng 1).

Bảng 1: kết quả thực nghiệm và tính toán độ ẩm tương đối trung bình VLS

TGS τ , phút	CN w, %	KCN w, %	TN w, %	TGS τ , phút	CN w, %	KCN w, %	TN w, %	TGS τ , phút	CN w, %	KCN w, %	TN w, %
0	86,4	86,4	86,4	300	43,8	50,2	53,4	540	14,0	23,9	10,8
25	83,2	83,2	85,0	325	39,3	46,8	48,3	545	13,7	23,5	9,9
50	80,7	80,7	83,5	350	35,1	43,6	42,7	550	13,4	23,2	9,1
75	78,1	78,2	81,5	375	31,1	40,4	37,4	575	12,0	21,5	-
100	75,3	75,6	79,3	400	27,4	37,4	32,5	600	-	19,9	-
125	72,2	72,8	76,8	425	24,1	34,5	27,8	625	-	18,6	-
150	68,9	69,9	74,2	450	21,2	31,9	22,9	650	-	17,4	-
175	65,2	66,8	71,1	475	18,7	29,4	18,8	675	-	16,3	-
200	61,3	63,6	68,5	500	16,6	27,1	15,3	700	-	15,3	-
225	57,1	60,3	65,7	525	14,8	25,0	13,3	725	-	14,5	-
250	52,7	57,0	62,1	530	14,5	24,7	12,5	750	-	13,3	-
275	48,2	53,6	57,9	535	14,3	24,3	12,2	775	-	12,0	-

(Ghi chú: CN - co ngót; KCN - không co ngót; TN - thực nghiệm)

Từ bảng 1 ta thấy, kết quả thực nghiệm biểu thị VLS có độ ẩm tương đối trung bình là 12% ở phút 535; trong khi tính toán có co ngót cho giá trị 12% ở phút 575 và không co ngót cho giá trị 12% sau 775 phút. Sai lệch về TGS dựa trên kết quả thực nghiệm và tính toán lần lượt là 7,5% khi xét đến co ngót và 44,9% khi bỏ qua co ngót. Như vậy, nếu bỏ qua hiện tượng co ngót sẽ cho kết quả về TGS không phù hợp và cần phải tính

đến ảnh hưởng co ngót trong nghiên cứu TNTC như quá trình sấy cà rốt ở đây.

Bên cạnh đó, phương pháp tương tự xác định TGS đã được trình bày và ứng dụng thành công trong một số công trình nghiên cứu gần đây [5, 6] nhưng để khẳng định sự cần thiết phải xét đến ảnh hưởng của hiện tượng co ngót VLS, chúng tôi tiến hành xác định TGS theo phương pháp này ở trường hợp có và không có hiện tượng co ngót VLS theo nội dung đã trình bày ở trên. Kết quả biểu diễn sự thay đổi độ chứa ẩm trung bình VLS theo thời gian, kết quả tính toán các giá trị δ và $\ln MR$ theo (15) và (16) được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2: kết quả thực nghiệm sự thay đổi độ chứa ẩm trung bình VLS

TGS, phút	M, kg/kg	$\ln MR$	δ , m	TGS, phút	M, kg/kg	$\ln MR$	δ , m
0	6,330	0	0,0050	300	1,146	-1,70909	0,0034
25	5,667	-0,1107	0,0049	325	0,934	-1,91333	0,0032
50	5,061	-0,22381	0,0047	350	0,745	-2,1394	0,0031
75	4,405	-0,36247	0,0046	375	0,597	-2,36039	0,0030
100	3,831	-0,5022	0,0045	400	0,481	-2,57619	0,0028
125	3,310	-0,64825	0,0043	425	0,385	-2,7997	0,0027
150	2,876	-0,78891	0,0042	450	0,297	-3,05927	0,0025
175	2,460	-0,94505	0,0040	475	0,232	-3,30836	0,0024
200	2,175	-1,06845	0,0039	500	0,181	-3,55656	0,0023
225	1,915	-1,19535	0,0038	525	0,153	-3,71999	0,0021
250	1,639	-1,35151	0,0036	550	0,100	-4,14679	0,0020
275	1,375	-1,52663	0,0035	-	-	-	-

Chiều dày trung bình của lát cà rốt ở trạng thái cân bằng trong thực nghiệm (tương ứng độ chứa ẩm $M_e = 0,1 \text{ kg/kg}$ là $2\delta_e = 4 \text{ mm}$). Quan hệ hồi quy $\delta = f(M)$ và $\ln MR$ tìm được từ chương trình Excel và có biểu thức lần lượt là:

$$\delta = 0,0033 \cdot M^{0,2212} \quad (19)$$

và:

$$\ln MR = -1,2232 \cdot 10^{-4} \cdot \tau + 0,21 \quad (20)$$

Từ biểu thức (20) rút ra độ dốc k trong trường hợp này là $1,2232 \cdot 10^{-4}$, 1/s. Thay k và δ_0 , δ_e vào (1) thu được D_0 và D_e bằng:

$$D_0 = \frac{k \cdot \delta_e^2}{\pi^2} = \frac{1,2232 \cdot 10^{-4} \cdot 4,0005^2}{3,1415^2} = 1,23936 \cdot 10^{-6} \quad (21)$$

$$D_e = \frac{k \cdot \delta_e^2}{\pi^2} = \frac{1,2232 \cdot 10^{-4} \cdot 4,0002^2}{3,1415^2} = 1,98298 \cdot 10^{-6} \quad (22)$$

Như vậy, chúng ta đã xác định được các giá trị của hệ số khuếch tán ở trạng thái đầu D_0 , trạng thái cân bằng D_e theo thực nghiệm cũng như quan hệ của kích thước cà rốt sấy theo độ chứa ẩm. Từ lập luận đã nêu,

giá trị hệ số D_{end} ở độ chứa ẩm cuối của cà rốt $M_{\text{end}} = 0,136$ kg ẩm/kg vật liệu khô, hay độ ẩm tương đối $w_{\text{end}} = 12\%$ là:

$$D_{\text{end}} = \frac{1,23936 \cdot 10^{-9} - 1,98298 \cdot 10^{-10}}{0,005 - 0,002} (2,178 \cdot 10^{-3} - 0,002) + 1,98298 \cdot 10^{-10} \quad (23)$$

$$\Rightarrow D_{\text{end}} = 2,60698 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$$

Trong đó, chiều dày ở trạng thái cuối δ_{end} được tính từ (19), ở đây coi như trong khoảng thời gian cuối của quá trình sấy từ phút thứ 525 đến phút thứ 535 sự thay đổi kích thước của chiều dày δ là không đáng kể và bằng:

$$\delta_{\text{end}} = 0,0033 \cdot (0,153)^{0,2212} = 0,002178, \text{ m}$$

Trong trường hợp khảo sát quá trình sấy cà rốt ở đây, có thể coi như trường hợp dẫn nhiệt đối xứng qua vách phẳng điều kiện biên loại 3. Như vậy, theo lý thuyết tương tự có thể sử dụng quan hệ (12) với nghiệm của bài toán dẫn nhiệt qua vách phẳng điều kiện biên loại 3 [2]:

$$\frac{Q_M}{Q_{(M)}} = \frac{G_{M_{\text{end}}}}{G_{M_{\text{ban}}}} \cdot 1 - 2B_i M \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\exp(-\mu_n^2 F_{0M})}{\mu_n^2 [\mu_n^2 + B_i M (B_i M + 1)]} \quad (24)$$

Các đại lượng như hệ số tỏa nhiệt và tỏa chất đối lưu trung bình được xác định từ (10) và (11), các hệ số khác tính tương tự như trên. Kết quả thu được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3: kết quả tính toán các đại lượng

TT	Đại lượng	Ký hiệu	Biểu thức tính	Kết quả
1	Hệ số nhớt động lực TNS	μ , kg/(mxs)	$1,767676 \cdot 10^{-13} \cdot t^3 - 5,5411255 \cdot 10^{-11} \cdot t^2 + 4,983297 \cdot 10^{-8} \cdot t + 17,196428 \cdot 10^{-6}$	$1,88 \cdot 10^{-5}$
2	Khối lượng riêng TNS	ρ , kg/m ³	$-3,510101 \cdot 10^{-8} \cdot t^3 + 1,583983 \cdot 10^{-5} \cdot t^2 - 4,699520 \cdot 10^{-3} \cdot t + 1,292136$	1,15
3	Hệ số nhớt động học TNS	ν , m ² /s	$\frac{\mu}{\rho}$	$1,64 \cdot 10^{-5}$
4	Hệ số khuếch tán ẩm trong không khí	D_a , m ² /s	$D_a = 1,87 \cdot 10^{-10} \cdot (273+t)^{2,072}$	$2,66 \cdot 10^{-5}$
5	Tiêu chuẩn Reynold	Re	$Re = \frac{\omega L}{\nu}$	4052,867
6	Tiêu chuẩn Schmidt	Sc	$Sc = \frac{\nu}{D_a}$	0,6165
7	Hệ số trao đổi chất	β_M	$\beta_M = 0,096 Re^{0,75} Sc^{0,33} Gu^{0,144} \frac{D_a}{L}$	0,0162
8	Tiêu chuẩn Bio truyền chất	Bi_M	$Bi_M = \frac{\beta_M \delta}{D_0}$	130712,63

Vì giá trị của tiêu chuẩn Bi_M khá lớn nên (24) trở thành:

$$MR = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{8}{\pi^2 (2n-1)^2} \exp \left[- \left(\frac{2n-1}{2} \right)^2 \pi^2 F_{0M} \right] \quad (25)$$

Từ (25) với các giá trị đã biết, ta có thể xác định được TGS. Kết quả được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4: kết quả tính toán và so sánh TGS

Đại lượng	Ký hiệu	Trạng thái cân bằng	Trạng thái ban đầu	Trạng thái tính toán
Chiều dày	δ , m	0,002	0,005	0,002178
Hệ số khuếch tán	D , m ² /s	$1,98298 \cdot 10^{-10}$	$1,23936 \cdot 10^{-9}$	$2,60698 \cdot 10^{-10}$
TGS	τ , phút	662,7	662,7	598,8
Sai số so với thực nghiệm	%	23,9	23,9	11,9

Bảng 4 cho thấy, nếu không kể đến ảnh hưởng của sự co ngót VLS khi sử dụng phương pháp tương tự xác định TGS sẽ có sai số so với thực nghiệm ($M = 0,136$ kg/kg ở 535 phút) là 23,9%. Nếu kể đến ảnh hưởng của sự co ngót VLS như chúng tôi đã trình bày thì sai số đã giảm xuống một nửa và bằng 11,9%. Điều đó chứng tỏ, khi tính toán TGS cần phải xét đến sự co ngót VLS.

Để thấy rõ sự ảnh hưởng của hiện tượng co ngót VLS đến TGS, chúng tôi tiến hành so sánh kết quả xác định TGS theo phương pháp giải hệ phương trình TNTC (1) và theo phương pháp tương tự với thực nghiệm. Kết quả so sánh được trình bày trong bảng 5.

Bảng 5: kết quả xác định TGS

Đại lượng	Thực nghiệm	Phương pháp tương tự		Phương pháp giải hệ phương trình TNTC	
		KCN	CN	KCN	CN
Độ ẩm tương đối VLS ở cuối quá trình sấy, %	12	12	12	12	12
Thời gian sấy, phút	535	662,7	598,8	775	575
Sai số so với thực nghiệm, %	0	23,9	11,9	44,9	7,5

(Ghi chú: CN - co ngót; KCN - không co ngót; TN - thực nghiệm)

Từ bảng so sánh kết quả trên, chúng tôi nhận thấy, nếu không xét đến sự co ngót VLS thì phương pháp tương tự xác định TGS có sai số so với thực nghiệm là 23,9%, trong khi phương pháp giải hệ phương trình TNTC là 44,9%. Mặt khác, nếu xét ảnh hưởng của sự co ngót VLS đến quá trình sấy thì độ chính xác so với thực nghiệm đã tăng lên đáng kể ở cả 2 phương pháp. Cụ thể, ở phương pháp tương tự sai số so với thực nghiệm giảm còn 11,9% (giảm khoảng 2 lần), trong khi phương pháp giải hệ phương trình TNTC là 7,5% (giảm hơn 6 lần). Như vậy, khi xét đến hiện tượng co

ngọt VLS, kết quả xác định TGS ở cả phương pháp tương tự và phương pháp giải hệ phương trình TNTC đều có sai số nhỏ hơn 12%, cho thấy sự cần thiết của việc xét đến ảnh hưởng của hiện tượng co ngót VLS khi tính toán quá trình sấy. Mặt khác, phương pháp tương tự xác định TGS cho kết quả nhanh hơn và đơn giản hơn phương pháp giải hệ phương trình TNTC với sai số so với thực nghiệm chấp nhận được.

Kết luận

Khi nghiên cứu tính toán TGS của VLS trong quá trình sấy, nếu bỏ qua ảnh hưởng của hiện tượng co ngót của VLS có độ ẩm ban đầu tương đối lớn như cà rốt sẽ dẫn đến sai số so với thực nghiệm. Nguyên nhân là quá trình thoát ẩm trong VLS đồng thời cũng sẽ xảy ra hiện tượng co ngót, thay đổi về kích thước của VLS. Điều này ít được nhắc đến trong các mô hình toán học mô tả quá trình TNTC trong quá trình sấy cũng như trong các phương pháp xác định TGS khác. Thông qua 2 phương pháp tính toán TGS ở trên, chúng tôi đã chứng minh được sự cần thiết của việc xét đến ảnh hưởng của hiện tượng co ngót VLS khi xác định TGS và trình bày cách bổ sung ảnh hưởng này vào quá trình tính toán một cách hợp lý.

Tuy nhiên, để khẳng định tính đúng đắn của việc xét đến sự ảnh hưởng của hiện tượng co ngót VLS đến quá trình sấy, vẫn cần phải có những nghiên cứu để xác

định tốc độ co ngót trung bình của các loại VLS khác nhau, sự co ngót theo nhiều hướng khác nhau thay vì chỉ xét ở một hướng như trên.

Tài liệu tham khảo

- [1] Trần Văn Phú (2000), *Thiết kế hệ thống sấy*, Nhà xuất bản Giáo dục.
- [2] Đặng Quốc Phú, Trần Thế Sơn, Trần Văn Phú (2000), *Truyền nhiệt*, Nhà xuất bản Giáo dục.
- [3] Trương Minh Thắng, Nguyễn Mạnh Hùng (2013), “Nghiên cứu động học quá trình sấy bơm nhiệt trên cơ sở mô hình TNTC liên hợp có kể đến co ngót”, *Tạp chí Khoa học giao thông vận tải*, số 41, tr.36-41.
- [4] M.A Karim, M.N.A Hawlader (2005), “Mathematical modelling and experimental investigation of tropical fruits drying”, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 48, pp.4914-4925.
- [5] Nguyễn Đức Lợi, Trương Minh Thắng (2011), “Xác định bằng giải tích TGS nho theo phương pháp tương tự”, *Tạp chí Năng lượng nhiệt*, số 100, tr.14-16.
- [6] Trương Minh Thắng (2013), “Ứng dụng phương pháp tương tự xác định thời gian sấy sợi cà rốt”, *Tạp chí Năng lượng nhiệt*, số 112, tr.25-27.
- [7] Trương Minh Thắng, Nguyễn Mạnh Hùng (2013), “Hiệu chỉnh phương pháp tương tự xác định thời gian sấy khi xét đến ảnh hưởng của co ngót vật liệu”, *Tạp chí Khoa học giao thông vận tải*, số 10, tr.340-345.
- [8] Trương Minh Thắng, Nguyễn Mạnh Hùng (2012), “Nghiên cứu xây dựng mô hình hệ thống sấy lạnh dùng bơm nhiệt hoạt động theo chu trình bậc thang và phương pháp sấy mới tiết kiệm năng lượng”, *Tạp chí Khoa học giao thông vận tải*, số 40, tr.11-17.
- [9] Srikiatden J, Roberts J.S (2007), “Predicting moisture profiles in potato and carrot during convective hot air drying using isothermally measured effective diffusivity”, *Journal of food engineering*, 84, pp.516-525.

QUY ĐỊNH VỀ BÀI VIẾT ĐĂNG TẢI TRÊN TẠP CHÍ

Yêu cầu chung

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

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

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

Tên bài báo

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

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

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

Tóm tắt

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

Dẫn nhập/đặt vấn đề

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

Đối tượng và phương pháp

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

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

Kết quả

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

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

Bàn luận

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

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

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

Kết luận

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

Chú thích và tài liệu tham khảo

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Các yêu cầu khác

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

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

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

PHÂN LOẠI LĨNH VỰC KHOA HỌC

1. Khoa học tự nhiên

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

2. Khoa học kỹ thuật và công nghệ

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

3. Khoa học y - dược

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

4. Khoa học nông nghiệp

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

5. Khoa học xã hội và nhân văn

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

TẠP CHÍ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

Vietnam Journal of Science and Technology - MOST

Volume 57- Number 11 - November 2015

Những biến đổi trong kiến trúc nhà ở dân tộc Thái (tỉnh Yên Bái), từ truyền thống đến hiện đại.

Phạm Hùng Cường

Nghiên cứu ảnh hưởng của nguồn gốc đá, cấp phối cốt liệu và loại nhựa đến khả năng kháng hàn lún vệt bánh xe của bê tông nhựa.

Vũ Đức Chính, Bùi Ngọc Hưng...

Nghiên cứu diễn biến lan truyền thấm trong đất của kỹ thuật tưới nhỏ giọt cho cây nho lấy lá trên vùng khan hiếm nước.

Trần Thái Hùng, Lê Sâm...

Điều khiển Exoskeleton dùng sensor EMG.

Đào Trung Kiên, Đào Văn Hiệp

Nghiên cứu hoàn thiện quy trình chế tạo modul và giải pháp nâng cao hiệu quả hệ thống điện mặt trời Si.

Dương Ngọc Huyền, Nguyễn Trường Minh...

Nghiên cứu sản xuất bã dạng gel diệt gián Mỹ.

Trịnh Văn Hạnh, Trương Thị Hồng Nhung...

Nghiên cứu ảnh hưởng của titan dioxit và benzophenon lên quá trình phân hủy quang hóa của polyethylene.

Nguyễn Thị Kim Ngân, Bạch Long Giang...

Đánh giá phóng xạ tự nhiên và liều chiếu ngoài trên địa bàn tỉnh Bình Dương.

Trần Quốc Dũng

Nghiên cứu một số giải pháp kỹ thuật tách pha nhằm hoàn thiện quy trình tách dầu dừa tinh khiết bằng công nghệ không gia nhiệt.

Nguyễn Phương, Hoàng Thị Hương...

Nghiên cứu tạo chế phẩm nano vàng/carboxymethyl chitosan bằng kỹ thuật bức xạ ứng dụng làm chất chống oxy hóa.

Nguyễn Thành Long, Lê Quang Luân...

Nghiên cứu ảnh hưởng của hiện tượng co ngót vật liệu sấy đến thời gian sấy cà rốt dạng thái lát.

Trương Minh Thắng, Nguyễn Đức Lợi

1

Impact of aggregate source, gradation and asphalt binder on rutting resistance of asphalt concrete.

Bui Ngoc Hung, Tran Ngoc Huy...

8

Research on infiltration spread in soil of drip irrigation technique for grape leaves at the water scarce regions.

Tran Thai Hung, Le Sam...

13

The changes in housing architecture of Thai ethnic minority (Yen Bai province), from traditional to modern.

Pham Hung Cuong

19

Control of exoskeleton using EMG sensors.

Dao Van Hiep, Dao Trung Kien

26

Study on improvement of solar module making procedure and efficiency enhancement of off-grid solar power system.

Duong Ngoc Huyen, Nguyen Truong Minh...

31

Research on manufacturing gel bait to control American cockroach (*Periplaneta Americana* L.).

Trinh Van Hanh, Truong Thi Hong Nhung...

35

The effect of titan dioxide and benzophenone on photochemical degradation of low density polyethylene films.

Nguyen Thi Kim Ngan, Bach Long Giang...

41

Assessment on natural radiation and external radiation doses in Binh Duong province.

Tran Quoc Dung

47

A study on non-thermal processing technology for obtaining virgin coconut oil (VCO) using phase separation technique.

Nguyen Phuong, Hoang Thi Huong...

52

Preparation of gold/carboxymethyl chitosan nanoparticles by radiation technique for application as an antioxidant.

Le Quang Luan, Do Thi Phuong Linh...

58

Research into the effects of shrinkage phenomenon on drying time of carrot slices.

Truong Minh Thang, Nguyen Duc Loi