

# KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG DẦU VỎ HẠT ĐIỀU TẠO CHẾ PHẨM BẢO QUẢN LÂM SẢN

Bùi Văn Ái, Nguyễn Thị Bích Ngọc  
Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

## I. MỞ ĐẦU

Việt Nam là một trong các nước sản xuất, chế biến hạt điều với khối lượng lớn trên thế giới. Trong công nghiệp chế biến hạt điều, dầu vỏ hạt điều là sản phẩm phụ thu hồi trong quá trình sản xuất với tỷ lệ khoảng 10–15% trọng lượng hạt. Các thành phần hoá học chủ yếu của dầu vỏ hạt điều được xác định gồm axit anacardic (82%), cacadol (13,8%), 2-metylcacadol (2,6%) và cacdanol (1,6%). Đây là các hợp chất phenol tự nhiên có gắn với mạch cacbua hydro không no. Trong quá trình chế biến hạt điều để tách nhân và vỏ hạt điều thường tiến hành ở nhiệt độ cao vì thế axit anacardic bị khử mất CO<sub>2</sub> và trở thành cacadol, khi đó dầu vỏ hạt điều thu được có thành phần chính là cacdanol [3][4]. Dầu vỏ hạt điều được đánh giá là nguyên liệu phù hợp cho nhiều lĩnh vực công nghiệp để tạo sơn, keo dán, cao su biến tính... .

Do có tính phenol, nên vai trò tự nhiên của dầu vỏ hạt điều khi tồn tại trong hạt là bảo vệ nhân điều chống lại các sinh vật hại. Lợi dụng đặc tính này, đã có một số công trình nghiên cứu bước đầu đánh giá hiệu lực phòng chống côn trùng và nấm phá hoại lâm sản. Jan và Gazwal (1989) đã thử nghiệm hiệu lực phòng chống mối *Odontotermes* của dầu vỏ hạt điều và đã đạt kết quả khi lượng dầu vỏ hạt điều thấm vào mẫu gỗ đạt từ 25 kg/m<sup>3</sup> trở lên có hiệu lực chống lại sự xâm hại của mối ở năm thử nghiệm thứ nhất [6]. Bùi Văn Ái (2002) đã khảo nghiệm hiệu lực của dầu vỏ hạt điều với cả nấm, côn trùng trong điều kiện phòng thí nghiệm và bãi thử tự nhiên cũng cho kết quả dầu vỏ hạt điều có hiệu lực ở mức độ nhất định và không có hiệu lực phòng chống nấm [1]. Để tăng cường hiệu lực đáp ứng yêu cầu làm hoạt chất tạo thuốc bảo quản lâm sản, dầu vỏ hạt điều đã được nghiên cứu theo hướng hoạt hoá bằng xúc khí Clo. Hiệu lực phòng chống côn trùng gây hại lâm sản của dầu vỏ hạt điều sau hoạt hoá đã được nâng cao hơn hẳn so với dầu nguyên liệu ban đầu [2].

Nội dung bài báo sẽ giới thiệu kết quả nghiên cứu sử dụng dầu vỏ hạt điều sau hoạt hoá bằng khí Clo để tạo chế phẩm bảo quản lâm sản dạng dầu lỏng. Chế phẩm bảo quản từ dầu vỏ hạt điều đã được đánh giá đảm bảo an toàn cho người và môi trường. Kết quả nghiên cứu góp phần mở rộng chủng loại chế phẩm bảo quản lâm sản có nguồn gốc thực vật thân thiện với môi trường vào phục vụ sản xuất.

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

- Dầu vỏ hạt điều được thu hồi theo phương pháp xử lý nhiệt tại xưởng Chế biến hạt điều Tấn Lợi - TP Hồ Chí Minh; Dầu vỏ hạt điều được hoạt hoá bằng các xúc khí Clo trong thời gian 10 phút.
- Dầu Diezen được sử dụng làm dung môi tạo chế phẩm dạng dầu lỏng
- Hoá chất Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>, chất màu... được sử dụng làm chất nền tạo chế phẩm dạng bột

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp xác định thành phần hoá học của dầu vỏ hạt điều trước và sau xúc khí Clo: áp dụng các phương pháp phân tích sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC-phân tích), phương pháp điều chế bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao, phương pháp phân tích sắc ký lỏng hiệu năng cao kết hợp với khối phổ (HPLC-MS).
- Xác định độ nhớt của chế phẩm dạng dầu lỏng bằng cốc BZ-4;
- Xác định nhiệt độ sôi của chế phẩm dạng dầu lỏng bằng nhiệt độ kế Jumo – DBP;

- Xác định tốc độ bay hơi của chế phẩm (độ bay hơi tỉ đối) so với ete etylic bằng đồng hồ bấm giây;
- Xác định tỷ trọng chế phẩm dạng dầu lỏng ở nhiệt độ 25°C bằng cân kỹ thuật;
- Xác định độ ăn mòn kim loại của chế phẩm dạng dầu: Áp dụng phương pháp thử độ ăn mòn kim loại của Schikorr (Nga). Đánh giá độ ăn mòn kim loại của chế phẩm bằng tỷ lệ hao hụt khối lượng của đinh vít bằng thép CT3 trong thời gian 6 tháng.

- Phương pháp xác định hiệu lực của chế phẩm bảo quản từ dầu vỏ hạt điều với mối gây hại lâm sản:

+ Loài mối dùng trong khảo nghiệm: loài mối nhà (*Coptotermes formosanus* Shiraki) được đánh giá là đối tượng côn trùng gây hại mãnh liệt nhất ở nước ta, được gây nuôi phục vụ nghiên cứu sinh học và khảo nghiệm hiệu lực thuốc bảo quản lâm sản.

+ Mẫu gỗ (Bò đề, Trám trắng) được tẩm dung dịch thuốc cần khảo nghiệm theo phương pháp nhúng trong thời gian 10 phút và ngâm thường với thời gian 24 giờ. Số mẫu cho mỗi công thức khảo nghiệm là 15 mẫu. Mẫu đối chứng được tẩm bằng dung môi tương ứng. Mẫu sau khi xử lý được để khô tự nhiên trong điều kiện phòng thí nghiệm. Đặt mẫu khảo nghiệm vào môi trường đang có mối hoạt động mạnh. Sau thời gian một tháng, gỡ mẫu và đánh giá kết quả khảo nghiệm. Điều kiện để đánh giá kết quả khảo nghiệm là 100% số mẫu đối chứng bị mối phá huỷ hoàn toàn.

+ Đánh giá hiệu lực của mỗi công thức thuốc khảo nghiệm căn cứ vào các tiêu chí sau:

- \* Tỷ lệ % số mẫu tẩm thuốc không có vết mối ăn so với đối chứng: X%
- \* Tỷ lệ % số mẫu tẩm thuốc không có vết mối ăn rộng  $\geq 1\text{cm}^2$  so với đối chứng: Y%
- \* Tỷ lệ % số mẫu tẩm thuốc không có vết mối ăn sâu  $\geq 1\text{mm}$  so với đối chứng : Z%

Kết quả được quy định:

X%, Y%, Z% từ 0% đến 30%	đạt 3 điểm
X%, Y%, Z% lớn hơn 30% đến 60%	đạt 2 điểm
X%, Y%, Z% lớn hơn 60% đến 100%	đạt 1 điểm

Tổng hợp số điểm của 3 chỉ tiêu trên, công thức thuốc nào đạt 3-4 điểm là có hiệu lực tốt với mối, đạt 5-7 điểm là có hiệu lực trung bình, đạt trên 8 điểm là có hiệu lực kém với mối.

### III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Nghiên cứu xác định sự thay đổi thành phần hoá học của dầu vỏ hạt điều sau khi hoạt hoá bằng khí Clo

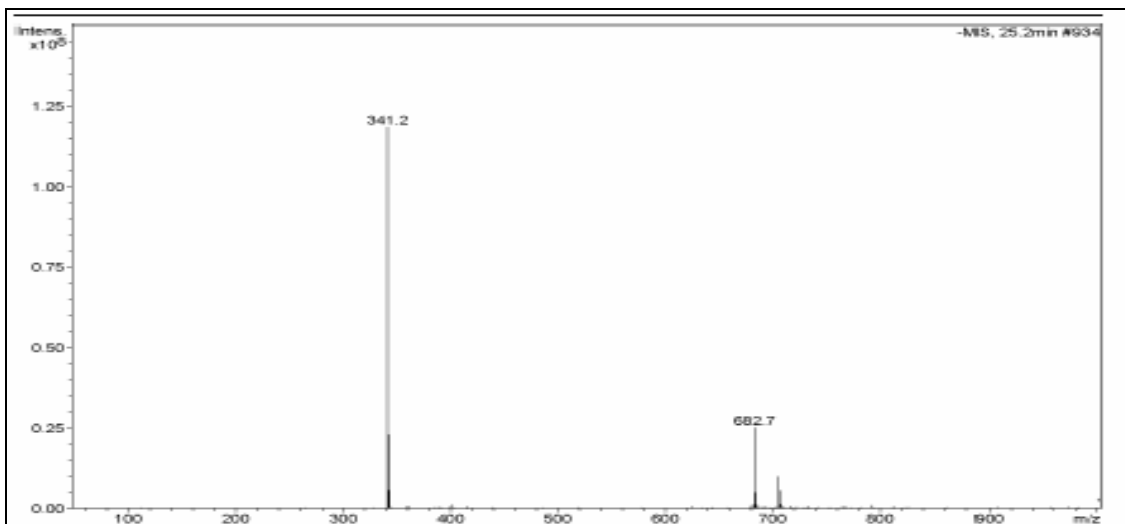
Mẫu dầu vỏ hạt điều nguyên liệu được pha trong Metanol (mẫu 1) và được đo trên máy HPLC (hãng Water, 5 micromet, BDS 3x100mm,) hệ dung môi MeOH: H<sub>2</sub>O 82:18) Mẫu dầu vỏ hạt điều sau xúc khí Clo được hoà tan trong Methanol, để lắng 10 phút tách được phần dung môi trong (ký hiệu là mẫu 2) và phần lắng phía dưới có màu đen tiếp tục được hoà tan trong Metanol có ký hiệu là mẫu 3. Mẫu 2 và mẫu 3 được đo trên máy Agilent 1100 Series LC/MSD Trap. Zorbaxsbc-18, 3x150mm, kích thước hạt 5 micromet cho 6 đỉnh ở UV 280nm.

Kết quả phân tích thành phần hoá học của dầu vỏ hạt điều nguyên liệu cho 6 đỉnh ở UV 280 nm. Trong khi đó, ở mẫu dầu vỏ hạt điều được xúc khí Clo cho kết quả số lượng đỉnh tăng lên gấp đôi so với số đỉnh trong vùng từ 22 phút tới 27 phút ở mẫu dầu nguyên liệu, song thời gian lưu là khác nhau.

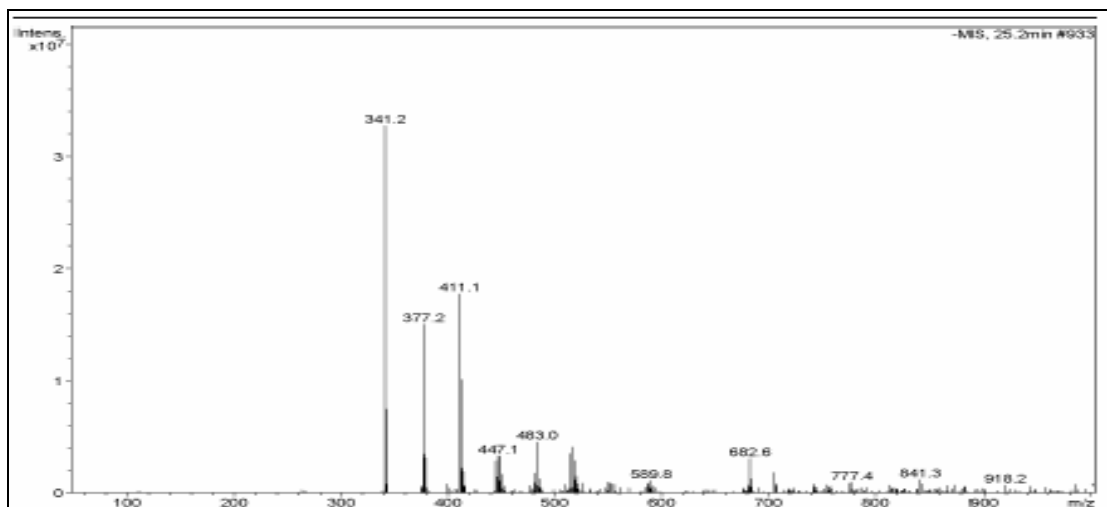
Kết quả phân tích thể hiện tại hình 1, 2, 3 minh hoạ dưới đây có thể khẳng định rằng Clo đã có kết hợp với các cấu tử của dầu vỏ hạt điều. Sự tăng gấp đôi số lượng đỉnh này chứng tỏ một điều rằng Clo đã phản ứng với tất cả các thành phần chính trong dầu vỏ hạt điều ở một mức nhất định nào đó. Câu hỏi đặt ra là

mức độ phản ứng đạt tới độ nào ? tất cả các hydro của các phân tử các hợp chất của dầu vỏ hạt điều đã bị thay thế bởi Clo hay chỉ một số nhất định có khả năng phản ứng tại các nối đôi và nhân thơm

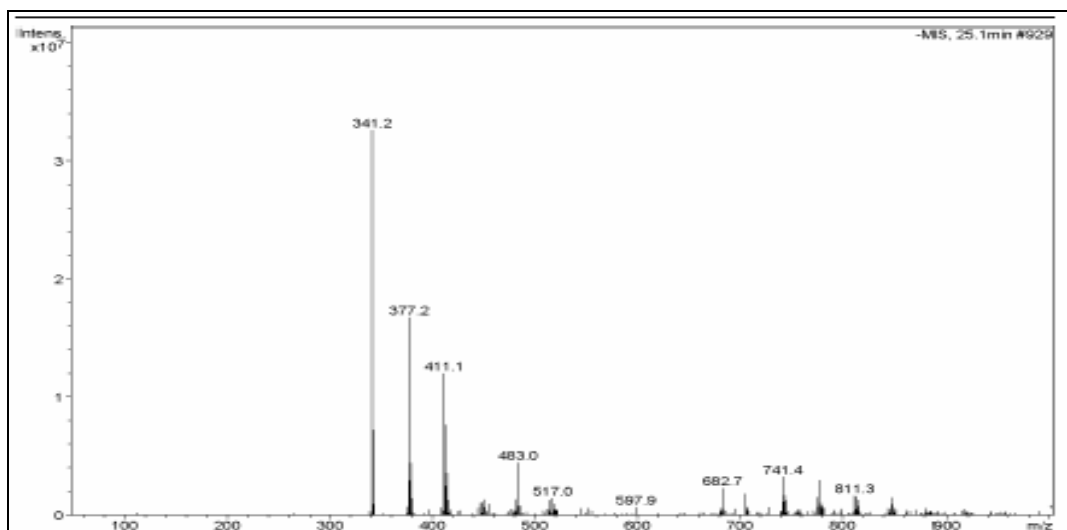
Tiến hành phân tích khối phổ MS tại đỉnh số 1 và đỉnh số 6 của cả 3 mẫu dầu vỏ hạt điều nhận được kết quả như sau:



Hình 1. Phổ MS của đỉnh 6 – Mẫu 1 (DVHD nguyên liệu)



Hình 2. Phổ MS của đỉnh 6- Mẫu 2 (DVHD sau hoạt hoá bằng khí Clo)

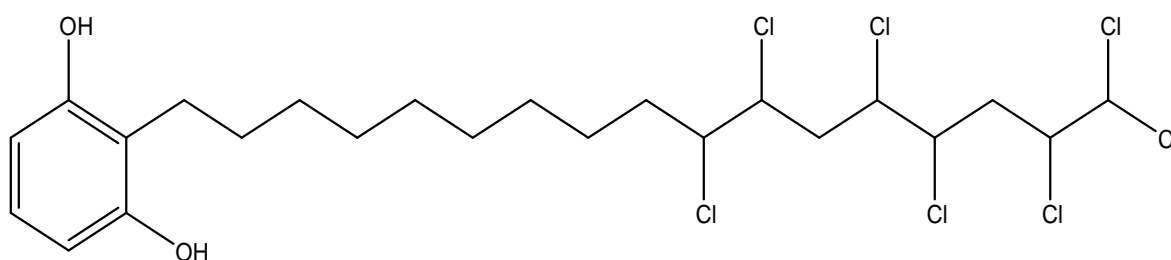


**Hình 3. Phổ MS của đỉnh 6 - Mẫu 3 (DVHD sau hoạt hoá bằng khí Clo)**

Từ các kết quả phân tích thành phần hoá học của dầu vỏ hạt điều trước và sau khi xúc khí Clo cho phép rút ra một số nhận xét sau:

- Có một lượng nhất định các dẫn xuất của dầu vỏ hạt điều đã phản ứng với Clo. Phần lớn mẫu còn lại vẫn giữ nguyên như mẫu dầu nguyên liệu ban đầu. Kết quả cho thấy số lượng đỉnh từ mẫu dầu điều Clo hoá tăng gấp đôi. Điều này khẳng định rằng đã có phản ứng giữa Clo với các cấu tử của dầu điều ở một mức độ nào đó. Mặt khác, trong quá trình xúc Clo thấy có hiện tượng toả nhiệt mạnh và sự tăng độ nhớt của dầu điều chứng tỏ quá trình polymer hoá xảy ra cùng với quá trình Clo hoá của một số cấu tử hợp thành dầu điều.

- Tiếp tục phân tích bằng khối phổ của mẫu 3, kết quả cho thấy tại đỉnh số 6, trên phổ MS thể hiện có tới 7 nguyên tử Clo được cộng vào phân tử của dầu vỏ hạt điều ở các vị trí nối đôi. Như vậy, các cấu tử của dầu vỏ hạt điều có mạch nhánh chứa nối đôi đều có khả năng phản ứng với Clo, nhưng nhân benzen không bị tác động. Dựa vào cấu trúc của hợp chất này, có thể xác định 7 nguyên tử Clo đã được cộng hợp vào 7 vị trí có liên kết đôi tại mạch nhánh (vị trí số Cacbon số 7, 8, 10, 11 và 13, 14) của dẫn chất số 6 (xem cấu trúc).



**Hình 4. Cấu trúc phân tử của hợp chất tại đỉnh 6 - Mẫu 3**

### 3.2. Nghiên cứu sử dụng dầu vỏ hạt điều sau hoạt hoá tạo chế phẩm bảo quản lâm sản

Căn cứ vào thành phần hoá học của dầu vỏ hạt điều trước và sau hoạt hoá có thể khẳng định rằng dầu vỏ hạt điều có khả năng tan tốt trong dung môi hữu cơ để tạo chế phẩm bảo quản lâm sản dạng dầu lỏng. Vấn đề cần nghiên cứu xác định tỷ lệ sử dụng dầu vỏ hạt điều để chế phẩm tạo ra đạt hiệu lực tốt phòng chống côn trùng gây hại lâm sản, lựa chọn loại dung môi thích hợp tạo chế phẩm và xác định một số đặc tính như khả năng thấm của chế phẩm vào gỗ và khả năng ăn mòn kim loại của chế phẩm.

### Xác định tỷ lệ sử dụng dầu vỏ hạt điều để tạo chế phẩm bảo quản lâm sản

Dầu vỏ hạt điều sau khi xúc khí Clo được pha với dung môi hữu cơ theo các mức nồng độ 5, 7, 9, 11, 13, 15% và được ký hiệu tương ứng là: CT<sub>1</sub>, CT<sub>2</sub>, CT<sub>3</sub>, CT<sub>4</sub>, CT<sub>5</sub>, CT<sub>6</sub>. Các công thức thử nghiệm được tẩm vào mẫu gỗ theo phương pháp nhúng và ngâm thường. Mẫu gỗ tẩm được đưa vào khảo nghiệm hiệu lực đối với mối nhà *Coptotermes formosanus* Shiraki.

Với số liệu tổng hợp kết quả khảo nghiệm thể hiện tại bảng 1 cho nhận xét rằng khi dầu vỏ hạt điều sử dụng ở tỷ lệ 5%, công thức khảo nghiệm mới đạt hiệu lực ở mức trung bình. Ở tỷ lệ sử dụng 7%, khi xử lý theo phương pháp nhúng, công thức khảo nghiệm đạt hiệu lực trung bình khi tẩm vào mẫu gỗ theo phương pháp nhúng và đạt hiệu lực tốt khi tẩm vào mẫu gỗ theo phương pháp ngâm trong 24 giờ. Tại mức sử dụng dầu vỏ hạt điều ở mức 9% trở lên, các công thức khảo nghiệm đều đạt hiệu lực tốt khi tẩm vào mẫu gỗ ở cả phương pháp nhúng và ngâm. Từ kết quả khảo nghiệm này, dầu vỏ hạt điều sẽ được sử dụng để tạo chế phẩm bảo quản lâm sản với mức tỷ lệ theo khối lượng là 9%.

**Bảng 1. Hiệu lực phòng mối hại lâm sản của dung dịch dầu vỏ hạt điều sau xúc khí clo**

Chế phẩm	Phương pháp tẩm	Điểm đánh giá mức độ xâm hại của mối trên mẫu tẩm				Kết luận về hiệu lực
		X%	Y%	Z%	Tổng hợp	
CT <sub>1</sub>	Nhúng	2	2	2	6	Trung bình
	Ngâm	2	2	1	5	Trung bình
CT <sub>2</sub>	Nhúng	2	2	1	5	Trung bình
	Ngâm	2	1	1	4	Tốt
CT <sub>3</sub>	Nhúng	2	1	1	4	Tốt
	Ngâm	1	1	1	3	Tốt
CT <sub>4</sub>	Nhúng	2	1	1	4	Tốt
	Ngâm	1	1	1	3	Tốt
CT <sub>5</sub>	Nhúng	2	1	1	4	Tốt
	Ngâm	1	1	1	3	Tốt
CT <sub>6</sub>	Nhúng	1	1	1	3	Tốt
	Ngâm	1	1	1	3	Tốt

### Lựa chọn dung môi tạo chế phẩm bảo quản dạng dầu lỏng

Một số thông số vật lý của chế phẩm bảo quản dạng dầu lỏng bao gồm: độ nhớt, tỷ trọng, độ bay hơi tỷ đối, nhiệt độ sôi khi sử dụng dung môi khác nhau để hoà tan dầu vỏ hạt điều đã được xác định làm cơ sở so sánh lựa chọn loại dung môi thích hợp nhất tạo chế phẩm với mục đích đảm bảo hiệu quả kỹ thuật và kinh tế.

**Bảng 2. Thông số vật lý chủ yếu của chế phẩm khi sử dụng các dung môi khác nhau**

Các thông số vật lý của chế phẩm	Đơn vị	Giá trị các thông số của chế phẩm		
		Tan trong xylen	Tan trong toluen	Tan trong diezen
Độ nhớt	(s)	12,3	12,3	12,4
Tỷ trọng ở nhiệt độ 25 <sup>0</sup> C	g/cm <sup>3</sup>	0,888	0,885	0,877
Độ bay hơi tỷ đối		32,8	24,8	76,9
Nhiệt độ sôi	( <sup>0</sup> C)	169	152	178

Xem xét, lựa chọn loại dung môi phù hợp dựa vào những phân tích đánh giá theo các khía cạnh sau đây:

#### - Xem xét về yêu cầu kỹ thuật

Các thông số về độ nhớt, tỷ trọng và nhiệt độ sôi của chế phẩm khi sử dụng các dung môi xylen, toluen và diezen đều có trị số xấp xỉ nhau. Chỉ có một thông số có sự khác biệt lớn đó là độ bay hơi tỉ đối. Tốc độ bay hơi của chế phẩm dùng dung môi xylen và toluen nhanh gấp hai lần so với dung môi diezen. Vấn đề này có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình thẩm của chế phẩm bảo quản vào gỗ bởi đối với chế phẩm bảo quản dạng dầu thường được áp dụng các phương pháp phun, nhúng, quét (là những phương pháp tẩm đạt lượng thuốc thẩm nhỏ), nếu tốc độ bay hơi của dung môi quá nhanh, khả năng thẩm thấu của chế phẩm sâu vào gỗ bị hạn chế. Do đó, nếu dùng dung môi diezen có tốc độ bay hơi chậm hơn thì khả năng thẩm thấu của chế phẩm vào gỗ sẽ tốt hơn.

#### - Xem xét về an toàn lao động

Nhược điểm cơ bản của chế phẩm bảo quản lâm sản dạng dầu là khả năng gây cháy nổ trong quá trình ngâm tẩm rất cao. Khi sử dụng loại dung môi có tốc độ bay hơi lớn sẽ tăng cường thêm khả năng gây cháy nổ của thuốc bảo quản (độ bay hơi tỷ đối của xylen là 13.5 của toluen là 6.1 và của diezen là 36.3). Mặt khác, cấu tạo phân tử của xylen ( $C_6H_4(CH_3)_2$ ) và toluen ( $C_6H_5CH_3$ ) là mạch vòng, diezen có cấu trúc mạch thẳng, xylen và toluen có mùi khó chịu hơn diezen. Đó là những nguyên nhân gây ảnh hưởng không tốt đến sức khỏe người lao động và môi trường.

#### - Xem xét về khía cạnh kinh tế

Một trong những yêu cầu đối với chế phẩm được sử dụng làm thuốc bảo quản lâm sản là phải rẻ tiền và có khả năng cung cấp với khối lượng lớn. Do vậy, xét về mặt giá thành thì dầu diezen là thấp hơn nhiều so với giá của xylen và toluen, khả năng cung ứng diezen thuận lợi hơn. Ngoài ra, xylen và toluen có tốc độ bay hơi lớn sẽ gây tổn thất nguyên liệu cao hơn trong quá trình sản xuất.

Tóm lại, với những phân tích về ưu nhược điểm của các dung môi để tạo chế phẩm bảo quản lâm sản dạng lỏng từ dầu vỏ hạt điều theo khía cạnh kỹ thuật, an toàn lao động và kinh tế, dầu diezen được lựa chọn làm dung môi để tạo chế phẩm bảo quản lâm sản dạng dầu lỏng với hoạt chất chính là dầu vỏ hạt điều đã được hoạt hoá.

#### Nghiên cứu khả năng thẩm của chế phẩm vào giá thể gỗ

Đối với chế phẩm bảo quản lâm sản, ngoài độ độc với sinh vật hại, thì khả năng thẩm sâu vào lâm sản cũng là một yếu tố hết sức quan trọng để nâng cao hiệu lực bảo quản. Chế phẩm thẩm càng sâu thì khả năng tồn tại của chế phẩm càng lâu và hạn chế được những ảnh hưởng bất lợi của các yếu tố ngoại cảnh như: ánh sáng, nhiệt độ, nước... Khả năng thẩm của chế phẩm dạng dầu lỏng vào gỗ được xác định bằng lượng thẩm của chế phẩm vào gỗ khi tẩm theo phương pháp nhúng (10 phút) và ngâm thường (24 giờ), đồng thời có sự so sánh với khả năng thẩm của chế phẩm bảo quản dạng dầu có tên thương mại là CMM.

**Bảng 3. Lượng thấm các chế phẩm theo phương pháp tẩm**

Loại chế phẩm	Lượng thấm chế phẩm (gr/m <sup>2</sup> )	
	Nhúng	Ngâm thường
Chế phẩm dầu điều	105,48	157,27
Chế phẩm CMM	111,57	163,38

Các thí nghiệm xác định khả năng thấm của chế phẩm bảo quản từ dầu vỏ hạt điều vào gỗ theo hai phương pháp nhúng và ngâm thường đã cho kết quả về lượng thấm vào gỗ xấp xỉ với chế phẩm CMM (một loại chế phẩm bảo quản đang cần được nghiên cứu thay thế).

#### **Xác định độ ăn mòn kim loại của chế phẩm**

Độ ăn mòn kim loại của chế phẩm được đánh giá bằng tỉ lệ % hao hụt khối lượng mẫu kim loại khi tiếp xúc với mẫu gỗ đã được tẩm chế phẩm. Độ ăn mòn kim loại của chế phẩm dầu vỏ hạt điều được so sánh với chế phẩm bảo quản có hoạt chất chính là Boarac và Boric, ký hiệu là chế phẩm B và đối chứng là nước cất.

**Bảng 4. Độ ăn mòn kim loại của các chế phẩm trên mẫu gỗ tẩm**  
(Thời gian thử nghiệm 60 ngày)

Chế phẩm DVHĐ	Chế phẩm B	Đối chứng
0,315	0,394	0,358

Kết quả độ ăn mòn kim loại của chế phẩm bảo quản từ dầu vỏ hạt điều, chế phẩm B (borac + boric) và nước máy tại bảng 4 cho thấy độ ăn mòn kim loại của chế phẩm dầu vỏ hạt điều tương đương với các loại chế phẩm hiện đang được phép sử dụng. Đây cũng là một tính chất đảm bảo cho việc đưa chế phẩm vào sử dụng trong thực tế.

#### **IV. KẾT LUẬN**

Dầu vỏ hạt điều là nguồn nguyên liệu thực vật sẵn có trong nước. Hướng nghiên cứu sử dụng dầu vỏ hạt điều tạo chế phẩm bảo quản lâm sản phù hợp với xu thế phát triển chung của thuốc bảo vệ thực vật hiện nay là tăng cường sử dụng các hoạt chất sinh học nhằm giảm thiểu các tác động bất lợi đối với môi trường sống.

Dầu vỏ hạt điều đã được hoạt hoá nâng cao hiệu lực đối với côn trùng gây hại lâm sản đã được tiếp tục nghiên cứu sử dụng tạo chế phẩm bảo quản lâm sản dạng dầu lỏng. Kết quả nghiên cứu đã lựa chọn được dung môi diezen phù hợp để tạo chế phẩm. Một số đặc tính của phẩm đã được xác định và đánh giá đảm bảo yêu cầu khi sử dụng để xử lý bảo quản lâm sản. Đây là những cơ sở tốt để đưa chế phẩm bảo quản từ dầu vỏ hạt điều vào thực tế sản xuất, góp phần làm phong phú danh mục các loại thuốc bảo quản lâm sản được sản xuất tại Việt Nam.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO CHÍNH**

1. Bùi Văn Ái, 2008. Nghiên cứu sử dụng dầu vỏ hạt điều làm thuốc bảo quản lâm sản, Luận án Tiến sỹ kỹ thuật, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
2. Lê Văn Lâm, Nguyễn Thị Bích Ngọc, 2006. Nghiên cứu công nghệ bảo quản, chế biến gỗ rừng trồng, Báo cáo khoa học đề tài cấp Bộ, Viện khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.

3. Phạm Đình Thanh, 2003. Hạt điều – Sản xuất và chế biến, NXB Nông nghiệp, TP Hồ Chí Minh.
4. Đỗ Trường Thiện, 1996. Nghiên cứu biến tính cao su bằng cacdanol, Luận án PTS khoa học hoá học, Viện Hoá học – Viện Khoa học và Công nghệ.
5. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, 1989. Kỹ thuật sản xuất và chế biến Điều, Dự án UNDP/FAO/VIE/85/005 – Nghiên cứu phát triển cây điều.
6. Jain J.K., Virendra N., Satish K., 1997. " Accelerated field tests on compairative efficacy of arsenic/boron amended cashew nut shell liquids vis -a-vis normal coal tar creosote" Journal of the timber development association of India, (3), pp 31- 38.