

**ỨNG DỤNG GLOBAL NATURAL PRODUCTS SOCIAL (GNPS)
TRONG XÂY DỰNG MẠNG LƯỚI PHÂN TỬ GC-MS VÀ ĐÁNH GIÁ HOẠT TÍNH
SINH HỌC CỦA TINH DẦU TRÀM (*MELALEUCA LEUCADENDRA*)
TRONG VIỆC KHÁNG KIẾN LỬA ĐỎ (*SOLENOPSIS INVICTA*)**

Đến tòa soạn 20-12-2022

Hà Thị Kim Quy*, Phạm Khánh Nguyên Huân, Nguyễn Trọng Tuấn

Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

*Email: htkquy@ctu.edu.vn

SUMMARY

**GLOBAL NATURAL PRODUCTS SOCIAL (GNPS) APPLICATION IN GC-MS
MOLECULAR NETWORKING AND BIOLOGICAL ACTIVITIES AGAINST
SOLENOPSIS INVICTA OF *MELALEUCA LEUCADENDRA* ESSENTIAL OIL**

Reducing the consumption of synthetic insecticides and increasing the use of natural and safe products have become the new strategies for crop protection. This study aimed to evaluate molecular networking-based chemical components using the new molecular networking strategy based on Global Natural Products Social (GNPS) web platform and biological activities of Melaleuca leucadendra essential oil against red imported fire ants (Solenopsis invicta). Results indicated that various chemical classes of this essential oil were identified, including monoterpenes and their derivatives, monoterpene aldehydes, and phenolics. The M. leucadendra essential oil with LC_{50} approximately 146.58 ± 3.75 mg/mL exhibited fumigant toxicity against worker ants and also showed a significant repellent effect on S. invicta during outdoor environmental tests. Based on the analysis results of chemical compositions and the toxic activity against S. invicta of M. leucadendra essential oil, we suggested that the major compound, Methyleugenol, significantly contributed to the insecticidal ability. These results could prompt further research about natural, safe, and non-polluting insecticides for the low-income populations of the tropics.

Keywords: *Melaleuca leucadendra*, molecular networking, repelling activity, *Solenopsis invicta*, toxicity

1. GIỚI THIỆU

Kiến lửa đỏ *Solenopsis invicta* là một trong những loài côn trùng gây hại nông nghiệp nghiêm trọng nhất ở Hoa Kỳ, New Zealand, Úc và các nước Châu Á [1]. Loài kiến này sinh sản và phát triển rất nhanh, xâm nhập vào nơi ở, sinh hoạt của con người. Sự xâm lấn của Kiến lửa đỏ *S. invicta* gây ảnh hưởng đến chất lượng cuộc sống con người như gây đau dữ dội tại các vết đốt, một số trường hợp gây phản

ứng dị ứng hoặc quá mẫn có thể đe dọa tính mạng ở một số bệnh nhân có tiền sử dị ứng. Hiện nay, các phương pháp chống lại Kiến lửa đỏ trong gia đình hoặc môi trường sống thường sử dụng các loại bả diệt kiến tổng hợp lại làm gia tăng đáng kể nguy cơ ảnh hưởng đến sức khỏe con người và ô nhiễm môi trường. Do đó, việc giảm tiêu thụ các loại thuốc diệt côn trùng tổng hợp và tăng cường sử dụng các loại sản phẩm có nguồn gốc tự nhiên, an toàn và không

gây ô nhiễm môi trường đã trở thành chiến lược mới cho thế kỷ 21.

Trong những năm gần đây, chiến lược áp dụng Global Natural Products Social (GNPS) trong xây dựng mạng lưới phân tử GC-MS ngày càng được áp dụng nhiều hơn trong phân tích thành phần hóa học của các sản phẩm từ tự nhiên. Ứng dụng của nền tảng GNPS này được cung cấp tại website <https://gnps.ucsd.edu> với tiêu đề “GC-MS EI Data Analysis” [2]. Công nghệ mới này cho phép xác định nhanh chóng phổ khối phân mảnh của hỗn hợp sản phẩm tự nhiên dựa trên sự tương đồng về cấu trúc với các thư viện phổ tham khảo được cập nhật thường xuyên bởi các nhà khoa học trên thế giới. Do đó, mục đích của nghiên cứu này nhằm ứng dụng GNPS trong xây dựng mạng lưới phân tử GC-MS để phân tích thành phần hóa học của tinh dầu lá Tràm.

Tràm lá dài (*Melaleuca leucadendra* L.) là cây thân gỗ, lá mọc so le, phiến dày, gân lá hình cung. Lá và ngọn non có lông dày màu trắng [3]. Tràm được trồng nhiều ở vùng ngập phèn Đồng bằng sông Cửu Long và một số tỉnh, thành phố khu vực Đông Nam Bộ. Tinh dầu lá Tràm đã được nghiên cứu khá nhiều về thành phần hóa học cũng như hoạt tính sinh học như kháng khuẩn, kháng nấm, và kháng oxy hóa [4]. Tuy nhiên, có rất ít công trình công bố về hoạt tính chống lại Kiến lửa đỏ *S. invicta* của tinh dầu Tràm lá dài. Chính vì vậy, nghiên cứu này nhằm mở ra hướng nghiên cứu mới kết hợp ứng dụng công nghệ mã nguồn mở GNPS vào khảo cứu thành phần hóa học của tinh dầu Tràm với mô hình thử nghiệm trên động vật, từ đó góp phần phát hiện thêm sự đa dạng hóa hoạt tính sinh học và ứng dụng của tinh dầu Tràm vào đời sống.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Lá Tràm được thu hái tại xã Long Hưng, huyện Mỹ Tú, tỉnh Sóc Trăng vào tháng 3 năm 2021. Mẫu lá được nghiền nhỏ, bảo quản trong điều kiện 5°C và được sử dụng trong khoảng thời gian 1 tuần.

2.2. Chiết xuất tinh dầu

Tinh dầu lá Tràm được chiết xuất bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước. Phương pháp được mô tả ngắn gọn như sau: 100 g mẫu lá được cho vào hệ thống chưng cất Clevenger và được chưng cất ở nhiệt độ 110-120°C với các điều kiện thời gian và tỷ lệ mẫu:khối lượng nước (w/w) khác nhau. Tinh dầu được tách khỏi hỗn hợp bằng petroleum ether 60-90 (Xilong Co., China) trước khi được làm khan bằng Na₂SO₄ (Xilong Co., China). Tiếp theo là bước cô quay đuổi dung môi để thu được tinh dầu thô, bảo quản ở điều kiện -5°C. Quá trình chiết xuất tinh dầu được lặp lại ba lần ở mỗi điều kiện. Hiệu suất chiết xuất được tính bằng cách chia khối lượng của tinh dầu chiết xuất (g) cho khối lượng mẫu lá ban đầu (g).

2.3. Phân tích thành phần hóa học của tinh dầu

Thành phần hóa học của tinh dầu lá Tràm được phân tích bằng phương pháp GC-MS (Thermo Scientific) sử dụng cột sắc ký TG-SQC (15 m × 0,25 mm × 0,25 μm), và khí Heli được sử dụng làm khí mang với tốc độ dòng 1,2 mL/phút. Chương trình chạy máy GC-MS cụ thể như sau: chế độ ion hóa: EI; loại ion: positive; vùng khối phổ: 40-400 amu; điều kiện buồng tiêm mẫu: nhiệt độ: 220°C, thể tích tiêm: 1 μL, split mode 1:10; nhiệt độ ion nguồn: 200°C; Chương trình nhiệt độ được thiết lập từ 50°C đến 230°C cho một chu trình.

2.4. Xây dựng mạng lưới phân tử Global Natural Products Social (GNPS)

Mạng lưới phân tử GC-MS của tinh dầu lá Tràm được thiết lập dựa trên nền tảng GNPS (<https://gnps.ucsd.edu>) [2]. Dữ liệu phổ MS được chuyển sang định dạng .mzXML bằng phần mềm MS Convert (Microsoft, Redmond, Hoa Kỳ). Dữ liệu .mzXML được đăng tải lên hệ thống GNPS với một số thông số đặc trưng như: dung sai ion phân mảnh là m/z 0,5 Da; số lượng ion phân mảnh tối thiểu trùng khớp với thư viện phổ GNPS là 4 và số điểm cosin tối thiểu là 0,7. Phần mềm Cytoscape 3.6.0 đã được áp dụng để phân tích kết quả mạng lưới phân tử [5].

2.5. Thử nghiệm độc tính với Kiến lửa đỏ *Solenopsis invicta*

Thử nghiệm này được thực hiện như mô tả của nhóm tác giả Souto với một số thay đổi nhỏ [6]. Tóm tắt phương pháp như sau: Kiến lửa đỏ *S. invicta* được thu thập tại khuôn viên của Trường Đại học Cần Thơ và được nuôi giữ ở nhiệt độ phòng tại phòng thí nghiệm. Giấy lọc với kích thước 4 cm × 5 cm được tẩm với 1,0 mL hỗn hợp tinh dầu được pha trong dung môi acetone ở các nồng độ khác nhau (0, 50, 100, 200 mg/mL) hoặc limonene tinh khiết như đối chứng dương. Sau đó, mỗi mẫu giấy lọc này được đặt trong becher (50 mL) chứa sẵn 20-30 con kiến. Các becher sau đó được phủ màng bọc parafin có chứa lỗ rất nhỏ để kiến có thể thở và để ngăn kiến thoát ra ngoài. Các thí nghiệm được bố trí độc lập với ba lần lặp lại. Sự sống sót của kiến được ghi nhận sau 2, 4 và 6 giờ và tính toán theo công thức như sau: % sự sống sót của kiến = (Số lượng kiến sống sót ở thời điểm khảo sát/ Số lượng kiến tại ở thời điểm ban đầu) × 100.

2.6. Thử nghiệm hoạt tính xua đuổi Kiến lửa đỏ *Solenopsis invicta*

Thử nghiệm này được thực hiện như mô tả của các tác giả Aglave và Patel với một số thay đổi nhỏ [7]. Các cục bông gòn cùng kích cỡ được tẩm với 2,0 g đường saccharose, mỗi nghiệm thức tiếp tục tẩm với 0,2 mL tinh dầu hoặc sản phẩm diệt kiến kiến công nghiệp (ANBIO, Việt Nam). Những cục bông này được bố trí ngoài thực địa ở các khu vực gần tổ Kiến lửa đỏ *S. invicta*. Thử nghiệm được quan sát và ghi nhận kết quả trong 3 ngày liên tiếp. Phần trăm hoạt tính xua đuổi kiến được tính toán theo công thức như sau: % hoạt tính xua đuổi kiến = [(Số lượng kiến được thu hút trong mẫu đối chứng âm - Số lượng kiến được thu hút trong mẫu khảo sát)/ Số lượng kiến được thu hút trong mẫu đối chứng âm] × 100.

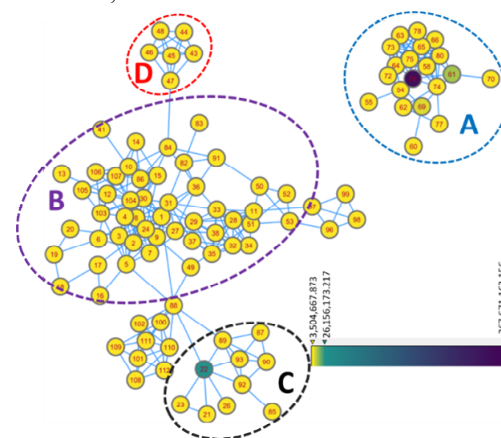
2.7. Phương pháp phân tích thống kê

Dữ liệu được xử lý và thể hiện giá trị trung bình ± SD với ba lần lặp lại. Giá trị P có ý nghĩa thống kê được thiết lập ở *P < 0,05, **P < 0,01 và ***P < 0,001 bằng phương pháp kiểm định T-Test.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thành phần hóa học của tinh dầu lá Tràm

Tinh dầu lá Tràm được chiết xuất thành công ở quy mô phòng thí nghiệm bằng phương pháp chưng cất lôi cuốn hơi nước. Kết quả khảo sát tỷ lệ khối lượng lá Tràm và khối lượng nước từ 1:1 – 1:5 (w/w) cho thấy ở điều kiện tỷ lệ khối lượng lá Tràm và khối lượng nước 1:3 (w/w) cho hiệu quả chiết xuất tinh dầu là tối ưu nhất và do đó tỷ lệ này được chọn làm điều kiện thích hợp nhất cho thí nghiệm tiếp theo. Để đánh giá hiệu quả của thời gian chưng cất lôi cuốn bằng hơi nước, khoảng thời gian từ 30 đến 180 phút được tiến hành khảo sát. Kết quả của nghiên cứu này chỉ ra rằng thời gian chưng cất bằng phương pháp lôi cuốn hơi nước từ 120 phút thu được hiệu suất tinh dầu cao hơn ở điều kiện 30-90 phút. Tuy nhiên, khi thời gian chưng cất tăng lên quá 120 phút thì sản lượng tinh dầu khác nhau không đáng kể. Nhìn chung, hiệu suất tối đa khi tiến hành chưng cất tinh dầu bằng phương pháp cổ điển này thu được hàm lượng tinh dầu thô của lá Tràm là 1,0%. Tinh dầu lá Tràm sau đó được phân tích thành phần hóa học bằng phương pháp GC-MS (chế độ ion dương) kết hợp với phân tích mạng lưới phân tử GNPS cho dữ liệu thô GC-MS (<https://gnps.ucsd.edu>), với số lượng ion phân mảnh chung tối thiểu là 4 và số điểm cosin tối thiểu là 0,7.



Hình 1. Mạng phân tử của tinh dầu lá Tràm được xây dựng dựa trên nền tảng GNPS
Kết quả phân tích mạng lưới phân tử GNPS cho thấy, phổ GC-MS từng chất riêng lẻ của

tinh dầu lá Tràm được nhóm lại để tạo thành hai cluster (Hình 1). Trong số đó, cluster nhỏ được ký hiệu là A, cluster lớn nhất được chia thành ba sub-cluster (B, C và D). Trong cluster A, có tổng cộng 20 hợp chất được kết hợp với nhau, trong đó có 6 hợp chất được xác định cấu trúc hóa học bao gồm: Eugenol (**54**), (*E*)-1,2-Dimethoxy-4-(1-propenyl)benzene (**58**), 5'-Hydroxy-2',3',4'-trimethylacetophenone (**63**), 2-[(4-ethenylphenoxy)methyl]oxirane (**73**), 1-*tert*-Butyl-2-methoxy-4-methylbenzene (**74**), và Methyleugenol (**76**). Trong số các hợp chất trên, Methyleugenol (**76**) chiếm hàm lượng cao nhất trong tinh dầu lá Tràm (khoảng 82,75%). So sánh với các kết quả đã công bố trước đây, tinh dầu lá Tràm được thu hái tại tỉnh Sóc Trăng cho thấy hàm lượng Methyleugenol cao hơn rất nhiều so với các nghiên cứu của Monzote et al. (2020) và Padalia [8,9]. Ngoài ra, phân tích chi tiết các node trong cluster này cho thấy các chất còn lại được đề xuất là dẫn xuất phenolic.

Đối với sub-cluster B, 04 hợp chất được so sánh khớp với các thư viện trong GNPS, với điểm cosin tối thiểu xấp xỉ 0,85 trở lên và được xác định là α -Phellandrene (**9**), α -Terpinene (**11**), Limonene (**3**), và γ -Terpinene (**5**). Từ những node đã biết này, các node lân cận được dự đoán là các monocyclic monoterpene chiếm hàm lượng khá thấp. Trong sub-cluster C, 02 hợp chất bao gồm α -Pinene (**22**) và α -Bergamotene (**89**) đã được xác định, trong khi các node còn lại là được đề xuất là các dẫn xuất bicyclic monoterpene (bao gồm các node **21**, **23**, và **26**) hoặc bicyclic sesquiterpene (bao gồm các node **85**, **87**, **90**, **92**, và **93**). Cuối cùng, các node được xác định trong sub-cluster D gợi ý rằng tinh dầu lá Tràm cũng chứa một lượng nhỏ các dẫn xuất monoterpene aldehyde dễ bay hơi, bao gồm 2 node đã xác định được cấu trúc là Neral (**43**) và Geranial (**46**), và 04 node còn lại (**44**, **45**, **47**, và **48**) được đề nghị là dẫn xuất của monoterpene aldehyde. Đặc biệt, diện tích peak của 15 hợp chất được xác định là khoảng 90,71% tổng thành phần hóa học (Bảng 1).

Bảng 1. Thành phần hóa học của các hợp chất từ của tinh dầu lá Tràm được xây dựng dựa trên nền tảng GNPS

STT	Số node	RT (phút)	Tên hợp chất	% Diện tích peak
1	9	5,50	α -Phellandrene	0,45
2	11	7,02	α -Terpinene	0,08
3	16	7,40	Limonene	0,12
4	22	8,09	α -Pinene	6,36
5	29	9,83	γ -Terpinene	0,40
6	43	19,61	Neral	0,10
7	46	19,65	Geranial	0,01
8	54	21,78	Eugenol	0,07
9	58	22,64	(<i>E</i>)-1,2-Dimethoxy-4-(1-propenyl)benzene	0,02
10	63	22,70	5'-Hydroxy-2',3',4'-trimethylacetophenone	0,05
11	73	22,78	2-[(4-ethenylphenoxy)methyl]oxirane	0,06
12	74	22,79	1- <i>tert</i> -Butyl-2-methoxy-4-methylbenzene	0,02
13	76	22,80	Methyleugenol	82,75
14	89	25,12	α -Bergamotene	0,19
15	109	33,89	Acid mesaconic	0,03

3.2. Đánh giá độc tính với Kiến lửa đỏ *Solenopsis invicta*

Để kiểm tra khả năng tiêu diệt côn trùng của tinh dầu lá Tràm, thử nghiệm độc tính đã được thực hiện trên mô hình Kiến lửa đỏ *S. invicta*. Kết quả được tóm tắt trong Bảng 2 cho thấy khả năng sống sót của kiến trong điều kiện chỉ có dung môi acetone được quan sát thấy là 100% trong tất cả các thời gian tiếp xúc (từ 2 đến 6 giờ). Do đó, acetone được đề nghị là dung môi không độc với kiến lửa theo mô hình của thử nghiệm được thiết lập. Tinh dầu lá Tràm được pha loãng trong dung môi acetone ở các nồng độ khác nhau (50, 100, 200 mg/mL) hoặc Limonene (50 mg/mL) như đối chứng dương của thử nghiệm này.

Như được trình bày trong Bảng 2, sau khi cho Kiến lửa đỏ tiếp xúc với tinh dầu đã được pha loãng ở nồng độ cố định, tỷ lệ kiến sống sót sau khi tiếp xúc thể hiện giá trị giảm dần sau thời gian từ 02 giờ, cụ thể ở nồng độ của tinh

dầu 50, 100, 200 mg/mL thì tỷ lệ kiến sống sót giảm lần lượt là $67,90 \pm 7,29\%$, $59,20 \pm 12,82\%$, $39,20 \pm 9,83\%$. Tương tự, sau 04 giờ thử nghiệm, tỷ lệ kiến sống sót giảm khá nhiều với giá trị vào khoảng 17,60-2,38% ở các khoảng nồng độ khảo sát. Đặc biệt, tỷ lệ kiến chết được ghi nhận là 100% sau 06 giờ tiếp xúc với tinh dầu này ở tất cả các nồng độ thử nghiệm. Sau thời gian 02 giờ tiếp xúc với tinh dầu lá Tràm, giá trị LC_{50} ước tính được là $146,58 \pm 3,75$ mg/mL. Trong thí nghiệm này, Limonene được chọn làm đối chứng dương để đánh giá độc tính với Kiến lửa đỏ. Như được trình bày trong Bảng 2, Limonene ở nồng độ 50 mg/mL thể hiện độc tính với kiến khá tốt, cụ thể ở thời gian khảo sát 02 giờ thì tỷ lệ kiến sống sót giảm đến $14,48 \pm 1,30\%$, tuy nhiên tỷ lệ kiến sống sót được ghi nhận là 0% sau 04-06 giờ tiếp xúc với Limonene.

Khi so sánh với đối chứng dương (Limonene, 50 mg/mL), tinh dầu lá Tràm thể hiện độc tính với Kiến lửa đỏ yếu hơn nhưng vẫn ở mức khá tốt và chúng tôi đề nghị rằng tinh dầu lá Tràm là một trong những nguồn tinh dầu từ tự nhiên dễ chiết xuất có tiềm năng ứng dụng cao trong phòng chống côn trùng gây hại cho con người và có độ an toàn cao.

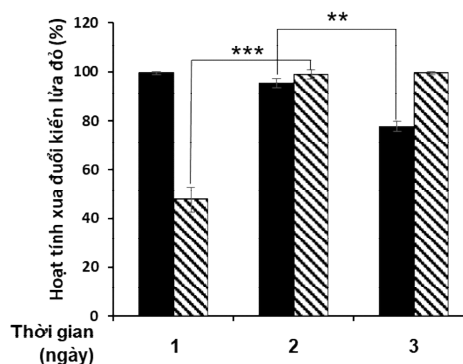
Bảng 2. Kết quả khảo sát độc tính với Kiến lửa đỏ S. invicta của tinh dầu lá Tràm

Tên mẫu	Nồng độ (mg/mL)	Thời gian thử nghiệm (giờ)		
		2	4	6
Đối chứng	-	$100 \pm 0,00$	$100 \pm 0,00$	$100 \pm 0,00$
Tinh dầu lá Tràm	50	$67,90 \pm 7,29^{**}$	$17,60 \pm 2,25^{***}$	$0 \pm 0,00^{***}$
	100	$59,20 \pm 12,82^{***}$	$12,00 \pm 4,22^{***}$	$0 \pm 0,00^{***}$
	200	$39,20 \pm 9,83^{***}$	$2,38 \pm 4,12^{***}$	$0 \pm 0,00^{***}$
Limonene	50	$14,48 \pm 1,30^{***}$	$0 \pm 0,00^{***}$	$0 \pm 0,00^{***}$

3.3. Đánh giá hoạt tính xua đuổi Kiến lửa đỏ *Solenopsis invicta*

Dựa vào phương pháp nghiên cứu của nhóm tác giả Aglave và Patel (2017), tinh dầu lá Tràm được tiến hành đánh giá khả năng xua đuổi Kiến lửa đỏ ngoài thực địa. Trong thí nghiệm này, mẫu trắng được thiết lập là mẫu bông gòn chỉ được tẩm với đường, trong khi

đối chứng dương là mẫu bông gòn được tẩm đường và sản phẩm thương mại chuyên đuổi kiến. Sau 24 giờ thí nghiệm ngoài thực địa ở khu vực có tổ Kiến lửa đỏ, mẫu trắng thu hút rất nhiều Kiến lửa đỏ, trong khi đối chứng dương hầu như xua đuổi kiến khá tốt. Tương tự như khả năng xua đuổi kiến của sản phẩm thương mại, tinh dầu lá Tràm cũng ngăn chặn Kiến lửa đỏ tiếp xúc với mẫu bông gòn được tẩm tinh dầu. Các hiện tượng tương tự cũng được ghi nhận sau 2 hoặc 3 ngày thí nghiệm ngoài thực địa. Ngoài ra, mỗi ngày vào thời điểm cố định, số lượng kiến bám trên mẫu thử nghiệm được ghi nhận và tính toán phần trăm hoạt tính xua đuổi kiến (so với mẫu trắng). Kết quả cho thấy tinh dầu lá Tràm cho kết quả xua đuổi kiến khá tốt sau 2 ngày, tuy nhiên sang ngày thứ 3 thì hoạt tính của tinh dầu lá Tràm giảm dần. Ngược lại, thuốc đuổi kiến công nghiệp cho kết quả ở mức trung bình vào ngày đầu tiên thử nghiệm, tuy nhiên sang ngày thứ 2 và 3 thì chúng cho kết quả tốt hơn đáng kể (Hình 2). Kết quả này cho thấy, mặc dù thời gian xua đuổi kiến của tinh dầu lá Tràm chỉ đạt hoạt tính tối đa trong khoảng 2 ngày, nhưng những nghiên cứu của đề tài này góp phần làm sáng tỏ tiềm năng to lớn của tinh dầu lá Tràm như chất chống côn trùng gây hại có hiệu lực trung bình 2 ngày.



Hình 2. Kết quả khảo sát hoạt tính xua đuổi Kiến lửa đỏ S. invicta; Tinh dầu lá Tràm (màu đen) và thuốc đuổi kiến công nghiệp (kẻ sọc)

Theo kết quả phân tích thành phần hóa học của tinh dầu lá Tràm và hoạt tính gây độc với Kiến lửa đỏ, chúng tôi đề nghị hợp chất chính, Methyleugenol, đóng góp đáng kể vào khả năng diệt côn trùng. Nghiên cứu trước đây đã

chỉ ra rằng Methyleugenol có tác dụng sinh học xua đuổi mạnh mẽ côn trùng gây hại [10]. Do đó, kết hợp với kết quả của nghiên cứu trước, những phát hiện của chúng tôi trong nghiên cứu này đề xuất một loại tinh dầu rẻ tiền, phổ biến ở Đồng bằng sông Cửu Long có thể dùng như chất diệt côn trùng tiềm năng mà không gây độc cho người. Đặc biệt, trong điều kiện kinh tế khó khăn, vùng nông thôn thiếu khả năng tiếp cận với các chất diệt côn trùng an toàn có thể tự sản xuất tinh dầu để sử dụng trong và xung quanh nhà.

4. KẾT LUẬN

Dựa trên kết quả phân tích mạng lưới phân tử GNPS của tinh dầu lá Tràm, nhiều nhóm cấu trúc hóa học của loại dầu này đã được phát hiện và xác định, bao gồm monocyclic và bicyclic monoterpene và các dẫn xuất, monoterpene aldehyde, và hợp chất phenolic. Bên cạnh đó, hàm lượng của hợp chất Methyleugenol chiếm nhiều nhất khoảng 82,75% trên tổng số 90,71% của 15 hợp chất được xác định cấu trúc. Tinh dầu lá Tràm thể hiện độc tính đối với Kiến lửa đỏ *S. invicta* với giá trị LC_{50} xấp xỉ $146,58 \pm 3,75$ mg/mL sau 02 giờ tiếp xúc. Tinh dầu này cũng có tác dụng xua đuổi đáng kể đối với Kiến lửa đỏ trong các thử nghiệm ngoài thực địa. Kết quả của nghiên cứu này cung cấp thông tin hữu ích và cần thiết cho việc nghiên cứu thành phần hóa học của tinh dầu áp dụng phương pháp phân tích mạng lưới phân tử GNPS hiện đại và kết hợp với thử nghiệm hoạt tính sinh học của loài thực vật rất phổ biến ở Đồng bằng sông Cửu Long.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này ghi nhận sự hỗ trợ thực hiện một số thí nghiệm đơn giản của các em sinh viên Văn Huỳnh Phương Vy, Huỳnh Lê Thiện Vũ, Nguyễn Tấn Đạt, và Mã Hữu Đạt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Wylie, R., Yang, C.S., and Tsuji, K., (2020). Invader at the gate: The status of red imported fire ant in Australia and Asia. *Ecological Research*, **35**, 1, 6–16.

[2] Aksenov, A.A., Laponogov, I., Zhang, Z., Doran, S.L.F., Belluomo, I., Veselkov, D., Bittremieux, W., Nothias, L.F., Nothias-Espósito, M., and Maloney, K.N., (2021). Auto-deconvolution and molecular networking

of gas chromatography–mass spectrometry data. *Nature biotechnology* **39**, 2, 169–173.

[3] Hộ, P.H., (2003). Cây cỏ miền Nam Việt nam. NXB Trẻ

[4] Vân, H.T.K., Thoa, N.T.K., Thùy, N.T.P., Định, Đ.N., và Hằng, L.T.M., (2020). Nghiên cứu chiết tách và xác định thành phần hóa học tinh dầu trầm của huyện hương trà tỉnh Thừa Thiên Huế. *Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, **1**, 25, 35–39.

[5] T.-K.-Q. Ha, N.-H. Pham-Khanh, H.T.T. Pham and T.-T. Nguyen, (2020). Gas chromatography-mass spectrometry, feature-based molecular networking and biological activities against *Solenopsis invicta* of Citrus peel essential oils from Vietnam. *Agriculture and Natural Resources*, **56**, 805–814.

[6] Souto, R.N.P., Harada, A.Y., Andrade, E.H.A., and Maia, J.G.S., (2012). Insecticidal activity of Piper essential oils from the Amazon against the fire ant *Solenopsis saevissima* (Smith)(Hymenoptera: Formicidae), *Neotropical Entomology*, **41**, 6, 510–517.

[7] Aglave, B. and Patel, S.N., (2017). International, Small Plot Experimental Study for Testing Efficacy of ant Repelling Activity of Essential Oils. *Journal of Biotechnology and Biochemistry*, **13**, 4, 403–412.

[8] Padalia, R.C., Verma, R.S., Chauhan, A., and Chanotiya, C.S., (2015). The essential oil composition of *Melaleuca leucadendra* L. grown in India: A novel source of (E)-nerolidol. *Industrial Crops and Products*, **69**, 224–227.

[9] Monzote, L., Scherbakov, A.M., Scull, R., Satyal, P., Cos, P., Shchekotikhin, A.E., Gille, L., and Setzer, W.N., 2020, Essential oil from *Melaleuca leucadendra*: Antimicrobial, antikinoplastid, antiproliferative and cytotoxic assessment. *Molecules*, **25**, 23, 5514.

[10] He, Y., Zhang, J., Shen, L., Wang, L., Qian, C., Lyu, H., Yi, C., Cai, J., Chen, X., and Wen, X., (2022). Eugenol derivatives: strong and long-lasting repellents against both undisturbed and disturbed red imported fire ants. *Journal of Pest Science*, 1–18.