

PREPARATION AND IN VITRO TEST OF INSECTICIDAL ACTIVITY OF NANO – BI AGAINST *TETRANYCHUS* SP.

Do Van Cong^{1#}, Vu Thi Phuong Binh^{2#}, Tran Ngoc Khanh², Vu Ngoc Thu Ha³, Nguyen Thi Bich Hong⁴, Dao Thi Thanh Huyen⁵, Pham Khanh Linh⁶, Ha Minh Thanh², Nguyen Thi Hoa⁷, Le Dang Quang^{1*}

¹Institute of Materials Science- VAST, ²Plant Protection Research Institute – VAST,

³School of Chemistry and Life Sciences- Hanoi University of Science and Technology, ⁴TECH-VINA Joint Stock Company,

⁵TNU - University of Agriculture and Forestry, ⁶VNU University of Science – Vietnam National University, Hanoi,

⁷Vietnam Institute of Industrial Chemistry

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 20/6/2025 Revised: 14/11/2025 Published: 18/11/2025 KEYWORDS <i>Tetranychus</i> sp. Eco-friendly biopesticide Nanoemulsion Neem oil Cinnamon essential oil	This study focuses on the development, formulation, and in vitro evaluation of the biological efficacy of NANO-BI a novel nanoemulsion system composed of neem oil and cinnamon essential oil designed for the effective control of <i>Tetranychus</i> sp. on tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>) plants. Fourier-transform infrared spectroscopy analysis revealed characteristic alterations in functional groups, confirming the successful formation of the emulsion. The nanoformulation exhibited an average particle size of approximately 206 nanometers and a zeta potential of -55.7 mV, indicating excellent colloidal stability and dispersion uniformity. In bioefficacy trials, NANO-BI significantly outperformed the conventional chemical pesticide Vineem 1500EC, achieving an outstanding mortality rate of 98.33 - 100% within just 1 to 3 days at a concentration of 0.50%. Moreover, it maintained a high level of effectiveness ranging from 95% to 100% even at the lowest tested concentration of 0.125%. These promising results suggest that NANO-BI is not only highly effective and fast-acting against <i>Tetranychus</i> sp., but also represents a strong candidate for sustainable, eco-friendly pest management solutions in agriculture.

ĐIỀU CHẾ VÀ THỬ NGHIỆM IN VITRO HIỆU LỰC TRỪ NHỆN ĐỎ (*TETRANYCHUS* SP.) HẠI CÂY CÀ CHUA CỦA CHẾ PHẨM THẢO MỘC NANO – BI

Đỗ Văn Công^{1#}, Vũ Thị Phương Bình^{2#}, Trần Ngọc Khánh², Vũ Ngọc Thu Hà³, Nguyễn Thị Bích Hồng⁴, Đào Thị Thanh Huyền⁵, Phạm Khánh Linh⁶, Hà Minh Thanh², Nguyễn Thị Hoa⁷, Lê Đăng Quang^{1*}

¹Viện Khoa học vật liệu - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, ²Viện Bảo vệ thực vật - Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam, ³Trường Hóa học và Khoa học sự sống - Đại học Bách khoa Hà Nội, ⁴Công ty Techvina,

⁵Trường Đại học Nông lâm - ĐH Thái Nguyên, ⁶Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc Gia Hà Nội,

⁷Viện Hóa học Công nghiệp Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 20/6/2025 Ngày hoàn thiện: 14/11/2025 Ngày đăng: 18/11/2025 TỪ KHÓA <i>Tetranychus</i> sp. Thuốc trừ sâu sinh học thân thiện với môi trường Nhũ tương nano Dầu neem Tinh dầu quế	Nghiên cứu này tập trung vào việc phát triển, bào chế và đánh giá hiệu quả sinh học in vitro của NANO-BI — một hệ nano nhũ tương mới bao gồm dầu neem và tinh dầu quế được thiết kế nhằm kiểm soát hiệu quả loài <i>Tetranychus</i> sp. gây hại trên cây cà chua (<i>Solanum lycopersicum</i>). Phân tích phổ hồng ngoại biến đổi Fourier cho thấy sự thay đổi đặc trưng ở các nhóm chức, xác nhận thành phần hóa học trong nhũ tương. Chế phẩm nano này có kích thước hạt trung bình khoảng 206 nanomet và điện thế zeta -55,7 mV, cho thấy độ ổn định keo và khả năng phân tán rất tốt. Trong các thử nghiệm hiệu lực sinh học, NANO-BI cho thấy hiệu quả vượt trội so với thuốc trừ sâu hóa học truyền thống Vineem 1500EC, đạt tỷ lệ gây chết cao 98,33 -100% chỉ trong vòng 1 đến 3 ngày ở nồng độ 0,50%. Hơn nữa, chế phẩm vẫn duy trì hiệu quả cao từ 95% đến 100% ngay cả ở nồng độ thấp nhất được thử nghiệm là 0,125%. Những kết quả hứa hẹn cho thấy NANO-BI không chỉ có hiệu lực mạnh và tác động nhanh đối với <i>Tetranychus</i> sp., mà còn là một ứng viên tiềm năng cho các giải pháp quản lý dịch hại bền vững và thân thiện với môi trường trong nông nghiệp.

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.13091>

* Corresponding author. Email: ledangquang2011@gmail.com; #: đồng tác giả đầu tiên.

1. Giới thiệu

Trong sản xuất nông nghiệp, sâu bệnh hại là một trong những yếu tố gây ảnh hưởng lớn đến năng suất và chất lượng cây trồng. Nhện đỏ (*Tetranychus* sp.) là loài gây hại phổ biến trên nhiều loại cây trồng nông nghiệp, làm giảm năng suất và gây khó khăn trong quá trình canh tác. Việc kiểm soát loài dịch hại này thường dựa vào thuốc bảo vệ thực vật hóa học, nhưng phương pháp này thường gây ra tác động tiêu cực đến môi trường, sức khỏe con người và làm gia tăng tình trạng kháng thuốc ở dịch hại [1].

Trước bối cảnh đó, việc tìm kiếm và ứng dụng các hợp chất có nguồn gốc tự nhiên, thân thiện với môi trường đang trở thành xu hướng trong phòng trừ sinh học. Trong đó, Neem oil (dầu neem) và tinh dầu quế là hai tác nhân sinh học đầy tiềm năng, được ghi nhận có hoạt tính trừ sâu hiệu quả nhờ chứa các hợp chất có tác dụng sinh học mạnh như azadirachtin và cinnamaldehyde.

Neem oil được chiết xuất từ hạt cây neem (*Azadirachta indica*), là nguồn giàu các hợp chất limonoid, đặc biệt là azadirachtin – một hoạt chất đã được chứng minh có khả năng gây rối loạn sinh trưởng, ức chế quá trình lột xác, làm giảm khả năng sinh sản, cũng như hoạt động như một chất xua đuổi đối với nhiều loài côn trùng hại cây trồng. Ngoài ra, các thành phần như salannin và nimbin cũng góp phần tăng hiệu quả phòng trừ sâu bệnh [2], [3]. Đặc biệt, dầu neem ở dạng nano (nano neem oil) cho thấy hiệu quả vượt trội nhờ khả năng phân tán tốt, độ bám dính cao trên bề mặt lá, kéo dài thời gian tác động và giảm thiểu sự rửa trôi do mưa [4].

Bên cạnh đó, tinh dầu quế – đặc biệt là từ vỏ cây quế (*Cinnamomum cassia*) – chứa cinnamaldehyde, một aldehyde thơm chiếm tỷ lệ cao trong thành phần tinh dầu, có hoạt tính trừ sâu mạnh mẽ. Cinnamaldehyde đã được chứng minh có khả năng làm rối loạn hệ thần kinh côn trùng, phá hủy cấu trúc màng tế bào và ức chế hoạt động của các enzyme thiết yếu, từ đó dẫn đến cái chết của sâu hại. Không chỉ có tác dụng diệt sâu trực tiếp, cinnamaldehyde còn thể hiện vai trò như một chất xua đuổi và gây ức chế sinh sản, phát triển của nhiều loài sâu bệnh [5].

Hiện nay, xu hướng nghiên cứu và ứng dụng các chế phẩm có nguồn gốc từ tinh dầu và cao chiết thực vật trong phòng trừ dịch hại đang nhận được sự quan tâm đáng kể từ cộng đồng khoa học, đặc biệt trong bối cảnh nông nghiệp hướng đến mục tiêu bền vững và thân thiện với môi trường [6] - [8]. Trên cơ sở đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hiệu lực trừ sâu của chế phẩm NANO-BI – một hệ nhũ tương nano đồng thời mang hai hoạt chất sinh học là dầu neem và tinh dầu quế – trong điều kiện in vitro. Việc sử dụng công nghệ nano không chỉ giúp cải thiện khả năng phân tán và độ bền của các hoạt chất tự nhiên mà còn nâng cao khả năng thẩm thấu, kéo dài thời gian tác động và tăng hiệu quả sinh học trên đối tượng sâu hại. Kết quả nghiên cứu sẽ là tiền đề khoa học quan trọng cho việc phát triển các chế phẩm sinh học thế hệ mới, có tính ứng dụng cao trong thực tiễn sản xuất nông nghiệp hữu cơ, góp phần hạn chế sử dụng thuốc hóa học và thích ứng với xu hướng nông nghiệp xanh và bền vững trong tương lai.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Đối tượng dịch hại: Nhện đỏ (*Tetranychus* sp.) hại cà chua được thu thập từ các ruộng trồng cà chua tại tỉnh Vĩnh Phúc.

Thời gian thực hiện: tháng 7/2024

Chế phẩm thử nghiệm: Chế phẩm Nano-BI được chiết xuất từ nguyên liệu thảo mộc bao gồm dầu neem (Neem oil), tinh dầu quế và chất hoạt động bề mặt (*Hình 1*). Đây đều là các nguyên liệu có chứa các hợp chất hoạt tính sinh học mạnh như azadirachtin, cinnamaldehyde và coumarin – có khả năng tác động đến côn trùng gây hại theo cơ chế sinh học. Các thành phần này được kết hợp với chất nhũ hóa để tạo thành hệ phân tán nano nhằm tăng hiệu quả sinh học và độ ổn định của chế phẩm.

Vật liệu khác: Lá cà chua và các vật liệu chuyên dùng khác dùng để nuôi côn trùng và thực hiện các thí nghiệm.



Hình 1. Tinh dầu quế và Neem oil

Bảng 1. Thông số lý – hóa của dầu Neem

Thông số thử nghiệm	Kết quả
Bề ngoài	Chất lỏng màu nâu
Mùi	Mùi đặc trưng
pH	6,5
Trọng lượng riêng	0,92
Độ hòa tan	Không tan trong nước
Azadirachtin A+B	0,13% (1300 ppm)

2.2. Tạo chế phẩm NANO-BI

Trong thí nghiệm điều chế, hỗn hợp gồm Dầu Neem (1 g), OS 20 (2 g; Tween 80-Span 80 với HLB 10,7), propylene glycol (0,5 g) và tinh dầu quế (1 g) được cho vào bình phản ứng. Hỗn hợp được khuấy đều ở tốc độ 150 rpm nhằm đảm bảo trộn lẫn các thành phần ban đầu. Sau đó, bình chứa hỗn hợp được đặt vào máy siêu âm và xử lý trong khoảng 30–45 phút. Sau quá trình siêu âm, bổ sung 2 g Tween 20 vào bình, sau đó tiếp tục siêu âm hỗn hợp khoảng 30 phút. Kết quả thu được là một hỗn hợp đồng nhất, cho thấy sự hòa tan hoàn toàn của các thành phần. Thí nghiệm yêu cầu duy trì nhiệt độ ổn định và có thể sử dụng khuấy nhẹ sau quá trình siêu âm để đạt được sự đồng nhất tối ưu nếu cần thiết. Các thông số lý – hóa của dầu Neem được thể hiện trong Bảng 1.

2.3. Phương pháp đánh giá đặc điểm của chế phẩm

2.3.1. Phổ hồng ngoại biến đổi Fourier

Đo phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR trên máy đo quang phổ hồng ngoại Nicolet iS10 FTIR (Thermo scientific, Mỹ) để phân tích mẫu NANO-BI), ghi phổ trong vùng từ 4000 cm^{-1} đến 400 cm^{-1} để xác định và phân tích cấu trúc hóa học của chế phẩm. Xác định các nhóm chức hóa học có trong chế phẩm thảo mộc và nano. Phân tích sự thay đổi cấu trúc hóa học trong quá trình biến đổi. Xác minh tính chất hóa học của chế phẩm.

2.3.2. Phương pháp đo kích thước hạt trung bình, chỉ số đa phân tán (PI) và giá trị thế zeta

Sử dụng kỹ thuật tán xạ ánh sáng động để xác định kích thước hạt trung bình, chỉ số đa phân tán (PI) và giá trị thế zeta của nhũ tương nano. Phép đo được thực hiện trên thiết bị phân tích kích thước hạt (DLS), thế zeta (Zetasizer Nano-S900, Vương quốc Anh) và trọng lượng phân tử (Horiba SZ-100Z2, Nhật Bản). Đối với phép đo này, cần pha loãng hỗn hợp nhũ tương bằng nước cất với tỉ lệ 1: 2500, dùng micropipet hút và khuấy đều cho đến khi dung dịch đồng nhất rồi cho vào cuvet polystyrene. Tiếp theo, các thông số được cài đặt với tất cả các phép đo tại máy như: nhiệt độ $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, độ nhớt là $0,8872\text{ cP}$, chỉ số khúc xạ của nước là $1,330$ và được lặp lại 3 lần.

2.3.3. Phân tích thành phần hoạt chất trong tinh dầu quế bằng GC-FID

Các thành phần dễ bay hơi trong tinh dầu quế được phân tích bằng GC-FID. Thiết bị Agilent 122-5532E trang bị đầu dò ion hóa ngọn lửa sử dụng cột DB-5ms ($30\text{ m} \times 250\text{ }\mu\text{m} \times 0,25\text{ }\mu\text{m}$) được sử dụng với các thông số và điều kiện vận hành như sau: nhiệt độ ban đầu là $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ trong 2 phút; độ dốc $4\text{ }^{\circ}\text{C/phút}$ đến $192\text{ }^{\circ}\text{C}$ và $260\text{ }^{\circ}\text{C}$ trong 2 phút sau khi chạy; tốc độ dòng chảy là 1 mL/phút ; thời gian chạy là 35 phút; và FID của đầu dò ở $280\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.4. Phương pháp thử nghiệm hiệu lực chế phẩm

Nồng độ chế phẩm thử nghiệm: Chế phẩm NANO-BI được pha loãng với nước cất ở các nồng độ $0,125\%$, $0,25\%$ và $0,5\%$ để kiểm tra hiệu lực đối với nhện đỏ trong điều kiện in vitro.

Công thức thí nghiệm: NANO BI $0,125\%$; NANO BI $0,25\%$; NANO BI $0,50\%$; Vineem-1500EC; Đối chứng: Nước lã.

Điều kiện thí nghiệm: Nhện đỏ được nuôi trên cây cà chua trong phòng thí nghiệm, ở nhiệt độ $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, độ ẩm $65 \pm 5\%$, dưới ánh sáng huỳnh quang.

Thí nghiệm được thực hiện trong các hộp nhựa có kích thước 9,5 cm × 6,0 cm × 4,0 cm, với đáy được lót một lớp giấy ẩm để giữ độ ẩm cho lá thí nghiệm chứa nhện đỏ. Các thí nghiệm được bố trí với 5 công thức, mỗi công thức 3 lần nhắc lại, 20 nhện đỏ/lần nhắc.

Sản phẩm đối chứng Vineem 1500EC (hoạt chất azadirachtin được đăng ký trong Danh mục Thuốc BVTV được phép sử dụng ở Việt Nam).

Phương pháp phun chế phẩm: Các chế phẩm được phun vào các nhóm thí nghiệm bằng máy Potter spray tower (Vương quốc Anh), mỗi lần phun 1 ml cho mỗi hộp thí nghiệm. Theo dõi số lượng côn trùng sống sau khoảng thời gian 1, 3, 5 ngày.

Công thức Abbott được sử dụng để tính toán hiệu lực của chế phẩm NANO-BI đối với nhện đỏ.

$$K(\%) = \frac{(C_a - T_a)}{C_a} \times 100 \quad (1)$$

Trong đó: K (%) là hiệu lực của chế phẩm (tính theo phần trăm); C_a là số lượng sinh vật gây hại trong nhóm đối chứng (không sử dụng chế phẩm); T_a là số lượng sinh vật gây hại trong nhóm thử nghiệm (sử dụng chế phẩm) [9].

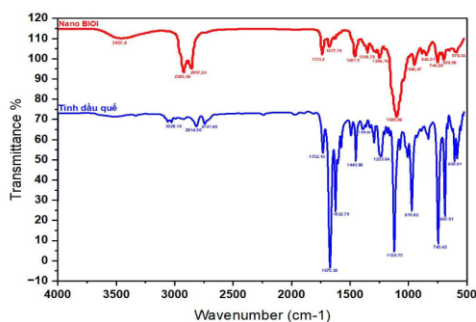
3. Kết quả và bàn luận

3.1. Kết quả đo phổ FTIR

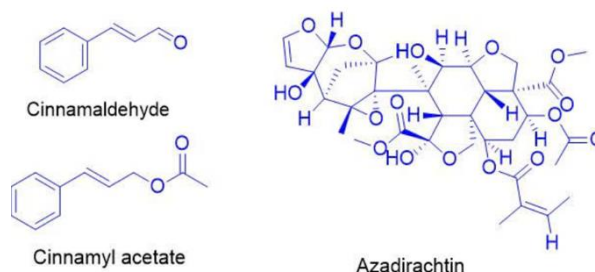
Bằng phương pháp đồng phân tán và siêu âm đã tạo ra hệ chế phẩm NANO-BI ổn định. Kết quả phân tích phổ hồng ngoại FTIR của hệ chế phẩm tạo thành được thể hiện trên Hình 2.

Phổ FTIR của chế phẩm NANO-BI cho thấy một số đỉnh hấp thụ đặc trưng, với các bước sóng quan trọng như 3457.42 cm⁻¹ (đỉnh hấp thụ của nhóm -OH), 2923.55 cm⁻¹ và 2857.24 cm⁻¹ (dao động C-H của mạch aliphatic). Đặc biệt, đỉnh hấp thụ mạnh tại khoảng 1710–1740 cm⁻¹ là đặc trưng cho dao động kéo dãn của nhóm carbonyl (C=O), xác nhận sự có mặt của hợp chất cinnamaldehyde — thành phần chính trong tinh dầu quế. Ngoài ra, các dải trong vùng 1600–1500 cm⁻¹ đại diện cho dao động kéo dãn C=C trong vòng thơm, cũng là dấu hiệu đặc trưng của các hợp chất có cấu trúc aromatic. Các dải (band) trong vùng 1300–1000 cm⁻¹, và đỉnh band 100,48 cm⁻¹ đối với NANO-BI (Nano BIOI) thể hiện dao động của liên kết C-O trong phân tử. So sánh với phổ FTIR của tinh dầu quế cho thấy sự hiện diện của các nhóm chức đặc trưng như -OH, C-H, C=O, C-O và C=C xác nhận sự có mặt của các hợp chất chính như cinnamaldehyde, lipid và azadirachtin của dầu Neem (Hình 3) và các chất hoạt động bề mặt. Đây là những thành phần hoạt tính sinh học quan trọng, góp phần vào tác dụng kháng nấm, kháng khuẩn và trừ sâu của tinh dầu quế trong ứng dụng nông nghiệp.

Điều này cho quá trình tạo chế phẩm nano đã làm thay đổi môi trường hóa học xung quanh các nhóm chức của tinh dầu, thông qua các tương tác vật lý hoặc hóa học với hệ mang. Điều này chứng minh rằng tinh dầu quế đã được bao gói thành công vào hệ nano, góp phần cải thiện độ ổn định, tăng cường tính phân tán và hứa hẹn nâng cao hiệu quả sinh học trong ứng dụng phòng trừ nhện đỏ (*Tetranychus* sp.) [10].



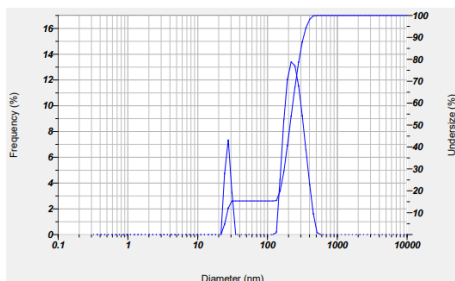
Hình 2. Giản đồ phổ FTIR của hệ chế phẩm và tinh dầu quế



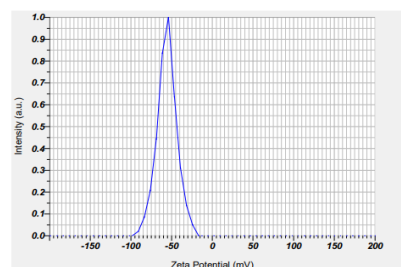
Hình 3. Cấu trúc hóa học của các hoạt chất chính trong chế phẩm NANO-BI

3.2. Kích thước hạt trung bình, chỉ số đa phân tán và thế zeta

Đo kích thước hạt của hệ chế phẩm bằng kỹ thuật DLS có kích thước hạt trung bình là 206 nm. Phân bố kích thước hạt có độ lệch chuẩn cao, với các hạt lớn nhất có kích thước khoảng 238,7 nm và nhỏ nhất là 25,6 nm (Hình 4).



Hình 4. Biểu đồ kích thước hạt và chỉ số đa phân tán của NANO - BI



Hình 5. Thế zeta của NANO-BI

Hình 4 cũng cho thấy chế phẩm có kích thước nano, giúp tăng diện tích bề mặt tiếp xúc với sinh vật gây hại, các hạt nano có thể dễ dàng xâm nhập vào cơ thể sinh vật và tác động hiệu quả hơn so với các hạt có kích thước lớn hơn. Sự đồng đều trong kích thước hạt cũng giúp tăng cường khả năng phân tán trong dung dịch, đảm bảo hiệu quả lâu dài khi sử dụng.

Hình 5 cho thấy thế Zeta của chế phẩm NANO-BI là -55,7 mV, với độ di chuyển của các giọt nhũ tương là $-0,000432 \text{ cm}^2/\text{Vs}$. Thế zeta âm mạnh cho thấy chế phẩm có khả năng phân tán ổn định trong dung dịch. Thế zeta cao giúp cho các hạt nano trong chế phẩm không dễ dàng kết tụ, từ đó duy trì sự ổn định trong quá trình sử dụng. Tăng hiệu quả của chế phẩm khi tác động lên sinh vật gây hại.

3.3. Phân tích thành phần hoạt chất trong tinh dầu quế bằng GC-FID

Tinh dầu quế được phân tích cho thấy thành phần chủ yếu là trans-cinnamaldehyde (83,11%), hợp chất có hoạt tính sinh học mạnh, đặc biệt trong kiểm soát sâu hại. Cinnamaldehyde đã được ghi nhận có khả năng tác động lên hệ thần kinh, làm rối loạn quá trình điều hòa enzyme và phá vỡ cấu trúc màng tế bào, từ đó gây chết tế bào và ức chế sự phát triển của nhện đỏ. Bên cạnh đó, các thành phần phụ như cinnamyl acetate (1,26%) (Hình 3) và benzaldehyde (2%) có thể góp phần tăng cường hiệu quả trừ nhện thông qua cơ chế thẩm thấu nhanh và tác động hiệp lực. Ngoài ra, coumarin (4,61%) cũng thể hiện hoạt tính cản trở quá trình hô hấp tế bào ở nhện, góp phần nâng cao hiệu quả phòng trừ của chế phẩm.

3.4. Hiệu lực chế phẩm nano thảo mộc (NANO-BI) đối với nhện đỏ hại cà chua trong điều kiện in vitro

Bảng 2. Số lượng nhện đỏ sống sau xử lý chế phẩm nano thảo mộc (NANO-BI)

TT	Công thức	Nồng độ (%)	Số lượng nhện đỏ trước khi xử lý	Số lượng nhện đỏ sống sau xử lý chế phẩm nano thảo mộc		
				1 ngày	3 ngày	5 ngày
1	NANO BI	0,125	20	1,00c	0,00c	0,00c
2	NANO BI	0,25	20	0,67c	0,00c	0,00c
3	NANO BI	0,50	20	0,33c	0,00c	0,00c
4	Vineem-1500EC	2,00	20	5,33b	3,00b	1,00b
5	Đối chứng	Nước lã	20	20,00a	20,00a	20,00a
LSD 0,5				0,81	0,81	0,00
CV (%)				3,2	2,7	0,0

Kết quả theo dõi số lượng nhện đỏ còn sống sau xử lý, cho thấy chế phẩm NANO-BI có hiệu lực cao trong việc tiêu diệt nhện đỏ hại cà chua. Ở tất cả các nồng độ (0,125%, 0,25% và 0,50%),

số lượng nhện sống giảm mạnh ngay sau 1 ngày xử lý và hoàn toàn bị tiêu diệt sau 3 ngày (Bảng 2). Đặc biệt, ở nồng độ 0,5%, hiệu lực của chế phẩm gây ra mạnh với trung bình 0,33 con /20 con sống sau 1 ngày, giảm nhanh hơn so với nồng độ 0,125% (1,00 con/ 20 con). Đến ngày thứ 3 và 5 tất cả các nồng độ đều đạt hiệu quả diệt hoàn toàn (0 con sống).

Trong khi đó, thuốc đối chứng Vineem 1500EC (2%) tuy có tác dụng nhưng yếu hơn rõ rệt. Sau 1 ngày xử lý, số nhện sống vẫn còn 5,33 con và chỉ giảm còn 1 con sau 5 ngày. Nhóm đối chứng (phun nước lã) không có tác dụng, toàn bộ nhện vẫn sống sau suốt thời gian theo dõi (20/20).

Bảng 3. Hiệu lực chế phẩm nano thảo mộc (NANO-BI) đối với nhện đỏ hại cà chua

TT	Công thức	Nồng độ (%)	Hiệu lực (%) chế phẩm Nano-BI sau xử lý		
			1 ngày	3 ngày	5 ngày
1	NANO BI	0,125	95,00a	96,67a	100,0a
2	NANO BI	0,25	96,67a	100,0a	100,0a
3	NANO BI	0,50	98,33a	100,0a	100,0a
4	Vineem 1500EC	2,00	73,33b	85,00b	95,00b
5	Đối chứng	Nước lã	-	-	-
	LSD 0,5		4,71	5,43	0,00
	CV (%)		2,8	3,0	0,0

Kết quả tính toán hiệu lực của các chế phẩm cũng phản ánh xu hướng trên. Chế phẩm NANO-BI ở nồng độ 0,50% đạt hiệu lực 98,33% sau 1 ngày và 100% từ ngày thứ 3. Ngay cả ở nồng độ thấp nhất 0,125%, hiệu lực cũng đạt 95% sau 1 ngày và 100% sau 5 ngày. Trong khi đó, Vineem 1500EC chỉ đạt hiệu lực 73,33% sau 1 ngày và 95% sau 5 ngày (Bảng 3). Với Vineem 1500EC chứa azadirachtin, 0,15% w/w có hiệu quả nhưng chế phẩm NANO-BI (sự kết hợp giữa Neem oil và tinh dầu quế) cho hiệu quả cao hơn ở thử nghiệm in vitro trong nghiên cứu này.

Kết quả này cho thấy chế phẩm NANO-BI có khả năng tiêu diệt nhện đỏ nhanh chóng và hiệu quả, đặc biệt ở nồng độ 0,25% và 0,50%. Điều này cho thấy hiệu lực mạnh mẽ của chế phẩm, ngay cả ở nồng độ thấp như 0,125%, đã có hiệu quả gần như tương đương với nồng độ cao. Tinh dầu quế có hiệu quả diệt ấu trùng muỗi 83,3% ở nồng độ 1,0 mg/giấy lọc [11]. Tinh dầu quế được sử dụng kiểm soát diệp trên hành tây, là thuốc diệt ve và một gao [12], [13].

Ưu điểm lớn của NANO-BI là nguồn gốc từ thảo mộc, thân thiện với môi trường, ít gây độc hại đến con người và sinh vật có ích, đồng thời có tiềm năng hạn chế sự kháng thuốc của sâu hại. So với thuốc hóa học thương mại, NANO-BI không chỉ cho hiệu quả cao hơn mà còn có ý nghĩa trong việc phát triển các giải pháp phòng trừ sâu bệnh hại cây trồng bền vững.

4. Kết luận

Mẫu chế phẩm Nano-BI được điều chế từ các thành phần thảo mộc như dầu neem, tinh dầu quế và cặn đáy tinh dầu quế, chứa các hoạt chất sinh học mạnh gồm azadirachtin, cinnamaldehyde và coumarin. Chế phẩm có dạng lỏng màu nâu, pH trung tính (6,5) với kích thước hạt trung bình 206 nm và thế zeta âm mạnh (-55,7 mV), cho thấy độ ổn định cao trong dung dịch.

Chế phẩm NANO-BI có hiệu lực sinh học rất cao trong điều kiện in vitro đối với nhện đỏ hại cà chua. Nồng độ thử nghiệm thấp nhất (0,125%) cho hiệu quả tiêu diệt nhện đỏ rõ rệt, đạt hiệu lực tuyệt đối (100%) sau 5 ngày xử lý và hiệu quả vượt trội so với thuốc hóa học Vineem.

Với nguồn gốc từ thảo mộc, chế phẩm NANO-BI không chỉ đảm bảo hiệu quả phòng trừ mà còn có ưu điểm về tính an toàn cho môi trường, con người và hệ sinh thái nông nghiệp.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi đề tài “Nghiên cứu triển khai mô hình thâm canh rau, quả theo tiêu chuẩn hữu cơ để thay thế thuốc bảo vệ thực vật hoá học bằng các chế phẩm nano-sinh học với nguyên liệu thảo mộc” thuộc chương trình nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ cấp tỉnh Vĩnh Phúc năm 2023 được Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Vĩnh Phúc giao Viện Bảo vệ thực vật thực hiện, mã số: 24/ĐTKHVP/2023-2026.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] J.-C. Chen, Z.-Z. Ma, Y.-J. Gong, L.-J. Cao, J.-X. Wang, S.-K. Guo, A. A. Hoffmann, and S.-J. Wei, "Toxicity and control efficacy of an organosilicone to the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and its crop hosts," *Insects*, vol. 13, 2022, Art. no. 341, [doi: 10.3390/insects13040341](https://doi.org/10.3390/insects13040341).
- [2] S. Kumar, N. Singh, L. S. Devi, S. Kumar, M. Kamle, P. Kumar, and A. Mukherjee, "Neem oil and its nanoemulsion in sustainable food preservation and packaging: Current status and future prospects," *Journal of Agriculture and Food Research*, vol. 7, 2022, Art. no. 100254, [doi: 10.1016/j.jafr.2021.100254](https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100254).
- [3] T. T. Nguyen, T. H. Tran, D. Q. Le, T. H. Vu, D. H. Vu, N. T. Nguyen, T. T. H. Do, T. H. Nguyen, N. Q. Dang, and T. D. Tran, "Characterization and antifungal activity of limonoid constituents isolated from Meliaceae plants *Melia dubia*, *Aphanamixis polystachya*, and *Swietenia macrophylla* against plant pathogenic fungi *in vitro*," *Journal of Chemistry*, 2021, Art. no. 4153790, [doi: 10.1155/2021/4153790](https://doi.org/10.1155/2021/4153790).
- [4] N. Iqbal, D. K. Hazra, A. Purkait, A. Agrawal, and J. Kumar, "Bioengineering of neem nano-formulation with adjuvant for better adhesion over applied surface to give long term insect control," *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, vol. 209, 2022, Art. no. 112176.
- [5] Y. Xie, Q. Huang, Z. Wang, H. Cao, and D. Zhang, "Structure–activity relationships of cinnamaldehyde and eugenol derivatives against plant pathogenic fungi," *Industrial Crops and Products*, vol. 97, pp. 388–394, 2022.
- [6] V. C. Bui, T. T. Le, T. H. Nguyen, N. T. Pham, H. D. Vu, X. C. Nguyen, Q. D. Tran, T. Hoang, Q. L. Dang, and T. D. Lam, "Curcumin-removed turmeric oleoresin nano-emulsion as a novel botanical fungicide to control anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) in litchi," *Green Processing and Synthesis*, vol. 10, no. 1, pp. 729–741, 2021, [doi: 10.1515/gps-2021-0071](https://doi.org/10.1515/gps-2021-0071).
- [7] Q. L. Dang, T. A. Nguyen, Q. D. Tran, T. T. T. Nguyen, X. M. Vu, C. Q. Nguyen, T. K. A. Vo, V. C. Bui, D. L. Tran, T. M. Tran, and T. K. Do, "Preparation and potential of nanoparticles containing curcuminoids to control fungal diseases in tropical fruits," *Vietnam Journal of Science and Technology*, vol. 61, no. 2, pp. 242–252, 2023, [doi: 10.15625/2525-2518/17620](https://doi.org/10.15625/2525-2518/17620).
- [8] D. Q. Pham, T. V. Chu, H. T. Phan, S. V. Nguyen, Q. D. Tran, H. K. Nguyen, A. T. K. Vo, D. L. Tran, K. N. Tran, H. D. Vu, and Q. D. Le, "Antifungal nanoformulation of botanical anthraquinone and TiO₂ against melon phytopathogenic fungi: preparation, *in vitro* bioassays and field test," *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, vol. 53, 2025, Art. no. 14108, [doi: 10.15835/nbha53114108](https://doi.org/10.15835/nbha53114108).
- [9] W. P. J. Overmeer, "Toxicological methods, spider mite," in *Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control*, vol. 1(B), W. Helle and M. W. Sabelis, Eds. Amsterdam: Elsevier, 1985, pp. 183–189.
- [10] A.-A. E. Ghada and Y. M. Naglaa, "Efficacy of cinnamon oil and its active ingredient (cinnamaldehyde) on the cotton mealy bug *Hocccus solenopsis* and the predator *Chrysoperla carnea*," *Bulletin of the National Research Centre*, vol. 44, 2020, Art. no. 154, [doi: 10.1186/s42269-020-00415-2](https://doi.org/10.1186/s42269-020-00415-2).
- [11] A. Plata-Rueda, J. M. Campos, G. S. Rolim, L. C. Martínez, and M. H. D. Santos, "Terpenoid constituents of cinnamon and clove essential oils cause toxic effects and behavior repellency response on granary weevil, *Sitophilus granarius*," *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 156, pp. 263–270, 2018, [doi: 10.1016/j.ecoenv.2018.03.016](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.03.016).
- [12] P. Bueyong, M. J. Lee, S. K. Lee, S. B. Lee, I. H. Jeong, S. K. Park, Y. J. Jung, and H. S. Lee, "Insecticidal activity of coriander and cinnamon oils prepared by various methods against three species of agricultural pests (*Myzus persicae*, *Tetranychus urticae*, and *Plutella xylostella*)," *Applied Biological Chemistry*, vol. 60, no. 2, pp. 137–140, 2017, [doi: 10.3839/jabc.2017.023](https://doi.org/10.3839/jabc.2017.023).
- [13] S.-I. Kim, J.-Y. Roh, D.-H. Kim, H.-S. Lee, and Y.-J. Ahn, "Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*," *Journal of Stored Products Research*, vol. 39, pp. 293–303, 2003.