

Tổng quan về vai trò và xu hướng sử dụng thuốc trừ sâu sinh học ở Việt Nam hiện nay

Overview of the Roles and Current Trends in the Use of Biopesticides in Vietnam

Lưu Ngọc Sinh

Trường Đại học Thủ đô Hà Nội

E-mail: lnsinh@daihocthudo.edu.vn

TÓM TẮT

Thuốc trừ sâu sinh học ngày càng có vai trò quan trọng trong chiến lược giảm phụ thuộc vào thuốc bảo vệ thực vật hóa học, phát triển quản lý dịch hại tổng hợp và xây dựng nền nông nghiệp xanh, an toàn và bền vững. Bài báo tổng hợp các kết quả nghiên cứu và thông tin cập nhật về vai trò, tình hình nghiên cứu, sản xuất và xu hướng sử dụng thuốc trừ sâu sinh học ở Việt Nam. Các nhóm tác nhân được quan tâm gồm vi khuẩn, nấm ký sinh côn trùng, virus gây bệnh côn trùng và các hoạt chất có nguồn gốc thực vật; trong đó *Bacillus thuringiensis* (Bt), *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* và nucleopolyhedrovirus (NPV) đã có nhiều kết quả nghiên cứu trong nước. Những nghiên cứu gần đây cho thấy xu hướng chuyển từ phân lập và đánh giá tác nhân đơn lẻ sang đặc trưng sinh học và phân tử, tuyển chọn chủng có hoạt tính cao, phát triển chế phẩm đa chủng, tối ưu hóa công nghệ sản xuất, chuẩn hóa phương pháp kiểm nghiệm và tích hợp với quản lý dịch hại tổng hợp. Chính sách của Việt Nam cũng đang tạo động lực đáng kể cho quá trình này, với mục tiêu đến năm 2030 thuốc bảo vệ thực vật sinh học chiếm 30% số sản phẩm trong danh mục được phép sử dụng và 30% tổng lượng thuốc bảo vệ thực vật sử dụng. Tuy nhiên, sự biến động của hiệu lực ngoài đồng ruộng, độ ổn định của chế phẩm, khả năng sản xuất quy mô lớn, kiểm soát chất lượng, giá thành, dữ liệu an toàn và kỹ thuật sử dụng vẫn là những thách thức. Trong thời gian tới, cần ưu tiên khai thác nguồn tài nguyên sinh học bản địa, ứng dụng công nghệ sinh học và kỹ thuật phân tử, cải tiến công nghệ lên men và tạo chế phẩm, hoàn thiện tiêu chuẩn chất lượng và đánh giá an toàn, đồng thời gắn thuốc trừ sâu sinh học với quản lý dịch hại tổng hợp và nông nghiệp chính xác.

Từ khóa: thuốc trừ sâu sinh học; thuốc bảo vệ thực vật sinh học; *Bacillus thuringiensis*; nấm ký sinh côn trùng; NPV; IPM; nông nghiệp xanh.

ABSTRACT

Biopesticides are increasingly important in strategies to reduce dependence on synthetic chemical pesticides, strengthen integrated pest management, and promote green, safe and sustainable agriculture. This review synthesizes recent scientific evidence and updated information on the roles, research, production and utilization trends of biopesticides in Vietnam. Major biological agents include bacteria, entomopathogenic fungi, insect viruses and botanically derived compounds, among which *Bacillus thuringiensis* (Bt), *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* and nucleopolyhedroviruses (NPVs) have been extensively investigated in Vietnam. Recent studies indicate a transition from simple isolation and screening of individual biological agents towards biological and molecular

characterization, selection of highly active strains, development of multi-strain formulations, optimization of production technologies, standardization of quality-control methods and integration into integrated pest management systems. Vietnam's policy framework also provides strong incentives for biopesticide development, targeting biological plant protection products to account for 30% of registered products and 30% of total pesticide use by 2030. Nevertheless, variable field efficacy, formulation stability, scale-up production, quality control, production costs, biosafety data and appropriate application techniques remain important constraints. Future development should therefore prioritize indigenous biological resources, biotechnology and molecular tools, improved fermentation and formulation technologies, strengthened quality and biosafety assessment, and closer integration of biopesticides with integrated pest management and precision agriculture.

Keywords: biopesticides; biological plant protection products; *Bacillus thuringiensis*; entomopathogenic fungi; NPV; integrated pest management; green agriculture.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dịch hại là một trong những yếu tố sinh học quan trọng làm giảm năng suất và chất lượng cây trồng. Trong nhiều thập kỷ, thuốc bảo vệ thực vật (BVTV) hóa học giữ vai trò quan trọng trong kiểm soát dịch hại nhờ hiệu lực nhanh và thuận tiện trong sử dụng. Tuy nhiên, việc phụ thuộc quá mức hoặc sử dụng không hợp lý có thể làm gia tăng nguy cơ ô nhiễm môi trường, ảnh hưởng đến sinh vật không mục tiêu, tồn dư trên nông sản và tạo áp lực chọn lọc làm hình thành các quần thể dịch hại kháng thuốc. Vì vậy, quản lý dịch hại hiện đại đang chuyển dần từ mục tiêu tiêu diệt dịch hại bằng hóa chất sang quản lý quần thể dịch hại bằng sự phối hợp nhiều biện pháp trong hệ thống quản lý dịch hại tổng hợp (IPM).

Trong xu thế đó, thuốc trừ sâu sinh học (biopesticides) được quan tâm nhờ khả năng khai thác các tác nhân và hoạt chất có nguồn gốc sinh học để kiểm soát dịch hại. Nhóm này bao gồm thuốc chứa vi sinh vật, virus côn trùng, các chất có nguồn gốc thực vật và một số hoạt chất sinh hóa tự nhiên. So với thuốc hóa học phổ rộng, nhiều tác nhân sinh học có tính chọn lọc cao hơn, có khả năng phân hủy sinh học và có thể được tích hợp với các biện pháp khác trong IPM. Tuy nhiên, đặc tính sinh học của tác nhân cũng làm cho hiệu lực của chúng phụ thuộc nhiều vào điều kiện môi trường, công nghệ chế phẩm và kỹ thuật sử dụng.

Tại Việt Nam, phát triển thuốc BVTV sinh học đã chuyển từ một hướng nghiên cứu thành một định hướng chính sách rõ ràng. Quyết định số 5415/QĐ-BNN-BVTV ngày 18/12/2023 xác định phát triển sản xuất và sử dụng thuốc BVTV sinh học là một nhiệm vụ phục vụ nông nghiệp xanh, sinh thái, an toàn và bền vững. Đáng chú ý, đến năm 2030 Việt Nam đặt mục tiêu nâng tỷ lệ sản phẩm thuốc BVTV sinh học trong Danh mục thuốc BVTV được phép sử dụng lên 30% và lượng sử dụng thuốc BVTV sinh học lên 30% tổng lượng thuốc BVTV sử dụng (Bộ NN&PTNT, 2023).

Trong bối cảnh Danh mục thuốc BVTV của Việt Nam tiếp tục được cập nhật trong năm 2026 theo Thông tư 75/2025/TT-BNNMT và Thông tư 28/2026/TT-BNNMT, việc tổng

hợp những kết quả nghiên cứu, đánh giá vai trò và nhận diện xu hướng phát triển thuốc trừ sâu sinh học có ý nghĩa cả về khoa học và thực tiễn. Bài báo này nhằm: (i) hệ thống hóa các nhóm thuốc trừ sâu sinh học chính; (ii) phân tích vai trò và tình hình nghiên cứu, ứng dụng tại Việt Nam; (iii) nhận diện các xu hướng công nghệ và sử dụng hiện nay; và (iv) thảo luận những thách thức và định hướng phát triển trong thời gian tới.

2. CÁC NHÓM THUỐC TRỪ SÂU SINH HỌC VÀ CƠ SỞ TÁC ĐỘNG

2.1. Thuốc trừ sâu vi khuẩn

Trong số các vi khuẩn được sử dụng để kiểm soát côn trùng, *Bacillus thuringiensis* (Bt) là đối tượng được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi nhất. Bt là vi khuẩn Gram dương, sinh bào tử và nhiều chủng có khả năng hình thành các tinh thể protein ký sinh (parasporal crystals) chứa các protein có hoạt tính diệt côn trùng.

Các protein Cry và Cyt của Bt có hoạt tính khác nhau đối với các nhóm côn trùng. Đối với nhiều protein Cry ba miền, sau khi côn trùng mẫn cảm ăn phải tinh thể, protein được hòa tan và hoạt hóa trong ruột, sau đó tương tác với các cấu trúc đích trên tế bào biểu mô ruột giữa, tạo lỗ trên màng và làm tổn thương tế bào. Tính đặc hiệu của tương tác độc tố-vật chủ là một trong những cơ sở tạo nên tính chọn lọc của Bt (Bravo et al., 2007).

Ngoài Cry và Cyt, sự đa dạng của các protein diệt côn trùng và sự khác biệt về thành phần gen giữa các chủng tạo nên phổ hoạt tính rất khác nhau của Bt. Vì vậy, “Bt” không nên được xem như một hoạt chất đồng nhất; hiệu lực của chế phẩm phụ thuộc đáng kể vào chủng, thành phần độc tố, đối tượng sâu và công nghệ sản xuất. Các nghiên cứu gần đây tiếp tục tập trung vào cơ chế tác động, công nghệ lên men, khả năng kháng Bt của côn trùng và cải tiến dạng chế phẩm (Li et al., 2024).

Nguồn Bt ở Việt Nam cho thấy sự đa dạng đáng kể. Trương Phước Thiên Hoàng và cs. (2019) khảo sát 27 chủng Bt phân lập ở các tỉnh phía Nam có khả năng tạo tinh thể lưỡng tháp và phát hiện 21 chủng dương tính với nhóm gen cry2A; phân tích trình tự xác nhận các sản phẩm PCR thuộc nhóm cry2A.

Ở quy mô lớn hơn, Dương Kim Hà (2022) khảo sát 616 mẫu đất tại 22 tỉnh, thành phố, phân lập 1.337 khuẩn lạc có hình thái khác nhau và xác định 261 chủng sinh tinh thể; các gen cry1, cry2, cry4, cry9 và vip3a được phát hiện trong tập hợp chủng nghiên cứu. Những kết quả này cho thấy nguồn Bt bản địa là nguồn vật liệu có giá trị cho chương trình tuyển chọn và phát triển thuốc trừ sâu sinh học trong nước.

2.2. Nấm ký sinh côn trùng

Nấm ký sinh côn trùng là nhóm tác nhân sinh học quan trọng, trong đó *Beauveria bassiana* và *Metarhizium anisopliae* được nghiên cứu nhiều ở Việt Nam. Khác với Bt thường cần được côn trùng ăn vào, bào tử nấm có thể bám lên bề mặt cơ thể côn trùng, nảy mầm, xâm nhập qua lớp cuticle và phát triển trong cơ thể vật chủ.

Các nghiên cứu trong nước cho thấy tiềm năng ứng dụng trên nhiều hệ thống cây trồng. Nguyễn Quang Ngọc và Phan Võ Ngọc Quyền (2017) thử nghiệm chế phẩm *M. anisopliae* đối với ve sầu hại cà phê và xén tóc hại mía ở Gia Lai; hiệu lực đối với ve sầu thay đổi theo thời gian và công thức, cao nhất được báo cáo là 61,69% sau 30 ngày trong thí nghiệm năm 2011.

Trong lĩnh vực lâm nghiệp, Chi et al. (2022) ghi nhận *B. bassiana* và *M. anisopliae* có tiềm năng kiểm soát *Neurozerra conferta* gây hại rừng trám, với hiệu lực được báo cáo ở mức 59,6–63,3%. Gần đây, Nguyễn Minh Chí và Đặng Thị Kim Anh (2025) phân lập và định danh *B. bassiana* từ sâu đục thân bằng các trình tự ITS, LSU và TEF1- α ; các chủng nghiên cứu gây tỷ lệ ký sinh 74,5–76,8% trên sâu non thử nghiệm.

Đáng chú ý, việc chuẩn hóa kiểm nghiệm cũng đang tiến triển. TCVN 14377:2025 quy định phương pháp định lượng *M. anisopliae* trong thuốc BVTV sinh học bằng đếm khuẩn lạc trên môi trường chọn lọc và khẳng định bằng đánh giá hình thái kết hợp phân tích trình tự gen. Đây là dấu hiệu quan trọng cho thấy phát triển thuốc vi sinh ở Việt Nam đang chuyển từ nghiên cứu hoạt tính sang đồng thời quan tâm tới chuẩn hóa chất lượng sản phẩm.

2.3. Virus gây bệnh côn trùng

Baculovirus, đặc biệt các nucleopolyhedrovirus (NPV), có tính đặc hiệu vật chủ cao và là nhóm tác nhân có tiềm năng trong kiểm soát sâu hại thuộc bộ Cánh vảy.

Ở Việt Nam, nghiên cứu trên *Spodoptera exigua* nucleopolyhedrovirus (SeNPV) đã xác định LC50 và LT50 đối với các tuổi sâu khác nhau, cho thấy tuổi sâu có ảnh hưởng rõ đến tính miễn cảm với virus (Nguyễn et al., 2021). Nghiên cứu tạo dạng chế phẩm NPV cho sâu khoang cũng cho thấy việc tinh sạch, định lượng thể vùi và chuẩn hóa hàm lượng virus là những khâu quan trọng trong phát triển sản phẩm (Lê Thanh Hải Hà & Lê Văn Trinh, 2019).

Xu hướng mới là sử dụng kỹ thuật sinh học phân tử để kiểm soát chất lượng chế phẩm. Năm 2026, phương pháp qPCR định lượng SeMNPV trong thuốc BVTV đã được xây dựng và thẩm định; một nghiên cứu khác phát triển qPCR dựa trên gen *lef-8* để định lượng *Spodoptera litura* NPV, với giới hạn phát hiện và định lượng được báo cáo ở mức 10^2 thể vùi/g. Điều này cho thấy công nghệ kiểm nghiệm thuốc BVTV virus ở Việt Nam đang chuyển từ định lượng hình thái sang các phương pháp phân tử có độ đặc hiệu cao.

2.4. Thuốc trừ sâu có nguồn gốc thực vật

Việt Nam có nguồn tài nguyên thực vật phong phú, tạo điều kiện cho nghiên cứu các hoạt chất thảo mộc. Các nhóm đã được nghiên cứu hoặc thương mại hóa bao gồm azadirachtin từ neem, matrine từ *Sophora*, rotenone từ *Derris*, saponin, eugenol và nhiều loại tinh dầu.

Tổng hợp gần đây về tình hình sản xuất và thương mại hóa biopesticide ở Việt Nam cho thấy các hoạt chất thực vật như saponin, matrine, azadirachtin, eugenol, carvacrol và

một số loại tinh dầu đã được nghiên cứu hoặc đăng ký sử dụng; tuy nhiên, việc phát triển sản phẩm trong nước vẫn còn phụ thuộc vào năng lực chuẩn hóa nguyên liệu và công nghệ sản xuất (Le & Nguyen, 2026).

3. VAI TRÒ CỦA THUỐC TRỪ SÂU SINH HỌC TRONG SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP

3.1. Giảm phụ thuộc vào thuốc hóa học

Giá trị quan trọng của thuốc sinh học không nằm ở việc thay thế hoàn toàn thuốc hóa học mà ở khả năng mở rộng tập hợp công cụ quản lý dịch hại. Khi được sử dụng cùng biện pháp canh tác, bảo tồn thiên địch, bẫy sinh học và sử dụng thuốc hóa học có chọn lọc, thuốc sinh học có thể giúp giảm số lần hoặc lượng thuốc hóa học cần sử dụng.

Đây cũng là cơ sở của định hướng IPM: thay vì chỉ phản ứng khi dịch hại xuất hiện bằng thuốc hóa học, hệ thống quản lý dựa trên giám sát quần thể, ngưỡng phòng trừ và phối hợp các giải pháp phù hợp. Với cách tiếp cận này, thuốc sinh học có thể góp phần giảm áp lực chọn lọc kháng thuốc và hạn chế tác động không cần thiết lên hệ sinh thái.

3.2. Khai thác tính chọn lọc của tác nhân sinh học

Tính đặc hiệu vật chủ của nhiều vi sinh vật là một lợi thế quan trọng. Cry/Cyt của Bt có phổ hoạt tính phụ thuộc protein và vật chủ; baculovirus thường có phổ vật chủ hẹp; nấm ký sinh côn trùng có cơ chế xâm nhiễm khác với thuốc hóa học thần kinh. Sự đa dạng về cơ chế tác động cho phép các tác nhân sinh học được bố trí trong chương trình quản lý dịch hại theo những cách khác nhau.

Tuy nhiên, nguồn gốc sinh học không đồng nghĩa với “an toàn tuyệt đối”. Mức độ an toàn phải được đánh giá đối với chủng, hoạt chất, dạng chế phẩm, liều sử dụng, sinh vật không mục tiêu và điều kiện phơi nhiễm cụ thể. Vì vậy, phát triển thuốc sinh học cần song hành với nghiên cứu độc tính, khả năng gây bệnh, tác động sinh thái và kiểm soát tạp nhiễm.

3.3. Hỗ trợ nông nghiệp xanh và sản xuất nông sản an toàn

Thuốc trừ sâu sinh học phù hợp với xu hướng giảm đầu vào hóa học và phát triển chuỗi nông sản có yêu cầu cao về an toàn thực phẩm. Chính sách quốc gia của Việt Nam đã trực tiếp liên kết phát triển thuốc BVTV sinh học với nông nghiệp xanh, sinh thái và bền vững (Bộ NN&PTNT, 2023).

Vai trò này đặc biệt có ý nghĩa đối với rau, quả, chè và các sản phẩm thường được sử dụng tươi hoặc có yêu cầu nghiêm ngặt về dư lượng. Tuy nhiên, hiệu quả môi trường chỉ đạt được khi sản phẩm có chất lượng bảo đảm và được sử dụng đúng kỹ thuật; việc thay một sản phẩm hóa học bằng một sản phẩm sinh học nhưng sử dụng không hợp lý không tự động tạo ra một hệ thống sản xuất bền vững.

4. THỰC TRẠNG VÀ XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN TẠI VIỆT NAM

4.1. Chính sách đang tạo động lực cho thị trường thuốc sinh học

Quyết định 5415/QĐ-BNN-BVTV đặt ra các mục tiêu đến năm 2030 gồm: sản phẩm thuốc BVTV sinh học chiếm 30% Danh mục thuốc BVTV được phép sử dụng; lượng sử dụng đạt 30% tổng lượng thuốc BVTV; cơ sở sản xuất thuốc BVTV sinh học đạt 90% tổng số cơ sở sản xuất thuốc BVTV đủ điều kiện; ít nhất 80% địa phương tổ chức tập huấn sử dụng thuốc sinh học; và xây dựng mô hình sử dụng trên chín nhóm sản phẩm chủ lực gồm lúa, cà phê, cao su, điều, hồ tiêu, chè, cây ăn quả, rau và sắn (Bộ NN&PTNT, 2023).

Đây là thay đổi đáng chú ý bởi thuốc sinh học không còn chỉ được xem là một hướng nghiên cứu bổ trợ mà đã có các chỉ tiêu định lượng ở cấp quốc gia.

4.2. Chuyển từ tác nhân đơn chủng sang chế phẩm đa chủng

Một xu hướng nghiên cứu đáng chú ý là phối hợp nhiều tác nhân có cơ chế tác động khác nhau. Tran et al. (2025) phối hợp hai chủng Bt TN0017 và TN0020 với *M. anisopliae* TN0024 và *B. bassiana* PAM21. Trong điều kiện phòng thí nghiệm, hai tổ hợp ba chủng triển vọng đạt tỷ lệ chết 91,67% sau 120 giờ đối với các đối tượng sâu thử nghiệm tương ứng.

Kết quả này cho thấy tiềm năng của chế phẩm đa chủng nhưng chưa đủ để suy rộng trực tiếp sang hiệu lực đồng ruộng. Khi phát triển dạng sản phẩm này cần đánh giá thêm tính tương thích giữa các chủng, khả năng duy trì mật độ trong bảo quản, ảnh hưởng của chất mang, tương tác với môi trường và hiệu lực ở nhiều điều kiện sinh thái.

4.3. Chuyển từ nhận diện hình thái sang đặc trưng phân tử

Định danh vi sinh vật dựa hoàn toàn vào hình thái và sinh hóa có nhiều hạn chế. Xu hướng hiện nay là kết hợp hình thái với marker phân tử, giải trình tự và phân tích các gen liên quan đến hoạt tính.

Nghiên cứu Bt ở Việt Nam đã sử dụng PCR và giải trình tự để khảo sát các nhóm gen cry. Các nghiên cứu *B. bassiana* gần đây sử dụng ITS, LSU và TEF1- α để xác nhận chủng. Trong kiểm nghiệm sản phẩm virus, qPCR đang được phát triển để định lượng tác nhân với độ đặc hiệu cao. Như vậy, sinh học phân tử đang chuyển từ vai trò công cụ nghiên cứu sang cả công cụ nhận diện, tuyển chọn và kiểm soát chất lượng thuốc BVTV sinh học.

4.4. Tuyển chọn nguồn chủng bản địa

Việt Nam có điều kiện khí hậu và hệ sinh thái đa dạng, tạo nguồn vi sinh vật phong phú. Việc tuyển chọn chủng bản địa có ý nghĩa không chỉ ở phát hiện chủng độc lực cao mà còn ở khả năng tìm được những đặc tính thích nghi có giá trị cho sản xuất và sử dụng.

Dương Kim Hà (2022) đã xác định ba chủng Bt có khả năng chịu xử lý UV trong điều kiện nghiên cứu; đồng thời tiến hành tối ưu lên men và thử nghiệm chế phẩm ngoài đồng ruộng. Những kết quả như vậy gợi ý rằng tiêu chí tuyển chọn chủng nên mở rộng từ “gây

chết sâu cao” sang tập hợp các đặc điểm gồm độc lực, khả năng sinh bào tử/độc tố, chống chịu môi trường, khả năng lên men và độ ổn định khi tạo chế phẩm.

4.5. Tăng cường công nghệ sản xuất và tạo dạng chế phẩm

Một chủng có hoạt tính cao trong phòng thí nghiệm chưa đồng nghĩa với một sản phẩm tốt. Trong sản xuất thuốc vi sinh, môi trường nuôi cấy, nhiệt độ, pH, thời gian lên men, mật độ tế bào hoặc bào tử, chất mang, độ ẩm và điều kiện bảo quản đều có thể ảnh hưởng đến chất lượng cuối cùng.

Đối với Bt, công nghệ formulation đang hướng tới bảo vệ bào tử và độc tố khỏi tia UV và các điều kiện bất lợi, kéo dài thời gian tồn tại và cải thiện khả năng phân tán/bám dính trên cây (Li et al., 2024). Nghiên cứu trong nước đã tiếp cận vấn đề này. Dương Kim Hà (2022) sử dụng phương pháp bề mặt đáp ứng để tối ưu lên men Bt var. kurstaki; điều kiện tối ưu trong hệ thống nghiên cứu cho mật độ khoảng $9,1 \times 10^8$ CFU/mL và chế phẩm được theo dõi độ ổn định trong bảo quản.

4.6. Chuẩn hóa chất lượng bằng các phương pháp hiện đại

Sự phát triển của tiêu chuẩn kiểm nghiệm là một xu hướng có ý nghĩa đặc biệt đối với thương mại hóa. TCVN 14377:2025 đã quy định định lượng *M. anisopliae* bằng đếm khuẩn lạc và khẳng định bằng giải trình tự gen. Các phương pháp qPCR cho SeMNPV và SpltNPV được công bố trong năm 2026 tiếp tục cho thấy xu hướng tăng cường các công cụ phân tử trong kiểm soát chất lượng.

Đây là một bước tiến cần thiết vì chất lượng thuốc sinh học không thể chỉ đánh giá bằng khối lượng hoạt chất danh nghĩa. Với sản phẩm vi sinh, cần quan tâm đến mật độ tác nhân có hoạt tính, độ tinh khiết, nhận diện đúng chủng, khả năng sống, hoạt lực sinh học và độ ổn định trong suốt thời hạn bảo quản.

5. MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU TIÊU BIỂU Ở VIỆT NAM

Tác nhân	Đối tượng/nghiên cứu	Kết quả đáng chú ý	Nguồn
<i>B. thuringiensis</i>	Nguồn Bt miền Nam Việt Nam	21/27 chủng khảo sát dương tính nhóm gen cry2A	Trương Phước Thiên Hoàng và cs. (2019)
Bt var. kurstaki	Sâu ăn lá hại rau	616 mẫu đất, 261 chủng sinh tinh thể; phát hiện cry1, cry2, cry4, cry9, vip3a	Dương Kim Hà (2022)
Bt + <i>M. anisopliae</i> + <i>B. bassiana</i>	<i>S. litura</i> , <i>P. xylostella</i>	Một số tổ hợp ba chủng đạt 91,67% tỷ lệ chết sau 120 giờ trong phòng thí nghiệm	Tran et al. (2025)
<i>M. anisopliae</i>	Ve sầu hại cà phê	Hiệu lực cao nhất được báo cáo 61,69% sau 30 ngày trong thí nghiệm năm 2011	Nguyễn Quang Ngọc & Phan Võ Ngọc Quyền (2017)

B. bassiana	Sâu đục thân	Xác nhận bằng ITS, LSU, TEF1- α ; tỷ lệ ký sinh 74,5–76,8%	Nguyễn Minh Chí & Đặng Thị Kim Anh (2025)
SeNPV	S. exigua	Xác định LC50 và LT50 ở các tuổi sâu	Nghiên cứu ĐH Cần Thơ (2021)
SpltNPV	S. litura	qPCR dựa trên lef-8, LOD/LOQ 10 ² OBs/g	Ninh Thị Hạnh và cs. (2026)

Bảng tổng hợp cho thấy nghiên cứu trong nước đang bao phủ khá đầy đủ chuỗi phân lập - nhận diện - xác định đặc tính di truyền - đánh giá hoạt tính - tạo chế phẩm - kiểm nghiệm chất lượng. Tuy nhiên, mức độ phát triển không đồng đều giữa các tác nhân và số nghiên cứu thực địa dài hạn vẫn thấp hơn số nghiên cứu trong phòng thí nghiệm.

6. NHỮNG THÁCH THỨC TRONG PHÁT TRIỂN VÀ SỬ DỤNG

Thách thức đầu tiên là sự biến động của hiệu lực ngoài đồng ruộng. Nhiệt độ, độ ẩm, tia UV, mưa, mật độ sâu, tuổi sâu và thời điểm xử lý đều có thể ảnh hưởng đến hiệu lực. Đối với Bt, tính nhạy cảm với điều kiện môi trường và thời gian tồn lưu ngắn là những vấn đề thúc đẩy nghiên cứu formulation mới (Li et al., 2024).

Thứ hai là khoảng cách giữa hoạt tính phòng thí nghiệm và khả năng thương mại hóa. Một chủng có tỷ lệ gây chết cao vẫn cần được đánh giá về khả năng nhân nuôi quy mô lớn, độ ổn định di truyền, năng suất sinh khối/bào tử/độc tố, khả năng tạo dạng, thời hạn bảo quản và hiệu quả thực địa.

Thứ ba là kiểm soát chất lượng. Với sản phẩm vi sinh, sự sai khác mật độ tác nhân sống giữa các lô sản xuất có thể dẫn tới biến động hiệu quả. Việc Việt Nam xây dựng tiêu chuẩn định lượng *M. anisopliae* và phát triển qPCR cho NPV là những bước tiến đáng chú ý, nhưng hệ thống phương pháp kiểm nghiệm vẫn cần tiếp tục được hoàn thiện cho nhiều nhóm tác nhân khác.

Thứ tư là an toàn sinh học. Không nên sử dụng khái niệm “sinh học” như bằng chứng thay thế cho đánh giá an toàn. Một sản phẩm cần được đánh giá trên cơ sở chủng, thành phần, tạp nhiễm, liều sử dụng, đường phơi nhiễm và tác động lên các sinh vật không mục tiêu có liên quan.

Thứ năm là nhận thức và kỹ thuật sử dụng. Thuốc sinh học thường đòi hỏi lựa chọn thời điểm xử lý phù hợp hơn, chẳng hạn xử lý sâu ở tuổi mẫn cảm, tránh điều kiện môi trường bất lợi và bảo quản đúng yêu cầu. Vì vậy, mục tiêu ít nhất 80% địa phương tổ chức tập huấn về thuốc BVTV sinh học đến năm 2030 là một cấu phần quan trọng của Đề án quốc gia (Bộ NN&PTNT, 2023).

7. ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN TRONG THỜI GIAN TỚI

Từ các bằng chứng hiện có, phát triển thuốc trừ sâu sinh học ở Việt Nam cần tập trung vào sáu hướng chính.

Thứ nhất, cần khai thác có hệ thống nguồn tài nguyên sinh học bản địa, đặc biệt là Bt, Beauveria, Metarhizium, baculovirus và thực vật có hoạt tính sinh học. Việc xây dựng ngân hàng chủng cần gắn với thông tin về nguồn gốc, kiểu hình, kiểu gen, phổ hoạt tính và các đặc tính công nghệ.

Thứ hai, cần chuyển từ tuyển chọn dựa chủ yếu trên tỷ lệ chết sang tuyển chọn đa tiêu chí, bao gồm độc lực, phổ tác động, LC50/LT50, khả năng sinh bào tử hoặc chất hoạt tính, khả năng chịu stress môi trường, năng suất lên men và độ ổn định trong chế phẩm.

Thứ ba, cần tăng cường công nghệ sinh học phân tử và omics. Giải trình tự, qPCR, genomics và metabolomics có thể hỗ trợ nhận diện chủng, phát hiện gen chức năng, kiểm soát tạp nhiễm và xây dựng các chỉ thị chất lượng.

Thứ tư, cần coi formulation là một hướng nghiên cứu trung tâm, thay vì chỉ là bước kỹ thuật cuối cùng. Chất mang, chất bảo vệ UV, chất bám dính, vi bao và các hệ phân phối mới có thể quyết định khả năng chuyển một tác nhân sinh học thành sản phẩm thực tế.

Thứ năm, cần tăng số lượng nghiên cứu nhà lưới, đồng ruộng và đa địa điểm. Những kết quả có hiệu lực cao trong phòng thí nghiệm, như các tổ hợp Bt-Metarhizium-Beauveria, cần được kiểm chứng ở các điều kiện sinh thái khác nhau trước khi đưa ra kết luận về giá trị ứng dụng.

Cuối cùng, thuốc sinh học cần được phát triển như một thành phần của IPM, kết hợp giám sát dịch hại, thiên địch, pheromone, biện pháp canh tác và công nghệ nông nghiệp chính xác. Mục tiêu dài hạn không đơn thuần là thay “thuốc hóa học” bằng “thuốc sinh học”, mà là giảm sự phụ thuộc vào biện pháp hóa học thông qua thiết kế hệ thống quản lý dịch hại bền vững.

8. KẾT LUẬN

Thuốc trừ sâu sinh học đang có vị trí ngày càng quan trọng trong quá trình chuyển đổi nền nông nghiệp Việt Nam theo hướng xanh, an toàn và bền vững. Nghiên cứu trong nước đã hình thành nền tảng trên nhiều nhóm tác nhân, nổi bật là *B. thuringiensis*, *B. bassiana*, *M. anisopliae* và NPV. Các nghiên cứu gần đây cho thấy sự chuyển dịch rõ từ phân lập và thử hoạt tính đơn giản sang đặc trưng phân tử, phát triển chế phẩm đa chủng, tối ưu hóa công nghệ sản xuất và chuẩn hóa phương pháp kiểm nghiệm.

Đồng thời, mục tiêu đưa tỷ lệ sản phẩm thuốc BVTV sinh học trong danh mục và lượng thuốc sinh học sử dụng lên 30% vào năm 2030 tạo động lực chính sách đáng kể cho lĩnh vực này. Tuy nhiên, việc đạt được mục tiêu không chỉ phụ thuộc vào số lượng sản phẩm đăng ký mà còn phụ thuộc vào chất lượng chế phẩm, hiệu lực thực địa, giá thành, hệ thống kiểm soát chất lượng, dữ liệu an toàn và khả năng chấp nhận của người sản xuất.

Trong giai đoạn tới, hướng phát triển có triển vọng là tuyển chọn nguồn tác nhân bản địa có đặc tính tốt, kết hợp đặc trưng kiểu hình-kiểu gen-hoạt tính sinh học, ứng dụng công nghệ sinh học phân tử, tối ưu hóa lên men và formulation, phát triển chế phẩm đa tác nhân,

hoàn thiện tiêu chuẩn kiểm nghiệm và tích hợp thuốc sinh học vào IPM và nông nghiệp chính xác. Đây là những điều kiện quan trọng để thuốc trừ sâu sinh học chuyển từ sản phẩm hỗ trợ thành một thành phần có vai trò thực chất trong hệ thống bảo vệ thực vật bền vững ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2023). Quyết định số 5415/QĐ-BNN-BVTV ngày 18/12/2023 về việc phê duyệt Đề án phát triển sản xuất và sử dụng thuốc bảo vệ thực vật sinh học đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050.
- Bộ Nông nghiệp và Môi trường (2025). Thông tư số 75/2025/TT-BNNMT ngày 26/12/2025 ban hành Danh mục thuốc bảo vệ thực vật được phép sử dụng tại Việt Nam và Danh mục thuốc bảo vệ thực vật cấm sử dụng tại Việt Nam.
- Bộ Nông nghiệp và Môi trường (2026). Thông tư số 28/2026/TT-BNNMT ngày 30/6/2026 sửa đổi, bổ sung Thông tư số 75/2025/TT-BNNMT.
- Bravo, A., Gill, S.S. & Soberón, M. (2007). Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. *Toxicon*, 49(4), 423–435. DOI: 10.1016/j.toxicon.2006.11.022.
- Chi, N.M., Huong, V.D., Pham, D.L., Binh, L.V., Luu, N.V., Ha, K.M., Loi, V.V. & Yakovlev, R.V. (2022). *Neurozerra conferta* (Lepidoptera: Cossidae) damaging *Melaleuca* plantations in Vietnam and its biological control. *Ecologica Montenegrina*, 60, 13–24. DOI: 10.37828/em.2022.60.3.
- Dương Kim Hà (2022). Nghiên cứu sự đa dạng và độc tính của vi khuẩn *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* trên sâu ăn lá hại rau ở Việt Nam. Luận án Tiến sĩ Bảo vệ thực vật, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.
- Lê Thanh Hải Hà & Lê Văn Trinh (2019). Nghiên cứu tinh sạch thể vùi Nucleo Polyhedrosis Virus (NPV) sâu khoang và tạo dạng chế phẩm. DOI: 10.46223/HCMCOUJS.tech.vi.14.1.444.2019.
- Le, D.Q. & Nguyen, V.S. (2026). Current status of production and commercialization of bio-pesticides in Vietnam. *Asia-Pacific Biofertilizer and Biopesticide Information Platform*. DOI: 10.56669/PDCM6614.
- Li, K., Chen, M., Shi, J. & Mao, T. (2024). An overview of the production and use of *Bacillus thuringiensis* toxin. *Open Life Sciences*, 19(1), 20220902. DOI: 10.1515/biol-2022-0902.
- Nguyễn Minh Chí & Đặng Thị Kim Anh (2025). Ghi nhận nấm ký sinh côn trùng *Beauveria bassiana* với tiềm năng phòng trừ sâu đục thân. *Tap chí Khoa học Lâm nghiệp*, số 2. DOI: 10.70169/VJFS.1043.

- Nguyễn Quang Ngọc & Phan Võ Ngọc Quyền (2017). Thử nghiệm chế phẩm nấm *Metarhizium anisopliae* để phòng trừ ve sầu hại cà phê và xén tóc hại mía trên địa bàn tỉnh Gia Lai. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 9(82), 81–86.
- Ninh, T.H., Nguyen, V.C., Nguyen, T.T., Tran, H. & Luong, T.T. (2026). Development and validation of a qPCR method for quantification of *Spodoptera litura* nucleopolyhedrovirus in plant protection products. *Vietnam Journal of Food Control*, 9(2), 104–112. DOI: 10.47866/2615-9252/vjfc.4671.
- Tran, T.L., Pham, T.H., Nguyen, H.M., Ho, T.T.G., Nguyen, D.K. & Nguyen, K.N.T. (2025). Development and testing of multi-microbial strain biopesticides against *Spodoptera litura* F. and *Plutella xylostella* L. under laboratory conditions. *VNU Journal of Science: Natural Sciences and Technology*, 41(4), 42–50. DOI: 10.25073/2588-1140/vnunst.5814.
- Trương Phước Thiên Hoàng, Dương Kim Hà, Tôn Bảo Linh, Lê Đình Đôn, Trần Thị Hồng Nhung, Đặng Thị Thủy & Huỳnh Nguyễn Chí Linh (2019). Xác định gen cry2A trong mẫu vi khuẩn *Bacillus thuringiensis* phân lập tại các tỉnh thành khu vực miền Nam Việt Nam. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển*, 18(1), 109–116. DOI: 10.52997/jad.13.01.2019.
- Viện Tiêu chuẩn Chất lượng Việt Nam (2025). TCVN 14377:2025. Thuốc bảo vệ thực vật – Định lượng *Metarhizium anisopliae* bằng kỹ thuật đếm khuẩn lạc và khẳng định bằng giải trình tự gen.