

**Tổng luận**

**Số 6 - 2015**

**THUỐC TRỪ SÂU SINH HỌC HƯỚNG TỚI  
NỀN NÔNG NGHIỆP BỀN VỮNG**

## CỤC THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUỐC GIA

**Địa chỉ:** 24, Lý Thường Kiệt, Hoàn Kiếm, Hà Nội. Tel: (04)38262718, Fax: (04)39349127  
**Ban biên tập:** TS. Lê Xuân Định (*Trưởng ban*), KS. Nguyễn Mạnh Quân,  
ThS. Đặng Bảo Hà, ThS. Phùng Anh Tiến.

---

### MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
<b>Bảng các chữ viết tắt</b>	1
<b>Giới thiệu</b>	2
<b>I. SỬ DỤNG THUỐC TRỪ SÂU TRONG NÔNG NGHIỆP TRÊN THẾ GIỚI</b>	3
1.1. Các khái niệm cơ bản	3
1.2. Lịch sử sản xuất và sử dụng thuốc trừ sâu trên thế giới	3
1.3. Lợi ích và rủi ro của việc sử dụng thuốc trừ sâu	5
1.4. Tác động của thuốc trừ sâu đến sức khỏe con người và môi trường	6
<b>II. THUỐC TRỪ SÂU SINH HỌC</b>	12
2.1. Phân loại thuốc trừ sâu sinh học	12
2.2. Sử dụng thuốc trừ sâu sinh học để kiểm soát dịch hại	13
2.3. Hoạt động nghiên cứu và phát triển thuốc trừ sâu sinh học	17
2.4. Thị trường thuốc trừ sâu sinh học toàn cầu	20
<b>III. HƯỚNG DẪN CỦA FAO VỀ QUY ĐỊNH ĐĂNG KÝ THUỐC TRỪ SÂU SINH HỌC, QUY ĐỊNH CỦA EU VÀ OECD</b>	24
3.1. Quản lý đăng ký thuốc trừ sâu sinh học	24
3.2. Hệ thống quản lý của EU về thuốc trừ sâu sinh học	26
3.3. Hướng dẫn của FAO về đăng ký thuốc trừ sâu sinh học tại các nước Đông Nam Á	30
<b>IV. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU, SỬ DỤNG VÀ QUẢN LÝ THUỐC TRỪ SÂU SINH HỌC Ở VIỆT NAM</b>	37
4.1. Tình hình nghiên cứu, sử dụng thuốc BVTV sinh học tại Việt Nam	37
4.2. Quản lý nhà nước đối với thuốc BVTV sinh học	39
4.3. Định hướng phát triển thuốc BVTV sinh học tại Việt Nam	41
<b>KẾT LUẬN</b>	42
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>	44

## Bảng các chữ viết tắt

<i>EPA</i>	<i>Cơ quan bảo vệ môi trường</i>
<i>BVTV</i>	<i>Bảo vệ thực vật</i>
<i>LD50</i>	<i>Liều lượng hóa chất gây chết 50% nhóm động vật thử nghiệm</i>
<i>LC50</i>	<i>Nồng độ hóa chất trong không khí gây chết 50% nhóm động vật thử nghiệm hít phải trong một thời gian nhất định (thường là 4 giờ)</i>
<i>WHO</i>	<i>Tổ chức y tế thế giới</i>
<i>NOAEL</i>	<i>Mức không nhận thấy ảnh hưởng xấu</i>
<i>ArfD</i>	<i>Liều tham chiếu</i>
<i>IARC</i>	<i>Cơ quan nghiên cứu ung thư quốc tế</i>
<i>TER</i>	<i>Tỷ lệ phơi nhiễm độc tính</i>
<i>PEC</i>	<i>Nồng độ môi trường theo dự báo</i>
<i>IPM</i>	<i>Quản lý dịch hại tổng hợp</i>
<i>Bt</i>	<i>Chủng khuẩn <i>Bacillus thuringiensis</i></i>
<i>GM</i>	<i>Biến đổi gen</i>
<i>CSIR</i>	<i>Hội đồng nghiên cứu khoa học và công nghiệp Ấn Độ</i>
<i>EU</i>	<i>Liên minh châu Âu</i>
<i>OECD</i>	<i>Tổ chức hợp tác và phát triển kinh tế</i>
<i>MRL</i>	<i>Mức dư lượng tối đa</i>
<i>EFSA</i>	<i>Cơ quan an toàn thực phẩm châu Âu</i>
<i>BCA</i>	<i>Tác nhân kiểm soát sinh học</i>
<i>VIPESCO</i>	<i>Công ty Cổ phần Thuốc sát trùng Việt Nam</i>
<i>HDBM</i>	<i>Hoạt động bề mặt</i>

## GIỚI THIỆU

Từ thời xa xưa, ngành nông nghiệp đã phải đối mặt với sự tàn phá của nhiều loài dịch hại như nấm, cỏ dại và côn trùng, dẫn đến làm giảm đáng kể sản lượng nông nghiệp. Dịch hại không ngừng được du nhập vào các khu vực mới một cách tự nhiên hay tình cờ hoặc trong một số trường hợp, các sinh vật vô tình lại trở thành dịch hại. Các hoạt động thương mại toàn cầu đã làm gia tăng số lượng các loài dịch hại phi bản địa xâm lấn tại các khu vực mới và việc kiểm soát các loài xâm lấn này là thách thức lớn trên toàn thế giới.

Ngành nông nghiệp có vai trò quan trọng để duy trì hệ thống kinh tế, xã hội và môi trường toàn cầu. Nhưng vấn đề đặt ra là làm sao để vừa tạo ra các sản phẩm nông nghiệp thân thiện với môi trường vừa đảm bảo năng suất và chất lượng nông sản. Các biện pháp hóa học để bảo vệ cây trồng chiếm lĩnh vị trí hàng đầu trong hoạt động kiểm soát dịch hại tổng hợp và các bệnh của cây trồng. Nhưng thuốc trừ sâu lại gây tác hại đến con người và môi trường.

Mặc dù thuốc trừ sâu hóa học đã được sử dụng nhiều năm qua để kiểm soát dịch hại, nhưng một số yếu tố đang đe dọa hiệu quả của thuốc cũng như việc sử dụng liên tục loại thuốc này, đó là sự phát triển khả năng kháng thuốc và quy định ngừng sử dụng hoặc hủy đăng ký một số loại thuốc trừ sâu do lo ngại đến sức khỏe con người và môi trường. Do đó, việc tìm ra giải pháp thay thế thân thiện sinh học là yêu cầu cấp thiết. Phát triển thuốc trừ sâu sinh học có hiệu quả, phân hủy sinh học và thân thiện với môi trường là một hướng đi phù hợp.

Xu hướng sử dụng thuốc trừ sâu sinh học để thay thế dần thuốc trừ sâu hóa học đang ngày càng được mở rộng. Lợi ích của việc sử dụng thuốc trừ sâu sinh học trong các chương trình nông nghiệp và sức khỏe cộng đồng là rất lớn, đặc biệt không để lại dư lượng trên các nông sản, vấn đề gây lo ngại cho người tiêu dùng đặc biệt là đối với các sản phẩm rau quả. Khi được sử dụng như một phần của hoạt động Quản lý dịch hại tổng hợp (IPM), hiệu quả của thuốc trừ sâu sinh học có thể tương đương với thuốc trừ sâu hóa học. Tóm lại, thuốc trừ sâu sinh học được quan tâm là vì nó ít độc hại và an toàn với môi trường; nhằm vào mục tiêu cụ thể; thường hiệu quả khi phun liều lượng rất nhỏ; có thể phân hủy một cách tự nhiên và nhanh chóng; và có thể sử dụng như một phần của hoạt động IPM.

Để giúp độc giả có thêm thông tin về lĩnh vực thuốc trừ sâu sinh học mới đầy tiềm năng, Cục thông tin khoa học và công nghệ quốc gia biên soạn Tổng luận “Thuốc trừ sâu sinh học hướng tới nền nông nghiệp bền vững” trên cơ sở làm rõ tác động của việc sử dụng thuốc trừ sâu hóa học đến con người và môi trường, đã nêu bật lợi ích của thuốc trừ sâu sinh học, cũng như hoạt động nghiên cứu phát triển và thương mại hóa loại thuốc này. Sử dụng thuốc trừ sâu sinh học để tạo ra sản phẩm sạch, an toàn đối với sức khỏe cộng đồng và môi trường sẽ thúc đẩy sự phát triển của nền nông nghiệp bền vững.

*Xin trân trọng giới thiệu.*

# I. SỬ DỤNG THUỐC TRỪ SÂU TRONG NÔNG NGHIỆP TRÊN THẾ GIỚI

## 1.1. Các khái niệm cơ bản

**Thuốc trừ sâu** còn gọi là thuốc bảo vệ thực vật (BVTV) là bất kỳ chất hoặc hợp chất nào nhằm ngăn chặn, tiêu diệt, xua đuổi hoặc giảm thiểu mọi loại dịch hại (côn trùng, ve, giun tròn, cỏ dại, chuột...) bao gồm thuốc diệt côn trùng, thuốc diệt cỏ, thuốc diệt nấm và nhiều chất khác dùng để kiểm soát sâu hại (EPA, 2009). Định nghĩa thuốc trừ sâu thay đổi theo thời gian và theo mỗi quốc gia. Tuy nhiên, bản chất của thuốc trừ sâu về cơ bản vẫn không thay đổi, nghĩa là hợp chất độc hại và phát huy hiệu quả với các sinh vật có chủ đích và an toàn với sinh vật không chủ đích cũng như môi trường.

**Thuốc trừ sâu sinh học** hay thuốc bảo vệ thực vật có nguồn gốc sinh học là các chất trong tự nhiên có khả năng kiểm soát dịch hại bằng các cơ chế không độc. Thuốc trừ sâu sinh học là các sinh vật sống (thiên địch) hoặc chế phẩm của chúng (hóa chất thực vật, chế phẩm vi sinh) hoặc hóa chất truyền tin (semiochemical) được sử dụng để quản lý dịch hại cho thực vật. Thuốc trừ sâu sinh học đóng vai trò quan trọng trong việc bảo vệ cây trồng, mặc dù hầu hết loại thuốc này thường được kết hợp với các công cụ khác (ví dụ thuốc trừ sâu hóa học) như một phần của hoạt động quản lý dịch hại bằng phương pháp sinh học.

**Dịch hại** dùng để chỉ mọi loài sinh vật gây hại cho người, cho mùa màng, nông lâm sản; công trình kiến trúc; cho cây rừng, cho môi trường sống, bao gồm các loài côn trùng, tuyến trùng, vi sinh vật gây bệnh cho cây, cỏ dại, các loài gặm nhấm, chim và động vật phá hoại cây trồng. Danh từ này không bao gồm các vi sinh vật gây bệnh cho người và gia súc.

**IPM** là một hệ thống quản lý dịch hại tổng hợp, trong đó căn cứ vào môi trường và các điều kiện sinh thái cụ thể và sự biến đổi quần thể các loài sinh vật gây hại mà sử dụng các phương tiện kỹ thuật và các biện pháp thích hợp để khống chế quần thể sinh vật gây hại luôn ở mức dưới ngưỡng gây hại kinh tế.

**Chất độc** là những chất khi xâm nhập vào cơ thể sinh vật một lượng nhỏ cũng có thể gây biến đổi sâu sắc về cấu trúc hay chức năng trong cơ thể sinh vật, phá hủy nghiêm trọng chức năng của cơ thể, làm cho sinh vật bị ngộ độc hoặc bị chết. Đây là một khái niệm mang tính quy ước.

**Độc tính** là khả năng gây độc của một chất đối với cơ thể sinh vật ở một liều lượng nhất định của chất độc đó.

**Liều lượng** là lượng chất độc được tính bằng mg hay g để gây ra một tác động nhất định trên cơ thể sinh vật.

Trọng lượng cơ thể lớn hay nhỏ có liên quan chặt chẽ đến khả năng gây độc của một chất độc. Để diễn tả chính xác hơn, người ta thể hiện độ độc bằng lượng chất độc cần thiết để gây độc cho một đơn vị trọng lượng cơ thể của sinh vật đó (tính bằng  $\mu\text{g/g}$  hay  $\text{mg/kg}$ ).

## 1.2. Lịch sử sản xuất và sử dụng thuốc trừ sâu trên thế giới

Lịch sử sản xuất và sử dụng thuốc trừ sâu trên thế giới có thể được chia thành 3 giai đoạn:

- Giai đoạn 1 trước năm 1870, các loại thuốc trừ sâu tự nhiên như lưu huỳnh được sử

dụng trong thời Hy Lạp cổ đại để kiểm soát sâu hại.

- Giai đoạn 2 từ năm 1870 đến 1945, là thời kỳ của thuốc trừ sâu tổng hợp vô cơ trong đó các vật liệu tự nhiên và hợp chất vô cơ được sử dụng chủ yếu.

- Giai đoạn 3 từ năm 1945 trở đi, là thời đại của thuốc trừ sâu tổng hợp hữu cơ. Thuốc trừ sâu hữu cơ do con người tạo ra như DDT, 2,4-D và sau đó là HCH, dieldrin đã chấm dứt kỷ nguyên của thuốc trừ sâu vô cơ và thuốc trừ sâu tự nhiên. Từ đó, hầu hết các loại thuốc trừ sâu đều do con người tổng hợp, được gọi là thuốc trừ sâu hóa học. Việc sử dụng thuốc trừ sâu hóa học, đặc biệt là thuốc trừ sâu tổng hợp hữu cơ đã tạo dấu ấn quan trọng của nền văn minh con người và góp phần đáng kể làm tăng năng suất nông nghiệp.

Trong giai đoạn trước của thuốc trừ sâu tổng hợp hữu cơ, có 3 loại thuốc diệt côn trùng chính bao gồm thuốc diệt côn trùng carbamat, thuốc diệt côn trùng phospho hữu cơ và thuốc diệt côn trùng clo hữu cơ. Ít lâu sau đó, thuốc diệt cỏ và thuốc diệt nấm được phát triển mạnh mẽ. Ước tính, việc sử dụng thuốc diệt côn trùng đã giảm dần và thuốc diệt cỏ sẽ được sử dụng phổ biến trong tương lai. Xu hướng này được thể hiện trong những thay đổi về cơ cấu tiêu thụ thuốc trừ sâu trên toàn thế giới (Bảng 1).

**Bảng 1. Thay đổi cơ cấu tiêu thụ thuốc trừ sâu trên toàn thế giới**

Loại thuốc	1960		1970		1980		1990		2000		2005	
	Doanh thu (triệu USD)	%	Doanh thu (triệu USD)	%	Doanh thu (triệu USD)	%	Doanh thu (triệu USD)	%	Doanh thu (triệu USD)	%	Doanh thu (triệu USD)	%
Thuốc diệt côn trùng	310	36,5	1.002	37,1	4.025	34,7	7.655	29	7.559	27,9	7.798	25
Thuốc diệt cỏ	170	20	939	34,8	4.756	14	11.625	44	12.885	47,5	14.971	48
Thuốc diệt nấm và diệt vi khuẩn	340	40	599	22,2	2.181	18,8	5.545	21	5.306	19,6	7.486	24
Các loại thuốc khác	30	3,5	159	5,9	638	5,5	1.575	6	1.354	5,0	936	3
Tổng	850	100	2.700	100	11.600	100	26.400	100	27.104	100	31.191	100

Xu, 1997; <http://www.docin.com/p-55305172.html>

Bảng 1 cho thấy cơ cấu tiêu thụ thuốc trừ sâu trên toàn thế giới đã có sự thay đổi lớn từ

những năm 1960. Tỷ lệ tiêu thụ thuốc diệt cỏ đã tăng nhanh từ mức 20% năm 1960 lên 48% năm 2005. Tỷ lệ sử dụng thuốc diệt côn trùng và thuốc diệt nấm/ thuốc diệt vi khuẩn sụt giảm dù doanh thu tăng. Việc gia tăng nhanh tiêu thụ thuốc diệt cỏ đã thúc đẩy hoạt động thâm canh và tăng năng suất trong ngành nông nghiệp.

Trong giai đoạn 2007-2008, thuốc diệt cỏ xếp đầu tiên trong số 3 loại thuốc trừ sâu (thuốc diệt côn trùng, thuốc diệt nấm /thuốc diệt vi khuẩn, thuốc diệt cỏ). Thuốc diệt nấm/ thuốc diệt vi khuẩn đã gia tăng nhanh chóng và chiếm lĩnh vị trí thứ hai. Châu Âu hiện là nơi tiêu thụ thuốc trừ sâu nhiều nhất thế giới, vị trí thứ hai thuộc về châu Á. Trung Quốc, Hoa Kỳ, Pháp, Braxin và Nhật Bản là các nước sản xuất, tiêu thụ hoặc thương mại thuốc trừ sâu lớn nhất thế giới.

Hầu hết thuốc trừ sâu trên thế giới được sử dụng cho cây ăn quả và rau màu. Tại các nước phát triển, thuốc trừ sâu phần lớn là thuốc diệt cỏ chủ yếu được dùng cho ngô. Từ những năm 1980, hàng trăm nghìn loại thuốc trừ sâu trong đó có thuốc trừ sâu sinh học đã được phát triển.

### **1.3. Lợi ích và rủi ro của việc sử dụng thuốc trừ sâu**

Trên thế giới có khoảng 9.000 loài côn trùng và nhện, 50.000 loại mầm bệnh thực vật và 8.000 loài cỏ dại gây thiệt hại cho cây trồng. Theo ước tính, côn trùng gây thiệt hại ở mức 14%, mầm bệnh thực vật là 13% và cỏ dại 13%. Thuốc trừ sâu rất cần cho sản xuất nông nghiệp, khoảng 1/3 nông sản được sản xuất nhờ sử dụng thuốc trừ sâu. Nếu không bón thuốc trừ sâu, tỷ lệ rau, quả và ngũ cốc bị hỏng do dịch hại sẽ đạt mức tương ứng là 78%, 54% và 32%. Thiệt hại cho cây trồng do sâu hại đã giảm từ 42% xuống còn 35% khi sử dụng thuốc trừ sâu.

Trong bối cảnh diện tích đất canh tác hạn hẹp và dân số thế giới đang gia tăng, cần phải áp dụng các biện pháp tăng sản lượng cây trồng để đảm bảo an toàn thực phẩm. Các nhà nghiên cứu đã nhấn mạnh nếu không sử dụng thuốc trừ sâu, sản xuất lương thực ở Hoa Kỳ sẽ giảm mạnh và giá lương thực tăng cao. Trong trường hợp này, hoạt động xuất khẩu bông, lúa mì và đậu tương tại quốc gia này sẽ giảm 27% và 132.000 việc làm sẽ bị mất. Thuốc diệt nấm được sử dụng cho 80% cây ăn quả và rau. Nhờ có thuốc diệt nấm, giá trị kinh tế của táo đã tăng 1.223 triệu USD.

Trong khi đó, sử dụng thuốc trừ sâu cũng gây rủi ro nghiêm trọng. Hầu hết thuốc trừ sâu không được sản xuất theo cách tự nhiên. Đa số rất độc hại cho con người và môi trường. Thuốc trừ sâu và các sản phẩm phân hủy của chúng sẽ thải vào trong không khí, xuống đất và sông ngòi, dẫn đến sự tích tụ các chất độc hại đe dọa sức khỏe con người và môi trường.

Trong một hội nghị chuyên đề quốc tế về chiến lược quản lý an toàn thực phẩm và nông sản được tổ chức tại Hàng Châu, Trung Quốc năm 2008, các nhà khoa học đã nhấn mạnh bốn khía cạnh của vấn đề trong sản xuất và sử dụng thuốc trừ sâu trên toàn thế giới, đó là: (1) một số nước vẫn sản xuất hoặc sử dụng thuốc trừ sâu độc tính cao; (2) thuốc trừ sâu bị sử dụng thái quá cho nhiều loại cây trồng như cây bông, rau và cây lúa; (3) chất

lượng thuốc trừ sâu thấp, một số nước không thể quản lý hiệu quả thuốc trừ sâu, dẫn đến tình trạng sản xuất và tiêu thụ thuốc trừ sâu giả và không đảm bảo chất lượng; (4) các tiêu chuẩn về dư lượng thuốc trừ sâu không được áp dụng hiệu quả.

Ô nhiễm môi trường do thuốc trừ sâu ở châu Á, châu Phi, châu Mỹ La tinh, Trung Đông và Đông Âu hiện đang ở mức nghiêm trọng. Thậm chí ở Ấn Độ, trong những năm trước đây, dư lượng DDT, lindane và dieldrin trong cá, trứng và rau đã cao hơn nhiều giới hạn an toàn. Chính ở quốc gia này, hàm lượng DDT trong cơ thể con người từng ở mức cao nhất thế giới.

#### **1.4. Tác động của thuốc trừ sâu đến sức khỏe con người và môi trường**

##### ***1.4.1. Tác động của thuốc trừ sâu đến sức khỏe con người***

Đánh giá nguy cơ tác động của thuốc trừ sâu đến sức khỏe con người không dễ do sự khác biệt về thời kỳ và mức độ phơi nhiễm, độc tính của các loại thuốc trừ sâu, hỗn hợp hoặc dung dịch được sử dụng trên thực địa cũng như đặc điểm địa lý và khí tượng của các vùng nông nghiệp sử dụng thuốc trừ sâu. Những điểm khác biệt này chủ yếu có liên quan đến người pha chế hỗn hợp trên thực địa, các bình phun thuốc và cả người dân sống gần khu vực phun thuốc, các thiết bị lưu giữ thuốc trừ sâu, nhà kính hoặc không gian mở. Vì vậy, đánh giá nguy cơ sức khỏe do độc tính và khả năng phơi nhiễm thuốc trừ sâu cho thấy: con người tiếp xúc lâu dài với thuốc trừ sâu độc tính vừa phải có nguy cơ bị ảnh hưởng đến sức khỏe nhiều hơn so với tiếp xúc ít với thuốc trừ sâu độc tính cao. Nhưng liệu việc phơi nhiễm dư lượng thuốc trừ sâu có trong thực phẩm và nước uống thông qua chế độ ăn có đe dọa sức khỏe con người hay không, vẫn là chủ đề gây tranh cãi quyết liệt trong giới khoa học.

Dù khó đánh giá rủi ro của việc sử dụng thuốc trừ sâu đối với sức khỏe con người, nhưng hoạt động cấp phép thương mại hóa thuốc trừ sâu ở châu Âu hiện vẫn đòi hỏi dữ liệu về tác động tiêu cực tiềm tàng của các hoạt chất đến sức khỏe con người. Các dữ liệu này thường được thu thập từ một số thử nghiệm tập trung vào các mô hình trao đổi chất, độc tính cấp, độc tính bán mãn (sub-chronic) hoặc bán cấp (sub-acute), độc tính mãn tính, độc tính gây ung thư, độc tính gen, độc tính gây quái thai, nghiên cứu sinh sản và các thử nghiệm kích ứng trên chuột như mô hình động vật có vú hoặc trong một số trường hợp áp dụng cho chó và thỏ. Các thử nghiệm độc tính đánh giá nguy cơ của thuốc trừ sâu đến sức khỏe con người do Cơ quan bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (EPA) yêu cầu, bao gồm: (1) thử nghiệm độc tính cấp đánh giá ảnh hưởng của việc phơi nhiễm trong thời gian ngắn với một liều lượng thuốc trừ sâu (tiếp xúc qua đường miệng, da và hô hấp, kích ứng mắt, kích ứng da, tạo độ nhạy cảm cho da), (2) thử nghiệm độc tính bán mãn đánh giá ảnh hưởng của việc phơi nhiễm liên tục qua đối tượng trung gian (miệng, da, hô hấp, tổn thương hệ thần kinh) trong khoảng thời gian dài (30-90 ngày), (3) thử nghiệm độc tính mãn tính đánh giá ảnh hưởng của việc phơi nhiễm lâu dài của thuốc trừ sâu đến gần như toàn bộ vòng đời của động vật thử nghiệm nhằm xác định ảnh hưởng của sản phẩm thuốc trừ sâu sau thời gian phơi nhiễm liên tục (nghĩa là các ảnh hưởng mãn tính không phải bệnh ung



thư và ảnh hưởng gây ung thư), (4) các thử nghiệm về phát triển và sinh sản đánh giá ảnh hưởng của thuốc trừ sâu đến bào thai của phụ nữ có thai phơi nhiễm thuốc trừ sâu (ví dụ dị tật bẩm sinh) và mức độ ảnh hưởng do phơi nhiễm thuốc trừ sâu đến khả năng sinh sản của động vật được thử nghiệm, (5) thử nghiệm độc tính gây đột biến đánh giá tiềm năng ảnh hưởng của thuốc trừ sâu đến các thành phần di truyền của tế bào và (6) thử nghiệm rối loạn nội tiết tố xác định khả năng phá vỡ hệ thống nội tiết của thuốc trừ sâu (bao gồm một tập hợp các tuyến hạch và nội tiết tố được sản sinh để điều tiết sự phát triển, tăng trưởng, sinh sản và hành vi của động vật kể cả con người). Các thử nghiệm độc tính cấp tính cần được thực hiện để tính Liều lượng hóa chất gây chết 50% nhóm động vật thử nghiệm (LD50), là liều lượng thuốc trừ sâu cần để tiêu diệt một nửa số động vật thử nghiệm khi nó xâm nhập vào cơ thể chúng bằng con đường cụ thể. Ví dụ, nếu thuốc trừ sâu được nuốt, liều lượng này gọi là LD50 qua đường miệng, trái lại thuốc được hấp thụ qua da là LD50 qua đường da. Ngoài ra, nồng độ hóa chất trong không khí gây chết 50% nhóm động vật thử nghiệm hít phải trong một thời gian nhất định (thường là 4 giờ) (LC50) là nồng độ cần để tiêu diệt một nửa số động vật trong thử nghiệm phơi nhiễm với thuốc trừ sâu trong 4 giờ. Các trị số về nồng độ thuốc nguy hiểm chết người được sử dụng theo hình thức phơi nhiễm qua đường hô hấp hoặc qua nước sinh hoạt (chứ không phải qua đường miệng, qua da...). Các giới hạn này được sử dụng trong phân loại độc tính thuốc trừ sâu của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) và Cơ quan bảo vệ môi trường (EPA) nêu trong Bảng 2, 3 và 4.

**Bảng 2. Độc tính cấp tính của thuốc trừ sâu theo phân loại của WHO**

Loại	Phân loại	LD50 cho chuột (mg/kg cân nặng)			
		Đường miệng		Đường da	
		Chất rắn	Chất lỏng	Chất rắn	Chất lỏng
Ia	Vô cùng nguy hiểm	<5	<20	<10	<40
Ib	Rất nguy hiểm	5–50	20–200	10–100	40–400
II	Nguy hiểm vừa	50–500	200–2.000	100–1.000	400–4.000
III	Ít nguy hiểm	>501	>2.001	>1.001	>4.001
U	Khác mức nguy hiểm cấp tính hiện nay	>2.000	>3.000	–	–

**Bảng 3. Độc tính cấp tính của thuốc trừ sâu theo phân loại của EPA**

Loại	Tín hiệu ngôn ngữ	Độc tính cấp tính đối với chuột		
		Đường miệng LD50 (mg/kg)	Đường da LD50 (mg/kg)	Đường hô hấp LC50 (mg/lít)
I	Nguy hiểm	<50	<200	<0.2
II	Cảnh báo	50–500	200–2.000	0,2 – 2
III	Thận trọng	500–5.000	2.000–20.000	2 – 20
IV	Thận trọng (không bắt buộc)	>5.000	>20.000	>20

**Bảng 4. Độc tính cấp tính của thuốc trừ sâu (ảnh hưởng đến mắt và da) theo phân loại của EPA**

Loại	Tín hiệu ngôn ngữ	Độc tính cấp tính đối với chuột	
		Ảnh hưởng đến mắt	Ảnh hưởng đến da
I	Nguy hiểm	Mờ giác mạc không thể chữa trị trong vòng 7 ngày	Ăn mòn
II	Cảnh báo	Kích ứng đến 7 ngày	Kích ứng nặng trong 72 giờ
III	Thận trọng	Kích ứng có thể điều trị trong 7 ngày	Kích ứng vừa trong 72 giờ
IV	Thận trọng (không bắt buộc)	Không kích ứng	Kích ứng nhẹ trong 72 giờ

Thông thường, liều LD50 phơi nhiễm qua đường miệng thấp hơn qua da vì thuốc trừ sâu có thể xâm nhập vào máu qua dạ dày dễ hơn qua da. Đáng lưu ý là các trị số LD50 theo phân loại của WHO về thành phần hoạt tính cần được thay đổi theo công thức thuốc trừ sâu trên thực tế do độc tính thực của sản phẩm thuốc trừ sâu thương mại bị ảnh hưởng bởi công thức thuốc. Ví dụ, thuốc trừ sâu độc tính cao khi được sản xuất ở dạng nhũ tương đậm đặc sẽ độc hại hơn ở dạng huyền phù vi nang do số lượng thành phần hoạt tính cao hơn. Ngoài ra, thuốc ở dạng nhũ tương đặc độc hơn dạng huyền phù vi nang vì nó thường chứa rất nhiều dung môi hữu cơ độc hại. Hơn nữa, công thức thuốc trừ sâu dạng lỏng thường có độc tính cao hơn nhiều công thức thuốc dạng rắn tương ứng vì chất rắn thường khó thâm nhập qua da hơn.

Các nghiên cứu trong thời gian dài về động vật thử nghiệm bị phơi nhiễm thuốc trừ sâu với liều lượng khác nhau cho phép xác định giới hạn mà dưới mức đó không thấy xuất hiện các ảnh hưởng xấu. Giới hạn này gọi là Mức không nhận thấy ảnh hưởng xấu (NOAEL) hoặc mức không thấy ảnh hưởng, được sử dụng để suy luận khả năng hấp thụ thuốc trừ sâu của con người hàng ngày ở mức cho phép, được định nghĩa là lượng hóa chất có thể được tiêu thụ mỗi ngày trong vòng đời của con người mà không gây ảnh hưởng có hại.

Liều tham chiếu (ARfD) còn được tính cho những trường hợp mà người hấp thụ thuốc trừ sâu với nồng độ cao hơn nhiều mức cho phép do tiêu thụ đồng thời một số loại thực phẩm bị ô nhiễm thuốc trừ sâu ở mức độ khác nhau. Trị số ARfD được xác định dựa vào mức NOAEL thấp nhất, nhưng được điều chỉnh theo hệ số phù hợp. Đối với người thường xuyên phải tiếp xúc với thuốc trừ sâu, mức độ phơi nhiễm cho phép được tính trên cơ sở các nghiên cứu độc tính trong thời gian ngắn liên quan đến phơi nhiễm thuốc trừ sâu qua đường miệng.

Ngoài ra, thuốc trừ sâu còn được phân loại theo các qui định của Cơ quan nghiên cứu ung thư quốc tế (IARC) (thường được trích dẫn như là phân loại của IARC). Phân loại này phản ánh sức mạnh của bằng chứng được thu thập từ các nghiên cứu dịch tễ ở người, các thí nghiệm trên động vật và dữ liệu liên quan. Thuốc trừ sâu được xếp vào khung phân loại này khi có đủ bằng chứng về khả năng gây ung thư ở người. Đặc biệt, thuốc trừ sâu

vẫn được xếp vào phân loại của IARC kể cả khi bằng chứng gây ung thư ở người chưa đủ, nhưng có đủ bằng chứng gây ung thư trong các động vật thí nghiệm và có bằng chứng rõ rệt ở người bị phơi nhiễm cho thấy thuốc trừ sâu hoạt động thông qua cơ chế có liên quan gây ung thư. Theo phân loại của IARC, thuốc trừ sâu được xếp trong nhóm 1, nếu nó gây ung thư cho người; trong nhóm 2A nếu nó có thể gây ung thư cho người (khi có ít bằng chứng về khả năng gây ung thư ở người và đủ bằng chứng về khả năng gây ung thư cho động vật thí nghiệm); trong nhóm 2B nếu nó có khả năng gây ung thư cho người (ví dụ, ít bằng chứng về khả năng gây ở người và không đủ bằng chứng trong các thử nghiệm trên động vật); trong nhóm 3 nếu không được xếp loại gây ung thư ở người (không đủ bằng chứng gây ung thư ở người và không đủ hoặc ít bằng chứng gây ung thư ở động vật thí nghiệm); và trong nhóm 4, nếu chắc chắn không gây ung thư cho người. Phân loại của EPA về khả năng gây ung thư ở người tương ứng là: (1) gây ung thư cho người, (2) có khả năng gây ung thư cho người, (3) bằng chứng đề xuất về tiềm năng gây ung thư, (4) thiếu thông tin để đánh giá tiềm năng gây ung thư, và (5) không có khả năng gây ung thư cho người.

Các kết quả mô tả đặc điểm độc tính (dựa vào cơ sở dữ liệu của EPA, IARC, WHO và Mạng lưới hành động vì thuốc trừ sâu) của 276 hoạt chất được thương mại hợp pháp ở châu Âu cho thấy 32 trong số 76 loại thuốc trừ nấm, 25 trong số 87 loại thuốc diệt cỏ và 24 trong số 66 loại thuốc trừ sâu gây ra ít nhất một ảnh hưởng nào đó đến sức khỏe (chẳng hạn như gây ung thư, gây rối loạn nội tiết, độc tính sinh sản và phát triển, độc tính cấp tính). Đặc biệt, số lượng thuốc trừ sâu (bao gồm cả thuốc diệt nấm, thuốc diệt cỏ, thuốc diệt côn trùng) được mô tả như là chất gây ung thư theo cơ sở dữ liệu của EPA và IARC tương ứng là 51 và 8, 24 loại thuốc trừ sâu gây rối loạn nội tiết (dựa vào cơ sở dữ liệu của Mạng lưới hành động vì thuốc trừ sâu), 22 loại thuốc trừ sâu gây độc tính sinh sản và phát triển (theo Mạng lưới hành động vì thuốc trừ sâu) và 28 loại thuốc trừ sâu có độc tính cấp tính (dựa vào phân loại của WHO).

Tám mươi tư trong số 276 hoạt chất được thông qua ở châu Âu (81 trong số đó là thuốc trừ sâu) được mô tả là độc hại (gây ít nhất một ảnh hưởng có hại nào đó đến sức khỏe). Tuy nhiên, Cục hóa chất Thụy Điển (KEMI) và Cơ quan an toàn thuốc trừ sâu của Anh (PSD) đã công bố kết quả báo cáo khác nhau về số lượng thuốc trừ sâu độc hại. Đặc biệt, KEMI đã dựa vào tiêu chí nghiêm ngặt mới của Liên minh châu Âu (EU) về việc thông qua các hoạt chất và phát hiện thấy chỉ có 23 hoạt chất (8 loại thuốc diệt cỏ, 11 loại thuốc diệt nấm, 3 loại thuốc diệt côn trùng và 1 chất điều tiết sinh trưởng của thực vật) trong số 271 hoạt chất (ghi trong Phụ lục I của Chỉ thị 91/414/EEC cũng như một số chất đang chờ quyết định) đáp ứng được tiêu chí mới của EU, do đó, tiêu chí này có thể bị loại bỏ. Trong số 23 hoạt chất đó, 7 hoạt chất được xác định là chất gây ung thư, gây đột biến và ảnh hưởng độc hại đến sinh sản, 11 hoạt chất đã được phân loại là chất gây rối loạn nội tiết và 4 hoạt chất còn lại là các chất ô nhiễm tồn lưu, tích tụ sinh học và độc hại. PSD xem xét các tiêu chí đã được thông qua theo đề xuất của Ủy ban châu Âu cũng như Ủy ban môi trường, y tế cộng đồng và an toàn thực phẩm thuộc Nghị viện châu Âu và phát

hiện thấy 60 trong số 278 hoạt chất được đánh giá là độc hại. Đáng lưu ý, số lượng các hoạt chất được phân loại có đặc điểm độc hại theo các nghiên cứu do KEMI và PSD thực hiện lần lượt là 14 và 37. Các kết quả này cho thấy rõ ràng, các tiêu chí được áp dụng và phương pháp đánh giá ảnh hưởng có hại của thuốc trừ sâu đến sức khỏe con người dẫn đến sự khác biệt trong việc mô tả đặc điểm của các loại thuốc trừ sâu đã được thông qua ở châu Âu và có thể tác động đến việc thông qua các hợp chất mới sẽ được phát triển trong tương lai gần.

#### ***1.4.2. Tác động của thuốc trừ sâu đến môi trường***

Thuốc trừ sâu, ngoài tác động tiêu cực tiềm tàng đến sức khỏe con người, còn gây ảnh hưởng xấu đến môi trường (ô nhiễm nước, đất và không khí, ảnh hưởng độc hại đến các sinh vật không chủ đích). Đặc biệt, việc sử dụng bừa bãi thuốc trừ sâu liên quan đến: (1) ảnh hưởng tiêu cực đến các sinh vật không chủ đích (ví dụ, giảm các quần thể loài có ích), (2) ô nhiễm nước do sự di chuyển của thuốc trừ sâu hoặc do tích tụ thuốc trừ sâu, (3) ô nhiễm không khí do thuốc trừ sâu dễ bay hơi, (4) thiệt hại cho cây trồng luân canh do dư lượng thuốc diệt cỏ tồn lưu trên đồng ruộng, (5) thiệt hại do tỷ lệ phun thuốc ở mức cao, thời điểm phun không đúng hoặc các điều kiện môi trường trong lúc phun và sau khi phun thuốc không thuận lợi.

Nhiều ảnh hưởng bất lợi của thuốc trừ sâu đến môi trường phụ thuộc vào tương tác giữa các tính chất lý hóa (áp suất hơi, độ ổn định, độ hòa tan, pKa) của thuốc trừ sâu, khả năng hấp phụ và độ ổn định của đất, các chỉ số của đất (độ pH, thành phần hữu cơ, bề mặt vô cơ, độ ẩm, hệ vi thực vật, hệ động vật), các loài thực vật và sự thay đổi khí hậu. Ngoài ra, độc tính, liều lượng phun, các điều kiện thời tiết sau khi phun và thời gian tồn lưu của thuốc trong môi trường có thể giải thích những ảnh hưởng có hại của thuốc trừ sâu đến môi trường. Các chỉ số của đất và điều kiện thời tiết từ lâu đã được xem như là những yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến kết cục của thuốc trừ sâu trong môi trường và gây ảnh hưởng bất lợi đến môi trường. Nhưng, do các yếu tố này thay đổi theo địa điểm và theo thời gian, do đó, các kết quả của bất cứ nghiên cứu thực địa nào đến kết cục và hành vi của thuốc trừ sâu là chỉ đặc trưng cho một địa điểm và một mùa cụ thể. Vì vậy, đối với việc đánh giá rủi ro môi trường, hành vi và số phận của một loại thuốc trừ sâu trước hết phải được đánh giá bằng cách tính nồng độ môi trường theo dự báo (PEC), còn ở Hoa Kỳ gọi là nồng độ môi trường ước tính (EEC). Các nồng độ này được tính cho đất, nước, trầm tích và không khí và việc phê chuẩn được thực hiện bằng cách so sánh với dữ liệu của 3 cấp độ thử nghiệm (cần cho các mục đích phê chuẩn - đăng ký) để đánh giá độc tính thuốc trừ sâu trên các sinh vật không chủ đích quan trọng (Bảng 5). Ngoài ra, tỷ lệ phơi nhiễm độc tính (TER) cũng được tính toán để xác định nguy cơ đối với sinh vật có ở mức cho phép hay không. TER được tính dựa vào LC 50 hoặc thước đo tương đương (LD50, NOEC = mức độ ảnh hưởng không quan sát thấy) về độ mẫn cảm của một sinh vật được phân chia theo PEC có liên quan đến hoàn cảnh sống của các sinh vật. Nhìn chung, cần có đánh giá chi tiết rủi ro ở mức cao hơn (2,3) khi TER thấp hơn 100, trái lại đánh giá rủi ro mẫn tính cần thực hiện trong trường hợp TER <10. Nếu TER thấp hơn 5, Phụ lục VI trong

Chỉ thị 91/414 EEC của EU quy định “không được cấp phép ... trừ phi nó được xác lập rõ ràng thông qua đánh giá rủi ro theo hướng phù hợp mà trong điều kiện thực địa, không xảy ra tác động nào ngoài phạm vi cho phép sau khi sử dụng sản phẩm trong các điều kiện được đề xuất”. Ở Hoa Kỳ, tỷ số nguy cơ (mức độ phơi nhiễm như dự báo trên mức độ không ảnh hưởng như dự báo) là nghịch đảo của TER và được tính bằng cách chia PEC với liều lượng độc hại đã xác định.

**Bảng 5. Các thử nghiệm 3 cấp độ để đánh giá độc tính của thuốc trừ sâu trên các sinh vật không chủ đích**

Loài	Cấp độ 1 Độc tính cấp tính	Cấp độ 2 Thử nghiệm sinh sản	Cấp độ 3 Thử nghiệm thực địa
Chim (chim cú đuôi trắng hoặc vịt trời)	LD50 (8–14 ngày)		Nghiên cứu vòng đời của cá
Cá nước ngọt (cá hồi cầu vồng hoặc cá tuế)	LC50 (96 giờ)	Ảnh hưởng đến đẻ trứng	
Loài không xương sống thủy sinh (Daphnia, tôm)	LC50 (48 giờ)	Toàn bộ vòng đời	
Loài không xương sống không chủ đích (ong mật)	LD50 (48 giờ)	Ảnh hưởng của dư lượng đến tán lá	Thử nghiệm thực địa về thụ phấn
Loài không xương sống không chủ đích (giun đất)	LC50 (14 ngày)	Ảnh hưởng của dư lượng đến tán lá	
Thực vật thủy sinh (tảo)	LC50 (96 giờ)	Sức sống của thực vật	
Các loài có ích khác	LD50 (48 giờ)		

Dù đất nông nghiệp là nơi đầu tiên tiếp nhận thuốc trừ sâu, nhưng các thủy vực ở gần khu đất nông nghiệp thường là nơi cuối cùng gánh dư lượng thuốc này. Vì thế, các nhà chức trách châu Âu cần có dữ liệu (trước khi thương mại hóa thuốc trừ sâu trên toàn khu vực) liên quan đến rủi ro của các sinh vật trên cạn và sinh vật thủy sinh không chủ đích. Do các ảnh hưởng tiêu cực của việc sử dụng thuốc trừ sâu trong nông nghiệp, nên việc áp dụng các tiêu chí lựa chọn thuốc trừ sâu chi phí-hiệu quả và an toàn cho người sử dụng và môi trường hiện được xem là nhu cầu cấp bách.

## II. THUỐC TRỪ SÂU SINH HỌC

### 2.1. Phân loại thuốc trừ sâu sinh học

Thuốc trừ sâu sinh học dựa vào các vi sinh vật gây bệnh đặc trưng cho dịch hại mục tiêu để cung cấp giải pháp thân thiện sinh thái và hiệu quả cho vấn đề dịch hại, do vậy, ít đe dọa đến môi trường và sức khỏe con người. Thuốc trừ sâu sinh học được sử dụng phổ biến là các sinh vật sống bao gồm thuốc diệt nấm sinh học (*Trichoderma*), thuốc diệt cỏ sinh học (*Phytophthora*) và thuốc diệt côn trùng sinh học (*Bacillus thuringiensis*). Sử dụng thuốc trừ sâu sinh học đã mang lại lợi ích to lớn cho ngành nông nghiệp và sức khỏe cộng đồng. Thuốc trừ sâu sinh học được quan tâm là vì sản phẩm này:

- ít gây hại đến môi trường;
- chỉ tác động đến dịch hại cụ thể hoặc trong một số trường hợp là số ít các sinh vật có chủ đích;
- thường hiệu quả dù chỉ phun một lượng rất nhỏ và phân hủy nhanh, dẫn đến hiện tượng phơi nhiễm thấp và tránh gây ô nhiễm;
- phát huy hiệu quả to lớn khi được sử dụng như một phần của chương trình IPM.

Thuốc trừ sâu sinh học được phân thành ba loại chính:

#### 2.1.1 Thuốc trừ sâu vi sinh

Thuốc trừ sâu vi sinh chứa thành phần hoạt tính là vi sinh vật (vi khuẩn, nấm, virus, động vật nguyên sinh hoặc tảo), có thể kiểm soát nhiều loại dịch hại, dù mỗi thành phần hoạt tính đặc thù cho dịch hại mục tiêu. Ví dụ, một loại nấm kiểm soát một số loại cỏ, trong khi loại nấm khác lại tiêu diệt các côn trùng cụ thể. Thuốc trừ sâu vi sinh được sử dụng phổ biến nhất là thuốc chiết xuất từ chủng khuẩn *Bacillus thuringiensis* (Bt) có thể kiểm soát một số loại côn trùng trong cải bắp, khoai tây và các cây trồng khác. Bt sản sinh protein gây hại cho côn trùng. Một số loại thuốc trừ sâu vi sinh khác hoạt động bằng cách cạnh tranh quyết liệt với sinh vật gây hại. Thuốc trừ sâu vi sinh cần được theo dõi liên tục để đảm bảo chúng không gây hại cho các sinh vật không chủ đích, kể cả con người.

#### 2.1.2 Thuốc trừ sâu thảo mộc

Đây là loại thuốc trừ sâu mà thực vật tạo ra từ vật liệu di truyền được đưa vào thực vật. Ví dụ, các nhà khoa học lấy gen chứa protein trừ sâu Bt và cấy gen vào vật liệu di truyền riêng của thực vật. Sau đó, thực vật thay cho vi khuẩn Bt sản sinh chất trừ dịch hại.

#### 2.1.3 Thuốc trừ sâu hóa sinh

Đây là các chất trong tự nhiên như chiết xuất từ thực vật, axit béo hoặc pheromone (chất dẫn dụ) dùng để kiểm soát dịch hại bằng các cơ chế không độc. Trái lại, thuốc trừ sâu thông thường là vật liệu tổng hợp thường tiêu diệt hoặc vô hiệu hóa dịch hại. Thuốc trừ sâu hóa sinh bao gồm các chất cản trở sự phát triển hoặc giao phối như chất điều tiết sinh trưởng của thực vật hay chất xua đuổi hoặc thu hút dịch hại như pheromone. Đôi khi, khó xác định liệu thuốc trừ sâu tự nhiên có kiểm soát dịch hại bằng phương thức không độc hại hay không, nên EPA đã thành lập một Ủy ban để xác định khả năng một loại thuốc trừ sâu đáp ứng các tiêu chuẩn về thuốc trừ sâu hóa sinh.

## 2.2. Sử dụng thuốc trừ sâu sinh học để kiểm soát dịch hại

Thuốc trừ sâu sinh học đã được sử dụng riêng hoặc kết hợp để chống lại dịch hại cây trồng trong nhiều hệ sinh thái nông nghiệp. Đánh giá này được minh họa bằng các nghiên cứu điển hình về việc sử dụng hiệu quả thuốc trừ sâu sinh học trong chương trình quản lý dịch hại.

### 2.2.1 Thuốc trừ sâu vi sinh

a. Lợi ích tiềm năng của nấm entomopathogenic (ký sinh và gây bệnh cho côn trùng):

Nấm entomopathogenic là chất điều tiết tự nhiên quan trọng của quần thể côn trùng và có tiềm năng hoạt động như là chất diệt côn trùng từ nấm chống lại dịch hại côn trùng trong nông nghiệp. Loại nấm này lây nhiễm cho vật chủ bằng cách thâm nhập qua lớp biểu bì, tiếp cận với huyết bạch huyết, sản sinh độc tố và sinh trưởng bằng các dưỡng chất có trong khoang máu (haemocoel) để tránh phản ứng miễn dịch của côn trùng. Nấm entomopathogenic có thể được sử dụng dưới dạng bào tử dính hoặc hệ sợi để hình thành bào tử. Sử dụng nấm entomopathogenic thay cho thuốc diệt côn trùng hoặc kết hợp sử dụng thuốc diệt côn trùng có chứa nấm entomopathogenic sẽ rất hiệu quả để quản lý hiện tượng kháng thuốc diệt côn trùng.

'Boverin', thuốc diệt côn trùng sinh học thương mại có nguồn gốc từ nấm *B. bassiana* với liều lượng trichlorophon giảm đã được sử dụng để ngăn chặn sự bùng phát của loài sâu bướm *Cydia pomonella* L thế hệ thứ hai. Anderson et al. (1989) đã phát hiện tỷ lệ côn trùng tử vong cao khi loại thuốc diệt côn trùng này được dùng để kiểm soát bọ khoai tây Colorado (*leptinotarsa decemlineata*).

Hiệu quả chống ruồi dấm trưởng thành *Ceratitis capitata* của 7 chủng nấm entomopathogenic đã được đánh giá trong phòng thí nghiệm. Chúng rất dễ bị tổn thương do 5 trong số 7 thể huyền phù dạng nước của bào tử dính. Chiết xuất từ nấm *M. anisopliae* là độc nhất, gây tỷ lệ tử vong khoảng 90%. Nấm entomopathogenic *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin đã được kết hợp với cây neem để chống lại *Bemisia tabaci*, bọ phấn trắng ở khoai lang. Sự kết hợp của nấm *B. bassiana* với cây neem đã làm cho tỷ lệ trứng và nhộng của *Bemisia tabaci* ở mức cao nhất và trị số LT50 thấp nhất. Vì vậy, cây neem đã được sử dụng cùng với thể huyền phù của nấm *B. bassiana* trong chương trình IPM chống bọ *B. tabaci*.

Nấm *Metarhizium anisopliae* gây bệnh cho côn trùng cũng được sử dụng để chống các loại muỗi *Aedes aegypti* và *Aedes albopictus* trưởng thành. Tuổi thọ của cả 2 loài muỗi nhiễm nấm này đã giảm mạnh so với muỗi khỏe mạnh. Kết quả nghiên cứu cho thấy cả 2 loài muỗi này rất dễ bị nhiễm nấm entomopathogenic.

Các chất kiểm soát sinh học từ nấm bao gồm 10 chất chiết xuất từ nấm *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* và *Paecilomyces fumosoroseus* đã được thử nghiệm sinh học về khả năng tiêu diệt trứng của ve nhện đỏ *Tetranychus cinnabarinus*. Kết quả thử nghiệm xác nhận hoạt tính diệt trứng của 3 loại nấm và gợi mở khả năng nghiên cứu tìm kiếm nhiều chất chiết xuất từ nấm có khả năng tiêu diệt trứng, được xem là chất kiểm

soát sinh học chống ve nhện đỏ như *T. cinnabarinus*. Hai chất chiết xuất từ nấm entomopathogenic là *Beauveria bassiana* SG8702 và *Paecilomyces fumosoroseus* Pfr153, cũng đã được phân tích sinh học về khả năng tiêu diệt trứng nhện *T. cinnabarinus*.

Nấm entomopathogenic (Hypocreales) đã được sử dụng để kiểm soát rầy phấn *Bactericera cockerelli* (Sulc) trong vùng dịch bệnh sọc vằn nâu (zebra chip) ở khoai tây. Nấm entomopathogenic cung cấp một thành phần có ích cho chiến lược IPM để kiểm soát *B. cockerelli* và các côn trùng khác gây hại cho khoai tây. Công thức thương mại của *Metarhizium anisopliae* và *Isaria fumosorosea* cũng như abamectin đã được xây dựng. Tất cả các phương pháp xử lý nấm đã giảm đáng kể thiệt hại cho cây trồng và các triệu chứng của bệnh sọc vằn nâu.

#### *b. Sử dụng thuốc trừ sâu vi sinh:*

Thuốc trừ sâu vi sinh có thể được sử dụng phổ biến và có giá thành rẻ hơn các phương pháp sinh học khác để kiểm soát dịch hại. Côn trùng có thể bị nhiễm nhiều loại vi khuẩn nhưng vi khuẩn thuộc chủng *Bacillus* thường được dùng làm thuốc trừ sâu. Một trong những chủng *Bacillus* gọi là Bt đã phát triển nhiều cơ chế phân tử để sản sinh độc tố diệt côn trùng; hầu hết độc tố được mã hóa bởi một số gen cry. Kể từ khi Bt được phát hiện vào năm 1901 như là thuốc diệt côn trùng vi sinh, nó đã được sử dụng phổ biến để kiểm soát dịch hại côn trùng trong ngành nông, lâm nghiệp và y tế. Đặc điểm chính của chủng khuẩn này là khả năng tổng hợp các protein chứa tinh thể gọi là protein dendotoxin hoặc cry có các đặc tính diệt côn trùng. Đến nay, hơn 100 loại thuốc diệt côn trùng sinh học có nguồn gốc Bt được dùng để chống bọ phấn, côn trùng 2 cánh và ấu trùng bọ cánh cứng. Ngoài ra, các gen mã hóa protein tinh thể diệt côn trùng đã được cấy thành công vào nhiều cây trồng khác nhau mang lại hiệu quả kinh tế to lớn. Do tính đặc thù và mức độ an toàn của chúng đối với môi trường, nên Bt và protein cry là những lựa chọn thay thế hiệu quả, an toàn và bền vững cho thuốc trừ sâu hóa học trong việc kiểm soát côn trùng gây hại. Độc tính của các protein cry trước đây được giải thích bằng sự hình thành của các lỗ hoặc rãnh ion qua màng tế bào, dẫn đến sự phá hủy của tế bào thẩm thấu. Ngoài ra, các đơn phân của gen cry cũng được xem là thúc đẩy tiêu diệt tế bào của côn trùng thông qua cơ chế đường tín hiệu denyl cyclase / PKA.

Bt là một trong những ví dụ thành công nhất về việc sử dụng vi sinh vật trong ngành công nghệ sinh học nông nghiệp với tỷ lệ sản phẩm dựa vào Bt chiếm khoảng 70% thị trường thuốc trừ sâu sinh học toàn cầu và sẽ tiếp tục là một trong những vũ khí sinh học quan trọng bảo vệ cây trồng khỏi dịch hại côn trùng. Vào cuối thế kỷ XX, doanh thu thuốc trừ sâu vi sinh trên toàn cầu chiếm khoảng 2% thị trường thuốc diệt côn trùng toàn cầu nhưng phần đóng góp của chúng trong thị trường thuốc trừ sâu vẫn tăng đều.

#### **2.2.2 Thuốc trừ sâu thảo mộc**

Phương thức để giảm sự tàn phá cây trồng do dịch hại động vật chân đốt ăn thực vật là biến đổi gen cây trồng để nó biểu hiện các gen mã hóa độc tố diệt côn trùng. Cây trồng biến đổi gen (GM) đã được sử dụng ngày càng phổ biến trong 11 năm qua. Cây trồng GM sở hữu 1 hoặc nhiều gen được cấy từ một loài khác.



Cây trồng GM biểu hiện nội độc tố  $\delta$  diệt côn trùng chiết xuất từ vi khuẩn Bt trong đất lần đầu tiên được thương mại hóa ở Hoa Kỳ vào năm 1996. Biểu hiện của các độc tố này giúp cây trồng GM chống lại sự tàn phá của côn trùng. Khả năng tiêu diệt nội độc tố Bt phụ thuộc nhiều vào môi trường kiếm trong ruột côn trùng, đặc trưng đảm bảo rằng các độc tố đó không hoạt động trong động vật có xương sống, đặc biệt là con người. Các protein này được sản xuất thương mại nhằm vào dịch hại của cây bông, thuốc lá, cà chua, khoai tây, ngô và lúa, đặc biệt mở rộng diện bao phủ bằng cách vươn tới các vị trí khó tiếp cận của cây trồng như lá. Nhiều chủng Bt, mỗi chủng lại có các protein cry khác nhau và hơn 60 protein cry đã được xác định. Hầu hết các giống ngô lai Bt biểu hiện protein Cry1Ab, còn một số giống biểu hiện protein Cry1Ac hoặc Cry9C, đều nhằm vào mục tiêu chống sâu đục thân ngô châu Âu (*Ostrinia nubilalis* Hubner) (Lepidoptera), dịch hại nguy hiểm của ngô ở Bắc Mỹ và châu Âu. Một số loại ngô lai mới biểu hiện protein Cry3Bb1 để chống dịch hại sâu ăn rễ ngô (*Diabrotica* spp.) (Coleoptera) phổ biến ở Bắc Mỹ. Cây bông biểu hiện protein Cry1Ac nhằm vào sâu đục quả bông (*Helicoverpa zea* Boddie) (Lepidoptera); khoai thể hiện Cry3A hoặc Cry3C để trừ dịch hại bọ khoai tây Colorado (*leptinotarsa decemlineata* Say) (Coleoptera); và protein Cry4 hướng vào một số bộ côn trùng hai cánh như ruồi *Lycoriella castanescens* Lengersdorf và muỗi *Culex pipiens* L.

### 2.2.3. Thuốc trừ sâu hóa sinh

a. *Các sản phẩm từ thực vật*: Sử dụng các sản phẩm từ thực vật hiện đang là một trong những phương thức quan trọng để bảo vệ cây trồng và môi trường khỏi tình trạng ô nhiễm thuốc trừ sâu trên toàn cầu.

**Bảng 6: Một số sản phẩm từ thực vật được đăng ký là thuốc trừ sâu sinh học**

Sản phẩm từ thực vật được sử dụng như thuốc trừ sâu sinh học	Dịch hại mục tiêu
Limonene và Linalool	Bọ chét, rệp và ve đều tiêu diệt kiến lửa, một số loại ruồi, ong bắp cày giấy và đế nhà
Neem	Nhiều loại côn trùng hút và nhai
Pyrethrum / Pyrethrins	Kiến, rệp, gián, bọ chét, ruồi và ve
Rotenone	Côn trùng ăn lá như rệp, một số loại bọ cánh cứng (ví dụ như bọ asparagus, bọ lá đậu, bọ khoai tây Colorado, bọ dưa chuột, bọ chét cánh cứng, bọ lá dâu tây...) và sâu bướm cũng như bọ chét và rận trên động vật.
Ryania	Sâu bướm (sâu đục thân ngô châu Âu, sâu tai và các loại khác) và bọ trĩ
Sabadilla	Rệp trên cây bí, rệp ở vệt harlequin, bọ trĩ, sâu bướm, bọ nhảy lá và bọ xít

Theo báo cáo, cây neem đứng đầu danh sách 2.400 loài cây có khả năng diệt côn trùng và được xem là nguồn thuốc trừ sâu sinh học thân thiện sinh thái đáng tin cậy nhất. Các sản phẩm từ cây neem tiêu diệt hiệu quả hơn 350 loài động vật chân đốt, 12 loài tuyến trùng, 15 loài nấm, 3 loại virus, 2 loài ốc sên và 1 loài giáp xác. Azadirachtin là thành phần hoạt chất chính được tách ra từ cây neem, có thể tác động đến sự biến thái của côn trùng. Chiết xuất kernel từ hạt neem (NSKE) được phát hiện thấy rất hiệu quả trong việc giảm quần thể ấu trùng *Helicoverpa armigera* gây thiệt hại cho đậu hời và đậu quả. Các công thức từ cây neem cũng tác động lớn đến trứng của ruồi giấm *Bactrocera zonata* (Saunders). Hơn 195 loài côn trùng bị ảnh hưởng bởi các chất chiết xuất từ cây neem và chúng sẽ kháng thuốc trừ sâu tổng hợp và được kiểm soát bởi các chất chiết xuất này. Lo ngại về việc sử dụng thuốc diệt côn trùng từ cây neem trên diện rộng có thể dẫn đến tình trạng các loài sâu hại kháng thuốc như với thuốc trừ sâu tổng hợp, vẫn chưa được xác nhận. Thuốc trừ sâu sinh học từ cây neem có thể ngấm qua rễ và bảo vệ thực vật chống dịch hại về lâu dài. Côn trùng thụ phấn, ong và các sinh vật có ích khác không bị ảnh hưởng bởi thuốc trừ sâu chiết xuất từ cây neem.

*b. Sử dụng pheromone trong quản lý dịch hại côn trùng:* Pheromone là hóa chất do các sinh vật sống tiết ra để truyền thông điệp đến các cá thể thường là khác giới trong cùng một loài. Các pheromone của hàng trăm loài côn trùng đã được giải thích về mặt hóa học, bao gồm pheromone của loài sâu bướm đêm.

Pheromone có thể được sử dụng kết hợp với bẫy (trap) để xác định những loại dịch hại côn trùng nào có mặt trong cây trồng và các biện pháp bảo vệ cây trồng hoặc hành động nào cần để giảm thiểu thiệt hại cho cây trồng. Nếu chất dẫn dụ tổng hợp này thu hút côn trùng đặc biệt hiệu quả và phạm vi quần thể rất thấp, thì phần nào hoạt động kiểm soát có thể được thực hiện bằng bẫy pheromone hoặc kỹ thuật “thu hút và tiêu diệt”. Nhìn chung, việc gián đoạn giao phối sẽ hiệu quả hơn. Pheromone tổng hợp đó giống phiên bản tự nhiên được giải phóng từ nhiều nguồn rải rác khắp trồng cần được bảo vệ.

Gián đoạn giao phối đã kiểm soát thành công một số loại dịch hại côn trùng. Hơn 20% người trồng nho ở Đức và Thụy Sĩ sử dụng kỹ thuật này để sản xuất rượu vang mà không dùng thuốc trừ sâu. Tại Hoa Kỳ, biện pháp này đã cho thấy phát huy hiệu quả ở loài sâu bướm đêm, bướm thuộc họ Pyralidae (navel orangeworm), sâu đục quả bông màu hồng (pink bollworm), sâu bướm quả phương Đông (Oriental fruit moth), sâu bướm nho châu Âu và bướm cây nho. Hơn 40% diện tích cây ăn quả ở miền Tây Hoa Kỳ được xử lý bằng phương pháp gián đoạn giao phối để kiểm soát sâu bướm. Những nỗ lực kiểm soát sâu đục quả hồng, *Pectinophora gossypiella* (Saunders), bằng biện pháp này bắt đầu với hexalure, chất thu hút giao phối vào đầu những năm 1970. Việc phát hiện ra pheromone của sâu đục quả bông màu hồng năm 1973 đã dẫn đến công thức thương mại thành công đầu tiên là năm 1978.

Phương pháp dựa vào chất ức chế đã được chứng minh có khả năng ngăn chặn sự phá hoại của bọ cánh cứng *Dendroctonus frontalis* Zimmermann trên cây thông. Loại bọ này sử dụng nhiều hóa chất truyền tin làm trung gian ở ạt tấn công vật chủ là cây thông. Hai

pheromone kết hợp là frontalin và trans-verbenol hoạt động điều khiển các con bọ cánh cứng khác phối hợp tấn công cây vật chủ cần thiết cho sự xâm chiếm thành công. Khi cây bị hạ gục, sẽ không cần đến bọ cánh cứng nữa và 2 pheromone kết hợp là endobrevicommin và verbenone được giải phóng để chuyển hướng bọ cánh cứng sang các cây khác

### 2.3. Hoạt động nghiên cứu và phát triển thuốc trừ sâu sinh học

Trong những năm, sự phát triển nhanh chóng của các kỹ thuật mới như sinh học phân tử, kỹ thuật di truyền, kỹ thuật protein và các kỹ thuật khác đã dần dần cải thiện hoạt động sản xuất thuốc trừ sâu sinh học, lĩnh vực có triển vọng ứng dụng mang lại lợi ích kinh tế-xã hội to lớn. Thuốc trừ sâu sinh học đã thu hút được sự quan tâm đặc biệt và trở thành trọng tâm nghiên cứu của các viện nghiên cứu và công ty công nghệ sinh học. Dưới đây là danh sách 11 viện nghiên cứu thuốc trừ sâu sinh học hàng đầu thế giới được xếp hạng thông qua phân tích thống kê số lượng bài báo của đơn vị đã được công bố mỗi năm cùng với số lần trích dẫn/bài báo/năm.

**Bảng 7: Danh sách 11 viện nghiên cứu thuốc trừ sâu sinh học hàng đầu thế giới giai đoạn 1996 - 2008**

Viện	Bài báo	Xếp hạng (%)	Bài báo/năm Giá trị trung bình $\pm$ sai số chuẩn	Tổng số trích dẫn	Trích dẫn/bài báo/năm Giá trị trung bình $\pm$ sai số chuẩn
Cơ quan nghiên cứu nông nghiệp Hoa Kỳ USDA	160	1 (5,4)	12,3 $\pm$ 1	1, 531	1,85 $\pm$ 0,2
Đại học California	56	2 (1,9)	4,3 $\pm$ 0,7	677	1,78 $\pm$ 0,3
Hội đồng nghiên cứu nông nghiệp Ấn Độ	50	3 (1,7)	3,8 $\pm$ 1,3	142	0,64 $\pm$ 0,5
Đại học Triết Giang, Trung Quốc	48	4 (1,6)	3,7 $\pm$ 1,2	269	0,73 $\pm$ 0,3
Hội đồng nghiên cứu khoa học và công nghiệp Ấn Độ (CSIR)	42	5 (1,4)	3,2 $\pm$ 1	488	2,56 $\pm$ 0,4
Viện hàn lâm khoa học Trung Quốc	39	6 (1,3)	3,0 $\pm$ 1,8	96	1,01 $\pm$ 0,4
Bộ nông nghiệp và thực phẩm Canada (Agriculture and Agri-Food Canada)	36	7 (1,2)	2,8 $\pm$ 0,4	207	1,23 $\pm$ 0,2
Công ty nghiên cứu nông nghiệp Embrapa, Braxin	32	8 (1,1)	2,5 $\pm$ 0,6	369	2,58 $\pm$ 1,6

Đại học California, Davis	31	9 (1,1)	2,4±0,5	287	1,42±0,3
Đại học Cornell	30	10 (1,0)	2,3±0,6	257	2,36±0,9
Đại học Florida	29	11 (1,0)	2,2±0,4	231	2,24±1,1

Trong bảng xếp hạng, vị trí thứ 2 thuộc về trường Đại học California. Hội đồng nghiên cứu nông nghiệp Ấn Độ (xếp thứ 3) và Hội đồng nghiên cứu khoa học và công nghiệp (thứ 5) là 2 viện nghiên cứu của Ấn Độ nằm trong danh sách các đơn vị dẫn đầu về nghiên cứu thuốc trừ sâu sinh học toàn cầu. Tuy nhiên, về chất lượng ấn phẩm nghiên cứu được đánh giá theo trị số tổng số trích dẫn thì Công ty nghiên cứu nông nghiệp Embrapa, Braxin dẫn đầu danh sách với 2,58 điểm theo sát là CSIR với 2,56 điểm. Điều đó thể hiện chất lượng nghiên cứu thuốc trừ sâu sinh học do Embrapa và CSIR thực hiện là tốt nhất trong số các viện nghiên cứu ở giai đoạn này. Đại học Cornell (2,36) và Đại học Florida (2,24) là 2 đơn vị nữa thực hiện nghiên cứu thuốc trừ sâu sinh học chất lượng cao.

Về xếp hạng các nước nghiên cứu thuốc trừ sâu hàng đầu thế giới (Bảng 8), trong giai đoạn 1996 - 2008, Hoa Kỳ là nước dẫn đầu với 863 bài báo, đứng thứ 2 là Ấn Độ với số bài báo ít hơn Hoa Kỳ 64%. Tuy nhiên, về chất lượng nghiên cứu, Thụy Sĩ vượt trội hơn các quốc gia này với giá trị trích dẫn/bài báo/năm là 3,1. Tiếp đến là Anh và Hà Lan với mỗi nước có tỷ lệ này là 2,9.

**Bảng 8: Danh sách 20 nước nghiên cứu thuốc trừ sâu hàng đầu thế giới giai đoạn 1996 - 2008**

STT	Quốc gia	Bài báo	Xếp hạng	Bài báo/năm Giá trị trung bình ± sai số chuẩn	Tổng số trích dẫn	Trích dẫn/bài báo/năm Giá trị trung bình ± sai số chuẩn
1.	Hoa Kỳ	863	1 (29,3)	66±3,1	11 313	2,4±0,2
2.	Ấn Độ	317	2 (10,8)	24±3,7	1 076	0,8±0,1
3.	Anh	240	3 (8,2)	18±1,8	4 043	2,9±0,3
4.	Trung Quốc	188	4 (6,4)	14±4,2	473	1,2±0,3
5.	Canada	174	5 (5,9)	13±1,5	1 285	1,6±0,2
6.	Đức	155	6 (5,3)	12±1,6	1 737	2,4±0,3
7.	Pháp	139	7(4,7)	11±1,3	1 824	2,5±0,3
8.	Ôxtrâyliá	117	8 (4,0)	9±1,1	1 161	2,0±0,3
9.	Tây Ban Nha	100	9 (3,4)	8±1,7	690	2,1±0,6
10.	Braxin	97	10 (3,3)	7±1,2	772	1,9±1,0

11.	Italia	90	11 (3,1)	7±1,6	522	1,4±0,3
12.	Nhật Bản	80	12 (2,7)	6±1,0	335	1,0±0,2
13.	Hà Lan	65	13 (2,2)	5±0,9	1 336	2,9±0,5
14.	Hàn Quốc	60	14 (2,0)	5±1,0	202	0,9±0,2
15.	Đan Mạch	57	15 (1,9)	4±1,1	530	1,5±0,3
16.	Thụy Sĩ	54	16 (1,8)	4±0,6	694	3,1±0,7
17.	Mêhicô	48	17 (1,6)	4±0,7	218	1,2±0,2
18.	Bi	38	18 (1,3)	3±0,8	382	2,8±0,9
19.	Thụy Điển	36	19 (1,2)	3±0,8	185	1,7±0,5
20.	Thổ Nhĩ Kỳ	31	20 (1,1)	2±0,5	197	1,1±0,7

Hoạt động nghiên cứu và ứng dụng thuốc trừ sâu sinh học đã được thực hiện khá hiệu quả, do đó, thuốc trừ sâu sinh học đã dần thay thế thuốc trừ sâu độc tính cao trên thị trường. Trong những năm gần đây, sản xuất thuốc trừ sâu hóa học đã giảm 2%/năm (Cheng et al., 2010), trong khi với thuốc trừ sâu sinh học tỷ lệ này đã tăng 20%/năm. Năm 2005, nhu cầu thuốc trừ sâu sinh học ở Trung Quốc là 145.000 tấn, trong khi tổng doanh thu đạt giá trị khoảng 0,8 - 1 tỷ Nhân dân tệ. Gần 122 thành phần hoạt tính thuốc trừ sâu hóa sinh đã được đăng ký với EPA bao gồm 18 chất thu hút thực vật, 20 chất điều tiết sinh trưởng của thực vật, 6 chất điều tiết sinh trưởng của côn trùng, 19 chất xua đuổi và 36 chất pheromone (Steinwand, 2008). Hoạt động nghiên cứu và ứng dụng thuốc trừ sâu sinh học tại quốc gia này bắt đầu từ những năm 1950. Năm 2006, Viện hàn lâm khoa học nông nghiệp đã thành công trong việc phát triển thuốc trừ sâu nano (< 100nm) có nguồn gốc thực vật với các lợi ích bảo vệ môi trường, hiệu quả cao và độc tính thấp, tác động trực tiếp đến các phương thức kiểm soát dịch hại (Gao, 2006). Thuốc diệt côn trùng Bt ở Trung Quốc chỉ chiếm 2% thị phần, thuốc diệt côn trùng virus sâu đục quả bông là 0,2% và thị phần của thuốc trừ sâu thực vật khoảng 0,5%. Theo dự báo, thuốc trừ sâu sinh học có thể thay thế hơn 20% thuốc trừ sâu hóa học trong 10 năm tới. Trung Quốc có hơn 30 viện nghiên cứu và doanh nghiệp thuốc trừ sâu sinh học với sản lượng hàng năm đạt gần 100.000 tấn. Ở Canada, từ năm 1972-2008, Cơ quan pháp qui quản lý dịch hại đã cho phép đăng ký 24 hoạt chất vi sinh với 83 công thức. Đa số các đăng ký (55/83) diễn ra từ năm 2000 và đầu năm 2008 có 10 sản phẩm mới (kết hợp các hoạt chất, chủng, công thức và phương thức sử dụng mới) được đánh giá, chủ yếu là thuốc trừ sâu B.t., thuốc trừ sâu thực vật (rotenone, saponin...), thuốc trừ sâu virus, thuốc trừ sâu nấm và thuốc trừ sâu điều tiết sinh trưởng của thực vật.

Đến năm 2009, trên toàn thế giới có khoảng 30 loại thuốc trừ sâu sinh học thương mại. Năm 1997, doanh thu của sản phẩm thuốc trừ sâu Bt đã đạt 984 triệu USD và đạt 3,6 tỷ

USD năm 2005. Năm 2006, các loại thuốc trừ sâu sinh học dẫn đầu toàn cầu là *B.t. CryF1*, *NRRL21882 (Aspergillus flavus)*, *Bacillus licheniformis chủng SB3086 (Wang, 2006)*. Trong giai đoạn đầu, một số loại thuốc trừ sâu sinh học được đăng ký tại các nước phát triển; chỉ có 16 loại được đăng ký ở châu Mỹ, trong khi 1090 sản phẩm được đăng ký vào cuối năm 2003 với doanh thu sản phẩm đạt gần 2,2 tỷ USD. Tính đến tháng 10 năm 2008, 327 thuốc trừ sâu sinh học được đăng ký ở Trung Quốc, chiếm 1,6% tổng sản phẩm thuốc trừ sâu đăng ký (Viện kiểm soát hóa chất nông nghiệp, Bộ nông nghiệp, 2008). Ở Ấn Độ, vào năm 2006, chỉ có 12 loại thuốc trừ sâu sinh học như *Bt*, *Trichoderma*, *Pseudomonas* và *Beauveria* đã được đăng ký, nhưng 194 chất được liệt vào danh sách thuốc trừ sâu hóa học. Nhật Bản đạt doanh thu thuốc trừ sâu sinh học hơn 9 triệu USD/năm. Từ tháng 1 đến tháng 11 năm 2008, ngành công nghiệp sản xuất thuốc trừ sâu hóa sinh và thuốc trừ sâu vi sinh ở Trung Quốc đã đạt tổng giá trị với mức 9,6 tỷ Nhân dân tệ, tăng 45,2% so với cùng thời kỳ năm trước đó. Tổng lợi nhuận đã đạt 624 triệu Nhân dân tệ, tăng 29,98%. Thuốc trừ sâu sinh học mới được sản xuất và đăng ký đã tăng với tốc độ 4%/năm và thị phần thuốc trừ sâu sinh học sẽ tăng 30%.

## **2.4. Thị trường thuốc trừ sâu sinh học toàn cầu**

### **2.4.1. Thương mại hóa thuốc trừ sâu sinh học**

Trên toàn thế giới, khoảng 1.400 sản phẩm thuốc trừ sâu sinh học đang được thương mại hóa. Hiện có 68 hoạt chất thuốc trừ sâu sinh học được đăng ký tại Liên minh châu Âu (EU) và 202 hoạt chất tại Hoa Kỳ. Thuốc trừ sâu sinh học của EU bao gồm 34 loại thuốc trừ sâu vi sinh, 11 loại thuốc trừ sâu sinh học và 23 loại hóa chất truyền tin, trong khi danh mục của Hoa Kỳ gồm có 102 loại thuốc trừ sâu vi sinh, 52 loại thuốc trừ sâu hóa sinh và 48 loại hóa chất truyền tin. Các sản phẩm thuốc trừ sâu sinh học này chỉ chiếm 2,5% thị trường thuốc trừ sâu. Theo ước tính, khu vực thuốc trừ sâu sinh học hiện có tốc độ tăng trưởng trong vòng 5 năm ở mức 16% (trong khi thuốc trừ sâu tổng hợp chỉ là 3%) được kỳ vọng đến năm 2017 sẽ mang lại cho thị trường toàn cầu giá trị 10 tỷ USD. Tuy nhiên, thị trường thuốc trừ sâu sinh học cần phát triển mạnh hơn nữa mới phát huy được hết vai trò giảm sự phụ thuộc quá nhiều vào thuốc trừ sâu hóa học tổng hợp.

Các công ty chỉ phát triển sản phẩm thuốc trừ sâu sinh học nếu điều đó mang lại lợi nhuận. Tương tự như vậy, người nông dân có quyết định áp dụng công nghệ mới hay không phụ thuộc vào so sánh chi phí - lợi ích của lợi nhuận thu được giữa việc áp dụng công nghệ mới với công nghệ cũ. Một số đặc trưng của nền kinh tế nông nghiệp gây khó khăn cho các công ty trong việc đầu tư phát triển sản phẩm thuốc trừ sâu mới, đồng thời làm cho nông dân khó chấp nhận công nghệ mới:

*Thiếu lợi nhuận từ các sản phẩm của thị trường ngách* (phân khúc thị trường có tính chuyên biệt cao). Nhiều loại thuốc trừ sâu sinh học có tính chọn lọc cao. Ví dụ, thuốc diệt côn trùng sinh học dựa vào virus baculo như CpGV, thường chọn lọc chỉ một hoặc một số loài côn trùng. Loại thuốc trừ sâu sinh học này mang lại lợi ích to lớn vì không gây hại các thiên địch và đời sống hoang dã khác, nhưng lại có nghĩa đây là sản phẩm của thị trường

ngách với tiềm năng lợi nhuận thấp.

*Chi phí cố định.* Vì thuốc trừ sâu hóa học thông thường được sử dụng rất phổ biến, do vậy, chi phí cố định có liên quan được phân bổ cho nhiều đối tượng sử dụng và chỉ chiếm một phần nhỏ tổng chi phí kiểm soát dịch hại. Người nông dân có ít kiến thức kiểm soát hiệu quả dịch hại bằng thuốc trừ sâu hơn so với bằng các phương pháp như kiểm soát sinh học. Các đối tượng sử dụng thuốc trừ sâu sinh học phải gánh chi phí cố định cho việc sử dụng thuốc ở mức cao, trong khi chi phí chỉ giảm nếu công nghệ được áp dụng rộng rãi hơn, do đó, gây bất lợi cho những người sử dụng ban đầu.

*Lo ngại rủi ro của nông dân.* Đối với cây ăn quả và rau, hình thức bên ngoài bắt mắt cũng quan trọng như sản lượng khi đề cập đến khả năng sinh lợi. Rủi ro của việc sản xuất các cây trồng khó thương mại ở mức cao, khiến người nông dân không ủng hộ các công nghệ bảo vệ cây trồng mới chưa được thử nghiệm. Vì thuốc trừ sâu thông thường là biện pháp chính để bảo vệ cây trồng trong hơn 50 năm qua, nên kinh nghiệm phong phú khiến nông dân tin tưởng vào hiệu quả của thuốc. Người nông dân đã đạt đến quy mô kinh tế trong việc sử dụng thuốc trừ sâu là kết quả của quá trình tích lũy thông qua thực hành. Trái lại, kinh nghiệm thực tế về các công nghệ kiểm soát dịch hại tổng hợp bằng phương pháp sinh học còn hạn chế, gây ra tâm lý lo ngại của nông dân.

*Các phương pháp IPM.* Các phương pháp IPM khác nhau được áp dụng kết hợp như một “gói công nghệ”. Nếu một người nông dân muốn chuyển đổi từ chỉ sử dụng thuốc trừ sâu hóa học để kiểm soát dịch hại sang IPM, người đó sẽ phải quyết định sử dụng kết hợp những phương pháp nào. Số lượng gói công nghệ tiềm năng được lựa chọn phụ thuộc vào các phương pháp: với 3 phương pháp IPM có tổng số 7 gói công nghệ khác nhau; với 4 phương pháp có 11 gói công nghệ khác nhau hoặc hơn thế. Việc lựa chọn gói công nghệ hiệu quả nhất trong những trường hợp này đang đặt ra thách thức to lớn. Lựa chọn thực tế duy nhất là tạo ra thêm một gói công nghệ. Ở nơi một gói công nghệ đã hình thành, người nông dân phải cân nhắc lợi ích của việc thông qua phương pháp IPM mới trên cơ sở của gói công nghệ hiện có. Người nông dân mong muốn sử dụng ít phương pháp nhất nhưng đạt hiệu quả tối đa. Phương pháp mới nên được bổ sung vào gói công nghệ hiện có hay sử dụng để thay thế phương pháp cũ? Trong một số trường hợp, có thể thay thế thuốc trừ sâu hóa học tổng hợp thông thường bằng thuốc trừ sâu sinh học mà không làm xáo trộn hệ thống IPM hiện hành (như trường hợp sử dụng *B. bassiana* để kiểm soát nhện đỏ trong nhà kính IPM). Trong trường hợp này, công nghệ thuốc trừ sâu sinh học mới có thể được áp dụng nhanh chóng và dễ dàng. Tuy nhiên, phương pháp IPM có thể cùng hợp lực, như vậy, một phương pháp trong gói công nghệ này sẽ cải thiện hiệu quả trong các gói công nghệ khác. Điều này có lợi cho IPM, nhưng sự phụ thuộc lẫn nhau giữa các phương pháp như vậy có thể gây khó khăn cho việc thay thế bằng các công nghệ mới.

Các yếu tố này có nghĩa là sử dụng thuốc trừ sâu hóa học tổng hợp thông thường theo lịch trình năm có thể khó thay thế bằng các phương pháp IPM như thuốc trừ sâu sinh học. Do đó, việc kiểm soát dịch hại bằng hóa chất bị “mắc kẹt” trong hệ thống cho đến khi ngừng phát huy hiệu quả, chẳng hạn như nếu hiện tượng kháng thuốc trừ sâu trở nên phổ

biến như trong ngành công nghiệp cây trồng nhà kính. Sự mắc kẹt đó còn có nghĩa là việc áp dụng các công nghệ mới sẽ hướng tới các phương pháp gần giống công nghệ thuốc trừ sâu cũ. Trong trường hợp của thuốc trừ sâu sinh học, cho đến nay nhiều sản phẩm đã được ứng dụng thành công nhất như Bt rất giống thuốc trừ sâu hóa học. Mô hình hóa học về sự phát triển của thuốc trừ sâu sinh học đã khiến các công ty bỏ qua đặc điểm sinh học có lợi của thuốc trừ sâu sinh học (như khả năng các tác nhân vi sinh sinh sôi trong quần thể vật chủ) và chú trọng sử dụng thuốc trừ sâu sinh học thay cho thuốc trừ sâu hóa học dẫn đến những kỳ vọng phi thực tế về hiệu quả.

Thuốc trừ sâu hóa học vẫn đang và sẽ là một phương thức quan trọng để bảo vệ cây trồng. Khi thuốc trừ sâu được sử dụng hợp lý, chúng có thể kiểm soát dịch hại hiệu quả mà gây rất ít tác dụng phụ. Do đó, việc sử dụng ở mức độ vừa phải thuốc trừ sâu hóa học trong khuôn khổ IPM nên được phát huy để giảm thiểu sự phát triển khả năng kháng thuốc trong quần thể dịch hại mục tiêu. Tuy nhiên, IPM chỉ phát huy hiệu quả nếu người nông dân được tiếp cận với một loạt phương pháp bảo vệ cây trồng cùng với kiến thức về cách kết hợp chúng với nhau.

#### ***2.4.2. Rào cản pháp lý đối với thương mại hóa thuốc trừ sâu sinh học***

Thuốc trừ sâu sinh học bao gồm các thực thể có sự thay đổi rõ nét đặc trưng cơ bản như thành phần, phương thức hoạt động, vòng đời và hành vi trong môi trường,.. Thuốc trừ sâu sinh học được Chính phủ các nước phân loại theo mục đích điều tiết hoạt động cấp phép và sử dụng. Các quy định này được áp dụng trước hết để bảo vệ an toàn cho con người và môi trường; thứ hai là để mô tả đặc điểm của các sản phẩm và đảm bảo rằng nhà sản xuất cung cấp thuốc trừ sâu sinh học có chất lượng phù hợp và đáng tin cậy. EU cũng quy định về việc định lượng và chứng minh hiệu quả của sản phẩm thuốc trừ sâu sinh học để hỗ trợ yêu cầu về dán nhãn. Chỉ các sản phẩm thuốc trừ sâu sinh học đã cấp phép mới có thể được sử dụng hợp pháp để bảo vệ cây trồng.

Hướng dẫn của OECD nêu rõ, thuốc trừ sâu sinh học chỉ được cấp phép nếu nó gây rủi ro thấp nhất hoặc không gây rủi ro. Ví dụ, theo hướng dẫn của OECD về thuốc trừ sâu sinh học vi sinh, vi sinh vật và các chất chuyển hóa của nó không gây lo ngại về khả năng gây bệnh hoặc độc tính cho động vật có vú và các sinh vật không chủ đích có thể sẽ phơi nhiễm với sản phẩm vi sinh này; vi sinh vật không sản sinh độc tố gây ảnh hưởng đến gen; tất cả các chất phụ gia trong sản phẩm vi sinh và trong các công thức cuối cùng có độc tố thấp nên ít tiềm năng gây nguy hiểm đến sức khỏe con người hoặc môi trường. Gói dữ liệu về đăng ký thuốc trừ sâu sinh học mà cơ quan quản lý cần thường ở dưới dạng sửa đổi của một danh mục đã được áp dụng cho thuốc trừ sâu hóa học thông thường và được cơ quan quản lý sử dụng để đánh giá rủi ro. Nó bao gồm thông tin về phương thức hoạt động, đánh giá độc tính và độc tính sinh thái... Thông tin này có giá trị với các công ty sản xuất và có thể cản trở thương mại hóa thuốc trừ sâu sinh học thông thường là sản phẩm của thị trường ngách. Do đó, thách thức đối với cơ quan quản lý là áp dụng hệ thống phù hợp với thuốc trừ sâu sinh học để đảm bảo độ an toàn và tính nhất quán, nhưng không cản trở hoạt động thương mại hóa.



Quyết định cấp phép cho một sản phẩm thuốc trừ sâu sinh học được đưa ra dựa vào ý kiến của các chuyên gia. Khi các cơ quan quản lý thiếu chuyên môn về thuốc trừ sâu sinh học, họ có xu hướng trì hoãn đưa ra quyết định và yêu cầu người xin cấp phép cung cấp thêm dữ liệu. Cũng có khi cơ quan quản lý sử dụng mẫu đăng ký thuốc trừ sâu hóa học để yêu cầu cung cấp thông tin không phù hợp. Một số cơ quan quản lý như ở Anh thừa nhận đã xây dựng hệ thống quản lý thuốc trừ sâu sinh học dựa trên mô hình thuốc trừ sâu hóa học là một rào cản thương mại hóa thuốc trừ sâu sinh học.

*Luật mới của EU.* Năm 2009, EU đã thông qua một gói các giải pháp pháp lý về IPM bao gồm Chỉ thị khung về sử dụng bền vững thuốc trừ sâu (EU DG môi trường). Các nguyên tắc IPM không bắt buộc cho đến năm 2014, nhưng các nước thành viên được khuyến khích áp dụng các chương trình phát triển nông thôn để hỗ trợ tài chính giúp nông dân thực hiện IPM trước thời hạn này. Ngoài ra, EU còn đưa ra quy định về căn bản sửa đổi luật BVTN đề cập trong Chỉ thị 381 91/414. Chỉ thị này cung cấp cho một hệ thống quy định hai cấp liên quan đến Cộng đồng châu Âu và các nước thành viên. Tuy nhiên, giữa các nước thành viên không có sự thừa nhận lẫn nhau, làm suy giảm hoạt động của thị trường nội địa EU và cản trở sự phát triển của thuốc trừ sâu sinh học và các sản phẩm mới khác. Một trong những giải pháp được đưa ra là phân chia châu Âu thành các khu vực có khí hậu tương đồng (khu vực sinh thái) ở đó việc đăng ký trong một nước thành viên sẽ tạo thuận lợi cho hoạt động đăng ký trong các nước khác cùng khu vực. Đề xuất này gây nhiều tranh cãi trong quá trình thông qua dự luật, nhưng cuối cùng đã được thống nhất trong các khu vực Bắc, Trung và Nam Âu.

#### **2.4.3. Xu hướng phát triển thị trường thuốc trừ sâu sinh học**

Thuốc trừ sâu sinh học được sử dụng trên toàn cầu để kiểm soát côn trùng gây hại và dịch bệnh. Thuốc diệt côn trùng sinh học, thuốc diệt nấm sinh học và thuốc diệt giun tròn sinh học đang thúc đẩy nhanh chóng sự phát triển của các phân khúc thị trường và được kỳ vọng sẽ làm tăng nhu cầu thuốc trừ sâu sinh học trong tương lai. Trên toàn cầu, 175 thành phần hoạt tính của thuốc trừ sâu sinh học được đăng ký và 700 sản phẩm thuốc trừ sâu sinh học đã có mặt trên thị trường. Thị trường thuốc trừ sâu sinh học toàn cầu năm 2011 đạt trị giá 1,3 tỷ USD và dự báo sẽ nâng lên mức 3,2 tỷ USD vào năm 2017. Nhu cầu sản phẩm cây trồng không chứa dư lượng thuốc trừ sâu là một trong những động lực chính thúc đẩy thị trường thuốc trừ sâu sinh học. Thị trường thực phẩm hữu cơ đang lớn mạnh và thủ tục đăng ký dễ dàng hơn so với thuốc trừ sâu hóa học cũng là những yếu tố quan trọng khác thúc đẩy sự phát triển thị trường thuốc trừ sâu sinh học. Bắc Mỹ thống trị thị trường thuốc trừ sâu sinh học toàn cầu và năm 2011, khu vực này đã đáp ứng khoảng 40% nhu cầu thuốc trừ sâu sinh học toàn cầu. Giá trị của thị trường thuốc trừ sâu sinh học ở Hoa Kỳ đạt mức khoảng 205 triệu USD và đến năm 2020 sẽ tăng lên gần 300 triệu USD. Thị trường thuốc trừ sâu sinh học châu Âu ước tính đạt mức gần 200 triệu USD, nhưng do các quy định nghiêm ngặt và nhu cầu từ các nhà sản xuất hữu cơ gia tăng, nên thị trường thuốc trừ sâu của khu vực này sẽ có tốc độ tăng trưởng nhanh nhất. Thị trường châu Á có cơ hội tốt để phát triển thuốc trừ sâu sinh học vì Trung Quốc và Ấn Độ sử dụng

ngày càng nhiều thuốc trừ sâu sinh học. Ở Ấn Độ, thuốc trừ sâu sinh học chỉ chiếm 4,2% thị trường thuốc trừ sâu toàn cầu và trong những năm tới, tỷ lệ tăng trưởng ấn tượng ở mức khoảng 10%. Tuy nhiên, chỉ 15 loại thuốc trừ sâu được đăng ký theo Đạo luật thuốc diệt côn trùng năm 1968 (cũng như Đạo luật thuốc diệt côn trùng năm 2008). Thuốc trừ sâu được chế từ cây Neem, Bt, virus Polyhedrosis và Trichoderma nằm trong số các loại thuốc trừ sâu sinh học chủ yếu được sản xuất và sử dụng ở Ấn Độ, mặc dù cho đến nay có tổng số 227 loại thuốc trừ sâu đã được đăng ký.

### **III. HƯỚNG DẪN CỦA FAO VỀ QUY ĐỊNH ĐĂNG KÝ THUỐC TRỪ SÂU SINH HỌC, QUY ĐỊNH CỦA EU VÀ OECD**

#### **3.1. Quản lý đăng ký thuốc trừ sâu sinh học**

Thuốc trừ sâu sinh học được quan tâm như những tác nhân IPM, chúng thường được áp dụng như những công cụ bổ sung. Chúng là một bộ phận tự nhiên của hệ sinh thái cây trồng nhưng cần có sự phát tán và ứng dụng nhân tạo để phát huy hiệu quả như tác nhân bảo vệ cây trồng. Chính vì điều này, thuốc trừ sâu sinh học rất khác so với hầu hết các loại thuốc trừ sâu hóa học, là những hóa chất độc hại, sự tồn tại của chúng trong hệ sinh thái là hoàn toàn xa lạ và vì thế đòi hỏi phải khảo sát kỹ lưỡng để đảm bảo việc sử dụng chúng không gây hậu quả có hại đối với môi trường hay sức khỏe.

Thuốc trừ sâu hóa học tác động hóa học đến sinh vật hại mục tiêu và mặc dù các loại thuốc trừ sâu mới thường có xu hướng đặc hiệu hơn, nhưng thuốc trừ sâu nhìn chung có đặc điểm là phạm vi tác động độc chất của chúng rất rộng, thường tác động đến nhiều loại côn trùng khác nhau và bao gồm cả các loài tự nhiên quan trọng như động vật chân đốt và các loài ký sinh. Trong khi thuốc trừ sâu sinh học chủ yếu là những tác nhân gây bệnh, tiêu diệt vật chủ bằng cách lây nhiễm và có tính đặc thù cao đối với các loài gây hại.

Thuốc trừ sâu sinh học được coi là có lợi hơn thuốc trừ sâu hóa học thông thường do chúng ít độc hại hơn đối với người và động vật cũng như ít ảnh hưởng đến động vật hoang dã và môi trường. Thuốc trừ sâu sinh học có thể thay thế cho thuốc trừ sâu thông thường và điều này ngày càng trở nên cần thiết bởi nhiều loại thuốc trừ sâu thông thường đang bị thu hồi hoặc bị cấm do tác dụng phụ của chúng. Thuốc trừ sâu sinh học thường chỉ tác động đến sâu hại mục tiêu và các sinh vật họ hàng gần, trái ngược với phạm vi rộng mà thuốc trừ sâu thông thường có thể có ảnh hưởng đến các loài sinh vật khác nhau như chim, côn trùng và các loài động vật có vú. Thuốc trừ sâu sinh học có hiệu quả cao với số lượng rất nhỏ và thường phân hủy nhanh chóng, do đó dẫn đến phơi nhiễm thấp hơn và tránh được những tác động ô nhiễm phát sinh. Khi được sử dụng như một thành phần trong các chương trình IPM, thuốc trừ sâu sinh học có thể làm giảm đáng kể việc sử dụng các loại thuốc trừ sâu thông thường, trong khi vẫn duy trì được năng suất cây trồng cao. Tuy nhiên, để sử dụng thuốc trừ sâu sinh học hiệu quả, người dùng cần phải hiểu biết về kiểm soát dịch hại.

Hầu hết các nước đều có hoặc đang phát triển các hệ thống quản lý đối với thuốc trừ sâu

để đảm bảo rằng thuốc trừ sâu được sử dụng một cách hiệu quả và an toàn, đặc biệt với vai trò như một phần trong chương trình IPM. Hoạt động đăng ký là phần cốt lõi của các hệ thống quản lý để đảm bảo chỉ có thuốc trừ sâu đã được cấp phép mới có thể sử dụng và việc sử dụng đó phải tuân theo các hướng dẫn đã phê chuẩn và các sản phẩm được coi là có rủi ro nguy hiểm quá lớn sẽ bị cấm. Đăng ký cũng là công cụ để đảm bảo chất lượng của các sản phẩm đã được phê duyệt và tránh sử dụng thuốc trừ sâu giả. Khía cạnh chất lượng đặc biệt quan trọng đối với các sản phẩm kiểm soát sinh học bởi vì nông dân và các nhóm cộng đồng được khuyến khích phát triển nguyên liệu sử dụng tại chỗ. Kinh nghiệm ở một số nước đang phát triển chỉ ra rằng, nơi nào không áp dụng đăng ký một số loại thuốc trừ sâu sinh học do có rủi ro thấp, nông dân có thể được cung cấp nguyên liệu kém chất lượng do không đủ trình độ năng lực sản xuất hoặc có thể do gian lận.

Quản lý đăng ký thuốc trừ sâu sinh học thường đặt ra thách thức lớn đối với các cơ quan quản lý, bởi việc đánh giá chúng đòi hỏi các trình độ chuyên môn khác so với các loại thuốc trừ sâu hóa học. Các cơ quan quản lý đăng ký thường bao gồm đội ngũ nhân viên là các nhà khoa học có kinh nghiệm chuyên môn về các lĩnh vực hóa chất và độc hại hóa học. Để giải quyết các vấn đề liên quan đến thuốc trừ sâu sinh học, một số kinh nghiệm chuyên môn về sinh thái học vi sinh, vi khuẩn học, virus học và nguyên sinh động vật học là cần thiết để hiểu được bản chất sinh học của các tác nhân cụ thể và đánh giá các vấn đề then chốt về an toàn và tác động môi trường. Vì vậy, các cơ quan quản lý được khuyến cáo là nên tuyển dụng các nhà khoa học có kinh nghiệm chuyên môn vững vàng trong các lĩnh vực mới này để tạo điều kiện thúc đẩy công tác đăng ký.

Đối với việc đăng ký thuốc trừ sâu hóa học, một gói dữ liệu đạt chuẩn về tính hiệu lực và độ an toàn được xác định để đánh giá giá trị và độ an toàn của một sản phẩm mới. Một bộ hồ sơ đăng ký đầy đủ là tài liệu quan trọng, trong đó thường yêu cầu các dữ liệu đánh giá độ an toàn môi trường, độc chất học, độc học sinh thái. Thậm chí ngay cả một biên bản độc tính độ 1 cũng yêu cầu một gói tối thiểu các xét nghiệm độc hại cấp tính với chi phí ở một số nước có thể lên đến 150.000 USD (EPA, 1996). Nhìn chung, các công ty thuốc trừ sâu sinh học thường là các doanh nghiệp nhỏ với mục tiêu phát triển các sản phẩm của thị trường ngách, vì vậy việc áp đặt chi phí đăng ký thuốc trừ sâu nói chung đối với thuốc trừ sâu sinh học có thể là một trở ngại quan trọng cho việc đăng ký các sản phẩm mới.

Việc tiến hành các nghiên cứu rộng và tốn kém về độ an toàn là điều rõ ràng nên làm khi cân nhắc việc sử dụng rộng rãi trong môi trường một phân tử hóa học mới lạ. Tuy nhiên, có nhiều trường hợp cần cân nhắc trước khi tiến hành nghiên cứu, ví dụ như việc đăng ký một tác nhân gây bệnh là một bộ phận tự nhiên của hệ sinh thái nông nghiệp có thể là điều không cần thiết. Thuốc trừ sâu sinh học như virus NPV (nucleopolyhedroviruses) là những tác nhân gây bệnh nhằm vào các côn trùng gây hại và không lây nhiễm sang các côn trùng không chủ đích. Chúng đã được biết đến hơn 100 năm nay và việc xét nghiệm an toàn rộng rãi chưa bao giờ phát hiện thấy tác động nào có hại. Việc lặp lại những nghiên cứu về an toàn và tác động phi mục tiêu đối với các nhóm tác nhân gây bệnh đã được hiểu rõ như virus NPV là điều bất hợp lý. Việc xem xét các dữ liệu an toàn sẵn có

đối với các loại thuốc trừ sâu sinh học khác cũng có thể dẫn đến một quan điểm tương tự liên quan đến một số nhóm tác nhân gây bệnh.

Chi phí đăng ký là một vấn đề then chốt. Việc áp dụng cứng nhắc hệ thống đăng ký thuốc trừ sâu nói chung đối với thuốc trừ sâu sinh học được coi là một trở ngại lớn và không cần cho sự phát triển thuốc trừ sâu sinh học. Điều này sẽ khiến nông dân từ chối tiếp cận với một nguồn kiểm soát dịch hại tự nhiên có giá trị. Thuốc trừ sâu sinh học có đặc điểm là được phát triển bởi các doanh nghiệp nhỏ và vừa, nên vẫn còn thiếu các nguồn lực tài chính so với các công ty hóa chất đa quốc gia. Thuốc trừ sâu sinh học lại thường là các sản phẩm của thị trường ngách có mục tiêu là vật chủ mang tính đặc thù cao, không giống như hầu hết các loại thuốc trừ sâu hóa học khác, được phát triển từ một phân tử đơn mới để kiểm soát nhiều loại côn trùng. Do đó, việc áp dụng chi phí đăng ký đối với thuốc trừ sâu hóa học có khả năng sinh lợi cao cho thuốc trừ sâu sinh học có thể là một trở ngại quan trọng đối với việc thương mại hóa thuốc trừ sâu sinh học.

Những quy định quản lý không phù hợp và không cần thiết, gây tổn kém cũng là hành động gây cản trở việc đăng ký và chấp nhận thuốc trừ sâu sinh học. Việc tiếp cận thuốc trừ sâu sinh học đang ngày càng trở thành một vấn đề quan trọng trong nông nghiệp, khi mà luật pháp quy định về mức dư lượng tối đa (MRL) đang hạn chế hoặc cấm sử dụng nhiều loại thuốc trừ sâu hóa học. Thuốc trừ sâu sinh học không có MRL nhất thiết trở thành một công cụ quan trọng trong việc sản xuất các sản phẩm mới đáp ứng các giới hạn MRL để có thể sản xuất và xuất khẩu sang các nước EU và OECD. Ngành nông nghiệp tại các nước có hệ thống đăng ký dễ dàng phù hợp với các loại thuốc trừ sâu sinh học mới rõ ràng, sẽ có lợi thế cạnh tranh hơn so với các nước có các hệ thống đăng ký không khuyến khích việc đăng ký sản phẩm. Vấn đề này sẽ không chỉ ảnh hưởng đến các sản phẩm thực phẩm, ví dụ lo ngại về an toàn đối với những người chơi hoa cũng có thể dẫn đến những giới hạn lớn về dư lượng thuốc trừ sâu cho phép trên hoa xuất khẩu đi các nước.

Mục tiêu chính của quy định và đăng ký là bảo vệ sức khỏe con người và bảo vệ vật nuôi, động vật hoang dã và môi trường. Ngoài ra, việc đăng ký còn nhằm bảo vệ hoạt động thương mại và buôn bán theo đúng luật bằng cách đảm bảo sự hiện diện các sản phẩm thương mại hữu ích, trong khi cũng đảm bảo các quy định đúng đắn và các thủ tục minh bạch. Chính vì thế ở đây có một cân bằng động giữa sự cần thiết đảm bảo an toàn và đồng thời thúc đẩy việc chấp nhận các công nghệ mới an toàn hơn. Tuy nhiên, điều này có thể giải quyết bằng cách tiếp cận thích hợp và tạo điều kiện cho đăng ký. Cơ quan EPA (Hoa Kỳ) đi đầu trong việc phát triển thủ tục đăng ký nhanh sử dụng xét nghiệm tier và không sử dụng hồ sơ để làm giảm thời gian và chi phí đăng ký thuốc trừ sâu sinh học.

### **3.2. Hệ thống quản lý của EU về thuốc trừ sâu sinh học**

Hệ thống luật pháp quy định về thuốc trừ sâu sinh học của châu Âu có đặc điểm lịch sử như sau:

1993 - Chỉ thị 91/414/EEC là dự luật được áp dụng cho tất cả các nước thành viên EU quy định về hoạt động thương mại và cấp phép đối với tất cả các sản phẩm bảo vệ thực

vật. Chỉ thị này đưa ra một danh sách các hoạt chất được phép đưa vào sử dụng trong các sản phẩm bảo vệ thực vật (Phụ lục I) và đặt ra các yêu cầu đối với hồ sơ đăng ký các hoạt chất mới và các sản phẩm bảo vệ thực vật mới (Phụ lục II). Trong cả hai tài liệu này đều phân biệt rõ giữa các hóa chất (phần A) với các vi sinh vật và virus (phần B).

1996 - Khảo sát của OECD về các quy định đối với thuốc trừ sâu sinh học.

1998 - Hội thảo EU cho rằng cách tiếp cận vi sinh là cần thiết đối với thuốc trừ sâu sinh học.

2001 - Kể từ năm này, xuất phát từ thực tế được công nhận rằng các tác nhân vi khuẩn hoạt động theo các cách rất khác so với các thành phần hoạt tính hóa học, vì vậy các yêu cầu dữ liệu đối với thuốc trừ sâu sinh học đã được áp dụng. Những thay đổi đối với Chỉ thị 91/414/EEC được đưa vào Chỉ thị 2001/36/EC. Chỉ thị này thay thế Phần B trong hai phụ lục II và III bằng cách đưa ra các yêu cầu dữ liệu cụ thể đối với các vi khuẩn. Trong đó bao gồm quy định về nhận dạng cụ thể vi sinh vật, các tính chất sinh học, tác động đến các sinh vật chủ đích và không chủ đích, tác động đến sức khỏe vật nuôi và người, tính ổn định và khả năng sinh ra các độc tố.

2003-04 - Chỉ thị 91/414/EEC sửa đổi đã được thông qua vào năm 2004 thống nhất tất cả các tài liệu hướng dẫn và các Chỉ thị bổ sung. Nó cũng bao gồm cả các sáng kiến OECD nhằm hài hòa các văn kiện và yêu cầu dữ liệu.

Các hạng mục thuốc trừ sâu sinh học thuộc diện quản lý:

- Hóa sinh
- Hóa chất truyền tin
- Vi sinh vật và virus
- Nguồn gốc động vật (macro-organism)

Bảng 9 dưới đây mô tả các hạng mục thuốc trừ sâu sinh học và các yêu cầu dữ liệu hiện tại cần thiết tuân theo Chỉ thị 91/414/EEC, bên cạnh đó là tóm tắt các vấn đề cần tiến hành thảo luận cho những sửa đổi Chỉ thị trong tương lai.

**Bảng 9: Các loại thuốc trừ sâu sinh học và các yêu cầu dữ liệu cần thiết để cấp phép và thương mại tuân theo Chỉ thị 91/414/EEC và các sửa đổi trong tương lai.**

<b>Loại thuốc trừ sâu sinh học</b>	<b>Mô tả theo Chỉ thị 91/414/EEC</b>	<b>Các yêu cầu dữ liệu thêm vào phụ lục</b>	<b>Các vấn đề đang được thảo luận cho những sửa đổi trong tương lai</b>
Sinh hóa (Các chiết xuất từ thực vật, hóa chất xuất hiện tự nhiên, chất kích thích sinh học (plant strengtheners))	Hóa chất	Phụ lục IIA (Hoạt chất) Phụ lục IIIA (chế phẩm)	Giảm các yêu cầu dữ liệu và xác định các phương thức hành động.

Hóa chất truyền tin (gồm các hóa chất tác động đến hành vi của côn trùng: pheromones, allomones, kairomones)	Hóa chất	Phụ lục IIA (Hoạt chất) Phụ lục IIIA (Chế phẩm)	OECD đã công bố các yêu cầu dữ liệu với tập hợp dữ liệu đã được giảm thiểu.
Vi sinh vật và virus	Các thực thể có thể phát triển và tồn tại độc lập nằm trong phạm vi Chỉ thị 91/414/EEC	Các yêu cầu dữ liệu đặc biệt được công bố trong Chỉ thị sửa đổi số 2001/36/EC. Phụ lục IIB (vi sinh vật hoạt tính) Phụ lục IIIB (chế phẩm)	"Các nguyên tắc thông nhất" bao gồm các tiêu chuẩn minh bạch về việc chấp nhận hồ sơ về các sản phẩm bảo vệ thực vật có chứa vi sinh vật.
Nguồn gốc động vật	Không quy định theo Chỉ thị 91/414/EEC	Tuân theo các quy định về phát tán vào môi trường	Tuân theo quy định của FAO về tiến hành phát tán các chất phân tách ngoại lai (exotic isolates)

### *Hệ thống 91/414 châu Âu*

Chỉ thị 91/414 là sự khởi đầu mới đối với Cộng đồng châu Âu theo nhiều khía cạnh. Đây là một trong số những quy định pháp lý quan trọng dự đoán trước không chỉ nguyên tắc lệ thuộc, mà còn cả nguyên tắc phòng ngừa. Các thủ tục cơ bản vẫn giữ nguyên theo COD 2006/136, nhưng có một số chỉnh sửa quan trọng. Quá trình đăng ký được chia thành hai phần: Phụ lục 1 bao gồm các hoạt chất và sự cho phép các sản phẩm bảo vệ thực vật của các nước thành viên. Doanh nghiệp đệ trình một hồ sơ mở rộng, bao gồm tất cả các thông tin liên quan đến hoạt chất và ít nhất là một sản phẩm đại diện. Hồ sơ được gửi đến một cơ quan có nhiệm vụ báo cáo của nước thành viên do công ty lựa chọn. Cơ quan quản lý thuốc trừ sâu tại nước thành viên đó thực hiện đánh giá rủi ro và gửi lại Dự thảo Báo cáo đánh giá (DAR) cùng với khuyến nghị cho người nộp đơn và các nước thành viên khác.

Kể từ năm 2002, Cơ quan an toàn thực phẩm châu Âu (EFSA) chịu trách nhiệm về đánh giá rủi ro thông qua một quá trình đánh giá khoa học do các nhà khoa học thuộc EFSA và các chuyên gia từ các nước thành viên tiến hành. Kết quả sẽ cho ra một tài liệu hướng dẫn gửi đến Nhóm công tác của Ủy ban thường trực về Chuỗi thực phẩm và thú y của Ủy ban châu Âu. Cơ quan chủ quản thuộc các nước thành viên sẽ quyết định có phê chuẩn hoạt chất đó hay không và nếu thành công nó sẽ được bổ sung vào Phụ lục 1 của

Chỉ thị 91/414. Sự phê chuẩn sản phẩm được cân nhắc ở cấp quốc gia sử dụng các tiêu chuẩn hài hòa về yêu cầu dữ liệu đã được quy định trong luật pháp của EU (ví dụ như 94/89/EC quy định độc chất đối với động vật có vú, bao gồm cả tiếp xúc với người tiêu dùng; 94/37/EC quy định các đặc tính lý hóa; 95/36/EC - số phận và hành vi; 96/12/EC - độc học sinh thái). Tuy nhiên, có ý kiến cho rằng nếu có các yêu cầu dữ liệu, các nước thành viên có thể diễn giải theo cách họ muốn. Trong khi vi khuẩn có một tập hợp các yêu cầu dữ liệu riêng biệt và thống nhất ở cấp EU, nhưng ở đây lại không có một tập hợp yêu cầu dữ liệu cụ thể đối với các chiết xuất từ thực vật, các pheromone và hóa chất truyền tin. Yêu cầu dữ liệu hóa học đang được sử dụng, nhưng nhiều trường hợp có thể không được trình bày như một phần của dữ liệu.

#### *Những bất cập trong hệ thống đăng ký EU*

Khoảng thời gian hoàn thành thủ tục đăng ký là vấn đề mà các doanh nghiệp nhỏ và vừa quan tâm chủ yếu do họ muốn có doanh thu càng nhanh càng tốt để bù đắp các chi tiêu nghiên cứu và phát triển. Ngành công nghiệp phản nản rằng, quá trình đăng ký hiện nay đối với các tác nhân kiểm soát sinh học vi sinh ở EU là tốn kém và mất nhiều thời gian. Quá trình đăng ký kéo dài gây nhiều trở ngại vì nó trì hoãn thời gian bắt đầu thu được lợi nhuận từ đầu tư mà các công ty đã bỏ ra trong tiến hành nghiên cứu và phát triển (REBECA, 2008). Kinh nghiệm từ các chất kiểm soát sinh học được dự án REBECA cân nhắc cho thấy, khoảng thời gian từ khi đệ trình hồ sơ đến đưa vào Phụ lục 1 hay được cấp giấy đăng ký quốc gia trung bình là 87,7 tháng, xê dịch trong khoảng từ 57-121 tháng. Khoảng thời gian trung bình để đăng ký ở EU là 75 tháng so với 28 tháng ở Hoa Kỳ (Hokkanen, 2008). Ngoài ra còn có sự khác biệt đáng kể về khoảng thời gian đăng ký giữa các nước thành viên. Đức và Anh được coi là nơi có các tổ chức đăng ký làm việc tương đối hiệu quả.

Trong thị trường nội khối EU, điều được hy vọng là một sản phẩm đã được một nước thành viên thông qua thì nó có thể được đăng ký dễ dàng tại các nước thành viên khác. Ủy ban châu Âu cho rằng, sự công nhận lẫn nhau giữa các quốc gia thành viên hoạt động còn chưa hiệu quả và hoạt động cấp phép sản phẩm quốc gia dẫn đến làm tăng gấp đôi số lượng công việc tại các nước thành viên và dẫn đến những khác biệt về tính khả dụng của các sản phẩm bảo vệ thực vật trên toàn EU (EC, 2005).

Một số vấn đề phát sinh do sự tồn tại 27 cơ quan quản lý trên toàn EU với các mức độ nguồn lực khác nhau và thường là không đầy đủ để theo đuổi các thủ tục cụ thể của từng quốc gia. Một số quốc gia thành viên chưa hoàn toàn nhất trí với nguyên tắc công nhận lẫn nhau. Sự chậm trễ để được phép đưa vào danh sách trong Phụ lục 1 cũng là một yếu tố và động cơ để thúc đẩy nhanh dẫn đến các chất được phê chuẩn chỉ cho một mục đích sử dụng thay vì nhiều mục đích sử dụng. Sức ép tiềm ẩn là các cơ quan điều hành thống nhất với cam kết xúc tiến quy định trên cơ sở một nước thành viên, trong khi các nhà hoạch định chính sách lại dường như thiên về một cách tiếp cận hài hòa hơn.

Trong chừng mực nào đó, các nhà quản lý đang phát triển các liên kết không chính thức, thông qua các ủy ban của EU và OECD và trên cơ sở song phương. Bỉ, Đan Mạch,

Đức, Hà Lan, Thụy Điển và Vương quốc Anh thường xuyên tham dự, trong khi Pháp và Hungary chỉ hãn hữu. Các liên kết này là cơ sở trao đổi thông tin và dẫn đến chia sẻ công việc trong vai trò Báo cáo viên.

Một cơ chế sẵn có để làm hài hòa đó là sử dụng EPPO (Tổ chức bảo vệ thực vật châu Âu). Được thành lập năm 1951, EPPO là một tổ chức liên chính phủ với 50 thành viên và một ban thư ký gồm 12 người có trụ sở tại Paris, được tài trợ bởi các khoản đóng góp từ các chính phủ thành viên. Trong lĩnh vực bảo vệ thực vật, EPPO đã phát triển một số tiêu chuẩn để các cơ quan đăng ký quốc gia sử dụng. Ban an toàn thuốc trừ sâu (PSD) đã áp dụng một số thủ tục của Vương quốc Anh và đã biến chúng thành của EPPO, đặc biệt là liên quan đến hiệu lực sinh học, ví dụ các hướng dẫn khảo nghiệm và liều lượng tác dụng tối thiểu. Có ý kiến cho rằng EPPO có cơ chế phổ biến hiệu quả hơn so với EU.

Mặc dù EU được cho là một thị trường nội bộ, nhưng nó đa dạng về địa lý và thuốc trừ sâu được phun trong điều kiện khí hậu này sẽ không nhất thiết có tác dụng trong điều kiện khác hoặc ít ra phát huy hiệu quả thấp. Một giải pháp được đề xuất đó là đặt ra các vùng khí hậu trong đó có thể công nhận lẫn nhau. Ý tưởng này bắt nguồn từ một bài báo của Hiệp hội Bảo vệ cây trồng Anh có chỉ ra vùng Bắc Âu có khí hậu tương tự như của Anh. Bài viết này đã được chấp nhận và tạo cơ hội cho các công ty có thể sử dụng các dữ liệu Bắc Âu trong bản đề trình lên cơ quan quản lý mà không cần phải cung cấp cho mỗi khảo nghiệm một chứng minh riêng rằng các điều kiện khí hậu tương đương với ở Anh. Rộng hơn, khí hậu trong một vùng có thể được coi là tương đương đối với các mục đích dữ liệu về tính hiệu lực và sẽ được dùng để hỗ trợ cho sự chấp nhận dữ liệu có hiệu lực giữa các nước nằm trong một vùng. Tuy nhiên, việc quy hoạch vùng gặp phải sự phản đối chính trị đáng kể và nhiều vấn đề liên quan đến việc triển khai thực hiện nó cần được giải quyết.

### **3.3. Hướng dẫn của FAO về đăng ký thuốc trừ sâu sinh học tại các nước Đông Nam Á**

Đăng ký thuốc trừ sâu sinh học là một quy trình. Theo đó, các cơ quan chức năng (như các cơ quan cấp quốc gia hay các cơ quan được chỉ định ở cấp tỉnh hoặc vùng) phê chuẩn việc thương mại và sử dụng một loại thuốc trừ sâu sinh học, sau khi đã đánh giá toàn diện về các dữ liệu khoa học cho thấy sản phẩm có hiệu quả đối với mục đích dự kiến và không gây ra bất cứ rủi ro không thể chấp nhận đối với sức khỏe của người hay động vật và đối với môi trường. Nếu trong quá trình đánh giá, các cơ quan chức năng xác định các sản phẩm hay việc sử dụng chúng có thể gây ra những rủi ro không thể chấp nhận hay các rủi ro vượt quá lợi ích sử dụng, thì các đơn đăng ký đó không được phê duyệt.

Yếu tố quyết định việc phát triển thành công một dòng sản phẩm thuốc trừ sâu sinh học là cần xác định được hoạt chất vi sinh đó sẽ có hiệu lực trong điều kiện thích hợp với nơi mà nó sẽ được sử dụng. Thông thường, điều này có nghĩa là mô tả đặc điểm và khảo nghiệm các chủng phân lập tại địa phương; chính vì vậy các quy định đối với thuốc trừ sâu sinh học trong một chủng mục nào đó phải có nét đặc trưng riêng của quốc gia. Mặc dù các quy định cụ thể của quốc gia là một chỉ tiêu về chủ quyền quốc gia, nhưng ở đây



vẫn cần phải có sự hài hoà giữa chúng để các quy định của các nước phải có các tiêu chuẩn, chuẩn mực và thủ tục (lấy mẫu và thử nghiệm) tương tự như nhau. Điều đó tạo thuận lợi cho thương mại xuyên biên giới đối với sản phẩm cây trồng và tạo điều kiện cho các cơ quan đăng ký của một quốc gia hay khu vực có thể sử dụng các dữ liệu về hiệu lực và độc tính được cung cấp trong đơn đăng ký tại một quốc gia hay khu vực khác, với điều kiện người nắm nguồn gốc dữ liệu này cho phép và nước hay khu vực đăng ký mới muốn thực hiện điều đó. Như vậy sẽ tránh khảo nghiệm trùng lặp không cần thiết cũng như khuyến khích và tạo điều kiện đăng ký thuốc trừ sâu sinh học.

Chính phủ các nước cần áp dụng các luật định cần thiết đối với việc đăng ký thuốc trừ sâu sinh học tuân theo hướng dẫn chung và các thủ tục như đối với thuốc trừ sâu, bao gồm cả việc cấp giấy phép cho kế hoạch kiểm tra. Tuy nhiên, chính phủ các nước nên đưa ra những thủ tục phù hợp với các yêu cầu và nhu cầu cụ thể riêng của mình; các quy định đăng ký cần tính đến các điều kiện địa phương, điều kiện kinh tế - xã hội, trình độ văn hóa, điều kiện khí hậu và các phương án kiểm soát dịch hại phù hợp và thay thế cùng với các thiết bị bảo vệ. Vì vậy, yêu cầu dữ liệu để đăng ký cần được đưa ra sao cho phù hợp với các điều kiện cụ thể của nước tiến hành đăng ký. Nếu các điều kiện sử dụng, điều kiện khí hậu, sâu hại, các phương pháp ứng dụng hay khả năng rủi ro là khác nhau, khi đó yêu cầu dữ liệu cũng khác nhau giữa hai nước hay khu vực.

### **3.3.1. Phạm vi của hệ thống đăng ký**

#### *Các loại thuốc trừ sâu sinh học*

Thuốc trừ sâu sinh học là những tác nhân gây bệnh có nguồn gốc thực vật hoặc vi khuẩn được sử dụng để chống lại các sinh vật gây hại cho thực vật. Cách thức hoạt động của loại sản phẩm này khác với các loại thuốc trừ sâu hóa học tổng hợp, do đó các yêu cầu dữ liệu cần thiết để đăng ký cũng khác biệt. Về tổng thể, các loại tác nhân kiểm soát dịch hại sinh học cần đăng ký tuân theo các quy định và luật định bao gồm:

- i) Các hoạt chất thực vật độc hại đối với sâu bệnh và được chiết xuất từ thực vật (thuốc trừ sâu thực vật)
- ii) Thuốc trừ sâu vi sinh (tuyến trùng, tảo, động vật nguyên sinh, vi khuẩn, nấm và virus),
- iii) Các loại pheromon và hóa chất truyền tin
- iv) Các tác nhân kiểm soát sinh học không xương sống (macrobiotics) như côn trùng hoặc nhện.

Theo các quy định nghiêm ngặt, chỉ có các sản phẩm có nguồn gốc tự nhiên như thực vật hay vi khuẩn và không chứa các gốc hóa học tổng hợp mới được coi là thuốc trừ sâu sinh học. Một số nước còn quy định các Chất bảo vệ được chuyển vào thực vật (Plant-Incorporated-Protectants - PIP) trong cây trồng biến đổi gen là thuốc trừ sâu sinh học.

Quy trình đăng ký đối với thuốc trừ sâu sinh học nên tính đến các tính chất sinh học cụ thể của các tác nhân không chế tự nhiên. Việc cần đăng ký đối với thuốc trừ sâu sinh học bao gồm cả các loại thuốc trừ sâu vi sinh (vi khuẩn, virus, vi nấm và động vật nguyên sinh). Trong số này có thể bao gồm các sản phẩm vi sinh vật GM, do loại này đang trở

nên phổ biến. Các sản phẩm GM này có thể được coi là những thực thể sinh thái mới lạ nên cần có cách tiếp cận thận trọng hơn so với các vi khuẩn không biến đổi gen. Các loại thuốc trừ sâu thảo mộc đôi khi được đăng ký như thuốc trừ sâu sinh học, mặc dù bản chất hóa học chúng có lẽ phù hợp hơn với đăng ký các mô hình hóa học chuẩn do có lịch sử sử dụng lâu đời trong nông nghiệp. Tuy nhiên, việc đăng ký thường không bao hàm các loại động vật chân đốt có lợi đặc hữu như côn trùng ăn mồi, vật ký sinh và giun tròn.

Các cơ quan quản lý tiên tiến như EU, Canada và Hoa Kỳ có các yêu cầu dữ liệu đặc biệt đối với đăng ký thuốc trừ sâu sinh học. OECD, EU và NAFTA đã có các hiệp định đồng thuận về quy trình hài hòa quy định đối với các loại thuốc trừ sâu sinh học khác nhau. Tuy nhiên, với sự đa dạng lớn về các tác nhân kiểm soát dịch hại sinh học nên vẫn còn chưa rõ ràng là loại sản phẩm nào được phân loại là thuốc trừ sâu sinh học.

### ***3.3.2. Xuất xứ của các hoạt chất sinh học***

Khuôn khổ hệ thống đăng ký công nhận các vi sinh vật bản địa (phát sinh tại nước hay khu vực đăng ký) hay các vi sinh vật không phải của bản địa (phát sinh tại các nước khác hay khu vực khác) là các hoạt chất sinh học, nhưng các thủ tục khác nhau được áp dụng tùy theo xuất xứ của chúng. Mục đích là để đảm bảo rằng: thứ nhất, các hoạt chất sinh học xuất xứ bản địa đã được phân lập tại vùng (quốc gia hay khu vực) đã tiến hành đăng ký và thứ hai, việc nhập khẩu các vi sinh vật không phải bản địa phải được phê chuẩn theo các quy định hay thủ tục an toàn sinh học thích hợp.

Tuy nhiên, định nghĩa vi sinh vật bản địa và vi sinh vật không phải bản địa phản ánh sự linh hoạt của hệ thống đăng ký hài hòa. Các định nghĩa cần được công nhận một cách thích hợp, đặc biệt bằng cách bổ sung tên nước, các nước hay các khu vực trong định nghĩa.

Có trường hợp xảy ra là các vi sinh vật được gọi là bản địa đã được đưa vào một nước hay khu vực đăng ký mà không được phép hay không có thông báo đến các cơ quan chức năng và thực chất thuộc loại "không phải bản địa", mặc dù đã được phát tán vào môi trường. Điều này sẽ được khắc phục một phần bằng yêu cầu giống nuôi cấy đó đã được lưu vào trong bộ sưu tập giống được quốc gia công nhận hoặc cần phải đáp ứng các tiêu chuẩn đăng ký cụ thể áp dụng đối với các loại thuốc trừ sâu sinh học sản xuất trong nước. Nếu các chủng phân lập của một hoạt chất vi sinh được xác định và mô tả đặc trưng tại một phòng thí nghiệm hay tổ chức nghiên cứu bên ngoài nước xuất xứ, cần chú ý lưu giữ các hồ sơ chuyển giao và hồi hương làm bằng chứng về xuất xứ cần thiết để đăng ký. Điều này đặc biệt quan trọng nếu việc chọn lọc chủng cuối cùng đối với sản phẩm được tiến hành ở nước ngoài.

### ***3.3.3. Các yêu cầu dữ liệu công thức để đăng ký thuốc trừ sâu sinh học***

Bất cứ loại thuốc trừ sâu nào đang lưu hành phục vụ cho các mục đích nghiên cứu hoặc thương mại đều dưới ba dạng công thức:

- Dữ liệu về chất/sinh vật hoạt hóa và công thức;
- Công thức kỹ thuật;
- Sản phẩm công thức trên thị trường.

Trong một số hệ thống quản lý như hệ thống của EU, một danh sách các thành phần hoạt hóa đã phê duyệt được các cơ quan chức năng công bố dựa trên việc xem xét hiệu lực thực chất của chúng và đặc biệt chú trọng đến các rủi ro về các tác động không chủ đích của chúng. Chỉ có các sản phẩm chứa các thành phần hoạt hóa đã được phê chuẩn mới có thể đệ trình để đăng ký cho các mục đích thương mại. Tuy nhiên, tại một số nước tiến hành đăng ký hoạt chất và sản phẩm cùng một lúc, các dữ liệu về thành phần hoạt chất và sản phẩm công thức được đánh giá kết hợp.

Cơ cấu đăng ký nên được thiết kế linh hoạt để cho phép đăng ký theo trình tự hoặc đăng ký đồng thời cả ba dạng công thức trên. Tuy nhiên, một số dạng thuốc trừ sâu sinh học, như chủng *Aspergillus flavus*, không có công thức loại công nghiệp. Hoạt chất sinh học hình thành trực tiếp trên hạt, đó là sản phẩm. Một số loại khác, ví dụ *Metarhizium* có vật liệu loại công nghiệp bao gồm các bào tử được bảo quản trong dầu.

*Hồ sơ đánh giá rủi ro, thông tin nguy cơ hay phơi nhiễm về sản phẩm bao gồm:*

- Các nghiên cứu khoa học của tổ chức đăng ký hoặc của các phòng thí nghiệm phù hợp với các tiêu chuẩn GLP (Thực hành tốt phòng thí nghiệm - good laboratory practice);
- Khảo nghiệm thực địa để đánh giá hành vi tồn lưu và dư lượng hoặc tính hiệu lực của một hoạt chất;
- Các bài báo công bố các phát hiện liên quan đến việc trả lời các câu hỏi theo quy định hoặc là các bài báo đơn lẻ hoặc cũng có thể là các bằng chứng;
- Các thông tin cụ thể về nơi ứng dụng sản phẩm;
- Chứng minh khoa học về tính liên quan.

*Các yêu cầu dữ liệu đối với chất/vi sinh vật hoạt hóa:*

- Nhận dạng và độ tinh khiết;
- Các tính chất vật lý và hóa học (tính chất sinh học);
- Các phương pháp phân tích;
- Độc chất học (tính lây nhiễm và khả năng gây bệnh);
- Dư lượng trong thực vật;
- Độc hại sinh thái;
- Hành vi trong môi trường.

*Các yêu cầu dữ liệu đối với sản phẩm công thức:*

- Nhận dạng và thành phần công thức;
- Các đặc tính lý hóa;
- Ghi nhãn và đóng gói;
- Các phương pháp phân tích;
- Dữ liệu về tính hiệu lực;
- Độc chất học;
- Tác động đến các sinh vật không chủ đích.

*Các yêu cầu dữ liệu đối với vi sinh vật*

Phần chính trong hồ sơ gồm:

- Mô tả chi tiết đặc điểm và nhận dạng vi sinh vật kèm theo các đặc tính của nó: mô tả đặc điểm chủng loại; số tập hợp nuôi cấy; mô tả công nghệ sử dụng.

- Cung cấp tập hợp các tài liệu giúp hiểu rõ chủng loại vi sinh vật đăng ký nhằm hỗ trợ cho việc đánh giá tiếp theo: các thông số kỹ thuật; công thức chi tiết; nếu vật liệu không tương đương với loại sản phẩm thương mại hóa được sử dụng trong các nghiên cứu, điều đó sẽ ảnh hưởng đến khả năng chấp nhận.

Các hình thức sử dụng dự kiến của sản phẩm:

- Cây trồng.
- Dạng công thức.
- Phương pháp áp dụng, tỷ lệ và khối lượng.
- Số lần và khoảng thời gian dừng giữa các lần áp dụng.
- Giai đoạn và mùa sinh trưởng.
- Khoảng thời gian trước thu hoạch.

Đăng ký ở cấp quốc gia hay khu vực:

Các yêu cầu dữ liệu phổ biến chung và các hệ thống đăng ký tương đương tính đến khả năng hài hòa khu vực về đăng ký thuốc trừ sâu. Tính linh hoạt trong khuôn khổ đăng ký phụ thuộc vào sự hội nhập khu vực có thể dựa trên ba điều kiện cơ bản dưới đây:

(a) Đăng ký tại cơ quan đăng ký quốc gia để được phê chuẩn một loại thuốc trừ sâu sinh học tại một quốc gia cụ thể.

(b) Các quốc gia cùng đánh giá dữ liệu đệ trình, theo đó trách nhiệm đánh giá đơn đăng ký cùng chia sẻ. Ví dụ, một nước có thể đánh giá về tính hiệu lực, nước khác tiến hành đánh giá về độc tính động vật có vú.

(c) Hệ thống hài hòa khu vực là nơi có một ủy ban cấp khu vực ra các quyết định thay mặt cho tất cả các nước thành viên. Nhưng mỗi một nước tham gia có quyền từ chối cho đăng ký một loại thuốc trừ sâu nhất định, hoặc sửa đổi các điều kiện đăng ký.

Điều (c) phụ thuộc vào việc tồn tại các hệ thống đăng ký tương đương với các yêu cầu dữ liệu chung. Tuy nhiên, mỗi một nước tham gia có quyền từ chối đưa sản phẩm đã đăng ký khu vực vào danh sách quốc gia nếu việc sử dụng dự kiến không phù hợp hoặc nếu có những yếu tố rủi ro đặc biệt. Trong trường hợp (b) nhất thiết phải có các yêu cầu dữ liệu phổ biến chung, nhưng không nhất thiết phải đăng ký tương đương vì mỗi nước tham gia có thể đưa ra quyết định độc lập.

### **3.3.4. Các yêu cầu quản lý đối với thuốc trừ sâu sinh học**

Các yêu cầu quản lý tập trung vào các loại thuốc trừ sâu sinh học thực vật và vi sinh vật.

(i) *Yêu cầu thông tin đối với thuốc trừ sâu sinh học có nguồn gốc thảo mộc*

a. Tên của gốc thực vật; đặc điểm và nhận dạng của thuốc trừ sâu sinh học nguồn gốc thảo mộc (hóa chất thực vật chính); sâu hại mục tiêu và cây trồng mục tiêu (hai mục này có thể được ghi rõ trên giấy chứng nhận đăng ký hoặc trên tờ nhãn).

b. Tính hiệu lực của sản phẩm - cơ quan đăng ký chấp nhận về tính hiệu lực của thuốc đối với sâu hại mục tiêu ở cây trồng mục tiêu. Điều này cần được ghi rõ trên giấy chứng nhận và tờ nhãn, một khi đăng ký được phê chuẩn.

c. Thông tin đánh giá mức độ an toàn và tác động đến sức khỏe con người trong quá trình sản xuất, đưa ra thị trường, bảo quản trong các kho chứa và trang trại cũng như áp dụng tại các trang trại.

d. Thông tin đánh giá độ an toàn đối với động vật và môi trường.

*(ii) Yêu cầu thông tin đối với thuốc trừ sâu vi sinh*

a. Nhận dạng chủng loại sinh vật (ngành, lớp, bộ, họ, chi, loài), cùng với tên phổ biến, lịch sử về sự thay đổi tên đã được ghi lại; các đặc điểm hình thái, sinh hóa và phân tử.

b. Tính hiệu lực của sản phẩm - cơ quan đăng ký có thể chấp nhận về tính hiệu lực đối với các sâu hại mục tiêu trên cây trồng mục tiêu, điều này cần được ghi rõ trên giấy chứng nhận và tờ nhãn.

c. Thông tin sinh học

- Phương pháp nuôi cấy chủng vi sinh;

- Cây chủ và sinh vật chủ nuôi dưỡng chủng vi sinh đăng ký;

- Vùng sinh trưởng tự nhiên và phân bố toàn cầu của vi sinh vật và thông tin về các nước sử dụng hoạt chất này trong kiểm soát sinh học;

- Khả năng sống lâu và các đặc tính đặc biệt như độc tính, khả năng gây dị ứng, hành vi xâm thực hay thiệt hại đối với cây cối. Nếu chủng vi sinh được biết là có ảnh hưởng bất lợi, cần chỉ dẫn để giảm thiểu tác động này;

- Khả năng thích ứng với khí hậu, ưa thích nơi cư trú, vật hậu học, thiên địch, số thế hệ trong một năm, cơ chế phát tán, cách thức sống qua các chu kỳ không thuận lợi (như thời kỳ đình dục, nghỉ, di cư, ... );

- Quan hệ họ hàng với các sinh vật khác để tạo thành quần hợp, khả năng sản sinh giống lai; đối thủ cạnh tranh và thiên địch trong môi trường quản lý và tự nhiên;

- Các yêu cầu tập tính cụ thể, ví dụ trên đất, trong nước, đồng cỏ, rừng, bụi rậm, vùng núi, đất canh tác...

d. Thông tin để đánh giá độ an toàn và tác động đến sức khỏe con người trong khi sản xuất, vận chuyển, bảo quản trong các kho thương mại và các trang trại cũng như khi áp dụng tại các trang trại.

Bất cứ đánh giá rủi ro môi trường nào cũng cần xét đến điều kiện cụ thể của từng nước, như khí hậu hay vùng sinh thái.

e. Thông tin để đánh giá tính hiệu lực, kiểm tra chất lượng và lợi ích sử dụng

f. Các phương pháp quản lý chất lượng: cung cấp thông tin về các phương pháp đánh giá chất lượng và độ tinh khiết.

*(iii) Thông tin về các tác nhân kiểm soát sinh học (BCA) như côn trùng ăn môi/ký sinh trùng (quy định này có thể khác nhau giữa các nước)*

Các thông tin cần thiết để có được giấy phép áp dụng một tác nhân kiểm soát sinh học cần đáp ứng các yêu cầu quy định về thao tác, phát tán và giám sát kết quả.

a. Đặc điểm phân cấp cùng với phân loại (ngành, lớp, bộ, họ, chi, loài) bao gồm tên phổ biến và lịch sử về thay đổi tên, số hiệu mẫu bảo tàng hay bộ sưu tập giống.

b. Thông tin về các đặc tính vật lý: hình thái, biểu kiến, lưỡng hình giới tính, chiều cao, chiều dài, trọng lượng, kích thước, cánh/không cánh.

c. Sinh thái học và chu kỳ sống của sinh vật bao gồm các đặc điểm hành vi như mối quan hệ vật ăn thịt/vật mồi, thông tin về vòng đời, ví dụ như phương thức sinh sản, mùa sinh sản, khả năng sinh sản (số trứng, con non, thế hệ) và tuổi thọ.

d. Thông tin về tính hiệu lực có ý nghĩa quan trọng nhằm ngăn ngừa việc sử dụng và giải phóng tác nhân kiểm soát sinh học của động vật không xương sống không hiệu quả. Một tác nhân kiểm soát sinh học được coi là có hiệu quả nếu nó có thể gây suy giảm mạnh ít nhất là 10% số các sinh vật hại đang gây tổn hại trực tiếp và gián tiếp cho cây trồng hoặc gây tổn thất thu hoạch. Tất cả các thông tin liên quan cần được cung cấp để đánh giá tính hiệu lực của tác nhân kiểm soát sinh học đó. Thông tin tóm tắt về cây trồng, vật hại và trong các điều kiện nào tác nhân có hiệu lực, vai trò và thể mạnh của tác nhân đó trong các chương trình IPM.

e. Khu vực vật chủ. Cần cung cấp các thông tin đầy đủ về phạm vi vật chủ/vật môi của BCA. Các BCA đơn thực và ăn ít loại thức ăn được cho là ít gây ra những rủi ro tiềm ẩn đối với các sinh vật không chủ đích, trong khi các BCA ăn tạp có thể ảnh hưởng gián tiếp và trực tiếp.

f. Lối sống ăn thịt trong nhóm loài cùng sinh thái (Intra-guild predation). Cung cấp thông tin đầy đủ về những tác động bất lợi của lối sống ăn thịt trong nhóm loài cùng sinh thái liên quan đến các loài thiên địch cụ thể hoặc liên quan hoặc xác định từ nghiên cứu sinh học về loài thiên địch xem có khả năng tác động bất lợi hay không. Cần đưa ra các kết luận liên quan đến rủi ro.

g. Cạnh tranh và sự hoán vị. Kiểm tra các tài liệu xem có các ảnh hưởng cạnh tranh và hoán vị đối với các loài thiên địch cụ thể hoặc liên quan, hoặc xác định từ nghiên cứu sinh học về loài thiên địch xem có các ảnh hưởng bất lợi hay không.

h. Khả năng lai giống với các chủng hay các kiểu sinh học bản địa. Cung cấp các thông tin về sự lai giống của loài thiên địch với các chủng hoặc kiểu sinh học bản địa của các loài thiên địch tương tự hoặc có quan hệ họ hàng gần.

i. Ảnh hưởng đến thực vật. Cần cung cấp thông tin về tác động của thiên địch đến cây cối nếu tác nhân kiểm soát sinh học đó có khả năng là một động vật ăn cỏ ngẫu nhiên và nếu có khả năng về các tác động độc hại đối với thực vật.

k. Thông tin về đánh giá lợi ích và rủi ro môi trường. Thông tin về vai trò của tác nhân trong hệ sinh học gốc, chủng loại thiên địch (vật dạng ký sinh, vật ăn thịt, vật gây bệnh), chủng loại sinh vật chúng tấn công, tác dụng tấn công vào vật chủ đích và không chủ đích, ảnh hưởng các nhóm cùng sinh thái, ảnh hưởng mức độ dinh dưỡng và tác động đến hệ sinh thái.

*(iv) Pheromon là hóa chất truyền tin được côn trùng và các sinh vật khác sử dụng để liên lạc với các thành viên trong quần thể về truyền giống, quần tụ hay phát tán. Các chất này còn được sử dụng để ức chế sâu hại và làm giảm sử dụng thuốc trừ sâu hóa học. Mỗi hóa chất có đặc trưng đối với một loài côn trùng nhất định và vì thế có thể nhằm vào các côn trùng gây hại. Các pheromon tổng hợp đã được sản xuất thương mại và có công thức mô phỏng tự nhiên.*

Cho đến nay các hệ thống quản lý ở EU, OECD và NAFTA chưa ban hành hướng dẫn cụ thể về các hợp chất này. Điều quan trọng cần lưu ý là chúng có ít tác động độc hại hơn và đối với các hệ sinh thái nông nghiệp do có bản chất hóa học không ổn định cao, vì vậy giảm được mối nguy hiểm đến các sinh vật không chủ đích. Cả hai loại pheromon dẫn dụ giới

tính và báo động/tập hợp đều có thể sử dụng hiệu quả trong các chiến lược kiểm soát dịch hại luân phiên. Nhìn chung, chúng được sử dụng để bẫy côn trùng và vì thế việc thiết kế bẫy có ý nghĩa quan trọng đối với triển khai hiệu quả.

Quản lý các hóa chất này liên quan đến việc xác định các đồng phân khác nhau và độ tinh khiết. Công thức trong các tài liệu kỹ thuật có thể bao gồm các dung môi tạo khả năng cung cấp hiệu quả các hỗn hợp đồng phân mong muốn nhằm thúc đẩy phản ứng thích hợp trong sâu hại trưởng thành.

Việc gia tăng sử dụng các hóa chất này trong quản lý dịch hại đã dẫn đến thảo luận toàn cầu về các yêu cầu quản lý đối với các hóa chất và công thức làm thay đổi hành vi này. Trong các cuộc thảo luận tại EU, OECD và NAFTA, có nêu các khía cạnh pháp lý thích hợp của các hóa chất nông nghiệp, trong đó yêu cầu dữ liệu hạn chế về độc tố và dư lượng, trong khi đòi hỏi các tập hợp dữ liệu lớn về tính hiệu quả sinh học trong các hệ sinh thái nông nghiệp khác nhau. Các pheromon được sử dụng để bẫy sâu bướm phục vụ giám sát và bẫy hàng loạt ở các cây lúa, đậu, hạt có dầu, bông, ... được đăng ký cùng với việc sử dụng chúng để chống côn trùng phá hoại ngũ cốc bảo quản trong các kho chứa hàng hóa. EPA không yêu cầu các dữ liệu khảo nghiệm thực địa, mặc dù việc áp dụng trên đồng ruộng và sự chấp thuận của các cơ quan chính phủ có ý nghĩa quan trọng để đảm bảo khuyến cáo sử dụng chúng. Giấy phép sử dụng thử nghiệm được miễn trừ nếu loại pheromon đó đã được biết đến và sử dụng trước đó (thậm chí chỉ để giám sát dịch hại). Các miễn trừ đặc biệt khác được áp dụng đối với hầu hết các yêu cầu đệ trình hồ sơ dữ liệu.

## **IV. TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU, SỬ DỤNG VÀ QUẢN LÝ THUỐC BẢO VỆ THỰC VẬT SINH HỌC Ở VIỆT NAM**

### **4.1. Tình hình nghiên cứu, sử dụng thuốc bảo vệ thực vật sinh học tại Việt Nam**

Thuốc bảo vệ thực vật (BVTV) sinh học đã được quan tâm nghiên cứu, đưa vào sử dụng tại Việt Nam từ đầu những năm 80 của thế kỷ trước và đã mang lại hiệu quả tích cực cho người nông dân, giảm một phần ô nhiễm môi trường. Đặc biệt, từ năm 1990 trở lại đây, việc nghiên cứu, ứng dụng thuốc BVTV sinh học đã được Nhà nước và các cơ quan khoa học quan tâm đầu tư và đã đạt được những kết quả bước đầu.

#### **4.1.1. Thuốc BVTV thảo mộc**

Việt Nam là nước có hệ thực vật phong phú với nhiều loại cây có dầu, tinh dầu chứa các chất có hoạt tính sinh học cao và đa dạng. Tận dụng nguồn nguyên liệu sẵn có này có thể tạo ra nhiều sản phẩm thuốc BVTV sinh học có giá trị sử dụng cao. Đây là lợi thế quan trọng giúp phát triển các thuốc BVTV sinh học phục vụ sản xuất nông nghiệp bền vững. Tuy nhiên, so với các loại thuốc BVTV hóa học, thuốc BVTV có nguồn gốc sinh học còn một số hạn chế như: giá thành cao, hiệu lực chậm hơn thuốc hóa học nên nông dân không thích. Do vậy, việc ứng dụng chế phẩm sinh học vào thực tế ở nước ta còn ít. Công tác nghiên cứu triển khai trong lĩnh vực sinh học gặp khó khăn do chúng ta còn thiếu điều kiện, trang thiết bị và cả con người. Hơn nữa, ở Việt Nam, hệ thống nguồn giống và bảo quản, lưu trữ còn hạn chế, trong khi nhiều nước trên thế giới đều có hệ thống giống quốc gia

phong phú. Từ đó dẫn đến số lượng thuốc phòng trừ dịch hại có nguồn gốc sinh học, đặc biệt, nhóm thuốc vi khuẩn, vi sinh vật còn ít. Tỷ trọng thuốc BVTV sinh học được sử dụng chỉ chiếm khoảng 5% so với tổng lượng thuốc BVTV hàng năm.

Mặc dù vậy, cho đến nay đã có nhiều chế phẩm thuốc BVTV sinh học được nghiên cứu và ứng dụng thành công vào thực tế tại nước ta. Số lượng các sản phẩm được đăng ký sử dụng tăng theo từng năm (năm 2000 chỉ có 2 sản phẩm đăng ký, năm 2005 có 57, năm 2007 có 193, năm 2010 có 374 hoạt chất đăng ký, chiếm 37,3 % tổng số). Các sản phẩm này đã góp phần không nhỏ vào công tác phòng trừ dịch hại, hạn chế tối đa nguy cơ độc hại đến sức khỏe con người và ô nhiễm môi trường do thuốc BVTV hóa học gây nên.

Một số thuốc BVTV thảo mộc đã được người dân sử dụng từ lâu như nicotin chiết từ cây thuốc lá hoặc thuốc lá, rotenon từ cây ruốc cá, củ đậu, hạt thàn mát. Hai chất này cũng đã được nghiên cứu chiết, tách từ những năm 70, 80 của thế kỷ trước. Gần đây, hoạt chất BVTV rất hiệu quả là azadirachtin có trong hạt xoan Ấn độ, trồng ở Ninh Thuận cũng đã được nghiên cứu chiết tách và sử dụng thành công ngoài đồng ruộng.

#### **4.1.2. Thuốc BVTV vi sinh**

Lĩnh vực thuốc BVTV vi sinh có sản phẩm Bt được sử dụng từ lâu trong lĩnh vực nông nghiệp và sát trùng tại gia (phòng trừ muỗi). Đã có nhiều cơ quan nghiên cứu công nghệ lên men và phân lập thành công các độc tố tinh thể khác nhau như a, b, g, d-endotoxin, từ đó tạo ra các sản phẩm thương mại, cung cấp cho thị trường.

Thuốc trừ bệnh có nguồn gốc kháng sinh từ hoạt chất validamycin A, thu được từ quá trình lên men nấm *Streptomyces hygroscopicus* var. *limoneus*. Thuốc có phổ tác động rộng, dùng đặc trị các bệnh khô vằn trên lúa, bệnh nấm hồng trên cao su. Hiện nay, Công ty Cổ phần Thuốc sát trùng Việt Nam (VIPESCO) có nhà máy liên doanh với Trung Quốc sản xuất các sản phẩm và cung cấp rộng rãi trên thị trường.

Các chế phẩm nấm trừ bệnh có nấm đối kháng *Trichoderma* trừ các bệnh hại rễ như bệnh thối rễ do nấm *Phytophthora palmirova* gây ra, bệnh vàng héo rũ do nấm *Furarium solari*, *Pythium* sp, *Sclerotium rolfosii*. Chế phẩm này đã được nghiên cứu thành công tại VIPESCO và một số đơn vị khác. Hai chế phẩm nấm trừ côn trùng Ometar (*Metarhizium anisopliae*) và Biovip (*Beauveria bassiana*) là sản phẩm nghiên cứu do Viện Lúa đồng bằng sông Cửu Long thực hiện.

Các thuốc nguồn gốc virus có nhóm sản phẩm chiết từ virus đa nhân diện nucleopolyhedrosisvirus (NPV). Đây là loại virus chọn lọc, chỉ lây nhiễm và diệt sâu xanh da láng (*Spodoptera exigua*) rất hiệu quả trên bông, đậu đỗ, ngô, hành, nho... Đã có nhiều người quan tâm nghiên cứu ở Việt Nam. Gần đây, Viện BVTV đã cải tiến qui trình công nghệ để nâng cao chất lượng sản phẩm (tăng cường kỹ thuật nhân nuôi, loại bỏ tạp chất và các vi sinh vật khác để đảm bảo độ thuần từ 95 -100%).

Thuốc có nguồn gốc tuyến trùng EPN (*Entomopathogenic nematodes*) được coi là có nhiều triển vọng bởi khả năng diệt sâu nhanh, phổ rộng, an toàn và không gây khả năng kháng thuốc ở sâu hại. Nhóm các nhà khoa học ở Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã phân lập 2 giống *Steinernema* và *Heterorhabditis* và đưa vào sản xuất 6 loại thuốc sinh học tuyến trùng Biostar từ 1 đến 6, trong đó Biostar-3 và



Biostar-5 đã được thử nghiệm rộng rãi trên đồng ruộng.

#### **4.1.3. Thuốc BVTV hóa sinh**

Bao gồm các chất có tác dụng dẫn dụ, xua đuổi, triệt sản hoặc điều khiển sinh trưởng côn trùng. Chúng dùng để phòng trừ gián tiếp côn trùng gây hại với liều lượng rất nhỏ. Ưu điểm lớn của các hợp chất này là hạn chế tối đa ảnh hưởng của thuốc độc tới môi trường. Đây là một hướng nghiên cứu hiện đại và đầy triển vọng của ngành BVTV trên thế giới cũng như ở Việt Nam.

Metyl eugenol là chất dẫn dụ sinh dục đối với ruồi vàng hại cam *Dacus dorsalis* được Phòng Nông dược, Viện Hóa học công nghiệp (nay là Viện Hóa học công nghiệp Việt Nam) nghiên cứu và sản xuất đầu tiên vào những năm 70-80 của thế kỷ trước, đi từ eugenol có trong tinh dầu hương nhu. Hiện nay, VIPESCO vẫn đang tiếp tục sản xuất và tiêu thụ.

Trong số các chất dẫn dụ sinh dục, các pheromon là nhóm chế phẩm sinh học được sử dụng hiệu quả trong BVTV, kiểm dịch thực vật và dự báo dịch hại. Đến nay trên thế giới đã nghiên cứu và tổng hợp được hơn 3.000 hợp chất pheromon sinh dục, dẫn dụ nhiều loại côn trùng khác nhau. Ở Việt Nam, việc nghiên cứu tổng hợp và ứng dụng pheromon hiện nay được nhóm nghiên cứu tại Viện Hóa học-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam do GS. Nguyễn Công Hào đứng đầu, tập trung đối với một số côn trùng như sâu tơ (*Plutella xylostella*), sâu xanh (*Helicoverpa armigera*), sâu khoang (*Spodoptera litura*)...

Tuy nhiên, do cấu trúc phân tử hoạt chất phức tạp và yêu cầu độ tinh khiết cao của sản phẩm nên tổng hợp chúng đòi hỏi trình độ và thiết bị tiên tiến. Vì vậy, loại hợp chất này thường có giá thành cao, phạm vi áp dụng hạn chế.

Ngoài ra, xu hướng hiện nay còn sử dụng các chất có nguồn gốc tự nhiên làm phụ gia trong gia công thuốc BVTV. Đó là các chất hoạt động bề mặt (HĐBM), dung môi, chất mang, chất chống lắng, chống đông, chất bảo quản v.v... trong đó chất HĐBM, dung môi, chất mang chiếm thành phần đáng kể trong sản phẩm. Các chất HĐBM có nguồn gốc lignin tự nhiên có đặc tính ưu việt như: đa tác dụng (thấm ướt, phân tán, chống đông, tạo chelat cho phân bón qua lá...), có thể sử dụng để gia công nhiều dạng sản phẩm khác nhau và rất an toàn cho môi trường vì có độ độc thấp đối với người, không gây cháy lá, có khả năng phân hủy sinh học. Mặt khác, do giá rẻ và sẵn có nên gần đây đã có một số công trình nghiên cứu tổng hợp và sử dụng làm chất HĐBM trong gia công một số thuốc BVTV dạng phân tán trong nước thân thiện với môi trường, với kết quả rất khả quan. Bên cạnh đó, còn một số phụ gia khác như chất mang từ bentonit, dung môi ít độc... cũng đã được nghiên cứu sử dụng trong gia công và ứng dụng có kết quả.

#### **4.2. Quản lý nhà nước đối với thuốc BVTV sinh học**

Quản lý thuốc bảo vệ thực vật là biện pháp nhằm sử dụng hiệu quả, an toàn thuốc bảo vệ thực vật để bảo vệ sản xuất nông nghiệp, đảm bảo an ninh lương thực quốc gia, bảo vệ sức khỏe con người và môi trường. Hệ thống văn bản quy phạm pháp luật về thuốc bảo vệ thực vật ở nước ta được xây dựng trên cơ sở hướng dẫn của Tổ chức Nông lương Liên hợp quốc (FAO), hài hòa các nguyên tắc quản lý thuốc bảo vệ thực vật của các nước ASEAN, các Công ước quốc tế mà Việt Nam là thành viên: Công ước Rotterdam, Công ước Stockholm,

Công ước Basel và Nghị định thư Montreal.

Hệ thống các văn bản qui phạm pháp luật về quản lý thuốc BVTV chung bao gồm Luật hóa chất năm 2007, Pháp lệnh Bảo vệ và Kiểm dịch thực vật năm 2001, Nghị định của Chính phủ và các Thông tư hướng dẫn của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn và gần đây là Luật Bảo vệ và Kiểm dịch thực vật số 41/2013/QH13 của Quốc hội đã được ban hành ngày 25/11/2013 và có hiệu lực ngày 1/1/2015

Từ khi Pháp lệnh bảo vệ và kiểm dịch thực vật ban hành ngày 08 tháng 8 năm 2001, Chính phủ Việt Nam đã rất nỗ lực trong việc ban hành và hoàn thiện hệ thống văn bản pháp quy liên quan đến công tác quản lý nhà nước về thuốc bảo vệ thực vật, tạo cơ sở pháp lý cho hoạt động quản lý, kinh doanh, sử dụng thuốc bảo vệ thực vật ở nước ta.

Cụ thể, trong những năm sau đó, một loạt các văn bản, hướng dẫn đã được ban hành như:

- Điều lệ về Quản lý thuốc bảo vệ thực vật ban hành kèm theo Nghị định số 58/2002/NĐ-CP ngày 03 tháng 6 năm 2002 của Chính phủ;

- Nghị định số 26/2003/NĐ-CP ngày 19 tháng 3 năm 2003 về Xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực bảo vệ và kiểm dịch thực vật;

- Thông tư số 77/2009/TT-BNNPTNT ngày 10/12/2009 qui định về kiểm tra nhà nước chất lượng thuốc bảo vệ thực vật nhập khẩu;

- Thông tư số 38/2010/TT-BNNPTNT ngày 28/06/2010 về Quản lý thuốc bảo vệ thực vật qui định: từ đăng ký, xuất nhập khẩu, sản xuất, gia công, sang chai, đóng gói, ghi nhãn, sử dụng, vận chuyển, bảo quản, quảng cáo, khảo nghiệm, kiểm định chất lượng và dư lượng thuốc bảo vệ thực vật;

- Danh mục thuốc bảo vệ thực vật được phép sử dụng, hạn chế sử dụng và cấm sử dụng ở Việt Nam của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn ban hành hàng năm;

- Các Qui chuẩn kỹ thuật, tiêu chuẩn Việt Nam, tiêu chuẩn về chất lượng thuốc bảo vệ thực vật, về cửa hàng buôn bán thuốc bảo vệ thực vật, quy trình kiểm tra sử dụng thuốc bảo vệ thực vật trên cây trồng và các văn bản hướng dẫn khác của Cục Bảo vệ thực vật.

Hàng năm, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn còn ban hành Danh mục thuốc bảo vệ thực vật được phép sử dụng. Điều này đã đáp ứng yêu cầu thực tế sản xuất nông nghiệp ở nước ta. Cho đến nay, Danh mục thuốc bảo vệ thực vật sử dụng ở Việt Nam với 800 hoạt chất, 2700 tên thương mại; Danh mục thuốc bảo vệ thực vật hạn chế sử dụng: 12 hoạt chất, 26 tên thương phẩm); Danh mục thuốc bảo vệ thực vật cấm sử dụng: Thuốc trừ sâu, thuốc bảo quản lâm sản 28 hoạt chất (2);

Bên cạnh đó, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn cũng có những quy định liên quan đến thuốc bảo vệ thực vật nhập khẩu. Theo đó, thuốc BVTV nhập khẩu vào nước ta bắt buộc phải được kiểm tra chất lượng nhập khẩu, do đó, những lô hàng thuốc bảo vệ thực vật không đạt chất lượng đã bị buộc tái xuất hoặc cho nhập để tái chế. Lượng thuốc bảo vệ thực vật nhập khẩu không đạt chất lượng đã giảm dần hàng năm.

Tóm lại, hệ thống văn bản pháp quy về hoạt động quản lý, kinh doanh, sử dụng thuốc bảo vệ thực vật ở nước ta cho đến nay đã tương đối đầy đủ, đáp ứng kịp thời nhu cầu của đời sống xã hội. Tuy nhiên, vẫn chưa có quy định riêng về quản lý nhà nước đối với thuốc

BVTV sinh học mà vẫn thông qua hệ thống quản lý cho thuốc BVTV nói chung.

### **4.3. Định hướng phát triển thuốc BVTV sinh học tại Việt Nam.**

Như đã trình bày ở trên, việc nghiên cứu và ứng dụng các thuốc BVTV có nguồn gốc sinh học tại Việt Nam còn gặp nhiều khó khăn. Do vậy, khi xây dựng định hướng phát triển cho tương lai, cần xác định lộ trình lâu dài, xem xét các điều kiện cụ thể và lựa chọn những hướng khả thi, tận dụng lợi thế của nước ta về nguồn nguyên liệu tái tạo là dầu, tinh dầu thực vật sẵn có và các kết quả nghiên cứu trong thời gian qua.

#### **4.3.1. Lĩnh vực nghiên cứu tạo ra các hoạt chất mới**

Tận dụng nguồn nguyên liệu sẵn có là các dầu thực vật, tinh dầu có trong cây cỏ của Việt Nam để nghiên cứu chiết, tách hoặc chuyển hóa thành các sản phẩm có hoạt tính phòng trừ côn trùng gây hại (trong nông nghiệp và y tế). Một số sản phẩm sau đây cần được quan tâm:

- Hoạt chất saponin (*Quillaja saponaria*) chiết từ cây bồ kết, chè, sò... dùng làm thuốc trừ bệnh, trừ ốc bươu vàng; chitosan thủy phân có tác dụng trừ nấm, vi khuẩn và kích thích sinh trưởng thực vật, eugenol từ dầu hương nhu, cinnamaldehyt có nguồn gốc từ dầu quế dùng làm thuốc trừ nấm và xua đuổi côn trùng y tế (ruồi, muỗi, gián, kiến). Ngoài ra, một số tinh dầu khác cũng có tác dụng xua đuổi côn trùng y tế là L-carvon từ dầu bạc hà, dầu thông xua đuổi chuột, dầu hạt tiêu xua đuổi một số côn trùng hại gia súc, D-limonen từ tinh dầu họ cam xua đuổi muỗi...

- Sorbitol octanoat là este của axit béo có tác dụng trừ rệp và côn trùng thân mềm trong nông nghiệp, trồng vườn (do tính chất HDBM). 4-Allyl anisol có trong các loại rau thơm như húng quế, thìa là dùng làm thuốc diệt bộ cánh cứng hại cây lá kim như thông (*Dendroctonus frontalis*). Citronellol là thành phần có trong tinh dầu xả, bạch đàn... có thể dùng làm chất dẫn dụ rệp cây, một loại côn trùng phổ biến gây hại.

- Axit L-lactic, sản phẩm từ công nghệ lên men sữa hoặc có trong một số thực phẩm, hoa quả... có tác dụng kháng khuẩn, kháng nấm, sát trùng. Ngoài ra, hoạt chất còn được sử dụng như chất dẫn dụ muỗi.

Song song với các nghiên cứu chiết tách và tổng hợp hoạt chất từ nguồn dầu béo, tinh dầu thực vật, cần đẩy mạnh nghiên cứu trong lĩnh vực sinh tổng hợp, công nghệ lên men tạo ra các chế phẩm vi sinh có hoạt tính sinh học, ví dụ như thuốc kháng khuẩn Fumaramidmycin từ chủng *Streptomyces kurssanovii*... Hoặc sử dụng các xúc tác enzym trong tổng hợp hoạt chất, ví dụ dùng men *PenGamidase* để tổng hợp các este  $\alpha$ -cyan-3-phenoxybenzyl, một hợp chất trung gian quan trọng trong tổng hợp các thuốc trừ sâu dây pyrethroid. Đây cũng là một trong những nội dung khuyến cáo phát triển của Hóa học xanh.

Ngoài ra, một số sản phẩm có nguồn gốc tuyến trùng EPN, virus đa nhân diện NPV nên tiếp tục nghiên cứu và triển khai ứng dụng vào thực tế.

#### **4.3.2. Nghiên cứu tạo ra các chất có nguồn gốc tự nhiên làm phụ gia cho gia công thuốc BVTV**

Trong số các phụ gia cho thuốc BVTV, các chất HDBM chiếm từ 5 - 14 % trong thành phần gia công. Nó đóng vai trò quan trọng, không thể thiếu được cho tất cả các dạng sản phẩm. Các chất HDBM sử dụng hiện nay đều có nguồn gốc hóa học và thường độc với

người và môi trường. Vì vậy, một trong những hướng phát triển của ngành sản xuất thuốc BVTV thân thiện với môi trường là tìm kiếm, sử dụng các chất HDBM có nguồn gốc tự nhiên ít độc trong gia công sản phẩm. Ví dụ các hợp chất lignosulfonat, được tổng hợp từ lignin có trong nước thải của các nhà máy sản xuất bột giấy là chất HDBM có nhiều ứng dụng và rất phù hợp với các dạng gia công thể hệ mới như WDG, SC... Các hợp chất này có tính tương hợp sinh học, phân hủy sinh học và không độc với người và động vật máu nóng nên rất thân thiện với môi trường. Ngoài ra, xu hướng hiện nay còn sử dụng các chất HDBM thuộc nhóm đường este như sorbitan, các alkylpolysacharit (chất HDBM không ion mới) hoặc các alkylamin etoxy hóa (từ mỡ động vật, dầu dừa). Các chất này đều có nguồn gốc tự nhiên, ít độc.

Một hướng khác rất thành công trong lĩnh vực gia công thuốc BVTV là sử dụng *các chất có tác dụng hiệp đồng (synergist)*, hỗn hợp với hoạt chất để tạo ra các sản phẩm có hiệu lực phòng trừ cao và giảm ô nhiễm môi trường. Các chất synergist có nguồn gốc tự nhiên rất được chú ý vì tận dụng được nguồn nguyên liệu tái tạo và không độc. Trong số các axit béo từ dầu thực, động vật và dẫn xuất của chúng, có nhiều chất có tác dụng synergist với các loại thuốc BVTV khác nhau như các alkyleste của axit oleic, linoleic, palmitic... Ngoài ra, còn nhiều tinh dầu có trong cây cỏ ở Việt Nam cũng có tác dụng synergist. Đây là hướng nghiên cứu đầy tiềm năng, cần được khai thác và phát triển.

#### **4.3.3. Sử dụng các biện pháp phòng trừ gián tiếp trên cơ sở các sản phẩm có nguồn gốc tự nhiên**

Sử dụng các biện pháp phòng trừ gián tiếp thông qua các chất có tính dẫn dụ, xua đuổi, *các chất điều tiết sinh trưởng côn trùng* là một hướng quan trọng trong công tác BVTV “thân thiện với môi trường” vì chúng không gây độc cho người và môi trường. Hơn nữa, các chất này phần lớn đều có nguồn gốc tự nhiên như các tinh dầu thực vật, các hợp chất thơm tự nhiên, các sản phẩm đạm thủy phân v.v... nên không gây ô nhiễm.

Tuy nhiên, do các quá trình tổng hợp hóa học phức tạp, khi nghiên cứu các chế phẩm sinh học có tác dụng phòng trừ côn trùng gián tiếp cần lựa chọn những hoạt chất sẵn có trong tự nhiên hoặc chuyển hóa một phần thành sản phẩm có ứng dụng thực tế.

## **KẾT LUẬN**

Như chúng ta đã biết, các thuốc trừ sâu hóa học có ưu điểm rõ rệt là hiệu quả diệt sâu nhanh nhưng có nhược điểm lớn là có độ độc cao với người và các động vật có ích (trong đó có các loài thiên địch), gây ô nhiễm môi trường. Vì vậy, do yêu cầu bảo vệ sức khỏe con người và sự trong sạch của môi trường, các thuốc trừ sâu hóa học cần được hạn chế sử dụng dần và thay vào đó là các thuốc trừ sâu sinh học. Đây cũng là xu hướng chung trên thế giới hiện nay.

Ưu điểm nổi bật nhất của thuốc trừ sâu sinh học là gần như không độc với người và mau phân hủy trong tự nhiên, ít để lại dư lượng độc trên nông sản và có thời gian cách ly ngắn nên rất thích hợp sử dụng cho các nông sản yêu cầu có độ sạch cao như các loại rau, chè... Thêm nữa, nó ít độc với các loài thiên địch nên thuốc sinh học bảo vệ được sự cân bằng sinh học trong tự nhiên (cân bằng giữa thiên địch và sâu hại), ít gây tình trạng bùng phát sâu

hại. Vì vậy, muốn có nông sản sạch, an toàn và phát triển bền vững, một biện pháp quan trọng là sử dụng các thuốc sinh học trừ sâu.

Ngoài ra, các yếu tố sinh học trừ sâu như các vi sinh vật và thực vật thường có sẵn và rất phổ biến ở mọi nơi, mọi lúc, vì vậy nguồn khai thác rất dễ dàng và hầu như vô tận. Đồng thời với các chế phẩm được sản xuất theo quy mô công nghiệp, hiện nay người ta vẫn có thể dùng các phương pháp chế biến thô sơ để sử dụng. Có thể ra đồng thu thập các sâu bị chết vì nấm bệnh, nghiền nát trong nước rồi phun lên cây để trừ sâu. Các cây thuốc lá, thuốc Lào, hạt xoan, rễ dây thuốc cá... băm nhỏ và đập nát ngâm lọc trong nước để phun cũng rất có hiệu quả.

Nhận thức rõ vai trò to lớn của thuốc trừ sâu sinh học, ngay từ đầu những năm 1980, Việt Nam đã quan tâm nghiên cứu, đưa vào sử dụng và đã mang lại hiệu quả tích cực cho người nông dân, giảm một phần ô nhiễm môi trường. Đặc biệt, từ năm 1990 trở lại đây, việc nghiên cứu, ứng dụng thuốc trừ sâu sinh học đã được Nhà nước và các cơ quan khoa học quan tâm đầu tư và đã đạt được những kết quả bước đầu. Hệ thống văn bản quản lý cũng được xây dựng, ban hành và dần hoàn thiện chặt chẽ theo các chuẩn mực quốc tế.

Theo thống kê, số lượng thuốc trừ sâu sinh học được đăng ký tại Việt Nam gia tăng rất nhanh kể từ năm 2000, trong đó có nhiều sản phẩm được nghiên cứu, sản xuất trong nước. Tuy vậy, theo đánh giá của các nhà kinh doanh thuốc BVTV, dù số lượng các thuốc BVTV sinh học tăng nhanh nhưng doanh số chỉ dưới trên dưới 5% tổng doanh số thuốc BVTV. Nghĩa là hiện nay dù thuốc BVTV sinh học tốt, an toàn môi trường nhưng người nông dân lại ít sử dụng. Ngoài ra, số lượng sản phẩm sản xuất trong nước chưa nhiều và tương xứng với tiềm năng của Việt Nam, chúng ta vẫn phải phụ thuộc nhiều vào sản phẩm ngoại nhập vừa đắt đỏ vừa thiếu chủ động trong phòng ngừa sâu bệnh.

Do vậy, chúng ta cần có giải pháp đồng bộ để đẩy nhanh việc sản xuất và ứng dụng các sản phẩm sinh học BVTV phục vụ sản xuất nông nghiệp bền vững, cụ thể :

1. Nhà nước cần có chính sách hỗ trợ hơn nữa hoạt động nghiên cứu và triển khai các sản phẩm thuốc BVTV có nguồn gốc sinh học.

Song song với việc đẩy mạnh ứng dụng các thuốc BVTV sinh học cũng cần đầu tư nghiên cứu, ứng dụng các sản phẩm phân bón sinh học, cung cấp cho sản xuất nông nghiệp bền vững, tạo ra các sản phẩm sạch, đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm, phục vụ xuất khẩu.

2. Có chính sách hỗ trợ và ưu đãi các doanh nghiệp đầu tư khai thác các nguồn nguyên liệu tái tạo từ thiên nhiên, nhất là các nguồn mà Việt Nam có lợi thế như các loại dầu béo, tinh dầu, thảo mộc... để sản xuất thuốc BVTV sinh học.

3. Bổ sung chính sách hỗ trợ, ưu tiên đăng ký sản phẩm; hỗ trợ tiếp nhận công nghệ và vay vốn để xây dựng các dây chuyền sản xuất sản phẩm sinh học trên quy mô lớn ngay trong nước nhằm ổn định chất lượng và hạ giá thành.

4. Đẩy mạnh tuyên truyền, nâng cao nhận thức và kiến thức cho người dân. Tăng cường xây dựng và nhân rộng mô hình sản xuất nông nghiệp sạch, sử dụng sản phẩm có nguồn gốc sinh học.

Người thực hiện: **ThS. Đặng Bảo Hà**  
**ThS. Nguyễn Thị Phương Dung**

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. WenJun Zhang<sup>1,2</sup>, FuBin Jiang<sup>1</sup>, JianFeng Ou<sup>1</sup>, *Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus*, Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences, 2011, 1(2):125-144
2. Christos A. Damalas <sup>1,\*</sup> and Ilias G. Eleftherohorinos, *Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators*, International Journal of Environmental Research and Public Health , 2011, 8, 1402-1419; doi:10.3390/ijerph8051402
3. Chandler, David and Bailey, Alastair and Tatchell, G. Mark and Davidson, Gill and Greeves, Justin and Grant, Wyn (2011), *The development, regulation and use of biopesticides for Integrated Pest Management*, Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 366 (1573). pp. 1987-1998
4. Dr. Jogen Ch. Kalita, Salma Mazid and Dr.Ratul Ch. Rajkhowa Department of Zoology Cotton College Assam, India, *A review on the use of biopesticides in insect pest management*, International Journal of Science and Advanced Technology (ISSN 2221-8386) Volume 1 No 7 September 2011.
5. Pengfei Leng<sup>1</sup>, Zhiming Zhang<sup>1</sup>, Guangtang Pan<sup>1</sup> and Maojun Zhao, *Review: Applications and development trends in biopesticides*, African Journal of Biotechnology Vol. 10(86), pp. 19864-19873, 30 December, 2011
6. Bikramjit Sinha, *Global biopesticide research trends: a bibliometric assessment*, The Indian Journal of Agricultural Science, Vol 82, No 2 (2012).
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), *Guidance for harmonizing pesticide regulatory management in Southeast Asia*, Bangkok, 2012
8. Alastair Bailey, David Chandler et al. *BIOPESTICIDES: Pest Management and Regulation*, www.cabi.org.
9. *A Guide to the Development of Regulatory Frameworks for Microbial Biopesticides in Sub-Saharan Africa*, AATF, 8/2013.
10. PGS. TS. Đào Văn Hoàng, Vụ Khoa học và Công nghệ - Bộ Công Thương, *Thuốc BVTV có nguồn gốc sinh học: ứng dụng của Hóa học xanh cho nông nghiệp bền vững*, Tạp chí công nghiệp hóa chất số 9/2011.
11. PGS. TS. Nguyễn Trần Oánh (Chủ biên), TS. Nguyễn Văn Kiên, KS. Bùi Trọng Thủy, *Giáo trình Sử dụng thuốc bảo vệ thực vật*, 2007.