THỰC TRẠNG VÀ PHÁT TRIỂN THUỐC BẢO VỆ THỰC VẬT SINH HỌC Ở VIỆT NAM

Nguyễn Văn Sơn

Hội doanh nghiệp sản xuất và kinh doanh thuốc BVTV Việt Nam (VIPA)

1. TÌNH HÌNH CHUNG

1.1.Vai trò của thuốc BVTV sinh học trong sản xuất nông nghiệp

Phòng chống sinh vật gây hại là một trong những khâu quan trọng nhất trong sản xuất nông nghiệp. Đã có nhiều biện pháp để phòng chống sinh vật gây hại, trong đó có biện pháp thuốc BVTV hoá học đóng vai trò quan trọng trong sản xuất nông nghiệp hiện đại. Sử dụng thuốc BVTV hóa học đã đem lại nhiều lợi ích kinh tế, kỹ thuật cho nhà nông, bảo vệ có hiệu quả năng suất, chất lượng cây trồng và nông sản, phòng chống sinh vật gây hại nhanh, có thể chặn đứng sinh vật gây hại trong thời gian ngắn. Hiện nay hầu hết các nước trên Thế giới đều sử dụng thuốc BVTV để phòng chống sinh vật gây hại. Theo số liệu của Tổ chức Nông lương thế giới (FAO) thì năm 2015, thế giới đã sử dụng lượng thuốc BVTV trị giá trên 35 tỷ đô la Mỹ, nhưng đã thu về trên 350 tỷ đô la Mỹ do số lượng và chất lượng nông sản không bị mất đi vì dịch hại. Trên thế giới cũng như ở Việt nam đã cho thấy lợi ích lớn của thuốc BVTV đem lại cho nhà nông. Bên cạnh những ưu điểm trên, thuốc BVTV hóa học là nỗi lo lắng của cộng đồng về vấn đề an toàn thực phẩm, xuất khẩu nông sản và gây ô nhiễm môi trường sinh thái. (bỏ) Thuốc BVTV hóa học thường có phổ tác động rộng, dễ tác động đến nhiều sinh vật có ích, các sinh vật không thuộc đối tượng phòng chống. Trái lai thuốc BVTV sinh học lại an toàn và ít độc hơn đối với sức khỏe người, sinh vật có ích và môi trường, nhanh phân hủy trong tự nhiên, thời gian cách ly ngắn, ít ảnh hưởng nông sản nên rất thích hợp sử dụng cho các nông sản sạch như rau, chè, cây ăn quả…. Chính vì những ưu điểm đó nên việc phát triển các thuốc BVTV sinh học thân thiện với môi trường, có hoạt tính sinh học mạnh mẽ, nhưng mang tính chọn lọc cao là xu hướng tất yếu đối với sự phát triển của thuốc BVTV đương đại và phát triển nông nghiệp bền vững. Hơn thế nữa, nhiều chuyên gia Quốc tế cũng đã nêu rõ các nguyên nhân chính sau đây dẫn đến việc sử dụng thuốc BVTV sinh học ngày càng nhiều hơn:

1- Do yêu cầu phát triển sản xuất nông nghiệp theo hướng bền vững.

Sản xuất nông nghiệp vừa phải quan tâm đến việc tăng năng suất, sản lượng nông sản để đáp ứng nhu cầu an ninh lương thực vừa phải giảm thiểu ảnh hưởng bất lợi đối với môi trường, thích ứng với biến đổi khí hậu. Để đáp ứng yêu cầu này, sử dụng thuốc BVTV sinh học là một lựa chọn thích hợp nhất.

2- Xu hướng của thị trường trong nước và quốc tế đang có nhu cầu ngày càng tăng đối với thực phẩm hữu cơ, an toàn, không bị ô nhiễm các chất độc hại,.

3- Nhiều Tập đoàn, doanh nghiệp lớn trên thị trường thực phẩm của Thế giới đang có xu hướng kinh doanh các sản phẩm nông sản sử dụng thuốc BVTV sinh học.

4- Các quy định pháp luật về an toàn thực phẩm và bảo vệ môi trường của các Quốc gia trên thế giới đang khuyến khích người sản xuất sử dụng thuốc BVTV sinh học thay

thế thuốc hóa học. Để đảm bảo an toàn cho sức khỏe con người và bảo vệ môi trường nhiều Quốc gia đã siết chặt việc đăng ký thuốc BVTV hóa học. Nghiên cứu và đăng ký thuốc BVTV hóa học tốn nhiều thời gian và chi phí hơn thuốc BVTV sinh học.

5- Trong các năm gần đây, các nhà khoa học trên Thế giới đã tập trung nghiên cứu, phát triển được nhiều loại thuốc BVTV sinh học có hiệu lực cao, giá thành sản phẩm thấp, dễ bảo quản, dễ sử dụng…

Chính vì những lý do đó nêu trên nên việc phát triển các thuốc BVTV sinh học là xu hướng tất yếu đối với sự phát triển của thuốc BVTV đương đại trong mục tiêu phát triển nông nghiệp bền vững.

1.2. Tình hình nghiên cứu, sản xuất và sử dụng thuốc BVTV sinh học trên thế giới

Hiện nay thuốc BVTV sinh học thường được phân thành 4 loại chính:

1.2.1.Thuốc BVTV vi sinh (Micro-organism) chứa thành phần hoạt tính là vi sinh vật, bao gồm: vi khuẩn, nấm, virus, động vật nguyên sinh... Thuốc trừ sâu vi sinh có thể được sử dụng phổ biến và có giá thành rẻ hơn các thuốc BVTV sinh học khác.

1.2.2.Thuốc BVTV sinh học (Macro- Organisms) trong thành phần có tác nhân sinh học là các sinh vật sống có kích thước lớn hơn vi sinh vật có khả năng phòng chống dịch hại cây trồng như tuyến trùng, động vật nguyên sinh...

1.2.3.Thuốc BVTV nguồn gốc tự nhiên (Natural Products) bao gồm thuốc BVTV thảo mộc được chiết xuất từ thực vật có hoạt tính phòng chống dịch hại cây trồng và các loại thuốc BVTV là sản phẩm được tạo ra từ quá trình nhân nuôi vi sinh vật như một số loại kháng sinh, một số thuốc BVTV có nguồn gốc tự nhiên từ động vật.

1.2.4.Thuốc BVTV hóa sinh là các chất trong tự nhiên như axít béo hoặc pheromone (chất dẫn dụ) dùng để kiểm soát sinh vật gây hại . Thuốc BVTV hóa sinh bao gồm các chất cản trở sự phát triển hoặc giao phối của sinh vật hại, chất xua đuổi hoặc thu hút sinh vật gây hại như pheromone.

Hiện nay Cây trồng chuyển gen kháng thuốc BVTV cũng được xem như tác nhân kiểm soát sinh vật gây hại.

Dựa vào tác dụng đối với đối tượng các sinh vật gây hại, thuốc BVTV sinh học còn được phân chia thành thuốc trừ sâu sinh học, thuốc trừ bệnh sinh học, thuốc trừ cỏ sinh học, các thuốc BVTV sinh học trên các đối tượng sinh vật gây hại khác.

1.2.5. Thuốc trừ sâu sinh học (Bioinsecticides) gồm một số loại chính sau:

- Bacillus thuringiensis
- Beauveria bassiana
- Verticillium lecanii
- Metarhizium anisopliae
- Một số loại khác như : Abamectin, Matrine, Azadirachtin, Paecilomyces fumosoroseus và Aspergillus Flavus)

1.2.6. Thuốc trừ bệnh sinh học (Biofungicides) gồm một số loại chính sau:

- Trichoderma harzianum

-Trichoderma viride

- Các vi sinh vật khác và dịch chiết thảo mộc có tác dụng phòng chống nấm gây bệnh, vi sinh vật và tuyến trùng hại cây

- Paecilomyces lilacinus và Bacillus firmus dùng phòng trừ tuyến trùng hại cây

1.2.7. Thuốc trừ cỏ sinh học (Bio-herbicide): Chủ yếu có hai loại:

a.Vi sinh vật sống (nấm, vi khuẩn và vi rút).

-Thuốc diệt cỏ nấm sinh học (phổ biến nhất là nấm gây bệnh Phytopathogen) gồm các chi như Colletotrichum , Fusarium, Alternaria, Cercospora, Puccinia, Entyloma, Ascochyta và Sclerotinia. Các loài này không có lợi ích kinh tế và xã hội đáng kể do các yêu cầu nghiêm ngặt về môi trường và các yêu cầu khắt khe về kỹ thuật sản xuất các dạng chế phẩm thuốc và lưu trữ, v.v…

- Vi khuẩn có tiềm năng trừ cỏ sinh học chủ yếu là Rhizobacteria, liên quan chủ yếu đến tám chi, bao gồm: Pseudomonas, Enterobacter, Flavobacterium, Citrobacter, Achromobacter, Alcaligenes, Xanthomonas và Erwinia.

-Các chế phẩm vi sinh vật Rhizobacteria có thể tác động trực tiếp lên hạt và cây con cỏ dại.

- Hiện nay rất hiếm Virus có tác dụng diệt cỏ .

b. Các chất chuyển hóa của vi sinh vật: sử dụng các độc tố và chất kháng sinh tạo ra trong quá trình chuyển hóa của các vi sinh vật, gồm peptide, terpen, macrocidin và nhựa phenolic.

Sự gia tăng nhận thức về môi trường cộng với nhu cầu phát triển nông nghiệp bền vững, đòi hỏi cần phải phát triển thuốc diệt cỏ sinh học có tính chọn lọc cao và hoạt tính sinh học mạnh mẽ. Đây cũng là xu hướng phát triển tất yếu của thuốc BVTV đương đại.

1.2. Tình hình nghiên cứu, sản xuất và sử dụng thuốc BVTV sinh học trên thế giới

Hiện nay thuốc BVTV sinh học thường được phân thành 4 loại chính:

1.2.1.Thuốc BVTV vi sinh (Micro-organism) chứa thành phần hoạt tính là vi sinh vật, bao gồm: vi khuẩn, nấm, virus, động vật nguyên sinh... Thuốc trừ sâu vi sinh có thể được sử dụng phổ biến và có giá thành rẻ hơn các thuốc BVTV sinh học khác.

1.2.2.Thuốc BVTV sinh học (Macro- Organisms) trong thành phần có tác nhân sinh học là các sinh vật sống có kích thước lớn hơn vi sinh vật có khả năng phòng chống dịch hại như tuyến trùng, động vật nguyên sinh...

1.2.3.Thuốc BVTV nguồn gốc tự nhiên (Natural Products) bao gồm thuốc BVTV thảo mộc được chiết xuất từ thực vật có hoạt tính phòng chống dịch hại và các loại thuốc BVTV là sản phẩm được tạo ra từ quá trình nhân nuôi vi sinh vật như một số loại kháng

sinh, một số thuốc BVTV nguồn gốc tự nhiên từ động vật.

1.2.4.Thuốc BVTV hóa sinh là các chất trong tự nhiên như axít béo hoặc pheromone (chất dẫn dụ) dùng để kiểm soát sinh vật gây hại . Thuốc BVTV hóa sinh bao gồm các chất cản trở sự phát triển hoặc giao phối, chất xua đuổi hoặc thu hút sinh vật gây hại như pheromone.

Hiện nay Cây chuyển gen kháng thuốc BVTV cũng được xem như tác nhân kiểm soát sinh vật gây hại.

Dựa vào tác dụng đối với các sinh vật gây hại, thuốc BVTV sinh học còn được phân chia thành thuốc trừ sâu sinh học, thuốc trừ bệnh sinh học, thuốc trừ cỏ sinh học, các thuốc BVTV sinh học trên các đối tượng sinh vật gây hại khác.

1.2.5. Thuốc trừ sâu sinh học (Bioinsecticides) gồm một số loại chính sau:

- Bacillus thuringiensis
- Beauveria bassiana
- Verticillium lecanii
- Metarhizium anisopliae

-Một số loại khác như : Abamectin, Matrine, Azadirachtin, Paecilomyces fumosoroseus và Aspergillus Flavus)

1.2.6. Thuốc trừ bệnh sinh học (Biofungicides) gồm một số loại chính sau:

- Trichoderma harzianum

-Trichoderma viride

- Các vi sinh vật khác và dịch chiết thảo mộc có tác dụng phòng chống nấm bệnh, vi sinh vật và tuyến trùng.

- Paecilomyces lilacinus và Bacillus firmus dùng phòng trừ tuyến trùng

1.2.7. Thuốc trừ cỏ sinh học (Bio-herbicide): Chủ yếu có hai loại:

a.Vi sinh vật sống (nấm, vi khuẩn và vi rút).

-Thuốc diệt cỏ nấm sinh học (phổ biến nhất là nấm phytopathogen gồm các chi như Colletotrichum, Fusarium, Alternaria, Cercospora, Puccinia, Entyloma, Ascochyta và Sclerotinia. Các loài này không có l ợi ích kinh tế và xã hội đáng kể do các yêu cầu nghiêm ngặt về môi trường và các yêu cầu khắt khe về kỹ thuật sản xuất các dạng chế phẩm thuốc và lưu trữ, v.v…

- Vi khuẩn có tiềm năng trừ cỏ sinh học chủ yếu là Rhizobacteria, liên quan chủ yếu đến tám chi, tức là Pseudomonas, Enterobacter, Flavobacterium, Citrobacter, Achromobacter, Alcaligenes, Xanthomonas và Erwinia.

Các chế phẩm vi sinh v ật Rhizobacteria này có thể tác đ ộng trực tiếp lên hạt và cây con cỏ dại.

- Hiện nay rất hiếm Virus có tác dụng diệt cỏ .

b. Các chất chuyển hóa của vi sinh vật: sử dụng các độc tố và kháng sinh tạo ra trong quá trình chuyển hóa các vi sinh vật, gồm peptide, terpen, macrocidin và nhựa phenolic.

Sự gia tăng nhận thức về môi trường cộng với nhu cầu phát triển nông nghiệp bền vững, đòi hỏi cần phải phát triển thuốc diệt cỏ sinh học có tính chọn lọc cao và hoạt tính sinh học mạnh mẽ . Đây là xu hướng phát triển tất yếu của thuốc BVTV đương đại.

1.3. Nghiên cứu sản xuất và sử dụng thuốc BVTV sinh học của Thế giới

Hiện nay trên thế giới đã có khoảng 1.400 sản phẩm thuốc BVTV sinh học đã được nghiên cứu sản xuất, đăng ký và thương mại hóa.

Trong những năm gần đây, sự phát triển nhanh và mạnh của các kỹ thuật mới như sinh học phân tử, kỹ thuật di truyền, kỹ thuật sinh hóa và các kỹ thuật khác đã góp phần phát triển việc sản xuất thuốc BVTV sinh học. Thuốc BVTV sinh học đã thu hút được sự quan tâm đặc biệt và trở thành trọng tâm nghiên cứu của nhiều trường Đại học, viện nghiên cứu và các Tập đoàn, công ty công nghệ sinh học hàng đầu trên thế giới.

1.3.1. Kết quả nghiên cứu thuốc BVTV sinh học của thế giới giai đoạn 1996-2008

Kết quả xếp hạng đối với một số Quốc gia nghiên cứu thuốc BVTV sinh học hàng đầu thế giới được trình bày trong Bảng 3.

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 tất cả 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 1: Danh sách 10 nước nghiên cứu thuốc BVTV hàng đầu thế giới giai đoạn 1996-2008

Số Thứ Tự	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	Ôxtrâylia	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

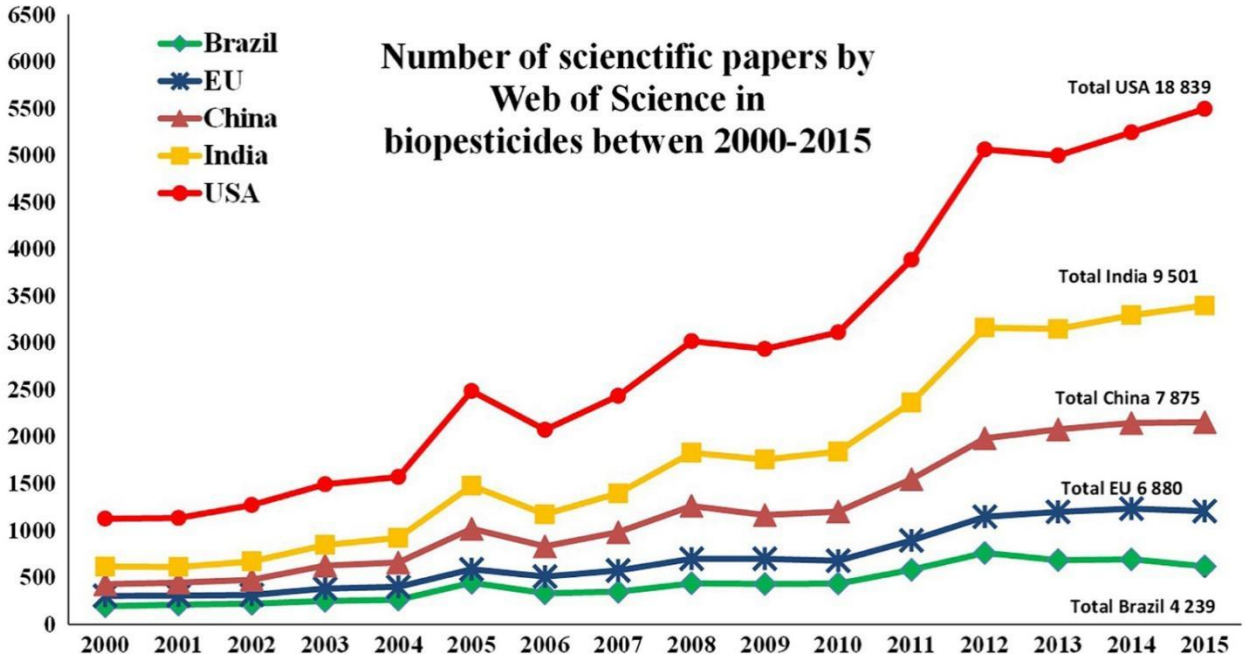
Hoạt động nghiên cứu và ứng dụng thuốc BVTV sinh học của các cơ quan, tổ chức nghiên cứu và thương mại trên Thế giới đã đạt được nhiều kết quả đáng kể, do đó, thuốc BVTV sinh học đã dần thay thế một phần thu ốc BVTV hóa học có độc tính cao trên thị trường. Trong những năm gần đây, sản xuất thuốc BVTV hóa học đã giảm 2%/năm (Cheng etal,, 2010), trong khi đó lượng thuốc BVTV sinh học đã tăng 20%/năm. 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 vào năm 2005.

Hơn 30 Viện và Trung tâm nghiên cứu của nhà nước và doanh nghiệp thuốc BVTV sinh học Trung Quốc, hàng năm sản xuất gần 100.000 tấn. Tính đến tháng 10 năm 2008, 327 thuốc BVT V sinh học đã 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 BVTV sinh học như Bt, Trichoderma, Pseudomonas và Beauveria được đăng ký. Ở Canada, từ năm 1972-2008, Cơ quan quản lý sinh vật gây hại đã cho phép đăng ký 24 hoạt chất vi sinh với 83 dạng chế phẩm thương mại. Đa số các đăng ký (55/83) diễn ra từ năm 2000 và đầu năm 2008. Hỗn hợp các hoạt chất, các chủng và các dạng chế phẩm mới được đăng ký sử dụng, chủ yếu là thuốc trừ sâu B.t., thuốc BVTV thảo mộc (rotenone, saponin, Matrine, thuốc trừ bệnh và thuốc điều hòa sinh trưởng thực vật.

1.3.2. Kết quả nghiên cứu thuốc BVTV sinh học của thế giới giai đoạn 2000 -2015



Hình 1. Số lượng các bài báo nghiên cứu khoa học về biopesticide trong 15 năm gần đây trên thế giới từ 2000-2015. *Nguồn*: Pest Management Science, Volume: 73, Issue: 11, Pages: 2203-2208, First published: 04 May 2017, DOI: (10.1002/ps.4596).[5]

Theo hình 1, Mỹ là nước đứng đầu nghiên cứu về thuốc BVTV sinh học (18839 bài báo trong 15 năm), đến là Ấn Độ và Trung Quốc. Brazil và Châu Âu. Những năm gần đây thì Mỹ có số nghiên cứu về thuốc BVTV sinh học nhiều hơn hẳn so với các khu vực còn lại (2012-2015).

Theo trích dẫn của Lê Đăng Quang, Trần Đại Lâm và cộng sự: Chi phí nghiên cứu và phát triển 1 thuốc BVTV sinh học chỉ mất từ 3-7 triệu USD và mất khoảng 3 năm để phát triển thành công và đưa ra thị trường.[6] Trong khi để chi phí để phát triển một

thuốc BVTV hoá học mới tăng từ 152 triệu USD năm 1995 lên 286 triệu USD năm 2014 (Phillips McDougall, 2018). Trong đó Liên quan đ ến đăng ký tăng gấp đôi ; chi phí phát triển sản phẩm tăng 34%.

Tuy vậy, không thể nói sản xuất một thuốc BVTV sinh học là đơn giản. Để có sản phẩm Serenade® chứa *Bacillus subtilis* strain 713 và Sonata® chứa *Bacillus pumilus* strain 2808, các nhà khoa học đã phải sàng lọc qua 713 và 2808 vi sinh vật khác nhau (tương ứng)[6]. Ví dụ như các công ty đã sàng lọc và thương mại hóa thành công các sản phẩm mới chứa *Bacillus subtilis* strain 713 (Serenade®) và qua quá trình sàng lọc 713 vi sinh vật và sản phẩm chứa *Bacillus pumilus* strain 2808 (Sonata®) qua quá trình sàng lọc 2808 vi sinh vật khác nhau[6].

Bảng 2. **Tỷ lệ sàng lọc thành công các vi sinh vật có hoạt tính phòng ngừa sinh học từ các nguồn mẫu[1]**

Loại bio-pesticide-đối tượng-phương pháp	Số mẫu có hoạt tính thu được	% thành công	tỷ lệ lẫu/ số mẫu sàng lọc	Số lượng mẫu sàng lọc
Herbicide – Leaf Disc	305	1,95	51	15670
Herbicide – Grass Seedling	115	1,19	84	12695
Herbicide - Plant Test Grass	63	2,32	43	2721
Herbicide - Plant Test Broadleaf	19	0,7	144	2729
Insecticide - Beet Armyworm	16	0,1	1002	16037
Insecticide - Lygus	8	0,06	1568	12547
Insecticide - Corn Rootworm	2	0,72	138	276
Fungicide – *Phytophthora*	954	5,74	17	16620
Fungicide – *Monilinia* và *Botrytis*	940	5,65	16	16620
Nematicide	206	2,0	50	9695
Algaecide	83	0,67	150	12419
Bactericide	74	1,38	73	5371
Plant Health (Corn)	108	7,72	13	1399

Bảng 2 thể hiện tỷ lệ sàng lọc thành công các vi sinh vật có hoạt tính phòng ngừa sinh học từ các nguồn sàng lọc ban đầu. Theo đó, tỷ lệ sàng lọc thành công đối với hoạt tính trừ sâu rất thấp từ 0,06-0,72%, hoạt tính trừ cỏ cũng chỉ từ 0,7-2,32% và hoạt tính trừ nấm thì có tỷ lệ thành công cao hơn cả, khoảng 5% (Bảng 2).

Bảng 3. **Một số công ty cổ phần nghiên cứu và phát triển thuốc BVTV sinh học được thành lập bởi các công ty lớn sản xuất thuốc BVTV từ 2014-2019**

Công ty	Năm góp vốn	Trị giá (triệu USD)	Cty đối tác	Công nghệ

EcoFlora	2019	Không công bố	Gowan	Thuốc thảo mộc
Tyratech	2018	Không công bố	American Vanguard	Thuốc chứa Tinh dầu
Ginkgo Bioworks	2018	100	Bayer Crop Science	Tổng hợp sinh học tạo ra các vi sinh vật đặc thù
Rizobacter	2016 (50,01%)	Không công bố	BioCeres	Vi sinh vật
Novozymes	2014	300 vào Novozymes	Monsanto	Vi sinh vật (công ty CP Bio-Ag)

Thực tế là tỷ lệ thành công trong khám phá và thương mại hóa các thuốc BVTV sinh học có cao hơn so với các hoạt chất tổng hợp nhưng tỷ lệ vẫn còn rất thấp. Nhiều phức tạp trong việc đánh giá hiệu lực sinh học, kiểm tra đánh giá cơ chế tác dụng và quy trình đăng ký thuốc ở nhiều vùng lãnh thổ. Tuy nhiên số lượng các công ty lớn sản xuất thuốc BVTV gần đây đầu tư vào hướng nghiên cứu và phát triển thuốc BVTV sinh học đã nhiều hơn trước đây (Bảng 3).

Cũng theo Lê Đăng Quang, Trần Đại Lâm và cộng sự (2020): các thuốc BVTV sinh học chứa các hoạt chất là hợp chất tự nhiên trong năm 2013 chiếm thị phần khá lớn. Số lượng sản phẩm chứa các hoạt chất tự nhiên và tổng hợp từ hợp chất tự nhiên lần lượt chiếm các tỷ lệ 20% đối với thuốc trừ sâu, 17% đối với thuốc trừ bệnh, 13% đối với thuốc trừ cỏ và còn lại 50% là các thuốc tổng hợp hóa học. Các hợp chất tự nhiên có thể do vi sinh vật và thực vật sản sinh. Chúng phòng trừ dịch bệnh không thông qua cơ chế gây độc như các hoạt chất trong thuốc BVTV truyền thống. Tuy vậy, các hoạt chất tự nhiên sử dụng trong thuốc BVTV truyền thống như pyresthins, abamectin, spinosads vẫn có cơ chế tác dụng gây độc lên thần kinh côn trùng như đã biết và sử dụng từ lâu. Một số hoạt chất nguồn gốc tự nhiên có tác dụng gây độc thần kinh được đăng ký vào thuốc trừ sâu hóa học (chemical pesticides). Rất khó để phân định cơ chế tác dụng của mỗi loại thuốc BVTV sinh học có nguồn gốc tự nhiên do chúng hầu như ở dạng hỗn hợp nhiều hoạt chất, có nhiều cơ chế tác động lên sinh vật có hại, trong đó, nhiều loại tác động còn chưa được xác định rõ. Thuốc BVTV sinh học có nguồn gốc thảo mộc được bào chế từ các dịch chiết hoặc đơn chất , đều được hiểu có nguồn gốc sinh học, ít gây tác động sức khỏe con người và thân thiện môi trường.

Theo Lê Đăng Quang, Trần Đại Lâm và các cộng sự (2020), cho biết những nghiên cứu gần đây một số hoạt chất dạng nano hóa như nano chitosan và nano bạc giúp phòng trừ hiệu quả bệnh hại cây trồng theo một cơ chế đặc hiệu riêng, có hàm lượng hoạt chất rất thấp, nên giảm thiểu được ảnh hưởng của hóa chất đối với con người và môi trường. Công nghệ nano hóa hoạt chất mang lại nhiều lợi ích cho quá trình gia công (formulation) thuốc BVTV nói chung và cả thuốc BVTV sinh học nói riêng để tạo ra các sản phẩm Thuốc BVTV sinh học-nano.

1.3.3. Việc đăng ký thuốc BVTV sinh học tại các nước khối ASEAN

Vào năm 2016 đã có 471 loại thuốc BVTV sinh học được đăng ký tại 10 nước ASEAN để phòng trừ trên 70 sinh vật gây hại thực vật, trong đó, Việt Nam có 296 loại thuốc BVTV sinh học đã được đăng ký, chiếm 62,8% số sản phẩm thuốc sinh học của toàn khu vực. Đối tượng sinh vật gây hại được đăng ký phòng trừ bằng thuốc BVTV sinh học nhiều nhất là sâu tơ sau đó đến nhện đỏ và bọ trĩ hại cây trồng.

Bảng 4. Các sản phẩm thuốc BVTV sinh học được được nghiên cứu phát triển và đăng ký sử dụng tại các nước ASEAN (BCA, 2016)

Nhóm thuốc sinh học	Indonesia	Lào	Malaysia	Philippine	Singapore	Thái Lan	Việt Nam	Tổng
Chất dẫn dụ	9	0	0	0	0	0	9	18
Thảo mộc	16	1	8	0	3	2	60	90
Kích thích sinh trưởng	0	2	0	0	0	0	47	49
Vi sinh	31	6	35	9	7	23	62	173
Sản phẩm tự nhiên	0	2	2	0	1	0	79	84
Sản phẩm phối trộn	4	3	1	0	0	0	39	47
Hợp chất truyền tin	1	0	0	0	0	0	0	1
Tổng công	61	21	46	9	11	26	296	471

Nguồn: BCA, 2016

1.3.4. Những hoạt động nghiên cứu và phát triển thuốc BVTV sinh học quan trọng trong thời gian gần đây

Theo thông tin của BiopesticidesMarket, 2025, từ năm 2018 đến nay, nhiều công ty và các tổ chức quốc tế đã đăng ký , phát triển và đưa ra thị trường nhiều thuốc BVTV sinh học ở nhiều nơi trên thế giới như : Cơ quan Nghiên cứu đổi mới sinh học Marrone (Marone Bio-innovations) đã hợp tác với Chile phát triển và phân phối 2 thuốc trừ sâu vi sinh vật; Tập đoàn Andermatt Biocontrol AGs' Madex Top product đăng ký, phân phối sản phẩm thuốc trừ sâu sinh học Madex Top tại Thụy Điển và Israel để phòng trừ sâu trên cây ăn quả; Certis USA L.L.C đã hợp tác với Bayer phát triển và phân phối thuốc BVTV sinh học tại Mỹ; Thuốc trừ sâu sinh học Velifer của BASF SE đã đư ợc đăng ký sử dụng tại Australia để tr ừ sâu hại rau; Syngenta AG đã ra chính thức đưa thuốc trừ sâu Costar có tác nhân sinh học là Bacillus spp.,ra thị trường, thuốc này có khả năng phòng trừ sâu hại cho hơn 50 loại cây trồng ở EU; Thuốc diệt nấm sinh học Serenade ASO của công ty Bayer đã đăng ký và được phép bán tại Pháp; Liên doanh Certis và Omnilytics

của Anh đã đăng ký 2 sản phẩm vi sinh AgriPhage để phòng tr ừ bệnh thán thư và phòng trừ bệnh loét (Canker) hại cam chanh .

Cũng trong thời gian từ năm 2018 đến năm 2020, Một số tổ chức cơ quan nghi ên cứu về thuốc BVTV sinh học mới v ới qui mô lớn và hiện đại đã được thành lập như T ổ chức Koppert Canada đã thành lập một cơ sở thí nghiệm mới ở Leamington , Ontario, Canada, Đây là cơ sở thí nghiệm hiện đại . Đây cũng là cầu nối giữa nhà sản xuấ t và khách hàng (8/ 2018), Cơ quan nghiên cứu sinh học Valent đã thành lập Trung tâm nghiên cứu sinh học mới tại Libertyville , Bang Illinois , Hoa kỳ . Đây là tổ hợp các phòng thí nghiệm công nghệ cao với thiết bị hiện đại, không gian làm việc tiện nghi, rộng rãi và 20.000 m^2 nhà kính hiện đại (7/2018)

1.4.Thị trường thuốc BVTV sinh học của Thế giới

Hiện nay, nhiều nước khuy ến khích phát triển và sử dụng các loại thuốc BVTV sinh học để phòng trừ sinh vật gây hại, góp phần tăng nhu cầu thuốc BVTV sinh học trong 10 năm tới. Thuốc BVTV sinh học mới được sản xuất và đăng ký đã tăng với tốc độ 4%/ năm .

Theo nghiên cứu thị trường thuốc BVTV sinh học của Fortune Business Insights Pvt. Ltd, Ấn Độ thì thuốc BVTV sinh học đã tăng trưởng với tốc độ trung bình hàng năm 24% trong thời gian 2014-2017. Năm 2011 đạt trị giá 1,3 tỷ USD ; năm 2017đạt giá trị 3,36 tỷ USD; và dự báo sẽ đạt 6.42 tỷ vào năm 2023 và 10,19 tỷ vào năm 2025.

Theo thị trường thuốc BVTV sinh học toàn cầu năm 2017, thuốc trừ sâu và thuốc trừ bệnh sinh học chiếm doanh số lớn hơn các thuốc BVTV sinh học khác. Xếp hạng thuốc BVTV theo nguồn gốc hoạt chất và tác nhân gây hại thì thuốc BVTV vi sinh dẫn đầu về doanh số.

Tổ chức Markets and Markets nghiên cứu, phân tích và dự báo như sau:

- Thị phần toàn cầu từ năm 2020 đến năm 2025 các chế phẩm thuộc nhóm Microbials và Macrobials (có hoạt chất là *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, and *Metarhizium Anisopliae*) tăng trưởng 15.8% ; đạt 2.2 tỷ Đô la Mỹ năm 2020 và 4.6 tỷ USD năm 2025.

- Ba loại nấm chính là *Trichoderma* sp., *Beauveria bassiana* và *Paecilonyces lilacinus* chiếm khoảng 7% doanh số thị trường.

- Châu Âu và Châu Á - Thái Bình Dương cũng được dự báo là những thị trường hấp dẫn nhờ triển vọng tăng trưởng cao trong những năm tới

- Các chiết xuất thảo mộc như Pyrethrin, Azadirachtin, Matrine và một số loại khác chiếm hơn 10% doanh số thuốc BVTV sinh học trên toàn cầu.

-Thị phần toàn cầu thuốc trừ bệnh sinh học sẽ đạt 1.6 tỷ USD vào năm 2020 và dự báo đạt 3.4 tỷ USD vào năm 2025. mưc tăng trưởng từ năm 2020 đến 2025 đạt 16.1% . Các loại thuốc BVTV sinh học của tất cả các nhóm khác dự kiến đạt 1.2 tỷ USD vào năm 2015.

- Thi trường thuốc diệt cỏ sinh học toàn c ầu đạt 800 triệu đô la Mỹ (2016); 1, 6 tỷ USD vào năm 2020. Dự đoán tốc độ tăng trưởng của chúng sẽ đạt 14,5%.

Ở B ắc Mỹ, nhu cầu sản phẩm cây trồng không có dư lượng thuốc BVTV ngày càng lớn, cùng với thị trường th ực phẩm hữu cơ ngày càng mạnh , cộng thêm th ủ tục đăng ký dễ dàng hơn thuốc BVTV hóa học là những yếu tố quan trọng để thúc đ ẩy thị trường thuốc BVTV sinh học phát triển. Dự báo thị phần thuốc BVTV sinh học ở khu vực này sẽ tăng liên tục t ừ năm 2021 đến 2025 và đến năm 2025 sẽ chiếm th ị phần lớn nhất thế giới.

Mỹ là nước tiêu thụ thuốc BVTV sinh học nhiều nhất , chiếm 12% thị trường toàn cầu. Giá trị thị trường thuốc BVTV sinh học ở Mỹ đạt khoảng 205 triệu USD và đến năm 2020 sẽ tăng lên gần 300 triệu USD.

Thị trường thuốc BVTV sinh học tại Nam Mỹ trong thời gian tới sẽ phát triển chủ yếu ở Braxin và Achentina. Thị trường thuốc BVTV sinh học tại Nam Mỹ trong thời gian tới sẽ phát triển chủ yếu ở Braxin và Achentina. Tại châu Âu, thị trường này sẽ phát triển tại Đông Âu tốt hơn so với EU.

Từ tháng 1 đến tháng 11 năm 2008, ngành công nghiệp sản xuất thuốc BVTV hóa sinh và vi sinh ở Trung Quốc đã đạt tổng giá trị với mức 9,6 tỷ Nhân dân tệ, tăng 45,2% so với cùng kỳ năm trước đó. Tổng lợi nhuận đã đạt 624 triệu Nhân dân tệ, tăng 29,98%.

Năm 2009, trong nông nghiệp châu Âu, Liên minh Châu Âu đã loại bỏ nhiều loại thuốc BVTV hóa học. Chính phủ các nước Thụy Điển, Đan Mạch, Hà Lan và Pháp mới đây cũng đã công bố các biện pháp nhằm giảm 50% lượng thuốc BVTV hóa học sử dụng trong nông nghiệp. Cộng với sự phát triển nhanh trong sản xuất cây ăn quả và cây lương thực đã là động lực đẩy mạnh việc sử dụng thuốc BVTV sinh học nhằm thay dần thuốc BVTV hóa học. Hiện nay, nhiều nước ở khu vực này đã có những chính sách hỗ trợ tích cực và ưu tiên phát triển thuốc BVTVsinh học để thúc đẩy sự phát triển của thị trường thuốc BVTV sinh học.

Với những quy định mới, cấm nhiều loại thuốc BVTV dạng hóa học tổng hợp, thị trường thuốc BVTV sinh học tại khu vực EU và Nga nhìn chung sẽ phát triển tốt trong những năm tới. Trung Quốc và Ấn Độ là 2 nước sản xuất và sử dụng thuốc BVTV sinh học nhiều nhất Châu Á.

Tại Ấn Độ, thuốc BVTV sinh học là sản phẩm của cây xoan Ấn Độ (Neem), từ Bt, virus Polyhedrosis và Trichoderma là các loại thuốc BVTV sinh học chính đang được sản xuất và sử dụng nhiều ở Ấn Độ. Nhật Bản đạt doanh thu thuốc BVTV sinh học hơn 9 triệu USD/năm. Châu Âu và Châu Á - Thái Bình Dương cũng được dự báo là những thị trường hấp dẫn nhờ triển vọng tăng trưởng cao trong những năm tới

Các chiết xuất thảo mộc như Pyrethrin, Azadirachtin, Matrine và một số loại khác chiếm hơn 10% doanh số thuốc BVTV sinh học trên toàn cầu.

Hiện nay Mỹ, Trung Quốc và Italia là những quốc gia sản xuất thuốc BVTV sinh học lớn nhất trên thế giới, chiếm 80% doanh số trên thị trường toàn cầu. Mỹ cũng là nước

tiêu thụ thuốc BVTV sinh học nhiều nhất , chiếm 12% thị trường toàn cầu. Giá trị của thị trường thuốc BVTV sinh học ở Mỹ đạt khoảng 205 triệu USD và đến năm 2020 sẽ tăng lên gần 300 triệu USD. Thị trường thuốc BVTV sinh học châu Âu đạt gần 200 triệu USD. Tại thị trường châu Á, Trung Quốc và Ấn Độ đã và đang sử dụng nhiều thuốc BVTV sinh học nhiều nhất.

Các Quốc gia đang sử dụng thuốc BVTV sinh học nhiều nhất gồm có Mỹ, Canada, Mexico, Đức, Pháp, Tây Ban Nha, Anh, Italy, Hà Lan, Nga, Trung Quốc, Ấn Độ, Nhật Bản, Australia, Indonesia, Brazil, Argentina .

Chúng tôi tin rằng , với chính sách của Chính phủ Việt Nam , trong tương lai không xa, chúng ta cũng sẽ nằm trong danh sách này.

1.5. Thực trạng công tác nghiên cứu, sản xuất, kinh doanh và sử dụng thuốc BVTV sinh học tại Việt Nam

Các tác nhân sinh học có khả năng phòng trừ dịch hại như các vi sinh vật và thực vật thường có sẵn ở Việt Nam. Các sản phẩm này dễ khai thác với số lượng và khối lượng lớn. Nông dân vẫn có thể dùng các phương pháp chế biến thô sơ như 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… được băm nhỏ và đập nát, ngâm lọc trong nước lấy dung dịch nước thuốc để phun cũng cho hiệu quả phòng trừ dịch hại. Nhưng sản xuất các chế phẩm BVTV sinh học theo quy mô công nghiệp thì hầu như còn quá nhỏ không đáng kể . Validamycin là sản phẩm thuốc BVTV sinh học được Vipesco sản xuất theo qui mô công nghiệp . Đáng tiếc do qui mô quá nhỏ, giá thành sản xuất cao đã không địch nổi hàng nhập nội.

1.5.1 Sơ lược một số kết quả nghiên ứu, sản xuất, kinh doanh và sử dụng thuốc BVTV sinh học tại Việt Nam giai đoạn trước năm 2008.

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.

1.5.1.1.Nghiên cứu sản xuất và sử dụng các thuốc BVTV sinh học có nguồn gốc vi sinh

Ở nước ta, các nghiên cứu về virus côn trùng để trừ sâu hại được bắt đầu từ năm 1980. Các nghiên cứu trong thời gian đó tập trung vào nhóm virus nhân đa diện NPV. Việc nghiên cứu sử dụng virus để phòng chống sâu hại gồm hai nội dung chủ yếu là: nghiên cứu nhân nuôi hàng loạt sâu ký chủ bằng môi trường thức ăn nhân tạo và nghiên cứu phát triển chế phẩm NPV. Việc sử dụng virus thành công trong việc phòng trừ một số loài sâu hại như sâu đo xanh hại đay (*Anomis flava*); sâu xanh hại bông (*Heliothis armigera*), nho; sâu khoang hại đậu đỗ (*Spodoptera litura*).

Vi khuẩn Bt là loại vi khuẩn gây bệnh cho côn trùng quan trọng nhất. Trên thế giới, Bt được nghiên cứu sử dụng rộng rãi để phòng trừ nhiều loài côn trùng có hại. Kể từ khi Bt được phát hiện vào năm 1901, nó đã được sử dụng rộng rãi để phòng trừ côn trùng có hại trong nông, lâm nghiệp và y tế. Đặc điểm chính của Bt là khả năng tổng hợp các protein thành tinh thể độc gọi là protein dendotoxin hoặc cry có các đặc tính diệt côn trùng. Cho đến nay đã có hơn 100 loại thuốc BVTV sinh học có nguồn gốc Bt được dùng để chống bọ phấn, côn trùng thuộc bộ 2 cánh và ấu trùng bọ cánh cứng. Do thuốc Bt rất an toàn đối với môi trường, nên chúng được lựa chọn thay thế cho thuốc BVTV hóa học để phòng trừ côn trùng có hại. Nghiên cứu sản xuất Bt là một trong những thành công nhất của công nghệ vi sinh vật. Hiện nay chế phẩm Bt chiếm khoảng gần 70% thị trường thuốc BVTV sinh học toàn cầu.

Ở Việt Nam, bên cạnh nguồn nghiên cứu và sản xuất các chủng Bt ở trong nước (với số lượng ít), chúng ta chủ yếu nhập các chế phẩm Bt ở nước ngoài.

Từ năm 1971 - 1974, Viện BVTV đã tiến hành đánh giá hiệu lực của chế phẩm Bt nhập nội như *Entobacterin, Biotrol, Bacillus serotype 1, Thuricide, Thuringin 150M* . Kết quả thử nghiệm đã kh ẳng định các sản phẩm này có hiệu lực cao đối với các sâu hại rau bộ cánh vảy. Tuy nhiên, do hạn chế về công nghệ sản xuất, việc sản xuất sản phẩm Bt ở quy mô lớn tại Việt Nam còn gặp nhiều khó khăn.

Các chất chiết xuất từ nấm entomopathogenic là Beauveria bassiana SG8702 và Paecilomyces fumosoroseus Pfr153, có khả năng tiêu diệt trứng nhện T. cinnabarinus.

Hai chế phẩm nấm trừ côn trùng do Viện Lúa đồng bằng sông Cửu Long nghiên cứu thành công là Ometar (Metarhizium anisopliae) và Biovip (Beauveria bassiana).

Các thuốc BVTV sinh học gồm 10 chất chiết xuất từ nấm *Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae* và *Paecilomyces fumosoroseus* đã được sản xuất và thử nghiệm hiệu lực sinh học. Kết quả thử nghiệm đã xác nhận thuốc có khả năng diệt trứng của nhện đỏ T. cinnabarinus.

Từ đầu năm1990, các nấm *Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae, Isaria đã* được Viện BVTV và Khoa Nông Lâm Ngư, Trường Đại học Vinh nghiên cứu sản xuất và sử dụng Chế phẩm sinh học từ các nấm này đã được sản xuất dưới dạng thô (hỗn hợp môi trường và bào tử nấm). Một số chế phẩm có hiệu lực khá cao với côn trùng gây hại như chế phẩm *Beauveria* có hiệu lực 7-10 ngày sử dụng đối với sâu non bộ cánh vảy hại rau và các cây trồng khác; chế phẩm *Metarhizium* có thể dùng để phòng trừ châu chấu lưng vàng; nấm bột *Nomuraea rileyi* phòng trừ được các loại sâu xanh, sâu khoang và một số loại sâu hại rau khác; nấm bạch dương *Beauveria bassiana* và nấm lực cương *Metarhizium anisopliae* có khả năng trừ nhiều đối tượng sâu bệnh hại bộ cánh vảy (sâu tơ, sâu xanh, sâu khoang), cánh cứng (sùng hại gốc) hay cánh thẳng (châu chấu)…

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 Furasium solari, Pythium sp, Sclerotium rolfosii. Chế phẩm này đã được nghiên cứu thành công tại Việt Nam.

1.5.1.2. ***Nghiên cứu phát triển và sử dụng 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. . Đây là lợi thế quan trọng giúp phát triển các thuốc BVTV sinh học phục vụ sản xuất nông nghiệp bền vững.

Theo nhiều kết quả nghiên cứu, hiện nước ta có tới 53 loài cây độc có thể khai thác sử dụng làm thuốc thảo mộc trừ dịch hại, trong đó có nhiều loài cây độc có độc tính cao, dễ trồng và khai thác, triển vọng nhất là các cây dây mật, cây thanh hao hoa vàng, cây củ đậu, cây xoan Ấn Độ (Neem), cây ruốc cá, cây thuốc lào, thuốc lá, cây trẩu, cây sở v.v... Đây là lợi thế quan trọng giúp phát triển các thuốc BVTV sinh học phục vụ sản xuất nông nghiệp bền vững. Một số thuốc BVTV thảo mộc đã được người dân sử dụng từ lâu như nicotin chiết từ cây thuốc lào, thuốc lá, Rotenon được chiết xuất từ cây ruốc cá, củ đậu, hạt thàn mát.

Cây xoan Ấn Độ (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 với môi trường. Các sản phẩm từ cây xoan Ấn Độ (neem) có khả năng phòng trừ 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 xoan Ấn Độ (neem), có thể tác động đến quá trình biến thái của côn trùng. Theo các kết quả nghiên cứu, đã có hơn 195 loài côn trùng kháng thuốc BVTV hóa học tổng hợp nhưng không kháng Azadirachtin. Côn trùng thụ phấn, ong và các sinh vật có ích khác không bị ảnh hưởng bởi thuốc BVTV chiết xuất từ cây xoan Ấn Độ (neem).

Từ năm 2002, Hiệp hội rau quả Đà Lạt đã phối hợp với Trung tâm Nghiên cứu hóa sinh ứng dụng Tp. Hồ Chí Minh nghiên cứu thành công các hoạt chất Azadirachtin có trong hạt, là, cành cây Neem. Họ đã điều chế ra được 3 loại thuốc BVTV là Neemcide 3000EC, Neemcide 3000 SP, Neemcide 3000 ES để xua đuổi gây ngán ăn và diệt côn trùng phá hoại cây trồng và kho lương thực phẩm. Việc sản xuất thuốc BVTV sinh học cũng đã được nhiều công ty sản xuất thuốc BVTV quan tâm nghiên cứu sản xuất và kinh doanh. VIPESCO đã sử dụng hạt cây Neem trồng ở Ninh Thuận để sản xuất thuốc trừ sâu 1500EC và 5000EC có tác dụng diệt trừ các loại sâu xanh, sâu cuốn là nhỏ, nấm và vi khuẩn gây bệnh cho lúa và các loại cây trồng khác.

Hiện nay ở nước ta, các chế phẩm có hoạt chất Azadirachtin (chiết xuất từ cây xoan Ấn Độ), Matrine (sản phẩm của cây Khổ sâm) , Rotenone (sản phẩm của cây thuốc cá) là các thuốc BVTV thảo mộc dùng để phòng trừ bọ trĩ và một số sâu hại khác trên lúa, rau, cây ăn quả, chè và nhiều cây trồng khác đã được đăng ký bởi nhiều Doanh nghiệp và tổ chức với các tên thương mại khác nhau.

1.5.1.3. ***Nghiên cứu sản xuất và sử dụng các thuốc BVTV sinh học có nguồn gốc từ tuyến trùng (Macro-organisms)***

Hiện nay đang có hàng ngàn loài côn trùng là ký chủ của tuyến trùng. Một số loài tuyến trùng đã được nghiên cứu để sản xuất chế phẩm sinh học để phòng trừ sâu hại. Việc nghiên cứu tuyến trùng để phòng trừ sâu hại được bắt đầu từ năm 1997 tại Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật. Viện đã phân lập được 22 chủng tuyến trùng thuộc giống *steinernema* và 11 chủng thuộc giống *heterorhabditis*, trong đó có 8 chủng diệt sâu hại tốt, 4 chế phẩm sinh học trừ sâu hại được phát triển từ tuyến trùng: Boistar-1 (chủng S-TK 10), Biostar-2 (chủng S-CTL), Biostar-3 (chủng (H-HP 11), Biostar-4 (chủng H-NT3). Hiệu lực của các chế phẩm sinh học từ tuyến trùng đối với sâu xanh *Helicoverpa armigera*, sâu khoang *Spodoptera litura*, sâu xanh bướm trắng *Pieris rapae*, sâu tơ *Plutella xylostella* đạt 63-100%. Cơ chế tác động của tuyến trùng là cộng sinh với vi khuẩn gây bệnh tạo nên tổ hợp ký sinh gây bệnh. Trong đó tuyến trùng ký sinh và mang theo vi khuẩn cộng sinh vào trong cơ thể côn trùng, vi khuẩn sản sinh độc tố để gây bệnh và giết chết côn trùng.

1.5.1.4. Nghiên cứu và sử dụng Thuốc BVTV hóa sinh

Thuốc BVTV hóa sinh là các chất trong tự nhiên như chiết xuất từ thực vật, axít béo hoặc pheromone (chấtdẫn dụ) dùng để phòng chống sinh vật gây hại. Thuốc BVTV hóa sinh bao gồm các chất cản trở sự phát triển hoặc giao phối, chất xua đuổi hoặc thu hút dịch hại như pheromone .

Pheromone là những chất mang những tin hiệu hóa học giữa các cá thể cùng loài, gây ra những phản ứng chuyên biệt cho những cá thể khác cùng loài.

Để sử dụng pheromon, có thể dùng các biện pháp sau:

-Bẫy pheromones chủ yếu dẫn dụ cá thể đực

-Bột có tính chất tĩnh điện

-Phối hợp giữa pheromone và chất triệt sản

-Kết hợp bẫy dính có màu và pheromone

Hiện có hơn 900 loài côn trùng gây hại có thể phòng trừ bằng pheromone thông qua dẫn dụ chúng vào bẫy để tiêu diệt.

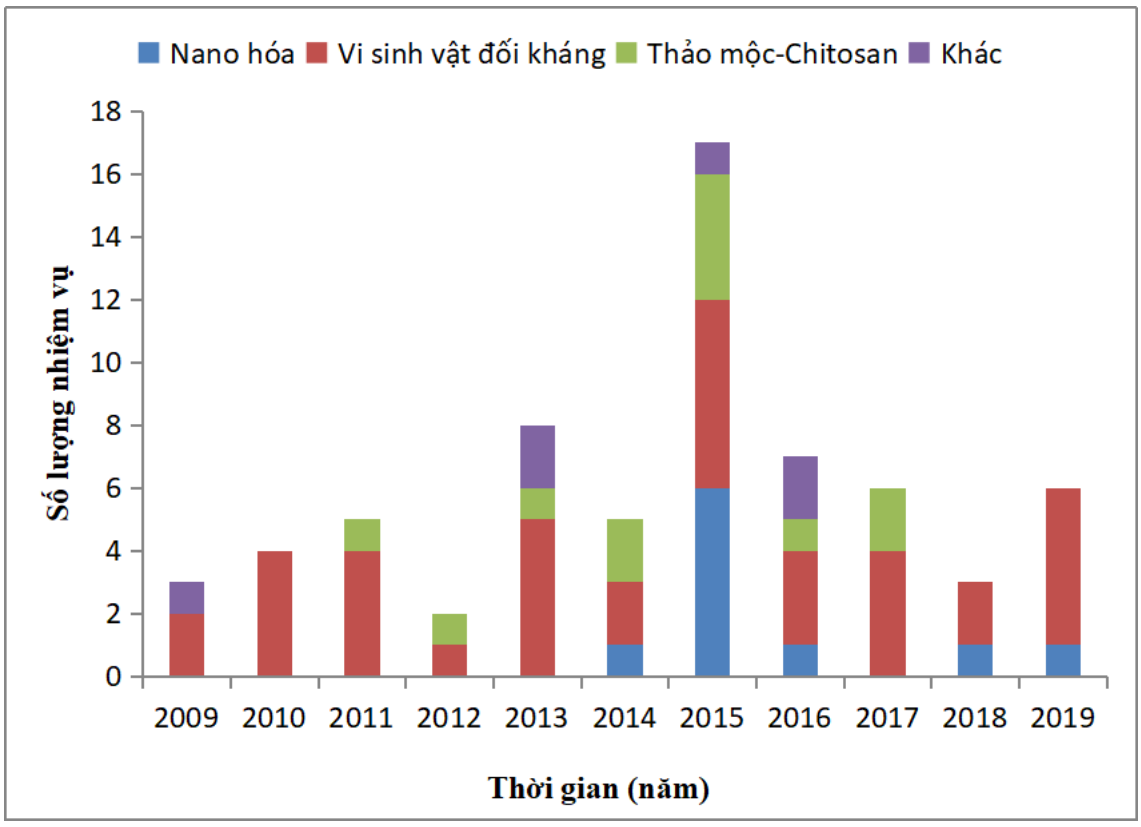
Ở Việt nam, việc nghiên cứu tổng hợp và ứng dụng pheromon hiện nay được nhóm nghiên cứu tại Viện Hóa học-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam do GS. Nguyễn Công Hào đứng đầu, tập trung đối với một số côn trùng như sâu tơ (*Plutella xylostella*), sâu xanh (*Helicoverpa armigera*), sâu khoang (*Spodoptera litura*)...Tuy nhiên, do cấu trúc phân tử hoạt chất phức tạp và yêu cầu độ tinh khiết cao nên tổng hợp chúng đòi hỏi trình độ và thiết bị tiên tiến. Các loại này có giá thành cao, phạm vi dùng hạn chế.

1.5.2. Các nghiên cứu khoa học về thuốc BVTV sinh học trong 10 năm gần đây tại Việt Nam

Theo số liệu của Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia, số bài báo khoa học có liên quan tới lĩnh vực BVTV từ năm 2014-2018 của Việt Nam là 361 bài. Các đề tài nghiên cứu về phòng trừ sinh vật gây hại bằng sinh vật sống như vi sinh vật đối kháng và thiên địch chiếm 58% , đề tài có liên quan tới các hoạt chất được chiết xuất

từ thảo mộc 18 %, đề tài về các hoạt chất dạng nano có hoạt tính sinh học 15% và 9% còn lại là các vật liệu khác.

Trong 10 năm từ 2009 tới 2019, Các đề tài khoa học nghiên cứu nổi bật về thuốc BVTV sinh học tại Việt Nam bao gồm: sử dụng các sinh vật thiên địch như nhện bắt mồi họ Phytoseiidae (2019), vi sinh vật đối kháng như *Bacillus pumilus* và *Agrobacterium tumefaciens* là những vi khuẩn nội sinh có thể phân hủy N-acyl-L-homoserine lactones (AHLs) sử dụng trong phòng trừ bệnh thối nhũn cây trồng do vi khuẩn *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (2019), nấm *Trichoderma* (2017), vi khuẩn trừ sâu Bt (*Bacillus thuringiensis*) (2017), nấm *Lecanicillium lecanii* phòng trừ rệp sáp bột hồng (*Phenacoccus manihoti*) (2017), *nuclear polyhedrosis virus* (NPV) phòng trừ sâu khoang ăn tạp (*Spodoptera litura*) (2016), nấm Metarhizium (BIOFUN 1) và Beauveria (BIOFUN 2) trừ sâu và rầy (2016), nấm tím *Paecilomyces* trừ sâu (2016), nấm xanh *Metarhizium anisopliae* trừ rầy (2015), xạ khuẩn *Streptomyces*, nấm *Trichoderma* trừ bệnh cây (2015), *Bacillus* sp. trừ nấm *Fusarium oxysporum, Phytopthora palmivora* (2015), vi khuẩn *Pseudomonas* sp. và *Azospirillum* sp. phòng trừ bệnh phấn trắng (2015), nano kẽm oxid (ZnO) trừ bệnh đốm lá (*Cercospora* sp.) (2015), chế phẩm kết hợp *Trichoderma* và *Pseudomonas* phòng trừ bệnh thối trắng (2015), chế phẩm vi sinh khuẩn - 18 phòng trừ tuyến trùng (2015), chế phẩm *Trichoderma* và vi khuẩn mang peptid tái tổ hợp (2014), nấm *Metarhizium anisopliae* trừ rầy (2013), nấm *Lecanicillium* spp, diệt rệp muội (2013), chế phẩm NPV-Spl (nuclear polyhedrosis virus) (2013), vi khuẩn đối kháng *Pseudomonas putida* phòng trừ bệnh chết nhanh (*Phytophthora capsici*) (2013), chế phẩm sinh học Trichoderma và sản phẩm phosphonate (2013), nấm côn trùng *Beauveria, Metarhizium* (2010), *Trichoderma* phòng trừ bệnh do nấm *Phytophthora* và *Fusarium* (2009), chế phẩm *Metarhiziun anisopliae* (2009).



Hình 3. **Tỷ lệ đề tài nghiên cứu về thuốc BVTV sinh học đã hoàn thành tại Việt Nam từ năm 2009-2019 -Nguồn: Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia**

Theo Trần Đại Lâm, Lê Đăng Quang và cộng sự (2020) : Các đề tài nghiên cứu về các hoạt chất dạng nano như: chế phẩm nano bạc/chitosan sản xuất bằng phương pháp chiếu xạ gamma (2018), nano kẽm – đồng diệt nấm *Phytophthora capsici* (2016), nano đồng tổng hợp theo phương pháp sinh học trong phòng trừ bệnh nấm hồng do *Corticium salmonicola* (2015), nano MgAl layered double hydroxides (LDH) gắn anacardic acid (L-A) để phòng trừ sâu (2015), chế phẩm nano silica và oligochitosan trừ bệnh thán thư (2015), nanocomposite chứa nano bạc trừ bệnh cây (2014). Các thuốc chứa hoạt chất nano bạc như MIFUM 0,6 DD và Nano Kito 2.6 SL đã được nghiên cứu và phát triển gần đây tại Việt Nam đã được đăng ký được phép sử dụng tại Việt Nam. Tuy nhiên việc đánh giá độ an toàn của vật liệu nano, đo lường đặc điểm và đánh giá độc tính của vật liệu nano cần được xác định rõ phương pháp đánh giá. Sự an toàn của vật liệu nano đối với sức khỏe con người và sinh vật có ích đang là vấn đề đòi hỏi các nhà quản lý, các nhà khoa học, các đơn vị sản xuất và người tiêu dùng phải hiểu rõ được khái niệm, tính chất, mối quan hệ giữa các đặc điểm của vật liệu nano, những phản ứng hóa học, sinh học mà các vật liệu nano có thể gây ra ở qui mô phân tử trong cơ thể sống (người và động, thực vật).

Các đề tài nghiên cứu về chế phẩm thảo mộc nổi bật có một số sản phẩm như: cao chiết chứa anthraquinone từ đại hoàng *Rheum* sp. làm nguyên liệu sản xuất thuốc bảo vệ thực vật (2017), chế phẩm BVTV sinh học từ cây Muồng trâu (*Cassia alata* L.) (2016), tinh dầu húng quế (*Ocimum basilicum*) phòng trừ nhện đỏ (*Tetranynchus urticae*) 2015, dẫn xuất aryl-chitooligosaccharide trừ bệnh cây trồng (2015), curcuminoids từ củ nghệ trừ bệnh cây trồng (2015), chế phẩm Chitin và Chitosan Oligome (2014), chế phẩm chứa axit béo và dẫn xuất (2014), sử dụng cây Kiến Cò (*Rhina canthus nasutus*) để sản xuất thuốc trừ sâu sinh học (2012), thuốc trừ sâu thảo mộc Anisaf SH - 01 2L (2011) (Hình 3).

Từ các dữ liệu khoa học đã khảo sát có thể cho thấy thuốc BVTV sinh học vi sinh vật đối kháng chiếm ưu thế trong nghiên cứu và phát triển ở Việt Nam. Trong khi đó các nghiên cứu về thuốc BVTV thảo mộc (12 đề tài) và hoạt chất dạng nano (10 đề tài) chiếm chưa tới 50% so với số đề tài về phòng trừ sinh vật gây hại.

1.6. Kết quả sản xuất, đăng ký, kinh doanh và sử dụng thuốc BVTV sinh học tại Việt Nam

1.6.1. Tình hình sử dụng thuốc BVTV sinh học tại Việt Nam

Theo báo cáo tổng kết của 10 nước ASEAN vào năm 2016 thì Việt Nam là nước đứng đầu ASEAN về số lượng cũng như chủng loại thuốc BVTV sinh học đã đăng ký và sử dụng. Theo số liệu của Cục BVTV, thị trường thuốc BVTV sinh học vào năm 2019 của Việt Nam ước tính đạt giá trị 30,7 triệu USD và đến năm 2024 dự tính sẽ đạt 65,7 triệu USD, với mức tang trưởng trên 16,4%/năm.

Hiện nay, một số công nghệ sản xuất thuốc BVTV sinh học phổ biến trên thế giới cũng đã được đăng ký và ứng dụng tại Việt Nam như: Thuốc BVTV sinh học nano, Chitosan, chế phẩm virus nhân đa diện NPV, chế phẩm vi sinh, chế phẩm nấm đối kháng, thuốc BVTV chiết xuất từ thảo mộc.

Một số các hoạt chất thuốc BVTV sinh học có khả năng phòng ngừa sinh vật gây hại cũng đã được nghiên cứu và ứng dụng sản xuất và đăng ký được phép sử dụng tại Việt Nam như : Saponin (từ khô dầu sở), Matrine (cây khổ sâm), Eugenol(Hương nhu), Carvacrol (Cỏ xạ hương), Polyphenol (Bồ kết, Gleditschia australis, Hy thiêm- Siegesbeckia orientalis, Hoa hòe- Sophora japonica L.Schott, lá, vỏ than cây xoài- Mangifera indica L.) , Artemisinin (từ cây Thanh hoa hoa vàng), Cucuminoid(từ củ nghệ vàng), các tinh dầu như dầu chanh, cam, dầu hạt bông, dầu đinh hường, dầu tòi…

Tuy nhiên, vẫn còn ít các sản phẩm hóa sinh có tính chất sinh học như Pheromone giới tính, các thuốc bảo quản nông sản sau thu hoạch xin đăng ký.

Hiện nay, nhà nước đã có nhiều chính sách khuyến khích phát triển thuốc BVTV sinh học hơn so với thuốc BVTV hóa học , Các chính sách ưu tiên, khuyến khích đó gồm:

- Nhà nước đã có những chính sách khuyến khích đầu tư cho việc nghiên cứu khoa học và ứng dụng công nghệ hiện đại để tạo ra thuốc BVTV sinh học, ít độc hại và các biện pháp quản lý sinh vật gây hại theo hướng bền vững.

- Chính phủ đã ban hành cácNghị định về điều kiện sản xuất, kinh doanh thuốc BVTV nhằm cắt giảm các điều kiện sản xuất đối với các thuốc BVTV sinh học. Được miễn cấp giấy chứng nhận đủ điều kiện sản xuất nhưng vẫn đảm bảo các điều kiện về môi trường và phòng chống cháy nổ.

- Các thuốc BVTV sinh học được khuyến khích đăng ký trên tất cả các loại cây trồng; giảm số lượng khảo nghiệm hiệu lực sinh học, khảo nghiệm xác định thời gian cách ly; hồ sơ tài liệu kỹ thuật đăng ký; phí đăng ký và thời gian thực hiện đều được giảm hơn rất nhiều so với các thuốc BVTV hóa học.

- Theo quy định về vận chuyển hàng hóa nguy hiểm, thì các thuốc BVTV sinh học đã được miễn giảm thủ tục cấp Giấy phép vận chuyển thuốc BVTV.

1.6.2. Việc đăng ký thuốc BVTV sinh học tại Việt Nam

1.6.2.1. Đăng ký cấp giấy phép khảo nghiệm thuốc BVTV

- Nhằm thúc đẩy phát triển, đăng ký thuốc BVTV sinh học, trong thời gian vừa qua, các cơ quan Trung Ương đến địa phương đều tập trung nâng cao nhận thức của các tổ chức, cá nhận trong việc phát triển thuốc BVTV sinh học. Các tổ chức, cá nhân cũng được hỗ trợ về chính sách và điều kiện khi đầu tư vào đăng ký các sản phẩm thuốc BVTV sinh học.

- Trong thời gian gần đây, số lượng sản phẩm thuốc BVTV sinh học xin cấp Giấy phép khảo nghiệm đăng ký tăng nhanh, trong đó có rất nhiều các hoạt chất sinh học mới lần đầu tiên được sử dụng trong BVTV Như: Anacardic acid, Laminarin, Verticillium chlamydosporium, Quilajja saponarria, Capsacin, Talin…

Bảng 5 . Số lượng các thuốc BVTV sinh học xin đăng ký

Hồ sơ cấp GPKN *thuốc sinh học	Năm		
	2017	2018	2019
Tổng số HS đề nghị cấp GPKN*	35	22	50
Tổng số tên thương phẩm	33	22	47
Tổng số hoạt chất	22	17	35

Nguồn: Số liệu của Cục BVTV, Bộ Nông nghiệp và PTNT

Hiện nay, các thuốc BVTV sinh học xin đăng ký chủ yếu tập trung vào các sản phẩm *Bacillus thuringiensis* var Aizawai và *Bacillus thuringiensis* sub. Kurtaki, Bacillus amyloliquefaciens (Bacillus subtilis) QST 713, Spinetoram v.v… Ngoài ra, các thuốc BVTV sinh học khác cũng được các nhà sản xuất trên thế giới ủy quyền cho các doanh nghiệp đa quốc gia và Việt Nam làm thủ tục đăng ký như 6- Benzylamino- purine,

Verticillium chlamydosporium, Methyl butyrate, Papain, Natural rubber, Chromobacterium Subtsugae strain PRAA4-1…

Các Viện, Trung tâm nghiên cứu của Việt Nam cũng đã có các đề tài, dự án nghiên cứu sản xuất và ứng dụng nhằm đưa các loại thuốc BVTV sinh học vào thực tế sản xuất nông nghiệp như các sản phẩm Phyto-M, SH-Silu, Capsaicin, Talin, Becberin, các chiết xuất thảo mộc từ cây bạch đàn, vỏ lụa hạt điều… các loại thuốc BVTV sinh học này đã và đang được tiến hành đăng ký vào danh mục thuốc BVTV được phép sử dụng tại Việt Nam.

1.6.2.2. Danh mục thuốc BVTV sinh học

Tính đến tháng 6/2020, Danh mục thuốc BVTV được phép sử dụng tại Việt Nam ban hành kèm theo thông tư số 10/2019/TT-BNNPTNT ngày 20/9/2019 của Bộ trưởng Bộ nông nghiệp và Phát triển nông thôn đã có 1.084 hoạt chất với 4.021 tên thương phẩm, trong đó thuốc BVTV sinh học có 231 hoạt chất với 721 tên thương phẩm, chiếm 18% tổng các thuốc BVTV trong danh mục.

Các loại thuốc BVTV sinh học đã được đăng ký tập trung vào 03 nhóm chính sau:

- Thuốc BVTV vi sinh vật (*Bacillus thuringgiensis; Bacillus subtilis, Trịchoderma spp, Chaetomium.sp*….) : 16,01%
- Thuốc BVTV nguồn gốc tự nhiên, chiết xuất từ thảo mộc như , Azadirachtin, Matrine, tinh dầu quế, dịch chiết từ cây Lychnis viscaria… chiếm 20,35%;
- Thuốc BVTV thuộc nhóm hóa sinh như Abamectin, Pyrethrins, Spinosad, Validamycin, Ningnamycin, Kasugamycin, Gibberellic acid… chiếm 63,64%.

Trong số các loại thuốc BVTV sinh học đã đăng ký và sử dụng tại Việt Nam thì các loại thuốc BVTV chứa hoạt chất Abamectin, Emamectin benzoate, Azadirachtin, Matrine, Bacillus thuringiensis, Trichoderma sp đang được sử dụng nhiều và hiệu quả nhất. \\

Bảng 6 . Cớ cấu các loại thuốc BVTV trong Danh mục

STT	Loại thuốc	Tổng số thuốc		Thuốc sinh học	
		Đơn chất và hợp chất	Tên thương phẩm	Đơn chất và hợp chất	Tên thương phẩm
1	Thuốc trừ sâu	850	1757	115	411
2	Thuốc trừ bệnh	563	1191	89	206
3	Thuốc trừ cỏ	235	659		
4	Thuốc trừ chuột	8	26	1	1
5	Thuốc ĐHST	52	148	13	61
6	Chất dẫn dụ	8	8	1	1
7	Thuốc trừ ốc	33	153	6	34
8	Chất hỗ trợ (chất trải)	5	6	3	4
9	Thuốc trừ mối	15	25	2	2

10	Thuốc bảo quản lâm sản	7	8	1	1
11	Thuốc khử trùng kho	4	10		
12	Thuốc trên sân golf	4	4		
13	Thuốc xử lý hạt giống	19	25		
14	Thuốc bảo quản nông sản	1	1		
Tổng số		1.804	4.021	231(13%)	721(18%)

Nguồn: Số liệu của Cục BVTV, Bộ Nông nghiệp và PTNT

Bảng 7 . Các nhóm loại thuốc BVTV sinh học

STT	Loại thuốc	Tổng số hoạt chất	Số hoạt chất thuốc BVTV sinh học		
			Vi sinh vật	Sinh tổng hợp	Thảo mộc
1	Thuốc trừ sâu	115	17	89	9
2	Thuốc trừ bệnh	89	19	47	23
3	Thuốc trừ chuột	1	0	0	1
4	Thuốc điều hòa sinh trưởng	13	0	9	4
5	Chất dẫn dụ	1	0	1	0
6	Thuốc trừ ốc	6	0	0	6
7	Chất hỗ trợ (chất trải)	3	0	0	3
8	Thuốc trừ mối	2	1	1	0
9	Thuốc bảo quản nông sản	1	0	0	1
	Tổng cộng	231	37(16,01%)	147(63,64%)	47 (20,35%)

Nguồn: Số liệu của Cục BVTV, Bộ Nông nghiệp và PTNT

Theo số liệu của Cục BVTV, Hiện nay, trong Danh mục thuốc BVTV được phép sử dụng tại Việt Nam thì hầu hết các sinh vật gây hại trên các cây trồng đều đã có thuốc BVTV đăng ký để phòng trừ, ngoại trừ một số loại sâu hại mới nổi như sâu keo mùa thu…

Tổng số sinh vật gây hại đã được đăng ký là 751 loài trên 284 loại cây trồng khác nhau, trong đó thuốc BVTV sinh học cũng đã đăng ký để phòng trừ 492 sinh vật gây hại trên 190 loại cây trồng, chiếm 65,11% so với tổng số sinh vật gây hại trong Danh mục. Số sinh vật gây hại/ cây trồng được đăng ký chiếm nhiều nhất vẫn là các thuốc trừ sâu và thuốc trừ bệnh.

Hiện nay đã có hơn 250 tổ chức, cá nhân tiến hành đăng ký thuốc BVTV sinh học với 01 tên hoặc nhiều tên thương phẩm trên các đối tượng cây trồng chính như cây lúa, rau và cây ăn quả. Đặc biệt, số tên thương phẩm thuốc BVTV sinh học được đăng ký sử dụng tên cây rau đang chiếm khoảng 50% tổng số tên thuốc BVTV sinh học đã đăng ký.

Bảng 8 . Số lượng các sinh vật gây hại và cây trồng đã có thuốc BVTV đăng ký.

STT	Loại thuốc	Tổng số thuốc		Thuốc sinh học	
		Sinh vật	Cây trồng	Sinh vật gây	Cây trồng

		gây hại		hại	
1	Thuốc trừ sâu	324	62	240	59
2	Thuốc trừ bệnh	387	65	235	47
3	Thuốc trừ cỏ	1	36	0	0
4	Thuốc trừ chuột	1	11	1	1
5	Thuốc điều hòa sinh trưởng	1	45	1	42
6	Chất dẫn dụ	1	28	1	23
7	Thuốc trừ ốc	1	6	1	4
8	Chất hỗ trợ (chất trải)	8	7	8	7
9	Thuốc trừ mối	1	9	1	4
10	Thuốc bảo quản lâm sản	5	5	1	1
11	Thuốc khử trùng kho	1	3	0	0
12	Thuốc trên sân golf	4	1	0	0
13	Thuốc xử lý hạt giống	15	5	3	2
14	Thuốc bảo quản nông sản	1	1	0	0
	Tổng số	751	284	489(65,11%)	188 (66,20%)

Nguồn: Số liệu của Cục BVTV, Bộ Nông nghiệp và PTNT

1.7. Phát triển thuốc sinh học phòng trừ các loại sinh vật gây hại mới

Gần đây một số sinh vật gây hại mới xuất hiện gây hại nghiêm trọng cho sản xuất nông nghiệp . Việt Nam cần có chính sách ưu tiên phát triển các chế phẩm sinh học để phòng trừ chúng.

- Đối với sâu keo mùa thu hại ngô: Cần phát triển các chế phẩm như: Pheromone, Chế phẩm BT, VBT để phòng chống bền vững và an toàn cho môi trường

- Đối với bệnh vi rút khảm lá sắn do bọ phấn truyền: Cần phấn triển các chế phẩm sinh học như : Metazhizium, Bauvearia....

- Để phòng trừ Ốc bươi vàng cũng cần tìm kiếm thêm các chế phẩm sinh học có khả năng phòng trừ.

- Một số bệnh gây thối rễ chảy gôm cần đăng ký và sử dụng các chế phẩm: Trichoderma, Cheatomium.…

1.8. Xuất khẩu và nhập khẩu thuốc BVTV sinh học

1.8.1. Nhập khẩu

Theo số liệu của Cục BVTV, thuốc BVTV sinh học phần lớn được nhập khẩu từ nước ngoài về gia công sản xuất ở trong nước nên phụ thuộc nhiều vào nguyên liệu nhập khẩu, bản quyền sở hữu, công nghệ sản xuất, giá thành sản phẩm và tính ổn định của sản phẩm.

Các sản phẩm thuốc BVTV sinh học thường được nhập khẩu từ một số nước như: Trung Quốc, Mỹ, Ấn Độ, Đức, Hàn Quốc, Thái Lan, Singapore, Malaysia… Trong đó, Trung Quốc là bạn hàng lớn nhất, chiếm hơn 50% khối lượng thuốc BVTV sinh

học được nhập khẩu hàng năm. Các thuốc BVTV sinh học chính được nhập khẩu là Abamectin, Bacillus thuringiensis, Emamectin benzoate, Matrine, Trichoderma sp., Azadirachtin…

Lượng thuốc BVTV sinh học nhập khẩu hàng năm vào Việt Nam khoảng trên 15 ngàn tấn chiếm 15% tổng lượng thuốc nhập khẩu. Trong đó nhiều nhất là thuốc BVTV chứa hoạt chất Abamectin khoảng 4.800 tấn (30% tổng lượng thuốc sinh học nhạp khẩu). Năm 2019, Việt Nam nhập khẩu 16.110 tấn thuốc BVTV sinh học (khoảng 50,8 triệu USD) chiếm 17% khối lượng thuốc BVTV nhập khẩu. Tuy nhiên, các loại thuốc BVTV sinh học có thành phần hữu hiệu là các vi sinh vật thì hầu hết được sản xuất trong nước, chủ yếu là do viện nghiên cứu, trường Đại học và một số công ty chuyên kinh doanh các thuốc sinh học sản xuất và phân phối.

Theo Cục BVTV, Trung bình hàng năm, nước ta nhập khẩu 15 ngàn tấn thuốc BVTV sinh học. Điều này cho thấy lượng thuốc BVTV sinh học đã có thị phần đáng kể tại thị trường Việt Nam.

Các thuốc BVTV vi sinh vật Bacillus Thuringiensis, Trichoderme sp.và thuốc thảo mộc được sản xuất tại Việt Nam cũng đang được nông dân sử dụng nhiều hơn để phòng trừ sinh vật gây hại trên rau và tuyến trùng hại cà phê, hồ tiêu.

Cũng theo Cục BVTV, thị trường thuốc BVTV sinh học tại Việt Nam năm 2019 đã nhập khẩu lượng thuốc BVTV sinh học có giá trị 50,8 triệu USD, Dự tính sẽ đạt 85,7 triệu USD vào năm 2024 , với mức tăng trưởng trên 16%/năm.

1.8.2. Xuất khẩu

Theo thông tin của Cục BVTV, hàng năm các doanh nghiệp Việt Nam vẫn xuất khẩu thuốc BVTV sinh học tới 9 quốc gia chính. Khối lương xuất khẩu vào năm 2019 là 930 tấn (chiếm ,8% lượng thuốc BVTV xuất khẩu). Các thị trường có thị phần nhập khẩu lớn là Đài loan (155 tấn), Campuchia (360 tấn), Nhật Bản (70 tấn); Singapore(36 tấn), Lào (63 tấn), Myanmar (50 tấn), Trung Quốc và các nước khác. Các sản phẩm xuất khẩu chủ yếu là các thuốc BVTV sinh học chứa hoạt chất Abamectin, Emamectin, Bacillus thuringiensis, Kasugamycin, Matrine, Validamycin

2. ĐÁNH GÍA CHUNG

2.1. Thuận lợi

Chúng ta đã có một hệ thống văn bản pháp quy về hoạt động quản lý việc sản xuất, kinh doanh và sử dụng thuốc bảo vệ thực vật nói chung tương đối đầy đủ,hoàn chỉnh đáp ứng kịp thời nhu cầu của đời sống xã hội. 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 như Công ước Rotterdam, Công ước Stockhom, Công ước Basel và Nghị định thư Montreal. 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 bao gồm Luật hóa chất năm 2007, Luật bảo vệ và Kiểm định thực vật, các nghị định (Nghị định 31/2016/NĐ-CO, Nghị đinh 66/2016/NĐ-CP, Nghị định 123/2018/NĐ-CP…) Thông tư 21/2015/TT BNNPTNT về quản lý thuốc BVTV, Thông tư số 12/2018/TT-BNNPTNT về ban hành Quy chuẩn quốc gia về chất lượng thuốc BVTV, Thông tư số 43/2018/TT-BNNPTNT về nhập khẩu thuốc BVTV.

- 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. Có thể nói, Danh mục thuốc BVTV được phép sử dụng ở Việt nam có thể nói là tiên tiến , hiện đại so với các nước trong khu vực và cả thế giới . 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. 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.

- Việc khuyên khích, hỗ trợ nghiên cứu, sản xuất và sử dụng thuốc BVTV sinh học đã được đưa vào quy định trong luật, Nghị định và các Thông tư hướng dẫn. Nhà nước và các bộ, ngành phê duyệt cho các cơ quan KHCN nghiên cứu triển khai thực hiện các đề tài, dự án thuộc các chương trinhg KHCN trọng điểm cấp nhà nước, cấp Bộ, cấp cơ sở về chế phẩm thuốc BVTV sinh học. Tạo điều kiện về mặt thủ tục để các cơ quan KHCN, Doanh nghiệp hợp tác với các tổ chức Quốc tế, thực hiện các đề tài, dự án nghiên cứu phát triển thuốc BVTV sinh học phục vụ sản xuất nông nghiệp. Theo thống kê của Bộ KHCN và MT từ năm 2011 đến năm 2019 đã có 17 nhiệm vụ nhà nước liên quan đến nghiên cứu chế phẩm sinh học cho cây trồng, trong đó 8 nhiệm vụ cấp Nhà nước, 8 nhiệm vụ KH&CN thuộc Chương trình Công nghệ sinh học trong nông nghiệp, thủy sản, 1 nhiệm vụ hợp tác quốc tế theo nghị định thư.

- Đã ứng dụng và chuyển giao được một số công nghệ sản xuất thuốc BVTV sinh học thế hệ mới có hiệu quả và thân thiện với môi trường vào sản xuất nông nghiệp như công nghệ gen: đã ứng dụng và công nhân 48 dòng đậu tương thế hệ T7 mang gen kháng sâu xanh và ruồi đục quả; 07 dòng thuốc lá K326 và C9-1 chuyển gene mang gen TMV kháng bênh khảm thuốc lá; 08 dòng bông chuyển gen Bt kháng sâu; Công nghệ vi sinh: sản xuất và sử dụng chế phẩm SH-Lifu (SH-BV1)- phòng trừ tuyến trùng và nấm bệnh hại rế trên cà phê và hồ tiêu; sản xuất chế phẩm nấm đối kháng Trichoderma sp. Phòng trừ bệnh hại cây trồng(13 loại thuốc BVTV đã được đăng ký váo Danh mục); sản xuất chế phẩm Bt(Bacillus thuringiensis) trừ sâu hại cây trồng (40 loại thuốc BVTV đã đăng ký vào Danh mục). Bên cạnh đó, công nghệ sản xuất thuốc BVTV từ thực vật như dịch

chiết xuất từ cây Neem(Azadirachtin), cây quê, Bồ Kết, Hy thiêm, Cúc liên chi dại, vỏ lụa của hạt điều… đều đã được đăng ký và sử dụng trong lĩnh vực BVTV; công nghệ Nano: Nano bạc đã được ứng dụng và đăng ký vào danh mục thuốc BVTV được phép sử dụng tại Việt Nam để trừ bệnh nấm hồng (Corticium salmonicolor) trên cây cao su và bênh đạo ôn(Pyricularia oryzae), lem lép hạt (Alterniria sp., Curvularia lunata; Helminthosporium oryzae, Fusarium sp., Pyricularia grisea…) hại lúa.

- Các địa phương, doanh nghiệp và người dân ngày càng quan tấm đến việc sử dụng thuốc BVTV sinh học trong sản xuất nông nghiệp, đây là lợi thế để thúc đẩy sản xuất, sử dụng thuốc BVTV sinh học trong thời gian tới.
- Nhiêu địa phương đã tập trung chỉ đạo, khuyến khích, hướng dẫn người sản xuất nông nghiệp sử dụng thuốc BVTV sinh học để phòng trừ sinh vật gây hại.

2.2. Các khó khăn, vướng mắc, thách thức trong các việc đăng ký, sản xuất, bảo quản, tiêu thụ, sử dụng thuốc BVTV sinh học..

Theo thống kê, số lượng thuốc BVTV 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, dù số lượng các thuốc BVTV sinh học tăng nhanh nhưng doanh số chỉ đạt dưới 10% tổng doanh số thuốc BVTV. Để giảm thiểu tác động tiêu cực của các loại thuốc BVTV hóa học có độc tính cao đến sức khỏe người và môi trường, chúng ta cần phải đẩy nhanh tốc độ thay th ế chúng bằng các loại thuốc BVTV sinh học và thuốc BVTV hóa học thế hệ mới ít độc đối với người, sinh vật có ích và môi trường.

Bên cạnh các ưu điểm, thuốc BVTV sinh học cũng còn bộc lộ một số nhược điểm như: Giá thành cao, hiệu lực phòng trừ dịch hại của một số thuốc sinh học thế hệ cũ còn hẹp và ch ậm hơn các thuốc BVTV hóa học. Thời gian bảo quản của nhiều loại thuốc BVTV sinh học thường ngắn hơn thuốc BVTV hóa học. Nông dân có thói quen thích sử dụng thuốc BVTV có hiệu lực nhanh dẫn đến khối lượng và số lượng thuốc BVTV sinh học dùng trong sản xuất còn hạn chế.

Hiện nay, tỷ trọng thuốc BVTV sinh học được sử dụng chỉ chiếm khoảng 10 % so với tổng lượng thuốc BVTV hàng năm do các nguyên nhân sau:

- Số hoạt chất thuốc BVTV sinh học còn ít so với yêu cầu của thực tế sản xuất
- Do thiếu trang thiết bị và cả con người nên công tác nghiên cứu trong lĩnh vực sinh học gặp khó khăn . Chúng ta còn thiếu h ệ thống nguồn giống; việc b ảo quản, lưu trữ giống còn h ạn chế, trong khi nhiều nước trên thế giới đều có hệ thống giống quốc gia phong phú.
- Tuy đặc tính kỹ thuật của các s ản phẩm sinh học là rất cao; nhưng hiểu biết của người dân về loại sản phẩm này còn hạn chế, nên cản trở đến việc sử dụng chúng .
- Do qui trình tách chi ết, lên men và sản xuất thuốc BVTV *vi sinh vật tại Việt Nam* chưa thật ổn định, nên chất lượng sản phẩm thường chưa ổn định, hàm lượng đ ộc tố thường bị giảm sau một số lần sản xuất.

- Nhiều sản phẩm sinh học thường có tính chuyên tính cao, phổ tác động hẹp, phát huy hiệu lực chậm và hiệu lực không ổn đ ịnh (do ảnh hưởng của nhiều yếu tố ngoại cảnh và điều kiện sử dụng), nên chưa được nông dân ưa dùng như thuốc BVTV hóa học.
- Giá thành sử dụng một số thuốc sinh học / ha còn cao so với thuốc hóa học
- Thủ tục đăng ký thuốc BVTV tuy có dễ và đơn giản hơn đăng ký thuốc BVTV hóa học nhưng hiện nay vẫn còn một vài quy định xét duyệt dăng ký phức tạp cản trở việc đăng ký nhanh thuốc BVTV sinh học.
- Kinh phí giành cho việc đăng ký thuốc BVTV sinh học mặc dù đã cắt giảm rất nhiều so với thuốc hóa học nhưng vẫn cần phải cắt giảm mạnh hơn nữa.

-Do sản xuất thuốc BVTV sinh học trong nước có nhiều hạn chế , tuy số lượng các loại thuốc BVTV sinh học tăng nhanh trong những năm qua , nhưng đa phần thuốc BVTV sinh học vẫn phải nhập khẩu từ : Trung Quốc, Nhật Bản, Hàn Quốc, Mỹ… Thuốc BVTV sinh học bảo quản khó, phần lớn nguyên liệu phụ thuộc vào nhập khẩu. Giá bán sản phẩm còn cao, khó cạnh tranh được với các sản phẩm hóa học khác. Sản xuất các chế phẩm này ở trong nước có quy mô nhỏ , khối lượng ít…giá thành cao không địch nổi hàng nhập khẩu. Quy trình đóng gói thuốc nhập khẩu có khả năng lẫn tạp , chưa rõ ràng, nhất là hỗn hợp giữa các loại với nhau : vi khuẩn và vi-rút. Thêm vào đó Nhà nước lại chưa có chính sách hỗ trợ về vốn , đất làm xưởng, miễn hoặc giảm thuế sản xuất, tiêu thụ cho thuốc BVTV sinh học. Các yếu tố trên đã cản trở việc sản xuất thuốc BVTV sinh học ở Việt nam.
- Hiện nay vẫn còn nhiều người sản xuất nông nghiệp chưa nhận thức đầy đủ về vai trò và lợi ích của việc sử dụng thuốc BVTV sinh học nên vẫn thường sử dụng các thuốc BVTV hóa học để phòng trừ sinh vật gây hại.
- Việc tuyên truyền hướng dẫn sử dụng thuốc BVTV sinh học cho người sản xuất nông nghiệp vẫn còn hạn chế, các hướng dẫn chưa cụ thể còn chung chung, trong khi đó sử dụng thuốc BVTV sinh học cần một quy trình sử dụng nghiêm ngặt hơn thuốc BVTV hóa học (thời điểm sử dụng, cách sử dụng, số lần sử dụng…) và việc sử dụng phải đồng bộ đồng loạt bởi nhiều hộ dân trên một diện tích lớn.

- Các đề tài và dự án nghiên cứu, thử nghiệm về thuốc BVTV sinh học còn hạn chế và ít được quan tâm, đặc biệt là các đề tài nghiên cứu cấp Nhà nước về thuốc BVTV sinh học. Nguồn nhân lực chất lượng cao còn thiếu, kinh phí còn hạn chế, do đó nhiều kết quả nghiên cứu chưa đáp ứng được nhu cầu của sản xuất nông nghiệp.

- Hệ thống các tiêu chuẩn, quy chuẩn để kiểm tra chất lượng thuốc BVTV trong những năm qua nói chung đã xây dựng tương đối đầy đủ.Tuy nhiên, một số phương pháp thử để xác định hàm lượng cụ thể đối với các loài vi sinh vật đặc thù như Bacillus, Streptomyces, các loại thuốc BVTV chiết xuất từ thảo mộc còn gặp khó khăn trong quá trình xây dựng tiêu chuẩn kiểm tra chất lượng. Do vậy, việc nhập khẩu, sản xuất và hợp quy các sản phẩm thuốc BVTV sinh học này vẫn gặp khó khăn.

- Hợp tác quốc tế về nghiên cứu, chuyển giao, ứng dụng thuốc BVTV sinh học cũng còn nhiều hạn chế.

3.ĐỀ XUẤT VÀ KIẾN NGHỊ

Để tăng cường việc sản xuất và sử dụng thuốc BVTV sinh học Hội doanh nghiệp sản xuất và kinh doanh thuốc BVTV VIệt Nam xin có một số đề xuất giải pháp và kiến nghị sau :

- Đề nghị Bộ Nông nghiệp và PTNT tiếp tục rà soát , đề xuất hoàn thiện các qui định pháp luật để tạo điều kiện thuận lợi cho việc đăng ký các thuốc BVTV sinh học và thuốc BVTV thế hệ mới an toàn với người và môi trường. Cần đơn giản hơn các quy định trong đăng ký như rút ngắn quy trình cấp Giấy phép khảo nghiệm, giảm chi phí đối với các việc xin cấp Giấy phép khảo nghiệm, Giấy chứng nhận đăng ký thuốc BVTV sinh học.
- Đề nghị Chính phủ, các Bộ, ngành có liên quan đến việc quản lý thuốc BVTV giảm thuế nhập khẩu đối với thuốc BVTV sinh học và các dây chuyền công nghệ sản xuất thuốc BVTVsinh học với mức 0%.
- Đề nghị sửa đổi, bổ sung, cắt giảm các quy định, các điều kiện liên quan đến thuế sản xuất và kinh doanh thuốc BVTV sinh học. Nhà nước cần có chính sách hỗ trợ vốn, cho thuê đất làm xưởng, miễn hoặc giảm thuế sản xuất, tiêu thụ cho thuốc BVTV sinh học.
- Cần bổ sung, ưu tiên các chính sách khuyến khích đầu tư, sản xuất; hỗ trợ nông dân sử dụng thuốc BVTV sinh học; kinh phí cho các chường trình khuyến nông để ứng dụng có hiệu quả các kết quả của các đề tài, dự án trong BVTV; kinh phí cho xây dựng quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia, tiêu chuẩn Việt Nam liên quan đến các thuốc BVTV sinh học. Ban hành cơ chế hỗ trợ, khuyến khích sản xuất, sử dụng thuốc BVTV sinh học, đặc biệt khuyến khích sử dụng thuốc BVTV ở quy mô nông hộ trên địa bàn.
- Cần bảo vệ , nhân thả bổ sung các loài thiên địch coi đây như một loại thuốc "BVTV sinh học tự nhiên" trên đồng ruộng
- Hiện nay, thuốc sinh học chưa thể thay thế hoàn toàn thuốc hóa học vì vậy các cơ quan nghiên cứu cũng nên phối hợp với các doanh nghiệp nghiên cứu cách sử dụng hài hòa thuốc BVTV hóa học và thuốc BVTV sinh học để phòng trừ sinh vật gây hại nhằm mục tiêu vừa phòng trừ được sinh vật gây hại vừa đảm bảo an toàn cho người, môi trường và có nông sản xuất khẩu.
- Tăng cường công tác tuyên truyền cho cộng đồng về sử dụng thuốc BVTV sinh học , vai trò của chúng trong canh tác hữu cơ , khuyến khích nông dân sử dụng thuốc BVTV sinh học. Nhà nước nên có chính sách hỗ trợ giá cho nông dân khi dùng các thuốc BVTV sinh học. .Đặc biệt tập trung vào các cây trồng có giá trị kinh tế cao, yêu cầu điều kiện về an toàn thực phẩm để phụ vụ cho xuất khẩu và tiêu dung trong nước.

- Ưu tiên kinh phí tuyên truyền, phổ biến, tập huấn kiến thức về thuốc BVTV sinh học cho cán bộ BVTV, đại lý bán thuốc BVTV và người sử dụng thuốc BVTV…

- Đề nghị các cấp chính quyền, cơ quan quản lý thuốc BVTV, các doanh nghiệp cần đẩy mạnh việc hướng dẫn nông dân thực hành sản xuất nông nghiệp tốt (GAP) , Sản xuất nông sản sạch, an toàn đáp ứng yêu cầu của thị trường trong và ngoài nước, đồng thời sử dụng các loại thuốc BVTV sinh học thay thế các thuốc BVTV hóa học.

- Cần đẩy mạnh việc hợp tác giữa các cơ quan quản lý, cơ sở sản xuất nông nghiệp với các hiệp hội, ngành hàng tham gia thực hiện mô hình sử dụng thuốc BVTV sinh học, để xây dựng các mô hình chuỗi sản xuất liên kết, hiệu quả từ đó kết hợp các cơ quan truyền thông xây dựng kịch bản phổ biến tuyên truyền nhân rộng các mô hình trên cả nước.

- Đề nghị Hai Bộ Khoa học và Công nghệ, Bộ Nông nghiệp và PTNT ưu tiên kinh phí tập trung cho các đề tài, dự án nghiên cứu phát triển và sử dụng thuốc BVTV sinh học khả thi. Tăng cường đào tạo cán bộ, hợp tác Quốc tế về khoa học công nghệ trong lĩnh vực nghiên cứu sản xuất và ứng dụng thuốc BVTV sinh học tại Việt Nam.

- Nhà nước cần khuyến khích các doanh nghiệp phối hợp với các Viện nghiên cứu, các trường Đại học, Trung tâm nghiên cứu đầu tư, tổ chức nghiên cứu sản xuất và sử dụng thuốc BVTV sinh học. Hiện nay, thuốc sinh học chưa thể thay thế hoàn toàn thuốc hóa học, vì vậy, các cơ quan nghiên cứu cũng nên phối hợp với các doanh nghiệp nghiên cứu cách sử dụng hài hòa giữa thuốc BVTV hóa học và thuốc BVTV sinh học để phòng trừ sinh vật gây hại nhằm mục tiêu vừa phòng trừ được sinh vật gây hại vừa đảm bảo an toàn cho người, môi trường và có nông sản xuất khẩu.

- Tăng cường công tác thanh tra, kiểm tra, xử lý vi phạm pháp luật để hạn chế tối đa tình trạng thuốc BVTV kém chất lượng.

- Xây dựng kế hoạch, tổ chức thực hiện việc ký kết văn bản thỏa thuận hợp tác giữa các cơ quan quản lý chuyên ngành nông nghiệp và phát triển nông thôn với tổ chức, cá nhân hoạt động tronh lĩnh vực thuốc BVTV về phát triển thuốc BVTV sinh học, xây dựng mô hình sản xuất – sử dụng thuốc BVTV hiệu quả để nhân rộng áp dụng tại địa phương.

- Cần đẩy mạnh hợp tác quốc tế nhằm tìm kiếm được các công nghệ mới nhất, có hiệu quả phòng trừ sinh vật gây hại và có hiệu quả kinh tế, từ đó kích thích phát triển việc sản xuất và sử dụng thuốc BVTV sinh học ở Việt Nam.

- Cần hợp tác với các phòng thí nghiệm của các cơ quan nghiên cứu và các công ty có các sản phẩm thuốc BVTV sinh học nước ngoài để xây dựng các phương pháp và tiêu chuẩn kiểm tra chất lượng thuốc BVTV sinh học

- Bên cạnh việc loại bỏ các thuốc hóa học độc hại Bộ Nông nghiệp và PTNT, Cục BVTV và các Hiệp hội thuốc BVTV cũng cần phối hợp tổ chức các buổi gặp gỡ giữa các doanh nghiệp thuốc BVTV Việt Nam và các Doanh nghiệp thuốc BVTV nước ngoài nhằm tạo cơ hội cho việc hợp tác kinh doanh và tìm kiếm, phát triển các thuốc BVTV sinh học và thuốc BVTV hóa học thế hệ mới.

- Hội Doanh nghiệp sản xuất và kinh doanh thuốc BVTV Việt Nam (VIPA) đề nghị Cục BVTV tiếp tục chủ trì và phối hợp với các doanh nghiệp thuốc BVTV, Croplife và các cơ quan truyền thông và các tổ chức khác có liên quan tổ chức các chương trình truyền

thông nhằm nâng cao nhận thức cộng đồng về việc sử dụng thuốc BVTV sinh học có hiệu quả, an toàn cho người, sinh vật có ích và môi trường.Tăng cường công tác tập huấn nhằm nâng cao, thay đối nhận thức, tư duy của người dân về vai trò, tác dụng lâu dài của thuốc BVTV sinh học, chuyển dần từ sử dụng thuốc BVTV hóa học sang sử dụng thuốc BVTV sinh học.

.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Alastair Bailey, David Chandler et al. BIOPESTICIDES: Pest Management and Regulation, www.cabi.org.

2. Bikramjit Sinha, Global biopesticide research trends: A bibliometric assessment, Indian Journal of Agricultural Sciences 82(2):95-101 · February 2012

3. Biopesticides Market by Type (Bioinsecticides, Biofungicides, Bionematicides, and Bioherbicides), Source (Microbials, Biochemicals, and Beneficial Insects), Mode of Application, Formulation, Crop Application, and Region - Global Forecast to 20254.

4. Bikramjit Sinha, Global biopesticide research trends: a bibliometric assessment, The Indian Journal of Agricultural Science, Vol 82, No 2 (2012).

5. 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

6. 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.

7.FAO, 2017. Global assessment of the impact of the plant protection products on soil functionsand soil ecosystems : Section 3 . Pesticides and protection.

8.Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Guidance for harmonizing pesticide regulatory management in Southest Asia, Bangkok, 2012

9. Escalada, M.M., Heong, K.L., 2007. Environmental radio soap opera for rural Vietnam. Radio Asia 2007, Singapore EXPO, p. 13.

10. Escalada, M.M., Heong, K.L., Huan, N.H., V., M., 1999. Communication and behavior change in rice farmers' pest management: the case of using mass media in Vietnam. Journal of Applied Communications 83, p. 26.

11. He, Y.P., Chen, W.M., Shen, J.L., Gao, C.F., 2007. Differential susceptibilities to pyrethroids in field populations of Chilo suppressalis (Lepidoptera: Pyralidae). Pesticide Bi

12. Heong, K.L., 2008a. Are brown planthopper outbreaks due to deteriorated ecosystem services in rice fields? Workshop on Scoping study to identify research and implementation issues related to management of the Brown Planthopper/virus problem in rice in Vietnam. p.9.

13. Heong, K.L., Escalada, M.M., 1997. A comparative analysis of pest management practices of rice farmers in Asia. In: Heong, K.L., Escalada, M.M. (Eds.), pest management of rice farmers in Asia. International Rice Research Institute, Manila (Philippines), pp. 227-245.

14. Heong, K.L., Escalada, M.M., Huan, N.H., Ky Ba, V.H., Quynh, P.V., Thiet, L.V., Chien, H.V., 2008b. Entertainmenteducation and rice pest management: A radio soap opera in Vietnam. Crop Protection, pp. 1392-1397.

15. L G Copping, The Manual of Biocontrol Agents, Third Edition of the Biopesticide manual, 2004 BCPC, 702 pages

16. Margni, M., Rossier, D., Crettaz, P., Jolliet, O., 2002. Life cycle impact assessment of pesticides on human health and ecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment 93, 379-392.

17. McCann, L., 2005. Policy review: transaction costs of pesticides in Vietnam. Society & Natural Resources 18, pp. 759 - 766.

18. Meisner, C., 2005. Poverty-environment report: pesticide use in the Mekong Delta, Vietnam. In: (DECRG-IE), D.R.G.o.t.W.B. (Ed.), p. 19.

19. Paul Zheng, 2020. Bio-herbicides: Global Development Status And Product Inventory; AgroNewsMarketsCompanies Products Regulations Science & Research Viewpoint & Interview,; Producer of Organic Pesticide & Fertilizer

20. Phillips McDougall (2018). Evolution of the Crop Protection Industry since 1960 agribusinessintelligence.informa.com/~/media/informa-shop-window/agri/images/sample-content/ reports/pmd_evolution_of_the_crop _protection _industry.pdf

21.Syngenta report “Our Industry 2016” www.syngenta.com/ ~/media/Files/ S/ Syngenta/ our-industry-syngenta.pdf. Contributing Author Biopesticides & BiocontrolsCrop Protection -Feb. 17, 2020):

22.WenJun Zhang1,2, FuBin Jiang1, JianFeng Ou1, 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

23. Bộ Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn, 2015. Thông tư về quản lý thuốc BVTV số 21/2015/TT-BNN-PTNT (thông tư 21) vào ngày 8/6/2015 .

24. Cơ sở dữ liệu quốc gia về Khoa học và Công nghệ http://sti.vista.gov.vn/Pages/ket-qua-nghien-cuu-moi-nhat.aspx?Type_CSDL=KETQUANHIEMVU&IdPage=1&Keyword=b%E1%BA%A3o

%20v%E1%BB%87%20th%E1%BB%B1c%20v%E1%BA%ADt%20sinh%20h%E1%BB%8Dc&searchInFields=FullTextSM (accessed Apr 23, 2020)

25. Cục BVTV, Bộ Nông nghiệp và PTNT. Hội nghị phát triển và sử dụng thuốc BVTV sinh học tại Việt Nam, 6/ 2020. Trang 5- 27.

26. khoa hoc phat trien.vn.An toàn nano – một vấn đề chưa được quan tâm tương xứng http://khoahocphattrien.vn/khoa-hoc/an-toan-nanomot-van-de-chua-duoc-quan-tam-tuong-xung/20190910022341205p1c160.htm (accessed Apr 23, 2020).

27. Lê Dăng Quang, Trần Đại Lâm và cộng sự, Thuốc BVTV sinh học tại Việt Nam giai đoạn 2009-2019: Hiện trạng và triển vọng nghiên cứu phát triển, Hội nghị phát triển và sử dụng thuốc BVTV sinh học tại Việt Nam(16/6/2020).

28. PGS. TS. Đào Văn Hoằng, 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.

29. 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.

30. Trần Văn Hai, Trần Thị Xuân, Nguyễn Văn Hai, 2008. Đánh giá hiệu quả của virus Nucleopolyhedrosisvirus đến sấu Spodoptera Litura (Lepidoptera: noctuidae) gây hại cho ruộng đậu nành ở Vĩnh Long. Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ. Trang 1181-1189.