

ความผันแปรของความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในหนอนใยผัก (diamondback moth,
Plutella xylostella (L.)) จากพื้นที่ปลูกต่างๆ

Variation of Insecticide Resistance in Diamondback Moth (*Plutella xylostella*
(L.)) from Various Planting Areas

สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น

พวงผกา อ่างมณี วนาพร วงษ์นิคัง

กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

บทคัดย่อ

การทราบความผันแปรของความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของหนอนใยผักในแต่ละท้องถิ่นที่ช่วยในการเลือกชนิดสารฆ่าแมลงเพื่อใช้ในแผนการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนกันอย่างถูกหลักการบริหารจัดการความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง ดังนั้นจึงทำการทดลองเพื่อทราบความผันแปรของความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆในหนอนใยผักจากพื้นที่อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี อำเภอไทรน้อยและอำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอทับเบิก จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้วิธีจุ่มใบผักกะหล่ำปลีในสารฆ่าแมลงที่อัตราแนะนำแล้วให้หนอนกิน ผลการทดลองในปี 2554-2555 พบว่าหนอนใยผักในแต่ละท้องถิ่นที่มีความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงหลายชนิดเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ spinosad ในท้องที่อำเภอท่าม่วงและอำเภอไทรน้อยในช่วงปี 2554-2555 emamectin benzoate, chlorfenapyr และ fipronil ในท้องที่อำเภอไทรน้อยในช่วงปี 2554-2555 indoxacarb และ emamectin benzoate ในท้องที่อำเภอบางบัวทองในช่วงปี 2554 ส่วนสารฆ่าแมลงที่สมควรนำมาใช้ในการหมุนเวียนการใช้สารฆ่าแมลงชนิดต่างๆที่อยู่ต่างกลุ่มกัน ในท้องที่อำเภอท่าม่วง ได้แก่ spinosad, *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki* ในท้องที่อำเภอไทรน้อย ได้แก่ spinosad, fipronil, *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki* ในท้องที่อำเภอบางบัวทอง ได้แก่ spinosad ในท้องที่อำเภอศรีประจันต์ ได้แก่ *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki* ในท้องที่อำเภอชะอำ ได้แก่ spinosad, *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki* ในท้องที่อำเภอแม่ริม ได้แก่ spinosad, chlorfenapyr, fipronil, flubendiamide, chlorantraniliprole, *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki* ในท้องที่อำเภอทับเบิก ได้แก่ spinosad, chlorfenapyr, fipronil, *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki*

รหัสการทดลอง 03-04-54-02-02-01-01-54

คำนำ

หนอนใยผัก *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) เป็นแมลงศัตรูผักตระกูลกะหล่ำที่เกษตรกรไทยระบุว่าสำคัญที่สุด พบระบาดทั่วทุกแห่งในพื้นที่ปลูกผักทั่วประเทศ สามารถกัดกินทำลายผักเสียหายอย่างมากตั้งแต่ระยะต้นอ่อนขึ้นไป เกษตรกรเสียค่าใช้จ่ายสูงในการป้องกันกำจัดแมลงชนิดนี้เนื่องจากมีความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงหลายชนิด (วินัย, 2535; พรรณเพ็ญและคณะ, 2542; Rushtapakornchai *et al.*, 1995; Zhao *et al.*, 2006; APRD, 2009; Zhou *et al.*, 2010) ซึ่งปัญหาความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในหนอนใยผักในประเทศไทยนั้นส่วนใหญ่เกิดจากการใช้สารฆ่าแมลงอย่างไม่มีแบบแผนของเกษตรกร

แนวทางใหม่ในการแก้ไขปัญหาคความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงคือ การบริหารจัดการความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง โดยใช้หลักการหมุนเวียนการใช้สารฆ่าแมลงชนิดต่างๆที่อยู่ต่างกลุ่มกันในแต่ละรุ่นของแมลง (Deuter, 1989; Roush, 1989; Roush and Daly, 1990) ในแผนการหมุนเวียนการใช้สารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ จำเป็นที่จะต้องทราบสถานการณ์ความรุนแรงของความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงแต่ละชนิด และความผันแปรของความต้านทานในแมลงจากพื้นที่นั้นๆ เพื่อที่จะระบุสารฆ่าแมลงที่ไม่มีปัญหาความต้านทานหรือมีปัญหาน้อย ณ ช่วงเวลาปัจจุบันเพื่อนำมาใช้ในการหมุนเวียน

การทราบข้อมูลความผันแปรของความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในหนอนใยผักจากพื้นที่ปลูกต่างๆในช่วงเวลาปัจจุบัน ยังช่วยในการทำนายแนวโน้มความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆในอนาคต ซึ่งจะช่วยในการวางแผนป้องกันแก้ไขปัญหาคความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดนั้นๆ ที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าได้ทันเวลา การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบสถานการณ์ความต้านทาน และความผันแปรของความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆในหนอนใยผักจากพื้นที่ปลูกผักตระกูลกะหล่ำในประเทศไทย ข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปใช้ในการวางแผนป้องกันแก้ไขปัญหาคความต้านทานที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมหนอนใยผัก

เก็บหนอนใยผักจากแปลงผักตระกูลกะหล่ำของเกษตรกรใน 7 ท้องที่ คืออำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี อำเภอไทรน้อยและอำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอทับเบิก จังหวัดเพชรบูรณ์ ในช่วงปี 2554-2555 โดยเก็บหนอนแต่ละท้องที่มากกว่า 300 ตัวขึ้นไป นำหนอนมาเลี้ยงโดยใช้ใบกะหล่ำปลี (*Brassica oleraceae* var. *capitata* L.) ในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70% ช่วงแสง 12 : 12 ชั่วโมง (สว่าง : มืด) จนกระทั่งเข้าดักแด้ เก็บรวบรวมดักแด้ใส่กรงเพื่อให้ออกเป็นผีเสื้อ เลี้ยงผีเสื้อด้วยน้ำผึ้ง 10% ที่ชุปกับสำลี ให้ผีเสื้อวางไข่บนแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ นำไข่มาฟักในกล่องที่มีต้นกล้าผัก

กะหล่ำปลีเป็นอาหาร เลี้ยงหนอนด้วยใบผักกะหล่ำปลีจนกระทั่งหนอนเข้าวัย 3 ช่วงต้น แล้วจึงนำหนอนรุ่นที่ 1-2 ที่ได้มาใช้ในการทดลอง

สารเคมีที่ใช้

ใช้สารฆ่าแมลงที่มีการแนะนำเพื่อใช้ป้องกันกำจัดหนอนใยผัก คือ spinosad (Success 12%SC; Dow Agroscience (Thailand) Company Ltd., Bangkok, Thailand) , indoxacarb (Ammate 15% SC; DuPont (Thailand) Company Ltd., Bangkok, Thailand), emamectin benzoate (Proclaim 1.92% EC; Syngenta Crop Protection Company Ltd., Bangkok, Thailand), chlorfenapyr (Rampage 10% SC; BASF (Thailand) Company Ltd., Bangkok, Thailand), fipronil (Ascend 5% SC; BASF (Thailand) Company Ltd., Bangkok, Thailand), tolfenpyrad (Hachi Hachi 16% EC; TJC Chemical Company Ltd., Bangkok, Thailand), flubendiamide (Takumi 20%WDG; TJC Chemical Company Ltd., Bangkok, Thailand), chlorantraniliprole (Prevathon 5% SC; DuPont (Thailand) Company Ltd, Bangkok, Thailand), *Bt. aizawai* (Xentari 35,000 DBMU/mg or 10.3% AI; Sotus International Company, Ltd., Nonthaburi, Thailand) and *Bt. kurstaki* (Bactospeine 10,600 IU/mg FC or 2.12% AI; Thep Wattana Company Ltd., Bangkok, Thailand) และใช้สารจับใบ (Tension T-7, Sotus International Company, Ltd., Nonthaburi, Thailand)

การทดสอบการตายของหนอนใยผักที่อัตราแนะนำของสารฆ่าแมลง

ใช้วิธี leaf-dipping method (Fahmy *et al.*, 1991; Ninsin *et al.*, 2000) โดยทำการเจือจางสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดด้วยน้ำที่ผ่านขบวนการ reversed osmosis จนได้สารฆ่าแมลงความเข้มข้นที่อัตราแนะนำตามฉลากข้างขวด ที่ผสมสารจับใบ (Tension T-7) อัตรา 5 มล./น้ำ 20 ลิตร นำใบกะหล่ำปลี (*Brassica oleraceae* L.) ที่ถูกตัดให้มีขนาด 5x5 ซม. มาจุ่มในสารฆ่าแมลงนาน 10 วินาที ส่วน control จะใช้ใบกะหล่ำปลีที่จุ่มในน้ำที่ผสมกับสารจับใบเพียงอย่างเดียว นำใบที่จุ่มแล้วไปผึ่งให้แห้ง 1-2 ชั่วโมง แล้วนำแต่ละใบมาใส่ในถ้วยพลาสติกขนาด 100 มล. ที่มีฝาปิดที่เจาะรูเล็กๆ ให้อากาศถ่ายเทได้ และรองพื้นด้วยกระดาษกรองเพื่อดูดซับความชื้น ทำการปล่อยหนอนใยผักวัย 3 ช่วงต้นจำนวน 10 ตัวลงในแต่ละถ้วย ทำอย่างน้อย 4 ซ้ำ (ถ้วย) ขึ้นไป นำหนอนที่ทดลองไปไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิ $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70% ช่วงแสง 12 : 12 ชั่วโมง (สว่าง : มืด) ปล่อยให้หนอนกินใบผักที่ชุบสารฆ่าแมลงแล้วทำการบันทึกการตายที่ 48 ชั่วโมง ส่วนสารฆ่าแมลง flubendiamide, chlorantraniliprole, *Bt. kurstaki* และ *Bt. aizawai* จะบันทึกการตายที่ 72 ชั่วโมง หนอนที่ไม่ตอบสนองต่อการเหย้าของปลายฟูกันจะถูกพิจารณาว่าตาย ถ้าหนอนใน control มีการตายเกิน 10% จะทำการทดลองใหม่

เวลาและสถานที่

ทำการทดลองในช่วงปี พ.ศ. 2554-2555 ที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ความต้านทานของหนอนใยผักต่อสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆที่มีการแนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัด (ตารางที่ 1) มีความผันแปรสูงในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย (ตารางที่ 2-6) การทราบแนวโน้มความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ จะช่วยให้การวางแผนการป้องกันแก้ไขปัญหาความต้านทานโดยใช้หลักการหมุนเวียนการใช้สารฆ่าแมลงชนิดต่างๆที่อยู่ต่างกลุ่มกัน มีโอกาสประสบผลสำเร็จสูง

หนอนใยผักในแต่ละท้องถิ่นที่มีความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงหลายชนิดเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ spinosad ในท้องที่อำเภอท่าม่วงและอำเภอไทรน้อยในช่วงปี 2554-2555 (ตารางที่ 2-3) emamectin benzoate, chlorfenapyr และ fipronil ในท้องที่อำเภอไทรน้อยในช่วงปี 2554-2555 (ตารางที่ 3) indoxacarb และ emamectin benzoate ในท้องที่อำเภอบางบัวทองในช่วงปี 2554 (ตารางที่ 4) ดังนั้นในแต่ละท้องที่ข้างต้นควรมีการสารฆ่าแมลงดังกล่าวลดลง หรืองดเว้นการใช้ชั่วคราวจนกว่าสถานการณ์ความต้านทานจะลดลง

ส่วนสารฆ่าแมลงที่สมควรนำมาใช้ในการหมุนเวียนการใช้สารฆ่าแมลงชนิดต่างๆที่อยู่ต่างกลุ่มกัน ในท้องที่อำเภอท่าม่วง ได้แก่ spinosad, *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki* (ตารางที่ 2) ในท้องที่อำเภอไทรน้อย ได้แก่ spinosad, fipronil, *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki* (ตารางที่ 3) ในท้องที่อำเภอบางบัวทอง ได้แก่ spinosad (ตารางที่ 4) ในท้องที่อำเภอศรีประจันต์ ได้แก่ *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki* (ตารางที่ 5) ในท้องที่อำเภอชะอำ ได้แก่ spinosad, *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki* (ตารางที่ 5) ในท้องที่อำเภอแมริม ได้แก่ spinosad, chlorfenapyr, fipronil, flubendiamide, chlorantraniliprole, *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki* (ตารางที่ 6) ในท้องที่อำเภอบึงเปิบ ได้แก่ spinosad, chlorfenapyr, fipronil, *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki* (ตารางที่ 6)

Table 1 Insecticides mostly recommended in crucifer crops for the control of diamondback moth in Thailand and their previous field recommended dose from the bottle label

| Common name | Trade name | IRAC's ¹ insecticide group | Previous field recommended dose / 20 Liter of water |
|---------------------|----------------------------|---------------------------------------|---|
| spinosad | Success 12%SC | 5 | 40 ml |
| indoxacarb | Ammate 15% SC | 22A | 15 ml |
| emamectin benzoate | Proclaim 1.92% EC | 6 | 20 ml |
| chlorfenapyr | Rampage 10% SC | 13 | 40 ml |
| fipronil | Ascend 5% SC | 2B | 60 ml |
| tolfenpyrad | Hachi Hachi 16% EC | 21 | 30 ml |
| flubendiamide | Takumi 20%WDG | 28 | 6 g |
| chlorantraniliprole | Prevathon 5% SC | 28 | 30 ml |
| <i>Bt. aizawai</i> | Xentari 35,000 DBMU/mg | 11 | 80 g |
| <i>Bt. kurstaki</i> | Bactospeine10,600 IU/mg FC | 11 | 120 ml |

¹ Insecticide Resistance Action Committee

Table 2 Change in mortality and susceptibility at label field rate of each insecticide in diamondback moth from Tha Muang district, Kanchanaburi province; Thailand

| Insecticide | Month, Year | | | |
|---------------------|---------------|---------------------------|---------------|---------------------------|
| | June, 2011 | | January, 2012 | |
| | Mortality (%) | Susceptibility categories | Mortality (%) | Susceptibility categories |
| spinosad | 100.0 | S | 96.6 | MR |
| indoxacarb | 35.1 | HR | 1.7 | HR |
| emamectin benzoate | 64.9 | R | 54.2 | R |
| chlorfenapyr | 38.6 | HR | 72.9 | R |
| fipronil | 87.7 | R | 86.4 | R |
| tolfenpyrad | 22.8 | HR | 45.8 | HR |
| flubendiamide | 10.5 | HR | 0.0 | HR |
| chlorantraniliprole | 28.1 | HR | 61.0 | R |
| <i>Bt. aizawai</i> | 80.7 | R | 100.0 | S |
| <i>Bt. kurstaki</i> | 77.2 | R | 100.0 | S |

Susceptibility categories: Mortality 100% = Susceptible (S), 90.0–99.9% = moderately resistant (MR), 50.0–89.9% = resistant (R), 0–49.9% = highly resistance (HR)

Table 3 Change in mortality and susceptibility at label field rate of each insecticide in diamondback moth from Sai Noi district, Nonthaburi province; Thailand

| Insecticide | Month, Year | | | | | |
|---------------------|---------------|---------------------------|---------------|---------------------------|---------------|---------------------------|
| | Feb, 2011 | | Aug, 2011 | | May, 2012 | |
| | Mortality (%) | Susceptibility categories | Mortality (%) | Susceptibility categories | Mortality (%) | Susceptibility categories |
| spinosad | 100.0 | S | 97.5 | MR | 94.0 | MR |
| indoxacarb | 64.1 | R | 52.5 | R | 62.0 | R |
| emamectin benzoate | 100.0 | S | 35.0 | HR | 64.0 | R |
| chlorfenapyr | 100.0 | S | 22.5 | HR | 70.0 | R |
| fipronil | 100.0 | S | 75.0 | R | 96.0 | MR |
| tolfenpyrad | 38.5 | HR | 20.0 | HR | 22.0 | HR |
| flubendiamide | 33.3 | HR | 5.0 | HR | 0.0 | HR |
| chlorantraniliprole | 43.6 | HR | 12.5 | HR | 42.0 | HR |
| <i>Bt. aizawai</i> | 97.4 | MR | 60.0 | R | 94.0 | MR |
| <i>Bt. kurstaki</i> | 71.8 | R | 40.0 | HR | 96.0 | MR |

Susceptibility categories: Mortality 100% = Susceptible (S), 90.0–99.9% = moderately resistant (MR), 50.0–89.9% = resistant (R), 0–49.9% = highly resistance (HR)

Table 4 Change in mortality and susceptibility at label field rate of each insecticide in diamondback moth from Bang Bua Thong district, Nonthaburi province; Thailand

| Insecticide | Month, Year | | | |
|---------------------|---------------|---------------------------|---------------|---------------------------|
| | April, 2011 | | August, 2011 | |
| | Mortality (%) | Susceptibility categories | Mortality (%) | Susceptibility categories |
| spinosad | 100.0 | S | 100.0 | S |
| indoxacarb | 69.8 | R | 27.5 | HR |
| emamectin benzoate | 98.1 | MR | 62.5 | R |
| chlorfenapyr | 84.9 | R | 52.5 | R |
| fipronil | 64.1 | R | 85.0 | R |
| tolfenpyrad | 34.0 | HR | 35.0 | HR |
| flubendiamide | 15.1 | HR | 22.5 | HR |
| chlorantraniliprole | 28.3 | HR | 25.0 | HR |
| <i>Bt. aizawai</i> | 86.7 | R | 80.0 | R |
| <i>Bt. kurstaki</i> | 88.7 | R | 80.0 | R |

Susceptibility categories: Mortality 100% = Susceptible (S), 90.0–99.9% = moderately resistant (MR), 50.0–89.9% = resistant (R), 0–49.9% = highly resistance (HR)

Table 5 Mortality and susceptibility at label field rate of each insecticide in diamondback moth populations from Sri Prachan district, Suphan Buri province and Cha-Am district, Petchaburi province; Thailand

| Insecticide | Sri Prachan district | | Cha-Am district | |
|----------------------|----------------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|
| | August, 2012 | | September, 2012 | |
| | Mortality (%) | Susceptibility categories | Mortality (%) | Susceptibility categories |
| spinosad | 72.0 | R | 100.0 | S |
| indoxacarb | 4.0 | HR | 48.0 | HR |
| emamectin benzoate | 66.0 | R | 80.0 | R |
| chlorfenapyr | 34.0 | HR | 84.0 | R |
| fipronil | 35.0 | HR | 84.0 | R |
| tolfenpyrad | 4.0 | HR | 66.0 | R |
| flubendiamide | 6.0 | HR | 4.0 | HR |
| chlordantraniliprole | 16.0 | HR | 52.0 | R |
| <i>Bt. aizawai</i> | 100.0 | S | 96.0 | MR |
| <i>Bt. kurstaki</i> | 100.0 | S | 92.0 | MR |

Susceptibility categories: Mortality 100% = Susceptible (S), 90.0–99.9% = moderately resistant (MR), 50.0–89.9% = resistant (R), 0–49.9% = highly resistance (HR)

Table 6 Mortality and susceptibility at label field rate of each insecticide in the sensitive diamondback moth populations from Mae Rim district, Chiang Mai province and Tub Berk district, Petchabun province; Thailand

| Insecticide | Mae Rim district | | Tub Berk district | |
|----------------------|------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|
| | March, 2012 | | April, 2012 | |
| | Mortality (%) | Susceptibility categories | Mortality (%) | Susceptibility categories |
| spinosad | 100.0 | S | 100.0 | S |
| indoxacarb | 73.3 | R | 78.3 | R |
| emamectin benzoate | 81.7 | R | 83.3 | R |
| chlorfenapyr | 100.0 | S | 98.3 | MR |
| fipronil | 100.0 | S | 100.0 | S |
| tolfenpyrad | 88.3 | R | 82.5 | R |
| flubendiamide | 100.0 | S | 80.0 | R |
| chlordantraniliprole | 100.0 | S | 84.0 | R |
| <i>Bt. aizawai</i> | 100.0 | S | 100.0 | S |
| <i>Bt. kurstaki</i> | 100.0 | S | 100.0 | S |

Susceptibility categories: Mortality 100% = Susceptible (S), 90.0–99.9% = moderately resistant (MR), 50.0–89.9% = resistant (R), 0–49.9% = highly resistance (HR)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆในหนอนใยผักจากพื้นที่ต่างๆ มีความผันแปรสูง หนอนใยผักต้านทานสูงต่อสารฆ่าแมลงหลายชนิดที่อัตราแนะนำ สารฆ่าแมลงที่สมควรนำมาใช้ในการหมุนเวียนการใช้สารฆ่าแมลงชนิดต่างๆที่อยู่ต่างกลุ่มกัน ในท้องที่อำเภอท่าม่วง ได้แก่ spinosad, *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki* ในท้องที่อำเภอไทรน้อย ได้แก่ spinosad, fipronil, *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki* ในท้องที่อำเภอบางบัวทอง ได้แก่ spinosad ในท้องที่อำเภอศรีประจันต์ ได้แก่ *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki* ในท้องที่อำเภอชะอำ ได้แก่ spinosad, *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki* ในท้องที่อำเภอแมริม ได้แก่ spinosad, chlorfenapyr, fipronil, flubendiamide, chlorantraniliprole, *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki* ในท้องที่อำเภอทับเบิก ได้แก่ spinosad, chlorfenapyr, fipronil, *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki*

เอกสารอ้างอิง

- พรรณเพ็ญและคณะ, 2542; พรรณเพ็ญ ชโยภาส, ปิยรัตน์ เขียนมีสุข, ทวีศักดิ์ ชโยภาส, กรรณิการ์ เฟ็งคุ่ม และ สัญญาณี ศรีคชา. 2542. การตรวจความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของหนอนใยผักในแหล่งปลูกผักภาคต่างๆ, น. 1-15. ใน เอกสารวิชาการ รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย ประจำปี 2542. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูพืชสวนอุตสาหกรรม. กองกสิกรรมและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ
- วินัย, 2535; วินัย รัชตปภรณ์ชัย. 2535. แมลงศัตรูกะหล่ำและแนวทางการบริหาร. น. 142-157. ใน แมลงและ สัตว์ศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.
- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 256-267.
- [APRD] Arthropod Pesticide Resistance Database. 2009. Arthropod pesticide resistance database. (<http://www.pesticideresistance.org/>).
- Deuter, P.L. 1989. The development of an insecticide resistance strategy for the Lockyer Valley. *Acta Horticulturae* 247: 55-62.
- Fahmy, A.R., N. Sinchaisri, and T. Miyata. 1991. Development of chlorfluazuron resistance and pattern of cross-resistance in the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *J. Pestic. Sci.* 16: 665-672.
- Finney, D.J. 1971. Probit Analysis, third ed. Cambridge University Press, London.
- Kramer, T. and R. Nauen. 2011. Monitoring of spiroticlofen susceptibility in field populations of European redmites, *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae), and the cross-resistance pattern of a laboratory-selected strain. *Pest Manag. Sci.* 67: 1285-1293.
- LeOra Software. 1997. POLO-PC: probit and Logit Analysis. LeOra Software, Berkeley, CA.

- Ninsin, K.D., J. Mo, T. Miyata. 2000. Decreased susceptibilities of four field populations of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae), to acetamiprid. *Appl. Entomol. Zool.* 35: 591–595.
- Roush, R.T. 1989. Designing resistance management programs: How can you choose? *Pestic. Sci.* 26: 423-441.
- Roush, R.T. and J.C. Daly. 1990. The role of population genetics research in resistance research and management, in *Pesticide Resistance in Arthropods*, ed. by Roush RT and Tabashnik BE. Chapman and Hall, New York, NY, pp. 97–152.
- Rushtapakornchai W., P. Keinmesuk, A. Vattanatankum, T. Miyata and T. Saito. 1995. Field experiment for candidate insecticides to the diamondback moth, pp. 77-95. *In* Management of Brown Planthopper and Resistance of Diamondback Moth. Nagoya University Cooperation Press. Nagoya. Japan.
- Zhao, J.-Z., H.L. Collins, Y.-X. Li, R.F.L. Mau, G.D. Thompson, M. Hertlein, J.T. Andaloro, R. Boykin, and A.M. Shelton. 2006. Monitoring of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) resistance to spinosad, indoxacarb, and emamectin benzoate. *J. Econ. Entomol.* 99 (1): 176-181.
- Zhou L., J. Huang, H. Xu. 2010. Monitoring resistance of field populations of diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) to five insecticides in South China: A ten-year case study. *Crop Protection* 30 (3): 272-278.