

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ
2. โครงการวิจัย : การพัฒนาระบบการจัดการศัตรูพืชที่ต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช
กิจกรรม : การศึกษาความต้านทานและการจัดการความต้านทานศัตรูพืชในพืชบริโภคและพืชอาหาร สัตว์
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ต่อเพลี้ยไฟพริก
Scirtothrips dorsalis Hood ในมะนาว
4. ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ): Toxicity of Various Insecticides against Chili thrips,
Scirtothrips dorsalis Hood, on Lime
5. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
ผู้ร่วมงาน : ศรีจันทร์ ศรีจันทร์ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
6. **บทคัดย่อ**

การทราบข้อมูลความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ต่อเพลี้ยไฟพริก *Scirtothrips dorsalis* Hood ที่ทำลายมะนาวจะช่วยให้ในการเลือกชนิดสารฆ่าแมลงหรือกลุ่มสารฆ่าแมลงเพื่อที่จะนำมาใช้ในการวางแผนการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนเพื่อลดปัญหาความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในเพลี้ยไฟพริก วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้ก็เพื่อทราบความเป็นพิษสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ต่อการตายของเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวในพื้นที่ปลูกต่าง ๆ ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการโดยให้เพลี้ยไฟดูดกินใบอ่อนมะนาวที่ชุบด้วยสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ที่อัตราแนะนำและที่อัตราความเข้มข้น 2 เท่าของอัตราแนะนำ แล้วนำไปให้เพลี้ยไฟพริกที่เก็บจากแปลงมะนาวในแหล่งต่าง ๆ ดูดกิน บันทึกเปอร์เซ็นต์การตายหลังจากให้เพลี้ยไฟดูดกินใบอ่อนมะนาวที่ชุบสารฆ่าแมลงเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า สารฆ่าแมลงที่มีความเป็นพิษสูงโดยทำให้เพลี้ยไฟตายที่ทำลายมะนาวตายตั้งแต่ 60 % ขึ้นไปที่ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ หรือตายตั้งแต่ 80 % ขึ้นไปที่ความเข้มข้น 2 เท่าของอัตราแนะนำ และสมควรนำไปใช้ในแผนการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟที่ทำลายมะนาวและลดปัญหาความต้านทาน ที่อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร คือ สาร fipronil, spinetoram, emamectin

benzoate และ chlorfenapyr สารฆ่าแมลงที่มีพิษสูงต่อเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวจากอำเภอเมืองชัยนาท จังหวัดชัยนาท คือ สาร fipronil, imidacloprid, spinetoram, emamectin benzoate และ chlorfenapyr สารฆ่าแมลงที่มีพิษสูงต่อเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวจากอำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี คือ สาร spinetoram, emamectin benzoate และ chlorfenapyr สารฆ่าแมลงที่มีพิษสูงต่อเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวจากอำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี คือ สาร fipronil, spinetoram, emamectin benzoate และ chlorfenapyr สารฆ่าแมลงที่มีพิษสูงต่อเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวจากอำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร คือ สาร spinetoram, emamectin benzoate และ chlorfenapyr สารฆ่าแมลงที่มีพิษสูงจะถูกเลือกเพื่อใช้ในการพ่นแบบหมุนเวียนเพื่อแก้ปัญหาความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวในแต่ละพื้นที่

คำสำคัญ: สารฆ่าแมลง ความเป็นพิษ ความต้านทานสารฆ่าแมลง เพลี้ยไฟพริก มะนาว การหมุนเวียนสารฆ่าแมลง

ABSTRACT

Toxicity data of each insecticide against chili thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood, damaging lime guides selection of proper insecticides or insecticide groups to be used in planning of insecticide rotation for retarding resistance problem in chili thrips. The objective of this experiment was to examine the toxicity of each insecticides on mortality of chili thrips (*Scirtothrips dorsalis* Hood) damaging lime planted in various areas. The experiment was conducted in laboratory using young lime leaves dipped with various insecticides at their recommended dose and at 2-fold of their recommended dose and then fed to the chili thrips collected from lime planted in many areas. The mortality percentage was recorded after feeding for 48 hr. The results found that the highly toxic insecticides that caused $\geq 60\%$ mortality in thrips at their recommended dose or $\geq 80\%$ mortality at 2-fold of their recommended dose and can be used in insecticide rotation scheme for controlling of thrips and retarding insecticide resistance problem at Mueang Kamphaeng Phet district, Kamphaeng Phet province were fipronil, spinetoram, emamectin benzoate and chlorfenapyr. Highly toxic insecticides against thrips from lime at Mueang Chai Nat district, Chai Nat province were fipronil, imidacloprid, spinetoram, emamectin benzoate and chlorfenapyr. Highly toxic insecticides against thrips from lime at Si Prachan district, Suphan Buri province were spinetoram, emamectin benzoate และ chlorfenapyr.

Highly toxic insecticides against thrips from lime at Doem Bang Nang Buat district, Suphan Buri province were fipronil, spinetoram, emamectin benzoate and chlorfenapyr. Highly toxic insecticides against thrips from lime at Pho Thale district, Pichit province were spinetoram, emamectin benzoate and chlorfenapyr. The highly toxic insecticides were selected for using in insecticide rotation to solve insecticide resistance problem in chili thrips damaging lime in each planting area.

Keywords: Insecticides, toxicity, insecticide resistance, chili thrips, lime, insecticide rotation

7. คำนำ :

เพลี้ยไฟพริก (chili thrips: *Scirtothrips dorsalis* Hood) เป็นแมลงศัตรูสำคัญของมะนาวการทำลายของเพลี้ยไฟพริกทำให้ผิวที่เปลือกมีรอยทำให้ขายไม่ได้ราคา การทำลายมักเกิดรุนแรงในช่วงที่มะนาวออกดอกและผลอ่อน ถ้าทำการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟไม่ทันเวลาจะเกิดความสูญเสียอย่างมาก เพลี้ยไฟมีความสามารถในการทำลายอย่างรวดเร็ว เกษตรกรจึงมักใช้สารฆ่าแมลงเป็นหลักในการป้องกันกำจัดเนื่องจากสารฆ่าแมลงให้ผลอย่างรวดเร็วในการฆ่าเพลี้ยไฟ ทำให้สามารถลดปริมาณประชากรและความเสียหายที่เกิดจากการทำลายของเพลี้ยไฟพริกได้ทันเวลา

ในต่างประเทศ Seal et al., (2006) รายงานว่าสารฆ่าแมลงที่ใช้ได้ผลในการป้องกันกำจัดแมลงชนิดนี้คือ chlorfenapyr, spinosad และ imidacloprid ส่วนในประเทศไทยนั้น สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช (2553) ได้แนะนำสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกในมะนาว คือ สาร clothianidin (Dantosu 16%SG อัตรา 5 กรัม/น้ำ 20 ลิตร) , imidacloprid (Confidor 100 SL 10%SL อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร), acetamiprid (Molan 20%SP อัตรา 5 กรัม/น้ำ 20 ลิตร), dinotefuran (Starkle 10%WP อัตรา 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร) และ carbosulfan (Posse 20%EC อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร) ส่วนศรีจันทร์ และคณะ (2552) รายงานว่าสารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกได้ดี คือ clothianidin (Dantosu 16 % WSG) อัตรา 5 กรัม, dinotefuran (Starkle 10 % WP) อัตรา 40 กรัม acetamiprid (Molan 20 % SP) อัตรา 5 กรัม และ carbosulfan (Posse 20 % EC) อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อ น้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ ในปัจจุบันนี้สารฆ่าแมลงส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกลดลงมาก ทั้งนี้เนื่องจากเพลี้ยไฟพริกอาจสร้างความต้านทานเพิ่มมากขึ้น สารฆ่าแมลงกลุ่ม Neonicotenoid, Avermectin และ Organo-phosphates ส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพต่ำในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริก (ศรีจันทร์ และคณะ, 2556)

ปัญหาสารฆ่าแมลงมีประสิทธิภาพต่ำในการป้องกันกำจัดมักเกิดจากการใช้สารฆ่าแมลงอย่างไม่มีแบบแผน มีการใช้สารชนิดเดิมซ้ำกันบ่อยครั้งจึงทำให้แมลงสร้างความต้านทาน อีกทั้งเกษตรกรไม่มีการบริหารจัดการความต้านทานโดยการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียน (insecticide rotation) การทราบระดับความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงชนิดหรือกลุ่มต่าง ๆ จะช่วยในการเลือกชนิดสารฆ่าแมลงหรือกลุ่มสารฆ่าแมลงที่เหมาะสมที่สุด คือเป็นสารที่ไม่มีปัญหาความต้านทานหรือมีปัญหาความต้านทานไม่มาก เพื่อที่จะนำสารฆ่าแมลงนั้นมาใช้ในการวางแผนการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนได้ การทราบระดับความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงยังช่วยในการเตือนเกษตรกรให้ทราบชนิดสารที่มีความเป็นพิษต่ำต่อศัตรูพืชและสมควรลดการใช้ลงเพื่อลดระดับความต้านทาน และช่วยในการทำนายแนวโน้มความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างมากในการพัฒนาและปรับปรุงแผนการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนในระยะยาว

การแก้ปัญหาเพลี้ยไฟต้านทานต่อสารฆ่าแมลงที่ได้ผลจะต้องมีการใช้สารแบบหมุนเวียน (Immaraju et al., 1990; Gao et al., 2012) การวางแผนการใช้สารแบบหมุนเวียนเพื่อชะลอความต้านทานในเพลี้ยไฟสามารถทำได้หลายแบบ Broadbent and Pree (1997) เสนอแผนการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนเพื่อชะลอความต้านทานในเพลี้ยไฟ *Frankliniella occidentalis* โดยการใช้สารฆ่าแมลงแต่ละกลุ่มแบบหมุนเวียนในทุก ๆ 2 สัปดาห์หรือทุก ๆ หนึ่งชั่วอายุขัยของแมลง ในขณะที่ Herron and Cook (2002) ได้เสนอแผนการใช้สารแบบหมุนเวียนที่เรียกว่า “three spray’s strategy” โดยเกษตรกรได้รับคำแนะนำให้พ่นสารฆ่าแมลงกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งติดต่อกันได้ 3 ครั้ง ภายใน 1 ชั่วอายุขัยของเพลี้ยไฟ ต่อจากนั้นจึงเปลี่ยนไปพ่นสารฆ่าแมลงกลุ่มอื่นติดต่อกันได้ 3 ครั้ง ภายใน 1 ชั่วอายุขัยของเพลี้ยไฟ เป็นแบบนี้ไปจนครบรอบการหมุนเวียน

ในการวางแผนการใช้สารแบบหมุนเวียนนั้นจำเป็นต้องทราบความเป็นพิษหรือผลของสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ต่อการตายของเพลี้ยไฟพริก (*Scirtothrips dorsalis* Hood) ที่ทำลายมะนาวในแปลงเกษตรกรในพื้นที่ต่าง ๆ เพื่อสามารถเลือกชนิดสารฆ่าแมลงหรือกลุ่มสารที่มีผลต่อการตายมากที่สุด หรืออาจกล่าวได้ว่าไม่มีปัญหาความต้านทานหรือมีปัญหาน้อยเพื่อนำมาใช้ในการหมุนเวียน การใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนที่มีประสิทธิภาพในการลดหรือชะลอปัญหาความต้านทานจำเป็นต้องมีการใช้สารฆ่าแมลงหลายชนิดหรือหลายกลุ่มสารที่มีประสิทธิภาพ เพื่อใช้หมุนเวียนกันในแต่ละช่วง (Denholm et al., 1977)

อย่างไรก็ตามประเทศไทยยังขาดข้อมูลความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ต่อเพลี้ยไฟพริก ที่ทำลายมะนาว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการวิจัยเพื่อที่จะนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการวางแผนการจัดการความต้านทานของเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวโดยการใช้สารแบบหมุนเวียนให้กับเกษตรกรในพื้นที่ต่าง ๆ เพื่อ

ลดปัญหาเพลี้ยไฟพริกมีความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบความเป็นพิษสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ต่อเพลี้ยไฟพริก *Scirtothrips dorsalis* ที่ทำลายมะนาวในพื้นที่ปลูกต่าง ๆ และนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนเบื้องต้นเพื่อใช้แนะนำเกษตรกรให้เปลี่ยนวิธีการใช้สารฆ่าแมลงแบบเดิมมาเป็นวิธีการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียน ซึ่งวิธีนี้สามารถลดหรือชะลอปัญหาความต้านทานในเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวได้

8. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการเก็บแมลงทดลอง เช่น ที่ดูดแมลง (mouth aspirators) ถุงพลาสติก กล่องพลาสติก ถ้วยพลาสติก กล่องเก็บความเย็น ฯลฯ
2. พืชอาหารเลี้ยงแมลงและใช้ในการทดลอง ได้แก่ ใบอ่อนและยอดอ่อนมะนาว ฯลฯ
3. อุปกรณ์การทดลองในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ สารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ สารจับใบ (Triton X-100) น้ำกรองแบบ reversed osmosis, micropipette, beaker, forceps, พู่กัน ฯลฯ
4. สารฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ imidacloprid (Provado 70% WG), acetamiprid (Molan 20% SP), spinetoram (Exalt 12 %W/V SC), emamectin benzoate (Proclaim 1.92 % EC), abamectin (Jacket 1.8% EC), fipronil (Ascend 5 % SC), lambda-cyhalothrin (Karate 2.5% CS), cyantraniliprole (10% OD) และ chlorfenapyr (Rampage 10% SC)
5. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น
6. ตู้อุ่น ตู้อุ่นแช่แข็ง
7. กล้องจุลทรรศน์ แวนชยาย

- วิธีการ

ทำการเก็บเพลี้ยไฟพริกจากแหล่งปลูกมะนาวของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร พื้นที่อำเภอเมืองชัยนาท จังหวัดชัยนาท พื้นที่อำเภอศรีประจันต์ พื้นที่อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี และพื้นที่อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร ทำการเก็บเพลี้ยไฟโดยการตัดยอดและใบอ่อนมะนาวที่พบว่ามีจำนวนเพลี้ยไฟหลายตัว เก็บใส่ในถ้วยพลาสติกที่มีฝาปิดมิดชิด แล้วนำถ้วยที่เก็บเพลี้ยไฟมาเก็บไว้ในกล่องเก็บความเย็นเพื่อขนส่งมายังห้องปฏิบัติการ ทำการตรวจสอบชนิด (species) เพลี้ยไฟเพื่อให้แน่ใจว่าเป็นชนิด *Scirtothrips dorsalis* แล้วทำการแยกเอาเพลี้ยไฟที่เป็นตัวเต็มวัยเพศเมียและมีความแข็งแรงโดยสังเกตจากขนาดลำตัวที่ใหญ่กว่าเพศผู้ และมีการเดินที่รวดเร็ว ว่องไวมาเพื่อใช้ในการทดลอง

ทำการทดลองโดยวิธี leaf-dipping method (Fahmy et al., 1991; Guillen et al., 2014) โดยล้างใบอ่อนมะนาวที่งดเว้นการพ่นสารฆ่าแมลงให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง แล้วทำการนำใบอ่อนมะนาวที่ตัด

เป็นชิ้นขนาด 3x3 เซนติเมตรจุ่มลงไปในสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ที่อัตราแนะนำและที่อัตราความเข้มข้น 2 เท่าของอัตราแนะนำ นาน 10 วินาที โดยน้ำที่ใช้ผสมสารฆ่าแมลงจะผสมสารจับใบ (Triton X-100) อัตรา 0.05 มล./ลิตร นำใบอ่อนมะนาวที่ซุบสารไปผึ่งให้แห้ง ส่วนชุดควบคุม (control) จุ่มใบอ่อนมะนาวในน้ำที่ผสมสารจับใบ ทำการทดลอง 3-4 ซ้ำ โดยมีสารฆ่าแมลงที่ซุบใบมะนาว ดังนี้:

1. สาร abamectin 1.8% EC ที่อัตรา 50 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 6)
2. สาร abamectin 1.8% EC ที่อัตรา 100 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 6)
3. สาร emamectin benzoate 1.92 % EC ที่อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 6)
4. สาร emamectin benzoate 1.92 % EC ที่อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 6)
5. สาร spinetoram 12% SC ที่อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 5)
6. สาร spinetoram 12% SC ที่อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 5)
7. สาร imidacloprid 70% WG ที่อัตรา 15 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 4A)
8. สาร imidacloprid 70% WG ที่อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 4A)
9. สาร acetamiprid 70% WG ที่อัตรา 20 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 4A)
10. สาร acetamiprid 70% WG ที่อัตรา 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 4A)
11. สาร fipronil 5% SC ที่อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 2)
12. สาร fipronil 5% SC ที่อัตรา 80 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 2)
13. สาร lambda cyhalothrin 2.5% CS ที่อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 3A)
14. สาร lambda cyhalothrin 2.5% CS ที่อัตรา 80 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 3A)
15. สาร chlorfenapyr 10% SC ที่อัตรา 30 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 13)
16. สาร chlorfenapyr 10% SC ที่อัตรา 60 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 13)
17. สาร cyatraniliprole 10% OD ที่อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 28)
18. สาร cyatraniliprole 10% OD ที่อัตรา 80 มล./น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม 28)
19. สารจับใบ (Triton X-100) อัตรา 0.05 มล./ลิตร

นำชิ้นใบอ่อนมะนาวที่ซุบสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ และผึ่งให้แห้งแล้วไปใส่ในถ้วยพลาสติก แล้วใช้ฟูกันเขี่ยไฟฟ้าตัวเต็มวัยเพศเมียที่แข็งแรงและเดินว่องไวใส่ลงไปในถ้วยพลาสติกถ้วยละ 10 ตัว ปิดฝาให้สนิท นำไปไว้ในห้องปฏิบัติการที่มีอุณหภูมิ $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70% ช่วงแสง 12 : 12 ชั่วโมง (สว่าง : มืด) ปล่อยให้เพี้ยไฟดูดกินใบอ่อนมะนาวที่ซุบสารเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการตรวจนับการตายของเพี้ยไฟที่ 48 ชั่วโมงโดยใช้แว่นขยาย เพี้ยไฟที่ไม่ตอบสนองต่อการเขี่ยของปลายฟูกันจะถูกพิจารณาว่าตาย เมื่อพบว่าแมลงในชุดควบคุม (control) ตาย 5-20% จะทำการปรับค่าเปอร์เซ็นต์การตายโดยใช้ Abbott's formula (Abbott, 1925) แต่ถ้าตายเกิน 20% จะทำการทดลองใหม่

Abbott's formula :

$$\% \text{ Corrected Mortality} = \frac{\% \text{ test mortality} - \% \text{ control mortality}}{100 - \% \text{ control mortality}} \times 100$$

นำข้อมูลเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไฟที่เก็บจากแหล่งปลูกมะนาวแต่ละแหล่งมาหาค่าเฉลี่ย และค่า standard deviation (SD)

ส่วนการประเมินผลของสารฆ่าแมลงที่มีพิษสูง (High toxicity) มีประสิทธิภาพในการฆ่าเพลี้ยไฟ พริกที่ทำลายมะม่วง และสามารถใช้ในการใช้สารแบบหมุนเวียนได้ ใช้เกณฑ์ว่าสารชนิดนั้นจะต้องทำให้ เพลี้ยไฟตายตั้งแต่ 60 % ขึ้นไปที่ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ หรือตายตั้งแต่ 80 % ขึ้นไปที่ความเข้มข้น 2 เท่าของอัตราแนะนำ และสารฆ่าแมลงที่เพลี้ยไฟมีพิษต่ำ (Low toxicity) หรือความต้านทานสูงและ สมควรหยุดใช้ชั่วคราวเพื่อลดการพัฒนาความต้านทาน ใช้เกณฑ์ว่าสารชนิดนั้นจะต้องทำให้เพลี้ยไฟตาย น้อยกว่า 20 % ที่ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ หรือตายน้อยกว่า 40 % ที่ความเข้มข้น 2 เท่าของอัตรา แนะนำ ส่วนสารฆ่าแมลงที่จัดว่ามีพิษปานกลาง (Moderate toxicity) คือสารที่ทำให้เพลี้ยไฟมีการตาย อยู่ในช่วงต่ำกว่าสารที่จัดว่ามีพิษสูงและสูงกว่าสารที่จัดว่ามีพิษต่ำ สารฆ่าแมลงที่มีพิษปานกลางก็สามารถ นำมาใช้แนะนำในการพ่นสารแบบหมุนเวียนเพื่อลดปัญหาความต้านทานได้เช่นกันแต่ไม่ควรใช้บ่อยครั้ง

ส่วนการศึกษาความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง spinetoram, emamectin benzoate, fipronil และ chlorfenapyr ในเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวทำโดยให้เพลี้ยไฟดูดกินใบอ่อนมะนาวที่ชุปสารฆ่า แมลงแต่ละชนิด จำนวน 5 ความเข้มข้นที่ทำให้เพลี้ยไฟตายอยู่ในช่วง 10-90% วิธีการทดลองและบันทึก ผลเหมือนกับการทดลองแรก วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธี Probit analysis (Finney, 1971) เพื่อหาค่า ความเข้มข้นของสารฆ่าแมลงที่ทำให้เพลี้ยไฟตาย 50% และ 90% (Lethal concentration, LC₅₀ and LC₉₀) แล้วหาค่า Resistance factor (RF) (Morse and Brawner, 1986) ของเพลี้ยไฟต่อสารฆ่าแมลง ชนิดต่าง ๆ ซึ่งเท่ากับค่า LC₉₀ ของเพลี้ยไฟต่อสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆหารด้วยค่าความเข้มข้นของสาร ฆ่าแมลงชนิดนั้น ๆ ที่อัตราแนะนำ

- เวลาและสถานที่

- ทำการทดลองในช่วงเดือนมกราคม ถึง กรกฎาคม 2561-2562
- ทดลองในห้องปฏิบัติการกลุ่มบริหารศัตรูพืช ตึกสิทธิพร สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรม วิชาการเกษตร จังหวัดกรุงเทพฯ
- เก็บเพลี้ยไฟในแปลงมะนาวของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร พื้นที่อำเภอเมืองชัยนาท จังหวัดชัยนาท พื้นที่อำเภอศรีประจันต์ พื้นที่อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี และพื้นที่อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร

9. ผลการทดลองและวิจารณ์

ความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ต่อการตายของเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวแตกต่างกันในแต่ละแหล่งปลูกไม่มากนักน้อย สารฆ่าแมลงที่จัดว่ามีพิษสูงโดยทำให้เพลี้ยไฟตายตั้งแต่ 60 % ขึ้นไป ที่ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ หรือตายตั้งแต่ 80 % ขึ้นไปที่ความเข้มข้น 2 เท่าของอัตราแนะนำนั้น

สามารถนำมาใช้แนะนำในการพ่นสารแบบหมุนเวียนเพื่อลดปัญหาความต้านทานได้ ในทางตรงกันข้าม สารฆ่าแมลงที่จัดว่ามีพิษต่ำโดยทำให้เพลี้ยไฟตายน้อยกว่า 20 % ที่ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ หรือ ตายน้อยกว่า 40 % ที่ความเข้มข้น 2 เท่าของอัตราแนะนำไม่ควรนำมาใช้ในการพ่นสารเพราะจะเป็นการเพิ่มปัญหาความต้านทาน ส่วนสารฆ่าแมลงที่จัดว่ามีพิษปานกลางคือสารที่ทำให้เพลี้ยไฟมีการตายอยู่ในช่วงต่ำกว่าสารที่จัดว่ามีพิษสูงและสูงกว่าสารที่จัดว่ามีพิษต่ำ สารที่มีพิษปานกลางก็สามารถนำมาใช้แนะนำในการพ่นสารแบบหมุนเวียนเพื่อลดปัญหาความต้านทานได้แต่ไม่ควรใช้บ่อยครั้ง

สารฆ่าแมลงที่มีพิษสูงต่อเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวจากอำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร ในปี พ.ศ. 2561 คือ สาร fipronil, spinetoram, emamectin benzoate และ chlorfenapyr และสารฆ่าแมลงที่มีพิษปานกลาง คือ imidacloprid และ cyantraniliprole ส่วนสารฆ่าแมลงที่มีพิษต่ำ คือ สาร lambda-cyhalothrin และ abamectin (ภาพที่ 1)

สารฆ่าแมลงที่มีพิษสูงต่อเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวจากอำเภอเมืองชัยนาท จังหวัดชัยนาท ในปี พ.ศ. 2561 คือ สาร fipronil, imidacloprid, spinetoram, emamectin benzoate และ chlorfenapyr และสารฆ่าแมลงที่มีพิษปานกลาง คือ abamectin และ cyantraniliprole ส่วนสารฆ่าแมลงที่มีพิษต่ำ คือ สาร lambda-cyhalothrin (ภาพที่ 2)

สารฆ่าแมลงที่มีพิษสูงต่อเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวจากอำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี ในปี พ.ศ. 2561 คือ สาร spinetoram, emamectin benzoate และ chlorfenapyr และสารฆ่าแมลงที่มีพิษปานกลาง คือ fipronil, lambda cyhalothrin, imidacloprid และ cyantraniliprole ส่วนสารฆ่าแมลงที่มีพิษต่ำ คือ สาร abamectin (ภาพที่ 3)

สารฆ่าแมลงที่มีพิษสูงต่อเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวจากอำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี ในปี พ.ศ. 2561 คือ สาร fipronil, spinetoram, emamectin benzoate และ chlorfenapyr และสารฆ่าแมลงที่มีพิษปานกลาง คือ imidacloprid และ cyantraniliprole ส่วนสารฆ่าแมลงที่มีพิษต่ำ คือ สาร lambda-cyhalothrin และ abamectin (ภาพที่ 4)

สารฆ่าแมลงที่มีพิษสูงต่อเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวจากอำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร ในปี พ.ศ. 2562 คือ สาร spinetoram, emamectin benzoate และ chlorfenapyr และสารฆ่าแมลงที่มีพิษปานกลาง คือ fipronil, imidacloprid และ cyantraniliprole ส่วนสารฆ่าแมลงที่มีพิษต่ำ คือ สาร lambda-cyhalothrin, acetamiprid และ abamectin (ภาพที่ 5)

สารฆ่าแมลงที่มีพิษสูงต่อเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวจากอำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี ในปี พ.ศ. 2562 คือ สาร fipronil, imidacloprid, spinetoram, emamectin benzoate

และ chlorfenapyr และสารฆ่าแมลงที่มีพิษปานกลาง คือ abamectin และ cyantraniliprole ส่วนสารฆ่าแมลงที่มีพิษต่ำ คือ สาร lambda-cyhalothrin (ภาพที่ 6)

การทดลองนี้ทำให้ได้คำแนะนำชนิดสารฆ่าแมลงที่เหมาะสมในการพ่นสารแบบหมุนเวียนและชนิดสารฆ่าแมลงที่ควรงดเว้นในการพ่นสารเพื่อลดหรือชะลอปัญหาความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวในแต่ละพื้นที่ (ตารางที่ 1) เห็นได้ว่าสารฆ่าแมลงที่มีพิษสูง ได้แก่ spinetoram, emamectin benzoate, fipronil และ chlorfenapyr เป็นสารที่มีความต้านทานน้อยมากในที่ต่าง ๆ ค่า RF ไม่เกิน 5 จึงสามารถใช้ในการพ่นสารแบบหมุนเวียนเพื่อลดปัญหาความต้านทานได้เป็นอย่างดี (ตารางที่ 2)

คำแนะนำแก่เกษตรกรในการเลือกชนิดสารฆ่าแมลงเพื่อใช้แบบหมุนเวียนในสวนมะนาวในพื้นที่ต่าง ๆ คือ ให้แบ่งช่วงในการพ่นสารป้องกันกำจัดเป็นช่วงละ 1 เดือน ในแต่ละเดือนถ้าประชากรเพลี้ยไฟพริกมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วควรพ่นสารฆ่าแมลงที่มีพิษสูงกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง (หรือมากกว่า 1 กลุ่ม) เพื่อลดประชากรเพลี้ยไฟจนจำนวนลดลง (สารแต่ละกลุ่มห้ามพ่นเกิน 3 ครั้ง ในแต่ละเดือน) แต่ถ้าประชากรเพลี้ยไฟพริกมีการเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ควรพ่นสารฆ่าแมลงที่มีพิษปานกลางกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง (หรือมากกว่า 1 กลุ่ม) เพื่อลดประชากรเพลี้ยไฟจนจำนวนลดลง (สารแต่ละกลุ่มห้ามพ่นเกิน 3 ครั้ง ในแต่ละเดือน) ในเดือนถัดไปทำเช่นเดียวกันแต่ห้ามใช้สารที่มีเลขกลุ่มซ้ำกับที่ใช้ในเดือนที่แล้ว สารที่มีเลขกลุ่มซ้ำกับที่ใช้มาแล้วสามารถใช้ได้ในเดือนถัดไป โดยคิดง่าย ๆ ว่า ถ้าใช้สารเลขกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งในแต่ละช่วง 1 เดือนจะต้องหยุดพักการใช้สารเลขกลุ่มนั้นนาน 1 เดือน จึงจะนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ในแต่ละช่วงควรงดเว้นการพ่นสารที่มีพิษต่ำเพราะจะเป็นการเพิ่มปัญหาความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง คำแนะนำชนิดกลุ่มสารฆ่าแมลงที่มีพิษสูง และมีพิษปานกลาง ที่เหมาะสมในการพ่นสารแบบหมุนเวียน และชนิดสารฆ่าแมลงที่มีพิษต่ำในเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวในแต่ละพื้นที่สามารถดูได้จากตารางที่ 1

คำแนะนำช่วงการพ่นสารแบบหมุนเวียนอาจแตกต่างกันได้ซึ่งขึ้นกับระยะการเจริญเติบโตของเพลี้ยไฟในแต่ละช่วงอายุขัย ในต่างประเทศที่มีอุณหภูมิในแต่ละฤดูกาลแตกต่างกันมากทำให้ช่วงอายุขัยของเพลี้ยไฟยาวนานแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นการใช้ช่วงการพ่นสารแบบหมุนเวียนที่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาลจึงเหมาะสม เช่น การพ่นสารแบบหมุนเวียนเพื่อแก้ปัญหาความต้านทานในเพลี้ยไฟชนิด *Frankliniella occidentalis* (Pergande) ในประเทศออสเตรเลียใช้ช่วงการพ่นสารแบบหมุนเวียนตั้งแต่ 15-35 วัน ขึ้นกับระยะช่วงอายุขัยของเพลี้ยไฟในฤดูกาลต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่ (Broughton and Herron, 2007) ส่วนในประเทศสหรัฐอเมริกาใช้ช่วงการพ่นสารแบบหมุนเวียนตั้งแต่ 20-30 วัน (Robb and Parrella, 1995) อย่างไรก็ตามช่วงในการพ่นสารในแต่ละช่วงอาจยาวถึงสองช่วงอายุขัยของเพลี้ยไฟซึ่งแต่ละช่วงอายุขัยยาวประมาณ 15 วันก็ได้ซึ่งแล้วแต่ความสะดวกในการจัดการ ในประเทศไทยภูมิอากาศ

ค่อนข้างร้อนและอุณหภูมิในแต่ละฤดูกาลไม่ต่างกันมาก เพลี้ยไฟมีการแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็ว และระบาดอย่างหนัก อีกทั้งเพลี้ยไฟยังมีความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงหลายชนิด จึงทำให้มีชนิดสารหรือกลุ่มสารฆ่าแมลงที่สามารถใช้ได้กับเพลี้ยไฟไม่มาก ดังนั้นแผนการพ่นสารแบบหมุนเวียนในช่วง 30 วันน่าจะใช้ได้ อย่างไรก็ตามถ้ามีปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วยก็อาจปรับช่วงการพ่นสารแบบหมุนเวียนให้เหมาะสมได้ตามสถานการณ์

10. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

สารฆ่าแมลงที่มีความเป็นพิษสูงโดยทำให้เพลี้ยไฟตายที่ทำลายมะนาวตายตั้งแต่ 60 % ขึ้นไปที่ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ หรือตายตั้งแต่ 80 % ขึ้นไปที่ความเข้มข้น 2 เท่าของอัตราแนะนำ และสมควรนำไปใช้ในแผนการใช้สารฆ่าแมลงแบบหมุนเวียนในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟที่ทำลายมะนาวและลดปัญหาความต้านทาน ที่อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร คือ สาร fipronil, spinetoram, emamectin benzoate และ chlorfenapyr สารฆ่าแมลงที่มีพิษสูงต่อเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวจากอำเภอเมืองชัยนาท จังหวัดชัยนาท คือ สาร fipronil, imidacloprid, spinetoram, emamectin benzoate และ chlorfenapyr สารฆ่าแมลงที่มีพิษสูงต่อเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวจากอำเภอสรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี คือ สาร spinetoram, emamectin benzoate และ chlorfenapyr สารฆ่าแมลงที่มีพิษสูงต่อเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวจากอำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี คือ สาร fipronil, spinetoram, emamectin benzoate และ chlorfenapyr สารฆ่าแมลงที่มีพิษสูงต่อเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายมะนาวจากอำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร คือ สาร spinetoram, emamectin benzoate และ chlorfenapyr

11. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ : ได้นำไปใช้ในการแนะนำเกษตรกรเพื่อแก้ปัญหาเพลี้ยไฟที่ทำลายมะนาวต้านทานต่อสารฆ่าแมลง

12. เอกสารอ้างอิง

- ศรีจันทร์ ศรีจันทร์, บุษบง มั่นมั่นคง และศรุต สุทธิอารมณ. 2552. ทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงและสารสกัดธรรมชาติกับแมลงศัตรูที่สำคัญในส้มเขียวหวาน. หน้า 47-86. ใน: ผลงานวิจัยประจำปี 2551 เล่มที่ 1 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ศรีจันทร์ ศรีจันทร์, วรวิช สุกจิตธรรมจริยางกุล, อัจฉรา หวังอาษา, วิภาดา ปลอดครบุรี และอรุราพร หนูนารถ. 2556. ประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟกุหลาบและหนอนผีเสื้อศัตรูกุหลาบ. ใน ผลงานวิจัยประจำปี 2556. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 2553. เอกสารวิชาการเกษตร คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553 กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 303 น.
- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- Broadbent, A.B. and D.J. Pree. 1997. Resistance to insecticides in populations of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) from greenhouses in the Niagara region of Ontario. Can. Entomol. 129: 907-913.
- Broughton, S. and G.A. Herron. 2007. *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) chemical control: insecticide efficacy associated with the three consecutive spray strategy. Aust. J. of Entomol. 46: 140-145.
- Denholm, I, A.R. Horowitz, M. Cahill and I. Ishaaya. 1977. Management of Resistance to Novel Insecticides In: I. Ishaaya and D. Degheele (eds.) Insecticides with Novel Modes of Action: Mechanisms and Application. Springer.
- 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, 3 rd Edition. Cambridge University Press, UK.

- Gao, Y., Z. Lei and S.R. Reitz. 2012. Western flower thrips resistance to insecticides: detection, mechanisms and management strategies. *Pest Manag. Sci.* 68: 1111-1121.
- Guillen, J., M. Navarro, and P. Bielza. 2014. Cross-resistance and baseline susceptibility of spirotetramat in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *J. Econ. Entomol.* 107(3): 1239-1244.
- Herron, G.A. and D.F. Cook. 2002. Initial verification of the resistance management strategy for *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in Australia. *Aust. J. Entomol.* 41: 187-191.
- Immaraju, J.A., J.G. Morse and R.F. Hobza. 1990. Field evaluation of insecticide rotation and mixtures as strategies for citrus thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance management in California. *J. Econ. Entomol.* 83(2): 306-314.
- Morse, J.G. and O.L. Brawner. 1986. Toxicity of pesticides to *Scirtothrips citri* (Thysanoptera: Thripidae) and implications to resistance management. *J. Econ. Entomol.* 79: 565-570.
- Robb, K.L. and M.P. Parella. 1995. IPM of western flower thrips, pp. 365-370. In: B.L. Parker, M. Skinner and T. Lewis. (eds.) *Thrips Biology and Management*, Plenum Press, New York, NY, USA.
- Seal, D.R., M. Ciomperlik, M.L. Richards and W. Klassen. 2006. Comparative effectiveness of chemical insecticide against the chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera thripidae), on pepper and their compatibility with natural enemies. *Crop Prot.* 25: 949-955.

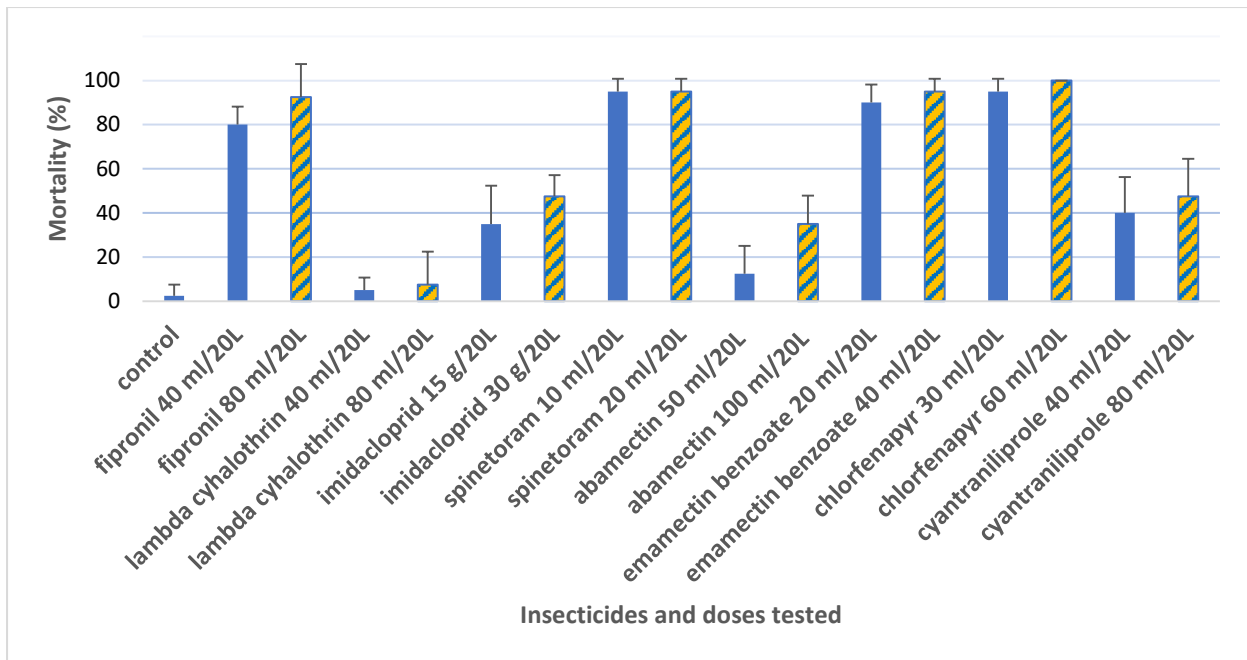


Figure 1 Mortality percentage (+SD) of *Scirtothrips dorsalis* damaging lime in Mueang Kamphaeng Phet district, Kamphaeng Phet province; at 48 hr. after feeding with lime leaves dipped with insecticides at recommended dose and two folds of recommended dose in year 2018.

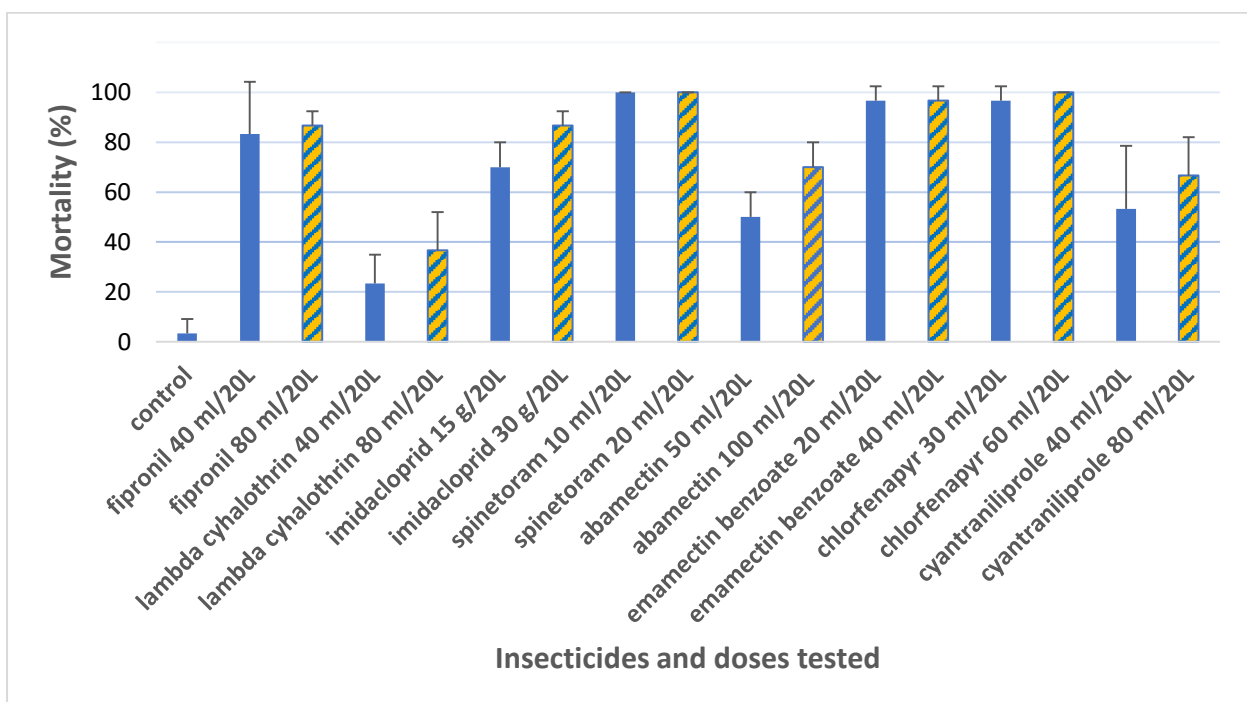


Figure 2 Mortality percentage (+SD) of *Scirtothrips dorsalis* damaging lime in Mueang Chai Nat district, Chai Nat province; at 48 hr. after feeding with lime leaves dipped with insecticides at recommended dose and two folds of recommended dose in year 2018.

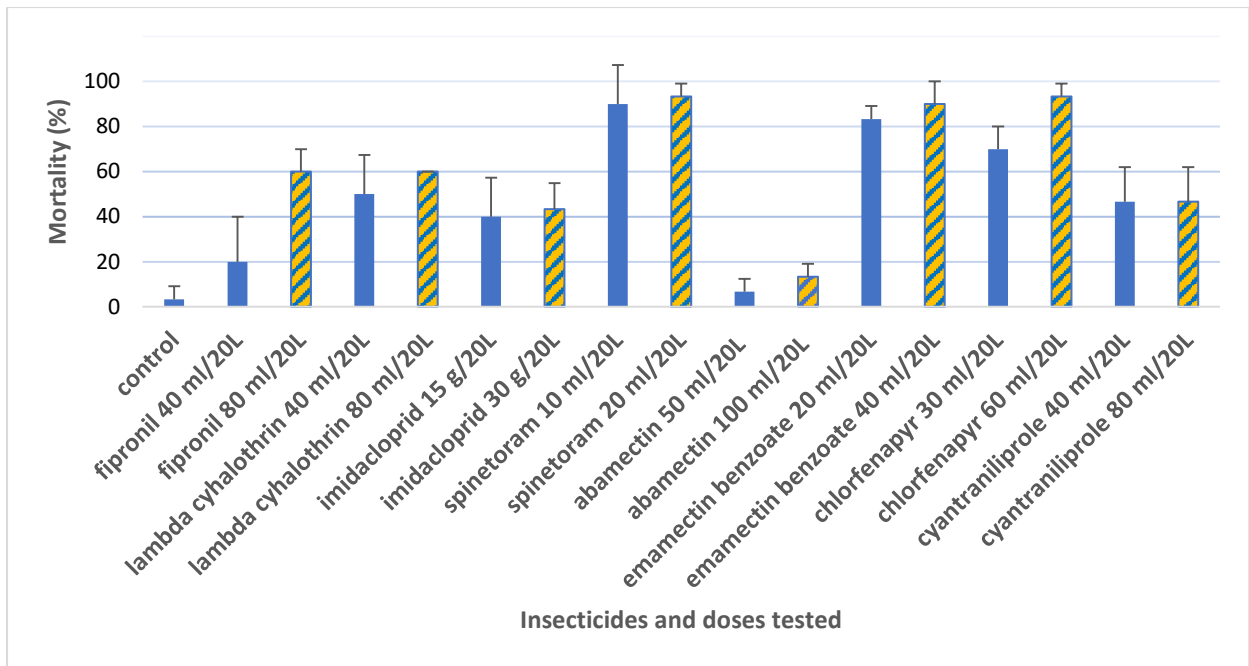


Figure 3 Mortality percentage (+SD) of *Scirtothrips dorsalis* damaging lime in Si Prachan district, Suphan Buri province; at 48 hr. after feeding with lime leaves dipped with insecticides at recommended dose and two folds of recommended dose in year 2018.

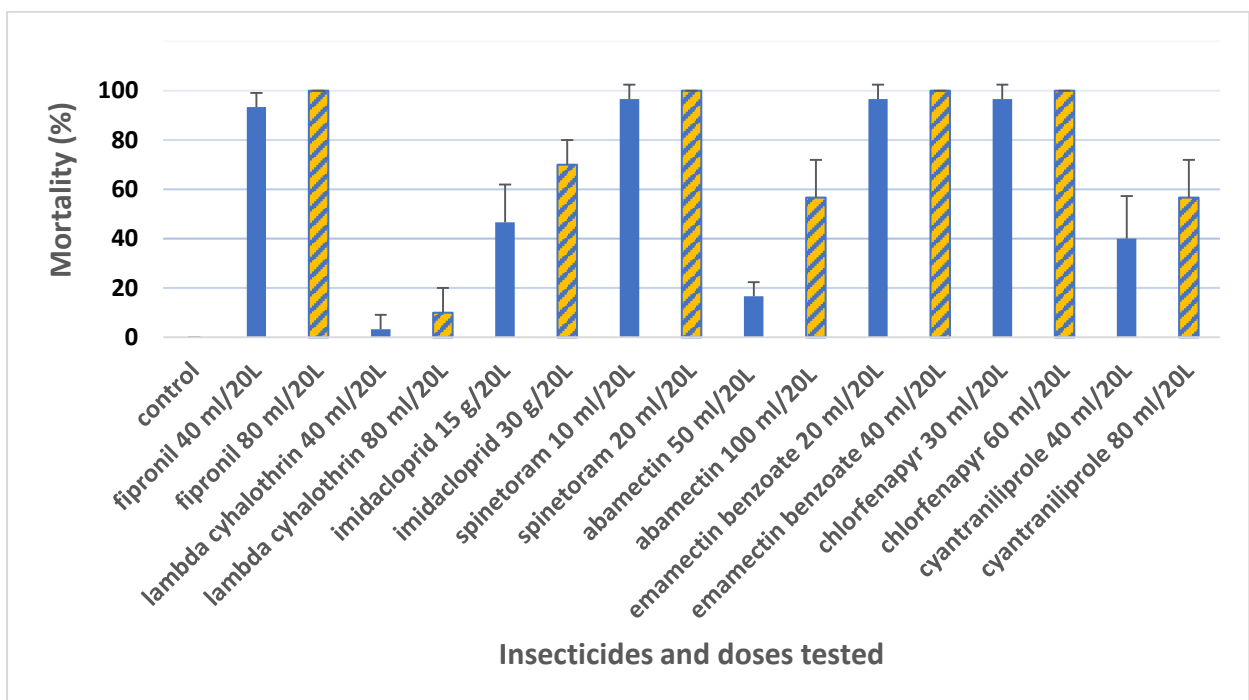


Figure 4 Mortality percentage (+SD) of *Scirtothrips dorsalis* damaging lime in Doem Bang Nang Buat district, Suphan Buri province; at 48 hr. after feeding with lime leaves dipped with insecticides at recommended dose and two folds of recommended dose in year 2018.

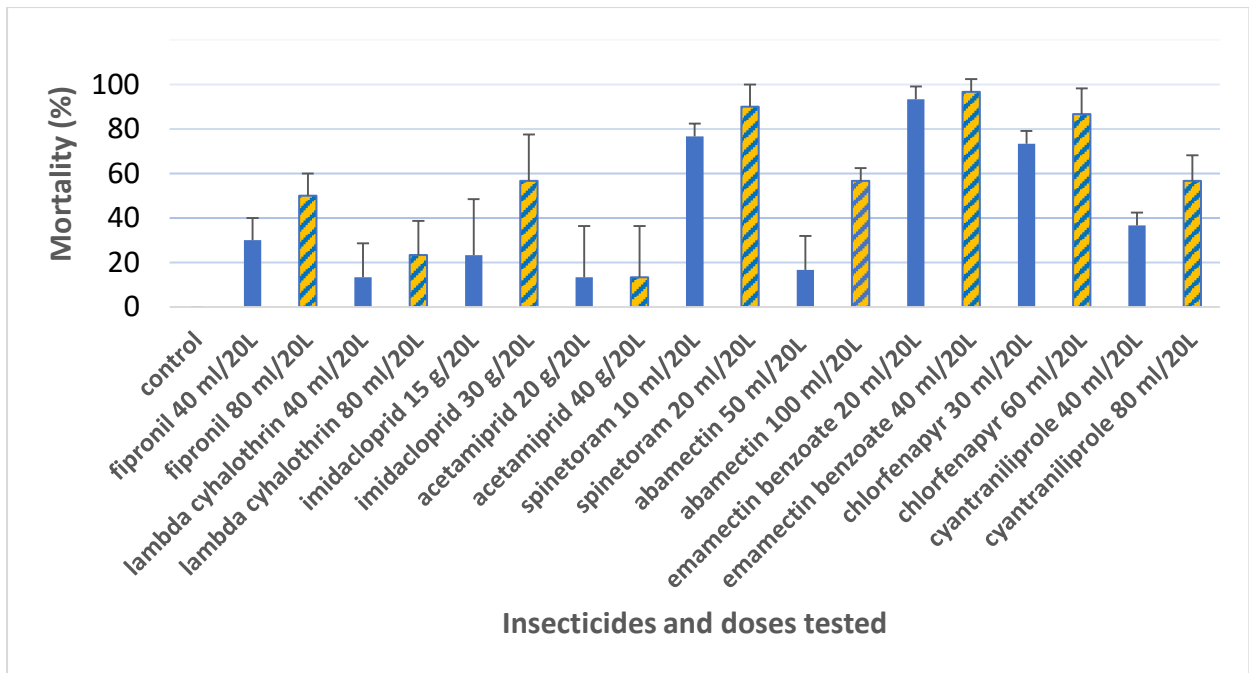


Figure 5 Mortality percentage (+SD) of *Scirtothrips dorsalis* damaging lime in Pho Thale district, Pichit province; at 48 hr. after feeding with lime leaves dipped with insecticides at recommended dose and two folds of recommended dose in year 2019.

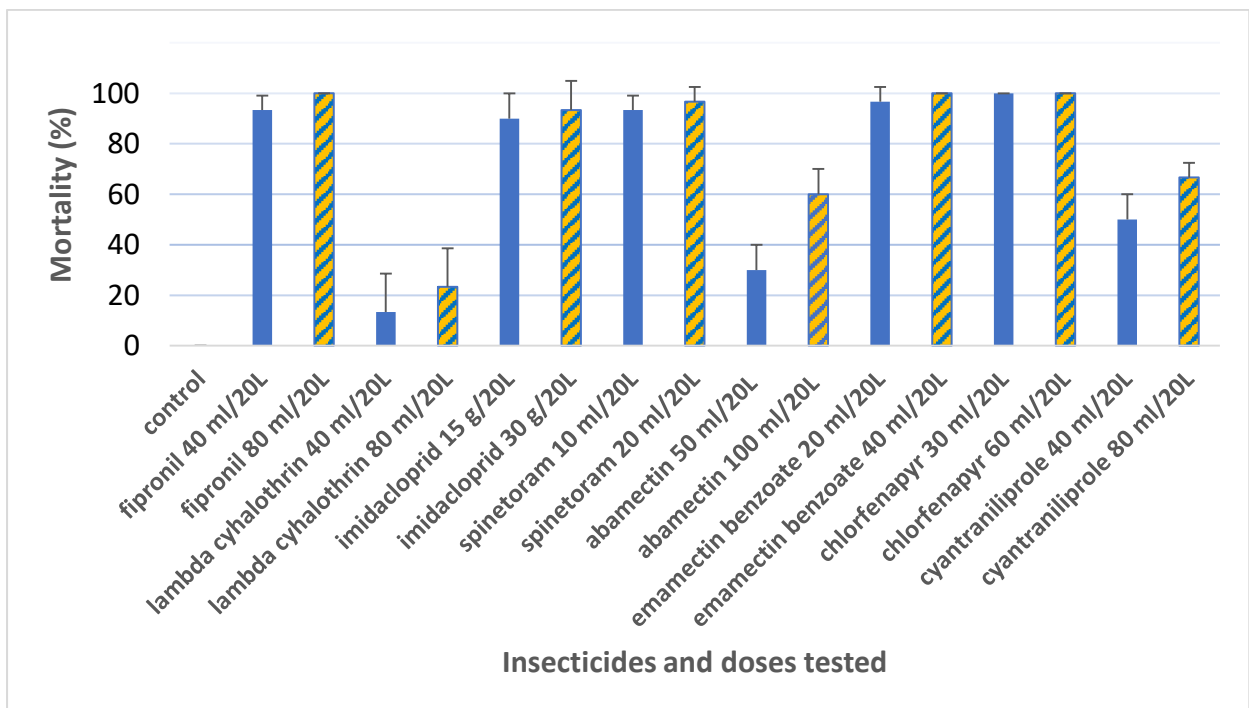


Figure 6 Mortality percentage (+SD) of *Scirtothrips dorsalis* damaging lime in Doem Bang Nang Buat district, Suphan Buri province; at 48 hr. after feeding with lime leaves dipped with insecticides at recommended dose and two folds of recommended dose in year 2019.

Table 1. Insecticides which were appropriate for using in rotation spraying and insecticides which should be excluded for spraying to solve insecticide resistance problem in chili thrips damaging lime in each area in year 2018-2019

Province	District	Insecticides (group of insecticide) be used in insecticide rotation spraying	Insecticides (group of insecticide) be excluded in insecticide rotation spraying
Kamphaeng Phet	Mueang Kamphaeng Phet (Year 2018)	<u>High toxicity :</u> fipronil (Group 2B) spinetoram (Group 5) emamectin benzoate (Group 6) chlorfenapyr (Group 13) <u>Moderate toxicity :</u> imidacloprid (Group 4A) cyantraniliprole (Group 28)	<u>Low toxicity :</u> lambda-cyhalothrin (Group 3A) abamectin (Group 6)
Chai Nat	Mueang Chai Nat (Year 2018)	<u>High toxicity :</u> fipronil (Group 2B) imidacloprid (Group 4A) spinetoram (Group 5) emamectin benzoate (Group 6) chlorfenapyr (Group 13) <u>Moderate toxicity :</u> abamectin (Group 6) cyantraniliprole (Group 28)	<u>Low toxicity :</u> lambda-cyhalothrin (Group 3A)
Suphan Buri	Si Prachan (Year 2018)	<u>High toxicity :</u> spinetoram (Group 5) emamectin benzoate (Group 6) chlorfenapyr (Group 13) <u>Moderate toxicity :</u> fipronil (Group 2B) lambda-cyhalothrin (Group 3A) imidacloprid (Group 4A) cyantraniliprole (Group 28)	<u>Low toxicity :</u> abamectin (Group 6)
Suphan Buri	Doem Bang Nang Buat (Year 2018)	<u>High toxicity :</u> fipronil (Group 2B) spinetoram (Group 5) emamectin benzoate (Group 6) chlorfenapyr (Group 13) <u>Moderate toxicity :</u> imidacloprid (Group 4A) cyantraniliprole (Group 28)	<u>Low toxicity :</u> lambda-cyhalothrin (Group 3A) abamectin (Group 6)

Pichit	Pho Thale (Year 2019)	<u>High toxicity :</u> spinetoram (Group 5) emamectin benzoate (Group 6) chlorfenapyr (Group 13) <u>Moderate toxicity :</u> fipronil (Group 2B) imidacloprid (Group 4A) cyantraniliprole (Group 28)	<u>Low toxicity :</u> lambda-cyhalothrin (Group 3A) acetamiprid (Group 4A) abamectin (Group 6)
Suphan Buri	Doem Bang Nang Buat (Year 2019)	<u>High toxicity :</u> fipronil (Group 2B) imidacloprid (Group 4A) spinetoram (Group 5) emamectin benzoate (Group 6) chlorfenapyr (Group 13) <u>Moderate toxicity :</u> abamectin (Group 6) cyantraniliprole (Group 28)	<u>Low toxicity :</u> lambda-cyhalothrin (Group 3A)

Table 2. Insecticide resistance of *Scirtothrips dorsalis* damaging lime in Mueang Kamphaeng Phet district, Kamphaeng Phet province; Si Prachan district and Doem Bang Nang Buat district, Suphan Buri province in year 2018.

District / Insecticide	LC ₅₀ (95% CI) ¹ (ppm)	LC ₉₀ (95% CI) (ppm)	Recommended dose (ppm)	Resistance factor ²
<u>Mueang Kamphaeng Phet</u>				
spinetoram	0.033 (0-0.166)	152 (16.1-265,695)	60.0	2.53
emamectin benzoate	0.151 (0.078-0.253)	1.66 (0.900-4.44)	19.2	0.086
<u>Si Prachan</u>				
spinetoram	0.168 (0.092-0.324)	2.76 (1.04-22.9)	60.0	0.046
emamectin benzoate	0.953 (0.532-1.89)	15.8 (5.89-118)	19.2	0.821
fipronil	60.5 (40.8-82.3)	234 (148-694)	100	2.34
chlorfenapyr	24.2 (9.65-55.9)	452 (154-4,834)	150	3.01
<u>Doem Bang Nang Buat</u>				
spinetoram	0.012 (0.002-0.026)	0.207 (0.104-0.828)	60.0	0.003
emamectin benzoate	0.086 (0.053-0.164)	1.04 (0.415-7.20)	19.2	0.054
fipronil	1.64 (0.806-2.86)	29.2 (12.8-155)	100	0.292
chlorfenapyr	3.09 (1.52-6.41)	17.4 (7.94-101)	150	0.116

¹ 95% confidence intervals

² Resistance factor = LC₉₀ / Recommended dose