

รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชื่อชุดโครงการ : -
2. โครงการวิจัย : วิจัยเทคนิคเพิ่มประสิทธิภาพการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช
กิจกรรม : การศึกษาผลของการใช้สารแบบผสม สารเสริมประสิทธิภาพและคุณภาพน้ำ
ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ประสิทธิภาพของการใช้สารฆ่าแมลงแบบผสม (tank mixtures) ในการ
ป้องกันกำจัดหนอนใยผัก, *Plutella xylostella* (Linnaeus) ในคะน้า
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Efficiency of Insecticides tank mixtures for Controlling
Diamondback Moth , *Plutella xylostella* L. in Chinese Kale
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : นางนลินา ไชยสิงห์
ผู้ร่วมงาน : นายพฤทธิชาติ บุญวัฒน์
นายวรวิช สุคจิตธรรมจริยางกูร
นายสรรชัย เพชรธรรมรส
สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

5. บทคัดย่อ

ทดลองประสิทธิภาพของการใช้สารฆ่าแมลงแบบผสม (tank mixtures) ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก, *Plutella xylostella* (Linnaeus) ในห้องปฏิบัติการและแปลงของเกษตรกร อำเภอ อุ้มทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2559 - กันยายน 2561 ด้วยสารฆ่าแมลง spinetoram 12% SC อัตรา 40 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, indoxacarb 15% SC อัตรา 40 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 40 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, chlorfenapyr 10% SC อัตรา 40 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, fipronil 5% SC อัตรา 80 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, tolfenpyrad 16% EC อัตรา 40 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, *Bt. Aizawai* อัตรา 100 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, *Bt. kurstaki* อัตรา 100 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ผสมสารป้องกันกำจัดโรคพืช mancozeb 80% WP อัตรา 40 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และสาร dimethomorph 50% WP อัตรา 10 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ผลการทดลองพบว่าสารฆ่าแมลงและสารป้องกันกำจัดโรคพืชที่ผสมกันในทุกระบบวิธีสามารถละลายได้ดี โดยไม่เกิดการแยกชั้นที่เห็นด้วยสายตา ตลอดจนไม่พบความเป็นพิษต่อพืชจากการผสมสารฆ่าแมลงและสารป้องกันกำจัดโรคพืชดังกล่าว สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพด้วยวิธีการ bioassays และสภาพแปลงทดลองนั้น พบว่าการ

ผสมของสารฆ่าแมลงและสารป้องกันกำจัดโรคพืชแนะนำไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแนะนำทั้ง 8 ชนิด ที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า

คำหลัก: สารแบบผสม หนอนใยผัก คะน้า

Efficiency of Insecticides tank mixtures for Controlling Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L in laboratory and Chinese kale fields at Suphanburi province during October 2016 – September 2018 were investigated. The treatments were the applications of insecticides spinetoram 1.2% SC 40 ml./20 l water, indoxacarb 1.5% SC 40 ml./20 l water, emamectin benzoate 1.92% EC 40 ml./20 l water, chlorfenapyr 10% SC 40 ml./20 l water, fipronil 5% SC 80 ml./20 l water, tolfenpyrad 16% EC 40 ml./20 l water, *Bt. Aizawai* 100 ml./20 l water, *Bt. kurstaki* 100 ml./20 l water mixed with fungicides mancozeb 80% WP and dimethomorph 50% WP. The results indicated that no signs of physical incompatibility appear and no phytotoxic indications were found in the experiments. Subsequently, bioassay in laboratory and field trial were performed to evaluate the bio-efficacy of insecticides tank mixtures on the efficacy of insecticides. For these experiments, it was found that no influence of insecticides tank mixtures on the efficacy of insecticides for control of cotton diamondback moth in this study.

Keywords: tank mixtures, diamondback moth, Chinese kale

6. คำนำ

หนอนใยผัก จัดเป็นศัตรูที่สำคัญของพืชผักหลายชนิด โดยเฉพาะผักตระกูลกะหล่ำ ปัจจุบันหนอนใยผักมีการพัฒนาสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้รวดเร็วและมากชนิด ยกแก่การป้องกันกำจัด เนื่องจากหนอนใยผักมีวงจรชีวิตสั้น มีการขยายพันธุ์รวดเร็ว กล่าวคือตัวเต็มวัยเพศเมียสามารถวางไข่ได้หลังจากตักแต่ และผสมพันธุ์ภายใน 24 ชั่วโมง และวางไข่ได้ตลอดชีวิต (สมศักดิ์, 2554) และนอกจากนี้ในแหล่งปลูกผักส่วนใหญ่ยังมีการปลูกผักตระกูลกะหล่ำอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ทำให้หนอนใยผักมีพืชอาหารตลอดทั้งปี จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้พบการระบาดของหนอนใยผักเสมอ โดยทั่วไปวิธีการที่เกษตรกรนิยมใช้มากที่สุดและเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการป้องกันกำจัดแมลงชนิดนี้ ได้แก่การพ่นสารฆ่าแมลง สำหรับเป้าหมายในการใช้สารฆ่าแมลงของเกษตรกรนั้น เกษตรกรต้องการกำจัดหนอนใยผักให้ได้ผลมากที่สุด นิยมผสมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดเข้าด้วยกันเพื่อประหยัดเวลาและแรงงาน อย่างไรก็ตามเกษตรกรมักผสมสารโดยขาดข้อมูลเบื้องต้นในเรื่องของการเข้ากันได้ของสาร การเสริมหรือต้านฤทธิ์กันของสาร และการเกิดพิษต่อพืช ทำให้เกิดการเข้าใจผิดว่าสารฆ่าแมลงที่ใช้ไม่มี

ประสิทธิภาพเพียงพอ จึงทำให้ต้องเพิ่มอัตราการใช้สาร อัตราพ่นและความถี่ในการพ่นสารที่มากขึ้นโดยไม่คำนึงถึง ต้นเหตุที่แท้จริงของปัญหา มีผลให้ต้องเพิ่มต้นทุนการผลิตและทำให้เกิดการตกค้างในสภาพแวดล้อม แต่ในความเป็นจริงแล้วความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชนั้น นอกจากจะเกิดจากประสิทธิภาพในตัวสารฆ่าแมลงที่ใช้แล้ว ยังประกอบด้วยปัจจัยภายนอกอื่นๆ เช่น เครื่องมือที่ใช้ฉีดพ่น เทคนิคการพ่นสาร สภาพอากาศ สถานการณ์ความต้านทานของแมลง ส่วนใหญ่เกษตรกรมักใช้สารฆ่าแมลงแบบผสมคือผสมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างน้อย 2 ถึง 3 ชนิดเข้าด้วยกัน (Tank mixed) ในการพ่นแต่ละครั้ง การใช้สารแบบนี้ข้อดีคือสามารถช่วยลดต้นทุนด้านแรงงาน โดยการลดความถี่ในการพ่นสารลง เมื่อเปรียบเทียบกับพ่นด้วยสารชนิดเดียวในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพียงหนึ่งชนิด นอกจากนี้วิธีดังกล่าวยังสามารถป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้หลายชนิดในคราวเดียวกัน จึงทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมการใช้สารแบบนี้ แต่อย่างไรก็ตามก่อนการตัดสินใจใช้สารฆ่าแมลงแบบผสมนั้น จำเป็นต้องทราบถึงข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ การเกิดความเป็นพิษต่อพืช การเข้ากันได้ของสารทางกายภาพ (การตกตะกอนหรือการแยกชั้น) ตลอดจนเมื่อผสมสารเข้าด้วยกันแล้วเกิดการเสริมฤทธิ์หรือการต้านฤทธิ์กันของสาร (antagonism) ซึ่งจากปัจจัยดังกล่าวจะมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารฆ่าแมลงแบบผสม (mixture) เพื่อแนะนำสู่นักวิชาการและเกษตรกร

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. แปลงคะน้ำ

2. หัวฉีดชนิดแรงดันน้ำแบบต่างๆ

3. เครื่องยนต์พ่นสารแบบใช้แรงดันน้ำ

4. สารจับใบ

5. สารฆ่าแมลง ได้แก่ spinetoram 12% SC, indoxacarb 15% SC, emamectin benzoate 1.92% EC, chlorfenapyr 10% SC, fipronil 5% SC, tolfenpyrad 16% EC, *Bt. Aizawai*, *Bt. kurstaki* และสารป้องกันกำจัดโรคพืช ได้แก่ และ mancozeb 80% WP และ dimethomorph 50% WP

6. ก่องเลี้ยงแมลง

8. บีกเกอร์ (Beaker)

9. ปิเปต (Pipette)

10. กระบอกตวง (Cylinder)

11. แท่งแก้วคนสาร

12. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์

13. ถ้วยพลาสติก

วิธีการ

การเตรียมหนอนใยผัก

ทำการเก็บหนอนใยผักตระกูลกะหล่ำของเกษตรกรในแหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดสุพรรณบุรี นำหนอนมาเลี้ยงโดยใช้ใบกะหล่ำปลี (*Brassica oleraceae* var. *capitata* L.) ในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 26 + 2°C ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70% ช่วงแสง 12 : 12 ชั่วโมง (สว่าง : มืด) จนกระทั่งเข้าดักแด้ เก็บรวบรวมดักแด้ใส่กรงเพื่อให้ออกเป็นผีเสื้อ เลี้ยงผีเสื้อด้วยน้ำผึ้ง 10% ที่ชุบกับสำลี ให้ผีเสื้อวางไข่บนแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ นำไข่มาฟักในกล่องที่มีต้นกล้าผัก บนแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ นำไข่มาฟักในกล่องที่มีต้นกล้าผักกะหล่ำปลีเป็นอาหาร เลี้ยงหนอนด้วยใบผักกะหล่ำปลีจนกระทั่งหนอนเข้าวัย 3 ช่วงต้น จึงนำหนอนรุ่นที่ 1 มาใช้ในการทดลอง(สุภรดา และคณะ, 2555ข) การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแบบผสม ด้วยวิธีการ bioassays

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบการเข้ากันได้ทางกายภาพระหว่างสารฆ่าแมลงแนะนำและสารป้องกันกำจัดโรคพืช (ปี 2560)

วิธีการทดสอบการเข้ากันได้ระหว่างสารฆ่าแมลงและสารป้องกันกำจัดโรคพืช ใช้วิธีการ Jar test ของ O'Connor - Marer (2000) โดยใช้การแยกชั้นที่เห็นด้วยสายตาเป็นเกณฑ์ตัดสินถึงการเข้ากันได้ของสาร สำหรับสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดสอบได้แก่ spinetoram 12% SC, indoxacarb 15% EC, emamectin benzoate 1.92% EC, chlorfenapyr 10% SC, fipronil 5% SC, tolfenpyrad 16% EC, *Bt. aizawai*, *Bt. kurstaki* และสารป้องกันกำจัดโรคพืชที่ใช้ในการทดสอบนี้ได้แก่ dimethomorph 50% WP และ mancozeb 80% WP การทดสอบการเข้ากันได้ทางกายภาพของสารจะทำโดยการผสมสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดด้วยน้ำ ในปิกเกอร์แก้วให้ได้ในปริมาตร 500 มิลลิลิตร และสำหรับการเข้ากันได้ของสารฆ่าแมลงแบบผสม (ตารางที่ 1) ใช้หลักการคือผสมสารทั้งสองในอัตราสูงสุดที่แนะนำ และนำมาใส่ในปิกเกอร์แก้วให้ได้ในปริมาตรดังที่กล่าวไว้ข้างต้น จากนั้นทิ้งสารฆ่าแมลงที่ผสมไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที

ตารางที่ 1 ชื่อสามัญของสารป้องกันกำจัดโรคพืช อัตราการใช้ และการแบ่งกลุ่มตามการเข้าทำลายของสารป้องกันกำจัดโรคพืชที่ใช้ในแปลงค่น้ำ รวมทั้งการใช้สารแบบผสม (tank mixtures) ที่ใช้ในการทดสอบ

ชื่อสามัญ	อัตราการใช้ (กรัมหรือมิลลิลิตร) ต่อน้ำ 20 ลิตร	กลุ่มสารตามกลไก การเข้าทำลายของ IRAC ^{1/} และ FRAC ^{2/} CODE
สารฆ่าแมลง		
1. spinetoram 12% SC	40	5
2. indoxacarb 15% EC	40	22A
3. emamectin benzoate 1.92% EC	40	6

4.	chlorfenapyr 10% SC	40	13
5.	fipronil 5% SC	80	2B
6.	tolfenpyrad 16% EC	40	21
7.	<i>Bt . aizawai</i>	100	11
8.	<i>Bt . kurstaki</i>	100	11

สารป้องกันกำจัดโรคพืช

1.	mancozeb 80% WP	40
2.	dimethomorph 50% WP	10

สารฆ่าแมลงผสมสารป้องกันกำจัดโรคพืช

1.	spinetoram 12% SC	+	mancozeb 80% WP	40	+	40	5	+	MS
2.	spinetoram 12% SC	+	dimethomorph 50% WP	40	+	10	22A	+	MS
3.	indoxacarb 15% EC	+	mancozeb 80% WP	40	+	40	5	+	MS
4.	indoxacarb 15% EC	+	dimethomorph 50% WP	40	+	10	22A	+	MS
5.	emamectin benzoate 1.92% EC	+	mancozeb 80% WP	40	+	40	5	+	MS
6.	emamectin benzoate 1.92% EC	+	dimethomorph 50% WP	40	+	10	22A	+	MS
7.	chlorfenapyr 10% SC	+	mancozeb 80% WP	40	+	40	5	+	MS
8.	chlorfenapyr 10% SC	+	dimethomorph 50% WP	40	+	10	22A	+	MS
9.	fipronil 5% SC	+	mancozeb 80% WP	40	+	40	5	+	MS
10.	fipronil 5% SC	+	dimethomorph 50% WP	40	+	10	22A	+	MS
11.	tolfenpyrad 16% EC	+	mancozeb 80% WP	40	+	40	5	+	MS
12.	tolfenpyrad 16% EC	+	dimethomorph 50% WP	40	+	10	22A	+	MS
13.	<i>Bt . aizawai</i>	+	mancozeb 80% WP	40	+	40	5	+	MS
14.	<i>Bt . aizawai</i>	+	dimethomorph 50% WP	40	+	10	22A	+	MS

15.	<i>Bt . kurstaki</i>	+	mancozeb 80% WP	40	+	40	5	+	MS
16.	<i>Bt . kurstaki</i>	+	dimethomorph 50% WP	40	+	10	22A	+	MS

^{1/} Insecticide Resistance Action Committee

^{2/} Fungicide Resistance Action Committee

^{3/} MS = Multi-site contact activity

การบันทึกข้อมูล

สังเกตการแยกชั้นของสารด้วยสายตาและบันทึกผล

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบความเป็นพิษต่อพืช

วิธีการทดสอบความเป็นพิษต่อพืชของสารฆ่าแมลง ทำโดยนำสารฆ่าแมลงเดี่ยวและสารฆ่าแมลงแบบผสมที่ได้จากการทดลองย่อยที่ 1.1 พบบนต้นคะน้าในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ต้นคะน้า 10 ต้น เป็น 1 ซ้ำ พบ 4 ซ้ำที่อัตราพ่นตามคำแนะนำคือ 120 ลิตรต่อไร่ หลังพ่นสารฆ่าแมลง ต้นพืชจะเก็บไว้ในเรือนทดลอง

การบันทึกข้อมูล

สังเกตอาการเกิดพิษต่อพืชบนต้นคะน้าในช่วงเวลา 3, 5 และ 7 วันหลังพ่นสารฆ่าแมลงและบันทึกผล

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแบบผสมด้วยวิธีการ bioassays ในสภาพห้องปฏิบัติการ (tank mixtures)(ปี 2560)

ทำการเก็บหนอนใบผักตระกูลกะหล่ำของเกษตรกรในแหล่งปลูกที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี นนทบุรี สุพรรณบุรี นำหนอนมาเลี้ยงโดยใช้ใบกะหล่ำปลี (*Brassica oleraceae* var. capitata L.) ในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเข้าดักแด้ เก็บรวบรวมดักแด้ใส่กรงเพื่อให้ออกเป็นผีเสื้อ เลี้ยงผีเสื้อด้วยน้ำผึ้ง 10% ที่ซุ้กับสำลี ให้ผีเสื้อวางไข่บนแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ นำไข่มาฟักในกล่องที่มีต้นกล้าผัก บนแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ นำไข่มาฟักในกล่องที่มีต้นกล้าผักกะหล่ำปลีเป็นอาหาร เลี้ยงหนอนด้วยใบผักกะหล่ำปลีจนกระทั่งหนอนเข้าวัย 3 ช่วงต้น จึงนำหนอนรุ่นที่ 1 มาใช้ในการทดลอง (สุภรดา และคณะ, 2555) การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงชนิดเดี่ยวและแบบผสมจากข้อ 1.1 ด้วยวิธีการ bioassays ในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงด้วยวิธีการ bioassays ใช้วิธี leaf - dipping method ในการทดสอบการตายของหนอนใบผักที่อัตราแนะนำของสารฆ่าแมลง (สุภรดาและคณะ, 2555) และสารป้องกันกำจัดโรคพืช ผสมสารจับใบ (Tension T-7) อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร นำใบคะน้าโดยตัดส่วนยอดให้มีใบติด 2 ใบ มาจุ่มในสารฆ่าแมลงนาน 10 วินาที ส่วน control จะใช้ใบจุ่มในน้ำมาตรฐานที่ผสมกับสารจับใบเพียงอย่างเดียว นำใบที่จุ่มแล้วไปผึ่งให้แห้ง 1 - 2 ชั่วโมง แล้วนำแต่ละใบมาใส่ในถ้วยพลาสติกขนาด 100 มิลลิลิตร ที่มี

ฝาดิบที่เจาะรูเล็กๆ ให้อากาศถ่ายเทได้ และรองพื้นด้วยกระดาษกรองเพื่อดูดซับความชื้น ทำการปล่อยหนอนใยผักวัย 3 ช่วงต้นจำนวน 10 ตัวลงในแต่ละถาด จำนวน 4 ซ้ำ(ถาด) นำหนอนที่ทดลองไปไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ปล่อยให้หนอนกินใบผักที่ชุปสารฆ่าแมลงแล้วทำการบันทึกการตายที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง หนอนที่ไม่ตอบสนองต่อการเหยี่ยวของปลายพู่กันจะถูกพิจารณาว่าตาย ถ้าหนอนใน control มีการตายเกิน 10% จะทำการทดลองใหม่ (สุภรดาและคณะ, 2555ข)

การบันทึกข้อมูล

ทำการหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก โดยทำการหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในสภาพแปลงทดลอง เฉพาะสารฆ่าแมลงแบบผสม (tank mixtures)(ปี 2561)

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ โดยกรรมวิธีที่จะนำมาทดสอบในสภาพแปลงจะเลือกจากกรรมวิธีที่ให้ผลดีที่สุดจากการทดสอบประสิทธิภาพของสารด้วยวิธีการ bioassays จากในห้องปฏิบัติการและในสภาพแปลงทดลองในตารางที่ 1 จำนวนอย่างน้อย 3 สาร โดยเลือกจากการเข้ากันได้ดีของสาร การไม่แสดงอาการการเกิดพิษ อัตราการตายที่สูงที่สุดมาเปรียบเทียบกับวิธีการของเกษตรกรและกรรมวิธีที่ไม่พ่นสาร ทำการพ่นสารตามกรรมวิธีในแปลงค่น้ำ ขนาดแปลงย่อย 30 ตารางเมตร โดยใช้เครื่องยนต์พ่นสารสะพ่ายหลังแบบแรงดันน้ำสูงอัตราพ่นตามคำแนะนำคือ 120 ลิตรต่อไร่ เริ่มพ่นสารตามกรรมวิธีต่างๆ เมื่อพบหนอนใยผักอย่างน้อย 0.3 ตัวต่อต้น พ่นสารทดลองอย่างน้อย 3 ครั้ง ตรวจนับจำนวนหนอนใยผัก โดยวิธีการสุ่มตรวจนับหนอนใยผักจากต้นค่น้ำ 20 ต้น/แปลงย่อย ตรวจนับก่อนพ่นสาร และหลังพ่นสาร โดยพ่นสารทุก 4 วัน บันทึกจำนวนหนอนใยผัก นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ อาการเป็นพิษต่อค่น้ำ

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกจำนวนหนอนใยผักทั้งก่อนและหลังพ่นสารในแปลงทดลอง
- บันทึกผลกระทบหรือความเป็นพิษต่อพืช

สถานที่ทำการทดลอง

ระหว่างเดือนตุลาคม 2559 - เดือนกันยายน 2561

ณ ห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร และแปลงค่น้ำของเกษตรกร อำเภอร่องทองจังหวัดสุพรรณบุรี

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบการเข้ากันได้ทางกายภาพระหว่างสารฆ่าแมลงแนะนำและสารป้องกันกำจัดโรคพืช

การทดสอบการเข้ากันได้ระหว่างสารฆ่าแมลงและสารป้องกันกำจัดโรคพืช ใช้วิธีการ Jar test โดยใช้การแยกชั้นด้วยสายตา ซึ่งเป็นการทดสอบการเข้ากันได้ทางกายภาพ โดยผสมสารในบีกเกอร์แก้ว ทั้งสารฆ่าแมลงกับโรคพืชที่ผสมไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที สังเกตการแยกชั้นของสารด้วยสายตาพบว่า spinetoram 12% SC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, indoxacarb 15% SC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, chlorfenapyr 10% SC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, fipronil 5% SC อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, tolfenpyrad 16% EC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, *Bt. Aizawai* อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, *Bt. kurstaki* อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และสารป้องกันกำจัดโรคพืช ได้แก่ dimethomorph 50% WP อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ mancozeb 80% WP อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สามารถละลายได้ดีในน้ำ ไม่เกิดการแยกชั้นที่เห็นด้วยสายตา

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบความเป็นพิษต่อพืช

เมื่อทำการทดสอบความเป็นพิษต่อพืชของสารฆ่าแมลงเดี่ยวและสารฆ่าแมลงแบบผสม พบว่าไม่พบความเป็นพิษต่อคะน้าที่เกิดจากสารฆ่าแมลงแบบเดี่ยวและสารฆ่าแมลงแบบผสม

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแบบผสมด้วยวิธีการ bioassays ในสภาพห้องปฏิบัติการ (Table 1)

หลังทำการทดสอบพบอัตราการตายของหนอนใยผักใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังได้รับสาร 72 ชั่วโมง โดยพบเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักดังนี้

1. สาร spinetoram 12% SC

การผสมสารป้องกันกำจัดแมลง spinetoram 12% SC และโรคพืช mancozeb 80% WP หรือ dimethomorph 50% WP พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใช้สารมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 87.5 – 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

2. สาร indoxacarb 15% SC

การผสมสารป้องกันกำจัดแมลง indoxacarb 15% SC และโรคพืช mancozeb 80% WP หรือ dimethomorph 50% WP พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใช้สารมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 37.5 – 55.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

3. สาร emamectin benzoate 1.92% EC

การผสมสารป้องกันกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC และโรคพืช mancozeb 80% WP หรือ dimethomorph 50% WP พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใช้สารมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 67.5 – 85.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

4. สาร chlorfenapyr 10% SC

การผสมสารป้องกันกำจัดแมลง chlorfenapyr 10% SC และโรคพืช mancozeb 80% WP หรือ dimethomorph 50% WP พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใช้สารมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 17.5 – 27.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

5. สาร fipronil 5% SC

การผสมสารป้องกันกำจัดแมลง fipronil 5% SC และโรคพืช mancozeb 80% WP หรือ dimethomorph 50% WP พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใช้สารมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 27.5 – 42.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

6. สาร tolfeprad 16% EC

การผสมสารป้องกันกำจัดแมลง tolfeprad 16% EC และโรคพืช mancozeb 80% WP หรือ dimethomorph 50% WP พบว่า ทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.5 – 7.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี

7. สาร *Bt. Aizawai*

การผสมสารป้องกันกำจัดแมลง *Bt. Aizawai* และโรคพืช mancozeb 80% WP หรือ dimethomorph 50% WP พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใช้สารมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 32.5 – 37.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

8. สาร *Bt. Kurstaki*

การผสมสารป้องกันกำจัดแมลง *Bt. Kurstaki* และโรคพืช mancozeb 80% WP หรือ dimethomorph 50% WP พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใช้สารมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 32.5 – 37.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในสภาพแปลงทดลอง

ก่อนการพ่นสาร พบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณหนอนใยผักเฉลี่ย 0.90 – 2.32 ตัวต่อต้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจึงวิเคราะห์สถิติแบบ covariance

หลังพ่นสารครั้งที่ 1 พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นสารที่มีปริมาณหนอนใยผักเฉลี่ย 0.58 – 1.43 ตัวต่อต้น ยกเว้นกรรมวิธีพ่นสาร *Bt. Kurstaki* + mancozeb 80% WP อัตรา 100+40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีปริมาณหนอนใยผักเฉลี่ย 1.90 ตัวต่อต้น มีปริมาณหนอนใยผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกรรมวิธีไม่พ่นสาร เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสาร พบว่ากรรมวิธีพ่นสาร spinetoram 12% SC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีปริมาณหนอนใยผักน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.58 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับ

กรรมวิธีพ่นสาร spinetoram 12% SC+ mancozeb 80% WP อัตรา 40+40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ spinetoram 12% SC+ dimethomorph 50% WP อัตรา 40+10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งมีหอนใยฝักเฉลี่ย 0.92 และ 0.70 ตัวต่อต้น ตามลำดับ

หลังพ่นสารครั้งที่ 2 พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นสารมีปริมาณหอนใยฝักเฉลี่ย 0.10 – 0.43 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารซึ่งมีปริมาณหอนใยฝักเฉลี่ย 0.78 ตัวต่อต้น

หลังพ่นสารครั้งที่ 3 พบว่ากรรมวิธีพ่นสาร emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร emamectin benzoate 1.92% EC + mancozeb 80% WP อัตรา 40+40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ *Bt. Kurstaki* + mancozeb 80% WP อัตรา 100+40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีหอนใยฝักเฉลี่ย 0.47, 0.22 และ 0.25 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารซึ่งมีหอนใยฝักเฉลี่ย 0.50 ตัวต่อต้น ส่วนกรรมวิธีพ่นสารอื่นมีปริมาณหอนใยฝักเฉลี่ยน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารพบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นสารมีหอนใยฝักเฉลี่ย 0.03 – 0.47 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

หลังพ่นสารครั้งที่ 4 พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นสารมีปริมาณหอนใยฝักเฉลี่ย 0.18 - 0.68 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารซึ่งมีหอนใยฝักเฉลี่ย 1.20 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีพ่นสาร spinetoram 12% SC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร *Bt. Kurstaki* อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร spinetoram 12% SC+ mancozeb 80% WP อัตรา 40+40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร *Bt. Kurstaki* + mancozeb 80% WP อัตรา 100+40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร spinetoram 12% SC+ dimethomorph 50% WP อัตรา 40+10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร emamectin benzoate 1.92% EC + dimethomorph 50% WP อัตรา 40+10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีหอนใยฝักเฉลี่ย 0.20, 0.37, 0.18, 0.32, 0.18 และ 0.40 ตัวต่อต้น ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

หลังพ่นสารครั้งที่ 5 พบว่ากรรมวิธีพ่นสาร emamectin benzoate 1.92% EC + mancozeb 80% WP อัตรา 40+40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร *Bt. Kurstaki* + mancozeb 80% WP อัตรา 100+40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ emamectin benzoate 1.92% EC + dimethomorph 50% WP อัตรา 40+10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีหอนใยฝักเฉลี่ย 1.03, 1.25 และ 1.07 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารซึ่งมีหอนใยฝักเฉลี่ย 1.43 ตัวต่อต้น ส่วนกรรมวิธีพ่นสารอื่นมีปริมาณหอนใยฝักเฉลี่ยน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารพบว่ากรรมวิธีพ่นสาร spinetoram 12% SC+ dimethomorph 50% WP อัตรา 40+10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีหอนใยฝักน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.22 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร spinetoram 12% SC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร *Bt. Kurstaki* อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ spinetoram 12% SC+ mancozeb 80% WP อัตรา 40+40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งมีปริมาณหอนใยฝักเฉลี่ย 0.25, 0.40 และ 0.37 ตัวต่อต้น ตามลำดับ

การทดสอบความเป็นพิษต่อพืช

ไม่พบอาการเป็นพิษต่อพืชในทุกกรรมวิธีที่พ่นสารทดลอง

จากการทดลองทั้งในห้องปฏิบัติการและในแปลงทดลองสรุปได้ว่าสารฆ่าแมลงแบบผสมโดยผสมระหว่างสารฆ่าแมลงกับสารป้องกันกำจัดโรคพืชไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแนะนำในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า เมื่อพิจารณาในด้านประสิทธิภาพของสารแต่ละชนิด ที่ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ พบว่าสารฆ่าแมลง spinetoram 12% SC emamectin benzoate 1.92% EC และ *Bt. Kurstaki* มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก โดยมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ จึงคัดเลือกสารทั้ง 3 ชนิด มาทดสอบในแปลงทดลอง ซึ่งให้ผลสอดคล้องกันคือ สารฆ่าแมลง spinetoram 12% SC มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยผลการทดลองสอดคล้องกับ สุภรดาและคณะ (2555ข) ที่ทดสอบความผันแปรของความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในหนอนใยผักจากพื้นที่ปลูกต่างๆ พบว่าสาร spinosad, *Bt. aizawai* และ *Bt. kurstaki* มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก ปัจจุบันสาร spinosad ไม่มีจำหน่ายในประเทศไทยจึงทำให้สาร spinetoram ที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 5 เช่นเดียวกับสาร spinosad (IRAC, 2018) เป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดสูงสุด

อย่างไรก็ตามก่อนการตัดสินใจใช้สารฆ่าแมลงแบบผสม จำเป็นต้องทราบถึงข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ การเกิดความเป็นพิษต่อพืช การเข้ากันได้ของสารทางกายภาพ (การตกตะกอนหรือการแยกชั้น) ตลอดจนเมื่อผสมสารเข้าด้วยกันแล้วเกิดการเสริมฤทธิ์หรือการต้านฤทธิ์กันของสาร (antagonism) ซึ่งจากปัจจัยดังกล่าวจะมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพราะถ้าสารที่นำมาผสมเข้ากันไม่ได้หรือก่อให้เกิดพิษต่อพืชแล้ว จะทำให้ผลผลิตเสียหายและเพิ่มต้นทุนการผลิต วัตถุประสงค์ของการใช้สารผสมคือเพื่อประหยัดเวลาในการพ่นสารซึ่งถือเป็นต้นทุนการผลิตอย่างหนึ่ง แต่ถ้าเกษตรกรไม่มีความเข้าใจในการใช้สารผสม โดยมีการนำสารที่อาจจะเป็นสารชนิดเดียวกันหรือเป็นสารที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมาผสมกัน นอกจากจะทำให้เกิดการสิ้นเปลืองแล้วยังจะทำให้แมลงต้านทานการลดความต้านทานนั้นทำโดยจะต้องหยุดใช้สารฆ่าแมลงชนิดและกลุ่มที่เป็นปัญหาโดยทันที และต้องลดความถี่ในการใช้สารฆ่าแมลงแบบซ้ำๆ ลงโดยใช้วิธีการสลับสับเปลี่ยนหมุนเวียนการใช้สารฆ่าแมลงโดยใช้กลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ที่แตกต่างกัน (สุภรดา, 2555ก)

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การทดสอบประสิทธิภาพของการใช้สารฆ่าแมลงแบบผสม (tank mixtures) ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก ด้วยสารฆ่าแมลง spinetoram 12% SC อัตรา 40 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, indoxacarb 15% SC อัตรา 40 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 40 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, chlorfenapyr 10% SC อัตรา 40 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, fipronil 5% SC อัตรา 80 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, tolfenpyrad 16% EC อัตรา 40 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, *Bt. Aizawai* อัตรา 100 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร, *Bt. kurstaki* อัตรา 100 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ผสมสารป้องกันกำจัดโรคพืช mancozeb 80% WP อัตรา 40 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และสาร dimethomorph 50% WP อัตรา 10 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ผลการทดลองพบว่าสารฆ่าแมลงและสารป้องกันกำจัดโรคพืชที่ผสมกันในทุกกรรมวิธีสามารถละลายได้ดี โดยไม่เกิดการแยกชั้นที่เห็นด้วยสายตา ตลอดจนไม่พบความเป็นพิษต่อพืชจากการผสมสารฆ่าแมลงและสารป้องกันกำจัดโรคพืชดังกล่าว สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพด้วยวิธีการ bioassays และสภาพแปลงทดลองนั้น พบว่าการผสมของสารฆ่าแมลงและสารป้องกัน

กำจัดโรคพืชแนะนำไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแนะนำทั้ง 8 ชนิด ที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

นำผลการทดลองสารผสม ว่าที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า เพื่อแนะนำเกษตรกรผู้ปลูกคะน้า เผยแพร่แก่นักวิจัย นักศึกษา ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้อง

11. คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณบุคลากรกลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชทุกท่านที่ช่วยทำงานวิจัย และขอขอบคุณเกษตรกรแปลงคะน้า อ.อุ้มทอง จ.สุพรรณบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทดลอง

12. เอกสารอ้างอิง

พรรณเพ็ญ ชโยภาส ปิยรัตน์ เขียนมีสุข ทวีศักดิ์ ชโยภาส และจิราภรณ์ ทองพันธ์. 2544. ตรวจสอบความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงประเภทเชื้อแบคทีเรียของหนอนใยผักในกะหล่ำปลี. น. 1-12. ใน เอกสารวิชาการรายงานผลการค้นคว้าและวิจัย ประจำปี 2544. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูพืชสวนอุตสาหกรรม, กองกัญและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น อูราพร หนูนารถ สมรวย รวมชัยอภิกุล และศรีจันทร์ ศรีจันทร์. 2554. แมลงศัตรูผัก เห็ด และไม้ดอก. กลุ่มบริหารศัตรูพืช กลุ่มกัญและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 74 หน้า.

สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น พงพิชชาติ บุญวัฒน์ อูราพร หนูนารถ จิรณุช เอกอำนาจ. 2553. ระดับความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงต่อหนอนใยผัก (diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.)) จากพื้นที่ปลูกสำคัญ 3 แห่ง หน้า 503-516. ใน: รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มปี 2553 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น พวงพกา อ่างมณี วนาพร วงษ์นิตย. 2554ก. ความผันแปรของความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในหนอนใยผัก (diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.)) จากพื้นที่ปลูกต่างๆ หน้า 888-895. ใน: รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มปี 2554 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง. 2555ก. ความรู้พื้นฐานความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงและการบริหารจัดการ. เอกสารวิชาการประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตรการตรวจสอบและการจัดการความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง ครั้งที่ 1 .สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 90 หน้า.

สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น พวงพกา อ่างมณี วนาพร วงษ์นิตย. 2555ข. กลไกความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในหนอนใยผัก (diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.)) หน้า 1223-1231. ใน: รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มปี 2555 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

Matthews, G. A. 2000. Pesticide Application methods 3rd edition. Blackwell Science
432 pp.

13. ภาคผนวก

Table 1 Mortality of diamondback moth after feeding on Chinese kale leaf treated with insecticides tank mixtures under laboratory conditions

Treatment	Mortality of diamondback moth ^{1/ 2/}		
	24 hrs.	48 hrs.	72 hrs.
1. spinetoram 12% SC	55.0 a	92.5 a	95.0 a
+mancozeb 80% WP	32.5 b	70.0 b	87.5 a
+dimethomorph 50% WP	35.0 b	90.0 a	100.0 a
Control	0.0 c	2.5 c	2.5 b
CV%	33.7	15.4	11.8
2. indoxacarb 15% EC	7.5 a	12.5 ab	45.0 a
+mancozeb 80% WP	0.0 a	10.0 ab	55.0 a

	+dimethomorph 50% WP	0.0 a	15.0 a	37.5 a
	Control	0.0 a	2.5 b	2.5 b
CV%		86.2	49.4	15.3
<hr/>				
3.	emamectin benzoate 1.92% EC	12.5 a	62.5 a	85.0 a
	+mancozeb 80% WP	0.0 b	42.5 a	67.5 a
	+dimethomorph 50% WP	7.5 ab	45.0 a	72.5 a
	Control	0.0 b	2.5 b	2.5 b
CV%		75.3	15.9	12.1
<hr/>				
4.	chlorfenapyr 10% SC	7.5 a	12.5 ab	22.5 a
	+mancozeb 80% WP	2.5 a	20.0 a	27.5 a
	+dimethomorph 50% WP	0.0 a	5.0 b	17.5 a
	Control	0.0 a	2.5 b	2.5 b
CV%		90.5	53.2	31.4
<hr/>				
5.	fipronil 5% SC	2.8 a	25.0 a	30.0 a
	+mancozeb 80% WP	0.0 a	17.5 a	42.5 a
	+dimethomorph 50% WP	2.5 a	20.0 a	27.5 a
	Control	0.0 a	2.5 b	2.5 b
CV%		89.0	33.5	36.6

Treatment	Mortality of diamondback moth ^{1/ 2/}			
	24 hrs.	48 hrs.	72 hrs.	
6.	tolfenpyrad 16% EC	2.5 a	5.0 a	7.5 a
	+mancozeb 80% WP	0.0 a	5.0 a	5.0 a
	+dimethomorph 50% WP	0.0 a	2.5 a	2.5 a
	Control	0.0 a	2.5 a	2.5 a
CV%		72.8	82.4	72.5
<hr/>				
7.	Bt . aizawai	15.0 a	32.5 a	35.0 a
	+mancozeb 80% WP	2.5 ab	27.5 a	32.5 a
	+dimethomorph 50% WP	5.0 ab	17.5 a	37.5 a
	Control	0.0 b	2.5 b	2.5 b
CV%		81.3	34.6	24.6

8. Bt . kurstaki	30.0	a	60.0	a	77.5	a
+mancozeb 80% WP	7.5	ab	80.0	a	85.0	a
+dimethomorph 50% WP	15.0	ab	62.5	a	82.5	a
Control	0.0	b	2.5	b	2.5	b
CV%	70.1		14.7		12.7	

^{1/} Means (from 4 replications) followed by a common letter are not significantly different at 95% by DMRT

^{2/} Data were transformed to square root X+0.5 before analyzed

Table 2 Efficacy of recommended with insecticides tank mixtures for controlling diamondback moth; *Plutella xylostella* L. at U Thong District, Suphan Buri Province, January - February 2018

Treatment	Application rate (g,ml/20 l of water)	Before app.	Average number of Diamondback moth (insect/plant)				
			After app. ^{1/}				
			1st ^{2/}	2nd	3th	4th	5th
T1 spinetoram 12% SC	40	1.07 ab	0.58 a	0.10 a	0.03 a	0.20 a	0.25 a
T2 emamectin benzoate 1.92% EC	40	0.90 a	1.27 bcd	0.30 a	0.47 ab	0.68 c	0.73 bc
T3 <i>Bt. Kurstaki</i>	100	1.93 abc	1.28 bcd	0.42 a	0.20 a	0.37 ab	0.40 ab
T4 spinetoram 12% SC + mancozeb 80% WP	40+40	1.52 abc	0.92 abc	0.17 a	0.05 a	0.18 a	0.37 ab
T5 emamectin benzoate 1.92% EC + mancozeb 80% WP	40+40	1.70 abc	1.37 cd	0.22 a	0.22 ab	0.60 bc	1.03 cde
T6 <i>Bt. Kurstaki</i> + mancozeb 80% WP	100+40	2.18 bc	1.90 de	0.32 a	0.25 ab	0.32 a	1.25 de
T7 spinetoram 12% SC + dimethomorph 50% WP	40+10	1.67 abc	0.70 ab	0.13 a	0.12 a	0.18 a	0.22 a
T8 emamectin benzoate 1.92% EC + dimethomorph 50% WP	40+10	2.03 abc	1.28 bcd	0.35 a	0.20 a	0.40 ab	1.07 cde
T9 <i>Bt. Kurstaki</i> + dimethomorph 50% WP	100+10	1.50 abc	1.43 cd	0.43 a	0.33 a	0.68 c	0.92 cd
T10 control		2.32 c	2.32 e	0.78 b	0.50 b	1.20 d	1.43 e
CV (%)		35.6	26.4	59.5	83.3	27.7	31.9
R.E. (%)		-	76.9	78.1	84.2	49.7	64.7

^{1/} Means within a column followed by the same letter or no letter are not significantly different at $\alpha < 0.05$, according to Duncan's tests

^{2/} Day after application