

รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชื่อชุดโครงการ : -
2. โครงการวิจัย : วิจัยเทคนิคเพิ่มประสิทธิภาพการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช
กิจกรรม : การศึกษาผลของการใช้สารแบบผสม สารเสริมประสิทธิภาพและคุณภาพน้ำ
ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ผลของสภาพน้ำที่มีต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัด
หนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) ในคะน้า
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Study on the Influence of Water Quality on the Efficacy of
Insecticides for Controlling Diamondback Moth ; *Plutella*
xylostella L. in Chinese kale
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : นางนลินา ไชยสิงห์
ผู้ร่วมงาน : นายพฤทธิชาติ ปุญวัฒน์โท
นางสาวสิริกัญญา ชุนวิเศษ
นางสาวสุชาดา สุพรศิลป์
สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

5. บทคัดย่อ

การทดสอบผลของสภาพน้ำที่มีต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) ในคะน้า ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร และแปลงของเกษตรกรอำเภออุ้มทอง จังหวัดสุพรรณบุรี โดยใช้สารฆ่าแมลงที่แนะนำได้แก่สาร 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 ผสมกับน้ำที่คุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ความเป็นกรด-ด่างที่ระดับ pH 4 - 9 ความเค็มที่ระดับ น้อยกว่า 0.2, 0.2-0.5, 0.5-1.5 และ มากกว่า 1.5 g/l ความกระด้างที่ระดับ 50, 100, 200 และ 400 และความขุ่นของน้ำที่ระดับ ขุ่นน้อยและขุ่นมาก ผลการทดลองพบว่าสารฆ่าแมลงในทุกกรรมวิธีสามารถละลายได้ดีในน้ำทุกคุณลักษณะ โดยไม่เกิดการแยกชั้นที่เห็นด้วยสายตาตลอดจนไม่พบความเป็นพิษต่อพืช จาก

การผสมสารฆ่าแมลงแนะนำในอัตราสูงสุดกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในสภาพน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ ด้วยวิธีการ bioassays และสภาพแปลงทดลองนั้น พบว่าสภาพน้ำไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแนะนำทั้ง 8 ชนิด ที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้า

คำหลัก: สภาพน้ำ หนอนใยผัก คะน้า

Study on the influence of water quality on the efficacy of insecticides for controlling diamondback moth; *Plutella xylostella* L. in laboratory and Chinese kale fields at Suphanburi province during October 2016 to September 2018 were investigated. The treatments were the applications of spinetoram 12% SC 40 ml./20 l water, indoxacarb 15% 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. Acid-base (pH 4 - 9), salinity (<0.2, 0.2-0.5, 0.5-1.5 and >1.5 g/l), hard and soft water (50, 100, 200 and 400 mg/l as CaCO₃) and turbidity were the water quality in the experiment. 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 water quality on the efficacy of insecticides. For these experiments, it was found that no influence of water quality on the efficacy of insecticides for control of cotton diamondback moth in this study.

Keywords: Water Quality, diamondback moth, Chinese kale

6. คำนำ

หนอนใยผัก จัดเป็นศัตรูที่สำคัญของพืชผักหลายชนิด โดยเฉพาะผักตระกูลกะหล่ำ ปัจจุบันหนอนใยผักมีการพัฒนาสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้รวดเร็วและมากชนิด ยากแก่การป้องกันกำจัด เนื่องจากหนอนใยผักมีวงจรชีวิตสั้น มีการขยายพันธุ์รวดเร็ว และนอกจากนี้ในแหล่งปลูกผักส่วนใหญ่ยังมีการปลูกผักตระกูลกะหล่ำอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ทำให้หนอนใยผักมีพืชอาหารตลอดทั้งปี (สมศักดิ์, 2554) จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้พบการระบาดของหนอนใยผักเสมอ โดยทั่วไปวิธีการที่เกษตรกรนิยมใช้มากที่สุดและเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการป้องกันกำจัดแมลงชนิดนี้ ได้แก่การพ่นสารฆ่าแมลง สำหรับเป้าหมายในการใช้สารฆ่าแมลงของเกษตรกรนั้นเกษตรกรต้องการกำจัดหนอนใยผักให้ได้ผลมากที่สุด จึงคิดว่าปัจจัยที่มีผลต่อการกำจัดแมลงคือตัวสารฆ่าแมลงแต่เพียงอย่างเดียว เกษตรกรส่วนใหญ่พยายามพ่นสารฆ่าแมลงในปริมาณที่มากกว่าอัตราแนะนำและเพิ่มความถี่ในการพ่นสาร โดยคิดว่าการทำเช่นนี้จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดแมลง แต่ในความเป็นจริงแล้ว

ความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชนั้น นอกจากจะเกิดจากประสิทธิภาพในตัวสารฆ่าแมลงที่ใช้แล้ว ยังประกอบด้วยปัจจัยภายนอกอื่นๆ เช่น เครื่องมือที่ใช้ฉีดพ่น เทคนิคการพ่นสาร สภาพอากาศ สถานการณ์ความต้านทานของแมลง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วของลมขณะพ่น สูตรของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่นำมาใช้ ชนิดของศัตรูพืช ลักษณะทรงพุ่มของพืช ความกว้างของแนวพ่นสาร อัตราการพ่น ความเร็วของการเดินพ่นที่เหมาะสม ตลอดจนสภาพน้ำที่ใช้ในการพ่นสาร (Matthews, 2000) รวมไปถึงปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งคือคุณภาพของน้ำที่ใช้ผสมสารฆ่าแมลง เนื่องจากน้ำเป็นตัวนำพาสารเคมีไปสู่ต้นพืชเป้าหมาย จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญไม่น้อยไปกว่าตัวสารฆ่าแมลงที่ใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเป็นกรด-ด่าง ความกระด้าง ความเค็ม การนำไฟฟ้าของเกลือในน้ำและความขุ่นของน้ำ เป็นตัวแปรสำคัญที่สามารถทำให้ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงลดลงได้ จนบางครั้งส่งผลทำให้การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชนั้นไม่ได้ผลตามที่ต้องการ Murphy (2004) กล่าวว่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีผลต่อประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยส่วนใหญ่ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่เหมาะสมในการผสมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชอยู่ระหว่าง 5-7 นอกจากนี้น้ำที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 6 มีผลในการกัดกร่อนหัวฉีดที่ทำด้วยเหล็ก นอกจากนี้การที่เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้น้ำโดยตรงจากแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยที่ไม่มีการปรับสภาพน้ำหรือพักน้ำเพื่อให้ตะกอนแยกชั้นแล้วเอาน้ำที่สะอาดมาใช้ การนำน้ำชนิดนี้มาผสมสารฆ่าแมลง อาจก่อให้เกิดการสึกกร่อนของหัวฉีดอย่างรวดเร็ว ทำให้รูปแบบการกระจายตัวของสารฆ่าแมลงที่ผลิตมาจากหัวฉีดไม่ดี อันจะมีผลโดยตรงต่อการตกของละอองสารฆ่าแมลงบนเป้าหมาย ทำให้ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงลดลง นอกจากนี้เมื่อหัวฉีดเกิดการสึกกร่อน จะทำให้อัตราพ่นเพิ่มขึ้น จนในบางกรณีเมื่ออัตราพ่นมากเกินไปจะก่อให้เกิดปรากฏการณ์การไหลรวมตัวของสารฆ่าแมลงและหยดลงสู่พื้นดิน (run off) เกิดการสูญเสีย การตกค้างในสิ่งแวดล้อมและทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มโดยไม่จำเป็น ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาผลของสภาพน้ำที่มีต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงและอายุการใช้งานของหัวฉีดที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักศัตรูพืชที่สำคัญในขณะนี้ เพื่อแนะนำสู่นักวิชาการและเกษตรกรต่อไป

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. แปลงคะน้ำ
2. หัวฉีดชนิดแรงดันน้ำแบบต่างๆ
3. เครื่องยนต์พ่นสารแบบใช้แรงดันน้ำ
4. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำ (pH meter)
5. เครื่องวัดความขุ่นของน้ำ (Turbidity Meter)
6. เครื่องวัดความเค็มของน้ำ (Salinity meter)
7. เครื่องวัดความกระด้างของน้ำ (Hardness meter)
8. สารจับใบ

9. สารฆ่าแมลงแนะนำ 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*
10. กล่องเลี้ยงแมลง
11. ปีกเกอร์ (beaker)
12. ถ้วยพลาสติก
13. ปิเปต (pipette)
14. กระบอกลูกทวง (cylinder)
15. แท่งแก้วคนสาร
16. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์

วิธีปฏิบัติการทดลอง

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% ที่ซุกกับสำลี ให้ผีเสื้อวางไข่บนแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ นำไข่มาฟักในกล่องที่มีต้นกล้าผัก บนแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ นำไข่มาฟักในกล่องที่มีต้นกล้าผักกะหล่ำปลีเป็นอาหาร เลี้ยงหนอนด้วยใบผักกะหล่ำปลีจนกระทั่งหนอนเข้าวัย 3 ช่วงต้น จึงนำหนอนรุ่นที่ 1 มาใช้ในการทดลอง (สุภรดา และคณะ, 2555) การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่แนะนำในสภาพน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ ด้วยวิธีการ bioassays

สารฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดสอบ

ใช้สารฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ spinetoram 12% SC, indoxacarb 15% EC, emamectin benzoate 1.92% EC, chlorfenapyr 10% SC, fipronil 5% SC, tolfenpyrad 16% EC, *Bt. aizawai*, *Bt. kurstaki* ในอัตราแนะนำในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก

ชื่อสามัญ	อัตราการใช้น้ำ 20 ลิตร	กลุ่มสาร
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	2I
7.	<i>Bt . aizawai</i>	100	11
8.	<i>Bt . kurstaki</i>	100	11

พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์

น้ำที่จะนำมาใช้ในการทดลอง เป็นน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ กัน ดังแสดงใน ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์

คุณลักษณะน้ำ	ระดับที่ใช้ทดสอบ
ความเป็นกรด-ด่าง	6 ระดับ ได้แก่ pH 4 - pH 9
ความเค็ม	4 ระดับ ได้แก่ น้อยกว่า 0.2, 0.2-0.5, 0.5-1.5 และ มากกว่า1.5 g/l
ความกระด้าง	4 ระดับ ได้แก่ 50, 100, 200 และ 400 mg/l as CaCO ₃
ความขุ่น	2 ระดับ ได้แก่ ขุ่นมาก น้อย

ขั้นตอนการทดลองที่ 1 การทดสอบการเข้ากันได้ของสารฆ่าแมลงแนะนำกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ (ปี 2560)

วิธีการทดสอบการเข้ากันได้ของสารฆ่าแมลงแนะนำกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ ใช้วิธีการ Jar test (O'Connor-Marer (2000)) โดยใช้การแยกชั้นที่เห็นด้วยสายตาเป็นเกณฑ์ตัดสินถึงการเข้ากันได้ของสาร การทดสอบจะทำโดย การผสมสารฆ่าแมลงแนะนำในอัตราสูงสุดที่แนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคาน้ำกับน้ำคุณลักษณะต่างๆ ในปิกรเกอร์แก้วให้ได้ในปริมาตร 500 มิลลิลิตร จากนั้นทิ้งสารฆ่าแมลงที่ผสมไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที

การบันทึกข้อมูล

สังเกตการแยกชั้นของสารด้วยสายตาและบันทึกผล

ขั้นตอนการทดลองที่ 2 การทดสอบความเป็นพิษต่อพืชของสารฆ่าแมลงแนะนำกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ (ปี 2560)

วิธีการทดสอบความเป็นพิษต่อพืชของสารฆ่าแมลงแนะนำกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ ทำโดยการผสมสารฆ่าแมลงแนะนำในอัตราสูงสุดที่แนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคาน้ำกับน้ำสภาพต่างๆ จากนั้น

นำมาพ่นบนต้นคะน้าในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ต้นคะน้า 10 ต้น เป็น 1 ซ้ำ พ่น 4 ซ้ำในน้ำแต่ละแหล่งที่อัตราพ่นตามคำแนะนำคือ 120 ลิตรต่อไร่ หลังพ่นสารฆ่าแมลง ต้นพืชจะเก็บไว้ในเรือนทดลอง

การบันทึกข้อมูล

สังเกตอาการเกิดพิษต่อพืชบนต้นคะน้าในช่วงเวลา 3, 5 และ 7 วันหลังพ่นสารฆ่าแมลงและบันทึกผล

ขั้นตอนการทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแนะนำในสภาพน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ ด้วยวิธีการ bioassays ในห้องปฏิบัติการ (ปี 2560)

ใช้วิธี leaf-dipping method ในการทดสอบการตายของหนอนใยผักที่อัตราแนะนำของสารฆ่าแมลง (สุภรดาและคณะ, 2555) โดยทำการเจือจางสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดด้วยน้ำที่ผ่านการปรับสภาพน้ำให้เหมาะสมทั้งด้านเคมีคือปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม และความกระด้าง ตลอดจนปรับสภาพน้ำด้านกายภาพเรื่องความขุ่นโดยปล่อยให้มีการตกตะกอน เพื่อใช้เป็นน้ำมาตรฐานในการเปรียบเทียบกับการนำสารฆ่าแมลงแนะนำแต่ละชนิดผสมน้ำจากแหล่งต่างๆ ผสมสารจับใบ (Tension T-7) อัตรา 5 มล./น้ำ 20 ลิตร นำใบคะน้าโดยตัดส่วนยอดให้มีใบติด 2 ใบ มาจุ่มในสารฆ่าแมลงนาน 10 วินาที ส่วน control จะใช้ใบจุ่มในน้ำมาตรฐานที่ผสมกับสารจับใบเพียงอย่างเดียว นำใบที่จุ่มแล้วไปผึ่งให้แห้ง 1-2 ชั่วโมง แล้วนำแต่ละใบมาใส่ในถ้วยพลาสติกขนาด 100 มล. ที่มีฝาปิดที่เจาะรูเล็กๆ ให้อากาศถ่ายเทได้ และรองพื้นด้วยกระดาษกรองเพื่อดูดซับความชื้น ทาการปล่อยหนอนใยผักวัย 3 ช่วงต้นจำนวน 10 ตัวลงในแต่ละถ้วย จำนวน 4 ซ้ำ(ถ้วย) นำหนอนที่ทดลองไปไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิ 25 + 2°C ปล่อยให้หนอนกินใบผักที่ชุบสารฆ่าแมลงแล้วทำการบันทึกการตายที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง หนอนที่ไม่ตอบสนองต่อการเหยื่อของปลายพู่กันจะถูกพิจารณาว่าตาย ถ้าหนอนใน control มีการตายเกิน 10% จะทำการทดลองใหม่ (สุภรดาและคณะ, 2555)

การบันทึกข้อมูล

ทำการหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก โดยทำการหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

ขั้นตอนการทดลองที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแนะนำในสภาพแปลงทดลอง (ปี 2561)

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 13 กรรมวิธี ขนาดแปลงย่อย 30 ตารางเมตร โดย 6 กรรมวิธีแรกได้แก่กรรมวิธีการพ่นสารฆ่าแมลง 6 ชนิด

กรรมวิธีที่ 1 พ่นด้วยสาร spinetoram 12% SC	อัตรา 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร	} ผสมน้ำที่ได้ จากแหล่งน้ำ ธรรมชาติที่ ไม่ได้ปรับสภาพน้ำ
กรรมวิธีที่ 2 พ่นด้วยสาร indoxacarb 15% EC	อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร	
กรรมวิธีที่ 3 พ่นด้วยสาร emamectin benzoate 1.92% EC	อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร	
กรรมวิธีที่ 4 พ่นด้วยสาร fipronil 5% SC	อัตรา 80 มล./น้ำ 20 ลิตร	

กรรมวิธีที่ 5 พ่นด้วยสาร <i>Bt.Aizawai</i>	อัตรา 100 มล./น้ำ 20 ลิตร	} ผสมน้ำที่ได้มีการ ปรับสภาพน้ำ ให้เหมาะสมแล้ว
กรรมวิธีที่ 6 พ่นด้วยสาร <i>Bt.kurstaki</i>	อัตรา 100 กรัม/น้ำ 20 ลิตร	
กรรมวิธีที่ 7 พ่นด้วยสาร spinetoram 12% SC	อัตรา 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร	
กรรมวิธีที่ 8 พ่นด้วยสาร indoxacarb 15% EC	อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร	
กรรมวิธีที่ 9 พ่นด้วยสาร emamectin benzoate 1.92% EC	อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร	
กรรมวิธีที่ 10 พ่นด้วยสาร fipronil 5% SC	อัตรา 80 มล./น้ำ 20 ลิตร	
กรรมวิธีที่ 11 พ่นด้วยสาร <i>Bt.Aizawai</i>	อัตรา 100 มล./น้ำ 20 ลิตร	
กรรมวิธีที่ 12 พ่นด้วยสาร <i>Bt.kurstaki</i>	อัตรา 100 กรัม/น้ำ 20 ลิตร	
กรรมวิธีที่ 13 กรรมวิธีไม่พ่นสาร		

เริ่มพ่นสารตามกรรมวิธีต่างๆ โดยใช้เครื่องยนต์พ่นสารสะพายหลังแบบแรงดันน้ำสูงอัตราพ่นตามคำแนะนำคือ 120 ลิตรต่อไร่ เมื่อพบหนอนใยฝักอย่างน้อย 0.3 ตัว/ต้น พ่นสารทดลองอย่างน้อย 4-5 ครั้ง ตรวจสอบจำนวนหนอนใยฝัก โดยวิธีการสุ่มตรวจนับหนอนใยฝักจากต้นคะน้า 20 ต้น/แปลงย่อย ตรวจสอบก่อนพ่นสารและหลังพ่นสาร โดยพ่นสารทุก 4 วัน บันทึกจำนวนหนอนใยฝัก นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ อาการเป็นพิษต่อคะน้า เปรียบเทียบต้นทุนการพ่นสาร

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกจำนวนหนอนใยฝักทั้งก่อนและหลังพ่นสารในแปลงทดลอง
- บันทึกผลกระทบหรือความเป็นพิษต่อพืช

สถานที่ทำการทดลอง

ระหว่างเดือนตุลาคม 2559 - เดือนกันยายน 2561

ณ ห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร และแปลงคะน้าของเกษตรกร อำเภออุทุมพรพิสัย จังหวัดสุรินทร์บุรี

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบการเข้ากันได้ของสารฆ่าแมลงแนะนำกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ

การทดสอบการเข้ากันได้ระหว่างสารฆ่าแมลงกับน้ำคุณลักษณะต่างๆ ใช้วิธีการ Jar test โดยเป็นการแยกชั้นด้วยสายตา ซึ่งเป็นการทดสอบการเข้ากันได้ทางกายภาพ โดยผสมสารในบีกเกอร์แก้ว ทิ้งสารฆ่าแมลงกับโรคพืชที่ผสมไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที สังเกตการแยกชั้นของสารด้วยสายตาพบว่าสาร 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 สามารถละลาย

ได้ดีในน้ำทุกคุณลักษณะ ได้แก่ความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม การนำไฟฟ้าของเกลือในน้ำ ความกระด้าง และความขุ่นของน้ำที่แตกต่างกัน และไม่เกิดการแยกชั้นที่เห็นด้วยสายตาหลังการผสมสารฆ่าแมลงแนะนำในอัตราสูงสุดที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในคะน้ากับน้ำทุกคุณลักษณะ

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบความเป็นพิษต่อพืชของสารฆ่าแมลงแนะนำกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ

เมื่อทำการทดสอบความเป็นพิษต่อพืชของสารฆ่าแมลงที่แนะนำกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ พบว่าไม่พบความเป็นพิษต่อต้นคะน้าที่เกิดจากการผสมสารฆ่าแมลงแนะนำในอัตราสูงสุดกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแนะนำในสภาพน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ ด้วยวิธีการ bioassays ในห้องปฏิบัติการ (Table 1-8)

1. สาร spinetoram 12% SC (Table 1)

หลังทำการทดสอบพบอัตราการตายของหนอนใยผักใกล้เคียงกันในน้ำทุกคุณลักษณะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังได้รับสาร 72 ชั่วโมง โดยพบเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักดังนี้

สภาพน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างในระดับ pH 4 – 9 มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 97.5 – 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

สภาพน้ำที่มีความเค็มในระดับ <math>< 0.2 - > 1.5 \text{ g/l}</math> มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 87.5 - 97.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 5.0 เปอร์เซ็นต์

สภาพน้ำที่มีความกระด้างในระดับ 50 - 400 mg/l as CaCO_3 มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 92.5 - 97.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

สภาพน้ำที่มีความขุ่นในระดับขุ่นน้อย และ ขุ่นมาก มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 92.5 และ 97.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกัน แต่มากกว่ากรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

2. สาร indoxacarb 15% SC (Table 2)

หลังทำการทดสอบพบอัตราการตายของหนอนใยผักใกล้เคียงกันในน้ำทุกคุณลักษณะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังได้รับสาร 72 ชั่วโมง โดยพบเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักดังนี้

สภาพน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างในระดับ pH 4 – 9 มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25.0 – 42.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

สภาพน้ำที่มีความเค็มในระดับ <math> < 0.2 - > 1.5 \text{ g/l}</math> มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 40.0 – 50.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 5.0 เปอร์เซ็นต์

สภาพน้ำที่มีความกระด้างในระดับ 50 - 400 mg/l as CaCO_3 มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 35.0 – 65.0 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีใช้สาร พบว่ากรรมวิธีที่สภาพน้ำมีความกระด้างระดับ 200 mg/l as CaCO_3 มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักมากที่สุดเฉลี่ย 65.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่สภาพน้ำมีความกระด้างระดับ 400 mg/l as CaCO_3 ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 55.0 เปอร์เซ็นต์ แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่สภาพน้ำมีความกระด้างระดับ 50 และ 100 mg/l as CaCO_3 ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 42.5 และ 35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สภาพน้ำที่มีความขุ่นในระดับขุ่นน้อย และ ขุ่นมาก มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 35.0 และ 42.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกัน แต่มากกว่ากรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

3. สาร emamectin benzoate 1.92% EC (Table 3)

หลังทำการทดสอบพบอัตราการตายของหนอนใยผักใกล้เคียงกันในน้ำทุกคุณลักษณะ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หลังได้รับสาร 72 ชั่วโมง โดยพบเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักดังนี้

สภาพน้ำที่ความเป็นกรด-ด่างในระดับ pH 4 – 9 มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 62.5 – 80.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

สภาพน้ำที่มีความเค็มในระดับ <math> < 0.2 - > 1.5 \text{ g/l}</math> มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 70.0 – 95.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 5.0 เปอร์เซ็นต์

สภาพน้ำที่มีความกระด้างในระดับ 50 - 400 mg/l as CaCO_3 มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 87.5 - 92.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

สภาพน้ำที่มีความขุ่นในระดับขุ่นน้อย และ ขุ่นมาก มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 92.5 และ 95.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกัน แต่มากกว่ากรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

4. สาร chlorfenapyr 10% SC (Table 4)

หลังทำการทดสอบพบอัตราการตายของหนอนใยผักใกล้เคียงกันในน้ำทุกคุณลักษณะ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หลังได้รับสาร 72 ชั่วโมง โดยพบเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักดังนี้

สภาพน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างในระดับ pH 4 – 9 มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.5 – 27.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกะหว่างกรรมวิธี

สภาพน้ำที่มีความเค็มในระดับ 0.5 g l-1-1.5 g/l มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักมากที่สุดเฉลี่ย 37.5 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี ส่วนกรรมวิธีอื่นซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 0 – 15.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 5.0 เปอร์เซ็นต์

สภาพน้ำที่มีความกระด้างในระดับ 50 - 400 mg/l as CaCO₃ มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.0 - 22.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่มากกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

สภาพน้ำที่มีความขุ่นในระดับขุ่นน้อย และ ขุ่นมาก มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 15.0 และ 22.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกัน แต่มากกว่ากรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

5. สาร fipronil 5% SC (Table 5)

หลังทำการทดสอบพบอัตราการตายของหนอนใยผักใกล้เคียงกันในน้ำทุกคุณลักษณะ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หลังได้รับสาร 72 ชั่วโมง โดยพบเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักดังนี้

สภาพน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างในระดับ pH 4 – 9 กรรมวิธี pH 5 และ pH 9 มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยมากที่สุดมากกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ pH 6 และกรรมวิธีไม่ใช้สาร ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 12.5 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีอื่น

สภาพน้ำที่มีความเค็มในระดับ <0.2 - > 1.5 g/l มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 20.0 – 35.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่มากกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 5.0 เปอร์เซ็นต์

สภาพน้ำที่มีความกระด้างในระดับ 50 - 400 mg/l as CaCO₃ มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.5 – 27.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกะหว่างกรรมวิธี

สภาพน้ำที่มีความขุ่นในระดับขุ่นน้อย และ ขุ่นมาก มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 50.0 และ 55.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกัน แต่มากกว่ากรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

6. สาร tolfepryad 16% EC (Table 6)

หลังทำการทดสอบพบอัตราการตายของหนอนใยผักใกล้เคียงกันในน้ำทุกคุณลักษณะ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หลังได้รับสาร 72 ชั่วโมง โดยพบเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักดังนี้

สภาพน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างในระดับ pH 4 – 9 กรรรมวิธี pH 8 และ pH 9 มีเปอร์เซ็นต์การตายของ หนอนใยผักเฉลี่ยมากที่สุดมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรรมวิธีไม่ใช้สาร ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การ ตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรรมวิธีอื่นไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรรมวิธีไม่ใช้สาร

สภาพน้ำที่มีความเค็มในระดับ <math><0.2 - > 1.5 \text{ g/l}</math> มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0 – 17.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกะหว่างกรรรมวิธี

สภาพน้ำที่มีความกระด้างในระดับ 50 - 400 mg/l as CaCO_3 มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 0 – 7.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกะหว่างกรรรมวิธี

สภาพน้ำที่มีความขุ่นในระดับขุ่นน้อย และ ขุ่นมาก มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 17.5 และ 20.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกัน แต่มากกว่ากรรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

7. สาร *Bt. Aizawai* (Table 7)

หลังทำการทดสอบพบอัตราการตายของหนอนใยผักใกล้เคียงกันในน้ำทุกคุณลักษณะ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หลังได้รับสาร 72 ชั่วโมง โดยพบเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักดังนี้

สภาพน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างในระดับ pH 4 – 9 กรรรมวิธี pH 8 มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก มากที่สุดเฉลี่ย 27.5 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรรมวิธีไม่ใช้สาร ซึ่งมี เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรรมวิธีอื่น และกรรรมวิธีอื่น ยกเว้น pH 8 มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรรมวิธีไม่ใช้สาร

สภาพน้ำที่มีความเค็มในระดับ <math><0.2 - > 1.5 \text{ g/l}</math> พบว่าความเค็มที่ระดับ $> 1.5 \text{ g/l}$ มีเปอร์เซ็นต์การตาย ของหนอนใยผักมากที่สุดเฉลี่ย 65.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับความเค็มที่ระดับ <math><0.2</math> และ $0.2 - 1- 0.5 \text{ g/l}$ ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 42.5 และ 52.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มากกว่าและ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรรมวิธีที่ความเค็มระดับ 0.5 -1-1.5 g/l และกรรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มี เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 30.0 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สภาพน้ำที่มีความกระด้างในระดับ 50 - 400 mg/l as CaCO_3 มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 17.5 – 62.5 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรรมวิธีไม่ใช้สารที่มี เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรรมวิธีพบว่าที่น้ำกระด้างที่ 50 และ 400 mg/l as CaCO_3 มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักมากที่สุดเฉลี่ย 47.5 และ 62.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่ แตกต่างทางสถิติกับที่น้ำกระด้าง 100 mg/l as CaCO_3 ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 42.5 เปอร์เซ็นต์ แต่มากกว่าและแตกต่างกันทางสถิติกับน้ำกระด้าง 200 mg/l as CaCO_3 ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของ หนอนใยผักเฉลี่ย 17.5 เปอร์เซ็นต์

สภาพน้ำที่มีความขุ่นในระดับขุ่นน้อย และ ขุ่นมาก มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 42.5 และ 50.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกัน แต่มากกว่ากรรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

8. สาร *Bt. Kurstaki* (Table 8)

หลังทำการทดสอบพบอัตราการตายของหนอนใยผักใกล้เคียงกันในน้ำทุกคุณลักษณะ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หลังได้รับสาร 72 ชั่วโมง โดยพบเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักดังนี้

สภาพน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างในระดับ pH 4 – 9 มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 85.0 - 97.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

สภาพน้ำที่มีความเค็มในระดับ <math>< 0.2 - > 1.5 \text{ g/l}</math> มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 92.5 – 100.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 5.0 เปอร์เซ็นต์

สภาพน้ำที่มีความกระด้างในระดับ 50 - 400 mg/l as CaCO₃ มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 82.5 - 97.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

สภาพน้ำที่มีความขุ่นในระดับขุ่นน้อย และ ขุ่นมาก มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 97.5 และ 82.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกัน แต่มากกว่ากรรมวิธีไม่ใช้สาร ที่มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผักเฉลี่ย 2.5 เปอร์เซ็นต์

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแนะนำในสภาพแปลงทดลอง

ก่อนการพ่นสาร พบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณหนอนใยผัก 0.47 – 0.67 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

หลังพ่นสารครั้งที่ 1 พบว่า กรรมวิธีพ่นสาร emamectin benzoate 1.92% EC (1) อัตรา 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร spinetoram 12% SC (2) อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ *Bt. kurstaki* (2) อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีหนอนใยผัก 0.43, 0.35, 0.32 และ 0.32 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารซึ่งมีหนอนใยผัก 0.90 ตัวต่อต้น ส่วนกรรมวิธีอื่นมีหนอนใยผักไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร

หลังพ่นสารครั้งที่ 2 พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารยกเว้น กรรมวิธีพ่นสาร fipronil 5% SC (2) อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีหนอนใยผักน้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ซึ่งมีหนอนใยผัก 0.82 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสาร พบว่ากรรมวิธีพ่นสาร spinetoram 12% SC (2) อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตรมีหนอนใยผักน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.10 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างกับกรรมวิธีพ่นสาร fipronil 5% SC (1) อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร emamectin benzoate 1.92% EC (2) อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ fipronil 5% SC (2) อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งมีหนอนใยผัก 0.45, 0.47 และ 0.68 ตัวต่อต้น ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น

หลังพ่นสารครั้งที่ 3 พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นสารมีหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.03 – 0.32 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่มีหนอนใยผัก 0.72 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง

กรรมวิธีที่พ่นสารพบว่ากรรมวิธีพ่นสาร spinetoram 12% SC (2) อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตรมีหอนใยฝักน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.03 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร spinetoram 12% SC (1) อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร emamectin benzoate 1.92% EC (1) อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร *Bt. kurstaki* (1) อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร indoxacarb 15% SC (2) อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ *Bt. Aizawai* (2) อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งมีหอนใยฝักเฉลี่ย 0.17, 0.18, 0.05, 0.13 และ 0.08 ตัวต่อต้น ตามลำดับ และน้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น

หลังพ่นสารครั้งที่ 4 พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นสารมีหอนใยฝักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.13 – 0.50 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่มีหอนใยฝัก 0.68 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่พ่นสารพบว่ากรรมวิธีพ่นสาร spinetoram 12% SC (2) อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตรมีหอนใยฝักน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.13 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร spinetoram 12% SC (1) อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร *Bt. Aizawai* (1) อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร *Bt. kurstaki* (1) อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร indoxacarb 15% SC (2) อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร *Bt. Aizawai* (2) อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร *Bt. kurstaki* (2) อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีหอนใยฝักเฉลี่ย 0.18, 0.18, 0.15, 0.30, 0.18 และ 0.23 ตัวต่อต้นตามลำดับ แต่น้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารอื่น

หลังพ่นสารครั้งที่ 5 พบว่ากรรมวิธีพ่นสาร indoxacarb 15% SC (1) อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร emamectin benzoate 1.92% EC (1) อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ fipronil 5% SC (1) อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีหอนใยฝักเฉลี่ย 1.15, 1.13 และ 1.33 ตัวต่อต้น ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารที่มีหอนใยฝักเฉลี่ย 1.57 ตัวต่อต้น กรรมวิธีพ่นสาร fipronil 5% SC (2) อัตรา 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งมีหอนใยฝักเฉลี่ย 2.17 ตัวต่อต้น มากกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ส่วนกรรมวิธีพ่นสารอื่นมีหอนใยฝักเฉลี่ยน้อยกว่าและแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่พ่นสาร พบว่า กรรมวิธีพ่นสาร spinetoram 12% SC (2) อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีหอนใยฝักเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 0.42 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร spinetoram 12% SC (1) อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร *Bt. Aizawai* (1) อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร *Bt. kurstaki* (1) อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ *Bt. Aizawai* (2) อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีหอนใยฝักเฉลี่ย 0.58, 0.73, 0.53 และ 0.78 ตัวต่อต้น ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารอื่น

การทดสอบความเป็นพิษต่อพืช

ไม่พบอาการเป็นพิษต่อพืชในทุกกรรมวิธีที่พ่นสารทดลอง

จากการทดลองทั้งในห้องปฏิบัติการและในแปลงทดลองสรุปได้ว่าสภาพน้ำไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแนะนำ แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าสภาพน้ำไม่มีผลต่อสารฆ่าแมลงแนะนำแต่อาจจะส่งผลกระทบต่อในด้านอื่นๆ เช่น กรณีการนำน้ำที่เป็นต่างมาใช้อาจเกิดผลกระทบในกรณีที่เกษตรกรร่น้ำสารฆ่าแมลงมาผสมกับสารป้องกันกำจัดโรคพืช เช่น สารแคปแทน (captan 50% WP) ที่พบว่าเมื่อน้ำมาผสมน้ำที่มีค่าความเป็นด่างสูง (pH

≥ 8) จะทำให้ประสิทธิภาพลดลงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาผ่านไปเพียง 10 นาที (Pasian, 2004 และ พฤทธิชาติและคณะ, 2560) หรือน้ำเค็มทำให้เกิดเกลือสะสมในดินบริเวณรากพืช เมื่อมีปริมาณมากขึ้นทำให้พืชไม่สามารถดึงน้ำจากดินได้ตามปกติ เมื่อมีปริมาณมากขึ้นทำให้พืชไม่สามารถดึงน้ำจากดินได้ตามปกติ ทำให้พืชมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง มีอาการคล้ายพืชขาดน้ำเช่น ใบเหี่ยว สีเขียวเข้มขึ้น ใบหนาขึ้น สังเกตได้ชัดในระยะต้นอ่อน (กรมพัฒนาที่ดิน, มปป.) โดยคุณภาพน้ำเพื่อการชลประทานแบ่งตามระบบของสหรัฐอเมริกาเป็น 4 ระดับ ได้แก่ น้ำคุณภาพดี (มีเกลือเล็กน้อย) คือ <math>< 0.2 \text{ g/L}</math> ใช้สำหรับชลประทานได้กับพืชทุกชนิด น้ำคุณภาพปานกลาง คือ $0.2 - 0.5 \text{ g/L}$ มีผลกับพืชไม่ทนเค็ม ใช้กับพืชทนเค็มปานกลาง หรือดินที่มีการระบายได้ดี น้ำคุณภาพต่ำ (มีเกลือมาก) คือ $0.5 - 1.5 \text{ g/L}$ ใช้กับพืชทนเค็ม ต้องดูแลระมัดระวังการระบายน้ำไม่ให้เกลือสะสมในดิน และไม่เหมาะสมที่จะใช้ในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดของการระบายน้ำ และน้ำคุณภาพต่ำมาก คือ >1.5 มีผลกับพืชทั่วไป ไม่เหมาะสมจะนำมาใช้เพื่อการชลประทาน (USSL, 1954) NSW DPI (2005) รายงานว่าน้ำที่มีความเค็มไม่เพียงมีผลในการกัดกร่อนหรือก่อให้เกิดการอุดตันหัวฉีดและในบางกรณีก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืช Yates (2003) รายงานว่าความกระด้างของน้ำมีผลต่อประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารกำจัดวัชพืชพวกไกลโฟเสทและ 2,4 D มีประสิทธิภาพลดลง หรือในเรื่องความขุ่นของน้ำ Pasian (2004) รายงานว่าน้ำที่มีความขุ่นเมื่อนำมาผสมสารกำจัดวัชพืชพวกไกลโฟเสท จะมีผลให้สารชนิดนี้มีประสิทธิภาพต่ำลงเนื่องจากสารจะไปจับกับอนุภาคที่แขวนลอยในน้ำ แต่ถึงแม้ว่าความขุ่นของน้ำจะไม่มีผลกับประสิทธิภาพสารฆ่าแมลง แต่จะก่อให้เกิดการอุดตันในหัวฉีดในขณะที่พ่นสาร

เมื่อพิจารณาในด้านประสิทธิภาพของสารแต่ละชนิดที่ทำการทดสอบ พบว่าสารฆ่าแมลง spinetoram 12% SC มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองความผันแปรของความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในหนอนใยผักจากพื้นที่ปลูกต่างๆ ผลการทดลองพบว่า สารที่มีประสิทธิภาพที่สมควรนำมาใช้ในการหมุนเวียนการใช้สารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ที่อยู่ต่างกลุ่มกัน 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* (สุภรดาและคณะ, 2555) ซึ่งสาร spinetoram จัดอยู่ในกลุ่มที่ 5 ตามการจัดกลุ่มสารตามกลไกการเข้าทำลาย (Mode of action) ของ IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) (IRAC, 2018) เช่นเดียวกับสาร Spinosad ซึ่งปัจจุบันไม่มีจำหน่ายในประเทศไทย และพบว่า สาร chlorfenapyr, และ tolfenpyrad มีประสิทธิภาพต่ำในการกำจัดหนอนใยผักในการทดลองในห้องปฏิบัติการ จึงได้ตัดสารทั้งสองชนิดออกเมื่อทำการทดลองในแปลงทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ สุภรดาและคณะ (2553) ที่พบว่า สารฆ่าแมลงที่มีระดับความเป็นพิษต่ำต่อหนอนใยผักจากพื้นที่ปลูก อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี อำเภอทับเบิก จังหวัดเพชรบูรณ์ และอำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี คือ indoxacarb, chlorfenapyr, และ tolfenpyrad ซึ่งมีค่า LC 50 อยู่ในช่วง 27.5 - 79.2, 18.5 - 33.0 และ 21.2 - 145 mg(Al)/liter ตามลำดับ พรรณเพ็ญและคณะ (2544) พบว่า หนอนใยผักสายพันธุ์ไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี มีอัตราความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง fipronil สูงขึ้นจาก 36.6 เท่า ในปี 2542 เป็น 138.3 เท่า ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องหยุดพักการใช้สารเหล่านี้ชั่วคราวจนกว่าระดับความเป็นพิษจะสูงขึ้นอีกครั้ง แต่อย่างไรก็ตามในการเลือกใช้สารฆ่าแมลงนั้นควรคำนึงถึงทั้งเรื่องของประสิทธิภาพของสารและ

ต้นทุนในการพ่นสาร รวมถึงควรรอบในเรื่องความต้านทานสารฆ่าแมลงและมีการหมุนเวียนสารฆ่าแมลงซึ่งสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดจะต้องพ่นให้ครบวงจรชีวิตของแมลงแล้วจึงเปลี่ยนไปใช้อีกชนิดหนึ่ง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและลดการต้านทาน

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การทดสอบผลของสภาพน้ำที่มีต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) ในคะน้า โดยใช้สารฆ่าแมลงที่แนะนำได้แก่สาร 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 และน้ำสภาพต่างๆ ได้แก่ความเป็นกรด-ด่างที่ระดับ pH 4 - 9 ความเค็มที่ระดับ น้อยกว่า 0.2, 0.2-0.5, 0.5-1.5 และ มากกว่า 1.5 $g\ l^{-1}$ ความกระด้างที่ระดับ 50, 100, 200 และ 400 และความขุ่นของน้ำที่ระดับ ขุ่นมากและขุ่นน้อย ผลการทดลองพบว่า สารฆ่าแมลงในทุกกรรมวิธีสามารถละลายได้ดีในน้ำทุกคุณลักษณะ โดยไม่เกิดการแยกชั้นที่เห็นด้วยสายตา ตลอดจนไม่พบความเป็นพิษต่อพืช จากการผสมสารฆ่าแมลงแนะนำในอัตราสูงสุดกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในสภาพน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ ด้วยวิธีการ bioassays และสภาพแปลงทดลองนั้น พบว่าสภาพน้ำไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแนะนำทั้ง 8 ชนิด ที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหอนใยผักในคะน้า

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

นำผลการทดลองสภาพน้ำ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม ความกระด้าง และความขุ่น ว่าที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดหอนใยผักในคะน้า เพื่อแนะนำเกษตรกรผู้ปลูกคะน้า เผยแพร่แก่นักวิจัย นักศึกษา ตลอดจนถึงผู้ที่เกี่ยวข้อง

11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณบุคลากรกลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชทุกท่านที่ช่วยทำงานวิจัย และขอขอบคุณเกษตรกรแปลงคะน้า อ.อุ้มทอง จ.สุพรรณบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทดลอง

12. เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. มปป. คุณภาพน้ำเพื่อการเกษตร. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:

http://www.ddd.go.th/dddwebsite/web_ord/Technical/pdf/P_Technical03001_2.pdf (24

กุมภาพันธ์ 2562)

พรรณเพ็ญ ชโยภาส ปิยรัตน์ เขียนมีสุข ทวีศักดิ์ ชโยภาส และจิราภรณ์ ทองพันธ์. 2544. ตรวจสอบความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงประเภทเชื้อแบคทีเรียของหอนใยผักในกะหล่ำปลี. น. 1-12. ใน เอกสาร

วิชาการรายงานผลการค้นคว้าและวิจัย ประจำปี 2544. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูพืชสวนอุตสาหกรรม, กองกัญและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

พฤทธิชาติ ปุญวัฒน์ และคณะ. 2560. ศึกษาผลของสภาพน้ำที่มีต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงและอายุการใช้งานของหัวฉีดที่ใช้ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟผาย (*Thrips palmi* Karny) ในกล้วยไม้. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยประจำปี 2560. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

ศูนย์ทดสอบวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม. 2557. การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อทำการวิเคราะห์.

http://civil.eng.nu.ac.th/ceCentre/envService01_02.php

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

สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น พฤทธิชาติ ปุญวัฒน์ อรุพร หนูนารถ จีรนุช 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 วงษ์นิคัง. 2554ก. ความผันแปรของความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในหนอนใยผัก (diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.)) จากพื้นที่ปลูกต่างๆ หน้า 888-895.ใน: รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มปี 2554 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น พวงพกา อ่างมณี วนาพร วงษ์นิคัง. 2554ข. กลไกความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในหนอนใยผัก (diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.)). หน้า 896-903.ใน: รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มปี 2554 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

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

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

สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น. 2556. ระดับความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในหนอนใยผักจากอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี. หน้า 36-37.ใน: การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติครั้งที่ 11 ณ โรงแรมเซ็นทาราแอนด์คอนเวนชันเซ็นเตอร์ จังหวัดขอนแก่น 26-29 พฤศจิกายน 2556.

Arthropod Pesticide Resistance Database. [APRD] 2009. Arthropod pesticide resistance database.

<http://www.pesticideresistance.org/>

- Finney, D.J. 1971. Probit Analysis, third ed. Cambridge University Press, London.
- Henderson, C.F. and E.W.Tilton. 1955. Tests with acaricides against the brow wheat mite. *J.Econ. Entomol.* 48:157-161
- IRAC. 2018. IRAC Mode of action classification V 8.2 (Online). Available. <http://www.irac.online.org>. (February 22, 2019).
- LeOra Software. 1997. POLO-PC: probit and Logit Analysis. LeOra Software, Berkeley, CA.
- Matthews, G. A. 2000. Pesticide Application methods 3rd edition. Blackwell Science 432 pp.
- NSW DPI. Farm water quality and treatment. Agfact AC.2, 9th edition, April 2005. http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0013/164101/farm-water-quality.pdf
- Pasian, C. 2004. Spray Solution pH. The Ohio State University Extension, Ohio Floriculture. <http://floriculture.osu.edu/archive/apr04/SpraySolutionPH.html>
- US Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. USDA Handbook No.60, Washington DC.
- Willmott, A. Cloyd, R.A., Zhu, K.Y. 2013. Efficacy of Pesticide Mixtures Against the Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) Under Laboratory and Greenhouse Conditions. *J. Econ. Entomol.* 106(1): 247-256.
- Yates, R. 2003. Water Quality Effects Pesticide Effectiveness. The Griffin Gazette spring issue. http://www.griffins.com/gazette/2003_spring/spring_2003_tech_tips.html

13. ภาคผนวก

Table 1 Efficacy of insecticides for controlling nymph of tobacco whitefly, *Bemesia tabaci* in parsley at Kamphaeng Saen District, Nakhon Patom Province, January-February 2017

Treatment	Application rate (g,mL/20 l of water)	Average number of tobacco whitefly (nymph) (insect/plants)													
		Before app.	After app. 1st (days)						After app. 2nd (days)						
			3	5	7	3	5	7							
1	buprofezin 40%SC	20	4.33	6.33	ab ^{1/}	0.33	a	2.00	a	1.00	a	1.67	ab	2.67	bc
2	spirotetramat 15%W/V OD	15	3.00	3.67	ab	1.33	ab	2.33	a	2.33	ab	1.67	ab	1.00	ab
3	sulfoxaflor 50%WG	12	4.33	3.67	ab	2.00	ab	2.67	a	2.33	ab	1.33	ab	1.67	ab
4	cyantraniliprole 10%OD	30	3.00	3.33	a	1.00	ab	2.67	a	0.67	a	0.33	a	1.67	ab
5	dinotefuran 10%SL	10	3.00	4.33	ab	3.00	b	2.33	a	1.67	a	3.33	b	1.67	ab
6	thiamethoxam 25%WG	6	7.67	5.00	ab	3.00	b	3.33	a	3.00	ab	1.00	a	1.67	ab
7	white oil 67 %EC	120	3.33	4.33	ab	0.33	a	3.33	a	2.67	ab	1.67	ab	2.67	bc
8	petroleum oil 83.9% EC	80	5.33	5.33	ab	0.67	a	4.33	a	1.33	a	4.33	b	0.00	ab
9	control		7.33	7.67	b	7.67	c	10.33	b	5.33	b	12.00	c	4.00	c
CV(%)			13.35	10.75		18.31		17.61		21.79		16.32		20.28	
R.E.(%) ^{2/}				-		-		-		73.8		125.0		73.8	

^{1/} In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

^{2/} Relative efficiency was analyzed by Covariance because of data before application were significant different

Table 2 Efficacy percentage of insecticides for controlling nymph of whitefly, *Bemisia tabaci* in parsley at Kamphaeng Saen District, Nakhon Patom Province, January-February 2017

Treatment	Application rate (g,mL/20 l of water)	Average number of tobacco whitefly (nymph) (insect/plants) ^{1/}					
		After app. 1st (days)			After app. 2nd (days)		
		3	5	7	3	5	7
1 buprofezin 40%SC	20	-39.71	92.72	67.22	68.24	76.44	-13.00
2 spirotetramat 15%W/V OD	15	-16.91	57.63	44.89	-6.81	66.00	38.92
3 sulfoxaflor 50%WG	12	19.00	55.86	56.25	26.00	81.24	29.32
4 cyantraniliprole 10%OD	30	-6.08	68.14	36.85	69.29	93.28	-2.01
5 dinotefuran 10%SL	10	-34.94	4.43	44.89	23.45	32.20	-2.01
6 thiamethoxam 25%WG	6	37.90	62.62	69.19	46.21	92.04	60.10
7 white oil 67 %EC	120	-23.40	90.53	29.04	-10.27	69.37	-46.93
8 petroleum oil 83.9% EC	80	4.43	87.99	42.35	65.68	50.38	100.00

Table 3 Efficacy of insecticides for controlling nymph of tobacco whitefly, *Bemisia tabaci* in parsley at Kamphaeng Saen District, Nakhon Patom Province, July 2018

Treatment	Application rate (g,m/20 l of water)	Average number of tobacco whitefly (nymph) (insect/plants) ^{1/}										
		Before app.	After app. 1st (days)			After app. 2nd (days)			After app. 3rd (days)			
			3	5	7	3	5	7	3	5	7	
1 buprofezin 40%SC	20	24.38 cd	9.67 a	9.50 bc	1.75 ab	2.83 ab	1.92 ab	1.33 a	1.88 ab	2.71 abc	2.71 ab	
2 spirotetramat 15%W/V OD	15	12.33 a	15.67 ab	6.04 ab	3.54 abc	2.67 ab	4.04 abc	2.38 ab	4.58 c	1.46 ab	1.79 a	
3 sulfoxaflor 50%WG	12	22.08 bcd	32.58 c	11.75 c	9.38 e	12.38 d	12.79 e	7.79 c	12.08 e	3.00 bc	6.08 d	
4 cyantraniliprole 10%OD	30	25.71 bcd	8.21 a	8.88 bc	2.21 ab	1.08 a	1.08 a	0.17 a	0.33 a	0.50 a	1.17 a	
5 dinotefuran 10%SL	10	14.75 ab	14.33 ab	5.83 ab	6.46 cde	7.63 c	7.46 d	2.75 ab	4.38 bc	2.08 abc	2.63 ab	
6 thiamethoxam 25%WG	6	17.21 abc	8.54 a	7.38 abc	5.46 bcd	2.67 ab	1.54 ab	1.46 a	4.25 bc	0.58 a	1.25 a	
7 white oil 67 %EC	120	17.50 abcd	14.00 ab	3.13 a	1.38 a	4.88 bc	2.83 abc	2.33 ab	3.92 bc	4.29 cd	3.00 ab	
8 petroleum oil 83.9% EC	80	25.21 d	18.08 b	6.67 abc	6.54 cde	6.92 c	5.71 cd	4.38 b	2.71 abc	3.17 bc	3.96 bc	

9 control	18.21	abcd	18.67	b	10.67	bc	9.00	de	6.25	bc	4.58	bcd	4.75	b	8.67	d	5.92	d	5.71	cd
CV(%)	20.11		29.1		33.6		37.5		38.8		35.0		46.0		28.6		47.4		36.1	
R.E.(%)			76.9		90.0		95.5		68.9		71.9		67.1		77.7		91.5		68.0	

^{1/} In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 4 Efficacy percentage of insecticides for controlling nymph of whitefly, *Bemisia tabaci* in parsley at Kamphaeng Saen District, Nakhon Patom Province, July 2018

Treatment	Application rate (g,mL/20 l of water)	Average number of tobacco whitefly (nymph) (insect/plants) ^{1/}								
		After app. 1st (days)			After app. 2nd (days)			After app. 3rd (days)		
		3	5	7	3	5	7	3	5	7
1 buprofezin 40%SC	20	-158.49	33.50	85.48	66.18	68.69	79.09	83.80	65.81	64.55
2 spirotetramat 15%W/V OD	15	-23.96	16.40	41.91	36.91	-30.28	26.00	21.98	63.58	53.70
3 sulfoxaflor 50%WG	12	-43.92	9.18	14.04	-63.36	-130.31	-35.26	-14.91	58.21	12.18
4 cyantraniliprole 10%OD	30	68.85	41.05	82.61	87.76	83.30	97.47	97.30	94.02	85.49
5 dinotefuran 10%SL	10	5.24	32.54	11.38	-50.72	-101.09	28.52	37.63	56.62	43.14
6 thiamethoxam 25%WG	6	51.60	26.82	35.81	54.80	64.42	67.48	48.13	89.63	76.84
7 white oil 67 %EC	120	21.97	69.48	84.04	18.75	35.70	48.96	52.95	24.59	45.33
8 petroleum oil 83.9% EC	80	30.05	54.85	47.51	20.02	9.95	33.39	77.42	61.32	49.00

Table 5 Average cost of insecticides per rai for controlling whitefly, *Bemisia tabaci* in parsley

Insecticides	Rate of application/20 liters of water (g,ml.)	package (g,ml.)	Cost/unit ^{1/} (Baht)	Cost (Baht/20l)	Cost (Baht/rai ^{2/})
1 buprofezin 40%SC	20	1,000	750	15	60
2 spirotetramat 15%W/V OD	15	250	1350	108	432
3 sulfoxaflor 50%WG	12	12	50	83	333
4 cyantraniliprole 10%OD	30	250	970	78	310
5 dinotefuran 10%SL	10	1,000	1,800	36	144
6 thiamethoxam 25%WG	6	20	180	180	720
7 white oil 67 %EC	120	1,000	320	6	26

8	petroleum oil 83.9% EC	80	1,000	200	4	16
---	------------------------	----	-------	-----	---	----

^{1/} price in June 2018

^{2/} Spray volume : 80 liters/rai