

ผลของสภาพน้ำที่มีต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงและอายุการใช้งานของหัวฉีด
ที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) ในคะน้า
Study on the Influence of Water Quality on the Efficacy of Insecticides for
Controlling Diamondback Moth ; *Plutella xylostella* L. in Kale

นลินา ไชยสิงห์ พญทธิชาติ ปุญวัฒน์โท
วรวิช สุตจริตธรรมจริยางกูร สรรชัย เพชรธรรมรส
กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

รายงานความก้าวหน้า

การทดสอบผลของสภาพน้ำที่มีต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) ในคะน้า มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพและความเป็นพิษต่อพืชของสารฆ่าแมลงที่แนะนำในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ ที่เกษตรกรนำไปใช้ในการผสมสารฆ่าแมลง เพื่อแนะนำสู่นักวิชาการ ผู้เกี่ยวข้อง และเกษตรกร โดยใช้สารฆ่าแมลงที่แนะนำได้แก่สาร 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 และน้ำสภาพต่างๆ ได้แก่ความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม การนำไฟฟ้าของเกลือในน้ำ ความกระด้าง และความขุ่นของน้ำที่แตกต่างกัน ดำเนินการในห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร และแปลงของเกษตรกรอำเภออุ้มทอง จังหวัดสุพรรณบุรี การทดสอบการเข้ากันได้ทางกายภาพวิธีการ Jar test ผลการทดลองพบว่าสารฆ่าแมลงในทุกกรรมวิธีสามารถละลายได้ดีในน้ำทุกคุณลักษณะ โดยไม่เกิดการแยกชั้นที่เห็นด้วยสายตาตลอดจนไม่พบความเป็นพิษต่อคะน้า สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในสภาพน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ ด้วยวิธีการ bioassays และการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในสภาพแปลงทดลองนั้นอยู่ในระหว่างดำเนินการทดลอง

รหัสการทดลอง 03-33-60-01-02-00-02-60

คำนำ

หนอนไผ่ฝัก จัดเป็นศัตรูที่สำคัญของพืชผักหลายชนิด โดยเฉพาะฝักตระกูลกะหล่ำ ปัจจุบันหนอนไผ่ฝักมีการพัฒนาสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้รวดเร็วและมากชนิด ยากแก่การป้องกันกำจัด เนื่องจากหนอนไผ่ฝักมีวงจรชีวิตสั้น มีการขยายพันธุ์รวดเร็ว และนอกจากนี้ในแหล่งปลูกผักส่วนใหญ่ยังมีการปลูกฝักตระกูลกะหล่ำอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ทำให้หนอนไผ่ฝักมีพืชอาหารตลอดทั้งปี จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้พบการระบาดของหนอนไผ่ฝักเสมอ โดยทั่วไปวิธีการที่เกษตรกรนิยมใช้มากที่สุดและเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการป้องกันกำจัดแมลงชนิดนี้ ได้แก่การพ่นสารฆ่าแมลง สำหรับเป้าหมายในการใช้สารฆ่าแมลงของเกษตรกรนั้น เกษตรกรต้องการกำจัดหนอนไผ่ฝักให้ได้ผลมากที่สุด จึงคิดว่าปัจจัยที่มีผลต่อการกำจัดแมลงคือตัวสารฆ่าแมลงแต่เพียงอย่างเดียว เกษตรกรส่วนใหญ่พยายามพ่นสารฆ่าแมลงในปริมาณที่มากกว่าอัตราแนะนำและเพิ่มความถี่ในการพ่นสาร โดยคิดว่าการทำเช่นนี้จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดแมลง แต่ในความเป็นจริงแล้วความสำเร็จหรือความล้มเหลวในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชนั้น นอกจากจะเกิดจากประสิทธิภาพในตัวสารฆ่าแมลงที่ใช้แล้ว ยังประกอบด้วยปัจจัยภายนอกอื่นๆ เช่น เครื่องมือที่ใช้ฉีดพ่น เทคนิคการพ่นสาร สภาพอากาศ สถานการณ์ความต้านทานของแมลง รวมไปถึงปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งคือคุณภาพของน้ำที่ใช้ผสมสารฆ่าแมลง เนื่องจากน้ำเป็นตัวนำพาสารเคมีไปสู่ต้นพืชเป้าหมาย จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญไม่น้อยไปกว่าตัวสารฆ่าแมลงที่ใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเป็นกรด-ด่าง ความกระด้าง ความเค็ม การนำไฟฟ้าของเกลือในน้ำและความขุ่นของน้ำ เป็นตัวแปรสำคัญที่สามารถทำให้ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงลดลงได้ จนบางครั้งส่งผลทำให้การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชนั้นไม่ได้ผลตามที่ต้องการ นอกจากนี้การที่เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้น้ำโดยตรงจากแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยที่ไม่มีการปรับสภาพน้ำหรือพักน้ำเพื่อให้ตะกอนแยกชั้นแล้วเอาน้ำที่สะอาดมาใช้ การนำน้ำขุ่นนี้มาผสมสารฆ่าแมลง อาจก่อให้เกิดการสีกกร่อนของหัวฉีดอย่างรวดเร็ว ทำให้รูปแบบการกระจายตัวของสารฆ่าแมลงที่ผลิตมาจากหัวฉีดไม่ดี อันจะมีผลโดยตรงต่อการตกของละอองสารฆ่าแมลงบนเป้าหมาย ทำให้ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงลดลง นอกจากนี้เมื่อหัวฉีดเกิดการสีกกร่อนจะทำให้อัตราพ่นเพิ่มขึ้นจนในบางกรณีเมื่ออัตราพ่นมากจนเกินที่พืชจะรับได้จะทำให้เกิดปรากฏการณ์การไหลรวมตัวของสารฆ่าแมลงและหยดลงสู่พื้นดิน (run off) เกิดการสูญเสีย การตกค้างในสิ่งแวดล้อมและทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มโดยไม่จำเป็น ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาผลของสภาพน้ำที่มีต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงและอายุการใช้งานของหัวฉีดที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนไผ่ฝักศัตรูพืชที่สำคัญในคະນ້າ เพื่อแนะนำสู่นักวิชาการและเกษตรกรต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. แปลงคะน้ำ
2. หัวฉีดชนิดแรงดันน้ำแบบต่างๆ
3. เครื่องยนต์พ่นสารแบบใช้แรงดันน้ำ
4. เครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำ (pH meter)
5. เครื่องวัดความขุ่นของน้ำ (Turbidity Meter)
6. เครื่องวัดความเค็มของน้ำ (Salinity meter)
7. เครื่องวัดความกระด้างของน้ำ (Hardness meter)
8. เครื่องวัดการนำไฟฟ้าของเกลือในน้ำ (EC meter)
9. เครื่องหาพิกัดด้วยสัญญาณดาวเทียม จีพีเอส
10. สารจับใบ
11. สารฆ่าแมลงแนะนำ ได้แก่ *Bt. aizawai*, spinosad 12% SC, emamectin benzoate 1.92% EC, chlorfenapyr 10% SC และ tolfenpyrad 16% EC
12. กล้องเล็งแมลง
13. ขวดปริมาตร (volumetric flask)
14. ปีกเกอร์ (beaker)
15. ถ้วยพลาสติก
16. ปิเปต (pipette)
17. กระจกตวง (cylinder)
18. แท่งแก้วคนสาร
19. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์

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

สารฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 1 สารฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดสอบ 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* ในอัตราแนะนำในการป้องกันกำจัด หนอนใยผัก

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	21
7. <i>Bt. aizawai</i>	100	11
8. <i>Bt. kurstaki</i>	100	11

พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์

น้ำที่จะนำมาใช้ในการทดลอง เป็นน้ำที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ 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 มากกว่า 1.5 กรัมต่อลิตร
การนำไฟฟ้าของเกลือในน้ำ	4 ระดับ ได้แก่ น้อยกว่า 250, 250-750, 750-1,250 และ มากกว่า 1,250
ความกระด้าง	4 ระดับ ได้แก่ 0-75, 75-150, 150-300 และ มากกว่า 300
ความขุ่น	3 ระดับ ได้แก่ ขุ่นมาก ปานกลาง น้อย

ขั้นตอนการทดลองที่ 1 การทดสอบการเข้ากันได้ของสารฆ่าแมลงแนะนำกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ (ปี 2560)

วิธีการทดสอบการเข้ากันได้ของสารฆ่าแมลงแนะนำกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ ใช้วิธีการ Jar test (O'Connor-Marer (2000)) โดยเป็นการแยกชั้นที่เห็นด้วยสายตาเป็นเกณฑ์ตัดสินถึงการเข้ากันได้ของสาร การทดสอบจะทำโดย การผสมสารฆ่าแมลงแนะนำในอัตราสูงสุดที่แนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในค่น้ำกับน้ำจากแหล่งต่างๆ ในบีกเกอร์แก้วให้ได้ในปริมาตร 500 มิลลิลิตร จากนั้นทิ้งสารฆ่าแมลงที่ผสมไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที สังเกตการแยกชั้นของสารด้วยสายตาและบันทึกผล

ขั้นตอนการทดลองที่ 2 การทดสอบความเป็นพิษต่อพืชของสารฆ่าแมลงแนะนำกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ (ปี 2560)

วิธีการทดสอบความเป็นพิษต่อพืชของสารฆ่าแมลงแนะนำกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ ทำโดยการผสมสารฆ่าแมลงแนะนำในอัตราสูงสุดที่แนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักในค่น้ำกับน้ำสภาพต่างๆ จากนั้นนำมาพ่นบนต้นค่น้ำในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ต้นค่น้ำ 10 ต้น เป็น 1 ซ้ำ พ่น 4 ซ้ำในน้ำแต่ละแหล่งที่อัตราพ่นตามคำแนะนำคือ 120 ลิตรต่อไร่ หลังพ่นสารฆ่าแมลง ต้นพืชจะเก็บไว้ในเรือนทดลอง สังเกตอาการเกิดพิษต่อพืชของค่น้ำในช่วงเวลา 3, 5 และ 7 วันหลังพ่นสารฆ่าแมลงและบันทึกผล

ขั้นตอนการทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแนะนำในสภาพน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ ด้วยวิธีการ bioassays ในห้องปฏิบัติการ (ปี 2560)

ใช้วิธี leaf-dipping method ในการทดสอบการตายของหนอนใยผักที่อัตราแนะนำของสารฆ่าแมลง (สุภรดา และคณะ, 2555) โดยทำการเจือจางสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดด้วยน้ำที่ผ่านการปรับสภาพน้ำให้เหมาะสมทั้งด้านเคมีคือปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม การนำไฟฟ้าของเกลือในน้ำ และความกระด้าง ตลอดจนปรับสภาพน้ำด้านกายภาพเรื่องความขุ่นโดยปล่อยให้ น้ำมีการตกตะกอนเพื่อใช้เป็นน้ำมาตรฐานในการเปรียบเทียบกับการนำสารฆ่าแมลงแนะนำแต่ละชนิดผสมน้ำจากแหล่งต่างๆ ผสมสารจับใบ (Tension T-7) อัตรา 5 มล./น้ำ 20 ลิตร นำใบกะหล่ำปลี (*Brassica oleraceae* L.) ที่ถูกตัดให้มีขนาด 5x5 ซม. มาจุ่มในสารฆ่าแมลงนาน 10 วินาที ส่วน control จะใช้ใบจุ่มในน้ำมาตรฐานที่ผสมกับสารจับใบเพียงอย่างเดียว นำใบที่จุ่มแล้วไปผึ่งให้แห้ง 1-2 ชั่วโมง แล้วนำแต่ละใบมาใส่ในถ้วยพลาสติกขนาด 100 มล. ที่มีฝาปิดที่เจาะรูเล็กๆ ให้อากาศถ่ายเทได้ และรองพื้นด้วยกระดาษกรองเพื่อดูดซับความชื้น ทำการปล่อยหนอนใยผักวัย 3 ช่วงต้นจำนวน 10 ตัวลงในถ้วยจำนวน 4 ซ้ำ (ถ้วย) นำหนอนที่ทดลองไปไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิ 25 + 2°C ปล่อยให้หนอนกินใบผักที่ชุบสารฆ่าแมลงแล้วทำการบันทึกการตายที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง หนอนที่ไม่ตอบสนองต่อการเหยี่ยวปลายพู่กันจะถูกพิจารณาว่าตาย ถ้าหนอนใน control มีการตายเกิน 10% จะทำการทดลองใหม่ (สุภรดาและคณะ, 2555) ทำการหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก โดยในกรณีที่หนอนใยผักในชุดควบคุมมีการตายจะทำการปรับค่าเปอร์เซ็นต์การตาย นำข้อมูลเปอร์เซ็นต์การตาย ของหนอนใยผัก

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	} ผสมน้ำที่ได้มีการปรับสภาพน้ำให้เหมาะสมแล้ว
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.azawai</i>	อัตรา 100 มล./น้ำ 20 ลิตร	
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	} ผสมน้ำที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติที่ไม่ได้ปรับสภาพน้ำ
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 ตรวจสอบก่อนพ่นสาร และหลังพ่นสาร โดยพ่นสารทุก 4 วัน บันทึกจำนวนหนอนใยฝัก นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ อากการเป็นพิษต่อคะน้า เปรียบเทียบต้นทุนการพ่นสาร

การบันทึกข้อมูล

- การเข้ากันได้ของสารฆ่าแมลงแนะนำกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ
- ความเป็นพิษต่อพืชของสารฆ่าแมลงแนะนำกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ
- ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแนะนำในสภาพน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ ด้วยวิธีการ bioassays ในห้องปฏิบัติการ
- ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแนะนำในสภาพแปลงทดลอง

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิจัยการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

แปลงค่น้ำของเกษตรกร จังหวัดสุพรรณบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบการเข้ากันได้ของสารฆ่าแมลงแนะนำกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ

การทดสอบการเข้ากันได้ระหว่างสารฆ่าแมลงและสารป้องกันกำจัดโรคพืช ใช้วิธีการ Jar test โดยการใช้การแยกชั้นด้วยสายตา ซึ่งเป็นการทดสอบการเข้ากันได้ทางกายภาพ โดยผสมสารในบีกเกอร์แก้ว ที่ใส่สารฆ่าแมลงกับโรคพืชที่ผสมไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที สังเกตการแยกชั้นของสารด้วยสายตา พบว่าสาร 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 สามารถละลายได้ดีในน้ำทุกคุณลักษณะ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม การนำไฟฟ้าของเกลือในน้ำ ความกระด้าง และความขุ่นของน้ำที่แตกต่างกัน และไม่เกิดการแยกชั้นที่เห็นด้วยสายตา

Binary pesticide mixtures			Visual assessment
spinetoram 12% SC	+	dimethomorph 50% WP	non stratification
spinetoram 12% SC	+	mancozeb 80% WP	non stratification
indoxacarb 15% EC	+	dimethomorph 50% WP	non stratification
indoxacarb 15% EC	+	mancozeb 80% WP	non stratification
emamectin benzoate 1.92% EC	+	dimethomorph 50% WP	non stratification
emamectin benzoate 1.92% EC	+	mancozeb 80% WP	non stratification
chlorfenapyr 10% SC	+	dimethomorph 50% WP	non stratification
chlorfenapyr 10% SC	+	mancozeb 80% WP	non stratification

Binary pesticide mixtures		Visual assessment
fipronil 5% SC	+ dimethomorph 50% WP	non stratification
fipronil 5% SC	+ mancozeb 80% WP	non stratification
tolfenpyrad 16% EC	+ dimethomorph 50% WP	non stratification
tolfenpyrad 16% EC	+ mancozeb 80% WP	non stratification
<i>Bt. aizawai</i>	+ dimethomorph 50% WP	non stratification
<i>Bt. aizawai</i>	+ mancozeb 80% WP	non stratification
<i>Bt. kurstaki</i>	+ dimethomorph 50% WP	non stratification
<i>Bt. kurstaki</i>	+ mancozeb 80% WP	non stratification

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบความเป็นพิษต่อพืชของสารฆ่าแมลงแนะนำกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ
เมื่อทำการทดสอบความเป็นพิษต่อพืชของสารฆ่าแมลงที่แนะนำกับน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ
พบว่าไม่พบความเป็นพิษต่อคะน้า

Binary pesticide mixtures		After app.(days)		
		3	5	7
spinetoram 12% SC	+ dimethomorph 50% WP	non phytotoxic	non phytotoxic	non phytotoxic
spinetoram 12% SC	+ mancozeb 80% WP	non phytotoxic	non phytotoxic	non phytotoxic
indoxacarb 15% EC	+ dimethomorph 50% WP	non phytotoxic	non phytotoxic	non phytotoxic
indoxacarb 15% EC	+ mancozeb 80% WP	non phytotoxic	non phytotoxic	non phytotoxic
emamectin benzoate 1.92% EC	+ dimethomorph 50% WP	non phytotoxic	non phytotoxic	non phytotoxic
emamectin benzoate 1.92% EC	+ mancozeb 80% WP	non phytotoxic	non phytotoxic	non phytotoxic
chlorfenapyr 10% SC	+ dimethomorph 50% WP	non phytotoxic	non phytotoxic	non phytotoxic
chlorfenapyr 10% SC	+ mancozeb 80% WP	non phytotoxic	non phytotoxic	non phytotoxic
fipronil 5% SC	+ dimethomorph 50% WP	non phytotoxic	non phytotoxic	non phytotoxic

Binary pesticide mixtures		After app.(days)		
		3	5	7
fipronil 5% SC	+ mancozeb 80% WP	non phytotoxic	non phytotoxic	non phytotoxic
tolfenpyrad 16% EC	+ dimethomorph 50% WP	non phytotoxic	non phytotoxic	non phytotoxic
tolfenpyrad 16% EC	+ mancozeb 80% WP	non phytotoxic	non phytotoxic	non phytotoxic
<i>Bt. aizawai</i>	+ dimethomorph 50% WP	non phytotoxic	non phytotoxic	non phytotoxic
<i>Bt. aizawai</i>	+ mancozeb 80% WP	non phytotoxic	non phytotoxic	non phytotoxic
<i>Bt. kurstaki</i>	+ dimethomorph 50% WP	non phytotoxic	non phytotoxic	non phytotoxic
<i>Bt. kurstaki</i>	+ mancozeb 80% WP	non phytotoxic	non phytotoxic	non phytotoxic

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแนะนำในสภาพน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ ด้วยวิธีการ bioassays ในห้องปฏิบัติการ อยู่ระหว่างดำเนินการทดลอง

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงแนะนำในสภาพแปลงทดลอง อยู่ระหว่างดำเนินการทดลอง

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การทดสอบผลของสภาพน้ำที่มีต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่ใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) ในคะน้า โดยใช้สารฆ่าแมลงที่แนะนำได้แก่สาร 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 และน้ำสภาพต่างๆ ได้แก่ความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม การนำไฟฟ้าของเกลือในน้ำ ความกระด้าง และความขุ่นของน้ำที่แตกต่างกัน ผลการทดลองพบว่าสารฆ่าแมลงในทุกกรรมวิธีสามารถละลายได้ดีในน้ำทุกคุณลักษณะ โดยไม่เกิดการแยกชั้นที่เห็นด้วยสายตาตลอดจนไม่พบความเป็นพิษต่อพืช สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในสภาพน้ำที่มีคุณลักษณะต่างๆ ด้วยวิธีการ bioassays และการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในสภาพแปลงทดลองนั้นอยู่ในระหว่างดำเนินการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- จิรนุช เอกอำนวยการ. 2549. หัวฉีดที่ใช้ในการเกษตร. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- จิรนุช เอกอำนวยการ ดำรง เวชกิจ พุทธิชาติ ปุญวัฒน์ สรรชัย เพชรธรรมรส และสิริวิภา พลตรี. 2552. ทดสอบประสิทธิภาพและพัฒนาเทคนิคการพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูสำคัญในค่น้ำ. รายงานผลการค่น้ำและวิจัยประจำปี 2552. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.
- พรรณเพ็ญ ชโยภาส ปิยรัตน์ เขียนมีสุข ทวีศักดิ์ ชโยภาส และจิราภรณ์ ทองพันธ์. 2544. ตรวจความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงประเภทเชื้อแบคทีเรียของหนอนใยผักในกะหล่ำปลี. น. 1-12. ใน เอกสารวิชาการรายงานผลการค่น้ำและวิจัย ประจำปี 2544. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูพืชสวนอุตสาหกรรม, กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.
- พรรณเพ็ญ ชโยภาส ดำรง เวชกิจ จิรนุช เอกอำนวยการ สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง อูราพร หนูนารถ ปิยรัตน์ เขียนมีสุข อัจฉรา ตันติโชค พุทธิชาติ ปุญวัฒน์ สุเทพ สหยา และอิสเรศ เทียนทัต. 2552. เทคโนโลยีการจัดการควบคุมหนอนใยผักและหนอนกระทู้หอมในพืชตระกูลกะหล่ำ. หน้า 21 – 39. ใน:โครงการวิจัยระดับดีที่ได้รับการสนับสนุนเงินรายได้จากการดำเนินงานวิจัยด้านการเกษตรปี 2552. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ศูนย์ทดสอบวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม. 2557. การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อทำการวิเคราะห์. http://civil.eng.nu.ac.th/ceCentre/envService01_02.php
- สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น อูราพร หนูนารถ สมรวย รวมชัยอภิกุล และศรีจันทร์ ศรีจันทร์. 2554. แมลงศัตรูผัก เห็ด และไม้ดอก. กลุ่มบริหารศัตรูพืช กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 74 หน้า.
- 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. เอกสารวิชาการประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตรการตรวจสอบและการ

จัดการความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง 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. (online). Available: <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

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.

Murphy, G. 2004. Water pH and its Effect on Pesticides. Ministry of Agriculture and Food Ontario, Canada. (online). Available: <http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/hort/news/grower/2004/08gn04a1.htm>

Noyes, R.T., Downs, H.W., Solie, J.B., Whitney, R.W., 2010. Selecting nozzles for low pressure ground sprayers. (online). Available: <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-2164/BAE-121web.pdf>

NSW DPI. Farm water quality and treatment. Agfact AC.2, 9th edition, April 2005. (online). Available: http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0013/164101/farm-water-quality.pdf

Pasian, C. 2004. Spray Solution pH. The Ohio Sate University Extension, Ohio Floriculture. (online). Available: <http://floriculture.osu.edu/archive/apr04/SpraySolutionPH.html>

- 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. (online). Available: http://www.griffins.com/gazette/2003_spring/spring_2003_tech_tips.html